

Ecologische typering van bodems

Ecologische typering van bodems

Deel 2 Humusvormtypologie voor korte vegetaties

S.P.J. van Delft

Alterra-rapport 268

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001

REFERAAT

Delft, S.P.J. van, 2001. Ecologische typering van bodems. *Deel 2 Humusvormtypologie voor korte vegetaties*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 268. 176 blz. 23 fig.; 14 tab.; 64 ref.

In het kader van de ecologische typering van bodems is een humusvormtypologie voor korte vegetaties ontwikkeld. Van 346 locaties in 56 terreinen zijn humusprofielen beschreven en vegetatieopnamen gemaakt. Van 265 locaties zijn ook bodemchemische gegevens beschikbaar. Met deze dataset is een humusvormtypologie opgesteld. De positie van de humusvormen in het ecosysteem is onderzocht met een canonische discriminantanalyse (CVA). Hiervoor is een stratificatie aangebracht op basis van fysiografische eenheden. Per stratum zijn de belangrijkste variabelen geselecteerd om de relatie van humusvormen met andere ecosysteemcomponenten te onderzoeken. Hierbij blijkt dat de topografische positie (kwel/wegzijging), humuseigenschappen (beschikbaarheid nutriënten) en standplaatsfactoren (zuurbuffer) gezamenlijk de positie van de humusvorm in het ecosysteem bepalen. De vegetatietypen komen hier meestal goed mee overeen.

Trefwoorden: ecologie, ecosysteemfactor, bodemkunde, humusprofiel

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 28,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 268. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	17
1.1 Achtergrond van deze studie	17
1.1.1 Leeswijzer	18
1.2 Theoretisch kader	19
1.2.1 Ecosysteem benadering	19
1.2.2 Standplaatsmodel	20
2 Materiaal en methode	21
2.1 Gegevensverzameling	21
2.2 Humusprofielbeschrijving	22
2.3 Bodemchemische analyses	24
2.4 Vegetatieopnamen	27
2.5 Opslag in Humbase	27
2.5.1 Structuur	29
2.5.2 Invoer	29
2.5.3 Uitvoer	30
2.6 Gegevensverwerking	31
2.6.1 Humusvormclassificatie	31
2.6.2 Gebruik van multivariate analysemethoden voor standplaatsonderzoek	32
3 Humusvormen	37
3.1 Resultaten clustering	37
3.2 Mulls 40	
3.2.1 Semiterrestrische Mulls	40
3.2.2 Terrestrische Mulls	41
3.3 Mullmoders	42
3.3.1 Semiterrestrische Mullmoders	42
3.3.2 Terrestrische Mullmoders	43
3.4 Moders	44
3.4.1 Semiterrestrische Moders	44
3.4.1.1 Eerdmoders	44
3.4.1.2 Hydromoders	46
3.4.2 Terrestrische Moders	47
3.5 Mormoders	48
3.5.1 Terrestrische Mormoders	48
3.6 Mors 48	
3.6.1 Semiterrestrische Mors	48
3.6.2 Terrestrische Mors	49
3.7 De rol van bodemfauna	49

4	Positie van humusvormen binnen het ecosysteem	53
4.1	Stratificatie	53
4.2	relevante relaties	54
4.3	Kalkrijke zandgronden	58
4.3.1	Positie van de humusvormen in het ecosysteem	59
4.3.2	Relatie humusvorm en vegetatie	62
4.4	Kleigronden	64
4.4.1	Positie humusvormen	64
4.4.2	Relatie humusvorm en vegetatie	66
4.5	Venen	68
4.5.1	Positie humusvormen	68
4.5.2	Relatie humusvorm en vegetatie	72
4.6	Kwelgevoede zandgronden	74
4.6.1	Mineraal profiel	74
4.6.1.1	Positie humusvormen	74
4.6.1.2	Relatie humusvorm en vegetatie	81
4.6.2	Moerige bovengrond	83
4.6.2.1	Positie humusvormen	83
4.6.2.2	Relatie humusvorm en vegetatie	85
4.7	Regenwatergevoede zandgronden	87
4.7.1	Positie humusvormen	87
4.7.2	Relatie humusvorm en vegetatie	94
4.8	Hiaten	96
	Literatuur	99
1	Terreinen waar humusprofielen beschreven zijn.	105
2	Veldformulier Humusprofielbeschrijving	109
3	Toelichting bij de profielbeschrijvingen	111
4	Structuur van de tabellen in HumBase	121
5	Humusvormindeling voor korte vegetaties	125
6	Profielbeschrijvingen	131
7	Analyseresultaten bodemonsters	147
8	Overzicht van de op de locaties voorkomende vegetatietypen	155
9	Ordinatiediagrammen voor humusvormen.	159

Woord vooraf

In 1991 werden door DLO-Staring Centrum, als voorganger van Alterra, de eerste humusprofielen in korte vegetaties beschreven in het kader van het vastleggen van de uitgangssituatie bij effectgerichte maatregelen tegen verzuring (EGM). In de daarop volgende periode hebben we bij verschillende onderzoeken tot eind 2000 humusprofielen, bodemonsters en vegetatiegegevens verzameld op 346 locaties in 56 terreinen. De dataset groeit nog steeds, maar zou weinig betekenis hebben als de humusprofielen niet gerelateerd kunnen worden aan eigenschappen van de standplaats en de vegetatie. Met dit rapport probeer ik daar een antwoord op te geven. Het kan gezien worden als de afsluiting van de ontwikkelingsfase, zoals dat ook geldt voor de ecologische typering van bodems in bredere zin (zie Kemmers et al. 2001).

Bij de uitvoering van het onderzoek is mij gebleken dat er voldoende aanknopingspunten zijn om het humusprofiel te gebruiken bij de typering van de standplaats voor natuurlijke vegetaties. De humusvormtypologie voor korte vegetaties verdient dan ook een plaatsje in de gereedschapskist die we met het 'Raamwerk ecologische bodemtypologie' hebben samengesteld. In de komende tijd willen we verder gaan met het ontwikkelen van toepassingen waarbij het systeem kan uitgroeien tot standaardonderdeel van standplaatsbeschrijvingen. Ik hoop dat u als lezer dit enthousiasme deelt.

Het onderzoek is gefinancierd uit het onderzoeksprogramma Geodata Groene Ruimte van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. De overige projecten waarvan gegevens gebruikt zijn, zijn uit verschillende bronnen gefinancierd zoals IKC-N, Staatsbosbeheer, Provincies en Overlevingsplan Bos en Natuur.

Bij het verzamelen van gegevens heb ik veel hulp gehad van mijn collega's in het team Bodem, Water en Natuur: Patrick Hommel, Peter Jansen, Rolf Kemmers, Peter Mekink, Han Runhaar, Francisca Sival en Rein de Waal. Patrick heeft een belangrijke bijdrage geleverd bij het indelen van de vegetatieopnamen volgens de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer. Rein en Rolf waren belangrijke discussiepartners bij het tot stand komen van de humusvormtypologie en de afstemming op de typologie voor bosesystemen. Pieter Slim, van de afdeling Ecologie en Ruimte stelde vegetatieopnamen van Smalbroeken en Winkelsven beschikbaar. Ook de collega onderzoekers bij andere instituten die bij verschillende onderzoeken betrokken waren en hun data bereidwillig beschikbaar gesteld hebben ben ik dank verschuldigd. Het gaat hierbij om Rijksuniversiteit Groningen, Laboratorium voor Plantenecologie (Ab Grootjans c.s.), Bureau Everts & De Vries (Henk Everts), Katholieke Universiteit Nijmegen (Leon Lamers), WAU Vakgroep Terrestrische Oecologie en Natuurbeheer (Dick van der Hoek), Universiteit Utrecht, Vakgroep Botanische Oecologie en Evolutie Biologie (Boudewijn Beltman), KIWA-Onderzoek en Advies (André Jansen c.s.), IWACO Adviesbureau voor water en milieu (Miriam Bakker) en Staatsbosbeheer (Cor Beets, Fons Eijssink en Berko

Hoegen). Dick Kerkhof en John Bruinsma wil ik ook bedanken voor de vegetatieopnamen die zij beschikbaar gesteld hebben. De terreinbeherende instanties, en dan met name beheerders van de bezochte terreinen wil ik bedanken voor het verlenen van toestemming voor het veldbezoek, en vaak ook voor het in het veld aanwijzen van de peilbuizen of pq's waarbij profielbeschrijvingen gemaakt meste worden. Tot slot wil ik Theo Giessen en Marianne Geurts bedanken voor de gastvrije ontvangst wanneer ik soms na een lange velddag monsters kwam inleveren.

Samenvatting

Inleiding

In het kader van de ontwikkeling van een ecologisch relevante typering van bodems wordt door Alterra onderzoek gedaan aan humusvormen. In dit rapport wordt een humusvormtypologie voor korte vegetaties beschreven en de relatie van humusvormen met ecosysteemkenmerken. Hiervoor zijn gegevens verzameld van 346 locaties, waarbij meestal ook een vegetatieopname beschikbaar was, of werd gemaakt. Van 265 van deze locaties zijn ook bodemchemische gegevens beschikbaar. Deze gegevens zijn ingevoerd in een database, van waaruit overzichten gegenereerd kunnen worden die we gebruikt hebben voor de verwerking van de gegevens. Aan de hand van de horizontdiktes hebben we een clustering uitgevoerd die als basis diende voor een indeling in humusvormen. Voor het onderzoek van de relatie tussen humusvormen en standplaatsfactoren hebben we een stratificatie uitgevoerd op basis van fysiografische eenheden. De genoemde relaties hebben we onderzocht met een multivariate regressietechniek. De relatie tussen humusvormen en vegetatietypen hebben we onderzocht door per humusvorm aan te geven welke vegetatietypen voor komen.

Een belangrijk uitgangspunt bij de ecologische typering van bodems is de ecosysteemtheorie volgens Jenny (1941), waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen onafhankelijke (primaire) en afhankelijke (secundaire) factoren. De humusvorm is een afhankelijk compartiment binnen de bodem, waarin de bodemontwikkeling op de korte termijn tot ontwikkeling komt. Het humusprofiel wordt gezien als 'interface' tussen de vegetatie en de onafhankelijke factor moedermateriaal, en vormt de balans tussen strooiselaanvoer en -afbraak. Als essentiële schakel tussen aanvoer en afbraak van strooisel gelden decompositieprocessen welke bepaald worden door samenstelling en activiteit van het bodembiologisch compartiment. Voor het onderzoeken van de relaties tussen humusvormen, standplaatsfactoren en vegetatietypen zijn we uitgegaan van een conceptueel standplaatsmodel zoals dat is opgesteld door Kemmers (1993; zie figuur 1).

Materiaal en methode

In het kader van verschillende projecten zijn sinds 1991 door Alterra en haar voorganger, DLO-Staring Centrum, op een gestandaardiseerde manier humusprofielen beschreven in korte vegetaties. Daarbij zijn ook algemene standplaatskenmerken, bodemchemische gegevens en vegetatieopnamen verzameld. Voor een deel is hierbij ook gebruik gemaakt van gegevens (bodemchemie en vegetatie) die door andere onderzoekers verzameld zijn, waarmee in projecten is samengewerkt. Er zijn gegevens verzameld uit 56 terreinen (zie figuur 2).

Voor het beschrijven van de humusvorm wordt de bovenste 40 cm van een profiel beoordeeld. In de meeste gevallen hebben we ook het onderliggende bodemprofiel beschreven, omdat dit nodig is om meer informatie over de standplaats te verkrijgen (bijvoorbeeld ontwateringsdiepte). De boringsdiepte bedraagt meestal 120 à 180 cm

– mv., met als maximum 320 cm – mv. De horizonten zijn beschreven volgens een horizontindeling die deels aanvullend is, op de bestaande horizontindeling voor bodemprofielen (zie tabel 1). Voor organische horizonten wijkt deze indeling af van de gebruikelijke.

Van 265 locaties zijn in totaal 646 bodemmonsters beschikbaar. Deels betreft dit monsters in duplo, of monsters van meerdere jaren bij monitoring of, monsters van verschillende dieptes. Uiteindelijk hebben we 358 monsters gebruikt, waarbij de duplos gemiddeld zijn. De monsters zijn door verschillende laboratoria geanalyseerd, waarbij niet altijd dezelfde methode gebruikt is voor verschillende bepalingen. Waar mogelijk zijn gegevens bij elkaar genomen, waar de resultaten als gevolg van verschillende methode te veel uiteen lopen zijn ze apart opgenomen. Dit betreft met name de bepaling van de calciumverzadiging bij verschillende extractiemethoden. Voor zover dit verantwoord leek zijn ontbrekende gegevens afgeleid uit beschikbare gegevens, om toch een zo volledig mogelijke dataset te verkrijgen. Dit is gedaan voor de pH-KCl en C-elementair.

De vegetatieopnamen zijn op een zo laag mogelijk niveau ingedeeld volgens de bij Staatsbosbeheer gebruikte indeling (Beets et al. 2000).

Voor de gestructureerde opslag van de gegevens is in MS-Access een database (Humbase) opgezet waarin de gegevens over de locaties, de profielbeschrijvingen en de analyseresultaten opgeslagen zijn. Voor de structuur van deze database hebben we zoveel mogelijk aangesloten bij het Bodemkundig InformatieSysteem (BIS; Bregt et al. 1987) dat door Alterra beheerd wordt voor de opslag van bodemkundige informatie. Een deel van de gegevens uit Humbase kan geëxporteerd worden naar BIS, waarmee wordt voorzien in de behoefte BIS uit te breiden met bodemkundige informatie uit natuurterreinen.

Bij het opstellen van de humusvormclassificatie is een clustering uitgevoerd met behulp van het computerprogramma TWINSPAN. Dit hebben we apart gedaan voor terrestrische en semiterrestrische standplaatsen. Daarbij hebben we het voorkomen en de dikte van horizonten binnen 40 cm – mv. gebruikt om clusters van elkaar te onderscheiden. Vervolgens zijn de clusters gehergroepeerd om een praktisch hanteerbare classificatie te krijgen. De humusvormclassificatie voor korte vegetaties hebben we opgenomen in aanhangsel 5. Deze is afgestemd op de reeds bestaande indeling voor humusvormen in bos. De gecombineerde classificatie voor humusvormen in bos en korte vegetaties wordt gepubliceerd in Kemmers et al. 2001b.

Voor de analyse van de relatie tussen de humusvormen en standplaatskenmerken hebben we gebruik gemaakt van het computerprogramma CANOCO. Hiermee hebben we een canonische discriminantanalyse (CVA) uitgevoerd. Dit is een multivariate regressietechniek, waarbij in één analyse de respons van meerdere humusvormen op meerdere standplaatsfactoren wordt onderzocht. Hiermee wordt bepaald welke lineaire combinatie van standplaatsfactoren de verschillen in humusvormen het beste beschrijft. Hierbij is doormiddel van voorwaartse selectie de

relatieve invloed van verschillende standplaatsfactoren onderzocht. Hierbij worden variabelen één voor één toegevoegd aan een model, waarbij steeds wordt onderzocht of de bijdrage van een volgende variabele een significante verbetering geeft van dat model. Niet significante variabelen worden weggelaten. De resultaten van de CVA's worden weergegeven in ordinatiediagrammen in aanhangsel 9. Een voorbeeld van zo'n diagram is gegeven in figuur 5.

Humusvormen

We hebben een hiërarchische humusvormclassificatie opgesteld, waarbij humusvormen op een bepaald niveau kunnen worden onderverdeeld op een lager niveau (zie aanhangsel 5). Op het hoogste niveau onderscheiden we 5 ordes (*mull*, *mullmoder*, *moder*, *mormoder* en *mor*). Op dit niveau is de mate waarin organische stof is veraard of geaccumuleerd doorslaggevend voor de indeling. Op grond van de hydrologische positie zijn de ordes onderverdeeld in 9 semiterrestrische en terrestrische subordes. De verdeling in groepen (N = 15) en subgroepen (N = 59) vindt plaats op grond van diverse kenmerken die kunnen verschillen per suborde. Zonodig kunnen suborden nog worden onderverdeeld in fasen. Op het laagste niveau hebben we 94 humusvormen onderscheiden, waarvan er 73 voorkomen in de gebruikte dataset. De overige 21 zijn voor de volledigheid toegevoegd.

De *mulls* komen alleen voor op minerale bodems. Organische stof is steeds vrijwel volledig opgenomen in endorganische horizonten. Binnen de *semiterrestrische mulls* komen alleen *hydromulls* voor, welke zijn onderverdeeld in 6 subgroepen. Ze komen vooral voor op kwelgevoede zandgronden of kalkrijke zandgronden. De *terrestrische mulls* hebben we onderverdeeld in 5 groepen en 18 subgroepen. Ze komen voor binnen wegzijgingsgebieden of gedraineerde kwelgebieden in verschillende strata.

Ook de *mullmoders* komen vrijwel alleen voor op minerale bodems. Ze kunnen ook voorkomen op veenbodems met een klei- of zanddek van meer dan 20 cm dikte. Door accumulatie van organische stof zijn F-, H-, M-, AMh-, OM- of O-horizonten ontstaan die dikker zijn dan 2 cm, maar de onderliggende A-horizonten zijn altijd dikker dan deze horizonten. Alle *semiterrestrische mullmoders* zijn *hydromullmoders*. Deze hebben we onderverdeeld in 5 subgroepen. Ze komen voornamelijk voor in, deels gedraineerde, kwelgevoede zandgronden. De *terrestrische mullmoders* hebben we op grond van de onderliggende minerale bodem onderverdeeld in 4 subgroepen. Ze komen voor op zand in buitendijkse riviergronden (rivierduinen) en regenwatergevoede zandgronden.

De *moders* komen zowel voor op minerale gronden, waar accumulatie van organische stof in organische horizonten plaats vindt, als op moerige of veengronden, waar zoveel organische stof is geaccumuleerd, dat het het hoofdbestanddeel van het profiel uit maakt. Voor zover *moders* op minerale gronden voorkomen is de dikte van de organische horizonten groter dan 2 cm en groter dan een onderliggende A-horizont (*hydromoders*). Indien het humusprofiel in een moerig of veenprofiel voor meer dan de helft uit veraard organisch materiaal (Oh, Og, Od of OA) bestaat, wordt het tot de *moders* gerekend (*eerdmoders*). Is een Of- of een Om-horizont dominant, dan wordt het tot de *mors* gerekend. De *eerdmoders* zijn onderverdeeld in 7 subgroepen en

komen voor in venen, maar ook op moerige gronden of minerale gronden met een dun moerig dek binnen de kwelgevoede zandgronden en de jonge kleigronden. Meestal is hierbij sprake van een (gedraineerd) kwelgebied, of een geïsoleerd gebied met stagnatie van (regen)water in afvoerloze laagten. De *hydromodors* hebben we onderverdeeld in 4 subgroepen. Ze komen voornamelijk voor binnen de kwelgevoede zandgronden, waar de kwel deels is weggevallen door ontwatering en binnen wegzijgingsgebieden in de kalkrijke zandgronden, die dan vaak oppervlakkig ontkalkt zijn. Bij de *terrestrische modors* ontbreekt een Ah-horizont. Ze zijn verdeeld over 3 subgroepen en komen voor in wegzijgingsgebieden binnen verschillende strata.

Mormodors zijn te beschouwen als een overgangsvorm tussen *modors* en *mors*. Ze komen alleen voor als *terrestrische mormodors*. De enige subgroep die we hierin hebben onderscheiden is de *heidemormoder*, die gekenmerkt wordt door een dominante Mm-horizont. Vaak komt deze voor met een dunnere Mh-horizont die direct op een E- of AE-horizont ligt. Ze komen voor op regenwatergevoede zandgronden.

Bij de *mors* is de afbraak van organische stof het minst ver gevorderd. Dit betekent dat bij de *semiterrestrische mors* een Of- of Om-horizont dominant is. Bij de *terrestrische mors* is een Mf-horizont dominant, AMh- en Ah- ontbreken volledig. Deze komen in deze dataset niet voor. De *semiterrestrische mors* zijn verdeeld over 2 groepen en 11 subgroepen. Ze komen vrijwel allemaal voor in venen.

De bodemfauna speelt met name bij terrestrische humusvormen een grote rol bij de afbraak van organisch materiaal. Regenwormen komen vooral voor bij *terrestrische mulls* en *-mullmodors*, maar ook in *hydromulls* en *semiterrestrische modors* (zie tabel 6). Gegevens over abundantie en andere bodemdieren ontbreken. Uit micromorfologisch onderzoek aan enkele humusprofielen is enig zicht gekregen op de rol van bodemfauna bij de afbraak van organische stof. Door activiteit van regenwormen wordt de organische stof door het profiel gewerkt (bioturbatie) en gemengd met de minerale delen. Waar de activiteit van regenwormen afneemt treedt accumulatie van ruw organisch materiaal in een AMh- of M-horizont plaats vindt. Afbraak van organische stof vindt dan zeer lokaal plaats door mijten. De biologische activiteit in de Ah-horizont neemt steeds verder af, en verplaatst zich in beperkte mate, naar de AMh- of M-horizont. Dit geldt ook voor de wortels.

Positie van humusvormen binnen het ecosysteem

Voor het onderzoeken van de relatie tussen humusvormen en andere ecosysteemcomponenten hebben we een stratificatie aangebracht die gebaseerd is op de fysiografische eenheden zoals die door Kemmers en De Waal (1999) zijn onderscheiden. Omdat niet binnen alle fysiografische eenheden voldoende profielen beschikbaar zijn, hebben we een aantal eenheden samengevoegd binnen strata. We hebben 5 strata onderscheiden (kalkrijke zandgronden, kleigronden, venen, kwelgevoede zandgronden en regenwatergevoede zandgronden).

De beschikbare gegevens zijn onderverdeeld in groepen die verschillende ecosysteemcomponenten beschrijven (tabel 8). In figuur 1 is schematisch

weergegeven hoe verschillende onderdelen van het ecosysteem zich tot elkaar verhouden. Hiertoe is het ecosysteem opgedeeld in processtelsels waarvan de onderlinge relaties door beheersingrepen gestuurd worden. In elk stratum hebben we per processtelsel een CVA uitgevoerd met voorwaartse selectie om vast te stellen wat binnen dat processtelsel de belangrijkste sturende factoren zijn. Dit is dan nog een keer herhaald voor variabelen uit alle processtelsels. Op basis hiervan hebben we de positie van humusvormen binnen het ecosysteem schematisch weergegeven in ecogrammen.

Door Kemmers en De Waal (1999) is een schema opgesteld, waarin per fysiografische eenheid het belang van verschillende ecosysteemcompartimenten is weergegeven. Daarbij is de humusvorm één van de compartimenten die een rol kan spelen voor de vegetatie. Vergelijking van dit schema met de resultaten van dit onderzoek laat zien dat voor de humusvormen vaak dezelfde relaties gelden als voor de vegetatie.

Binnen de kalkrijke zandgronden zijn 42 profielen beschreven, voornamelijk in de kustduinen, maar ook langs de grote rivieren en enkele ander locaties. De variatie in humusvormen wordt voornamelijk bepaald door moedermateriaal (leemgehalte), topografie (wegzijging en zoete- of brakke kwel) en humuseigenschappen (nutriëntenbeschikbaarheid). Er is een vrij duidelijke relatie tussen groepen humusvormen die ingedeeld zijn naar de topografische positie en vegetatietypen op klassenniveau.

Er zijn 23 profielen beschreven binnen de kleigronden. Binnen deze groep komen ook 13 moerige gronden voor die tot de kleigronden gerekend worden. De bijdrage van humus- en standplaatseigenschappen en topografie aan de variatie in humusvormen is ongeveer gelijk. Er is een relatie tussen groepen humusvormen en vegetatietypen op verschillende niveaus. De meeste vegetatietypen behoren tot de *Klasse der vochtige graslanden (16)*.

Bij de venen hebben we 63 profielen beschreven. De meeste profielen zijn vlietveengronden en madeveengronden. Alle profielen zijn nat tot zeer nat (Gt Ia of IIa). De profielen liggen voornamelijk in zoete kwelgebieden en in kraggesystemen. De variatie in humusvormen wordt voornamelijk bepaald door de topografische positie, en in verband daarmee, door de standplaatseigenschappen (zuurbuffer / zuurgraad) die bepaald worden door hydrologische omstandigheden zoals het voorkomen of wegvallen van kwel en de vorming van een regenwaterlens. De humusprofielen weerspiegelen de belangrijkste bodemvormende processen in venen: accumulatie en afbraak van organische stof. Het grootste deel van de vegetaties behoort tot de *Klasse der Kleine Zeggen (09)* en de *Klasse der vochtige graslanden (16)*. Ontwikkelingsreeksen in de humusvormen komen gedeeltelijk overeen met successiereeksen van de vegetatietypen.

De kwelgevoede zandgronden vormen veruit de grootste groep binnen de onderzochte locaties. Er vallen 173 locaties binnen dit stratum. We hebben de

profielen met een moerige bovengrond (N = 24) apart behandeld van de locaties met een zuiver mineraal profiel (N = 149).

Vrijwel alle locaties met een mineraal profiel komen voor in zoete kwelgebieden, of gedraineerde kwelgebieden. De standplaatsen zijn nat tot vochtig. De variatie in humusvormen wordt vooral bepaald door de topografische positie (kwel/gedraineerde kwelgronden) en in mindere mate door humuseigenschappen (% Humus en CN) en standplaatsfactoren (calciumverzadiging). De humuseigenschappen en standplaatsfactoren worden vaak ook beïnvloed door (veranderingen in) de topografische positie van een locatie, bijvoorbeeld door verdroging. Voor de humusvormen kan een aantal ontwikkelingsreeksen onderscheiden worden die in verband gebracht kunnen worden met verdroging en verzuring. Deze reeksen komen ook tot uiting in de vegetatietypen.

De kwelgevoede zandgronden met een moerige bovengrond behoren tot de broekerdgronden op zand. Ze komen voornamelijk voor in gedraineerde kwelgebieden (nat tot vochtig) en zoete kwelgebieden (zeer nat). Uit de CVA blijkt dat in grote lijnen dezelfde factoren een rol spelen als bij de kwelgevoede zandgronden met een mineraal profiel. De meeste vegetatietypen behoren tot de *Klasse der Kleine Zeggen (09)* en de *Klasse der vochtige graslanden (16)*. De standplaatsverschillen (trofiegraad, zuurgraad en vochttoestand) die differentiërend zijn voor de humusvormen, komen ook tot uiting in de vegetatietypen.

Binnen de regenwatergevoede zandgronden hebben we 45 locaties onderzocht. Ze bestaan voor ongeveer de helft uit humuspodzolgronden en verder vooral uit vlak- en duinvaaggronden en enkele eerdgronden. Uit de CVA blijkt dat de variatie in humusvormen voornamelijk wordt bepaald door standplaatsfactoren (verschuivingen in de zuurbuffering) en het beheer. Met name de overgang van zuurbuffering door kationwisseling (vooral bij duinvaaggronden) naar zuurbuffering door oplossing van mineralen (vooral bij podzolgronden) komt tot uiting in de humusprofielontwikkeling. Er blijkt op verschillende niveaus een duidelijke relatie te zijn tussen humusvorm en vegetatietype.

Deze studie geeft een beeld van de variatie in humusvormen zoals die bij verschillende fysiografische eenheden voorkomen. Dit beeld is voor sommige van deze eenheden vrij compleet, maar er zijn ook gebieden die minder goed vertegenwoordigd zijn. In 4.8 geven we een overzicht van de hiaten in de gegevens. Mogelijk kunnen deze in vervolgstudies, of in het kader van andere onderzoeken opgevuld worden. Het betreft:

- *Ontbrekende fysiografische eenheden*: löss en mergelgronden, en in mindere mate buitendijkse riviergronden.
- *Kalkrijke zandgronden*: profielen in leemrijk zand, ontkalkingsreeksen in droge duinen en de overgang van zoete- naar brakke kwel.
- *Kleigronden*: aantal waarnemingen aan de lage kant
- *Kwelgevoede zandgronden*: ontwikkelingsreeksen na plaggen
- *Regenwatergevoede zandgronden*: standplaatsen in mineralogisch rijkere standplaatsen

- *Algemeen:* effecten beheersvormen, ontwikkelingsreeksen na herstelmaatregelen, de rol van bodemfauna.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond van deze studie

In diverse studies is reeds aangegeven dat de in Nederland gangbare bodemclassificatie volgens De Bakker en Schelling (1989) minder goed voldoet voor toepassing bij ecologisch onderzoek (Gleichman et al., 1991, Klijn en de Waal, 1992, Kemmers, 1996a/1996b). Om hieraan tegemoet te komen is bij Alterra een begin gemaakt met het ontwikkelen van een ecologische bodemtypologie (Kemmers en De Waal, 1999). Inmiddels is in een nieuwe rapportage de huidige stand van zaken beschreven (Kemmers et al 2001).

In diverse projecten rondom het thema 'Ecologische bodemtypologie' wordt gewerkt aan het ontwikkelen van een ecologisch relevante typering van bodems. In een eerste rapportage (Kemmers en De Waal, 1999) is een raamwerk voor een ecologische typering van bodems en een voorlopige humusvormtypologie beschreven. Voor de humusvorm typologie in schraalgraslanden is daarbij gebruik gemaakt van voorlopige resultaten uit eerdere studies (Van Delft 1995a, 1995b). Op basis van deze voorlopige typologie was reeds ervaring opgedaan met de toepassing van humusprofielen in korte vegetaties in een aantal ecologische studies (o.a. Hoegen & Frielink, 1997, Van Delft 1997, Van Delft et al. 1999). Meer recent zijn humusprofielen beschreven in een groot aantal referentiepunten voor het bepalen van terreincondities voor vegetatietypen volgens de 'SBB-Catalogus' (Beets et al 2000 en 2001). In een case study voor beekdalgraslanden is een methode ontwikkeld om een humusvormtypologie in schraalgraslanden te ontwikkelen (Van Delft 2000). Om tot een meer algemene humusvormtypologie voor korte vegetaties te komen zijn in een vervolgonderzoek gegevens verzameld uit een groot aantal verschillende terreinen met korte vegetaties. Voor het verwerken van deze gegevens is gebruik gemaakt van de methode zoals ontwikkeld in de genoemde case study. Daarover wordt in dit rapport verslag gedaan.

Het doel van deze studie is het verkrijgen van inzicht in de relaties tussen humusprofiel en standplaatsfactoren in korte vegetaties. Dit betreft deels dezelfde standplaatsfactoren, als die welke de vegetatiesamenstelling mede bepalen. Inzicht in de relatie tussen humusprofielen en standplaatsfactoren kan informatie opleveren over de diagnostische waarde van humusprofielen ten aanzien van de abiotische toestand van een natuurterrein, en veranderingen hierin die (nog) niet in de vegetatie tot uiting komen.

Uit diverse studies zijn gegevens beschikbaar gekomen die voor dit onderzoek gebruikt konden worden. Ook zijn van een aantal locaties speciaal voor deze studie gegevens verzameld. In totaal zijn van 346 locaties humusprofielen en vegetatiegegevens gebruikt. Van een deel (N = 265) van deze locaties zijn ook bodemchemische gegevens beschikbaar. Deze gegevens zijn ingevoerd in een database (Humbase), van waaruit overzichten gegenereerd kunnen worden die we

gebruikt hebben voor de verwerking van de gegevens. In deze database zijn ook algemene gegevens over de locatie opgenomen zoals de coördinaten en de fysiografische eenheden waartoe ze behoren. Aan de hand van de horizontdiktes in de humusprofielbeschrijvingen hebben we een clustering uitgevoerd die als basis diende voor een indeling in humusvormen. Om de relatie tussen humusvormen en standplaatsfactoren te kunnen onderzoeken hebben we een stratificatie toegepast op basis van de fysiografische eenheden. Tussen verschillende fysiografische eenheden kunnen deze relaties verschillen. Omdat bij het vergelijken van humusvormen en standplaatsfactoren meerdere afhankelijke variabelen zijn onderzocht is gebruik gemaakt van een multivariate regressietechniek (Jongman et al., 1995). Ook het relatieve belang van verschillende standplaatsfactoren verschilt per fysiografische eenheid (Kemmers en De Waal 1999). De relatie tussen humusvormen en vegetatietype hebben we onderzocht door per humusvorm aan te geven welke vegetatietypen voorkomen.

1.1.1 Leeswijzer

Dit rapport bevat veel informatie over de wijze waarop wij tot een indeling voor humusvormen in korte vegetaties gekomen zijn en wat de positie van deze humusvormen in het ecosysteem is. Afhankelijk van de vraag van de lezer kan het hele rapport van belang zijn, of delen hieruit.

In paragraaf 1.2 wordt kort het theoretisch kader geschetst van waaruit door Alterra de ecologische typering van bodems wordt benaderd. Indelingen die verderop in het rapport gebruikt worden zijn hierop gebaseerd.

Hoofdstuk 2 bevat de verantwoording van de gebruikte gegevens en methoden. Hierin wordt beschreven hoe de gegevens verzameld zijn (2.1 tot 2.4) en hoe de gegevens opgeslagen zijn in de database (2.5). In paragraaf 2.6 geven we uitleg over de statistische analyse methoden die gebruikt zijn om tot een humusvormindeling te komen en om de relatie tussen humusvormen en standplaats te onderzoeken. Achtergrondinformatie over de verzamelde gegevens staat in aanhangsel 1 t/m 4 en 6 t/m 8. Informatie over de bezochte terreinen staat in aanhangsel 1 (zie ook figuur 2). In aanhangsel 2 is een voorbeeld opgenomen van de gebruikte veldformulieren, waarop in aanhangsel 3 een toelichting gegeven wordt. De structuur van de tabellen in de database (Humbase) is opgenomen in aanhangsel 4. Enkele voorbeelden van profielbeschrijvingen worden gegeven in aanhangsel 6 en een samenvatting van analyseresultaten van bodemonsters in aanhangsel 7. Aanhangsel 8 geeft een opsomming van de bij de locaties aangetroffen vegetatietypen.

De humusvormindeling die we opgesteld hebben voor korte vegetaties wordt beschreven in hoofdstuk 3 en is samengevat in aanhangsel 5. Per suborde wordt kort ingegaan op de kenmerken van de humusvormen en de standplaatsen waarop ze voorkomen (3.2 t/m 3.6). Omdat bodemfauna een belangrijke rol speelt bij de afbraak en omzetting van organische stof, en daarmee voor de humusprofielontwikkeling, gaan we daar in paragraaf 3.7 wat dieper op in. Dit is een beschrijvende paragraaf die gebaseerd is op waarnemingen van regenwormen en op micromorfologisch onderzoek van een aantal profielen.

In hoofdstuk 4 beschrijven we de positie van humusvormen binnen het ecosysteem. Deze beschrijving is grotendeels gebaseerd op de ordinatiediagrammen die we opgesteld hebben voor de onderscheiden humusvormen in verschillende fysiografische eenheden (4.3 t/m 4.7). Deze ordinatiediagrammen zijn opgenomen in aanhangsel 9. Tot slot hebben we in paragraaf 4.8 beschreven waar volgens ons de belangrijkste hiaten zitten in kennis over de humusprofielen in korte vegetaties. Dit kan een basis zijn voor het formuleren van nieuwe onderzoeksvragen.

1.2 Theoretisch kader

1.2.1 Ecosysteem benadering

Een belangrijk uitgangspunt bij de ecologische typering van bodems is de ecosysteemtheorie volgens Jenny (1941). Hoe deze theorie toegepast wordt staat beschreven in Kemmers en De Waal (1999). In deze theorie wordt onderscheid gemaakt tussen onafhankelijke (primaire) en afhankelijke (secundaire) factoren. De onafhankelijke factoren (o.a. moedermateriaal, topografie, hydrologie en klimaat) sturen de ontwikkeling van de afhankelijke factoren (bodem, vegetatie). De afhankelijke factoren zijn hierbij ook onderling afhankelijk van elkaar. Bij de toepassing van de ecosysteemtheorie in de ecologische bodemclassificatie blijkt dat kenmerken van de bodem soms als onafhankelijke (textuur, mineralogie, grondsoort) en anders als afhankelijke factor (organische stof, vocht, zuurgraad, beschikbaarheid van nutriënten) beschouwd moeten worden. In de ecologische bodemtypologie wordt onderscheid gemaakt tussen een onafhankelijk compartiment (moedermateriaal, inclusief lange termijn bodemontwikkeling) en een afhankelijk compartiment (humusvorm) waarin de bodemontwikkeling op de korte termijn tot uiting komt. De humusvorm is immers een product van diverse, biologische, fysische en chemische processen. Het belang van beide compartimenten kan per situatie verschillen. Vaak is het zo dat in jonge ecosystemen het moedermateriaal de belangrijkste factor is, terwijl in een verder ontwikkeld ecosysteem het belang van de humusvorm toeneemt.

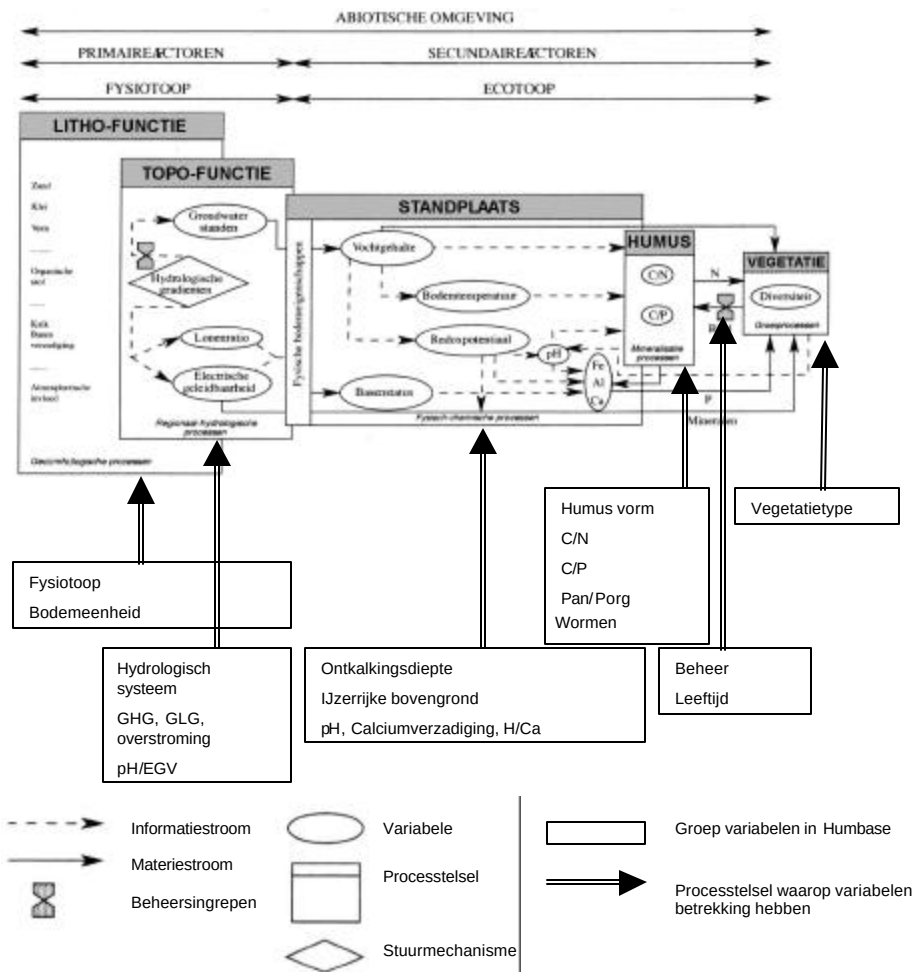
In de beschrijving van standplaatsfactoren worden de onafhankelijke factoren als fysiografische (standplaats)factoren aangeduid. Bij de afhankelijke factoren wordt in navolging van Van Wirdum (1979) onderscheid gemaakt tussen operationele en conditionele standplaatsfactoren. De operationele standplaatsfactoren zijn direct voor de fysiologie van de planten van belang: beschikbaarheid van vocht, voedingsstoffen, zuurstof, toxische stoffen en zouten. De beschikbaarheid van deze stoffen wordt doorgaans gecontroleerd door processen die wij tot het bodemfysisch en –chemisch complex van de bodem rekenen. Tot deze conditionele standplaatsfactoren behoren: bodemtemperatuur, redoxtoestand, basenverzadiging, vochtgehalte, organische stofgehalte, CN- en CP-verhouding.

Bij de ecologische bodemtypologie wordt het humusprofiel gezien als ‘interface’ tussen de vegetatie en de onafhankelijke factor moedermateriaal (Kemmers en De Waal 1999). Het humusprofiel vormt dan de balans tussen strooiselaanvoer en -afbraak. De aard en de hoeveelheid strooisel (inclusief dode wortels) wordt bepaald

door de vegetatie en beheersmaatregelen (bijvoorbeeld hooien). Als essentiële schakel tussen aanvoer en afbraak van strooisel gelden decompositieprocessen welke bepaald worden door samenstelling en activiteit van het bodembologisch compartiment (schimmels, bacteriën, bodemfauna). Dit bodembologisch compartiment is ook weer via operationele en conditionele factoren afhankelijk van (veranderende) milieuomstandigheden. Voor zover bodembologische kenmerken macroscopisch herkenbaar zijn, gelden zij als kenmerk voor een humusprofiel. Dit geldt bijvoorbeeld voor wormgangen of het waarnemen van regenwormen in een humusprofiel. In paragraaf 3.7 gaan we nader in op de rol van bodemfauna.

1.2.2 Standplaatsmodel

Voor het onderzoeken van de relaties tussen humusvormen, standplaatsfactoren en vegetatietypen zijn we uit gegaan van een conceptueel standplaatsmodel zoals dat is opgesteld door Kemmers (1993). In dit model worden de standplaatsfactoren ingedeeld naar de verschillende onderdelen van het ecosysteem. De gegevens die we beschikbaar hebben voor dit onderzoek hebben betrekking op verschillende van deze onderdelen. In figuur 1 hebben we aangegeven op welk deel van het ecosysteem de beschikbare gegevens betrekking hebben. Op basis hiervan is per fysiografische eenheid bepaald welke relaties onderzocht moeten worden.

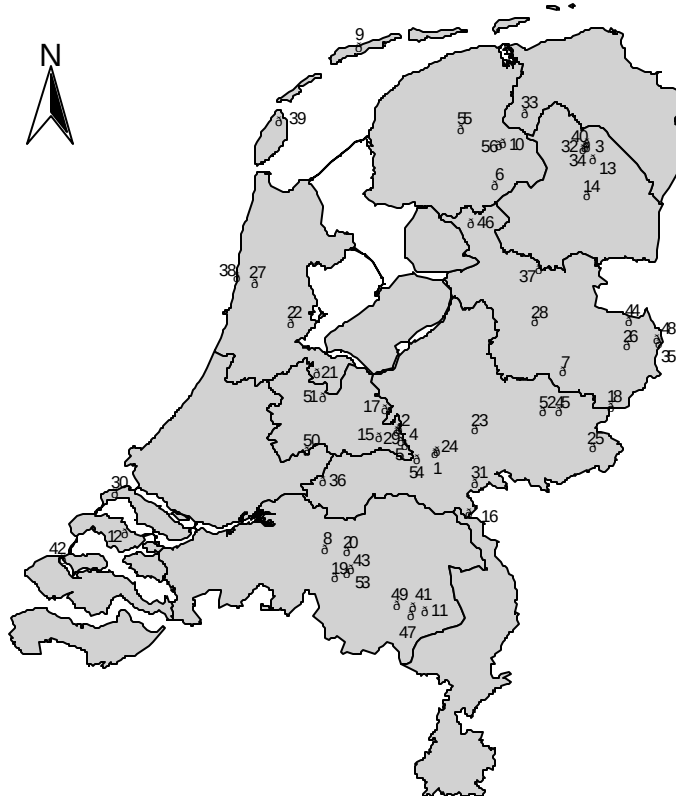


Figuur 1 Positie van Humusvorm, vegetatietype en standplaatsfactoren in het ecosysteem.

2 Materiaal en methode

2.1 Gegevensverzameling

Sinds 1991 zijn door Alterra en haar voorganger, DLO-Staring Centrum, humusprofielen beschreven in korte vegetaties. Dit is in het kader van verschillende projecten met diverse doelen gedaan. Door de gegevens zoveel mogelijk gestandaardiseerd op te nemen hebben we een dataset opgebouwd die nu gebruikt is om een breed toepasbare humusvormtypologie te ontwikkelen. Omdat ook algemene standplaatskenmerken, en van veel locaties ook bodemchemische gegevens beschikbaar zijn hebben we ook de relatie van de humusvorm met de standplaats kunnen onderzoeken. In aanhangsel 1 wordt een overzicht gegeven van de terreinen waar de humusvormen beschreven zijn en de projecten waarbinnen ze verzameld zijn. De profielbeschrijvingen zijn steeds door Alterra gemaakt, evenals een groot deel van de vegetatieopnamen. Dit geldt ook voor de meeste bodemmonsters. In een aantal gevallen is echter ook gebruik gemaakt van gegevens van bodemmonsters en vegetatieopnamen van andere onderzoekers waarmee in een project is samengewerkt. Ook deze informatie is opgenomen in aanhangsel 1. Er zijn 56 terreinen bezocht, waarbij 346 profielbeschrijvingen zijn gemaakt. De verspreiding van deze terreinen over Nederland is weergegeven in figuur 2. De terreinen zijn verdeeld over zowel het Pleistocene als het Holocene deel van Nederland, maar de spreiding is enigszins heterogeen.



Figuur 2 Ligging van de bezochte terreinen. De nummers verwijzen naar de terreinen zoals ze opgenomen zijn in aanhangsel 1.

2.2 Humusprofielbeschrijving

De humusprofielen zijn beschreven door met een humushapper of met een mes (in kraggen en andere slappe veenprofielen) een deel van het profiel uit te steken en de kenmerken hiervan te beschrijven. Voor het vaststellen van de humusvorm wordt de bovenste 40 cm van het profiel beoordeeld. Om meer informatie over de standplaats te verkrijgen is vaak ook dieper geboord met een edelmanboor of een guts. In natte minerale gronden is ook wel gebruik gemaakt van een zuigerboor (zgn. Van der Staai boor). Dit was nodig om o.a. de bodemeenheid en het grondwaterstandsverloop af te leiden. De maximale boringsdiepte was 320 cm – mv. In de meeste gevallen hebben we tot 120 à 180 cm – mv. geboord. Voor meer achtergrondinformatie bij de beschrijving van humusprofielen en de classificatie van humusvormen verwijzen we naar de betreffende literatuur: (Green et al. 1993, Van Delft 1995a, Kemmers en De Waal 1999 en 2001)

Van elk profiel hebben we een beschrijving gemaakt op een profielbeschrijvingsformulier. In aanhangsel 2 hebben we een voorbeeld van zo'n formulier afgedrukt. De profielbeschrijvingen bestaan uit een algemeen gedeelte en de informatie per laag. In het algemene gedeelte staat informatie over de locatie. Tevens worden hier gegevens over het profiel samengevat. De meeste van deze gegevens spreken voor zich. In aanhangsel 3 worden ze kort toegelicht. Voor een efficiënte en consequente opname van deze kenmerken is gebruik gemaakt van coderingen die verklaard worden in aanhangsel 3. In dit rapport hebben we niet alle profielbeschrijvingen opgenomen. Wel hebben we in aanhangsel 6 voor de in hoofdstuk 3 besproken humusvormen enkele profielbeschrijvingen opgenomen. In hoofdstuk 3 worden de eigenschappen van de humusprofielen per humusvorm samengevat.

De horizonten zijn gecodeerd zoals dat gebruikelijk is bij humusprofielbeschrijvingen (zie tabel 1). Dit omvat deels de voor bodemkarteringen gebruikelijke horizontcodes (Ten Cate et al. 1995a), met wat aanvullingen. Voor moerige horizonten wordt een afwijkende codering gebruikt. Bij bodemprofielbeschrijvingen worden moerige horizonten afhankelijk van de mate van bodemvorming aangeduid als C, Bw of A horizonten. Bij humusprofielbeschrijvingen worden alle moerige horizonten, behalve wortelmatten, aangeduid als O horizont. De aard en mate van veraarding wordt beschreven met een kleine letter achter de code O. Wortelmatten worden weergegeven met de letter M.

Bij de horizontindeling voor humusprofielbeschrijvingen wordt onderscheid gemaakt tussen 'Ectorganische' (Ecto) en 'Endorganische' (Endo) horizonten. Bij ectorganische horizonten is sprake van strooisel (blad, takken, stengels) dat bovenop het profiel valt. Bij endorganische horizonten vindt de input van strooisel plaats in het profiel, door afsterven van wortels (bijv. in M-horizonten). De O-horizonten worden ook als endorganisch beschouwd, omdat ze veenlagen beschrijven die tot het bodemprofiel behoren. In endorganische horizonten kan ook strooisel opgenomen zijn. Het blijft dan toch een endorganische horizont. De volgende horizonten worden onderscheiden (zie ook Green et al. 1993, Ten Cate et al. 1995a):

Naast de in tabel 1 opgenomen overgangshorizonten (zoals AMh) kunnen ook andere overgangen tussen horizonten voorkomen zoals AE, BC of AC. Tevens kunnen horizonten verder onderverdeeld worden door middel van kleine letter toevoegingen achter de code. Voor de betekenis van deze toevoegingen verwijzen we naar Ten Cate et al. 1995a.

Tabel 1 Horizontindeling bij humusprofielbeschrijvingen.

Code	Positie	Omschrijving
L	Ecto	Strooisel (inclusief grasstengels); goed herkenbaar
F	Ecto	Strooisel (inclusief grasstengels); matig afgebroken, deel van de structuren is nog herkenbaar
H	Ecto	Strooisel (inclusief grasstengels); bestaande uit vrijwel geheel gehumificeerd materiaal; Macroscopisch herkenbare plantendelen kunnen voorkomen in kleine hoeveelheden
S	Ecto	Jonge veenmoslaag, zowel op veenprofielen, als bij minerale profielen
Mf	Endo	Wortelmat, bestaande uit weinig verteerd materiaal (fibric).
Mm	Endo	Wortelmat, bestaande uit gedeeltelijk afgebroken materiaal, tussen Mf en Mh in (mesic).
Mh	Endo	Wortelmat, bestaande uit vrijwel geheel gehumificeerd materiaal (humic). Macroscopisch herkenbare plantendelen kunnen voorkomen in kleine hoeveelheden
OMf	Endo	Overgangshorizont tussen Of- en M- horizont (% humus > 30)
OMm	Endo	Overgangshorizont tussen Om- en M- horizont (% humus > 30)
OMh	Endo	Overgangshorizont tussen Oh- en M- horizont (% humus > 30)
Of	Endo	Organische horizont, bestaande uit weinig verteerd materiaal (fibric).
Om	Endo	Organische horizont, bestaande uit gedeeltelijk afgebroken materiaal, tussen Of en Oh in (mesic).
Oh	Endo	Organische horizont, bestaande uit vrijwel geheel gehumificeerd (veraard) materiaal (humic). Macroscopisch herkenbare plantendelen kunnen voorkomen in kleine hoeveelheden; <u>Veraarding onder aërobe basenrijke omstandigheden</u>
Od	Endo	Organische horizont, bestaande vrijwel geheel gehumificeerd (veraard) materiaal (gliede). <u>Veraarding onder aërobe zure omstandigheden</u>
Og	Endo	Organische horizont, bestaande vrijwel geheel gehumificeerd (veraard) materiaal (gyttja). <u>Veraarding onder anaërobe basenrijke omstandigheden</u>
OA	Endo	Moerige horizont (15 – 30% os) die ontstaan is door de oxidatie van veen, waarbij het residu niet meer dan 30% organische stof bevat
AMh	Endo	Overgangshorizont tussen een Ah- en een M-horizont. Deze code gebruiken we als de horizont duidelijk deels mineraal is, en dus ontstaan is door accumulatie van wortels in een minerale Ah horizont. (% humus < 30)
Ah	Endo	Niet verwerkte, minerale A-horizont die door natuurlijke processen is verrijkt met organische stof
Aa	Endo	Minerale A-horizont die deels door antropogene invloed is verrijkt met organische stof
Ap	Endo	Verwerkte minerale A-horizont
E	Endo	Minerale horizont die door uitspoeling verarmd is aan kleimineralen en sesquioxiden
B	Endo	Minerale horizont met inspoeling van kleimineralen, sesquioxiden of humus uit hoger liggende horizonten of nieuwvorming van kleimineralen
C	Endo	Minerale horizont die weinig of niet is veranderd door bodenvormende processen.
W	Endo	Vrij water tussen een kragge en de vaste bodem

2.3 Bodemchemische analyses

Van 265 locaties zijn in totaal 646 bodemmonsters beschikbaar. Wanneer van een locatie meerdere monsters beschikbaar zijn kan dat verschillende oorzaken hebben:

- Monsters zijn in duplo, triplo of zelfs in viervoud genomen. In dat geval hebben we de resultaten gemiddeld.
- De monsters zijn in meerdere jaren genomen, in het kader van een monitoringsprogramma. Hierbij hebben we de monsters gebruikt die genomen zijn in hetzelfde jaar als waarin de profielbeschrijving gemaakt is.
- Er zijn monsters op verschillende dieptes genomen. Voor het beschrijven van karakteristieken van de humusvorm hebben we alle beschikbare monsters voor verschillende lagen gebruikt. Voor het beschrijven van de standplaats hebben we één representatieve laag uitgekozen om de standplaats te karakteriseren. Meestal is dat een Ah- of Oh-horizont, omdat dat meestal ook de horizonten zijn die bemonsterd zijn op locaties waar maar één monster van beschikbaar is. Het kan ook voorkomen dat een monster representatief is voor meerdere horizonten omdat een vaste diepte is bemonsterd (bijvoorbeeld 0 – 15 cm).

Uiteindelijk is het totaal aantal monsters terug gebracht tot 358 van 265 locaties, waarbij gemiddelde waarden voor herhalingsmonsters van dezelfde datum (aandachtspunt 1) als één monster beschouwd worden.

De analyses die aan de bodemmonsters zijn uitgevoerd verschillen enigszins per terrein. Ook zijn door verschillende laboratoria soms verschillende methoden gebruikt voor dezelfde bepaling. Hierdoor kunnen de resultaten verschillen. In aanhangsel 1 is per terrein aangegeven wie de bodemmonsters heeft genomen en door welk laboratorium ze geanalyseerd zijn. Hierin zijn ook verwijzingen opgenomen naar de relevante literatuur, waarin onder andere de analysemethoden zijn beschreven. Alle analyseresultaten zijn omgerekend naar vergelijkbare eenheden en opgeslagen in Humbase (zie 2.7). Hieruit is een aantal analyses geselecteerd die gebruikt worden om de relatie tussen humusvormen en standplaatsfactoren te onderzoeken. Ook hebben we een aantal afgeleide variabelen bepaald. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van beschikbare analysegegevens.

Tabel 2 Overzicht van beschikbare analysegegevens van bodemonsters. Bij “Aantal” staat voor de streep het totaal aantal beschikbare analyses, achter de streep staat het aantal analyses dat gebruikt kan worden om de standplaats te karakteriseren. Onder “Code” staat de code waarmee in diverse tabellen en figuren de betreffende analyse wordt aangeduid.

Groep variabelen (zie figuur 1)							
Analyse		Aantal	Afgeleide variabele		Aantal	Code	Eenheid
Standplaats – Basenstatus							
CaCO ₃		101/58				Kalk	%
Al-uitwisselbaar		69/30	CEC afgeleid uit som van H + Ca + K + Mg + Na			-	mmolc/ kg
Ca-uitwisselbaar		338/256					
Fe-uitwisselbaar		48/18					
H-uitwisselbaar		214/173					
K-uitwisselbaar		338/256					
Mg-uitwisselbaar		338/256					
Mn-uitwisselbaar		75/38					
Na-uitwisselbaar		328/246					
NH ₄ -uitwisselbaar		68/68					
Ca-uitwisselbaar		17/15				-	mmolc/ kg
K-uitwisselbaar		17/15					
Mg-uitwisselbaar		17/15					
Na-uitwisselbaar		17/15					
CEC (pH 8,2)		221/169				-	mmolc/kg
CEC actueel (ongebufferd)		6/4				-	mmolc/kg
		Calciumverzadiging = 100 * Ca-uitwisselbaar/CEC afgeleid			214/173	CVaf	%
		Calciumverzadiging = 100 * Ca-uitwisselbaar/CEC (pH 8,2)			221/169	CV8	%
		Calciumverzadiging = 100 * Ca-uitwisselbaar/CEC (pH veld)			6/2	CVv	%
		H/Ca: afgeleid van H en Ca uitwisselbaar bij pH 8,2			214/173	HCa	ratio
Standplaats – Zuurgraad							
pH water		292/232				pHw	
pH KCl		335/251	Ontbrekende waarden via regressieanalyse afgeleid uit pH water		358/265	pHk	
Standplaats – Aluminium en IJzer							
Al oxalaat		39/30				AlOx	mmol/kg
Fe oxalaat		27/26				FeOx	mmol/kg
			Al + Fe oxalaat		27/26	AlFeO	mmol/kg
			Al/Fe oxalaat		27/26	AlFeR	ratio
Fe HNO ₃		81/72					g/kg
Fe tot		87/41					g/kg
			Fe totaal = Fe HNO ₃ of Fe tot, indien beide bepaald zijn de grootste waarde		141/86	FeT	g/kg
Pyriet		12/8				Pyr	%
Humus							
Humus		332/243	Ontbrekende waarden afgeleid uit 2 * C elementair		341/252	Hum	%
C elementair		176/135	Ontbrekende waarden afgeleid uit Humus / 2		341/252	Cel	%
N totaal		236/186	C/N = C elementair/N totaal		235/186	CN	ratio
P ₂ O ₅ met oxidatie		231/196					mg P ₂ O ₅ /kg
P totaal		46/26					mg P ₂ O ₅ /kg
			P totaal = P ₂ O ₅ met oxidatie of P totaal		277/222	Ptot	mg P ₂ O ₅ /kg
P ₂ O ₅ zonder oxidatie		194/173					mg P ₂ O ₅ /kg
P oxalaat		37/36					mmol P/kg
			P anorganisch = P ₂ O ₅ zonder oxidatie of 71 * P oxalaat		231/209	Pan	mg P ₂ O ₅ /kg
			P organisch = P totaal – P anorganisch		208/186	Porg	mg P ₂ O ₅ /kg
			C/P organisch		208/186	CP	ratio
			Pan/Ptot		208/186	PaPt	ratio

Er zijn drie verschillende manieren toegepast om de calciumverzadiging te bepalen. In de meeste gevallen (N = 221) is Ca-uitwisselbaar bepaald bij pH 8,2, en vergeleken met de CEC bij pH 8,2 (CV8). Dit wordt ook wel de potentiële calciumverzadiging genoemd. Dit levert in een aantal gevallen een calciumverzadiging op die groter is dan 100%. Ook is niet altijd de CEC rechtstreeks bepaald. Indien ook H-uitwisselbaar bepaald is, hebben we een CEC waarde afgeleid van de som van H en de uitwisselbare kationen (Ca, K, Mg en Na). Daarmee hebben we de calciumverzadiging afgeleid (CVaf). Bij het bepalen van de standplaatskenmerken geven we de voorkeur aan deze waarde. Bij 4 locaties in De Koegelwieck zijn de CEC en de gehalten van de uitwisselbare kationen bepaald in een niet gebufferde oplossing om de actuele situatie in het veld zo goed mogelijk te beschrijven (CVv). Deze waarde is niet goed te vergelijken met de calciumverzadiging zoals die voor andere terreinen is bepaald. In tabellen en diagrammen zal steeds aangegeven worden welke bepaling gebruikt is. De bepalingen zijn niet door elkaar gebruikt voor de vergelijking van standplaatsen.

Bij alle monsters is de pH bepaald, gedeeltelijk in demi water en gedeeltelijk in een KCl oplossing. Vaak zijn ook beide bepalingen gedaan. De pH-KCl (pHk) is het vaakst bepaald (N = 335). Voor de 23 monsters waar geen pHk beschikbaar was hebben we die afgeleid door een regressievergelijking op te stellen met de monsters waarvan beide pH waarden gemeten zijn (N = 269). pHk kan als volgt voorspeld worden uit pHw:

$$\text{pHk} = 1,3073 * \text{pHw} - 2,3321 \quad (R^2 = 0,9556)$$

Hiermee is voor alle monsters pHk bekend.

Aluminium en ijzer spelen een rol in de bodem bij de buffering van zuur (Kemmers et al. 2000). Door de binding van fosfaat bepalen deze metalen ook mede de voedselrijkdom van de standplaats (Kemmers et al. 2001a). Bij een beperkt deel van de monsters (N = 27) is door middel van oxalaatextractie de hoeveelheid actief ijzer en aluminium bepaald die een rol kan spelen bij fosfaatfixatie. Bij een groter aantal (N = 141) is de totale hoeveelheid ijzer bepaald. Hiervoor zijn verschillende methoden gebruikt die informatie geven over de hoeveelheid ijzer die in relatief zwak gebonden vorm in de bodem, in het grondwater en aan het adsorptiecomplex aanwezig is (Giesen & Geurts 2000b).

In de meeste monsters is het organische stofgehalte (Hum; N = 332) of de hoeveelheid C-elementair (Cel; N = 176) bepaald. Voor die monsters waarbij één van beide waarden ontbrak hebben we deze afgeleid met de aanname dat organische stof voor ongeveer de helft uit koolstof bestaat. Daarmee is voor 341 monsters een waarde voor beide gehalten beschikbaar. C-elementair hebben we gebruikt om C/N (N = 235) en C/P (N = 208) verhoudingen te kunnen bepalen.

Voor het bepalen van fosfaatgehalten zijn verschillende methoden gebruikt. We hebben aangenomen dat de methoden waarbij door oxidatie met Fleischmannzuur of zwavelzuur alle fosfaatverbindingen afgebroken worden het totaalfosfaatgehalte in de bodem oplevert (Ptot; N = 277). Voor het bepalen van de hoeveelheid anorganisch P is gebruik gemaakt van extractie met ammoniumoxalaat (N = 37) of extractie met

zoutzuur zonder oxidatie (N = 194). De hoeveelheid organisch P (Porg; N = 208) hebben we afgeleid door Pan af te trekken van Ptot.

In aanhangsel 7 hebben we de analyseresultaten van de bodemonsters samengevat. Niet alle bepalingen zijn opgenomen. Alleen de voor de beschrijving van de humusvorm en standplaats relevante gegevens hebben we opgenomen. Voor een deel zijn dit afgeleide gegevens (zie tabel 2). Voor horizonten die meerdere keren bemonsterd zijn hebben we gemiddelde waarden bepaald per humusvorm, op het niveau van de subgroep. Voor het bepalen van de relatie humusvormen – standplaats en vegetatie gebruiken we wel de individuele waarden per locatie.

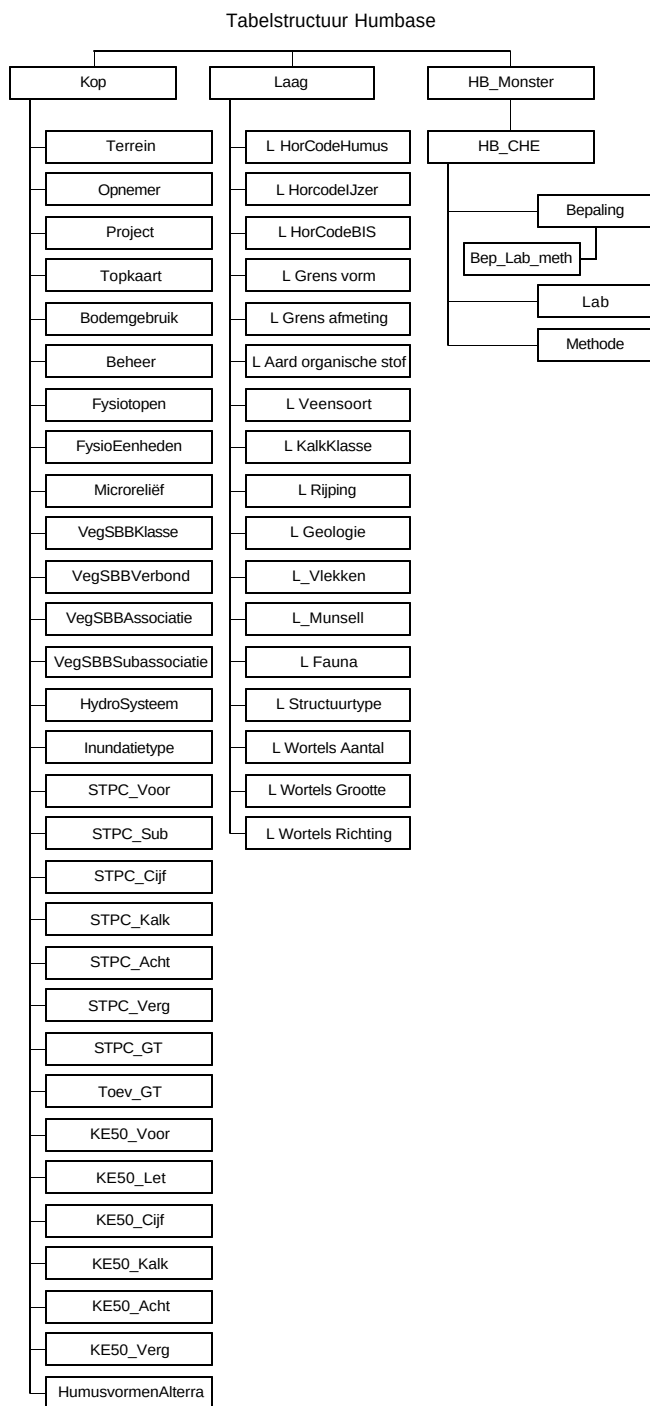
2.4 Vegetatieopnamen

Van vrijwel alle locaties is een vegetatieopname beschikbaar. Alleen van enkele locaties in cultuurgrasland met een intensief agrarisch beheer zijn geen vegetatieopnamen gemaakt. In aanhangsel 1 is aangegeven door welke instelling de vegetatieopnamen gemaakt zijn. Aan de hand van de soortensamenstelling van de vegetatieopnamen zijn de locaties op een zo laag mogelijk niveau ingedeeld volgens de bij Staatsbosbeheer gebruikte indeling (Beets et al. 2000). Dit is een hiërarchische vegetatietypologie die gebaseerd is op de typologie volgens ‘De Vegetatie van Nederland’ (Schaminée et al. 1995 – 1998).

In aanhangsel 8 is een overzicht opgenomen van de op de locaties voorkomende vegetatietypen. In de tekst wordt de Nederlandse naam *cursief* weergegeven, met tussen haakjes de (*code*).

2.5 Opslag in Humbase

Voor de gestructureerde opslag van de gegevens is in MS-Access een database opgezet waarin de gegevens over de locaties, de profielbeschrijvingen en de analyseresultaten opgeslagen zijn. De benodigde procedures zijn geschreven in de ingebouwde programmeertaal Visual Basic for Applications (VBA). Deze database hebben we “HumBase” genoemd. Deze database wordt steeds verder gevuld, naarmate in meer terreinen gegevens verzameld worden. De in dit rapport gebruikte gegevens vormen eigenlijk een momentopname van de tot december 2000 verzamelde gegevens. Inzichten die we hieruit verkregen hebben kunnen in de toekomst verder onderbouwd worden wanneer meer gegevens beschikbaar zijn. Dit zal met name van belang zijn voor fysiografische eenheden waarvan nu weinig of geen voorbeelden beschikbaar zijn. Een volledige beschrijving van deze database past niet in de context van dit rapport. Hieronder geven we een korte beschrijving van HumBase.



Figuur 3 Onderlinge relaties van de tabellen in HumBase.

2.5.1 Structuur

Voor de structuur hebben we zoveel mogelijk aangesloten bij het Bodemkundig InformatieSysteem (BIS; Bregt et al. 1987) dat door Alterra beheerd wordt voor de opslag van bodemkundige informatie. Het BIS voorzag tot voor kort nog niet in de opslag van humusprofielen, maar is daar in 2001 voor aangepast. Informatie uit Humbase kan nu geëxporteerd worden naar BIS. Hiermee wordt voorzien in de behoefte BIS uit te breiden met bodemkundige informatie uit natuurterreinen. Alleen de velden die aansluiten bij overige informatie in BIS worden hierbij geëxporteerd. Meer gedetailleerde informatie is alleen beschikbaar in Humbase, omdat hiervoor vaak informatie wordt opgenomen die specifiek is voor een project.

Om een eenvoudige overgang mogelijk te maken hebben we waar mogelijk de structuur van de tabellen voor HumBase identiek gemaakt aan die in BIS. Hiervoor hebben we, voor zover dezelfde informatie opgeslagen wordt, zoveel mogelijk dezelfde veldnamen en veldlengtes gebruikt. Om de invoer te vereenvoudigen en zoveel mogelijk te standaardiseren, hebben we veel gebruik gemaakt van gekoppelde tabellen waarin de toegestane waarden voor een veld zijn opgenomen (zoals het soort beheer). De toegestane waarden voor veel velden zijn opgenomen in aanhangsel 3. In figuur 3 hebben we alle tabellen met de onderlinge relaties schematisch weergegeven. De structuur van deze tabellen is opgenomen in aanhangsel 4.

2.5.2 Invoer

Invoer van gegevens in HumBase vindt plaats via invoerschermen. De ingevulde gegevens worden steeds gecontroleerd op geldigheid en volledigheid. Een deel van de informatie moet verplicht ingevuld worden, zodat geen records opgeslagen kunnen worden waarin essentiële informatie ontbreekt. Voor de velden die ingevuld moeten worden door een keuze te maken uit gegevens in gekoppelde tabellen, wordt gebruik gemaakt van keuzelijsten. Een voorbeeld van een dergelijk formulier hebben we opgenomen in figuur 4. Dit is het formulier waarmee gegevens over een laag worden ingevoerd. De geologische formatie waarin de laag is ontstaan wordt in dit voorbeeld geselecteerd uit een keuzelijst.

In december 2000 waren 361 profielen ingevoerd, waarvan 346 in korte vegetaties. Deze 346 profielen zijn gebruikt voor het opstellen van de in dit rapport gebruikte humusvormtypologie.

Invoer laaggegevens

IDCODE: 300 Alfacode: GD02

Laag-nr.: 3 Volgnummer: 1 Horizontcode: BE Horizontcode BIS: BE

Diepte (cm - mv.): Bovengrens: 6 Ondergrens: 10 Vorm: SM Afmeting: GR Mengverhouding: 3,0 Aard: 3 Veensoort: % lutum: % leem: 2 M50: 155

Kalkklasse: 1 Rijpingsklasse: pH-Merck: 3,5 Geologie: 450 Fauna: Structuurtype: SP Aantal: FE Grootte: VF Richting: RA

Aantal vlekken: Kleur: Hue: Value: Value:

LA HorCodeHum HOR HOR_0 Expr1 M

1	1AhM	0,0	1,0	SMAB	
2	1AE	1,0	6,0	SMDI	
3	1BE	6,0	10,0	SMGR	
4	1BC	10,0	30,0	SMGR	
5	1C1	30,0	100,0		

GEO_F Omschrijving

- 450 Landduinzand (Bijv. stuifzand)
- 451 Overige eolische en fluvioperiglaciale afzettingen (bijv. eolisch premorenaal zand)
- 510 Kelleem
- 520 Keizand
- 530 Smeltwaterafzetting
- 531 Smeltwaterafzetting; zand
- 532 Smeltwaterafzetting; (warven)klei

Figuur 4 Invoerscherm voor laaggegevens in HumBase. Veel kenmerken, zoals de geologische formatie, worden via een keuzelijst ingevoerd.

2.5.3 Uitvoer

Om de informatie uit HumBase te kunnen ontsluiten kan gebruik gemaakt worden van zogenaamde Query's en rapporten, waarbij specifieke informatie geselecteerd en in tabelvorm gepresenteerd wordt. Hierbij kan ook informatie uit gekoppelde tabellen opgevraagd worden. Informatie in dit rapport is meestal op basis van query's uit HumBase geselecteerd. Behalve query's of rapporten die voor een specifieke vraag zijn gemaakt, hebben we in HumBase ook een aantal rapporten ingebouwd, om voor een geselecteerde groep profielen, gestandaardiseerde uitvoer te genereren. Een voorbeeld hiervan zijn de profielbeschrijvingen die we in aanhangsel 6 hebben opgenomen.

Om een clustering uit te kunnen voeren met een aantal humusprofielen gebruiken we het programma TWINSPAN (zie 2.6.1). In HumBase hebben we een procedure ingebouwd die de invoer voor TWINSPAN voorbereidt via een formulier waar de instellingen voor TWINSPAN opgegeven kunnen worden. Hierdoor kan de uitvoer naar TWINSPAN en het draaien van TWINSPAN grotendeels geautomatiseerd worden.

Voor een visuele presentatie van de variatie in humusprofielen binnen een groep die tot dezelfde humusvorm gerekend worden hebben we een procedure geschreven die via een koppeling met MS-PowerPoint een schematische weergave tekent van groepen humusprofielen.

2.6 Gegevensverwerking

Bij het verwerken van de gegevens is gebruik gemaakt van een aantal statistische analyse methoden, die hier kort worden toegelicht. Voor meer achtergrondinformatie verwijzen we naar de aangehaalde literatuur.

2.6.1 Humusvormclassificatie

Bij het opstellen van de humusvormclassificatie (zie hoofdstuk 3 en aanhangsel 5) is gebruik gemaakt van het computerprogramma TWINSpan (Two Way Indicator SPecies ANalysis; Hill, 1979, Jongman et al. 1995). Hiermee is een clustering uitgevoerd van de profielen, op basis van het voorkomen en de dikte van horizonten tot 40 cm – mv. Het programma is bekend uit de vegetatiekunde, waar het wordt gebruikt als hulpmiddel bij het opstellen van vegetatietypologieën, maar het is ook te gebruiken voor andersoortige gegevens, waarbij groepen onderscheiden moeten worden op basis van onderlinge verschillen. Het programma deelt de dataset in een aantal iteratieve stappen in steeds kleinere clusters, tot een vooraf ingesteld niveau. Hiermee ontstaat een hiërarchische set van clusters (vegetatietypen of, in dit geval humusvormen).

Omdat de betekenis van verschillende horizonten kan verschillen voor terrestrische en semiterrestrische standplaatsen, hebben we de clustering apart uitgevoerd voor deze groepen. Daarvoor hebben we twee aparte selecties gemaakt in HumBase. De semiterrestrische standplaatsen bestaan uit veengronden en moerige gronden en uit minerale gronden met gley binnen 25 cm, of een GHG 0 - 25 cm – mv. of een GLG < 60 cm – mv. Terrestrische standplaatsen hebben geen O horizonten, behalve soms een OM van enkele cm. De grondwaterstanden zijn in het algemeen zo diep dat er geen langdurige verzadiging optreedt.

In HumBase zijn de horizonten tot 40 cm – mv. geselecteerd. Voor horizonten die binnen 40 cm – mv. beginnen en doorlopen tot grotere diepte is alleen het deel tot 40 cm – mv. meegeteld, omdat diepere lagen niet gebruikt worden voor het beoordelen van de humusvorm. De horizonten zijn gecodeerd volgens tabel 1, met een toevoeging voor de kenmerken die informatie geven over het grondwaterstandsverloop, zoals gley verschijnselen. Bij O-horizonten is ook de veensoort (zie aanhangsel 3) opgenomen in de code. Voor horizonten die op grond van deze indeling eenzelfde code krijgen zijn de diktes opgeteld. Op basis van deze selectie is een uitvoerbestand gemaakt in “Cornell Condensed Format” (Hill 1979). Hiermee is TWINSpan gedraaid

TWINSpan rekent met de presentie van soorten (horizonten). Om verschillen in bedekking van soorten in de analyse te kunnen betrekken wordt gebruik gemaakt van pseudo-species. Analooq aan de zgn. pseudo-species die bij het verwerken van vegetatieopnamen gebruikt worden voor verwerken van bedekkingswaarden van soorten, is hier de dikte van horizonten als pseudo-horizont ingevoerd. In TWINSpan hebben we ‘cut levels’ ingevoerd voor de begrenzing van de pseudo-

horizonten. Deze 'cut levels' zijn gebaseerd op wat praktisch in het veld onderscheiden kan worden en op wat in bestaande systemen gebruikelijk is (Green et al. 1993, Kemmers en De Waal 1999). Deze dikteklassen zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 Dikteklassen voor 'pseudo-horizonten' in de clustering van humusvormen.

Pseudo-horizont	dikte (cm)
1	0 - 0,5
2	0,5 - 2
3	2 - 5
4	5 - 10
5	10 - 20
6	> 20

De door TWINSPAN gegenereerde tabellen hebben we geïmporteerd in MS-Excel, waar we ze verder bewerkt hebben. We hebben de tabellen voor terrestrische en semiterrestrische standplaatsen geïntegreerd en vervolgens de indeling van de clusters aangepast om een praktisch hanteerbare classificatie te krijgen. In de volgende gevallen hebben we de indeling veranderd:

- Clusters die veel op elkaar lijken hebben we samengevoegd, zeker als er maar enkele profielen in voorkomen.
- Sommige grotere clusters hebben we juist weer opgedeeld om dat binnen zo'n groot cluster soms groepen humusprofielen voorkomen die voldoende van elkaar verschillen om splitsing te rechtvaardigen.
- Enkele profielen hebben we uiteindelijk bij andere clusters ingedeeld, omdat ze daar beter in lijken te passen.
- TWINSPAN vergelijkt horizonten naar dikte door pseudo-horizonten als aparte horizonten te beschouwen. Omdat we de indeling deels baseren op dominantie van horizonten gaat dat niet altijd goed. In een moerig profiel, met 30 cm veen is een horizont van 15 cm dominant, terwijl dat niet het geval is wanneer het profiel voor minstens 40 cm uit veen bestaat.

Op basis van de hergegroepeerde clusters hebben we een classificatie voor humusvormen opgesteld. Hierbij hebben we zoveel mogelijk aangesloten bij de bestaande classificatie voor bossen (Kemmerts en De Waal 1999). De gecombineerde classificatie voor humusvormen in bos en korte vegetaties wordt gepubliceerd in Kemmerts et al. 2001b. De humusvormclassificatie voor korte vegetaties hebben we opgenomen in aanhangsel 5. De humusvormen zijn ingedeeld tot op het niveau van subgroepen. In een aantal gevallen zijn op een lager niveau nog fasen onderscheiden om voorkomende verschillen binnen subgroepen tot uiting te kunnen brengen.

2.6.2 Gebruik van multivariate analysemethoden voor standplaats-onderzoek

Een goede beschrijving van multivariate analysetechnieken wordt gegeven in Ter Braak (1987; 1994, Ter Braak & Smilauer 1998) en Jongman et al. (1995). Hier beperken we ons tot een zeer summiere beschrijving van de canonische

discriminantanalyse (CVA). Deze analyse is uitgevoerd met het computerprogramma CANOCO (CANONical Community Ordination, Ter Braak & Smilauer 1998). Bij een multivariate regressietechniek wordt in één analyse de respons van meerdere responsvariabelen (meestal plantensoorten, hier humusvormen) op meerdere verklarende variabelen (standplaatsfactoren) onderzocht. Hierbij wordt een unimodale verdeling van de respons verondersteld. Een humusvorm heeft dan voor elke standplaatsfactor een optimum (u) en een tolerantie (t) (Jongman et al. 1995, Ter Braak 1987, Ter Braak & Smilauer 1998). Via een ordinatie worden de profielen en humusvormen zodanig geordend langs een as, dat het verschil in profieleigenschappen langs de as maximaal is. In een volgende stap in de analyse wordt, gegeven de ordinatie langs de eerste as, de overgebleven variatie optimaal weergegeven door een ordinatie langs een volgende as. Dit proces kan een aantal malen herhaald worden, zodat de ordinatie langs meerdere opeenvolgende assen onderzocht kan worden. Doorgaans worden 4 assen geanalyseerd. De eerste as geeft de grootste variatie weer. De variatie per as neemt af met opeenvolgende assen. Als maat voor de dispersie langs de assen wordt de eigenwaarde (λ) per as gegeven. Deze heeft een waarde tussen 0 en 1. Hoe groter de eigenwaarde van een as, des te groter is de dispersie langs die as, dus des te beter wordt de variatie langs die as verklaard door de as. In een niet canonische ordinatie worden de assen geheel bepaald door de variatie in profielkenmerken. De respons op standplaatsfactoren kan onderzocht worden door de variatie langs assen in verband te brengen met deze standplaatsfactoren. Bij een canonische analyse wordt dit gedaan door als voorwaarde op te nemen dat de assen een lineaire combinatie zijn van de standplaatsfactoren.

Bij een canonische discriminantanalyse (Canonical Variate Analysis, CVA) wordt de respons van de humusvormen op standplaatsfactoren onderzocht. Hierdoor krijgen we een lineaire discriminantanalyse waarmee bepaald wordt welke lineaire combinatie van standplaatsfactoren de verschillen tussen de humusvormen het beste beschrijft (Ter Braak & Smilauer 1998). Deze techniek is toegepast om de relatie tussen humusvormen en standplaatsfactoren te onderzoeken (hoofdstuk 4).

Voorwaartse selectie van variabelen

Bij de analyse is door middel van voorwaartse selectie van variabelen (Ter Braak en Verdonschot 1995, Ter Braak & Smilauer 1998) de relatieve invloed van de verschillende standplaatsfactoren onderzocht. Hierbij wordt uitgegaan van een model op basis van één standplaatsfactor met de hoogste significantie. Hiertoe wordt voor elk van de standplaatsfactoren de eigenwaarde (λ) van de eerste as bepaald voor een model met alléén die standplaatsfactor. Het model met de hoogste eigenwaarde wordt geselecteerd. Vervolgens worden stapsgewijs standplaatsfactoren toegevoegd waarbij voor elke toevoeging nagegaan wordt voor welke standplaatsfactor de eigenwaarde van de eerste as in het model met de eerder geselecteerde standplaatsfactor het grootst is. Tevens wordt nagegaan of de toevoeging van de extra standplaatsfactor een significante verbetering van de verklaarde variantie geeft. Dit wordt gedaan door de som van de eigenwaarden ($S\lambda$) van alle standplaatsfactoren in het model met- en zonder de extra standplaatsfactor te vergelijken. Zolang het verschil groter is dan 5% ($P < 0,05$) wordt de verandering significant

genoemd. Standplaatsfactoren die een kleinere verandering ($P > 0,05$) geven worden niet meer opgenomen.

Statistische kengetallen

Om de analyses te kunnen beoordelen op hun statistische waarde is een aantal statistische kengetallen bepaald. Een korte toelichting op deze kengetallen volgt hieronder.

Eigenwaarde 1

De eigenwaarde is een maat voor de dispersie van de humusvormen langs een as. Het is te beschouwen als het deel van de variantie dat door de as verklaard wordt. De eigenwaarden hebben waarden tussen 0 en 1. Hoe groter λ , hoe belangrijker de as.

$\Sigma \lambda$ Total inertia

Dit kengetal staat gelijk aan de som van alle eigenwaarden voor de opeenvolgende assen en geeft de totale variantie in de dataset weer.

Σl canonisch

De som van de canonische eigenwaarden geeft de variantie die door de standplaatsfactoren verklaard wordt.

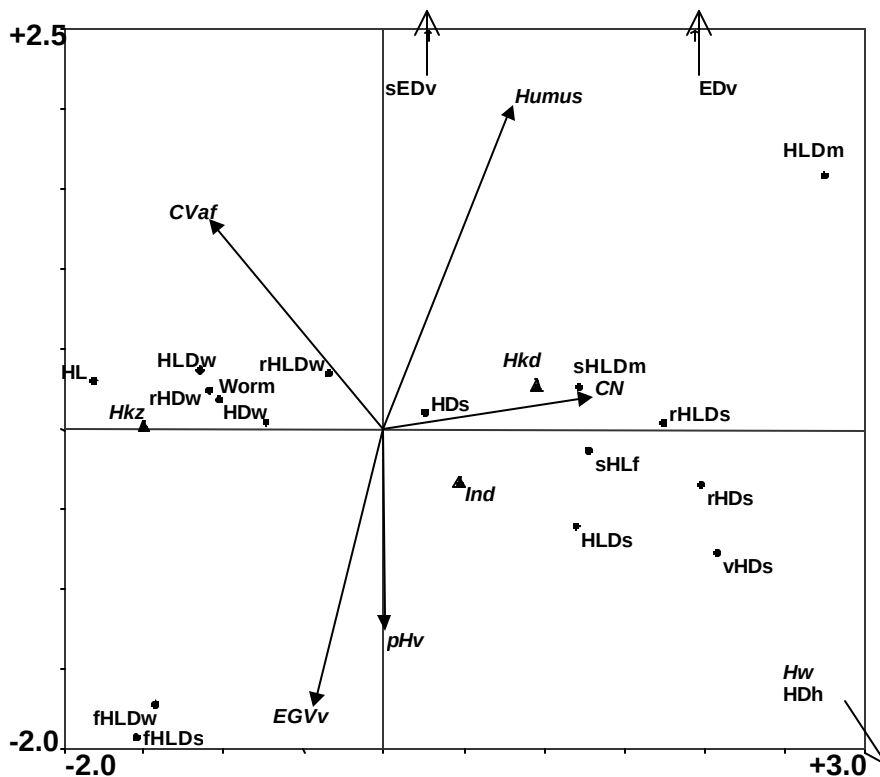
R^2 canonisch

Dit is het percentage verklaarde variantie, ofwel het percentage van de totale variantie dat verklaard kan worden door de canonische variabelen. Dit percentage volgt uit vergelijking 1:

$$R^2 \text{ canonisch} = \frac{\Sigma l \text{ canonisch}}{\Sigma l \text{ total inertia}} * 100 \% \quad 1$$

Monte Carlo permutatietest

Met de Monte Carlo permutatietest wordt onderzocht of de assen de variatie in de profielkenmerken of humusvormen enigszins verklaren en niet op pure ruis gebaseerd zijn. Hiertoe worden de waarden van de standplaatsfactoren willekeurig verwisseld over alle profielen, waarna de eigenwaarde van de 1ste as en de som van alle eigenwaarden opnieuw berekend worden. Dit is 199 keer herhaald. Door vergelijking van de oorspronkelijke eigenwaarde met de willekeurige eigenwaarden wordt de significantie van deze eigenwaarde onderzocht. Als deze groter is dan 95% van de willekeurige eigenwaarden (dwz $P < 0,05$) zijn de humusvormen significant gerelateerd aan de standplaatsfactoren. Tevens is een F-toets uitgevoerd, waarbij de eigenwaarden vergeleken zijn met de restvariantie (Ter Braak & Smilauer 1998). Als de F-waarde groter is dan een kritieke waarde is het model significant en wordt de variatie in profielkenmerken of humusvormen (deels) verklaard door de standplaatsfactoren. Deze kritieke waarde hangt af van het aantal vrijheidsgraden (Oude Voshaar, 1994).



Figuur 5 Ordinatiediagram van kwelgevoede zandgronden met een minerale bovengrond.

De resultaten van een CCA of CVA kunnen weergegeven worden in een ordinatiediagram zoals figuur 5. De humusvormen worden weergegeven door punten (•). De continue standplaatsfactoren worden door middel van een pijl (vector) weergegeven, nominale standplaatsfactoren (bijv. beheer) door een driehoek (▲) voor elke opgenomen waarde. De codes voor standplaatsfactoren zijn *cursief* weergegeven. De codes voor humusvormen normaal. Humusvormen (bijvoorbeeld HDh) en waarden van nominale standplaatsfactoren (zoals Hw), die buiten het bereik van het ordinatiediagram vallen worden met een pijl met een open punt aangeduid. De lengte en de richting van de pijl zijn een maat voor de correlatie van de variabele met de assen en elkaar. De correlatie tussen variabelen en assen (of tussen variabelen onderling) is groter naarmate de lengte van de pijlen groter is en de hoek tussen een pijl en een as of tussen twee pijlen kleiner is. Er is geen correlatie als de hoek tussen een pijl en een as of tussen twee pijlen 90° is.

Uit figuur 5 blijkt dat de 1^e as een gradiënt beschrijft van zoete kwelgebieden (*Hkz*) naar gedraineerde kwelgebieden (*Hkd*). Langs deze gradiënt neemt de C/N-verhouding toe (*CN*). Calciumvezadiging (*CVaf*) neemt af langs de gradiënt, maar is ook gecorreleerd aan de 2^e as. De humusvormen *HL* (*hydromull*), *HLDw* (*wormhydromullmoder*) en *HDw* (*wormhydromoder*) komen voor bij zoete kwel, evenals de beide *rauwe fasen* (*r..*) van deze humusvormen die gekenmerkt worden door een dun veenmoslaagje. Ook regenwormen lijken de voorkeur te geven aan dit type standplaats. Aan de kant van de gedraineerde kwelgronden komen *schrle fasen* (*s..*) van deze humusvormen voor en *HLDs* (*schrhaalhydromullmoder*) en *HDs* (*schrhaalhydromoder*). Deze humusvormen worden gekenmerkt door wortelmatten, eventueel in combinatie met veenmos. Langs de 2^e as

neemt het humusgehalte toe bij de *HLDm* (*moerhydromullmoder*) en *EDv* (*vaageerdmoder*) en de *schrale fase* (s...) van *EDv*. De pH en EGV van het grondwater zijn hoog bij de *fluviatiele fase* (f..) van *HLDs* (*schraalhydromullmoder*) en *HLDw* (*wormhydromullmoder*).

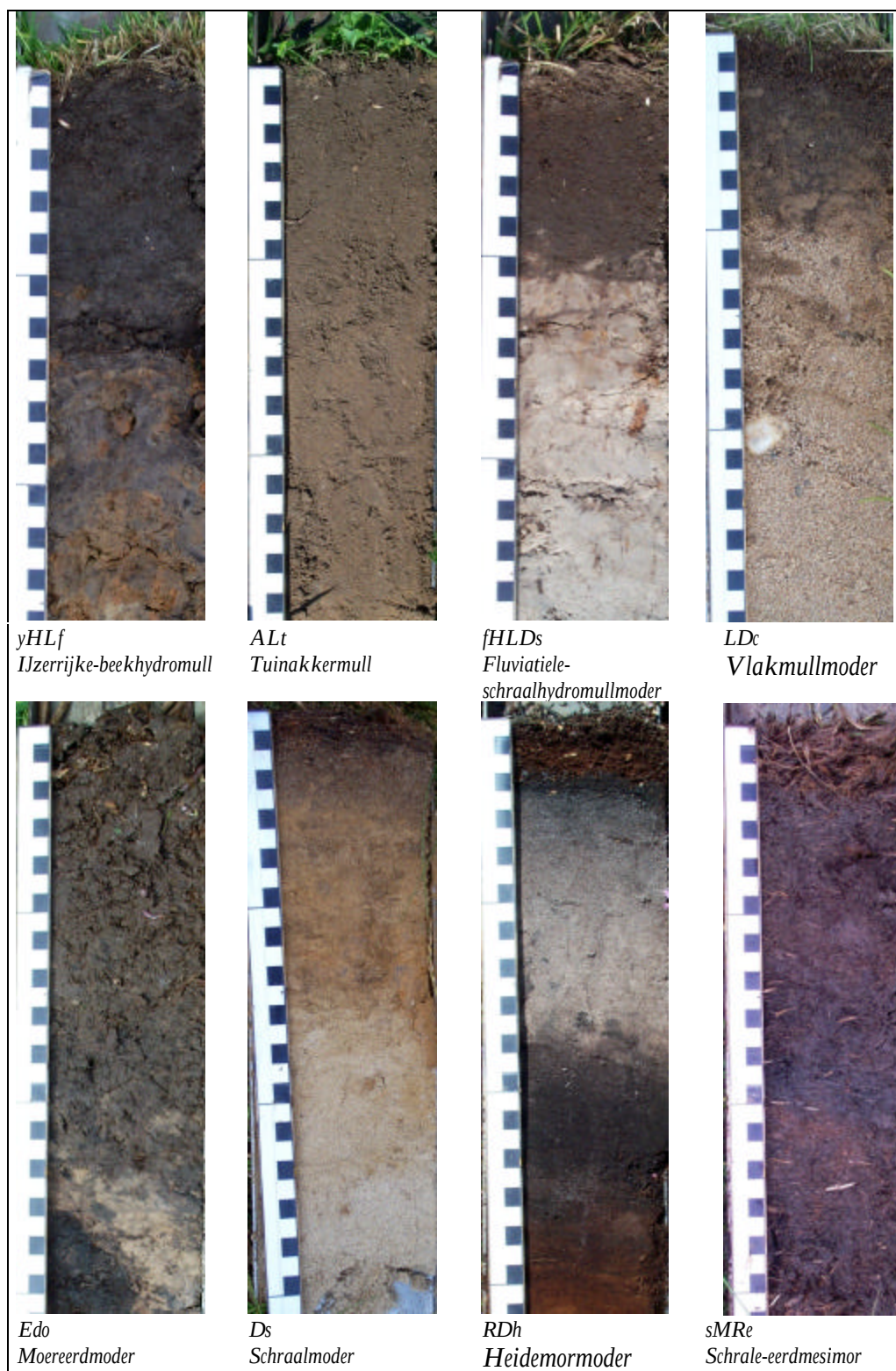
Op deze wijze kan in de ordinatiediagrammen de respons van humusvormen op standplaatsfactoren afgelezen worden. Dit geeft de relatieve positie ten opzichte van elkaar en de standplaatsfactoren weer.

3 Humusvormen

3.1 Resultaten clustering

Op basis van de 346 profielbeschrijvingen hebben we een humusvormclassificatie opgesteld (zie 2.6.1). De indeling hebben we opgenomen in aanhangsel 5. Het is een hiërarchische indeling, waarbij clusters op een bepaald niveau kunnen worden onderverdeeld op een lager niveau. Het niveau waarop groepen humusprofielen beoordeeld moeten worden zal afhangen van de vraag die beantwoord moet worden en de hoeveelheid beschikbare profielen. We hebben getracht een indeling te maken die de meeste voorkomende humusvormen beschrijft. Het is echter niet de bedoeling dat deze indeling als onveranderbaar beschouwd wordt. Met name binnen fysiografische eenheden die in de huidige dataset ondervertegenwoordigd zijn (bijvoorbeeld de Löss en Mergelgronden) kan het zijn dat er later nieuwe humusvormen onderscheiden moeten worden.

In de huidige indeling zijn de humusvormen op het hoogste niveau verdeeld over 5 ordes (*mull*, *mullmoder*, *moder*, *mormoder* en *mor*). Op dit niveau is de mate waarin organische stof is veraard of geaccumuleerd doorslaggevend voor de indeling. Op grond van de hydrologische positie zijn de ordes onderverdeeld in 9 semiterrestrische en terrestrische subordes. Voorbeelden van humusvormen van deze verschillende subordes worden gegeven in figuur 6. De verdeling in groepen (N = 15) en subgroepen (N = 59) vindt plaats op grond van diverse kenmerken die kunnen verschillen per suborde. Het betreft kenmerken als leem- of kalkgehalte van de bovengrond, mate van veraarding en veensoort van dominante moerige horizonten of het voorkomen van wortelmatten. In voorkomende gevallen hebben we de subgroepen nog onderverdeeld in fasen, om uiting te kunnen geven aan specifieke kenmerken die anders weg zouden vallen. Een voorbeeld hiervan zijn ijzerrijke lagen in de bovengrond (fase y...). Uit onderzoek naar de relatie tussen productiviteit van korte vegetaties en de voedselrijkdom van de standplaats blijkt dat de fosfaatbeschikbaarheid in belangrijke mate beïnvloed wordt door het ijzergehalte van de bovengrond (Kemmers et al. 2001a). Op het laagste niveau hebben we 94 humusvormen onderscheiden, waarvan er 73 voorkomen in de gebruikte dataset. De overige 21 zijn humusvormen die we (nog) niet hebben aangetroffen, maar die wel onderscheiden zijn om het systeem zo volledig mogelijk te maken. In toekomstig onderzoek zal getracht worden ook voor deze humusvormen informatie te verzamelen. Deze humusvormen hebben we in aanhangsel 5 *cursief* weergegeven. In aanhangsel 6 hebben we voor een aantal humusvormen een voorbeeld van een profielbeschrijving opgenomen. De humusvormen waarvoor een voorbeeld is opgenomen hebben we in aanhangsel 5 **vet** weergegeven.



Figuur 6 Voorbeelden van enkele humusprofielen per suborde.

Tabel 5 Indeling humusvormen tot het groep niveau.

Orde	Suborde	Groep	Code	Omschrijving
Mull	Semiterrestrisch	Hydromull	HL	alle semiterrestrische mulls
	Terrestrisch	Vaagmull	VL	A < 2 cm of vage AC > 2 cm
		Krijtmull	LK	kalk- en leemrijk
		Zandmull	ZL	Ah of AC > 2cm en leem < 20 %
		Wormmull	WL	Ah of AC > 2cm en leem > 20 %
		Akkermull	AL	A(a)p; Ah + M < 2cm
Mullmoder	Semiterrestrisch	Hydromullmoder	HLD	alle semiterrestrische mullmoders
	Terrestrisch	Mullmoder	LD	alle terrestrische mullmoders
Moders	Semiterrestrisch	Eerdmoder	ED	semiterrestrische moders met dominante O
		Hydromoder	HD	semiterrestrische moders met dominante M of AMh op een mineraal profiel
	Terrestrisch	Moders	D	alle terrestrische moders
Mormoder	Terrestrisch	Mormoder	RD	alle terrestrische mormoders
Mor	Semiterrestrisch	Veenmosmor	VR	semiterrestrische mor in oligotroof veen
		Mesimor	MR	semiterrestrische mor in mesotroof of eutroof veen
	Terrestrisch	Heidemor	R	terrestrische mor

In tabellen en figuren gebruiken we een codering voor de humusvormen die opgebouwd is volgens de hiërarchische indeling van de humusvormen. In tabel 5 is de indeling van de humusvormen tot het groep niveau opgenomen. In de code zit steeds één hoofdletter voor de orden mull, moder en mor (L, D of R) of twee hoofdletters voor de overgangsorten mullmoder en mormoder (LD of RD). De suborde (terrestrisch of semiterrestrisch) wordt niet in de code opgenomen. Op groep niveau wordt in de meeste gevallen nog een hoofdletter vóór de code geplaatst, om groepen binnen een orde te onderscheiden. Subgroepen worden onderscheiden door een kleine letter achter de code (zie aanhangsel 5). Waar fasen onderscheiden worden, wordt een kleine letter vóór de code geplaatst. In de tekst worden de namen van humusvormen *cursief* weergegeven en de codes (*tussen haakjes*).

Volgens deze indeling is de code voor de *fluviatiele schraalhydromoder* (*fHLDs*) (zie figuur 6) als volgt opgebouwd:

LD = *mullmoder* (M, AMh of O > 2 cm en < A)

HLD = *hydromullmoder* (semiterrestrisch)

HLDs = *schraalhydromullmoder* (M > 2 cm)

fHLDs = *fluviatiele schraalhydromullmoder* (gelaagdheid onder invloed van overstromend zoet water)

In aanhangsel 7 hebben we een samenvatting van de analyseresultaten opgenomen. Hierin zijn alleen de (afgeleide) gegevens opgenomen die we van belang achten om de humusvorm en de standplaats te typeren (zie 2.3). We maken hierbij onderscheid naar eigenschappen die specifiek betrekking hebben op de organische stof of op aspecten van de standplaats, omdat dit verschillende onderdelen van het ecosysteem betreft (zie 1.2.2). Bij de beschrijving van de basenstatus zijn 3 verschillende manieren gebruikt om de calciumverzadiging te kwantificeren. Wij geven de voorkeur aan de bepaling waarbij de CEC afgeleid wordt uit de som van de H-bezetting en de

uitwisselbare kationen (CVaf), maar dit is niet altijd beschikbaar. Daarom zijn ook de andere bepalingswijzen opgenomen. De gegevens zijn per horizont samengevat als gemiddelde waarden per subgroep en gegroepeerd per suborde, omdat dit het niveau is waarop in de volgende paragrafen de humusvormen besproken worden. Voor elke bepaling is de gemiddelde waarde opgenomen, met erachter tussen haakjes het aantal monsters waarop dit gemiddelde is gebaseerd. Deze aantallen kunnen sterk uiteenlopen.

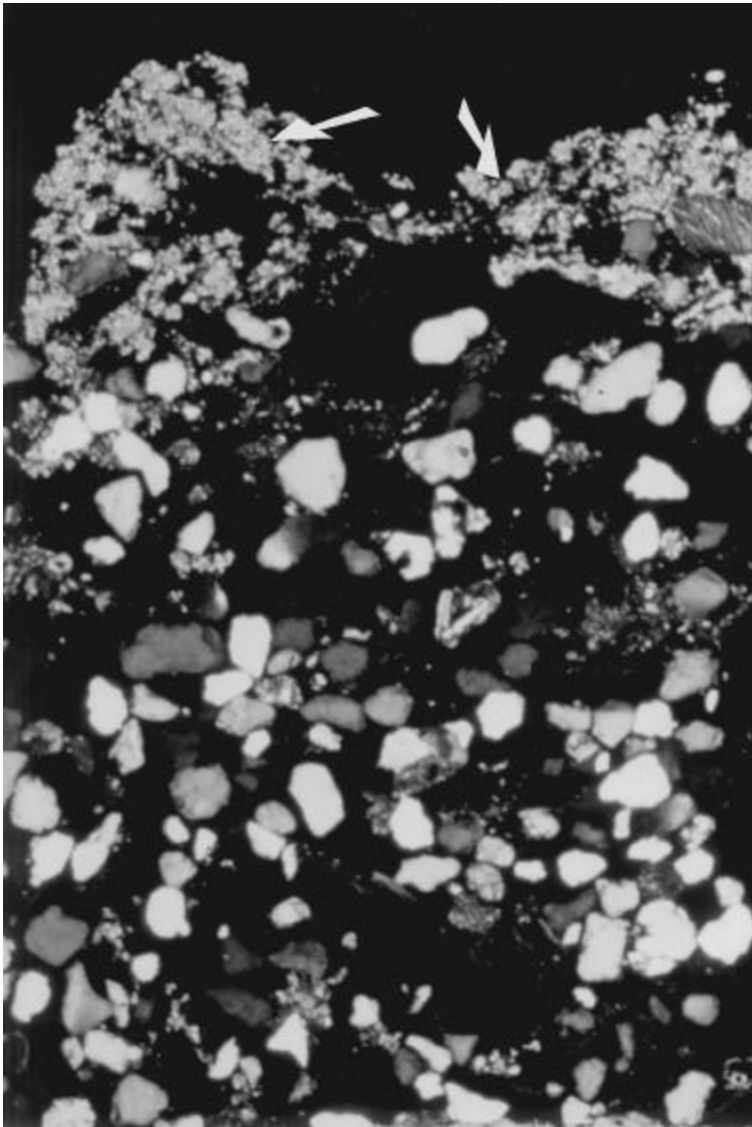
3.2 Mulls

De *mulls* komen alleen voor op minerale bodems. Organische stof is steeds vrijwel volledig opgenomen in endorganische horizonten. Accumulatie van organische stof in F-, H-, M-, AMh- of OM-horizonten is zeer beperkt. deze horizonten zijn nooit dikker dan 2 cm.

3.2.1 Semiterrestrische Mulls

Binnen de *semiterrestrische mulls* komen alleen *hydromulls* (HL.) voor. Op grond van kalk- en leemgehalte of het voorkomen van een (micro)podzol zijn deze verder onderverdeeld in 6 subgroepen. De meeste *semiterrestrische mulls* komen voor op kwelgevoede zandgronden of kalkrijke zandgronden, waarbij de biologische activiteit hoog genoeg is om organische stof snel af te breken en in het endorganische deel van het profiel op te nemen. Bij een deel van deze profielen is de afwezigheid van een wortelmat echter (mede) het gevolg van afplaggen. Hierbij kan ook de Ah ontbreken (fase v..., 'vage'). De meeste locaties worden gemaaid. De vegetatietypen die hier bij voor komen behoren voornamelijk tot het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* (16A). Ook typen van het *Dotterbloem-verbond* (16B) en het *Knopbiesverbond* (09C) komen voor.

De relatief hoge CN en CP voor de *zandhydromull* (HLz) duiden op een voedselarme standplaats. De overige hydromulls komen voor op rijkere standplaatsen. Afgezien van de *Heidehydromull* (HLh) lijkt de calciumverzadiging in de bovengrond voldoende om zuurinput te bufferen. Dit komt ook tot uiting in de pH waarden die in het algemeen boven 5 (pHw) of 4 pHk liggen. *Beekhydromulls* (HLf, zie aanhangsel 6) en *heidehydromulls* hebben lagere pH waarden. Hoge pH waarden worden gevonden bij de *hydromulls* in kalkrijk zand, de *vlakhydromull* (HLc) en de *duinhydromull* (HLd). Hier komen ook hoge kalkgehaltes voor. Dit kan primaire kalk zijn in de vorm van schelpresten of secundair neergeslagen kalk uit kalkrijk kwelwater (Sival et al. 1998). Bij sommige afgeplagde profielen is dit duidelijk zichtbaar als een kalkkorst die op het zand wordt gevormd. Dit hebben we waargenomen bij sommige *vage-vlakhydromulls* (vHLc, zie figuur 7 en aanhangsel 6).



Figuur 7 Korst van secundaire kalkafzetting in vage-vlakhydromull (afmeting, 2,6 x 3,6 mm).

3.2.2 Terrestrische Mulls

De *terrestrische mulls* hebben we op basis van kalk- en leemgehalte, het vrijwel ontbreken van een A-horizont of het ontbreken van wortelmatten als gevolg van grondbewerking onderverdeeld in 5 groepen en 18 subgroepen. Ze komen voor binnen wegzijgingsgebieden of gedraineerde kwelgebieden binnen de regenwater-gevoede zandgronden, buitendijkse riviergronden, kwelgevoede zandgronden en kleigronden. Het merendeel van de locaties met *terrestrische mulls* wordt begraasd, zowel intensief (N = 7) als extensief (N = 10), terwijl 12 locaties worden gemaaid. De vegetatietypen die hierbij voorkomen behoren onder invloed van begrazing tot het *Varkensgras-verbond* (12A) en het *Zilver schoon-verbond* (12B), maar ook tot het *Glanshaver-verbond* (16C) en de *Kweekdravik-associatie* (31D2) op buitendijkse riviergronden.

Bij de *vaagmulls* (VL) is de A dunner dan 2 cm. Bij de *zandvaagmull* (VLz), *beekvaagmull* (VLf) en *vlakvaagmull* (VLc) houdt dit verband met de leeftijd van het profiel, omdat dit opgestoven of afgegraven profielen betreft. Bij de *heidevaagmull* (VLh, zie *aanhangsel 6*) ontbreekt een Ah-horizont omdat direct bovenin het profiel een uitspoelingslaag (AE) begint. Bij de *zandmulls* (ZL) en de *wormmulls* (L), zie *aanhangsel 6*) is wel een Ah gevormd door homogenisatie van organische stof, vaak door activiteit van regenwormen (zie ook 3.7). Het ontbreken van wortelmatten bij *akkeromulls* (AL) kan niet éénduidig toegeschreven worden aan activiteit van bodemfauna. Hier is sprake van bodembewerking, hetgeen tot uiting komt in Aa of Ap horizonten. Het kan dus ook zijn dat wortelmatten door bodembewerking verdwenen zijn. Vaak komt bovenin het profiel wel weer een 'normale' Ah-horizont voor, hetgeen ook wijst op bioturbatie. Bij *schrake-enkakeromulls* (sALe), is wel een begin van een wortelmat aanwezig (< 2 cm), hetgeen wijst op verminderde activiteit van bodemfauna.

De *terrestrische mulls* hebben allemaal lage CN en CP verhoudingen, hetgeen wijst op een vergaande mineralisatie van de organische stof. De calciumverzadiging loopt sterk uiteen, van 6,5% voor de *beekvaagmull* en 11,8 voor de *zure zandmull* (ZLz) tot 78,5% voor de *kalkwormmull* (WLk, zie *aanhangsel 6*) en 78,8 voor de *Tuinakkeromull* (ALt). De overige profielen hebben tussenliggende waarden, waardoor de zuurgraad gebufferd wordt op waarden tussen pH_k = 3,5 voor de *zandvaagmull* en pH_k = 8 voor de *vlakvaagmull*.

3.3 Mullmoders

Ook de *mullmoders* komen vrijwel alleen voor op minerale bodems. Ze kunnen ook voorkomen op veenbodems met een klei- of zanddek van meer dan 20 cm dikte. De organische stof is in mindere mate opgenomen in endorganische horizonten dan bij de *mulls* het geval is. Door accumulatie van organische stof zijn F-, H-, M-, AMh-, OM- of O-horizonten ontstaan die dikker zijn dan 2 cm, maar de onderliggende A-horizonten zijn altijd dikker dan deze horizonten.

3.3.1 Semiterrestrische Mullmoders

Alle *semiterrestrische mullmoders* zijn *hydromullmoders* (HLD). Op grond van het soort organische horizont of het voorkomen van een (micro)podzol in het onderliggende profiel hebben we de *hydromullmoders* onderverdeeld in 4 subgroepen. Ze komen voornamelijk voor in, deels gedraineerde kwelgevoede zandgronden. Dit geldt vooral voor *schraalhydromullmoders* (HLDs, zie *aanhangsel 6*) en *moerhydromullmoders* (HLDm). *Schraalhydromullmoders* hebben een M-horizont die dikker is dan 2 cm. Dit is vaak (17 van 26 profielen) gekoppeld aan periodieke inundaties, van 1 tot 4 maanden meestal met regenwater. Bij de *moerhydromullmoders* komt een dunne moerige laag voor bovenin het profiel (O of OA), die meestal bestaat uit veenmosveen dat in de zure bovengrond is gaan groeien. Dit houdt vaak verband met stagnatie van regenwater.

Wormhydromullmoders (HLDw, zie aanhangsel 6) kunnen beschouwd worden als een overgangsvorm naar een *hydromull (HL)*. De AMh-horizont is dikker dan 2 cm, maar is dunner dan de Ah-horizont. In 60% van de profielen van deze subgroep hebben we regenwormen aangetroffen. Regenwormen blijken een grote invloed te hebben op de afbraak en homogenisatie van organische stof in het profiel. Op plaatsen waar regenwormen door veranderde standplaatsfactoren verdwijnen, blijkt accumulatie van dode wortels plaats te vinden (zie 3.7). *Wormhydromullmoders* komen voornamelijk voor in niet gedraineerde kwelgevoede zandgronden, in tegenstelling tot de *schraalhydromullmoders* en de *moerhydromullmoders*.

Een aantal profielen heeft een kleidek, een kleiige bovengrond, of bestaat geheel uit klei. Deze hebben we onderscheiden als de fluviatiele fasen (f..). Dit is geval bij 15 *schraalhydromullmoders (fHLDs, zie aanhangsel 6)* en bij 7 *wormhydromullmoders (fHLDw)*. Een deel van deze profielen zijn voor de bodemclassificatie koopveengronden (hVs). Omdat de bovenste 40 cm echter uit klei bestaan worden ze bij de *hydromullmoders* gerekend, dit in tegenstelling tot andere veengronden die bij de *semiterrestrische moders* of *mors* gerekend worden.

Vrijwel alle *hydromullmoders* worden gemaaid. Bij de *schraalhydromullmoders* en de *moerhydromullmoders* komen vooral veel vegetaties voor van de *Klasse der Kleine Zeggen (09)* en vegetaties uit de *Riet-klasse (08)*. Bij de *wormhydromullmoders* is vooral het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje (16A)* goed vertegenwoordigd.

De CN verhouding voor alle *hydromullmoders* is laag, ook in de organische horizonten. De beschikbaarheid van fosfaat is bij de *wormhydromullmoders* hoger dan bij de andere humusvormen uit deze groep. De CP verhouding in de Ah-horizont is ongeveer een factor 10 kleiner dan in de *schraalhydromullmoders* en de *moerhydromullmoders*. Voor de AMh-horizont geldt dit verschil niet. Dit houdt ook verband met het feit dat in een AMh-horizont meer onverteerde organische stof zit, die dus een hogere CP-verhouding heeft. Hoewel de verschillen voor de CN kleiner zijn, is hier eenzelfde tendens te zien. Ook voor de calciumverzadiging en de pH vinden we bij de *wormhydromullmoders* de hoogste waarden.

3.3.2 Terrestrische Mullmoders

De *terrestrische mullmoders (LD)* hebben we op grond van de aard van de onderliggende minerale bodem onderverdeeld in 4 subgroepen. Ze komen voor op zand in buitendijkse riviergronden (rivierduinen) en regenwatergevoede zandgronden. Ze worden gemaaid of extensief begraasd. In de dataset zijn drie subgroepen vertegenwoordigd die sterk verschillen in standplaatseigenschappen. De *vlakmullmoders (LDc, zie aanhangsel 6)* komen voor op kalkrijke rivierzanden, de *akkermoders (LDa)* zijn ontwikkeld in kalkloze zandgronden met een bewerkte bovengrond. *Heidemullmoders (LDh)* zijn gebonden aan (moer)podzolgronden. Deze verschillen komen ook tot uiting in de vegetatie. Op de *vlakmullmoders* komen kalkminnende vegetaties voor van de *Associatie van Vetkruid en Tijn (14D3)*, een *RG Glanshaver en Kropaar [Glanshaver-verbond] (16C-f)* en van de *Kweekdravik-associatie*

(31D2). De vegetatie op *akkermoders* is minder goed te plaatsen binnen de klassen der *Droge graslanden op zandgrond* (14) en *Vochtige graslanden* (16). Bij de *heidemoders* komt een meer heideachtige vegetatie voor.

De variatie in standplaatsen komt ook tot uiting in de analysegegevens. De CN en CP zijn het laagst voor de *vlakmoders*. De calciumverzadiging geeft extreme verschillen te zien. De *vlakmoders* hebben een CVaf van 65 à 75% met een pHk 5,4 en 7,2. De *akkermoder* neemt een tussenpositie in met CVaf = 29% en pHk = 4. De *heidemoder* is duidelijk het zuurst met CVaf < 5% en pHk < 3.

3.4 Moders

De *moders* komen zowel voor op minerale gronden, waar accumulatie van organische stof in organische horizonten plaats vindt, als op moerige of veengronden, waar zoveel organische stof is geaccumuleerd, dat het het hoofdbestanddeel van het profiel uit maakt. Voor zover *moders* op minerale gronden voorkomen is de dikte van de organische horizonten (F, M, AMh of OM) groter dan 2 cm en groter dan de onderliggende Ah-horizont. Indien het humusprofiel in een moerig of veenprofiel voor meer dan de helft uit veraard organisch materiaal (Oh, Og, Od of OA) bestaat wordt het tot de *moders* gerekend. Is een Of- of Om-horizont dominant, dan wordt het tot de *mors* gerekend.

3.4.1 Semiterrestrische Moders

De *semiterrestrische moders* zijn op grond van de dikte van organische horizonten verdeeld in *eerdmoders* (ED), die overwegend moerig zijn en de *hydromoders* (HD), waarin het minerale deel dominant is.

3.4.1.1 Eerdmoders

De *eerdmoders* (ED) hebben we op basis van de soort veraarding, het organische stofgehalte en de dikte van organische horizonten verdeeld in 7 subgroepen, waarvan er 5 in de dataset voorkomen. *Eerdmoders* komen voor in venen, maar ook op moerige gronden of minerale gronden met een dun moerig dek binnen de kwelgevoede zandgronden en de jonge kleigronden. Meestal is hierbij sprake van een (gedraineerd) kwelgebied of een geïsoleerd gebied met stagnatie van (regen)water in afvoerloze laagten. Sommige *moereerdmoders* (EDo) liggen in een wegzijgingsgebied. Vrijwel alle *eerdmoders* worden gemaaid.

Bij *beekeerdmoders* (EDf) is een Oh-horizont dominant, waarbij het organische stofgehalte lager is dan 70%. Deze is ontstaan door veraarding onder basenrijke, aërobe omstandigheden. Ze komen voor in venen of op moerige gronden binnen de kwelgevoede zandgronden en de jonge kleigronden. Binnen de venen komt hier vaak een 2 tot 20 cm dikke M of OM-horizont op voor die verband houdt met periodieke

inundatie van 1 tot 6 maanden. Deze profielen worden als *schrale beekeerdmoders* (*sEDf*, zie aanhangsel 6) onderscheiden. Van de 13 *schrale beekeerdmoders* worden er 11 periodiek overstroomd met kwelwater of oppervlaktewater en in een enkel geval regenwater. Voor de overige *beekeerdmoders* is dat bij 5 van de 11 profielen het geval. De vegetatie op *beekeerdmoders* behoort meestal tot het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* (16A) of, vooral in de *schrale* fase, tot de *Klasse der kleine zeggen* (09).

De moerige eerdlaag bij *vaageerdmoders* (*EDv*) is dunner dan 20 cm. Ze komen vooral voor op vlakvaag- en moerige gronden binnen diverse zandgronden en jonge kleigronden en vormen een overgang naar de *hydromoders* (*HD*). Ze liggen voornamelijk binnen kwelgebieden, die deels gedraineerd zijn. Van de gewone *vaageerdmoders* liggen 4 van de 7 locaties in een gedraineerd kwelgebied, dit in tegenstelling tot de *schrale vaageerdmoders* (*sEDv*), waarvan 9 van de 11 in een kwelgebied of een geïsoleerd gebied liggen, waardoor er in 8 gevallen periodieke inundatie optreedt. Waarschijnlijk staat de vorming van een 2 tot 15 cm dikke M of OM horizont in verband met deze periodieke inundaties, omdat hierdoor de afbraak van organische stof geremd wordt. In een aantal gevallen bestaat de gehele organische laag, op grond waarvan het profiel tot de *vaageerdmoders* is gerekend uit een OM-horizont. De vegetatie op *vaageerdmoders* behoort meestal tot het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* (16A) of, tot de *Klasse van Hoogveenslenken* (10).

Bij *meereerdmoders* (*EDm*) heeft de veraarding plaats gevonden onder basenrijke anaërobe omstandigheden, waardoor een Og-horizont is ontstaan. Deze humusvorm is gebonden aan veengronden met zeer hoge grondwaterstanden ($GLG < 40$ cm). Voor een deel zijn dit kraggesystemen. Onder invloed van regenwater kan bovenin het profiel veenmosveen gegroeid zijn. In dat geval worden *rauwe meereerdmoders* (*rEDm*) als fase onderscheiden. Op *meereerdmoders* komen diverse vegetatietypen voor, waaronder associaties van het *Verbond der Grote zeggen* (08C).

De *moereerdmoders* (*EDo*) hebben met elkaar gemeen dat de dominante horizont een OA-horizont is. Deze is ontstaan door vergaande veraarding van het veen, waardoor het organische stofgehalte is terug gelopen tot minder dan 30%. We onderscheiden gewone *moereerdmoders* en een *fluviatiele* fase (*fEDo*, zie aanhangsel 6), die onderling op een aantal punten verschillen. De gewone *moereerdmoders* komen voor in gedraineerde moereerdgronden binnen de kwelgevoede zandgronden. In de bovenste 2 tot 10 cm komt als gevolg van verdroging en verzuring van het profiel, veenmosveen en haarmosveen voor. Dit zijn ook de droogste standplaatsen binnen de *moereerdmoders*, met een GLG op 60 – 75 cm – mv. De vegetatie bestaat hier uit gemeenschappen van het *Verbond van Zwarte zegge* (09A). De *fluviatiele moereerdmoders* komen voor in broekeerdgronden binnen de jonge kleigronden, en in veengronden met een kleilige bovengrond. In het algemeen zijn de grondwaterstanden zeer ondiep en komt periodieke inundatie met oppervlaktewater voor. Door de natte omstandigheden komt overal een 2 tot 10 cm dikke M of OM horizont voor. De vegetatie bestaat meestal uit *Blauwgrasland* (16A1) of andere typen vochtig grasland.

De CN-verhouding is meestal lager dan 20 soms ook lager dan 10. Bij één Oh-horizont in een *beekeerdmoder*, werd een CN-verhouding van 32,6 gevonden. De CP-

verhoudingen liggen overal tussen 1000 en 4000. Er zijn grote verschillen in calciumverzadiging. De hoogste waarden, boven 50%, komen voor bij *beekeerdmoders* en *vaageerdmoders*. Waarden lager dan 30% komen vooral voor bij *moereerdmoders*. Binnen een humusvorm neemt de calciumverzadiging meestal toe met de diepte. Vaak komen boven in het profiel, als gevolg van regenwaterinvloed, lagere waarden voor dan in diepere lagen.

3.4.1.2 Hydromoders

De *hydromoders* (HD) hebben we op grond van de relatieve dikte van M en AMh horizonten en de aard van het minerale profiel verdeeld in 4 subgroepen. Bij *schraalhydromoders* (HDs), *schorhydromoders* (HDc) en *heidehydromoders* (HDh) komen dikke wortelmatten voor (M-horizonten > 2 cm), die samen met een eventuele AMh-horizont dominant zijn. In deze humusvormen komen weinig regenwormen voor (ca 10%). Bij de *vage schraalhydromoder* (vHDs, zie aanhangsel 6) ontbreekt de Ah-horizont zelfs vrijwel geheel. Deze fase komt het meest voor. Bij de *wormhydromoders* (HDw) is de wortelmat wat verder afgebroken. De M-horizont is hier dunner dan 2 cm. Wortelresten zijn geaccumuleerd in een AMh-horizont die dikker is dan de Ah-horizont. De *hydromoders* komen voornamelijk voor binnen de kwelgevoede zandgronden, waar de kwel deels is weggevallen door ontwatering en binnen wegzijgingsgebieden in de kalkrijke zandgronden die dan vaak oppervlakkig ontkalkt zijn. Bij de kwelgevoede zandgronden is dan ook vaak sprake van inundatie gedurende één tot enkele maanden. Dit komt minder vaak voor bij de *wormhydromoders*, waar vaak ook nog wel kwel aanwezig is. In deze laatste groep worden ook regelmatig regenwormen aangetroffen (46% van de locaties), hetgeen bijdraagt aan de verder gevorderde afbraak van de wortelmatten.

De *hydromoders* binnen de kwelgevoede zandgronden hebben vaak vegetaties die behoren bij de *klasse der hoogveenbulten en natte heiden* (11) of de *Klasse der Kleine zeggen* (09). Bij *wormhydromoders* komt vaak *Blauwgrasland* (16A1) voor. De vegetatieopnamen binnen de kalkrijke zandgronden waren niet altijd goed op naam te brengen binnen het classificatie systeem van Staatsbosbeheer. Voor zover dit wel gelukt is worden de gemeenschappen gerekend tot de droge duingraslanden.

Het organische stofgehalte in sommige M-horizonten is relatief laag (4 – 11%). Dit betreft *schraalhydromoders* in kalkrijke zandgronden, waar door verstuing zand in de vegetatie afgezet wordt (zie figuur 8). Deze horizonten hebben een toevoeging “i”. Er zijn grote verschillen in calciumverzadiging. Het beeld voor de *schraalhydromoders* is nogal wisselend omdat hier zowel kalkrijke zandgronden als kwelgevoede zandgronden in voorkomen. De M-horizont van de *kleihydromull* heeft een CVaf van 68%. Dit is zeer hoog voor een M-horizont. Afbraak van organische stof wordt hier waarschijnlijk geremd door het hoge zoutgehalte van de brakke kwel (EGV = 1100 mS/m). Zeer lage waarden vinden we in een Mh-horizont van een *heidehydromoder* (CVaf = 3,6%). De *wormhydromoders* hebben in het algemeen een hoge calciumverzadiging (CVaf ca 50%). De zuurgraad vertoont een vergelijkbaar beeld. Binnen de *schraalhydromoders* komen grote verschillen voor, afhankelijk van het

substraat. Bij de (gedraineerde) kwelgevoede zandgronden komen vaak waarden voor van $\text{pHk} < 4$, waarbij in de wortelmatten $\text{pHk} < 3,5$. Bij de kalkrijke zandgronden liggen deze waarden veel hoger ($\text{pHk} > 4,5$ tot 7). Dit geldt ook voor de *schorhydromoder*. *Wormhydromoders* hebben in het algemeen een $\text{pHk} > 5$.



Figuur 8 Ingestoven zandkorrels in een M-horizont van een schraalhydromoder in kalkrijk duinzand (formaat 5,6 x 4,9 mm).

3.4.2 Terrestrische Moders

Bij de *terrestrische moders* ontbreekt de Ah-horizont, of deze is dunner dan de M-horizont. Bij de *ruwmoder* (*Dr*, zie aanhangsel 6) komt een (micro)podzol voor, waarbij de bovenste minerale laag een AE-horizont is met duidelijke uitlogingsverschijnselen. Hierop ligt een pakket van 2 tot 10 cm strooisel van Pijpestrootje. Ze komen voor binnen de regenwatergevoede zandgronden. *Schraalmoders* (*Ds*) hebben een meer dan 2 cm dikke M- of AMh-horizont die direct op een C- of AC-horizont ligt. De *schraalmoders* komen voor in wegzijgingsgebieden binnen oude kleigronden (keileem), kalkrijke zandgronden en buitendijkse rivier(zand)gronden. Afbraak van organische stof wordt hier waarschijnlijk geremd door de droogte van de standplaats. De *heidemoders* (*Dh*) komt voor binnen de regenwatergevoede zandgronden en wordt gekenmerkt door dominante M-horizonten, waarvan de Mh- dikker is dan de Mm-horizont. Deze Mh ligt meestal direct op een AE- of E-horizont. De *Heidemoders* komen vooral voor onder vegetaties van het *Verbond van Struik en Kruipbrem* (20A). Ze worden niet gemaaid. Alle locaties in de dataset waar deze humusvorm voorkomt worden extensief begraasd.

Er zijn analysegegevens beschikbaar van *schraalmoders* en *heidemoders*. Bij de *schraalmoders* komen in één profiel lage CP-verhoudingen voor (250 en 276). De calciumverzadiging (CVaf) bedraagt 40 à 50%. De zuurgraad verschilt vrij sterk met pHk 3,6 en 4,3 in een profiel in keileem en 7,5 in een rivierduin. De Mh-horizont van de *heidemoders* is sterk zuur (pHk 2,3) met een zéér lage calciumbezetting van gemiddeld 4,4 %.

3.5 Mormoders

Mormoders zijn te beschouwen als een overgangsvorm tussen *moders* en *mors*. Ze komen alleen voor als *terrestrische mormoders*.

3.5.1 Terrestrische Mormoders

Bij korte vegetaties worden *terrestrische mormoders* gekenmerkt door een dominante Mm-horizont. Vaak komt deze voor met een dunnere Mh-horizont die direct op een E- of AE-horizont ligt. Een Ah-horizont ontbreekt vaak. Alle *terrestrische mormoders* zijn *heidemormoders* (RDh). Ze komen voor op regenwatergevoede zandgronden. De *heidemormoders* komen vooral voor onder vegetaties van het verbond van *Struik en Kruipbrem* (20A). Ze worden niet gemaaid. Alle locaties in de dataset waar deze humusvorm voorkomt worden extensief begraasd.

3.6 Mors

Bij de *mors* is de afbraak van organische stof het minst ver gevorderd. Dit betekent dat bij de *semiterrestrische mors* een Of- of Om-horizont dominant is. Bij de *terrestrische mors* is een Mf-horizont dominant, AMh- en Ah- ontbreken volledig. Deze komen in deze dataset niet voor

3.6.1 Semiterrestrische Mors

Bijna alle *semiterrestrische mors* komen voor in venen, enkele in kwelgevoede zandgronden. We hebben ze onderverdeeld in 2 groepen en 11 subgroepen, waarvan er 7 in de dataset voorkomen. Bij de *veenmosmors* (VR) is een Of-horizont in oligotroof veen (veenmosveen) dominant. In de dataset komen twee profielen voor van de *rauwveenmosmor* (VRp, zie *aanhangsel 6*). Deze zijn ontwikkeld in een kraggesysteem, waarin door vorming van een regenwaterlens een pakket veenmosveen van meer dan 20 cm is gegroeid. De overige *semiterrestrische mors* worden gedomineerd door een Om of Of in mesotroof veen. Deze *mesimors* (MR) hebben we onderverdeeld op grond van de mate van veraarding, het organische stofgehalte en de veendikte. Bij de *eerdmesimors* (MRe) is door veraarding bovenin het profiel een 10 à 20 cm dikke Oh-horizont ontstaan. Deze profielen komen voor binnen kwelgebieden, waarbij inundaties van 4 tot 6 maanden voorkomen. *Rauwmesimors*

(MRp) komen voor in kraggesystemen en wegzijgingsgebieden, waar een regenwaterlens ontstaan is waardoor een 10 – 20 cm dikke Of-horizont van oligotroof (veenmos of haarmos) veen is gevormd. Hiermee vormen ze een overgang naar de *veenmosmors*. De *veenmesimors* (MRn, zie aanhangsel 6) zijn weinig veraard (Oh- en Od < 10 cm) en hebben ook geen regenwaterlenzen (Of, 10 cm). Ze hebben een organische stof gehalte van meer dan 70% en komen vooral voor in kraggesystemen. Bij *beekmesimors* (MRf) is het organische stof gehalte lager, omdat hier vaak sprake is van fluviatiele afzettingen bovenin het profiel. Dit is meestal ook het geval bij de *vaagmesimors* (MRv), waarbij de O-horizonten dunner zijn dan 15 cm. Bij *semiterrestrische mors* komen meestal vegetaties voor van de *Klasse der Kleine zeggen* (09).

Bij de *veenmosmors* vinden we een zeer lage calciumverzadiging (CVaf < 10%) en pHk ca 3. De calciumverzadiging voor de *mesimors* is vaak ook niet erg hoog en heeft waarden voor CVaf tussen 10 en 30 %. Enkele uitzonderingen vormen monsters van *veenmesimors* en *beekmesimors* met CVaf van 50 à 60%.

3.6.2 Terrestrische Mors

De *terrestrische mors* komen niet voor in deze dataset. Ze worden gekenmerkt door een dominante Mf-horizont die vrijwel direct op een E- of AE-horizont ligt. Hiertussen kan nog een dunne Mm- of Mh-horizont voorkomen.

3.7 De rol van bodemfauna

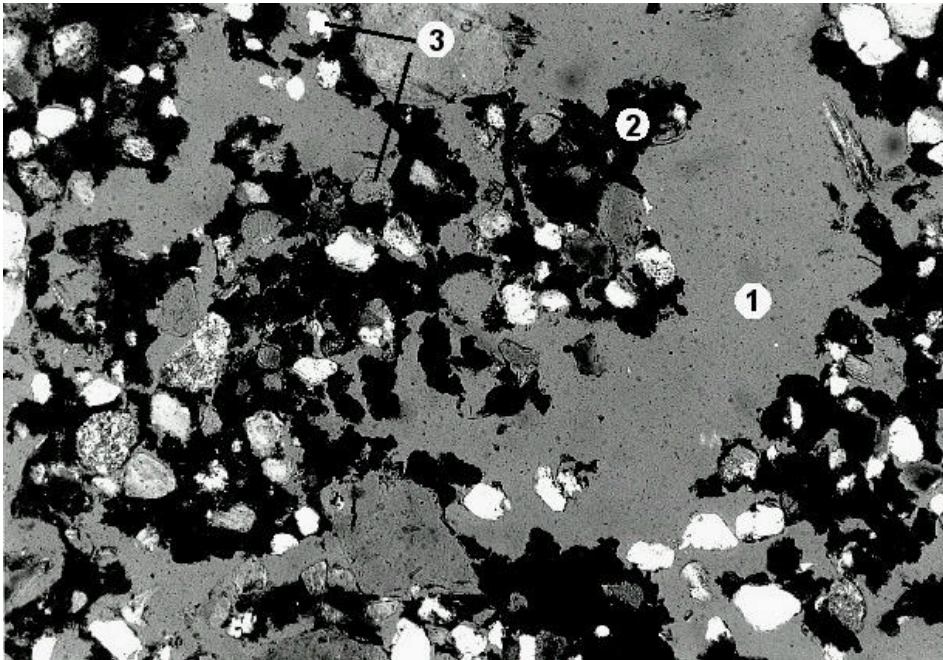
Met name bij terrestrische humusvormen speelt de bodemfauna een grote rol bij de afbraak van organisch materiaal. In deze studie is niet gericht onderzoek gedaan naar de samenstelling en activiteit van de bodemfauna. Wel is het voorkomen van regenwormen opgenomen. Dit is gedaan aan de hand van waarnemingen van regenwormen, of van sporen van regenwormen in de vorm van wormgangen (figuur 9) of het voorkomen van ‘wormhoopjes’ op het maaiveld. Uit de tabel 6 blijkt dat regenwormen vooral voorkomen in *terrestrische mulls* en *mullmoders*, maar ook in *hydromulls* (HL), *hydromullmoders* (HLD) en *semiterrestrische moders*. In de *mormoders*, *mors* en de *terrestrische moders* (D) hebben we geen regenwormen aangetroffen. Cijfers over abundantie ontbreken, net als gegevens over andere bodemdieren. Vanwege de belangrijke rol van de bodemfauna bij de humusprofielontwikkeling besteden wij er hier toch kort aandacht aan. Nader onderzoek naar de rol die bodemfauna speelt bij de afbraak van organische stof en de mate waarin dit gestuurd wordt door abiotische standplaatsfactoren zou het inzicht in de humusprofielontwikkeling kunnen vergroten.

Tabel 6 Aantallen profielen met regenwormen per humusvormgroep

Groep		Aantal profielen	Met wormen	% met wormen
HL	Hydromull	53	15	28,3
VL	Vaagmull	7		0
ZL	Zandmull	5	1	20
WL	Wormmull	6	3	50
AL	Akkermull	11	4	36,4
HLD	Hydromullmoder	79	28	35,4
LD	Terrestrische mullmoder	7	3	42,9
ED	Eerdmoder	69	14	20,3
HD	Hydromoder	64	11	17,2
D	Terrestrische moder	7		0
RD	Mormoder	4		0
VR	Veenmosmor	2		0
MR	Mesimor	32		0
Eindtotaal		346	79	22,8



Figuur 9 Het voorkomen van wormgangen is een aanwijzing voor het voorkomen van regenwormen, ook als de wormen niet worden waargenomen (formaat ca 8 x 8 cm).



Figuur 10 Opvulling van een wormgang in de Ah-horizont van een Beekhydromull. 1: poriën, 2: gehumificeerde organische stof, 3: zandkorrels. (formaat 2,24 x 1,6 mm).

Bij micromorfologisch onderzoek aan enkele humusprofielen (Van Delft 1997, Van Delft et al. 1999) zijn gegevens verzameld over de verteringsgraad van de organische stof en de sporen van bodemfauna, in de vorm van wormgangen, en droppings van wormen en mijten. In een slijpplaat van een *beekhydromull* (*Hlf*) werd organische stof in de Ah-horizont voornamelijk in gehumificeerde vorm aangetroffen (figuur 10). Er werden zeer veel wormgangen aangetroffen die vaak weer doorgraven waren met nieuwe gangen. Dit wijst op een intensieve homogenisatie door regenwormen. Sporen van mijten werden niet aangetroffen. In een *wormhydromullmoder* (*HLDw*) was duidelijk te zien dat de activiteit van regenwormen geringer was dan in de *beekhydromull*. Wortelgangen werden nog wel aangetroffen, maar minder frequent dan in de *beekhydromull*, bovendien werden, in de AMh- en Mm-horizont plaatselijk veel droppings van mijten aangetroffen. Afbraak van organische stof door mijten vindt zeer lokaal ('on the spot') plaats, in tegenstelling tot de afbraak door de, veel grotere, regenwormen, die zich een weg graven door de grond en onderweg alles opeten, om het elders weer uit te scheiden, waardoor homogenisatie optreedt. Mijten zijn veel kleiner en breken het organisch materiaal ter plaatse af. Dit is goed te zien in figuur 11, waar een uitgehold restant van een wortel te zien is, dat opgevuld is met droppings van mijten. In de Ah-horizont van een *schrale-moerhydromullmoder* (*sHLDm*) werd vrijwel alleen gehumificeerde organische stof aangetroffen. Vers organisch materiaal ontbrak totaal. Dit werd wel aangetroffen in de AMh- en OM-horizont, waar alle wortelactiviteit is geconcentreerd. In de Ah-horizont werden wel sporen van wormgangen teruggevonden, maar de aggregaten die gevormd waren door regenworm activiteit (droppings) waren uiteen gevallen. Dit wijst er op dat er vroeger wel wormactiviteit geweest moet zijn. In de AMh- en OM-horizont werden zeer veel droppings van mijten gevonden, tussen dood wortelmateriaal in verschillende stadia van afbraak. In figuur 12 is duidelijk te zien

dat het gehumificeerde deel van de organische stof voornamelijk uit droppings bestaat.

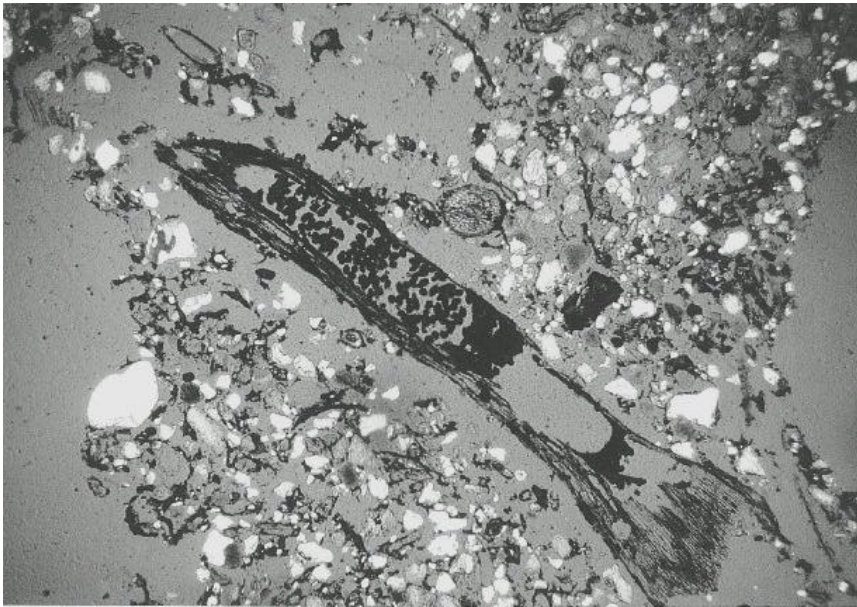
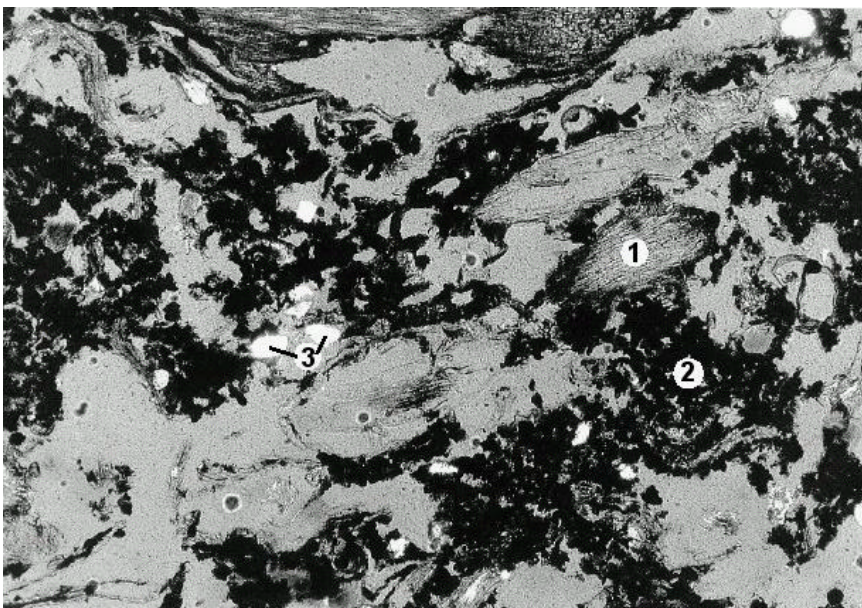


Fig. 11 Wortelrest in de Mm-horizont van een Wormhydromullmoder. De zwarte bolletjes zijn droppings van mijten. (formaat 7,6 x 5,4 mm).

De hiervoor geschetste verschillen tussen de drie humusvormen laten een verschuiving zien van de *beekhydromull*, waar onder invloed van regenwormactiviteit een Ah-horizont gevormd wordt, via de *wormhydromullmoder* waar regenwormactiviteit is afgenomen en deels vervangen is door afbraak door mijten, naar de *schralemoerhydromullmoder*, waar alleen nog afbraak door mijten plaatsvindt. Dit gaat gepaard met de ontwikkeling van AMh- en M-horizonten.



Figuur 12, Detail van een OM-horizont in een schrale moerhydromullmoder. 1: wortelresten, 2: droppings van mijten, 3: zandkorrels. (formaat 5,6 x 4,0 mm).

4 Positie van humusvormen binnen het ecosysteem

In figuur 1 hebben we de positie van de humusvorm binnen het ecosysteem schematisch weergegeven. De ontwikkeling van humusvormen wordt via een aantal relaties met biotische en abiotische onderdelen van het ecosysteem (ecosysteemcomponenten) gestuurd. Deze relaties kunnen beïnvloed worden door beheersingrepen, bijvoorbeeld door ontwatering, waardoor grondwatervariabelen binnen de topo-functie veranderen, of door maaien of begrazen van de vegetatie, waardoor de input van organische stof in het humusprofiel wordt beïnvloed. Een zeer directe ingreep in het humusprofiel vindt plaats bij afplaggen, waarbij een deel van het profiel verdwijnt, of bij agrarisch beheer, waarbij door bemesting en/of ploegen de natuurlijke profielopbouw en bodemeigenschappen verstoord worden.

In dit hoofdstuk proberen we de positie van de humusvormen binnen het ecosysteem zo goed mogelijk te beschrijven (4.3 t/m 4.7). Ook proberen we aan te geven waar hiaten zitten in de beschikbare gegevens (4.8).

4.1 Stratificatie

De verwachting is dat de manier waarop humusvormen gerelateerd zijn aan andere ecosysteemcomponenten zal verschillen tussen fysiografische eenheden (Kemmers en De Waal 1999). Ook zullen binnen verschillende fysiografische eenheden andere variabelen van belang zijn. Om die reden hebben we een stratificatie aangebracht, waarbinnen we deze relaties hebben onderzocht. Deze stratificatie is gebaseerd op de door Kemmers en De Waal (1999) onderscheiden fysiografische eenheden. Hierbij worden locaties ingedeeld in fysiografische eenheden op basis van eenheden van de bodemkaart 1 : 50 000. Voor een aantal profielen hebben we hiervan af geweken. Vlakvaaggronden (Zn..) worden volgens deze indeling bij de regenwatergevoede zandgronden gerekend. Dit is niet altijd terecht. In een aantal gevallen komen ze voor in kwelgevoede zandgronden. In die gevallen hebben we ze bij deze laatste groep geplaatst. De verdeling van de profielen in de dataset over deze 8 fysiografische eenheden is niet homogeen. In tabel 7 hebben we aangegeven hoeveel profielen er zijn beschreven binnen deze eenheden. Op grond daarvan hebben we een aantal eenheden gecombineerd tot in totaal 5 strata. Er zijn nog steeds grote verschillen tussen de strata. Dit geeft tevens aan waar behoefte is aan uitbreiding van de dataset voor toekomstig onderzoek.

Tabel 7 Aantallen profielen per fysiografische eenheid en per stratum.

Fysiografische eenheid	Aantal	Stratum	Naam	Aantal
Buitendijkse riviergronden (zand)	10	1	Kalkrijke zandgronden	42
Kalkrijke zandgronden	32			
Buitendijkse riviergronden (klei)	3	2	Kleigronden	23
Jonge kleigronden	18			
Oude kleigronden	2			
Venen	63	3	Venen	63
Kwelgevoede zandgronden	171	4	Kwelgevoede zandgronden	173
Löss en Mergelgronden	2			
Regenwatergevoede zandgronden	45	5	Regenwatergevoede zandgronden	45

De fysiografische eenheid ‘Kalkrijke droge duinen’ hebben we verbreed tot ‘Kalkrijke zandgronden’. Hier vallen alle kalkrijke zandgronden onder. Door Kemmers en De Waal (1999) worden buitendijkse riviergronden als aparte eenheid onderscheiden, vanwege de invloed van de rivierdynamiek. In de dataset komen maar 13 profielen voor in buitendijkse riviergronden, die voor een groot deel ook relatief hoog gelegen zijn, zodat de invloed van overstromingen beperkt is. We hebben deze profielen verdeeld over de kalkrijke zandgronden (stratum 1) en de kleigronden (stratum 2). Oude kleigronden komen alleen voor in twee profielen met keileem. Deze hebben we samen met de buitendijkse kleigronden en de jonge kleigronden opgenomen in stratum 2 (kleigronden). Löss en mergelgronden komen in de dataset niet voor. Twee profielen in fluvioperiglaciale leem zouden hiertoe gerekend moeten worden (bodemeenheid Ln5). Wij hebben ze bij de kwelgevoede zandgronden gerekend.

4.2 relevante relaties

In tabel 8 hebben we aangegeven welke variabelen beschikbaar zijn om de relatie tussen de humusvormen en andere ecosysteemcomponenten te onderzoeken. Het betreft variabelen die betrekking hebben op verschillende delen van het ecosysteem en vaak ook onderling gecorreleerd zullen zijn. In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe de verschillende onderdelen van het ecosysteem zich tot elkaar verhouden. Hiertoe is het ecosysteem opgedeeld in processtelsels waarvan de onderlinge relaties door beheersingrepen gestuurd worden. De variabelen zijn in tabel 8 geordend volgens deze indeling. De relaties tussen de humusvormen en de andere processtelsels hebben we stapsgewijs onderzocht om meer zicht te krijgen op de individuele relaties. Door per processtelsel een canonische variantie analyse (CVA) met voorwaartse selectie van variabelen uit te voeren (zie 2.6.2), hebben we onderzocht welke variabelen een significante bijdrage leveren aan de variatie in humusvormen. In eerste instantie hebben we de relaties onderzocht voor profielen die in evenwicht verondersteld worden met de abiotische omgeving en het toegepaste beheer. Hiervoor hebben we afgeplagde profielen en recent opgestoven (jonge) profielen uit de analyse weggelaten. Ook agrarische beheerde profielen hebben we in eerste instantie weggelaten. Achteraf hebben we in voorkomende gevallen de positie van deze profielen vergeleken met de profielen die wel in de analyse zijn opgenomen om een idee te krijgen van humusprofielontwikkeling in jonge (afgeplagde of overstoven) profielen, of bij agrarisch beheer.

Het voorkomen van regenwormen in een profiel geeft een aanwijzing over de biologische activiteit in de bodem en is ook afhankelijk van verschillende variabelen die de humusprofielontwikkeling beïnvloeden (zie 3.7). Ook zijn ze zelf van groot belang voor de ontwikkeling van humusprofielen. Om de positie van de regenwormen te bepalen hebben we ze in de CVA opgenomen als te verklaren variabele, net als de humusvormen, maar door hieraan een nihil gewicht toe te kennen worden ze als zogenaamde ‘passieve soort’ behandeld en hebben ze geen invloed op de ordinatie.

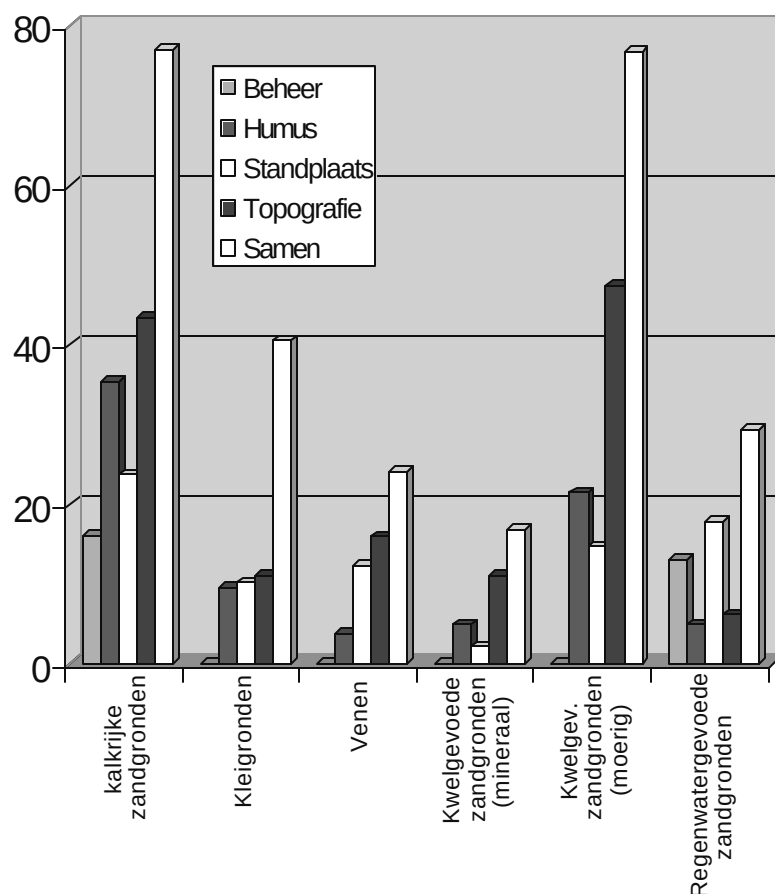
De relaties die we met een CVA hebben onderzocht hebben we in aanhangsel 9 gepresenteerd in ordinatiediagrammen. Een voorbeeld van zo’n diagram wordt besproken in 2.6.2 (fig. 5). Hierbij hebben we in tabellen aangegeven in welke volgorde de verschillende variabelen bij voorwaartse selectie zijn toegevoegd aan het model en wat daarbij de waarden van de statistische kengetallen zijn. De conclusies uit deze ordinatiediagrammen bespreken we in paragraaf 4.3 t/m 4.7, onder andere in de vorm van ecogrammen, die de positie van humusvormen in het ecosysteem beschrijven. De vegetatietypen die voorkomen bij verschillende humusvormen hebben we samengevat in kruistabellen.

Deze relaties hebben we apart onderzocht voor elk stratum. Voor de geselecteerde variabelen per stratum is in tabel 8 het vakje onder dat stratum grijs gemaakt.

In figuur 13 hebben we per stratum aangegeven wat het aandeel is van de verschillende processtelsels voor de verklaring van de variatie in humusvormen. Als maat voor dit aandeel hebben we het percentage verklaarde variantie (R^2) genomen van een model met variabelen uit elk processtelsel (zie aanhangsel 9). Daarnaast hebben we een model opgenomen met variabelen uit alle processtelsels. Omdat variabelen uit verschillende processtelsels onderling gecorreleerd kunnen zijn is het percentage verklaarde variantie van dit totaalmodel niet gelijk aan de som van R^2 in de afzonderlijke modellen. Het deel dat door deze modellen niet verklaard kan worden omvat variabelen die niet in het model zijn opgenomen en een deel natuurlijke variatie. Hier kunnen bijvoorbeeld variabelen van de “lytho-functie” (zie figuur 1) een rol spelen. Deze zijn in de CVA niet betrokken.

Tabel 8 Beschikbare variabelen en gebruikte variabelen binnen de strata

Processtelsel (zie fig. 1)	Variabele	Klasse voor nominale variabelen	Eenheid voor continue variabelen	Code	Strata					
					Kalkrijke zandgronden	Kleigronden	Venen	Mineraal Kwelgevoede moerig zandgronden	Regenwatergevoede zandgronden	
Vegetatie										
	Vegetatietype									
Beheersingrepen										
	Beheer	Begrazen (extensief)	Bbe							
		Begrazen (intensief)	Bbi							
		Maaien	Bma							
		Niets doen	Bn							
	Leeftijd	jaren	leeftijd							
Humus										
	Humusvorm									
	Humusgehalte	%	Humus							
	C/N-verhouding	ratio	CN							
	P-totaal	mg P2O5/kg	Ptot							
	C/P-organisch	ratio	CP							
	Aandeel P-anorganisch	ratio	PaPt							
	Wormen	Wormen aanwezig	worm							
Standplaats										
	Ontkalkingsdiepte	cm	ontkalkt							
	CaCO3	%	kalk							
	Caverz (8.2)	%	CV8							
	Caverz actueel	%	CVv							
	Caverz afgeleid	%	CVaf							
	H\Ca	ratio	HCa							
	Al+Fe oxalaat	mmol/kg	AlFeO							
	Al/Fe oxalaat	ratio	AlFeR							
	Fe totaal	g/kg	FeT							
	Pyriet	%	Pyr							
	pH KCl		pHk							
Topofunctie										
	Hydrologisch Systeem	Geïsoleerd gebied	Hg							
		Kraggesysteem	Hkr							
		Kwelgebied (brak)	Hkb							
		Kwelgebied (gedraineerd)	Hkd							
		Kwelgebied (zoet)	Hkz							
		Wegzijgingsgebied	Hw							
		Wegzijgingsgebied (randzône)	Hwr							
	GHG									
	GLG									
	Inundatie	inundatie komt voor	Ind							
pH grondwater		pHv								
EGV grondwater	mS/m	EGVv								



Figuur 13 Aandeel van processtelsels in het ecosysteem bij de verklaring van de variatie in humusvormen.

De R^2 van de meeste modellen is klein ($< 20\%$). Dat wil zeggen dat maar een relatief klein deel van de variatie in humusvormen met dat model verklaard kan worden. Voor de gecombineerde modellen waarin variabelen uit verschillende processtelsels zijn opgenomen, is dit vaak wel hoger. Een mogelijke verklaring voor deze lage R^2 is dat niet alle variabelen die mogelijk een rol kunnen spelen in de modellen zijn opgenomen. Uit bestudering van de ordinatiediagrammen blijkt bijvoorbeeld vaak dat de lytho-functie een belangrijke rol kan spelen. De modellen die gebruikt zijn, zijn wel allemaal significant ($P < 0,05$) en meestal sterk significant ($P < 0,005$; zie aanhangsel 9). De mate waarin de modellen de variatie in humusvormen verklaren, verschilt overigens sterk per stratum. De kalkrijke zandgronden en de kwelgevoede zandgronden met een moerige bovengrond springen er in positieve zin uit. Bij de kleigronden blijkt een gecombineerd model ook een vrij hoge R^2 te hebben ($40,6\%$), terwijl dat voor de individuele ecosysteemcomponenten niet het geval is.

Door Kemmers en De Waal (1999; figuur 13) is een schema opgesteld, waarin per fysiografische eenheid het belang van verschillende ecosysteemcompartimenten is weergegeven. Daarbij is de humusvorm één van de compartimenten die een rol kan

spelen voor de vegetatie. De analyse in dit hoofdstuk heeft betrekking op de humusvorm zelf, en hoe deze gerelateerd is aan de andere ecosysteemcompartimenten. Voor een deel zullen voor de humusvormen dezelfde relaties gelden als voor de vegetatie. De stratificatie die we in dit rapport hanteren wijkt iets af van de fysiografische eenheden zoals ze door Kemmers en De Waal (1999) gehanteerd worden, maar is hier wel op gebaseerd (zie 4.1). Voor de ecosysteemcompartimenten hebben wij de standplaatsfactoren los beoordeeld van het moedermateriaal (zie figuur 1). Bij de kalkrijke zandgronden is, net als voor de vegetatie, de topografische positie erg belangrijk, maar ook eigenschappen van het moedermateriaal (leemgehalte) en de humuseigenschappen (nutriënten) blijken in beide analyses een rol te spelen (zie 4.3.2). De ontkalkingsdiepte, die in dit rapport tot de standplaatsfactoren wordt gerekend is ook bepalend, voor zowel de vegetatie als de humusvormen. Voor de kleigronden vinden we voor humusvormen, net als Kemmers en De Waal voor de vegetatie, een relatie met het moedermateriaal, waarbij onderscheid in kalkgehalte (standplaatsfactor) en organische stofgehalte (humus) het belangrijkste zijn (zie 4.4.1). Hydrologie, als onderdeel van de topografische positie blijkt in vorm van waterkwantiteit (Kemmers en De Waal) of inundatie (deze studie) een rol te spelen voor zowel vegetatie als humusvorm. Bij de venen is de hydrologie, als onderdeel van de topografische positie de belangrijkste factor voor de humusvormen (zie 4.5.1). Dit wordt voor de vegetatie ook gevonden in de zin van waterdiepte, waterkwaliteit en waterkwantiteit. In de CVA hebben wij variabelen die deze factoren beschrijven als belangrijkste gevonden: respectievelijk kraggesystemen, wegzijging (versus kwel) en GLG. Als standplaatsfactoren bleken de calciumverzadiging en de H/Ca-ratio belangrijk te zijn. Deze houden direct verband met de hydrologie. Ook voor de kwelgevoede zandgronden vinden we dat de hydrologie in de zin van waterkwantiteit en waterkwaliteit bepalend is voor zowel vegetatie als humusvormen (zie 4.6.1.1 en 4.6.2.1). In verband waterkwaliteit en kwantiteit (wegzijging of kwel) worden ook hier calciumverzadiging en H/Ca-ratio onderscheiden als belangrijkste standplaatsfactoren. Bij de regenwatergevoede zandgronden is de mate waarin het zuurbuffermechanisme via de uitwisseling van calcium en waterstof nog functioneert (calciumverzadiging en H/Ca-ratio) bepalend voor de humusvorm. Kenmerken van humus en topografie zijn minder belangrijk (zie 4.7.1). Kemmers en De Waal beschouwen dit als een eigenschap van de humusvorm, die op zich, via beschikbaarheid van nutriënten en zuurbufferend vermogen bepalend is voor de vegetatie.

4.3 Kalkrijke zandgronden

Binnen de kalkrijke zandgronden zijn 42 profielen beschreven, voornamelijk in de kustduinen (N = 27), maar ook langs de grote rivieren (N = 11) en enkele andere locaties (N = 4). Bij de indeling voor humusvormen (zie aanhangsel 5) wordt voor kalkrijke zandgronden onderscheid gemaakt in leemarme (< 20 % leem) en leemrijke bodems (> 20 % leem). In leemarm zand zullen processen als ontkalking en uitloging sneller verlopen dan in leemrijk zand. In de dataset komen slechts 6 profielen voor in leemrijk kalkrijk zand. De conclusies die hier uit getrokken worden zullen dus een beperkte geldigheid hebben. De overige 36 profielen komen voor in leemarm zand,

waarbinnen ook de meeste variatie te verwachten is. Dit onderscheid in moedermateriaal maakt deel uit van de lytho-functie en is niet opgenomen in de CVA. Bij de beschrijving van de positie van de humusvormen in het ecosysteem is hier wel rekening mee gehouden (zie 4.3.1).

Van de 42 profielen hebben er 4 een agrarisch beheer en zijn er 11 jonger dan 20 jaar. Deze profielen zijn recent opgestoven of afgeplagd. In de CVA die we gebruikt hebben om de relatie tussen onderdelen van het ecosysteem en humusvormen in een evenwichtsituatie te onderzoeken hebben we deze 15 profielen weggelaten. In de beschrijving in deze paragraaf zijn ze wel opgenomen om de ontwikkelingsrichting vanuit een verstoorde situatie aan te kunnen geven. Hiervoor zijn in figuur 14 en tabel 9 verschillende lettertypen en arceringen gebruikt om deze verstoorde situaties weer te geven.

4.3.1 Positie van de humusvormen in het ecosysteem

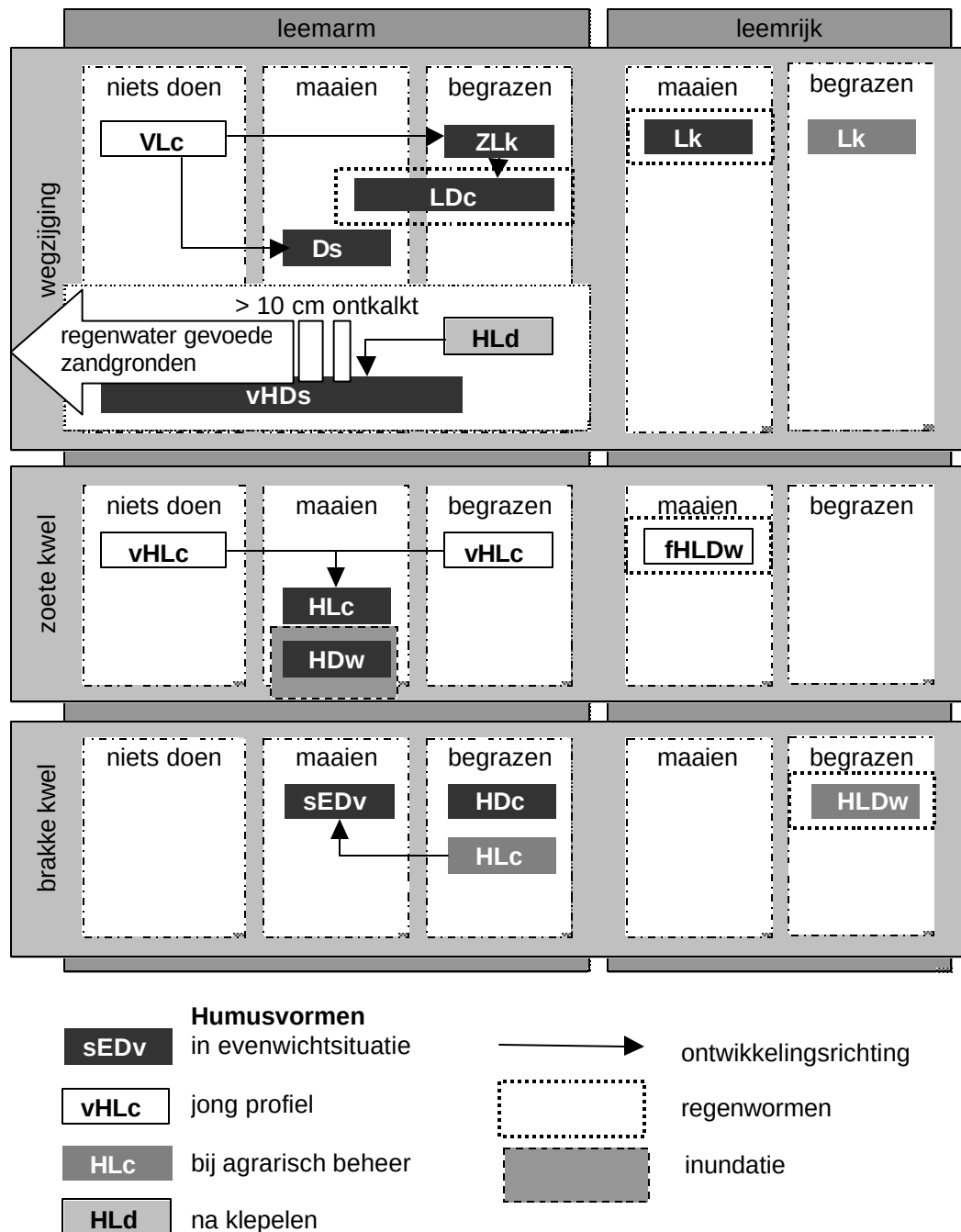
De variatie in humusvormen binnen de kalkrijke zandgronden lijkt voornamelijk bepaald te worden door de topografie en humuseigenschappen (zie figuur 13 en aanhangsel 9), maar ook door moedermateriaal. De conclusies ten aanzien van de positie van humusvormen in het ecosysteem voor kalkrijke zandgronden hebben we samengevat in figuur 14.

Invloed van beheer

De invloed van het beheer op de ontwikkeling van humusvormen in kalkrijke zandgronden is relatief klein ($R^2 = 16,1\%$). Een aantal humusvormen lijkt exclusief gebonden aan een beheersvorm. Door het beperkte aantal waarnemingen is niet duidelijk of dit werkelijk zo is, of dat het op toeval berust.

Invloed van humuseigenschappen

Het humusgehalte, CN, CP en LP_{tot} verklaren samen ongeveer éénderde van de variatie in humusvormen ($R^2 = 35,3\%$). Een hoog humuspercentage lijkt samen te gaan met een relatief hoog P-gehalte, maar ook met een hoge CP, hetgeen wijst op relatief veel 'ruw' organisch materiaal. Dit geldt met name voor de *schorhydromoder* (HDc) en in mindere mate voor de *schrale vaageerdmoder* (sEDv). Beide humusvormen komen voor bij brakke kwel, waardoor de afbraak van organische stof geremd wordt, als gevolg van een te hoog zout gehalte. De *vage schraalhydromoder* (vHDS) heeft ook een relatief hoge CP, maar ook de CN is hier hoog. Hier komt ook veel ruw organisch materiaal voor in wortelmatten, waarbij de Ah vrijwel ontbreekt. De *vlakhydromull* (HLc) heeft een lage CN en CP, hetgeen wijst op een vergaande mineralisatie van de organische stof.



Figuur 14 Positie van humusvormen in het ecosysteem bij kalkrijke zandgronden.

Involed van standplaatseigenschappen

De standplaatseigenschappen verklaren ongeveer een kwart van de variatie in humusvormen ($R^2 = 23,7\%$). Ontkalkingsdiepte is daarbij de belangrijkste variabele. De meeste humusvormen komen voor op standplaatsen die niet of zeer ondiep ontkalkt zijn. De standplaatsen waarop *duinhydromull* (*HLd*) en de *vage schraalhydromoder* voorkomen zijn dieper dan 10 cm ontkalkt. Hierdoor is het bovenste deel van het

profiel minder gebufferd. De activiteit van de bodemfauna is gering waardoor 3 tot 12 cm dikke wortelmatten zijn ontstaan. Vaak komen hierbij ingestoven zandkorrels voor (Mhi, zie figuur 8). Bij de *duinhydromull* is deze wortelmat door een klepelmaaier (“Spragelse Combiwagen”) verwijderd in de hoop een kalkrijke standplaats te herstellen door de zure toplaag te verwijderen. Gezien de ontkalking van het profiel zal dit hooguit een tijdelijke verbetering kunnen geven. Het profiel zal zich weer ontwikkelen in de richting van een *vage schraalhydromoder*.

Invloed van topografie

Het belangrijkste onderscheid voor de ontwikkeling van humusvormen in kalkrijke zandgronden is gebaseerd op de topografische positie van de standplaats. Dit komt tot uiting in de verschillen tussen wegzijgingsgebieden (gecombineerd met een diepere GLG) en zoete- en brakke kwelgebieden ($R^2 = 43,5\%$). De meeste humusvormen komen voor bij wegzijgingsgebieden. Voor zover dit terrestrische humusvormen betreft in leemarme zandgronden, is er geen duidelijke relatie met grondwaterstanden. Het zijn allemaal hangwaterprofielen. Het kan zijn dat de afbraak van organische stof afhankelijk is van het vochthoudend vermogen van de bovengrond. Er komen *kalkzandmulls* (ZLk), *vlakmullmoders* (LDc) en *schraalmoders* (Ds) voor. Bij de eerste twee humusvormen komen vaak wat kleilaagjes voor bovenin het profiel. Bij de *vlakmullmoders* hebben we ook regenwormen aangetroffen. Hier zijn de condities voor afbraak van organische stof goed. Bij de *schraalmoders* vindt weinig afbraak plaats. Dit komt tot uiting in een dominante M-horizont en het ontbreken van een A-horizont. Bij de leemrijke kalkrijke zandgronden hebben we alleen *kalkwormmulls* (WLk) aangetroffen. Hier is door voldoende vochthoudend vermogen de afbraak van organische stof optimaal.

De ontkalking die bepalend is voor het ontstaan van *vage schraalhydromoders* (zie boven) is een gevolg van wegzijging. Dit hebben we alleen waargenomen voor semiterrestrische profielen in een wegzijgingsgebied. Voor terrestrische profielen zou ook een ontkalkingsreeks verwacht worden, maar daarvoor ontbreken waarnemingen in droge duinen.

De humusprofielontwikkeling bij zoete kwel is afhankelijk van het voorkomen van inundaties. Wanneer deze uitblijven en de GHG ongeveer rond maaiveld voorkomt ontstaat een *vlakhydromull* (HLc). Op zeer natte standplaatsen waar wel inundatie optreedt wordt de afbraak van organische stof geremd door een gebrek aan aëratie. Hierdoor ontwikkelen zich *wormhydromoders* (HDw). Die gekenmerkt worden door een AMh die dikker is dan de Ah. Er vindt wel enige afbraak plaats, waardoor geen M-horizont ontstaat.

Bij brakke kwel worden vooral *moders* gevonden omdat door het hoge zoutgehalte de afbraak van organische stof wordt geremd.

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Door variabelen uit alle processtelsels op te nemen kan een model opgesteld worden waarmee 77 % van de variatie verklaard kan worden. Hierbij worden ook de correlaties van variabelen uit verschillende processtelsels zichtbaar. Het blijkt dat de

CN toeneemt bij drogere standplaatsen, terwijl de CP juist toeneemt in de richting van brakke kwel. Calciumverzadiging lijkt juist toe te nemen bij zoete kwel.

4.3.2 Relatie humusvorm en vegetatie

In tabel 9 hebben we het voorkomen van vegetatietypen per humusvorm weergegeven. In de cellen is het aantal locaties opgenomen waar een vegetatietype voorkomt bij een humusvorm. Door middel van dezelfde kleuren en arceringen als in figuur 14 is aangegeven of het een evenwichtsituatie betreft, of dat de combinatie van humusvorm en vegetatietype voorkomt bij jonge profielen, of na klepelen of bij agrarisch beheer. Bij zeer recent afgeplagde profielen is de vegetatie meestal nog te weinig ontwikkeld om een vegetatietype toe te kennen. Deze profielen staan in de tabel onder "NB". Dit geldt ook voor profielen met een agrarisch beheer, waar meestal geen vegetatieopname bij is gemaakt. De volgorde van de humusvormen in tabel 9 is aangepast aan de volgorde waarin ze in figuur 14 zijn weergegeven. Dit geeft de topografische positie van de humusvormen beter weer.

Tabel 9 Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in kalkrijke zandgronden.

Humusvorm	Vegetatietype														
	NB	09C3a	09C4	09C-a	12B3b	14D3b	14D-d	14E1a	14-k	15A1b	16/c	16B3	16B-a	16C4d	16C-f
wegzijging															
VLc															1
ZLk											1				2
LDc						1									1
Ds															1
WLk										1			1	1	
HLd				1			1								
VHDs	6	2						2	2						
zoete kwel															
VHLc	5			1											
HLc				1								1			
FHLDw	1														
HDw			1												
brakke kwel															
HLc	1														
HLDw	2														
SEDv					1										1
HDc					1										
Totaal	15	2	1	3	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2

Er is een vrij duidelijke relatie tussen groepen humusvormen die ingedeeld zijn naar de topografische positie (zie figuur 14) en vegetatietypen op klassenniveau. Een aantal humusvormen komt voor bij vegetatietypen in verschillende klassen. Hierbij betreft het wel vaak contactgemeenschappen. Ook komt het voor dat een vegetatietype voorkomt bij verschillende humusvormen, meestal binnen dezelfde topografische positie.

Relatie humusvorm en vegetatie bij wegzijging

Terrestrische humusvormen komen vrijwel allemaal voor bij vegetatietypen uit de *Klasse der vochtige graslanden (16)* of de *Kweekdravik-associatie (31D2)* en verwante stroomdalvegetaties. De *Kweekdravik-associatie* is gebonden aan een relatief dynamisch milieu in de uiterwaarden, (Schaminée et al 1998) en komt voor met verschillende humusvormen, van *mull* tot *moder*. Dit vegetatietype wordt in grote mate bepaald door moedermateriaal (kalkrijk, leemarm zand) en klimaat (droog, warm), waardoor de humusvorm weinig onderscheidend is. De in figuur 14 aangegeven ontwikkelingsreeks van *vlakvaagmull (VLc)* tot *vlakmullmoder (LDc)* of *schraalmoder (Ds)* kan dus kennelijk plaats vinden, zonder dat hierbij het vegetatietype verandert. Op een *vlakmullmoder* bij Vianen komt de *Associatie van Vetkruid en Tijm, Subassociatie van Sikkelklaver (14D3b)* voor, die onder invloed van bodemverstoring als contactgemeenschap genoemd wordt voor de *Kweekdravik-associatie* (Schaminée et al. 1996). In het profiel is dat in dit geval niet direct waarneembaar. De betreffende locatie wordt wel sterk begraaasd door konijnen. In de hier besproken ontwikkelingsreeks komen ook een *DG Kweek (16/c)* en een *RG Glanshaver en Kropaar (16C-f)* van de *Klasse der vochtige graslanden (16)* voor. Op leemrijk moedermateriaal met een *kalkwormmull (WLk)* komt de *Associatie van Sikkelklaver en Zachte haver, Subassociatie van Glanshaver (15A1b)* voor op een vergelijkbare topografische positie als de *Kweekdravik-associatie* op leemarm substraat. Onder invloed van bemesting gaat het vegetatietype over in een *Kamgrasweide, Subassociatie van Sikkelklaver (16C4d)*, terwijl de humusvorm onveranderd blijft. Op een strandvlakte in Dijkwater komt op een *kalkwormmull* een *RG Echte koekoeksbloem, Harlekijn & Riet [Dotterbloem-verbond] (16B-a)* voor.

Op de ondiep ontkalkte standplaatsen waar zich een *vage schraalhydromoder (vHDs)* ontwikkeld heeft, die na klepelen tijdelijk is overgegaan in een *duinhydromull (HLd)*, komen vegetaties voor van het *Knopbiesverbond (9C)* en de *Klasse der droge graslanden op zandgrond (14)*.

Het aantal locaties met zoete kwel is beperkt. Bovendien is bij een 6-tal recent geplagde profielen geen herkenbare vegetatie ontwikkeld. Bij enkele (*vage*-) *vlakhydromulls (HLc)* komt de *RG Zeegroene zegge [Knopbiesverbond] (9C-a)* of de *Associatie van Harlekijn en Ratelaar (16B3)* voor. Hier vindt geen inundatie plaats. Dit is wel het geval bij een *wormhydromoder (HDw)* waarbij de *Associatie van Bonte paardestaart & Kruipwilg (9C4)* tot ontwikkeling is gekomen.

Ook het aantal locaties met brakke kwel is beperkt. Er zijn 3 locaties met een natuurlijke vegetatie. Hier is de topografische positie, in de vorm van brakke kwel van invloed op de humusvorm (*schrale-vaageerdmoder (sEDv)* of *schorhydromoder (HDc)*) en de vegetatie (*Associatie van Aardbeiklaver & Fioringras, Subassociatie van Fraai duizendguldenkruid (12B3b)* of *Associatie van Zilte rus, typische subassociatie (26C1a)*). Beide vegetatietypen zijn gebonden aan brakke standplaatsen (Schaminée et al. 1996).

4.4 Kleigronden

Er zijn 23 profielen beschreven binnen de kleigronden. Binnen deze groep zitten ook moerige gronden (plaseerdgronden en broekeerdgronden op klei of broekeerdgronden met een kleidek). In het raamwerk ecologische bodemtypologie (Kemmers en De Waal 1999) worden deze gronden tot de kleigronden gerekend. Dit betreft 13 profielen. Van de overige 10 profielen liggen er 2 op een keileemgrond, 1 op zeeklei en 7 in rivier- en beekklei. Dit onderscheid in moedermateriaal maakt deel uit van de lytho-functie en is niet opgenomen in de CVA. Bij de beschrijving van de positie van de humusvormen in het ecosysteem is hier wel rekening mee gehouden (zie 4.3.1).

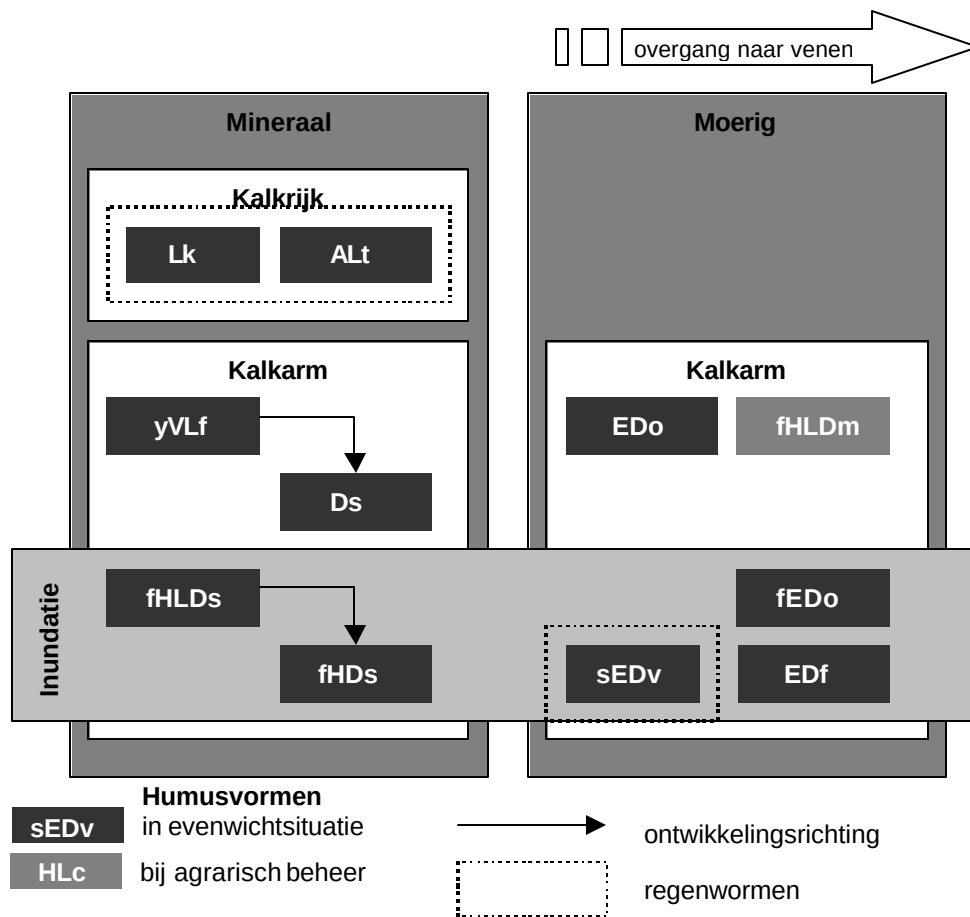
Eén profiel kent een agrarisch beheer. Dit hebben we bij de CVA weggelaten. In figuur 15 en tabel 10 is dat met een afwijkende kleur en arcering weergegeven. De vegetatie op de overige 13 locaties wordt gemaaid. Geen van de profielen is afgeplagd of zeer recent afgezet. In de CVA is daarom geen rekening gehouden met beheer of leeftijd van de profielen.

4.4.1 Positie humusvormen

De bijdrage van humus- en standplaatseigenschappen en topografie aan de variatie in humusvormen is bij kleigronden ongeveer gelijk. Voor het beheer hebben we geen verschil gevonden, omdat in de dataset alleen locaties voorkomen waar de vegetatie gemaaid wordt (zie aanhangsel 9 en figuur 13). In figuur 15 hebben we de positie van de humusvormen binnen het ecosysteem schematisch weergegeven.

Invloed van humuseigenschappen

Bij de kleigronden blijkt alleen het humusgehalte een significante relatie te hebben met de humusvormen. Hiermee wordt 9,6 % van de variatie verklaard. Eigenlijk is dit verschil terug te voeren op het moedermateriaal en behoort daarmee feitelijk tot de topo-functie. De *eerdmoders (ED)* komen voor bij een hoog organische stofgehalte. Dit zijn dan ook humusvormen die gekenmerkt worden door een dominante Oh- of OA-horizont (Zie aanhangsel 5). Ook een *fluviale moerhydromullmoder (fHLDm)* hebben we hierbij gerekend. Hierin komt ook een OA-horizont voor, maar deze is dunner dan de Ah die ontwikkeld is in een kleidekje. De overige humusvormen behoren allemaal tot minerale klei, of keileemgronden.



Figuur 15 Positie van humusvormen in het ecosysteem bij kleigronden.

Invloed van de standplaatseigenschappen

Van de standplaatseigenschappen is voor de kleigronden alleen de ontkalkingsdiepte significant. Deze verklaart 10,2 % van de variantie. De meeste profielen zijn kalkarm. Dit geldt in elk geval voor de moerige gronden. Bij de minerale gronden komen 4 kalkrijke kleigronden voor. Hierop komen in alle gevallen *terrestrische mulls* voor. Het belangrijkste verschil tussen de *kalkwormmull* (*WLk*) en de *tuinakkmull* (*ALt*) is het voorkomen van een Ap of Aa-horizont in de *tuinakkmull*. Dit zou kunnen wijzen op een antropogene oorzaak voor het ontbreken van wortelmatten, maar in een dergelijk kalkrijk kleiprofiel is de omzetting van organische stof van nature altijd goed. In deze profielen hebben we ook regenwormen aangetroffen.

Alle kalkarme profielen vertonen wel enige vorm van stapeling van organische stof, die afwezig is bij de kalkrijke profielen. Dit geldt ook voor de *ijzerrijke-beekvaagmull* (*yVLf*), hoewel deze tot de *mulls* gerekend moet worden. Deze humusvorm komt voor op een keileemgrond in De Borkeld met een geringe bewortelingsdiepte (ca 10

cm), waarbij de (heischrale) vegetatie afhankelijk is van tijdelijk beschikbaar stagnerend regenwater. Deze vegetatie heeft een zeer lage productiviteit van ca 0,21 kg/m² (Kemmers et al. 2001a), waardoor de input van organische stof gering is. Deze is vooral te vinden in een 1,5 cm dikke AMh-horizont, waaronder een 6,5 cm dikke AC-horizont voorkomt. Omdat de AMh dunner is dan 2 cm wordt dit profiel bij de *mulls* gerekend. Wanneer deze wortelmat dikker dan 2 cm wordt, wordt het een *schraalmoder* (*Ds*). De *schraalmoder* komt ook voor op dezelfde stagnerende keileemgronden, maar dan met een wat dikkere wortelmat.

Invloed van topografie

Van de topografische variabelen is inundatie de enige die een significante verklaring geeft voor de variatie in humusvormen ($R^2 = 11,1\%$). Hiermee worden voor de natuurterreinen alle profielen van een *fluviatiele fase* (*f.*) afgescheiden en vrijwel alle *semiterrestrische moders* (*3s*). In alle gevallen is sprake van accumulatie van organische stof, als gevolg van natte omstandigheden, waardoor de afbraak geremd wordt. Het betreft vaak ook hoog productieve vegetaties, met een hoge input van organische stof. Bij de *moereerdmoder* (*EDo*), die gekenmerkt wordt door een dominante OA-horizont, is het organische stofgehalte lager dan bij de *beekeerdmoder* (*EDf*), waarbij de dominante Oh-horizont meer organische stof bevat. Dit verschil is te verklaren uit een verdergaande mineralisatie van organische stof in de iets drogere *moereerdmoders*.

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Bij een model waarbij variabelen uit alle processtelsels opgenomen worden blijkt ook de verhouding tussen calcium en waterstof aan het adsorptiecomplex (HCa) significant te zijn. Samen met de reeds eerder geselecteerde variabelen wordt hiermee 40,6 % van de variantie verklaard. De bijdrage van HCa in dit model lijkt echter voornamelijk toe te schrijven aan de *ijzerrijke-beekvaagmull* (*yVLF*) in De Borkeld die zeer sterk uitgelooft is. Voor het overige lijken de andere variabelen elkaar te versterken volgens de hiervoor beschreven relaties. De *ijzerrijke-beekvaagmull* en de *schraalmoder* (*Ds*) komen op een vergelijkbare standplaats voor, waarbij zowel de topografie (droogte), als standplaatseigenschappen (ontkalking) en moedermateriaal (keileem) een rol spelen. Iets dergelijks geldt voor de *fluviatiele schraalhydromullmoder* (*fHLDs*) en de *fluviatiele schraalhydromoder* (*fHDS*). Beide profielen verschillen in de dikte van een wortelmat ten opzichte van de Ah-horizont (zie bijlage 5) en moeten als een ontwikkelingsreeks beschouwd worden voor kleigronden waar door langdurig natte omstandigheden afbraak van organische stof geremd wordt. Ook hier zijn moedermateriaal, standplaatseigenschappen en topografie gelijk.

4.4.2 Relatie humusvorm en vegetatie

In tabel 10 hebben we het voorkomen van vegetatietypen per humusvorm weergegeven. De volgorde van de humusvormen in tabel 10 is aangepast aan de volgorde waarin ze in figuur 15 zijn weergegeven. Dit geeft de verschillen in moedermateriaal en kalkrijkdom beter weer.

Tabel 10 Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in kleigronden.

	Vegetatietype																		
Humusvorm	08-a	08C3	09-g	12-a	12B4a	16/d	16A1d	16A2a	16A2c	16A-c	16B/c	16B-c	16C3a	16C3d	16C-e	16-d	16-l	19A2	32-d
mineraal, kalkrijk																			
WLk					1									1					
Alt													2						
mineraal, kalkarm																			
YVLf																		1	
Ds															1				
FHLDs		2								1							1		
FHDs			1																
moerig, kalkarm																			
FHLDm				1															
Edo																	1		
Edf								2											
SEDv							2					1							
FEDo	1					1			1		1								1
Eindtotaal	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1

Er is een relatie tussen groepen humusvormen en vegetatietypen op verschillende niveaus. De meeste vegetatietypen behoren tot de *Klasse der vochtige graslanden* (16). Daarbinnen komen vegetatietypen van verschillende verbonden voor bij groepen humusvormen.

Relatie humusvorm en vegetatie op kalkrijke kleigronden

Op de kalkrijke kleigronden komen samen met de beide *terrestrische mulls* vegetaties voor van de *Glanshaver-associatie* (16C3), waarbij de *typische subassociatie* (16C3a) voorkomt op de verwerkte *tuinaktermull* (Alt) bij Vianen. Op de niet verwerkte *kalkwormmull* (WLk) komt in het rivierengebied de *Subassociatie van Sikkelsklaver* (16C3d) voor, en aan de kust bij Dijkwater, de *Associatie van Kattedoorn & Zilte zegge*, *typische subassociatie* (12B4a).

Relatie humusvorm en vegetatie op kalkarme kleigronden

De *terrestrische* humusvormen op kalkarme kleigronden (keileemgronden in De Borkeld) hebben vegetatietypen die behoren tot de *Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras* (19A2), of *RG Spits havikskruid* [*Glanshaver-verbond*] (16C-e).

De *semiterrestrische* humusvormen binnen deze groep (op klei) behoren tot de *fluviale fase* (f.) van de *schraalhydromullmoder* (HLDs) of de *schraalhydromoder* (HDs) en hebben vegetaties van de *Associatie van Blaaszegge* (08C3), of *rompgemeenschappen van Moerasstruisgras* (16-d of 16A-c) of *RG Hennegrass* [*Klasse Der Kleine Zeggen*] (09-g). Al deze gemeenschappen zijn gebonden aan min of meer langdurige inundatie, hetgeen ook

geldt voor de hier voorkomende humusvormen. Ze komen voor in Smalbroeken en Winkelsven.

Relatie humusvorm en vegetatie op moerige kleigronden

Op humusvormen binnen deze groep komen vooral vegetatietypen voor van het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* (16A), en *Dotterbloem-verbond* (16B), onder andere in De Bruuk en Lemselermaten.

4.5 Venen

Binnen de venen hebben we 63 profielen beschreven. De meeste profielen zijn vlietveengronden (niet gerijpt materiaal binnen 20 cm, N = 27) en madeveengronden (met een kleiarne moerige eerdlaag van 15 à 50 cm dik, N = 17). 12 Profielen hebben een kleiige Oh of OA horizont of een 10 à 15 cm dik kleidekje. Volgens de bodemclassificatie (De Bakker en Schelling 1989) zijn dit koopveengronden. De humusvormen worden als *fluviatiele fase* (f...) beschouwd. Ze vormen een overgang naar de kleigronden (zie 4.4) waar profielen met een kleidek dikker dan 15 cm bij gerekend worden. Ze komen voor in Wyldlanden en Ule Krite.

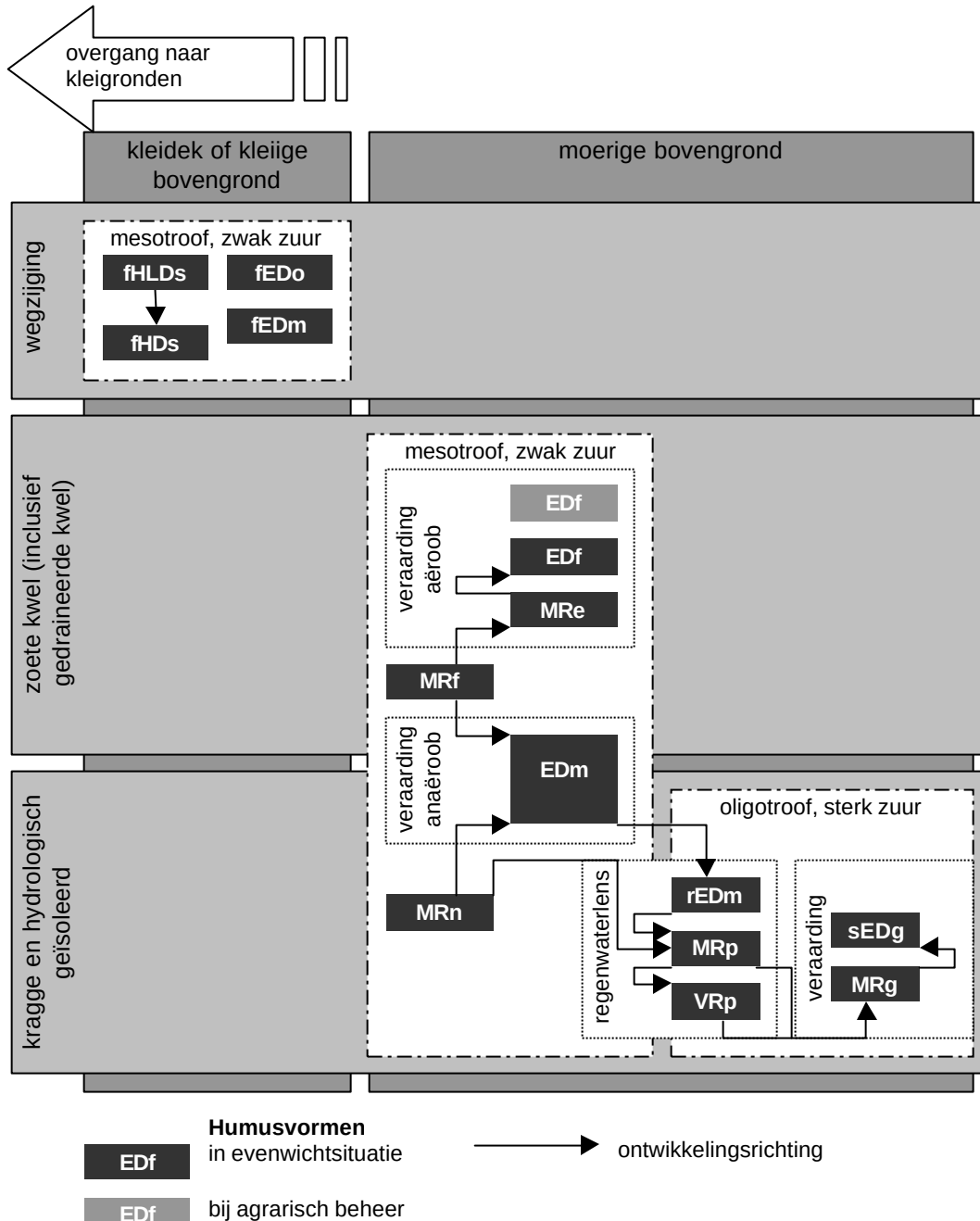
Alle profielen zijn nat tot zeer nat. Bij 50 profielen komt de GLG niet dieper voor dan 50 cm – mv. (Gt Ia), de overige 13 profielen hebben Gt IIa, waarbij de GLG tot ca 60 diepte kan zakken. Vrijwel alle profielen worden gedurende kortere of lagere tijd geïnundeerd. De herkomst van dit water is niet overal bekend. Vaak is het kwelwater of stagnerend regenwater. In een aantal gevallen komt ook inundatie met oppervlaktewater voor. De profielen in venen liggen voornamelijk in zoete kwelgebieden (o.a. De Barten en Helsbroek; N = 22) en in kraggesystemen (o.a. Ilperveld, Stobberibben en Westbroekse Zodden; N = 17), maar deels ook in wegzijgingsgebieden (delen van Limmerdie en Wyldlanden/Ule Krite; N = 15) en in kleinere aantallen in gedraineerde kwelgebieden en hydrologisch geïsoleerde gebieden.

De vegetatie op vrijwel alle profielen wordt gemaaid. Er is daarom geen rekening gehouden met beheer. Ook recent afgeplagde profielen komen in de dataset niet voor. Eén profiel bij de Westbroekse Zodden kent een agrarisch beheer in is in de CVA niet opgenomen. In figuur 16 en tabel 11 is dat met een afwijkende kleur en arcering weergegeven.

4.5.1 Positie humusvormen

Uit de CVA blijkt dat voor venen de variatie in humusvormen voornamelijk bepaald wordt door de topografische positie (hydrologisch systeem) en standplaats-eigenschappen (zuurbuffer/zuurgraad) (zie aanhangsel 9 en figuur 13). De zuurgraad wordt in een veenprofiel ook grotendeels bepaald door hydrologische omstandigheden zoals de vorming van een regenwaterlens. In figuur 16 hebben we de positie van de humusvormen binnen het ecosysteem schematisch weergegeven.

De belangrijkste bodemvormende processen binnen de venen betreffen accumulatie en afbraak van organische stof. Dit komt tot uiting in veengroei en veraarding. Hierdoor komen binnen de venen een aantal ontwikkelingsreeksen van humusvormen voor die in figuur 16 met pijlen zijn weergegeven.



Figuur 16 Positie van humusvormen in het ecosysteem bij venen

Invloed van humuseigenschappen

Verschillen in humuseigenschappen blijken bij de CVA slechts een zeer klein deel van de variatie in humusvormen te verklaren ($R^2 = 3,8 \%$). Dit komt voor rekening

van P-totaal. Hiermee wordt echter het belang van de veensoort onderbelicht. Deze is van groot belang als indicator van het watertype waarin het veen gegroeid is. Het voorkomen van verschillende veensoorten in opeenvolgende lagen geeft aan welke veranderingen in dit watertype zijn opgetreden. Het voorkomen van een laag veenmosveen op zeggeveen wijst op de vorming van een regenwaterlens, waardoor zwak zuur kwelwater of oppervlaktewater is verdrongen door zuur regenwater. Ook de mate van veraarding geeft aanwijzingen over de ontwikkeling van het ecosysteem sinds de vorming van het veen. Deze informatie is opgenomen in de indeling van humusvormen (zie aanhangsel 5), en daarom niet als verklarende variabele bij de CVA gebruikt. In ontwikkelingsreeksen in figuur 16 komen de verschillen in veensoort en veraarding wel tot uiting.

Veel humusvormen bestaan uit mesotroof veen (zeggeveen, broekveen) in verschillende graden van veraarding. Door verzuring kan hierin veenmosgroei plaatsvinden waardoor een opschuiving plaatsvindt naar humusvormen die gekenmerkt worden door oligotroof (veenmos, haarmos) veen. De humusvormen die weinig of niet veraard zijn worden tot de *semiterrestrische mors* gerekend.

Invloed van standplaatseigenschappen

De standplaatseigenschappen verklaren 12,3 % van de variantie. Dit betreft de pH-KCl, calciumverzadiging en H/Ca. De *fluviatiele fasen* (f...) en veenprofielen in mesotroof veen, zoals de *veenmesimor* (MRn) en de *beekmesimor* (MRf) en de door veraarding hieruit ontstane *eerdmesimor* (MRe), *beekerdmoder* (EDf) en *meereerdmoder* (EDm) zijn in het algemeen zwak zuur. De humusvormen die hieruit door verzuring ontstaan zijn, zijn sterk zuur.

Invloed van topografie

Variabelen die verband houden met de topografische positie (GLG en hydrologisch systeem) verklaren samen 16 % van de variantie. Er zijn groepen humusvormen te onderscheiden bij verschillende hydrologische systemen (zie aanhangsel 9). De verschillen in GLG zijn gering. De diepste GLG waarden liggen bij 60 cm – mv. De ondiepste rond 10 cm – mv. in kraggen. Er is weinig verschil in GLG tussen kwelgebieden en wegzijgingsgebieden. Beide zijn nat, maar het verschil bestaat uit de richting van de belangrijkste grondwaterstromen. Wegzijgingsgebieden zijn vaak gebieden die als een peilhorst in een ontwaterde omgeving liggen, waardoor infiltratie overheerst (o.a. Wyldlanden/Ule Krite). Dit in tegenstelling tot de kwelgebieden. Locaties die als gedraineerd kwelgebied gekenmerkt worden blijken volgens de CVA bij een iets lagere GLG voor te komen dan de zoete kwelgebieden. Hierbij treedt veraarding op. Opvallend is dat de fluviatiele fasen voor komen in wegzijgingsgebieden. Hydrologisch geïsoleerde gebieden komen in de CVA voor samen met kraggesystemen.

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Een model waarin variabelen uit alle processtelsels zijn opgenomen verklaart ongeveer een kwart van de variantie ($R^2 = 24,1\%$). Hierbij blijkt Ptot het hoogst te zijn bij zoete kwel en gedraineerde kwelgebieden. De H/Ca-ratio neemt toe bij

geïsoleerde gebieden, waarbij stagnatie van regenwater een rol speelt. Hier komen de meest verzuurde humusvormen voor.

In figuur 16 zijn een aantal ontwikkelingsreeksen weergegeven die verband houden met de hierboven besproken relaties.

De *fluviatiele schraalhydromullmoder (fHLDs)* en de *fluviatiele schraalhydromoder (fHDs)* die binnen wegzijgingsgebieden voorkomen zijn wat betreft profielopbouw vergelijkbaar. Beide humusvormen hebben een kleidek met een minerale eerdlaag (Ah), waarop een wortelmat (M-horizont) gevormd is. Het onderscheid tussen beide humusvormen bestaat uit de relatieve dikte van deze wortelmat ten opzichte van het kleidek. Bij de *schraalhydromullmoder* is de M-horizont dunner dan de Ah-horizont, terwijl dat bij de *schraalhydromoder* juist andersom is. Beide humusvormen komen in dezelfde standplaatsen voor en moeten als een ontwikkelingsreeks binnen de standplaats beschouwd worden. De *schraalhydromoder* is hierbij ontstaan uit de *schraalhydromullmoder*.

In kwelmilieus groeit mesotroof broekveen of zeggeveen. Het organische stofgehalte hiervan is meestal lager dan 70 % omdat er vaak ook wat bijmenging van minerale delen in de vorm van zand of slib optreedt. Ook kan er bij ijzerrijke kwel neerslag van ijzeroxide plaatsvinden. Zolang het permanent verzadigd blijft met water zal in dit veen weinig veraarding optreden. In dergelijke profielen is een Om of Of-horizont bestaande uit mesotroof veen dominant. De humusvorm is een *beekmesimor (MRf)*. Bij wat grotere grondwaterstandfluctuaties bij voorbeeld als gevolg van drainage, vindt aërobe veraarding plaats, waardoor bovenin het profiel een Oh-horizont ontwikkelt. Als deze 10 à 20 cm dik is noemen we de humusvorm een *eerdmesimor (MRe)*. De Om- of Of-horizont is nog steeds dominant. Bij verdergaande veraarding wordt de Oh-horizont dominant en gaat de humusvorm over in een *beekerdmoder (EDf)*. Onder permanent natte, basische omstandigheden, bij sterke kwel, vindt anaërobe veraarding plaats, waarbij de Om-horizont overgaat in een Og-horizont. De humusvorm wordt dan een *meereerdmoder (EDm)*.

Bij verlanding van open water door vorming van een kragge, vindt veel minder bijmenging van minerale delen plaats en ontstaat een veensoort met een zeer hoog organische stofgehalte. Dit bestaat uit een matrix van wortels en stengels van de plantensoorten waaruit de kragge is opgebouwd. Dit zijn vaak *Riet*, *Zeggesoorten* en *mossen*. Vaak zijn deze goed herkenbaar en worden in het veen Of- en Om-horizonten onderscheiden. De humusvorm is dan een *veenmesimor (MRn)*. Door anaërobe veraarding kan deze overgaan in een *meereerdmoder*. Naarmate de kragge dikker wordt, of wanneer het kraggesysteem in een infiltratiegebied ligt, neemt de invloed van het gebufferde oppervlaktewater bovenin het kraggeprofiel af, waardoor het hydrologisch geïsoleerd wordt. Hierbij ontwikkelt zich een regenwaterlens, waardoor de zuurgraad daalt en de vegetatie veranderd. *Veenmossen* en later ook *Haarmos*, verdringen de basenminnende soorten en er treedt bovenin het profiel veenmosveen vorming op. Als dit gebeurt bij een *meereerdmoder*, gaat deze over in een *rauwe meereerdmoder (rEDm)*, met minder dan 10 cm veenmosveen. Wordt de veenmoslaag dikker dan 10 cm, dan spreken we van een *rauwmesimor (MRp)*, die

uiteindelijk, als de veenmoslaag (Of-horizont in oligotroof veen) dominant wordt, overgaat in een *rauwveenmosmor* (VRp). De ontwikkeling via *rauwmesimor* naar *rauwveenmosmor* kan ook plaatsvinden vanuit de *veenmesimor*, waarin nog geen anaërobe veraarding heeft plaatsgevonden.

Door verdroging van een *rauwmesimor* of *rauwveenmosmor* ontstaat uit het oligotrofe veen een veraarde Od-horizont. Als deze 10 à 20 cm dik is noemen we de humusvorm een *gliedemesimor* (MRg) en wanneer de Od-horizont dominant wordt, is het een *gliedeedmoder* (EDg).

4.5.2 Relatie humusvorm en vegetatie

In tabel 11a en 11b hebben we voor de venen het voorkomen van vegetatietypen per humusvorm weergegeven. De volgorde van de humusvormen hebben we aangepast aan de volgorde waarin ze in figuur 16 zijn opgenomen. Dit geeft de verschillen in hydrologisch systeem en de beschreven ontwikkelingsreeksen beter weer.

Het grootste deel van de vegetaties behoort tot de *Klasse der Kleine Zeggen* (09) (N = 33) en de *Klasse der vochtige graslanden* (16) (N = 13). Verder komen vegetaties voor van het *Verbond der Grote Zeggen* (08) (N = 5), de *Klasse der hoogveenbulten en natte heiden* (11) en het *Zilverschoonverbond* (12B), allebei op twee locaties en één locatie met een vegetatie van de *Klasse der natte strooiselruigten* (32).

De in 4.5.1 beschreven ontwikkelingsreeksen komen gedeeltelijk overeen met successiereeksen van de vegetatietypen.

Relatie humusvorm en vegetatie in wegzijgingsgebieden

De *fluviatiele schraalhydromullmoder* (fHLDs) en de *fluviatiele schraalhydromoder* (fHDs) komen vooral voor met een *RG Gewoon Veenmos en Pijpestrootje* [*Klasse der Kleine Zeggen*] (09-i) en in één locatie met de *Subassociatie van Melkeppe van het Blauwgrasland* (16A1c). Deze laatste subassociatie is ook typerend voor de *fluviatiele fase* (f...) van de *moereerdmoder* (fEDo) en de *meereerdmoder* (fEDm).

Relatie humusvorm en vegetatie bij zoete kwel en in gedraineerde kwelgebieden

In deze groep begint de humusvormontwikkeling bij de *beekmesimor* (MRf), waarbij op één locatie in Helsbroek met een *schrone fase* (sMRf) de *Typische subassociatie van de associatie van Draadzegge en Veenpluis* (09B2a) voorkomt. Deze komt ook voor op één locatie van de *veenmesimor* (MRn) in Ule Krite die beschouwd wordt als startpunt voor de humusvormontwikkeling in kraggen. Bij een *ijzerrijke beekmesimor* (yMRf) in het Reestdal komt een *RG Moerasstruisgras / Kruipende boterbloem* [*Zilverschoonverbond*] (12B-f) voor.

Bij de aërobe veraarding waarbij de humusvorm overgaat in een *eerdmesimor* (MRe) en uiteindelijk in *schrone beekmoder* (sEDf), ontstaan vegetaties die o.a. behoren tot het *Verbond van Zwarte zegge* (09A), *Blauwgrasland* (16A1), het *Dotterbloemverbond* (16B), of

het *Verbond der grote zeggen* ((08C). Vegetaties van dit verbond treffen we ook aan bij de *meereerdmoders* (EDm) die bij anaërobe veraarding ontstaan.

Tabel 11a Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in venen in wegzijgingsgebieden en (gedraineerde) kwelgebieden.

Humusvorm	Vegetatietype															
	NB	08C2a	08C2b	08C4b	08C6b	09A3a	09A3b	09A-a	09B2a	09B-b	09-f	09-g	09-i	12B-f	12B-j	16A1a
wegzijgingsgebied																
fHLDs													3			1
fHDs													1			
fEDo																5
fEDm																1
zoete kwel (inclusief gedraineerde kwel)																
sMRf									1						1	
yMRf																
MRe			1								1					
sMRe							1								1	1
EDf	1															
sEDf		1			1	1		1		2	1	1				1
sEDm			1													1
yEDm				1												
Totaal	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	4	1	1	8

Tabel 11b Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in venen in kraggen en hydrologisch geïsoleerde gebieden.

Humusvorm	Vegetatietype										
	NB	09/c	09-a	09A2b	09B2a	09B3	09B3b	09B-b	09-i	11A2a	11B1
kraggen en hydrologische geïsoleerde gebieden											
MRn	1	5	3		1	1	1	1			
EDm											1
rEDm	3										
MRp	2	4		1		1					
VRp								2			
MRg										1	
sEDg									1		
Eindtotaal	6	9	3	1	1	2	1	1	2	1	1

Relatie humusvorm en vegetatie in kraggen en hydrologisch geïsoleerde gebieden

Bij kraggen is de *veenmesimor* (MRn) het begin van de humusvormontwikkeling. Hierbij komen verschillende vegetaties voor van het *Verbond van Draadzegge* (09B), waarin soms al een begin van veenmosgroei plaatsvindt. deze vegetaties gaan over in een *RG Veenpluis/ Veenmos* [Klasse Der Kleine Zeggen] (09-a) en bij verdere degradatie in een *DG Gewoon haarmos* [Klasse Der Kleine Zeggen] (09/c). Deze laatste gemeenschap

treffen we ook aan bij de *rauwmesimor* (*MRp*), waarin een laag veenmosveen (en haarmosveen) van 10 à 20 cm voorkomt. Bij één locatie in de Stobberibben met een *rauwmesimor* komt een *Veenmosrietland*, *Subassociatie van Pijpestrootje* (*09A2b*) voor. Verdergaande veenmosgroei, waarbij de humusvorm overgaat in een *rauwveenmosmor* (*VRp*) leidt tot een *RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje* [*Klasse Der Kleine Zeggen*]. Als deze humusvorm door veraarding overgaat in een *gliedemesimor* (*MRg*) en uiteindelijk in een *gliedeedeerdmoder* (*EDg*), veranderd de vegetatie in *Associatie van Gewone dophei & Veenmos* (*11B1*) en daarna in de *Associatie van Gewone Dophei*, *Subassociatie van veenmos* (*11A2a*).

4.6 Kwelgevoede zandgronden

De kwelgevoede zandgronden vormen veruit de grootste groep binnen de onderzochte locaties (zie tabel 7). Er vallen 173 locaties binnen dit stratum. Dit is 50 % van alle locaties. Hierbinnen komen 34 verschillende humusvormen voor. Om het overzicht te behouden hebben we in de overzichten in dit hoofdstuk een aantal humusvormen samengevoegd. Zo hebben we de *zandhydromull* (*HLz*) en de *beekhydromull* (*HLf*) samen gevoegd als *hydromull* (*HL*). Tevens hebben we de ijzerrijke fase (*ijzerrijke- y...*) die in aanhangsel 5 wel onderscheiden wordt, hier samengenomen met de bovenliggende subgroep. Ook hebben we de profielen met een moerige bovengrond apart behandeld van de locaties met een zuiver mineraal profiel.

4.6.1 Mineraal profiel

De locaties met een mineraal profiel behoren tot de beekkeerd- (*pZg.*), gooreerd- (*pZn.*) en vlakvaaggronden (*Zn.*). Ook enkele broekeerdgronden met een zanddek (*zWz*) en enkele leemgronden (*Ln5*) behoren tot deze groep. Op 17 locaties komt op het profiel een kleidek (*k.*) voor, o.a. in het Helvoirtse Broek, Smalbroeken en Winkelsven. Deze rekenen wij tot de *fluviatiele fase* (*f.*).

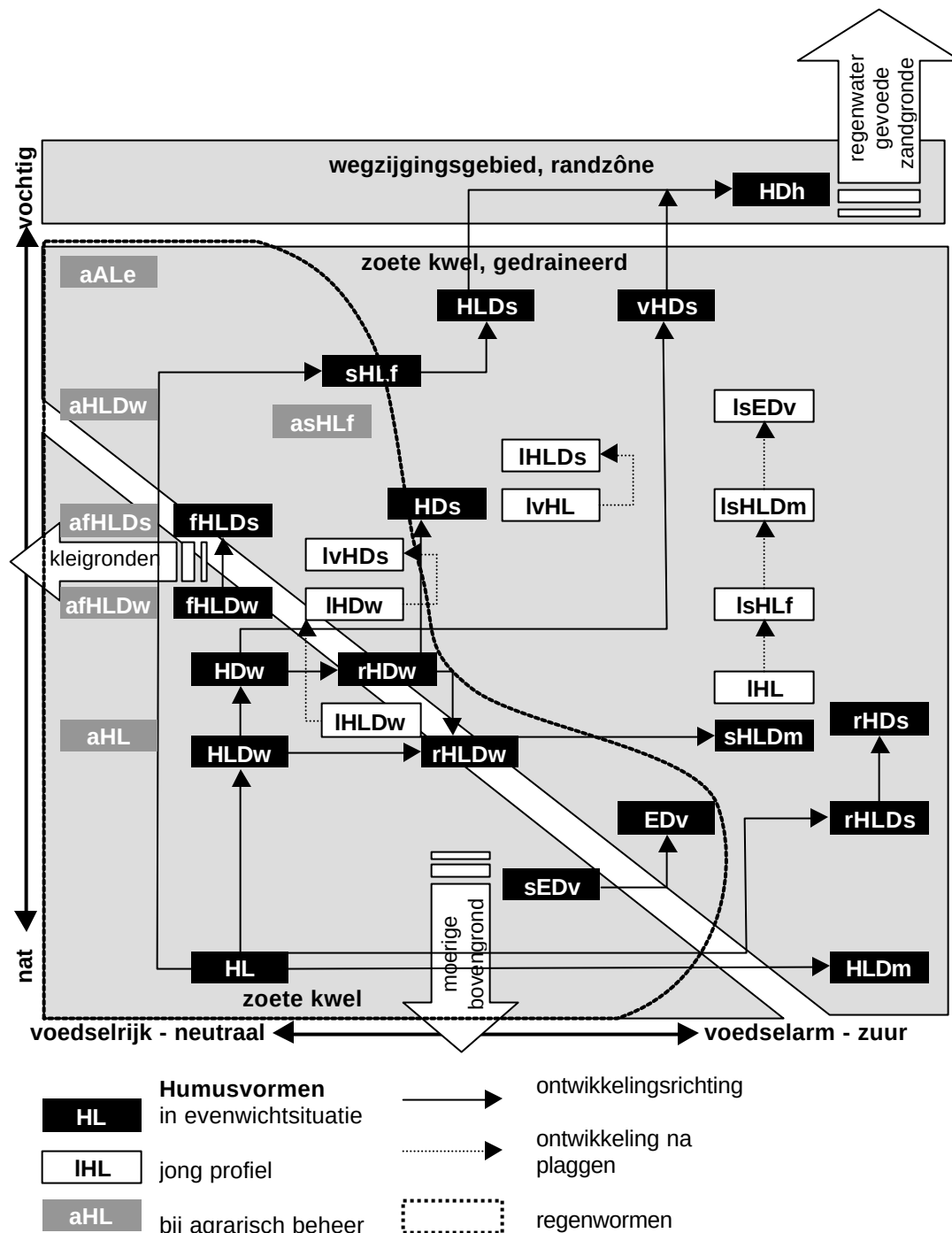
Vrijwel alle profielen komen voor in zoete kwelgebieden (*N* = 56) of gedraineerde kwelgebieden (*N* = 81). De standplaatsen zijn nat tot vochtig.

In het grootste deel van de locaties wordt de vegetatie gemaaid (*N* = 115).

4.6.1.1 Positie humusvormen

Uit de CVA blijkt dat voor de kwelgevoede zandgronden met een mineraal profiel de variatie in humusvormen vooral bepaald wordt door de topografische positie (kwel/gedraineerde kwelgronden) en in mindere mate door humuseigenschappen (% Humus en CN) en standplaatsfactoren (calciumverzadiging) (zie aanhangsel 9 en figuur 13). Deze humuseigenschappen en standplaatsfactoren worden vaak ook beïnvloed door (veranderingen in) de topografische positie van een locatie, bijvoorbeeld bij verdroging. In figuur 17 hebben we de positie van de humusvormen binnen het ecosysteem schematisch weergegeven. Hierbinnen zijn een aantal

ontwikkelingsrichtingen te onderscheiden, waarlangs humusvormen zich kunnen ontwikkelen. In figuur 18 hebben we de profielontwikkeling voor deze reeksen geschetst.



Figuur 17 Positie van humusvormen in het ecosysteem bij kwelgevoede zandgronden met een mineraal profiel.

Invloed van humuseigenschappen

De invloed van de humuseigenschappen is beperkt ($R^2 = 4,9 \%$). Een model met Humus en CN is echter zeer sterk significant ($P = 0,005$). Verschillen in humusgehalte hebben vooral betrekking op de *vaageerdmoder (EDv)* die gekenmerkt wordt door een dunne moerige bovengrond (< 15 cm) waardoor hij een tussenpositie inneemt tussen de overige minerale profielen en de kwelgevoede zandgronden met een moerige bovengrond (> 15 cm). De overige humusvormen komen voor langs een gradiënt die bepaald wordt door de CN-verhouding van de organische stof. Deze is het laagst bij de *fluviatiele fasen* van de *schraalhydromoder (fHLDs)* en de *wormhydromullmoder (fHLDw)*. Dit zijn voedselrijke standplaatsen. In de bovengrond komt een kleidek voor. Aan de andere kant van de gradiënt komen voornamelijk humusvormen voor die gekenmerkt worden door een Of- of Om-horizont die gevormd is uit veenmos (*moerhydromullmoder, HLDm* en de *rauwe fase r.* van diverse ander humusvormen). Hier komt veel ruw organisch materiaal voor, vooral in de vorm van veenmos, maar ook weinig veraarde wortels. De overige humusvormen nemen een tussenpositie in. Dit betreft de *hydromulls (HL)* en verschillende humusvormen die gekenmerkt worden door wortelmatten in verschillende stadia van ontwikkeling. Ook de regenwormen vinden hier hun optimum. Uitgaande van de *hydromull* met een lage CN-verhouding, als start van een ontwikkelingsreeks, neemt de CN-verhouding geleidelijk toe bij de *wormhydromullmoder (HLDw)* en de *wormhydromoder (HDw)*.

Invloed van standplaatseigenschappen

De calciumverzadiging (CVaf) verklaart 2,2 % van de variatie. Het levert wel een zeer sterk significant model op. Bij een hoge calciumverzadiging komen de *hydromulls (HL)* en een beginnende wortelmat (AMh-horizont) voor. Ook de regenwormen komen hier optimaal voor. Bij lage waarden voor de calciumverzadiging neemt de activiteit van de bodemfauna af en komen meer wortelmatten (M-horizonten) en veenmosgroei (Of- en Om-horizonten) voor.

Invloed van topografie

De topografische positie vormt de belangrijkste onderscheidende factor voor de humusvormen. Hiermee wordt 11 % van de variatie verklaard. Binnen de kwelgevoede zandgronden komen vooral zoete kwelgebieden en gedraineerde kwelgebieden voor. Locaties die in de laatste groep voorkomen kunnen hier van nature al toe behoren, maar zijn meestal ontstaan uit een kwelgebied, waarbinnen de kwelflux door ontwatering is omgeslagen in infiltratie. De aanvoer van mineralen (met name calcium en ijzer) is daardoor vervangen door uitspoeling en een afname van de zuurbuffer in de bodem. Hierdoor is een verzuring op gang gekomen. Vaak heeft de ontwatering een daadwerkelijke verdroging van de standplaats tot gevolg, hetgeen in het profiel tot uiting komt in de vorming van wortelmatten of veraarding van aanwezige organische stof. Dit komt tot uiting in de verdrogingsreeksen in figuur 18. Het kan echter ook zijn dat de standplaats als zodanig nat blijft. Kwelwater wordt hierbij echter vervangen door regenwater. Dit heeft vorming van veenmoslagen in het profiel tot gevolg.

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Een model waarin variabelen zijn opgenomen uit alle processtelsels, verklaart 16,8 % van de variatie. Bij zoete kwel is de calciumverzadiging hoog en de CN-verhouding laag, als gevolg van een goede omzetting van organische stof. De *hydromulls* (*HL*) komen voor bij de hoogste waarden voor calciumverzadiging en de laagste voor CN. Ook de *wormhydromullmoder* (*HLDw*) en de *wormhydromoder* (*HDw*) zijn samen met de regenwormen gekoppeld aan zoete kwel. Bij ontwatering zullen, afhankelijk van de mate van verdroging, wortelmatten en/of veenmoslagen tot ontwikkeling komen. De ontwikkelingsreeksen die hierbij horen zijn uitgezet in figuur 18 en door middel van pijlen in figuur 17.

Verdrogingsreeksen met wortelmatten

Uitgaande van de *hydromull* (*HL*) worden bij verdroging enkele ontwikkelingsreeksen onderscheiden. De *hydromull* wordt gekenmerkt door een Ah-horizont, waarin de organische stof sterk gehumificeerd is, en door een actieve bodemfauna gehomogeniseerd met de minerale delen in het profiel. Wortelresten kunnen voorkomen in aggregaten die ontstaan zijn uit excrementen van regenwormen (Van Delft 1997, Van Delft et al. 1999). Bij afname van de activiteit van het bodemleven zal het aandeel dode wortels toenemen.

Bij een matige verdroging, waarbij de kwel nog wel invloed houdt, wordt eerst een AMh-horizont gevormd. Dit is een overgangshorizont tussen een Ah- en een M-horizont. Wanneer de AMh-horizont dunner is dan de Ah-horizont, spreken we van een *wormhydromullmoder* (*HLDw*), wordt de AMh-horizont dominant, dan gaat het profiel over in een *wormhydromoder* (*HDw*). Bij verdere verdroging gaat het bovenste deel van de AMh-horizont over in een M-horizont (*schraalhydromoder*, *HDs*), of de Ah wordt in zijn geheel vervangen door een AMh-horizont (*vage schraalhydromoder vHDs*).

Bij een sterke verdroging ontstaat bovenin de Ah een wortelmat. Wanneer deze nog dunner is dan 2 cm spreken we van een *schrale hydromoder* (*sHL*), wordt de M-horizont dikker dan 2 cm en dikker dan een eventuele AMh, dan wordt het een *schraalhydromullmoder* (*HLDs*). Bij de sterkste verdroging, waarbij kwel helemaal is omgeslagen in infiltratie kan uitspoeling tot podzolering aanleiding geven, en ontstaat een *heidehydromoder* (*HDh*).

Ook bij profielen met een kleidek (*fluviatiele fase f.*) hebben we een verdrogingsreeks onderscheiden. We hebben geen *mull* humusvormen aangetroffen met een kleidek. Dit geldt trouwens ook voor de semiterrestrische humusvormen bij de kleigronden (zie 4.4). Het lijkt er op dat bij kleigronden en zandgronden met een kleidek altijd wel enige vorm van stapeling van organische stof op treedt. Bij de kwelgevoede zandgronden met een kleidek komt in kwelgebieden een AMh-horizont voor, die dunner is dan de Ah (*fluviatiele wormhydromullmoder, fHLDw*). Bij verdroging gaat deze over in een M-horizont. De humusvorm wordt dan een *fluviatiele schraalhydromullmoder (fHLDs)*.

Verdrogingsreeks met veraarding

Onder natte omstandigheden met kwel wordt de afbraak van organische stof geremd door gebrek aan aëratie. Hierbij treedt veenvorming op. Als een moerige laag minder dan 15 cm dik is, wordt het bij de minerale profielen gerekend. Vaak komt er dan een OM-horizont voor die bestaat uit onder natte omstandigheden opgehoopte wortels (*schrle vaageerdmoder*, *sEDv*). Bij verdroging zal veraarding optreden, waarbij een Oh- of bij verdergaande veraarding, een OA-horizont gevormd worden (*vaageerdmoder*, *EDv*).

Natte verzuringsreeksen met veenmos

Als bij ontwatering de standplaats nat blijft, omdat regenwater vastgehouden wordt, zal zich bovenin het profiel een regenwaterlens vormen, waarin veenmosgroei plaats vindt. Hierdoor kan vanuit een *hydromull* een *moerhydromullmoder (HLDm)* ontstaan, die gekenmerkt wordt door een dunne Of- of Om-horizont die bestaat uit veenmosveen. Ook combinaties met wortelmatten komen voor, zoals de ontwikkeling naar een *rauwe schraalhydromoder (rHDs)* of een *schrle moerhydromullmoder (sHLDm)* zoals in figuur 18 is weergegeven.

Ontwikkelingsreeksen na plaggen

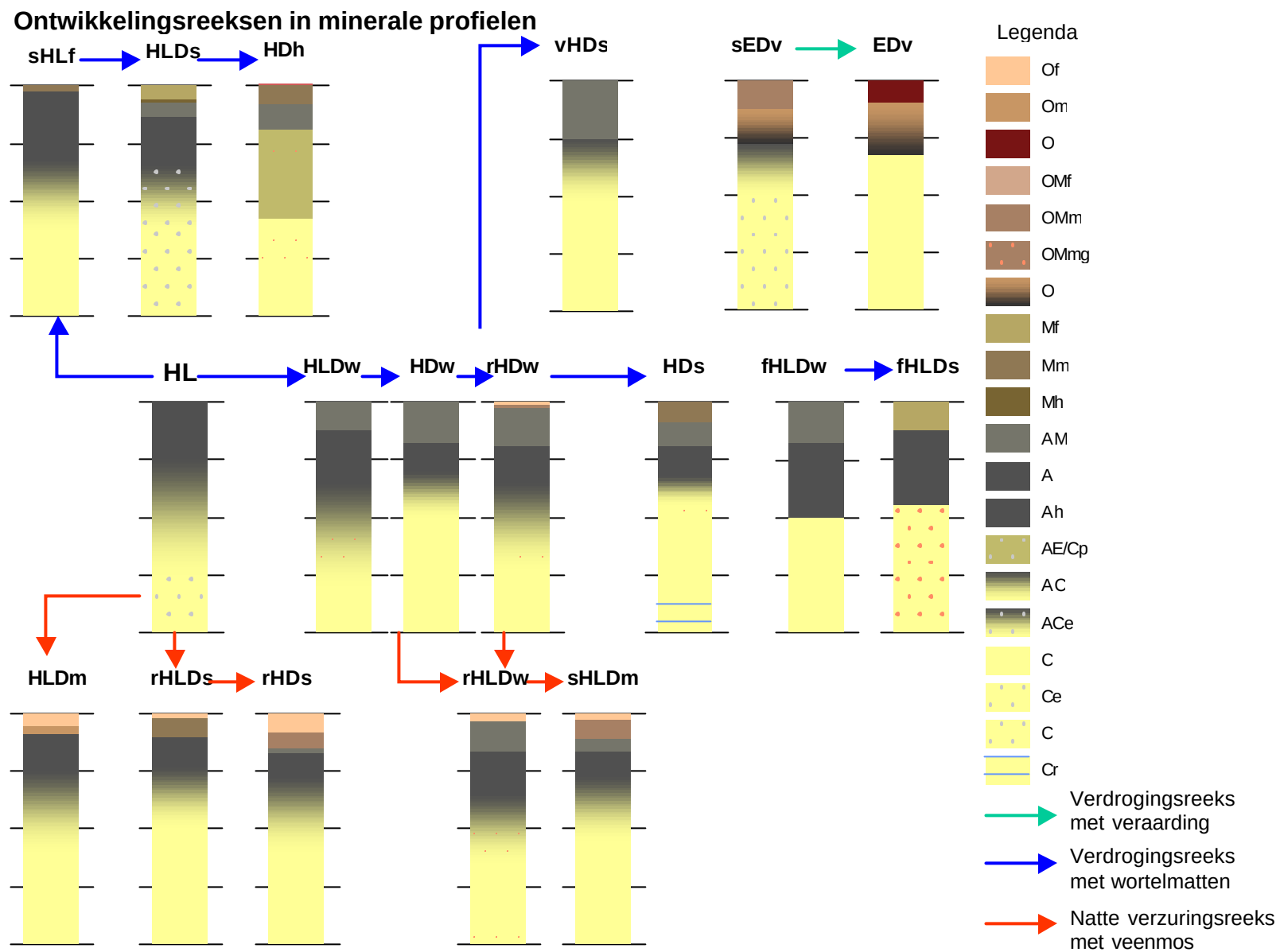
Bij het afplaggen van een profiel wordt meestal de organische bovenlaag (M-, of O-horizonten) verwijderd. Vaak wordt hierbij ook een deel van de Ah-horizont meegenomen. Hierdoor wordt de bodemontwikkeling een eind terug geplaatst. Hoe het profiel zich vervolgens weer gaat ontwikkelen zal afhangen van de topografische positie en de daarmee samenhangende standplaatskenmerken, alsmede de eigenschappen van de organische stof in het restant van het profiel. Ook hierbij zijn een aantal ontwikkelingsreeksen te onderscheiden. Deze zijn in figuur 17 geschetst. De codes voor de humusvormen zijn voorafgegaan door een l.

Op arme, zure standplaatsen, waar geen kwelinvloed voor komt, zal een door plaggen gevormde *hydromull* snel overgaan in een *schrle hydromull (sHL)* en vervolgens in een *schrle moerhydromullmoder (sHLDm)* en een *schrle vaageerdmoder (sEDv)*. Op sterk verdroogde standplaatsen ontstaat een *schraalhydromullmoder (HLDs)*.

Bij standplaatsen die nog wel in meer of mindere mate onder invloed van kwel staan, komen na plaggen *wormhydromullmoders (HLDw)* en *wormhydromoders (HDw)* tot ontwikkeling.

Agrarisch beheer

Humusvormen bij agrarisch beheer komen in het algemeen voor op vergelijkbare topografische posities als de humusvormen bij natuurbeheer. Ze zijn wel voedselrijker en minder zuur. Natte en zure standplaatsen komen hierbij niet voor.



Figuur 18 Ontwikkelingsreeksen in minerale profielen binnen de kwelgevoede zandgronden.

Tabel 12a Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in kwelgevoede zandgronden met een mineraal profiel (verdrogingsreeksen)

Humusvorm	Vegetatietype																			
	06C3	06-d	08C3	09A1	09A-a	09C3a	09-g	09-i	11A1b	11A2e	11A-a	11-i	12B1c	12B-f	16	16/d	16A1a	16A1b	16A1c	16A1d
verdroging met veraarding																				
sEDv																		1		1
EDv																	1			1
matige verdroging met wortelmatten																				
HLz					1	1														1
HLf																	9		1	
yHLf																			1	
HLDw					1								1				5	4	1	
HDw		1															2	3	1	
rHDw																	3			
HDs					1			1												1
yHDs										1										1
sterke verdroging met wortelmatten																				
vHDs	1				2	1			1		1			1				1		
sHLf																		1		
HLDs	2	1	1			1						1			1					
HDh																		1		
fHLDw	1												1		1		2			
fHLDs				1		1		1						1						1
Totaal	4	2	1	1	2	6	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	21	7	6	1

Tabel 12b Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in kwelgevoede zandgronden met een mineraal profiel (natte verzuringsreeks met veenmos)

Humusvorm	Vegetatietype								
	09/a	09-a	09A-a	09-i	11-i	16A1a	16A1b	16A1c	36A2
natte verzuring met veenmos									
rHLDw						4		1	
sHLDm	1	1	2	4		1	2		
rHLDs				2					
rHDs				4	1				
HLDm				2					1
Totaal	1	1	2	12	1	5	2	1	1

Tabel 12c Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in kwelgevoede zandgronden met een mineraal profiel (ontwikkeling na plaggen en bij agrarisch beheer)

	Vegetatietype																				
Humusvorm	06C3	09A-a	10-c	10-f	11A1b	11A2a	12-a	12B-b	12B-f	12B-j	16A1b	16A1c	16A2c	16A-c	16A-d	16-b	16-l	16-m	28A1	39A2a	
ontwikkeling na plaggen																					
lHLDw	1													1		1					
lHDw								2													
lvHDs									1		1					1			2		
lyHDs													1								
lvHLz	1																				
lHLDs			1		1																
lHLf	1											1		4	1						
lyHLf															1						
lsHLf				1												2	1			1	
lsHLDm						1							1								
lsEDv			1		1																
bij agrarisch beheer																					
aHLf																	1				
avHLf	1	1																			
ayHLf										1											
afHLDw																	1				
afHLDs									2												
aHLDw	1																		1		
asHLf																	1				
aALe							1			1											
	5	1	1	1	1	2	1	1	2	3	2	1	1	2	7	3	2	3	1	2	1

4.6.1.2 Relatie humusvorm en vegetatie

In tabel 12a, 12b en 12c hebben we voor de kwelgevoede zandgronden met een mineraal profiel het voorkomen van vegetatietypen per humusvorm weergegeven. De

humusvormen hebben we gerangschikt volgens de ontwikkelingsreeksen zoals die in figuur 17 en 18 zijn weergegeven.

Relatie humusvorm en vegetatie binnen de verdrogingsreeksen

Het grootste deel van de locaties heeft een vegetatie die behoort tot de *Klasse der vochtige graslanden (16)* (N = 53), en meer in het bijzonder de *Blauwgraslanden (16A1)*. Van de *Klasse der Kleine Zeggen (09)* komen 11 locaties voor.

Bij de *schrale vaageerdmoder (sEDv)* komen o.a. de *Subassociatie van Melkeppe van het Blauwgrasland (16A1c)* en de *Soortenarme subassociatie van de Veldrus-associatie (16A2c)* voor. Bij de verdroogde vorm van deze humusvorm (*vaageerdmoder, EDv*) hebben we de *Subassociatie van Borstelgras van het Blauwgrasland (16A1b)* aangetroffen.

Bij de *hydromulls (HL)* en de matig verdroogde vervangers (*wormhydromullmoder, HLDw* en *wormhydromoder, HDw*) hiervan komen vooral vegetaties van het *Blauwgrasland (16A1)* voor. Hoewel veel locaties tot de *Typische subassociatie (16A1a)* behoren, is er bij enkele locaties een verschuiving te zien van de *Subassociatie van Melkeppe (16A1c)* en van *Parnassia (16A1d)*, bij de *wormhydromullmoder*, naar de *subassociatie van Borstelgras (16A1b)* bij de *wormhydromoder*, die een iets verdere verdroging indiceert. Waar de humusvorm is overgegaan in *schraalhydromoder (HDs)* komt het *Blauwgrasland* niet meer voor.

Bij een sterke verdroging komt *blauwgrasland* nog voor met een *Subassociatie van Borstelgras* of de *Typische subassociatie*. Verder vindt er een belangrijke verschuiving plaats naar gemeenschappen van de *Klasse der kleine Zeggen (09)*, van het *Dopheideverbond (11A)* en het *Zilverschoon-verbond (12B)*

Relatie humusvorm en vegetatie binnen de natte verzuringsreeks met veenmos.

Bij de *rauwe wormhydromullmoder (rHLDw)* lijkt de vegetatie nog niet veranderd te zijn ten opzichte *wormhydromullmoder (HLDw)*, zonder veenmos. Alle locaties behoren tot het *Blauwgrasland (16A1)*. Bij de *schrale moerhydromullmoder (sHLDm)*, waarbij een dikkere veenmoslaag voorkomt, samen met een wortelmat, komen nog enkele locaties met een *Blauwgrasland* voor. De meeste behoren echter tot de *Klasse der kleine Zeggen (09)* en in het bijzonder *RG Gewoon veenmos* en *Pijpestrootje* van deze klasse (09-i). De profielen die door veenmos gedomineerd worden (*moerhydromullmoder, HLDm*, *rauwe schraalhydromullmoder, rHLDs* en *rauwe schraalhydromoder, rHDs*) hebben vrijwel allemaal een vegetatie die tot deze rompgemeenschap behoort.

Relatie humusvorm en vegetatie na plaggen

Op plaatsen waar nog enige kwel in het profiel komt kunnen bij een *wormhydromullmoder (HLDw)* of een van de daaruit ontwikkelde humusvormen pioniervegetaties zoals *RG Armbloemige waterbies (12B-b)* of de *Draadgentiaan-associatie (28A1)* ontstaan. Elders komen vegetaties met *Moerasstruisgras (12B-f, 16A-c)* of *Veldrus (16A2c, 16-b)* tot ontwikkeling. Dit laatste geldt ook voor de plagplekken op zuurdere plekken, waarbij ook gemeenschappen met veenmossoorten voorkomen.

Relatie humusvorm en vegetatie bij agrarisch beheer.

Bij agrarisch beheer wordt de vegetatie gekenmerkt door soorten van voedselrijke standplaatsen. De schraalste vegetaties behoren tot de *RG Gestreepte witbol*, *Beemdlangbloem* en *Engels raaigras* [Klasse *Der Vochtige Graslanden*] (16-l).

4.6.2 Moerige bovengrond

Bij de indeling in fysiografische eenheden (Kemmers en De Waal 1999) worden broekeerdgronden op zand bij de kwelgevoede zandgronden ingedeeld. De humusvormen die zich hierin ontwikkelen zijn afwijkend van de humusvormen in minerale profielen. Daarom behandelen we ze hier apart. Het betreft 24 profielen die allemaal tot de broekeerdgronden (vWz) behoren.

De meeste profielen komen voor in gedraineerde kwelgebieden (N = 17) of in zoete kwelgebieden (N = 6). De zoete kwelgebieden zijn over het algemeen zeer nat (GLG 10 – 45 cm – mv.), de gedraineerde kwelgebieden zijn nat tot vochtig (GLG 55 – 120 cm – mv.).

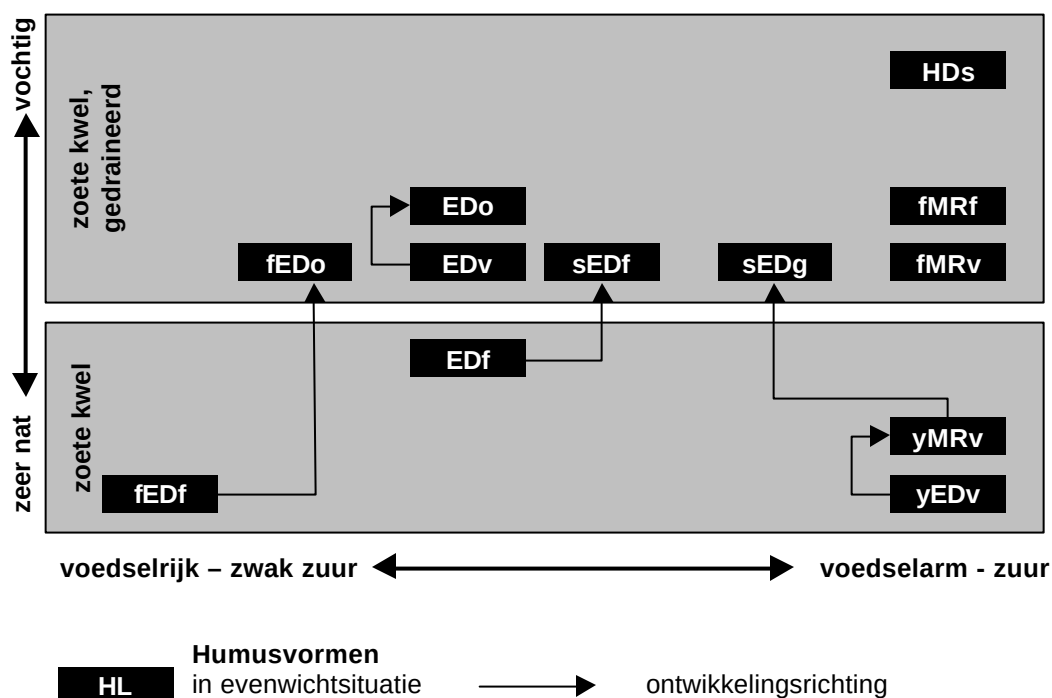
In het grootste deel van de locaties wordt de vegetatie gemaaid (N = 21).

4.6.2.1 Positie humusvormen

Uit de CVA blijkt dat voor de kwelgevoede zandgronden met een moerige bovengrond in grote lijnen dezelfde factoren een rol spelen als bij de minerale profielen uit hetzelfde stratum (zie 4.6.1). De grootste invloed heeft de topografische positie (ontwateringsdiepte), maar ook humuseigenschappen (met name fosfaat) en standplaats eigenschappen (calciumbuffer) spelen een belangrijke rol (zie aanhangsel 9 en figuur 16). In figuur 19 hebben we de positie van de humusvormen binnen het ecosysteem schematisch weergegeven, met de ontwikkelingsrichting waarlangs humusvormen zich kunnen ontwikkelen.

Invloed van de humuseigenschappen

Een model met CP, P-totaal en humus % verklaart 21,5 % van de variatie in humusvormen binnen deze groep. De meeste *fluviale fasen* (f...) zijn gebonden aan een hoog P-totaal gehalte, hetgeen duidt op eutrofiëring van de standplaats via overstromingswater. Bij de *fluviale beekmesimor* (fMRf) is dat niet het geval. Dit betreft een profiel in Springendal waar door inundatie een 15 cm dikke laag matig fijn zand is afgezet. Dit heeft geen invloed gehad op de trofiegraad. Bij de *fluviale vaagmesimor* (fMRv) in hetzelfde gebied is ook een zandlaag afgezet, maar hier is het P-totaal gehalte wel hoog. De overige profielen behoren tot de *fluviale beekredermoder* (fEDf) en de *fluviale moereerdermoders* (fEDo). In beide gevallen bestaat de bovengrond uit kleiig moerig materiaal. Bij de *beekredermoders* is dat een Oh-horizont die een hoger organische stof gehalte (> 30%) heeft dan de OA-horizont die kenmerkend is voor de *moereerdermoder*. *Moereerdermoders* ontstaan meestal door veraarding van het veen uit *beekredermoders*.



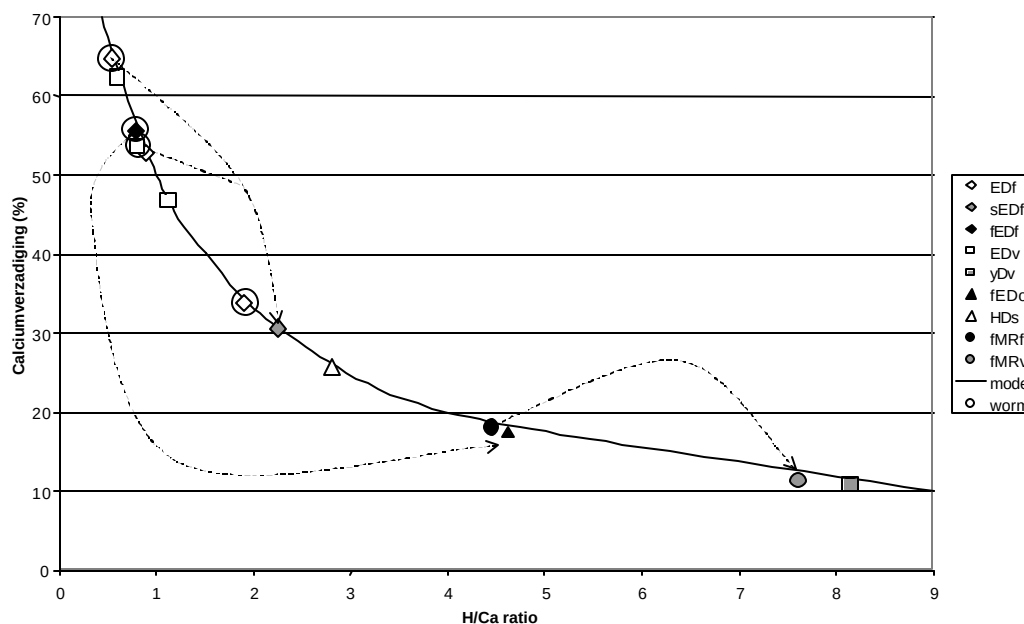
Figuur 19 Positie van humusvormen in het ecosysteem bij kwelgevoede zandgronden met een moerige bovengrond.

Invloed van de standplaatsvariabelen

Bij de standplaatsvariabelen verklaren HCa en CVaf samen 14,7 % van de variatie. In figuur 20 zijn deze variabelen tegen elkaar uitgezet voor de bemonsterde profielen in deze groep (N = 13). Links boven in de grafiek staan de humusvormen met een hoge calciumverzadiging (> 40 %). Daarbij is de H/Ca-ratio ongeveer 1. Hier is een goede buffer aanwezig tegen verzuring. De humusvormen worden gekenmerkt door een Oh-horizont die ontstaan is onder invloed van een actief bodemleven. Bij de *beekeerdmoders* (EDf) en de *fluviatiele fase* hiervan (fEDf) is deze dikker dan 20 cm, bij de *vaageerdmoder* (EDv) dunner. Dit zijn ook de humusvormen waarbij we regenwormen aangetroffen hebben. De overige humusvormen zijn verzuurd, als gevolg van het wegvallen van kwel, waardoor bij infiltratie van neerslagwater, calcium is uitgespoeld en de zuurbuffer is uitgeput. Door middel van pijlen hebben we in figuur 20 aangegeven hoe hierbij de humusvorm veranderd is. *Beekeerdmoders* gaan door het wegvallen van homogenisatie door regenwormen over in *schrle beekeerdmoders* (sEDf). De *fluviatiele beekeerdmoder* (fEDf) gaat door oxidatie van het veen als gevolg van verdroging over in een *fluviatiele moereerdmoder* (fEDo).

Invloed van topografie

De topografische positie bepaalt 29,2 % van de variantie. Dit komt voornamelijk voor rekening van de GLG en de GHG, als maat voor de ontwatering. Ook de pH en de EGV van het grondwater lijken een rol te spelen. Verschillen in ontwatering (verdroging) komen vooral tot uiting in de overgang van de *beekeerdmoder* (EDf) naar de *schrle fase* (sEDf) hiervan en van de *fluviatiele beekeerdmoder* (fEDf) naar de *fluviatiele moereerdmoder* (fEDo).



Figuur 20 Relatie tussen H/Ca ratio en calciumverzadiging voor enkele bemonsterde humusvormen binnen de kwelgevoede zandgronden met een moerige bovengrond.

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Wanneer in een model variabelen uit alle processtelsels worden opgenomen kan 60,4 % van de variatie verklaard worden (zie aanhangsel 9). Hieruit blijkt dat verzuring (toename van de H/Ca ratio) deels samen gaat met verdroging (toename GHG), maar ook bij natte gronden kan plaatsvinden, door toename van infiltratie van regenwater. In dezelfde richting als de H/Ca ratio, neemt ook de CP toe, hetgeen duidt op schrale, zure standplaatsen, tegenover rijkere neutrale standplaatsen, onder invloed van kwel. Bij natte, zure standplaatsen komen humusvormen voor die gekenmerkt worden door een Od-horizont die bestaat uit gliede. Dit zijn de *schrale gliedeeerdmoder* (*sEDg*) en een *ijzerrijke vaageerdmoder* (*yEDv*), waarvan de moerige bovengrond uit een dunne Od-horizont bestaat.

4.6.2.2 Relatie humusvorm en vegetatie

In tabel 13 hebben we het voorkomen van vegetatietypen per humusvorm weergegeven. De humusvormen hebben we gegroepeerd naar voedselrijkdom en zuurgraad. Binnen deze groepen zijn verwante humusvormen bij elkaar gezet en geordend van nat naar droog.

Tabel 13 Het voorkomen van vegetatietypen bij humusvormen in kwelgevoede zandgronden met een moerige bovengrond.

Humusvorm	Vegetatietype											
	08C6c	09A3c	09A-a	09B-b	09-f	11/a	16A1a	16A1b	16A2c	16A-a	16A-d	16B-b
voedselrijk, zwak zuur												
FEDf												1
FEDo												1
matig voedselrijk, zwak zuur												
Edf	1							1		1	1	
SEDf							1					
Edv		1	1						1	1		
Edo		4	3									
voedselarm, zuur												
yEDv				1								
yMRv					1							
sEDg						1						
fMRv												1
HDs								1				
Totaal	1	5	4	1	1	1	1	2	1	2	1	2

De meeste vegetatietypen behoren tot de *Klasse der Kleine Zeggen* (09) (N = 11) en de *Klasse der vochtige graslanden* (16) (N = 8). De standplaatsverschillen (trofiegraad, zuurgraad en vochttoestand) die differentiërend zijn voor de humusvormen, komen ook tot uiting in de vegetatietypen.

Op de rijkere standplaatsen komen voornamelijk vegetatietypen voor van de *Klasse der vochtige graslanden*. Bij de *vaageerdmoder* (EDv) die gekenmerkt wordt door vrij natte omstandigheden, komen ook enkele typen van de *Klasse der Kleine Zeggen* voor. De *moereerdmoder* (EDo), die een grotere regenwaterinvloed kent, komt alleen voor met vegetatietypen uit deze klasse.

Bij de voedselarme, zure standplaatsen, komen de *ijzerrijke vaageerdmoder* (yEDv) en de *ijzerrijke vaagmesimor* (yMRv) voor onder zeer natte omstandigheden bij Oude Molen met respectievelijk een *RG Waterdrieblad* [Verbond van Draadzegge] (09B-b) en een *RG Snavelzegge/Wateraardbei* [Klasse Der Kleine Zeggen] (09-f). De *schrone gliedeerdmoder* (sEDg), die gekenmerkt wordt door een Od-horizont, komt voor bij een *DG Wilde gagel* [Klasse Der Hoogveenbulten En Natte Heiden] (11/a). De humusvorm binnen deze groep met de droogste standplaats, de *schraalhydromoder* (HDs), komt voor met een *Blauwgrasland, Subassociatie van Borstelgras* (16A1b). Dit is de droge variant van de blauwgraslanden. De humusvorm wordt gekenmerkt door een moerige OM-horizont van 17 cm dik, welke direct op een C-horizont ligt. Er vindt geen enkele homogenisatie plaats.

4.7 Regenwatergevoede zandgronden

Binnen de regenwatergevoede zandgronden hebben we 45 locaties onderzocht. Hierbinnen komen 19 verschillende humusvormen voor. Enkele hiervan hebben we samengevoegd voor deze analyse.

De regenwatergevoede zandgronden bestaan voor ongeveer de helft uit humuspodzolgronden (Hn.. en Hd..; N = 22) en verder vooral uit vlak- en duinvaaggronden (Zn.. en Zd..; N = 14) en enkele eerdgronden (bEZ.., EZg.., zEZ.. en pZn..; N = 7).

Van de 45 locaties komen er 38 voor in een wegzijgingsgebied, of op de overgang naar een gedraineerd kwelgebied. 7 Locaties zijn beschreven in een hydrologisch geïsoleerd gebied.

Bij iets meer dan de helft van de locaties (N = 24) wordt de vegetatie beheerd door extensieve begrazing, 11 locaties kennen een maaibeheer en bij 6 locaties wordt geen vegetatiebeheer toegepast. Een viertal locaties wordt intensief agrarisch beheerd.

Bij 9 locaties is de bodemontwikkeling jonger dan 20 jaar. Deze locaties zijn in deze periode afgeplagd, of bestaan uit jong stuifzand. Nog ééns 3 locaties zijn jonger dan 25 jaar. Bij de ordinatie zijn de profielen jonger dan 20 jaar en de agrarisch beheerde profielen in eerste instantie weggelaten om een beter inzicht te krijgen in de relatie tussen standplaats en humusvorm in een evenwichtssituatie. In een later stadium zijn deze profielen alsnog in de analyse opgenomen.

4.7.1 Positie humusvormen

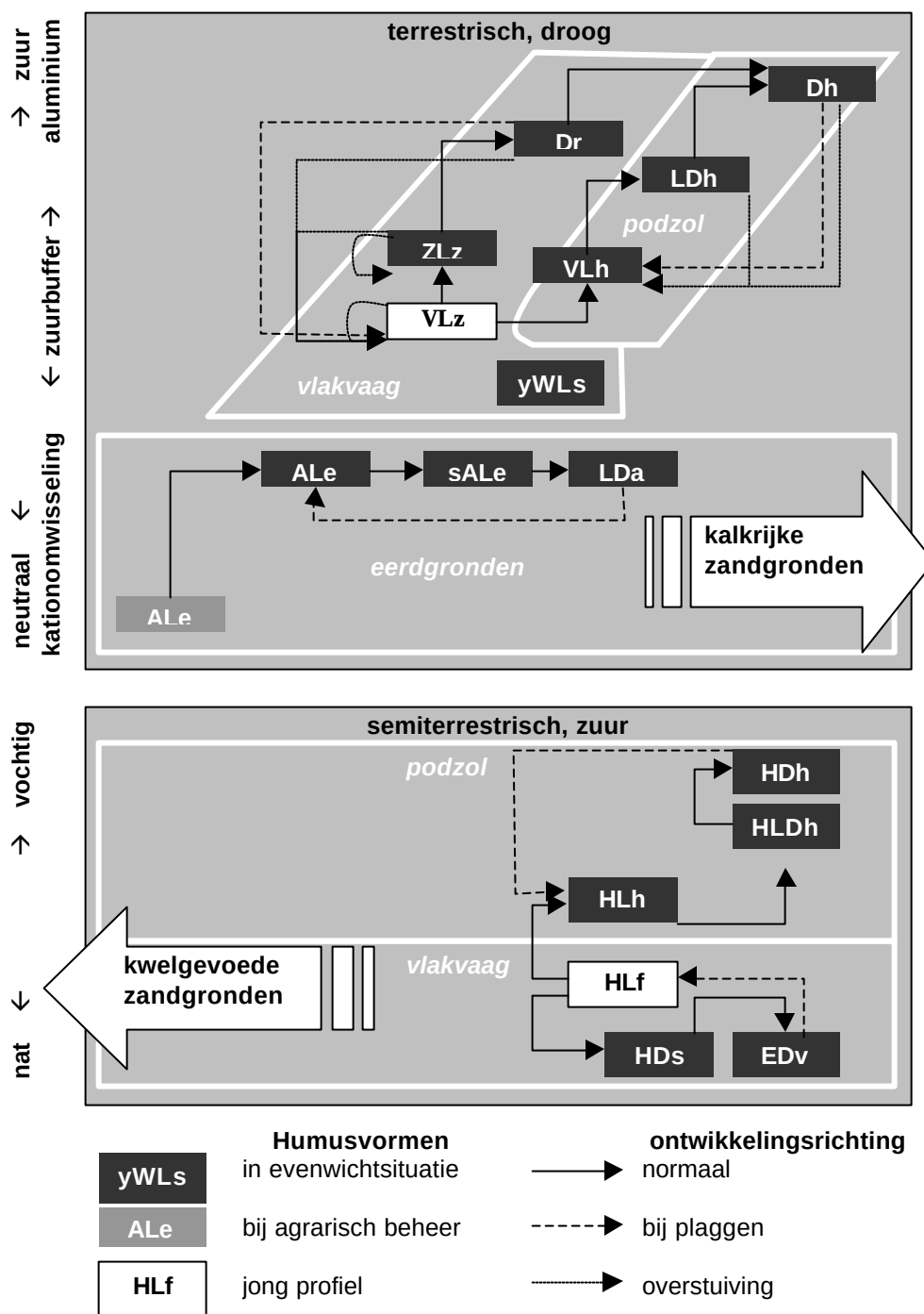
Uit de CVA blijkt dat voor de regenwatergevoede zandgronden de variatie in humusvormen voornamelijk wordt bepaald door standplaatsfactoren (verschuivingen in de zuurbuffering) en het beheer (zie aanhangsel 9 en figuur 13). Het blijkt dat bij regenwatergevoede zandgronden veranderingen in de standplaatsfactoren plaatsvinden die toe te schrijven zijn aan uitspoeling van organische stof en ionen die door vertering vrijkomen uit mineralen. Deze veranderingen nemen toe met de ouderdom van de standplaats. In samenhang daarmee verandert ook de humusvorm. In figuur 21 hebben we de positie van de humusvormen binnen het ecosysteem schematisch weergegeven, inclusief de ontwikkelingsrichtingen van de humusvormen bij verschillende uitgangsposities.

Invloed van beheer

Bij een CVA waarin profielen jonger dan 20 jaar en agrarisch beheerde profielen zijn weggelaten, blijkt 13,1% van de variantie verklaard te kunnen worden uit beheerskenmerken. Voor een deel betreft dit het onderscheid van de beheersvorm “niets doen” die exclusief gekoppeld lijkt aan de *vaageerdmoder* (EDv) en de *schraalhydromoder* (HDs). Of dit een terecht onderscheid is, is de vraag. Deze humusvormen onderscheiden zich namelijk ook door het feit dat ze binnen de regen-

voedselrijk ←

→ voedselarm



Figuur 21 Positie van humusvormen in het ecosysteem bij regenwatergevoede zandgronden.

watergevoede zandgronden op de natste plaatsten voorkomen. Hetgeen een logischer verklaring lijkt voor het ontstaan van deze humusvormen.

Een ander belangrijke beheerskenmerk is de ouderdom van het profiel, ofwel het aantal jaren dat het profiel zich min of meer ongestoord heeft kunnen ontwikkelen. Uit figuur 21 blijkt dat voor de humusvormen een aantal ontwikkelingsreeksen zijn te onderscheiden die specifiek zijn voor een bepaalde uitgangssituatie (podzol, eerdgrond of vaaggrond). Deze reeksen worden verderop in deze paragraaf besproken.

Invloed van humuseigenschappen

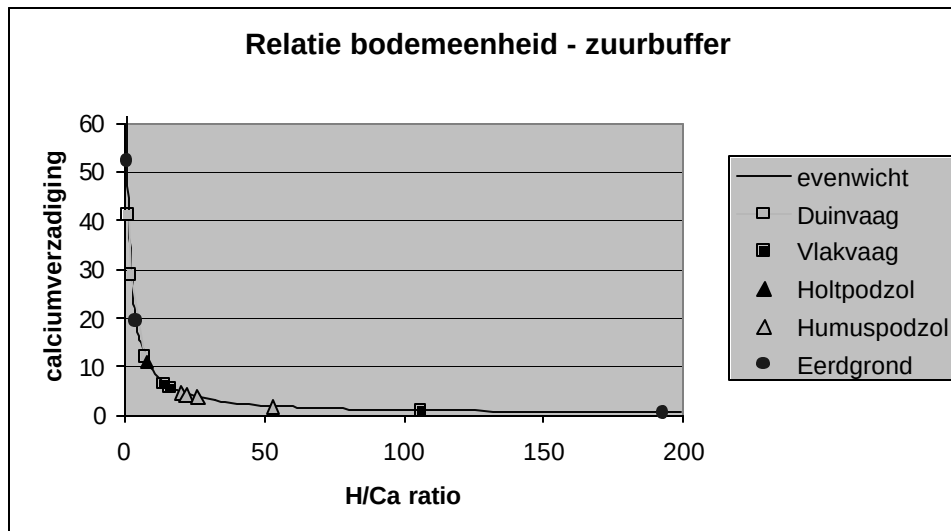
De invloed van humuseigenschappen is beperkt tot 4,9%. Alleen voor de C/P-verhouding bleek een significant model af te leiden ($P = 0,04$). De uitkomsten hiervan lijken op het eerste gezicht ook wat tegenstrijdig. Binnen de verschillende ontwikkelingsreeksen blijkt de C/P-verhouding af te nemen met de leeftijd, terwijl de humusprofielontwikkeling juist een accumulatie van niet verteerd organisch materiaal in wortelmatten laat zien, bijvoorbeeld in de reeks van *heidehydromull (HLh)* → *heidehydromullmoder (HLDh)* → *heidehydromoder (HDh)*. Bij de *heidehydromull* kan een wortelmatje (M-horizont) aanwezig zijn, maar deze is altijd dunner dan 2 cm. Bij de *heidehydromoder* kan deze tot 5 cm dik zijn. Bij weinig verteerd organisch materiaal is de C/P-verhouding meestal hoog. Door mineralisatie, waarbij C verdwijnt neemt het relatieve aandeel van P toe, waardoor de C/P-verhouding afneemt. De monsters waarop deze analyse is gebaseerd zijn genomen van de bovenste minerale horizont (Ah- of AE-horizont). Omdat, naarmate het profiel zich verder ontwikkelt, de wortels zich steeds meer in de M-horizont concentreren, vindt dáár ook de input van vers organisch materiaal plaats. De organische stof in de onderliggende minerale horizont wordt niet meer aangevuld en veroudert, hetgeen tot uiting komt in een afname van de C/P-verhouding. Bij heideprofielen zien we dan ook dat de functie van een Ah-horizont wordt overgenomen door de Mh-horizont. Deze ligt vaak direct op een AE- of E-horizont. Dit is duidelijk te zien op de foto van een *Heidemormoder (RDh)* in figuur 6.

Invloed van standplaats eigenschappen

De belangrijkste bijdrage aan de variatie in humusvormen wordt geleverd door de standplaatsfactoren calciumverzadiging, H/Ca-ratio en Fe-totaal ($R^2 = 17,9\%$). De bijdrage van Fe-totaal komt voor een belangrijk deel voor rekening van één profiel met een *ijzerrijke-schraalwormmull (yWLs)*. Dit betreft een profiel onder in een leemgroeve in De Borkeld, waar een 15 cm dikke keileemlaag ligt op leemarm zand. Deze keileem is zeer ijzerrijk. De calciumverzadiging in dit profiel is ook hoog (41 %).

De belangrijke bijdrage van calciumverzadiging en H/Ca-ratio in dit model, illustreert de overgang van twee zuurbuffermechanismen die binnen de regenwatergevoede zandgronden een rol spelen. Bij een calciumverzadiging van 30 – 70% wordt de zuurgraad rond $\text{pH-H}_2\text{O} = 5,5$ gebufferd door omwisseling van calcium en waterstof op het adsorptiecomplex (o.a. Van Delft en Kemmers 1998). Bij een deel van de regenwatergevoede zandgronden is dit (nog) het geval. Door uitspoeling van basische kationen (voornamelijk Ca) wordt dit buffermechanisme uitgeput. Onder

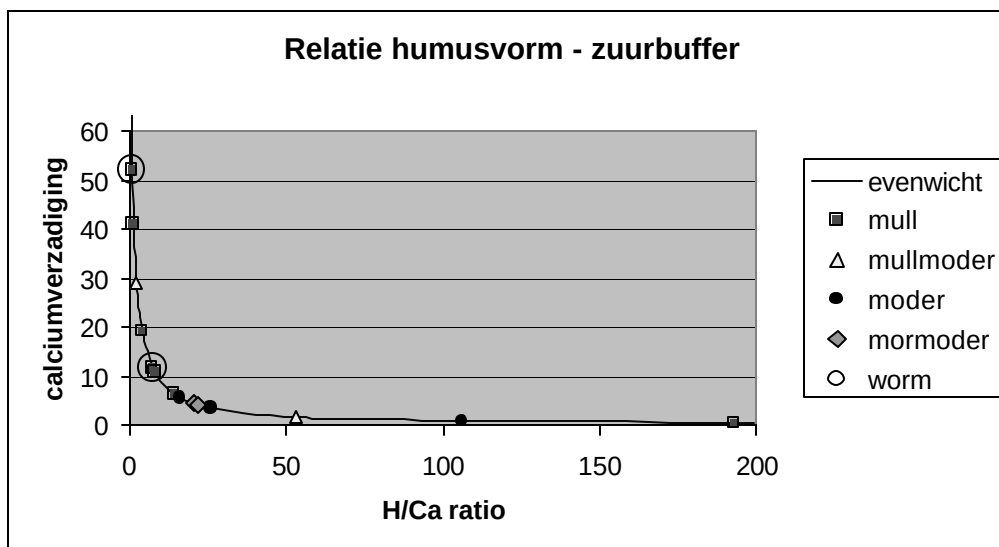
natuurlijke omstandigheden vindt er ook geen aanvulling plaats. Wanneer zuurinpuut niet meer gebufferd kan worden door het adsorptiecomplex, daalt de zuurgraad, waardoor mineralen sneller gaan verweren. Hierbij komt onder meer aluminium vrij, hetgeen toxisch is voor het bodemleven en ook voor veel planten.



Figuur 22 Relatie tussen bodemeenheid en zuurbuffer voor 14 locaties op regenwatergevoede zandgronden.

In figuur 22 hebben we voor 14 locaties de relatie tussen het buffermechanisme en de bodemeenheid uitgezet. Het blijkt dat bij duinvaaggronden (Zd..) de calciumverzadiging meestal nog groot genoeg is om de zuurgraad te bufferen via kationomwisseling. Duinvaaggronden zijn relatief jong en ontstaan door verstuiwing van dekzand, dat kennelijk nog enige buffercapaciteit heeft. Omdat duinvaaggronden leemarm zijn en meestal weinig organische stof bevatten, zal deze buffer echter snel uitgeput zijn. Vaak is in duinvaaggronden dan ook een begin van podzolering te zien. Dit noemen we een micropodzol. De calciumverzadiging in vlakvaaggronden is, waarschijnlijk door de nattere omstandigheden, te laag om voor een zuurbuffer te zorgen. Vaak zijn duinvaaggronden ook hydrofoob (waterafstotend), waardoor een deel van de neerslag oppervlakkig afstroomt, en niet in de bodem infiltreert, waardoor de uitspoeling op een stuifduin minder is, dan in de bijbehorende laagten met vlakvaaggronden. De humuspodzolgronden zijn het sterkst uitgeloozd, hetgeen ook tot uiting komt in de voor deze bodems kenmerkende AE- en E-horizonten, waar het zand vrijwel geheel uit kwarts bestaat. Alle andere mineralen zijn verweerd. Holtpodzolgronden (Y..) komen voor in mineralogisch rijker moedermateriaal, waardoor deze langer gebufferd blijven, hoewel ook deze uiteindelijk verzuren en degenereren tot een haarpodzolgrond (Hd..).

Bij eerdgronden (EZg., zEz., pZn..) kan als gevolg van bemesting en bekalking onder agrarisch beheer de zuurgraad gebufferd zijn. Dit is ook te zien in figuur 22. Eén eerdgrond heeft echter een zeer lage zuurbuffer. Dit betreft een opgehoogd profiel in het talud van een snelweg.



Figuur 23 Relatie tussen humusvorm en zuurbuffer voor 14 locaties op regenwatergevoede zandgronden.

In figuur 23 hebben we voor dezelfde locaties als in figuur 22 de relatie uitgezet tussen humusvorm en zuurbuffer. De humusvormen blijken zeer duidelijk gerelateerd te zijn aan het zuurbuffermechanisme. Op één na komen alle *mulls* voor op locaties waar de kationomwisselingsbuffer nog enigszins functioneert. Hier is kennelijk nog sprake van voldoende bodemleven om de organische stof in het minerale deel van het profiel af te breken en om te zetten. Dit is ook het traject waar we regenwormen aangetroffen hebben, hoewel het aantal regenwormen bij regenwatergevoede zandgronden beperkt is. Bij een calciumverzadiging < 5% vindt een omslag plaats naar *moder*- en *mormoder*-humusvormen. Het minerale deel van de bovengrond is zo ver verzuurd, dat zowel de wortels als het bodemleven hieruit verdwijnen en zich verplaatsen naar de wortelmat (M-horizont) bovenin het profiel. De *mullmoders* nemen hier een tussenpositie in.

Invloed van topografie

Van de variabelen die de topografische positie beschrijven, geeft alleen de GLG een significant model ($R^2 = 6,2 \%$, $P = 0,01$). Het hydrologische systeem is voor alle profielen gelijk. Bij de regenwatergevoede zandgronden is overal sprake van infiltratie, ook op relatief natte standplaatsen. Alleen de vochttoestand, welke gerelateerd is aan de grondwaterstanden (GLG) is verschillend. Op hoofdlijnen geeft de GLG een scheiding tussen terrestrische ($GLG > 60$) en semiterrestrische standplaatsen ($GLG < 60$). Binnen de semiterrestrische humusvormen komen de *vaageerdmoder* (*EDv*) en de *schraalhydromoder* (*HDs*) voor op de natste plaatsen. Daarmee komen ze voor op de overgang naar de kwelgevoede zandgronden, waarvan ze zich onderscheiden door het ontbreken van kwelinvloed.

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Met een model waarbij significante variabelen uit alle ecosysteemcomponenten zijn opgenomen, kan 29,3 % van de variantie verklaard worden. Hierbij blijkt de H/Ca-ratio toeneemt met de leeftijd. Dit is een gevolg van de uitspoeling van calcium, waardoor het adsorptiecomplex als buffer uitgeput raakt. Dit blijkt ook duidelijk in

een model waarbij ook profielen jonger dan 20 jaar zijn opgenomen. Dit geeft ook een sterke afname van de calciumverzadiging te zien met de toename van de leeftijd.

Ontwikkelingsreeksen

De humusvormen die voor regenwatergevoede zandgronden zijn onderscheiden, zijn onder te brengen in een aantal ontwikkelingsreeksen die afhankelijk zijn van de uitgangssituatie. Deze reeksen zijn weergegeven in figuur 21.

Semiterrestrische reeks vanuit een vlakvaaggrond

De humusvormontwikkeling in een vlakvaaggrond (Zn..) begint in principe in een C-horizont die uit puur zand bestaat. Afhankelijk van het leemgehalte spreken we dan van een *vage-zandhydromull* (*vHLz*) of een *vage-beekhydromull* (*vHLf*). Bij de regenwatergevoede zandgronden hebben we deze humusvormen niet aangetroffen. Wanneer zich een Ah-horizont gevormd heeft, gaan deze profielen over in de normale vorm van deze beide humusvormen (zonder fase aanduiding “*vage*”). Deze humusvormen komen voor op de overgang naar kwelgevoede zandgronden en zijn hier vaak ook door verdroging uit ontstaan. Door wegvallen van de kwel is de aanvoer van basische kationen op het adsorptiecomplex gestopt en is het profiel verzuurd. De vlakvaaggrond kan ook ontstaan zijn door afstuiving. Onder natte omstandigheden zal bij deze profielen stapeling van organische stof in de vorm van wortelmatten (M-horizonten) optreden, waardoor een *schraalhydromoder* (*HDs*) ontstaat. Ook kan vanuit een *vage-zandhydromull* of *vage-beekhydromull* direct een *vage-schraalhydromoder* (*vHDs*) ontstaan die gekenmerkt wordt door een wortelmat die boven op een C-horizont of een AC-horizont is ontwikkeld. Uiteindelijk zal zich een moerige OM-horizont ontwikkelen, waardoor het profiel overgaat in een *vaageerdmoder* (*EDv*).

Na afplaggen van de organische horizonten begint deze ontwikkelingsreeks weer opnieuw. Wanneer het afplaggen tot doel heeft een door verdroging verzuurde standplaats te herstellen, zal dit dan ook mislukken zolang de hydrologie niet hersteld is. Een eventueel tijdelijk herstel van de vegetatie is dan te danken aan het ontkiemen van zaden uit de zaadbank die daardoor uitgeput raakt.

Semiterrestrische reeks vanuit een veldpodzolgrond

Bij veldpodzolgronden (Hn..) start de humusvormontwikkeling bij een *heidehydromull* (*HLh*). Deze humusvorm is vrijwel altijd ontstaan door afplaggen, waarbij organische horizonten verwijderd zijn. Vanwege de zure omstandigheden in de bovengrond zal hier altijd weer opnieuw stapeling van organische stof optreden. De meeste *heidehydromulls* hebben ook reeds een dunne wortelmat (tot 2 cm). Wanneer deze wortelmat dikker wordt gaat de humusvorm over in een *heidehydromullmoder* (*HLDh*), waarbij de M-horizont dikker is dan 2 cm, maar minder dik dan de Ah-horizont. Uiteindelijk zal de wortelmat dikker zijn dan de Ah-horizont, of ligt er een Mh-horizont direct op een E- of AE-horizont. Deze humusvorm noemen we een *heidehydromoder* (*HDh*).

Door afplaggen van de wortelmat wordt de humusvormontwikkeling terug gezet waarbij weer sprake is van een *heidehydromull*, maar uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat dit een tijdelijke fase is.

Terrestrische reeks vanuit een duinvaaggrond

In een duinvaaggrond (Zd..) start de ontwikkelingsreeks voor humusvormen bij een *zandvaagmull* (VLz) die bestaat uit vers opgestoven stuifzand. In levend stuifzand kan deze humusvorm voortdurend verjongd worden, door sterke overstuiving. Maar het kan ook ontstaan door overstuiving van andere humusvormen binnen deze groep. Wanneer het stuifzand nog een voldoende hoge calciumverzadiging heeft, kan vorming van een Ah-horizont plaatsvinden. Hierbij ontstaat dan een *zure-zandmull* (ZLz). Bij matige overstuiving kan deze humusvorm lange tijd in stand blijven, omdat met het stuifzand de zuurbuffer aangevuld wordt en omdat eventuele accumulatie van organische stof wordt gecompenseerd door de aanvoer van zand. Als de overstuiving stopt zal uiteindelijk de zuurbuffer uitgeput raken en stapeling van organisch materiaal optreden. Hieruit kan dan een *ruwmoder* (Dr) ontstaan. Deze wordt gekenmerkt door een dominante F-horizont van strooisel van Pijpestrootje. Daarbij is een begin van podzolering in de vorm van een micropodzol zichtbaar. Uiteindelijk zal de humusvorm zich ontwikkelen naar een *Heidemoder* (Dh).

Wanneer in dit stadium afgeplagd wordt, zal de ontwikkeling waarschijnlijk verder gaan in de richting van een *heidevaagmull* (VLh).

Terrestrische reeks vanuit een podzolgrond

De ontwikkelingsreeks voor podzolgronden op terrestrische standplaatsen begint bij de *heidevaagmull* (VLh) of een *heidezandmull* (ZLh), maar deze laatste humusvorm komt in deze dataset niet voor. De afwezigheid van een wortelmat bij de *heidevaagmull* is te verklaren uit een lichte overstuiving van het profiel, waarbij voortdurend vers zand aangevoerd wordt. deze profielen komen voor aan de rand van een stuifzandgebied. Ook het afplaggen van profielen die verderop in deze ontwikkelingsreeks voorkomen kan leiden tot een *heidevaagmull*. Zolang een lichte overstuiving aanhoudt, zal de humusvorm langere tijd in deze fase blijven voortbestaan, of door ontwikkeling van een Ah-horizont, overgaan in een *heidezandmull*. Wanneer overstuiving uit blijft, zal zich een wortelmat vormen en het profiel verandert in een *heidemullmoder* (LDh) en uiteindelijk in een *Heidemoder* (Dh).

Bij afplaggen van een *heidemullmoder* of een *Heidemoder* gaat het profiel weer over in een *heidevaagmull* of een *heidezandmull*, afhankelijk van de diepte waarop geplagd wordt en of een Ah-horizont aanwezig was in de uitgangssituatie.

Terrestrische reeks vanuit een eerdgrond

Eerdgronden ontstaan door landbouwkundig gebruik, waarbij de voedselrijkdom en de zuurgraad kunstmatig op peil worden gehouden. Na het staken van bemesting en bekalking, bij de overgang naar natuurbeheer, spoelt een deel van de nutriënten en de zuurbuffer uit. Ook door verschrallingsbeheer (maaïen, extensief begrazen) verdwijnt een deel van de nutriënten uit het systeem. Hoewel de zuurgraad in eerste instantie afneemt tot neutraal of zwak zuur, blijft de voedselrijkdom vaak nog lange tijd gehandhaafd (zie figuur 21 en 22). Hierbij is sprake van een actief bodemleven, waardoor organische stof gehomogeniseerd wordt in de bovengrond. In kalkarm, leemarm zand ontstaat daarbij een *enkakkermoder* (ALe) (zie figuur 21 en 23). Bij verdergaande verschralling en uitspoeling nemen voedselrijkdom en zuurbuffer

geleidelijk verder af en gaat zich een wortelmat vormen waardoor de humusvorm een *schrale-enkakkermull* (*sALe*) en uiteindelijk een *akkermullmoder* (*LDa*) wordt. De voedselrijkdom en de zuurgraad blijven wel lange tijd op een hoger niveau gehandhaafd, dan bij humusvormen die vanuit een natuurlijke situatie zijn ontstaan.

4.7.2 Relatie humusvorm en vegetatie

In tabel 14a en 14b hebben we voor de regenwatergevoede zandgronden het voorkomen van vegetatietypen per humusvorm weergegeven. De humusvormen hebben we gerangschikt volgens de ontwikkelingsreeksen zoals ze in figuur 21 zijn weergegeven.

Er blijkt op verschillende niveaus een duidelijke relatie te zijn tussen humusvorm en vegetatietype.

Relatie humusvorm en vegetatie binnen de vlakvaaggronden

Bij een *schrale beekhydromull* (*sHLf*) komt de *Associatie van Veelstengelige waterbies* (06C3) voor. Bij de ontwikkeling naar *schraalhydromoder* (*HDs*) en *vaageerdmoder* (*EDv*) op deze standplaats vinden we ook andere vegetatietypen, die voor een deel verband houden met stagnerend regenwater. Bij twee locaties komt een *RG Knolrus/Veenmos [Oeverkruid-Klasse]* (06-d) voor en op een andere een *RG Pijpestrootje/Veenmos [Klasse Van Hoogveenslenken]* (10-e). Op één zeer natte locatie met zwak gebufferd water komt op een *schrale-vaageerdmoder* (*sEDv*) de *Galigaan-associatie, verarmde subassociatie* (08C5b) voor. Elders komt op een *vage-schraalhydromoder* (*vHDs*) een *Associatie van Gewone Dophei, Subassociatie van Gevlekte orchis* (11A2e) voor.

Relatie humusvorm en vegetatie binnen de semiterrestrische veldpodzolgronden

De meeste locaties op semiterrestrische veldpodzolgronden hebben vegetaties die behoren tot het *Dopheide-verbond* (11A) en met name de *RG Dopheide [Dopheide-verbond]* (11A-a), maar ook rompgemeenschappen met veenmos uit de *Klasse der Kleine Zeggen* (09) en de *Klasse van hoogveenslenken* (10) komen voor. Bij één afgeplagd profiel dat tot de *heidehydromulls* (*HLh*) behoort, komt de *Associatie van Moeraswolfsklauw & Snavelbies, typische subassociatie* (11A1a) voor. De soortenarme subassociatie hiervan (11A1b) komt ook voor op een *heidehydromoder* (*HDh*) die niet geplagd is. Opvallend is het voorkomen van *Blauwgrasland, Subassociatie van Parnassia* (16A1d) op een *heidehydromoder*. Dit vegetatietype is eerder gebonden aan de kwelgevoede zandgronden.

Relatie humusvorm en vegetatie binnen de duinvaaggronden

Jong stuifzand met een *zandvaagmull* (*VLz*) raakt als eerste begroeid met de *Associatie van Buntgras & Heidespurrie, verarmde subassociatie* (14A1b). Bij ontwikkeling naar een *zure-zandmull* (*ZLz*) gaat de vegetatie over in de *Vogelpootjes-associatie* (14C1).

Tabel 14a Het voorkomen van vegetatietypen bij semiterrestrische humusvormen in regenwatergevoede zandgronden.

Humusvorm	Vegetatietype													
	NB	06C3	06-d	08C5b	09-i	10-c	10-e	11	11/a	11A1a	11A1b	11A2e	11A-a	16A1d
vlakvaaggronden														
sHLf		1												
HDs								1						
vHDs			1									1		
EDv							1							
sEDv			1	1										
veldpodzolgronden														
HLh	2					1				1			1	
HLDh	1													
HDh					1				1		1		2	1
Eindtotaal	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1

Tabel 14b Het voorkomen van vegetatietypen bij terrestrische humusvormen in regenwatergevoede zandgronden.

Humusvorm	Vegetatietype													
	11/a	11-i	12-a	12B-j	14A1b	14C1	14-p	16	16-i	16-m	19A1	19-e	20A1b	20A1e
duinvaaggronden														
VLz					1									
ZLz						1								
Dr	1											1		
podzolgronden														
VLh								1			1			2
LDh		1											1	
Dh		1												
RDh												1		1
eerdgronden														
ALe			1	2						1				
ALe						1								
sALe						1	1							
LDa							1	1						
yWLs								1						
Totaal	1	2	1	2	1	3	2	1	2	1	1	2	1	3

Relatie humusvorm en vegetatie binnen de terrestrische podzolgronden

Bij de heidevaagmull (VLh) komt bij extensieve begrazing de *Associatie van Struikheide en Stekelbrem*, soortenarme subassociatie (20A1e) voor. Op een relatief intensief begraasde plek in Ginkelduin hebben we een *Associatie van Liggend walstro en Schapegras* (19A1) aangetroffen, elders, op een hoger deel van Meeuwenkampje, onder invloed van een maaibeheer RG Gewoon struisgras en Biggekruid [*Klasse Der Vochtige Graslanden*] (16-i). De *Associatie van Struikheide en Stekelbrem* hebben we ook aangetroffen bij verdere ontwikkelingsstadia waarbij de humusvorm overgaat in *heidemullmoder* (LDh) en *Heidemoder* (Dh). Bij deze laatste humusvorm die als het eind van de ontwik-

kelingsreeks beschouwd moet worden komt op de Imboschberg, ook de *Associatie van Struikhei en Bosbes* (20A2) voor. Ook enkele rompgemeenschappen met Pijpestrootje (11-i en 19i) komen binnen deze ontwikkelingsreeks voor.

Relatie humusvorm en vegetatie binnen de eerdgronden

Onder agrarisch beheer komen rompgemeenschappen voor van sterk bemeste graslanden (*RG Ruw beemdgras/Engels raaigras* [Weegbree-Klasse / [Klasse Der Vochtige Graslanden] (12-a/16-m) en *RG Fioringras* [Zilverschoon-verbond] (12B-j)). Onder invloed van verschraling gaan deze over in de *Vogelpootjes-associatie* (14C1) en in *RG Gewoon struisgras en Gewoon Biggekruid* [Klasse Der Droge Graslanden Op Zandgrond] / [Klasse Der Vochtige Graslanden] (14-p/16-i).

4.8 Hiaten

Deze studie geeft een beeld van de variatie in humusvormen zoals die bij verschillende fysiografische eenheden voorkomen. Dit beeld is voor sommige van deze eenheden vrij compleet, maar er zijn ook gebieden die minder goed vertegenwoordigd zijn. Dit komt onder andere doordat gebruik gemaakt is van gegevens die in verschillende andere studies zijn verzameld. In deze paragraaf geven we een overzicht van de hiaten in de gegevens. Mogelijk kunnen deze in vervolgstudies, of in het kader van andere onderzoeken opgevuld worden.

Ontbrekende fysiografische eenheden

- Uit tabel 7 blijkt al dat er van löss en mergelgronden geen, en van de oude kleigronden maar 2 profielen beschikbaar zijn. Bij deze gronden speelt ontkalking en de uitputting van de zuurbuffer op het adsorptiecomplex een belangrijke rol in de standplaatsontwikkeling. De verwachting is dat er ook een relatie zal zijn met de humusvormen op deze gronden.
- Van de buitendijkse riviergronden komen maar 13 profielen voor in de dataset, waarvan 3 kleigronden en 10 zandgronden. In deze studie hebben wij deze profielen verdeeld over de kleigronden en de kalkrijke zandgronden. Uitbreiding van deze set kan informatie geven over de relatie met veranderende rivierdynamiek. Een voorbeeld hiervan in een bos bij Amerongen is reeds beschreven door De Waal (1996). Door Hommel et al. (1994) is een voorbeeld van een subtielere vorm van rivierdynamiek besproken in de vorm van periodieke aanvulling van de calciumverzadiging door overstroming bij standplaatsen van de Steenanjer in graslanden langs de Dinkel. Bestudering van de humusvormen in dit soort periodiek dynamische milieus kan inzicht geven in het effect van rivierdynamiek op de standplaats.

Kalkrijke zandgronden

- Bij de kalkrijke zandgronden hebben we de beschikking over 6 profielen in leemrijk zand. Relaties die we daarvoor gevonden hebben zijn mogelijk deels op toeval gebaseerd (zie 4.3.1).
- Binnen dit stratum zijn er ook te weinig waarnemingen in droge duinen om een goed beeld te krijgen van het effect van ontkalking en kritische grenzen voor de

ontkalkingsdiepte. Deze standplaatsen vormen de overgang naar regenwatergevoede zandgronden. De veranderingen in de standplaats voor de vegetatie die hiermee gepaard gaan zijn ecologisch relevant, ook in relatie tot herstelbeheer.

- In het overgangsgebied van zoete kwel naar brakke kwel verandert het humusprofiel sterk. Door in dit gebied reeksen humusprofielen langs deze gradiënt te vergelijken, kan inzicht gekregen worden in veranderingen in de standplaats die verband houden met toenemend zoutgehalte. Hiermee kan ook het inzicht in vegetatiezoneringen in dit gebied versterkt worden.

Kleigronden

- Het aantal waarnemingen binnen de kleigronden is laag ($N = 23$), waarvan er 2 bij de oude kleigronden gerekend moeten worden en 3 profielen komen voor in buitendijkse gebieden, wat eigenlijk een andere fysiografische eenheid is. Ontwikkelingsreeksen die we in kleigronden gevonden hebben zijn daarom nog wat fragmentarisch. Uitbreiding van deze gegevens kan de inzichten in het functioneren van deze standplaatsen versterken.

Kwelgevoede zandgronden

- Binnen dit stratum was een groot aantal waarnemingen beschikbaar. De relatie van het humusprofiel met het ecosysteem is hier dan ook vrij goed beschreven. Alleen het effect van plaggen als beheersmaatregel en de ontwikkeling van het humusprofiel hierna, bij verschillende standplaatsen is wat fragmentarisch bestudeerd. Omdat deze maatregel vaak toegepast wordt en de effectiviteit ten aanzien van vegetatieherstel wisselend is, is het van belang meer inzicht te krijgen in de processen die hier spelen en hoe de relatie met het humusprofiel hierin tot uiting komt.

Regenwatergevoede zandgronden

- Deze studie geeft een redelijk goed beeld van de processen die een rol spelen in de ontwikkeling van standplaatsen op dekzand en stuifzand. Bij mineralogisch rijkere afzettingen, waarin vorstvaag- en holtpodzolgronden voorkomen hebben we vrijwel geen waarnemingen. In deze gronden speelt uitloging een grote rol. Van holtpodzolgronden is bekend dat zij onder bepaalde omstandigheden kunnen degraderen tot een haarpodzolgrond. Dit houdt verband met het uitputten van het zuurbufferend vermogen van de grond en zal gepaard gaan met veranderingen van het humusprofiel. Omdat bij dit proces de standplaats voor de vegetatie wezenlijk verandert, is het interessant om te weten wat het humusprofiel indiceert over de toestand van de standplaats ten aanzien van deze buffer.

Algemeen

- Er is nog niet erg veel bekend over het effect van verschillende beheersvormen op het humusprofiel, en de betekenis daarvan voor de standplaats (beschikbaarheid nutriënten, zuurbuffer). Door het vergelijken van beheersvormen bij overigens vergelijkbare standplaatsen kan dit inzicht vergroot worden.

- Het opstellen van ontwikkelingsreeksen van humusvormen na het nemen van herstelmaatregelen zoals afplaggen, hydrologisch herstel of verschrallingsbeheer op voormalige landbouwgronden kan behulpzaam zijn bij het monitoren van de effectiviteit van deze maatregelen.
- Over de rol van de bodemfauna is beperkte kennis aanwezig (zie 3.7). Bodembologisch onderzoek naar abundanties en activiteit van verschillende soortengroepen onder verschillende milieuomstandigheden en de invloed daarvan op het humusprofiel zal meer inzicht verschaffen in de processen van afbraak en accumulatie van organisch materiaal. Binnen de bodembologie is reeds veel bekend over milieueisen voor bodemorganismen (o.a. Sinnige et al. 1992), maar deze kennis is nog niet in verband gebracht met de ontwikkeling van humusprofielen.

Literatuur

Bakker, H. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, Pudoc. Tweede gewijzigde druk

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel en R.W. de Waal, 2000. *Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities; Fase 1 resultaten inventarisatie 1999* Driebergen/Wageningen Staatsbosbeheer/ Alterra.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel en R.W. de Waal, 2001. *Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities; Fase 2 resultaten inventarisatie 2000* Driebergen/Wageningen Staatsbosbeheer/ Alterra.

Barratt, B.C., 1964. 'A Classification of humus forms and micro-fabrics of temperate grasslands'. *Journal of Soil Science*, 15, 2:342-356.

Boerwinkel, A. en S. Verbeek, 2001. *Traditionele bevoeiing als beheersmaatregel; Mogelijkheden voor herstel van verzuurde beekdalgraslanden langs de Reest; Tussentijds rapport 2000*. Groningen/Haren, Iwaco/RUG

Braak, C.J.F. ter, 1987. *Unimodal models to relate species to environment*. Wageningen, GLW-DLO Academisch proefschrift.

Braak, C.J.F. ter, 1994. 'Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods'. *Ecoscience* 1(2): 127-140 (1994).

Braak, C.J.F. ter, en P.F.M. Verdonschot, 1995. 'Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology' *Aquatic Sciences* 55/4, 1995

Braak, C.J.F. ter & P. Smilauer, 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows : software for canonical community ordination (version 4)*. Wageningen : Centre for Biometry.

Bregt, A.K., J. Denneboom, IJ. van Randen & E. Rose, 1987. *Gebruikershandleiding Bodemkundig Informatiesysteem*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering Rapport nr. 1945.

Broek, T. van den, A. Barendregt, B. Beltman & M.C. Bootsma, 1995. *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring referentieproject Ilperveld; Terug naar een soortenrijke brakwaterverlandingsvegetatie; Eindrapport 1991-1994*. Utrecht, Vakgroep Milieukunde, Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen/ Vakgroep Botanische Oecologie & Evolutiebiologie, Faculteit Biologie, Universiteit Utrecht

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel D: Interpretatie van bodemkundige*

gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik. Wageningen, SC-DLO, Technisch Document, 19D.

Clerkx, A.P.P.M., K.W. van Dort, P.W.F.M. Hommel, J.G. Vrielink, A.H.F. Stortelder, R.W. de Waal en R.J.A.M. Wolf, 1994. *Broekbossen van Nederland*. Wageningen, IBN-DLO/SC-DLO Rapport nr. 096.

Delft, S.P.J. van, 1995a. *Humus- en bodemprofielen in natte schraalgraslanden; Resultaten van een bodemkundig onderzoek in 13 referentiegebieden voor het onderzoek naar Effectgerichte Maatregelen tegen verzuring (EGM)*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport 309.

Delft, S.P.J. van, 1995b. 'Gebruik van humusprofielen bij kartering standplaatsen in natte schraalgraslanden.' In: Schoute et al. (eds) 1995. *Waarheen met het landelijk gebied?* Alphen aan den Rijn, Samson HD Tjeenk Willink.

Delft, S.P.J. van, 1997. *Decomposition of organic matter in grassland ecosystems; effects of litter quality and earthworm activity*. Wageningen Agricultural University. Master thesis.

Delft, S.P.J. van en R.H. Kemmers, 1998. *Regulatie van de basentoestand door effectgerichte maatregelen in natte schraallanden en laagveenmoerassen; Voorstudie: systeembeschrijving*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport 619.

Delft, S.P.J. van, 2000. *Relatie tussen humusvormen en standplaatsfactoren in beekdalgraslanden; Case studie ecologische bodemtypologie*. Wageningen, ALTErrA, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Rapport 098.

Delft, S.P.J. van, J.C.Y. Marinissen, W.A.M. Didden, 1999. 'Humus profile degradation as influenced by earthworm activity' *Pedobiologia* 43, 561-567 (1999) Jena Germany, Urban & Fisher Verlag.

Giesen en Geurts, 2000a. *Toelichting bij de analyse van humusmonsters afkomstig van korte vegetatie*. Ulft, Giesen & Geurts Biologische Projekten.

Giesen en Geurts, 2000b. *Toelichting bij de analyse van humusmonsters afkomstig van korte vegetatie; deel 2*. Ulft, Giesen & Geurts Biologische Projekten.

Giesen en Geurts, 2001. *Toelichting bij de twee-fasenanalyse van strooiselmonsters uit het Reestdal en de Westbroekse zode*. Ulft, Giesen & Geurts Biologische Projekten.

Gleichman-Verheijen, E.C., H.E. van Cappellenveen, J.A. Klijn en J.F.Th. Schoute, 1991. *Naar een ecologische klassificatie en beoordeling van bodems*. Raad voor het Milieu en Natuuronderzoek. Publikatie nr. 54. Rijswijk.

Green, R.N., R.L.Trowbridge and K.Klinka, 1993. 'Towards a Taxonomic Classification of Humus Forms.' *Forest Science. Monograph* 29. Washington DC (USA), The Society of American Foresters.

Grootjans, A.P., W. Bijkerk, F.H. Everts, P.S. Hartog en J. de Jong, 1994. *Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring; eindrapport 1^{ste} fase 1991 – 1993; Wyldlannen (Eernewoude), De Barten (Lindevallei), De Koegelwieck (Terschelling)*. Groningen, Laboratorium voor Plantenoecologie, Universiteit Groningen en Everts & De Vries e.a. oecologisch advies- en onderzoeksbureau.

Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J. & A.H.F. Stortelder 2001. *SynBioSys, een biologisch kennissysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling*. Versie 1.0. Alterra, Wageningen.

Hill, M.O., 1979. *TWINSPAN; A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. Ithaca New York, Cornell University.

Hoegen, A.C. & B.F. Frielink, 1997. *Vegetatiekartering van het natuurreservaat Allemanskamp 1995*. Heesch/Brummen Staatsbosbeheer Regio Rivierenland/Veluwe Achterhoek.

Hoek, D. van der, J.E.M. van Mierlo, J.D. van Walsum, 1994. *Effecten van maatregelen tegen verzuring in een schraalgrasland van het Korenburgerveen*. Wageningen, LUW vakgroep TON.

Hommel, P.W.F.M., G.H.P. Dirkx, A.H. Prins, H.P. Wolfert en J.G. Vrielink, 1994. *Natuurbehoud en natuurontwikkeling langs de Bloemenbeek en Boven-Dinkel*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 304.

Hoogerkamp, M., H. Rogaar, H.J.P. Eijsackers, 1983. 'Effect of earthworms on grassland on recently reclaimed polder soils in the Netherlands.' In *Earthworm Ecology* J.E. Satchell (ed).

Jansen, A.J.M., 1991. *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden*. Nieuwegein, KIWA N.V. SWO 90.244.

Jansen, A.J.M., 1996. *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in de natte schraallanden Lemselermaten, Middelduinen en Reggers-Sandersvlak; Eindrapportage fase 1 monitoring*. Nieuwegein, KIWA N.V. KOA 96.083

Jansen, A.J.M., A. Th. W. Eijssink, A.P. Grootjans, E.J. Lammers & F.P. Sival. 1993. Zijn hydrologische ingrepen noodzakelijk voor het herstel van verzuurde natte schraallanden? In: Cals, M. de Graaf en J. Roelofs (red.): *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen; Proceedings van een symposium georganiseerd door de vakgroep Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen en de directie N.B.L.F. van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij op 30 oktober 1992*. Nijmegen, Katholieke Universiteit Nijmegen.

- Jansen, P.C., R.H. Kemmers and P. Mekking, 1994. *Eco-hydrologische systeem-beschrijving van het landgoed 'De Wildenborch'* Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport nr. 296.
- Jansen, P.C., R.H. Kemmers, S.P.J. van Delft and W.C. Knol, 1997. *Effecten van hydrologische maatregelen tegen verzuring en vermeting op vegetatie, bodem en grondwater in Groot-Zandbrink; Evaluatie na vijf jaar*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport nr. 425.
- Jansen, P.C., J. Runhaar, J.P.M. Witte & J.C. van Dam, 2000. *Vochtindicatie van graslandvegetaties in relatie tot de vochttoestand van de bodem*. Wageningen, Alterra/Wageningen University, Alterra-rapport 057.
- Jenny, H., 1941. *Factors of soil formation*. McGraw-Hill, New York.
- Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak en O.F.R. van Tongeren, 1995. *Data analyses in community and landscape ecology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kemmers, Rolf, 1993. "Staalkaarten voor een ecologische landevaluatie" In *Landschap* 1993 10/1.
- Kemmers, R.H., 1996a. *Bodemkartering voor ecologische toepassingen*. In: R.H. Kemmers (ed.). *De dynamiek van strooisellagen*. Voordrachten tijdens de themamiddag georganiseerd door DLO-Staring Centrum, Wageningen, 6 oktober 1995.
- Kemmers, R.H., 1996b. 'Humusprofielen en bodemprocessen; Beoordeling van mogelijkheden voor wateraanvoer' *Landschap* 96-3 p157-168.
- Kemmers, R.H. 1999. *Fosfor- en kaliumhuishouding in kwelafhankelijke schraalgraslanden*. Wageningen, Alterra Rapport 699
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft, P.C. Jansen and W.C. Knol, 1994. *Effecten van hydrologische maatregelen tegen verzuring en vermeting op vegetatie, bodem en grondwater in Groot-Zandbrink; evaluatie na twee jaar*. Wageningen, DLO-Staring Centrum Rapport nr. 319.
- Kemmers, R.H. & R.W. de Waal, 1999. *Ecologische typering van bodems; Deel 1 Raamwerk en humusvormtypologie*. Wageningen, ALTErrA Rapport nr. 667-1.
- Kemmers, R.H., P.C. Jansen en S.P.J. van Delft, 2000. *De regulatie van de basentoestand in kwelafhankelijke schraalgraslanden en laagvenen*. Wageningen, Expertisecentrum LNV, OBN-Rapport nr 8.
- Kemmers, R.H. en S.P.J. van Delft, 2001. *Bodemkundige aspecten van de uitgangstoestand in het Reestdal en de Westbroekse Zodde bij bevoeiing als herstelmaatregel voor verzuurde beekdalgraslanden* Wageningen, ALTErrA Rapport nr. 196.
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft en P.C. Jansen, 2001a. *Productiviteit van korte vegetaties en beperkende factoren in relatie tot voedselrijkdom en vochttoestand van natuurterreinen*. Wageningen, ALTErrA Rapport nr. 257.

Kemmers, R.H., R.W. de Waal en S.P.J. van Delft, 2001b. *Ecologische typering van bodems; Deel 3 Van typering naar kartering*. Wageningen, ALTErrA Rapport nr. 352.

Klijn, F. en R.W. de Waal, 1992. 'Ecologische bodemclassificatie; Een pragmatische aanpak vanuit de standplaatsbenadering.' *Landschap*.

Klinka, K., R.N. Green, R.L. Trowbridge and L.E. Lowe, 1981. *Taxonomic Classification of Humus Forms in Ecosystems of British Columbia; First Approximation*. Province of British Columbia, Ministry of Forests.

Lamers, Ten Dolle, Van den Berg, Van Delft, Roelofs, in voorbereiding. "Differential responses of freshwater wetland soils to sulphate pollution" *geaccepteerd door Journal Biogeochemistry*.

Oude Voshaar, J.H., 1994. *Statistiek voor onderzoekers; met voorbeelden uit de landbouw- en milieuwetenschappen*. Wageningen, Wageningen Pers.

Pieters, J.B., 1993. De subsidieregeling E.G.M. In: Cals, M. de Graaf en J. Roelofs (red.): *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen; Proceedings van een symposium georganiseerd door de vakgroep Oecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen en de directie N.B.L.F. van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij op 30 oktober 1992*. Nijmegen, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder en V. Westhof, 1995a. De Vegetatie van Nederland. Deel 1. Inleiding tot de plantensociologie – grondslagen, methoden en toepassingen. Uppsala/Leiden, Opuluspress.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder en V. Westhof, 1995b. De Vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Uppsala/Leiden, Opuluspress.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder en E.J. Weeda, 1996. De Vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Uppsala/Leiden, Opuluspress.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhof 1998. De Vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieu's. Uppsala/Leiden, Opuluspress.

Schouwenberg, E.P.A.G., T. Reijnders en G. van Wirdum, 1994. *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in de Weerribben*. Wageningen, IBN-DLO rapport 084.

Sinnige, C.A.M., W.L.M. Tamis en F. Klijn, 1992. *Indeling van bodemfauna in ecologische soortengroepen*. Leiden, Centrum voor Milieukunde, CML report 80.

Sival, F.P., H.J. Mûcher & S.P.J. van Delft, 1998. "Management of basiphilous dune slack communities in relation to carbonate accumulation and hydrological conditions" in *Journal of Coastal Conservation* 4: 91-100.

Smilaur, P. 1992. *Canodraw; users guide v. 3.0*. Ithaca, NY USA Microcomputer Power.
Waal, R.W. de, 1996. "De dynamiek van strooisellagen in bosecosystemen op de overgang van kalkrijk naar kalkarm." in: *De dynamiek van strooisellagen; Voordrachten tijdens de themamiddag georganiseerd door DLO-Staring Centrum, Wageningen, 6 oktober 1995*. (R.H. Kemmers editor). Wageningen, DLO Staring Centrum, rapport nr 438.

Waal, R.W. de, A.H.F. Stortelder en A.C. Zuidhof, 1999. *OBN-referentieproject Springendal / Korenburgerveen; Meetsysteem en nulsituatie Springendal*. Wageningen/Nieuwegein, SC-DLO/IBN-DLO/KIWA Onderzoek en Advies KOA 99.090.

Niet-gepubliceerde bronnen

Breeuwsma, A., 1976. *pH-metingen in het veld*. Wageningen, Stiboka, interne notitie.

Brus, D.J. en C. van Wallenburg, 1988. *Een nieuwe horizontnomenclatuur; toelichting en aanwijzingen voor het gebruik (eerste herziene versie)*. Wageningen, Stichting voor bodemkartering. Interne Mededeling nr. 90.

Aanhangsel 1 Terreinen waar humusprofielen beschreven zijn.

Nr	Terrein	Project	Aantal	Vegetatieopname	Bodemmonster	Laboratorium	Literatuur
1	A50	Basisstudie Voedselrijkdom	2	Alterra	Alterra	GG	Jansen et al. 2000, Kemmers et al. 2001a, Giessen & Geurts 2000b
2	Allemanskamp	Ecologische Bodemtypologie	7	SBB	Alterra	BL	Hoegen & Frielink 1997
3	Anloërdiepje	Selectie meetlocaties SBB	1	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000
4	Bennekomse Meent	Selectie meetlocaties SBB	3	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000
5	Blauwe Hel	Selectie meetlocaties SBB	3	SBB/Alterra			Beets et al. 2000
6	De Barten	Basenregulatie	2	RUG/E&DV	Alterra	SC	Grootjans et al. 1994, Kemmers et al. 2000, Kemmers 1999
7	De Borkeld	EGM-natte schraallanden	6	RUG/E&DV	RUG/E&DV	BL	Grootjans et al. 1994, Van Delft 1995a
		Basisstudie Voedselrijkdom	4	Alterra	Alterra	GG	Jansen et al. 2000, Kemmers et al. 2001a, Giessen & Geurts 2000b
8	De Brand	GGR-De Leijen	6	Alterra	Alterra	GG	Giessen & Geurts 2000b
9	De Koegelwieck, Terschelling	EGM-natte schraallanden	4	RUG/E&DV	RUG/E&DV	BL	Grootjans et al. 1994, Van Delft 1995a
10	De Marschen	Basisstudie Voedselrijkdom	2	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000b
11	De Oetert	Basisstudie Voedselrijkdom	1	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000b
12	Dijkwater	Selectie meetlocaties SBB	3	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
13	Eexsterveld	Selectie meetlocaties SBB	2	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
14	Elperstroom	Selectie meetlocaties SBB	1	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
15	Ginkelduin	Humusprofielen korte vegetaties	5	Alterra			
16	Groesbeek, De Bruuk	Ecologische Bodemtypologie	3	KUN	Alterra	BL	Lamers et al. in voorbereiding.
		Selectie meetlocaties SBB	2	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
17	Groot-Zandbrink	Basenregulatie	4	Alterra	Alterra	SC	Kemmers et al. 2000, Kemmers 1999
		Case study Groot-Zandbrink	7	Alterra	Alterra	BL	Van Delft 2000
		EGM-natte schraallanden	53	Alterra	Alterra	BL	Kemmers et al. 1994, Van Delft 1995
18	Haaksbergerveen	Selectie meetlocaties SBB	4	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000b
19	Helsbroek	Klimaat en beken	8	Alterra	Alterra	GG	
20	Helvoirtse Broek	GGR-De Leijen	8	Alterra	Alterra	GG	Giessen & Geurts 2000b
21	Horstermeerpolder	Landinv. En Ruimt.	4				

Nr	Terrein	Project	Aantal	Vegetatieopname	Bodemmonster	Laboratorium	Literatuur
		Systeemanalyse Vechtstreek					
22	Ilperveld	EGM-natte schraallanden	6	UU	UU	UU	Van den Broek et al. 1995
23	Imboschberg	Humusprofielen korte vegetaties	5	Alterra	Alterra	GG	Giessen & Geurts 2000b
24	Kievitsdel	Basisstudie Voedselrijkdom	1	Alterra	Alterra	GG	Jansen et al. 2000, Kemmers et al. 2001a, Giessen & Geurts 2000b
25	Korenburerveen	Basenregulatie	2	TON	Alterra	SC	Van der Hoek et al. 1994, Kemmers et al. 2000, Kemmers 1999
		EGM-natte schraallanden	6	TON	TON	TON	Van der Hoek et al. 1994, Van Delft 1995a
		Selectie meetlocaties SBB	1	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
26	Lemselermaten	Basenregulatie	2	KIWA	Alterra	SC	Jansen 1996, Kemmers et al. 2000, Kemmers 1999
		EGM-natte schraallanden	11	KIWA	KIWA	GG	Jansen 1996, Van Delft 1995a, Van Delft 2000
27	Limmerdie	EGM-natte schraallanden	6	UU			
28	Luttenbergerven	Selectie meetlocaties SBB	1	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
29	Meeuwenkamp	Basisstudie Voedselrijkdom	4	Alterra	Alterra	GG	Kemmers et al. 2001a, Giessen & Geurts 2000b
30	Middelduinen	EGM-natte schraallanden	8	KIWA	KIWA	GG	Jansen 1996, Van Delft 1995a
31	Millingerwaard	Basisstudie Voedselrijkdom	4	Alterra	Alterra	GG	Jansen et al. 2000, Kemmers et al. 2001a, Giessen & Geurts 2000b
32	Oude Molen	Selectie meetlocaties SBB	2	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
33	Oude Riet	Selectie meetlocaties SBB	1	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
34	Oudemolense diep	Selectie meetlocaties SBB	2	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
35	Punthuizen	EGM-natte schraallanden	14	KIWA	KIWA	GG	Jansen et al. 1993, Van Delft 1995a, Van Delft 2000
		Selectie meetlocaties SBB	4	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
36	Put van Bullee (Acquoy)	Selectie meetlocaties SBB	1	SBB/Alterra			Beets et al. 2000
37	Reestdal	OBN-vloevelden	3	IWACO	Alterra	GG	Boerwinkel en Verbeek 2001, Kemmers en van Delft 2001b
38	Reggers Sandervlak / De Kil	EGM-natte schraallanden	16	KIWA	KIWA	GG	Jansen 1996, Van Delft 1995a
39	Roggesloot	Selectie meetlocaties SBB	3	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
40	Roodzanden	Selectie meetlocaties SBB	3	SBB/Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
41	Sang en Goorkens	Humusprofielen korte vegetaties	1	SBB/Alterra			Beets et al. 2000

Nr	Terrein	Project	Aantal	Vegetatieopname	Bodemmonster	Laboratorium	Literatuur
42	Schotsman	Selectie meetlocaties SBB	1	SBB/ Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
43	Smalbroeken	Klimaat en beken	12	Alterra	Alterra	GG	
44	Springendal	Springendal-OBN	6	Alterra	Alterra	GG	De Waal et al. 1999
45	Stelkampsveld	Selectie meetlocaties SBB	2	SBB/ Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
46	Stobberibben	Basenregulatie	2	Alterra	Alterra	SC	Schouwenberg et al. 1994, Kemmers et al. 2000, Kemmers 1999
		EGM-natte schraallanden	3	Alterra	Alterra	BL/SC	Schouwenberg et al. 1994, Van Delft 1995a
47	Strabrechtse heide	Humusprofielen korte vegetaties	3	Alterra	Alterra	GG	Giessen & Geurts 2000b
48	Stroothuizen	EGM-natte schraallanden	12	KIWA	KIWA	GG	Jansen et al. 1993, Van Delft 1995a, Van Delft 2000
49	Urkovense Zeggen; Vloweitje	Ecologische Bodemtypologie	1	Bruinsma	Alterra	BL	Lamers et al. in voorb.
50	Vianen	Humusprofielen korte vegetaties	7	Alterra/Prov. ZH/ Kerkhof	Alterra	GG	Jansen et al. 2000, Giessen & Geurts 2000b
51	Westbroekse Zodden	Humusprofielen korte vegetaties	1		Alterra	GG	Kemmers en van Delft 2001b
		OBN-vloeivelden	6	UU	Alterra	GG	Kemmers en van Delft 2001b
52	Wildenborgh	Regenwormen en Organische stof	1	Alterra	Alterra	GG	Jansen et al. 1994, Van Delft 1997
53	Winkelsven	Klimaat en beken	16	Alterra	Alterra	GG	
54	Wolfswaard	Humusprofielen korte vegetaties	2	Alterra	Alterra	GG	Jansen et al. 2000, Giessen & Geurts 2000b
55	Wyldlanden/ Ule Krite	Basenregulatie	2	RUG/ E&DV	Alterra	SC	Grootjans et al. 1994, Kemmers et al. 2000, Kemmers 1999
		EGM-natte schraallanden	9	RUG/ E&DV	RUG/ E&DV	BL	Grootjans et al. 1994, Van Delft 1995a
		Selectie meetlocaties SBB	2	SBB/ Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000
56	Wyntjeterper Schar	Basisstudie Voedselrijkdom	2	Alterra	Alterra	GG	Kemmers et al. 2001a, Giessen & Geurts 2000b
		Humusprofielen korte vegetaties	1	Alterra			
		Selectie meetlocaties SBB	3	SBB/ Alterra	Alterra	GG	Beets et al. 2000, Giesen & Geurts 2000a
Totaal			346				

Partners / Bronnen

Afkorting	Instituut	Contactpersoon
Bruinsma	Dhr. J. Bruinsma heeft vegetatieopname Urkhovense Zegge beschikbaar gesteld	Dhr. J. Bruinsma
E&DV	Bureau Everts & De Vries	Dhr. F. H. Everts
IWACO	IWACO Adviesbureau voor water en milieu	Mevr. M Bakker
Kerkhof	Dhr. D. Kerkhof heeft vegetatieopnamen omgeving Vianen beschikbaar gesteld	Dhr. D. Kerkhof
KIWA	KIWA-Onderzoek en Advies	Dhr. A.J.M. Jansen
KUN	Katholieke Universiteit Nijmegen,	Dhr. L. Lamers
Prov. Z. H	Provinciale Planologische Dienst Zuid Holland via D. kerkhof	Dhr. D. Kerkhof
RUG	Rijks Universiteit Groningen, Laboratorium voor Plantenoecologie	Dhr. A.P. Grootjans
UU	Universiteit Utrecht, Vakgroep Botanische Oecologie en Evolutie Biologie	Dhr. B. Beltman
SBB	Staatbosbeheer	Dhr. C. Beets, Dhr. A.Th.W. Eijsink
TON	WAU-Vakgroep Terrestrische. Oecologie en Natuurbeheer	Dhr. D. van der Hoek

Laboratoria:

Afkorting	Laboratorium
BL	Bedrijfslaboratorium Oosterbeek (BLGG)
GG	Giesen & Geurts Biologische Projekten
SC	Alterra/SC-DLO Laboratorium of IBN-DLO laboratorium
TON	WAU-Vakgroep Terrestrische. Oecologie en Natuurbeheer
UU	Universiteit Utrecht, Vakgroep Botanische Oecologie, Researchlab

Aanhangsel 2 Veldformulier Humusprofielbeschrijving

Administratieve gegevens																										
Terrein			AlfaCode				Datum				Opnemer				Project											
Topkaart			Volgno CPF				X-coord				Y-coord				Maaiveld											
Bodemgebruik			Beheer				Plagjaar				Humusprofiel				Bodemprofiel											
Opmerkingen																										
Landschap																										
Fysiogr. Eenh			Geomorf										Microreliëf				Helling		Expositie							
Vegetatietype:		Klasse					Orde				Verb				Ass			Sub								
Hydrologie																										
Systeem			GHG		GLG		GVG		GWS		Inundatieduur				Inun.type				toev.Gt		Gt		pH		EGV	
Profielgegevens																										
Voor			Sub				Cijfer				Kalk				Achter				Vergraven							
Code 1 : 50000			HV Klinka				HV Alterra				Bew				Bew Eff				Spreiding							

Laag			Diepte		Grens		Humus			Mineraal					Vlekken			Wortels							Opmerkingen	
Nr	Horizont	HorBIS	B	O	v.	afm	A:B	%	A	VS	2μ	50μ	M50	Kalk	Rijp	A	Hue	V/C	Geo	Stru	Aant	Dik	Richt	Fauna	D	
1																		/								
2																		/								
3																		/								
4																		/								
5																		/								
6																		/								
7																		/								
8																		/								
9																		/								
12																		/								
verplicht			verplicht in BIS																							

Aanhangsel 3 Toelichting bij de profielbeschrijvingen

De indelingen en coderingen die gebruikt zijn voor de profielbeschrijvingen zijn grotendeels gebaseerd op bestaande indelingen en coderingen zoals deze gebruikelijk zijn in bodemprofielbeschrijvingen (Ten Cate et al. 1995a), en humusprofielbeschrijvingen (Van Delft 1995a). De meeste kenmerken worden ingevuld op het veldformulier (aanhangsel 2), anderen worden afgeleid in Humbase. De hier beschreven gegevens komen voor op de profielbeschrijvingen in aanhangsel 6.

Algemene gegevens

- Administratieve gegevens

IDcode

Uniek nummer van het profiel in HumBase. Hiermee wordt de relatie gelegd tussen algemene gegevens en laaggegevens en met bodemmonsters.

Terrein

Naam van het terrein waarbinnen de beschreven locatie voor komt (zie figuur 2 en aanhangsel 1).

Alfacode

Unieke alfanumerieke code waarmee de locatie aangeduid kan worden.

Datum

De datum waarop de profielbeschrijving is gemaakt

X-coördinaat/Y-coördinaat

RD coördinaten van de locatie. De nauwkeurigheid hiervan varieert van enkele dm voor locaties die met GPS zijn opgemeten tot enkele tientallen meters voor locaties waarvan de coördinaten van topografische kaarten af zijn bepaald.

m + NAP

Hoogteligging in meters boven NAP, voor zover dat bekend is.

Topkaart

Kaartbladnummer van de topografische kaart 1 : 25.000 waarop de locatie ligt.

Centr. profielnr

Uniek nummer voor het Bodemkundig InformatieSysteem (BIS) van Alterra.

Projectnummer

Alterra-projectnummer voor project waarin gegevens verzameld zijn

Project

Omschrijving voor project waarin gegevens verzameld zijn

Opnemer

Code en naam voor de maker van de profielbeschrijving

Bodemgebruik

Codering voor bodemgebruik die bij Alterra standaard wordt opgenomen bij profielbeschrijvingen. De omschrijving is erbij gezet.

Beheer

Eenvoudige beschrijving van het beheer. De volgende beheersklassen worden onderscheiden:

Beheer
Onbekend
Maaien (natuur)
Begrazen (intensief)
Begrazen (extensief)
Niets doen
Bosbouw
Maaien (agrarisch)

Plagjaar

Jaar waarin een profiel is afgeplagd. Door dit te vergelijken met het jaar waarin de profielbeschrijving gemaakt is, kan een idee gekregen worden van de snelheid waarmee zich een nieuw humusprofiel ontwikkelt

Humusprofiel/ Bodemprofiel

Selectievakjes waarmee aangeduid wordt of humusprofiel of een bodemprofiel is beschreven.

Opmerkingen over de locatie

Hier kunnen korte opmerkingen over de locatie op maximaal 62 posities worden ingevoerd. Meer uitvoerige opmerkingen komen onder 'toelichting'

- Landschap**Fysiografische eenheid**

Aanduiding voor de fysiografische eenheid waartoe de locatie gerekend kan worden, volgens de indeling van Kemmers en De Waal 1999. De volgende fysiografische eenheden worden onderscheiden:

nummer	Fysiografische Eenheid
1	Löss en Mergelgronden
2	Kalkrijke zandgronden
3	Jonge kleigronden
4	Oude kleigronden
5	Buitendijkse riviergronden
6	Venen
7	Kwelgevoede zandgronden
8	Regenwatergevoede zandgronden

Fysiotoop

Aanduiding voor het fysiotoop waar de locatie toe gerekend kan worden (Hennekens et al. 2001). De gebruikte indeling wordt bij Alterra voor meerdere projecten gebruikt.

Geomorfologie

Korte aanduiding van de geomorfologische positie.

Microrelief

Code voor het reliëf op korte afstand:

Code	Omschrijving
VL	Vlak; weinig locale hoogteverschillen
GO	Golvend; locale hoogteverschillen << onderlinge afstand
ON	Ongelijk; locale hoogteverschillen < onderlinge afstand
ZO	Zeer Ongelijk; locale hoogteverschillen => onderlinge afstand
	Onbepaald

Helling/Expositie

Helling in graden en expositie in graden ten opzichte van Noord bij niet vlakke ligging van het terrein.

Vegetatietype

Voor zover vegetatiegegevens beschikbaar zijn is een vegetatietype toegekend volgens de bij Staatsbosbeheer ontwikkelde indeling (Beets et al. 2000).

- Hydrologie

Hydrologisch systeem

Korte kenschets van het hydrologisch systeem volgens onderstaande indeling.

Hydrologisch Systeem
Wegzijgingsgebied
Wegzijgingsgebied, randzone
Kwelgebied (zoet)
Kwelgebied, gedraineerd
Geïsoleerd gebied
Kraggesysteem
Kwelgebied (brak)

GHG (veld)

Geschatte Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (in cm – mv)

GLG (veld)

Geschatte Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (in cm – mv)

GVG (veld)

Geschatte Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (in cm – mv)

Berekende GVG

GVG berekend uit GHG en GLG volgens empirische relaties die apart zijn afgeleid voor locaties in polders of in stroomgebieden (Ten Cate et al. 1995b). Deze relaties zijn als volgt:

- voor polders: $GVG = 12 + 0,96 * GHG + 0,17 * (GLG - GHG)$
- voor stroomgebieden: $GVG = 4 + 0,97 * GHG + 0,15 * (GLG - GHG)$

GWS, pH en EGV

Grondwaterstand en veldmetingen van pH en EGV van het water in het boorgat (hier niet opgenomen)

Inundatieduur

Schatting van de gemiddelde inundatieduur in maanden. Deze schatting is zeer grof, tenzij voldoende meetgegevens van grondwaterstanden beschikbaar zijn.

Inundatietype

Indien een inundatieduur van 1 maand of meer is aangegeven kan het watertype vermeld worden. De volgende watertypen worden hierbij onderscheiden

Inundatietype
Stagnatie regenwater op slecht doorlatende laag
Oppervlaktewater
Onbekend
Stagnatie (regen)water in afvoerloze laagten
Kwelwater (zoet)
Kwelwater (brak)
Zeewater

- Profielgegevens

Standaardpuntencode

Code die bij bodemkarteringen aan een punt wordt toegekend (Ten Cate et al. 1995a). Deze geeft meer gedetailleerde informatie dan de kaartenheid omdat in een kaartenheid de spreiding binnen een vlak is verwerkt. Voor een verklaring van de codering verwijzen we naar Ten Cate et al. (1995a).

Bodemkaart 1 : 50 000

Kaartenheid van de bodemkaart 1 : 50 000 die op grond van dit profiel toegekend zou worden (zie Steur et al. 1987 en Ten Cate et al. 1995). In deze eenheid zijn zowel de bodemeenheid als de grondwatertrap verwerkt.

Humusvorm

Codering en naam voor de humusvorm (zie hoofdstuk 3 en aanhangsel 5).

Ontkalkingsdiepte

Diepte in cm tot waar het profiel kalkloos is. Als het gehele profiel kalkloos is wordt hier 999 ingevuld.

Bewortelbare diepte

Theoretische bewortelbare diepte, geschat op basis van profielkenmerken. Deze is soms groter dan de diepte waarop ook werkelijk wortels worden aangetroffen. (zie Ten Cate et al. 1995a).

Effectieve bewortelbare diepte

Diepte waar in de praktijk de meerderheid van de wortels worden aangetroffen Deze diepte kan geringer zijn dan de bewortelbare diepte.

Spreiding profielkenmerken

Indien de profielopbouw op meerdere plaatsen in de directe omgeving sterk afwijkt kan hier aangegeven worden wat de spreiding is.

- Grafieken**Humusprofiel**

Voor de lagen tot 40 cm – mv is hier een schematische weergave gegeven van de profielopbouw.

pH profiel

Het pH verloop tot 40 cm – mv. is hier grafisch uitgezet, om een idee te krijgen van de variatie in zuurgraad bovenin het profiel. De waarden in deze grafiek zijn afkomstig van de metingen die met pH strookjes in de verschillende horizonten gedaan zijn (zie bij profielopbouw).

Kenmerken van de horizonten**Horizontcode**

De horizont is gecodeerd volgens de indeling in tabel 1. Een cijfer vóór de code geeft een volgorde aan voor verschillende soorten moedermateriaal. Als twee opeenvolgende horizonten een zelfde code zouden krijgen worden ze van elkaar onderscheiden door een volgnummer achter de code.

Voor gebruik in BIS en ter vergelijking met de bodemprofielbeschrijving, wordt op het veldformulier en in Humba ook de horizontcode volgens Ten Cate et al. (1995a) ingevuld.

Diepte

Begin- en einddiepte van de horizont. Voor ectorganische horizonten vullen we hier een negatieve waarde in: cm boven maaiveld, waarbij het maaiveld overeenkomt met de eerste endorganische horizont. Een S horizont beschouwen wij hier als een ectorganische horizont.

Grens/vorm en afmeting

In deze kolom worden codes voor de vorm en de afmeting van de grens tussen twee horizonten gecombineerd.

De vorm van de grens tussen twee horizonten met de volgende klassen:

Code	Omschrijving
IR	Irregular, welvingen dieper dan breed
SM	Smooth, vrijwel vlak
WA	Wavy, welvingen breder dan diep
BR	Broken, discontinu

De dikte van de grens tussen twee horizonten met de volgende klassen:

Code	Omschrijving
AB	Abrupt, < 5 mm
CL	Clear, 5 - 10 mm
DI	Diffuse, 11 - 20
GR	Gradual, > 20

Organische stof / %

% organische stof

Organische stof / Aard

Aard van de organische stof, bij humushoudende zandbovengronden

Code	Omschrijving
1	Bruin
2	zwart (mild)
3	zwart (wreed)

Organische stof / VS

Veensoort, alleen voor moerige lagen

Code	Omschrijving
BA	Bagger
BE	Eutroof broekveen
BM	Mesotroof broekveen
C	Zeggeveen
CR	Zeggerietveen
D	Veraard of verweerd veen
DK	Veraard of verweerd veen, relatief kleirijk
DV	Veraard of verweerd veen, overige
DZ	Veraard of verweerd veen, relatief zandrijk
OV	Overige veensoorten
R	Rietveen
RC	Rietzeggeveen
S	Overig veenmosveen
SP	Spalterveen
VV	Verslagen veen, detritus
J	Bolster
B	Boveen
GL	Gliede
GY	Gyttja
L	Strooisel

Textuur / <2µ

Lutumpercentage

Textuur/50µ

Leem; percentage

Textuur/M50

Mediaan van de zandfractie (zandgrofheid)

pH

pH-waarde van de horizont, in het veld bepaald met indicatorstaafjes. Deze staafjes geven een indicatie voor de pH die overeenkomt met de pH-KCl bepaling in bodemonsters (Breeuwsma 1976).

Kalk

Kalkklasse, bepaald met zoutzuur

Code	Omschrijving
1	Kalkloos; geen opbruising
2	Kalkarm; hoorbare opbruising
3	Kalkrijk; zichtbare opbruising

Vlekken/a

Aantal roestvlekken volgens de volgende codering:

Code	Omschrijving
o	geen
w	weinig: 0 - 2% van het oppervlak
m	matig veel: 2-20% van het oppervlak
b	veel, bont: meer dan 20%, maar bont
h	veel, homogeen: meer dan 20%, maar heterogeen

Vlekken/ Hue/ V/ C

Codering voor de kleur van de vlekken (Hue, Value, Chroma) volgens het Munsell kleurenboekje.

Geo

Geologische formatie

Code	Omschrijving
110	Moerig materiaal, zonder herkenbare plantenresten (bijv. veraard of sterk verweerd)
120	Boveen, eutroof broekveen
130	Zeggeveen, rietzeggeveen, mesotroof broekveen
140	Rietveen, zeggerietveen
152	Overig veenmosveen
160	Sedimentair veen (bijv. gliede, gyttja, bagger, meerbodem, detritus)
170	Strooisellaag
190	Overige veensoorten (bijv. Scheuchzeriaveen)
211	Jonge getij-afzetting; zout, brak (Afzettingen van Duinkerke; incl. zand)
212	Oude getij-afzetting; zout, brak (Afzettingen van Calais; incl. zand)
410	Dekzand
411	Jong dekzand
412	Oud dekzand

Code	Omschrijving
413	Fluvioperiglaciaal
431	Jong kustduinzand
432	Oud kustduinzand
532	Smeltwaterafzetting; (warven)klei
699	Onbekend, ongedifferentieerd (bijv. gliede)
150	Veenmosveen
151	Bolster
171	Strooisellaag van loofhout
172	Strooisellaag van naaldhout
210	getij-afzetting; zout, brak
220	Getij-afzettingen; zoet
230	Onderwaterafzetting (lagunair)
310	Zeer recente afzettingen in uiterwaarden
320	Holocene afzettingen van Rijn of Maas
321	Holocene afzettingen van Rijn
322	Holocene afzettingen van Maas
330	Pleistocene afzettingen van Rijn of Maas
331	Laat-Pleistocene afzettingen van Rijn of Maas (Formatie van Kreftenheye)
332	Midden- en Vroeg-Pleistocene afzettingen van Rijn of Maas (niet gestuwd)
340	Afzettingen van overige rivieren (bijv. Vecht, Berkel, Roer) en beekklei
390	Overige fluviatile afzettingen (bijv. Formatie van Enschede)
420	Löss
421	Löss dek
422	Löss in lokale depressies (bijv. Brabantse leem)
430	Kustduinzand
440	Rivierduinzand
450	Landduinzand (Bijv. stuifzand)
490	Overige eolische en fluvioperiglaciale afzettingen (bijv. eolisch premorenaal zand)
510	Keileem
520	Keizand
530	Smeltwaterafzetting
531	Smeltwaterafzetting; zand
533	Smeltwaterafzetting; potklei
610	Hellingafzettingen, incl. puinwaaierafzetting (aan de voet van droge dalen)
620	Secundaire löss (bijv. colluvium)
630	Gestuwde afzetting
631	Gestuwde afzetting; Rijn, Maas
632	Gestuwde afzetting; Oostelijke rivieren
633	Gestuwde afzetting; Tertiaire afzettingen
691	Overige geogene afzettingen (bijv. kalksteen, tertiaire klei)
692	Antropogeen homogeen (bijv. mestdek, toemaakdek)
693	Antropogeen heterogeen (bijv. zand + veen)

Stru

Structuurtype (met name van organische horizonten) volgens volgende klassen:

Code	Omschrijving
BL	Blocky; rechthoekig afgevlakte delen
CM	Compact matted; horizontaal gelaagd, ingedrukt
GR	Granular; afgeronde delen
MA	Massive
NM	Non-compact matted, horizontaal gelaagd, niet ingedrukt
RE	Recumbent
SP	Single particals, losse delen
WO	Woven, verweven, meestal door wortels, moeilijk los te trekken
ER	Erect, verticaal

Wortels/ Aant

Aantal wortels uitgedrukt per 6,25 cm² (dat is 1 inch²) in de volgende klassen:

Code	Omschrijving
AB	Abundant; > 30 per 6,25 cm ²
PF	Plentiful; 21 - 30 per 6,25 cm ²
CO	Common; 11 - 20 per 6,25 cm ²
FE	Few; 3 - 10 per 6,25 cm ²
VF	Very few; 0 - 3 per 6,25 cm ²
NO	None; 0 per 6,25 cm ²

Wortels/ Dik

Dikte van de wortels in mm. Als er meerdere diktes door elkaar voorkomen geven we de dominante dikte op. We gebruiken de volgende klassen:

Code	Omschrijving
VF	Very fine; < 1mm
FI	Fine; 1 - 2 mm
ME	Medium; 3 - 10 mm
CO	Coarse; 11 - 25 mm
VC	Very Coarse; > 25

Wortels/ Richt

Richting van de wortels in de volgende klassen:

Code	Omschrijving
RA	Random
HO	Horizontaal
VE	Vertical
OB	Oblique (scheefstaand)

Fauna

Waargenomen bodemfauna of sporen van bodemfauna, zoals wormgangen.

Opmerkingen

Opmerkingen over de beschreven laag.

Aanhangsel 4 Structuur van de tabellen in HumBase

**Tabel: Beheer
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
BeheerID	Numeriek (Lang)	4
Omschrijving	Tekst	50

**Tabel: Bep_lab_met
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
BEP_C	Tekst	10
LAB_C	Tekst	5
METHODE_C	Tekst	15

**Tabel: BEPALING
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
BEP_C	Tekst	10
BEP_CAT	Tekst	3
EENHEID	Tekst	25
OMSCHR_K	Tekst	43
WAARDE_B	Numeriek (Dub. pr.)	8
WAARDE_O	Numeriek (Dub. pr.)	8

**Tabel: Bodemgebruik
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
BODEMGEBR	Tekst	3
Omschrijving	Tekst	50

**Tabel: FysioEenheden
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
FysioID	Numeriek (Lang)	4
FysioEenheid	Tekst	50

**Tabel: Fysioyopen
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
FysiootopID	Numeriek (Lang)	4
FysiootopCode	Tekst	5
Omschrijving	Tekst	50
Ecoregio	Tekst	50
Ecoserie	Tekst	50
Componenten	Tekst	75

**Tabel: HB_CHE
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
MON_Volgnr	Numeriek (Lang)	4
BEP_C_Id	Numeriek (Lang)	4
BEP_DATUM	Datum/tijd	8
Waarde	Numeriek (Dub. pr.)	8
Methode_C_Id	Numeriek (Lang)	4
Lab_C_Id	Numeriek (Lang)	4

**Tabel: HB_Monster
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
IDCODE	Numeriek (Lang)	4
MON_Volgnr	Numeriek (Lang)	4
MON_VNRBIS	Numeriek (Lang)	4
MON_DIEPB	Numeriek (Enkel. pr.)	4
MON_DIEPO	Numeriek (Enkel. pr.)	4
MON_DATUM	Datum/tijd	8
Project_ID	Numeriek (Lang)	4
AANTAL	Numeriek (Byte)	1
MOP_NR	Numeriek (Lang)	4
Opmerkingen	Tekst	50

**Tabel: HumusvormenALTERRA
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
ID	Numeriek (Lang)	4
Code	Tekst	50
Omschrijving	Tekst	50

**Tabel: HydroSysteem
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Hydro_ID	Numeriek (Lang)	4
HydroSysteem	Tekst	50

**Tabel: Inundatietype
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Inundatie_ID	Numeriek (Byte)	1
Inundatietype	Tekst	50

**Tabel: KE50_Acht
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
KE50_ACHT	Tekst	4
Omschrijving	Tekst	100

**Tabel: KE50_Cijf
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
KE50_CIJF	Tekst	5
Omschrijving	Tekst	100

**Tabel: KE50_Kalk
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
KE50_KALK	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

**Tabel: KE50_Let
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
KE50_LET	Tekst	5
Omschrijving	Tekst	100

**Tabel: KE50_Verg
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
KE50_VERG	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

**Tabel: KE50_Voor
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
KE50_VOOR	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	150

**Tabel: Kop
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
IDCODE	Numeriek (Dub. pr.)	8
TerreinID	Numeriek (Byte)	1
VOLGNO	Numeriek (Byte)	1
ALFACODE	Tekst	8
DATUM	Datum/tijd	8
Opnemer_ID	Numeriek (Lang)	4
Project_ID	Numeriek (Lang)	4
Topkaart_ID	Numeriek (Lang)	4
VOLGNO_CPF	Numeriek (Integer)	2
XCOORD	Numeriek (Enkel. pr.)	4
YCOORD	Numeriek (Enkel. pr.)	4
NAP	Numeriek (Dub. pr.)	8
HUMUSPROF	Ja/nee	1
BODEMPROF	Ja/nee	1
Bodemgebruik_ID	Numeriek (Lang)	4
BeheerID	Numeriek (Lang)	4
Plagjaar	Numeriek (Lang)	4
FysiotoopID	Numeriek (Lang)	4
FysiolID	Numeriek (Lang)	4
Geomorfologie	Tekst	50
Microreliëf_ID	Numeriek (Lang)	4
Helling	Numeriek (Byte)	1
Expositie	Numeriek (Integer)	2
Spreiding	Tekst	50
KlasseTel	Numeriek (Lang)	4
KlasseID	Numeriek (Lang)	4
OrdeID	Numeriek (Lang)	4
VerbondTel	Numeriek (Lang)	4
VerbondID	Numeriek (Lang)	4
AssociatieTel	Numeriek (Lang)	4
AssociatieID	Numeriek (Lang)	4
SubAssociatieTel	Numeriek (Lang)	4
SubAssociatieID	Numeriek (Lang)	4
STPC_Voor_ID	Numeriek (Lang)	4
STPC_Sub_ID	Numeriek (Lang)	4
STPC_Cijf_ID	Numeriek (Lang)	4
STPC_Kalk_ID	Numeriek (Lang)	4
STPC_Acht_ID	Numeriek (Lang)	4
STPC_Verg_ID	Numeriek (Lang)	4
Toev_GT_ID	Numeriek (Lang)	4
STPC_GT_ID	Numeriek (Lang)	4
KE50_Voor_ID	Numeriek (Lang)	4
KE50_Let_ID	Numeriek (Lang)	4
KE50_Cijf_ID	Numeriek (Lang)	4
KE50_Kalk_ID	Numeriek (Lang)	4
KE50_Acht_ID	Numeriek (Lang)	4
KE50_Verg_ID	Numeriek (Lang)	4
Ontkalking	Numeriek (Lang)	4
Hydro_ID	Numeriek (Lang)	4
Inundatieduur	Numeriek (Byte)	1
Inundatie_ID	Numeriek (Byte)	1
pH	Numeriek (Enkel. pr.)	4
EGV	Numeriek (Lang)	4
GWS	Numeriek (Lang)	4
GHG	Numeriek (Dub. pr.)	8
GLG	Numeriek (Dub. pr.)	8
GVG (veld)	Numeriek (Dub. pr.)	8
GVGpolder	Numeriek (Enkel. pr.)	4
GVGstroom	Numeriek (Enkel. pr.)	4
BODEMCODE	Tekst	10
BEW_DIEPTE	Numeriek (Dub. pr.)	8
BEW_EFF	Numeriek (Dub. pr.)	8
HumusvormID	Numeriek (Lang)	4
HUMTYP_SC	Tekst	20
HUMTYP_KLI	Tekst	20
OPMERKINGE	Tekst	62
SELECT	Ja/nee	1

Toelichting	Memo	-
ToelichtingIntern	Memo	-

**Tabel: L Aard organische stof
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
AARD_ORG	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

**Tabel: L Fauna
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
C	Tekst	20
Id	Numeriek (Lang)	4

**Tabel: L Geologie
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
GEO_FOR_C	Tekst	3
Omschrijving	Tekst	100

**Tabel: L Grens afmeting
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
GRENS_AFM	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	50

**Tabel: L Grens vorm
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
GRENS_VORM	Tekst	2
Omschrijving Grensv	Tekst	50

**Tabel: L HorCodeBIS
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
HOR ID	Numeriek (Lang)	4
HorCodeBIS	Tekst	6

**Tabel: L HorCodeHumus
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
HOR ID	Numeriek (Lang)	4
VolgordeLeg	Tekst	5
HorCodeHum	Tekst	10
intRood	Numeriek (Integer)	2
intGroen	Numeriek (Integer)	2
intBlauw	Numeriek (Integer)	2
intRGB	Numeriek (Lang)	4
intRoodBack	Numeriek (Integer)	2
intGroenBack	Numeriek (Integer)	2
intBlauwBack	Numeriek (Integer)	2
intRGBBack	Numeriek (Lang)	4

**Tabel: L HorcodeIJzer
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
ijzer ID	Numeriek (Lang)	4
Horcodeijzer	Tekst	3

**Tabel: L Kalkklasse
Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
KALK	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: L Rijping**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
RIJPING	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: L Structuurtype**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STRUKTUURT	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	100

Tabel: L Veensoort**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
VEEN_C	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: L Wortels Aantal**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
WORT_AANT	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: L Wortels Grootte**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
WORT_GROOT	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: L Wortels Richting**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
WORT_RICHT	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: L Munsell**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Munsell_ID	Numeriek (Lang)	4
Hue	Tekst	5

Tabel: L_Vlekken**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Vlek_ID	Numeriek (Lang)	4
Aantal	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: Laag**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
IDCODE	Numeriek (Dub. pr.)	8
LAAG_NR	Numeriek (Byte)	1
HOR_CODE	Tekst	8
NR_Moedermat	Numeriek (Byte)	1
HOR_ID	Numeriek (Lang)	4
ijzer ID	Numeriek (Lang)	4
VolgnrLaagHumus	Tekst	50
HOR_IDBIS	Numeriek (Lang)	4
VolgnrLaagBIS	Numeriek (Byte)	1
HOR_DIEPB	Numeriek (Dub. pr.)	8
HOR_DIEPO	Numeriek (Dub. pr.)	8
MENGVERH	Tekst	5
ORG	Numeriek (Dub. pr.)	8

LUTUM_S	Numeriek (Dub. pr.)	8
LEEM_S	Numeriek (Dub. pr.)	8
M50_S	Numeriek (Dub. pr.)	8
Vlek_ID	Numeriek (Lang)	4
Munsell_ID	Numeriek (Lang)	4
Value	Numeriek (Byte)	1
Chroma	Numeriek (Byte)	1
KVERZ_S	Numeriek (Dub. pr.)	8
D	Tekst	8
pH-Merck	Numeriek (Enkel. pr.)	4
OPMERKING	Tekst	62
L Grens vorm_ID	Numeriek (Lang)	4
L Grens afmeting_ID	Numeriek (Lang)	4
L Aard org. stof_ID	Numeriek (Lang)	4
L Veensoort_ID	Numeriek (Lang)	4
L Kalkklasse_ID	Numeriek (Lang)	4
L Rijping_ID	Numeriek (Lang)	4
L Geologie_ID	Numeriek (Lang)	4
L Structuurtype_ID	Numeriek (Lang)	4
L Wortels Aantal_ID	Numeriek (Lang)	4
L Wortels Grootte_ID	Numeriek (Lang)	4
L Wortels Richting_ID	Numeriek (Lang)	4
L Fauna_ID	Numeriek (Lang)	4

Tabel: Lab**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
LAB_C	Tekst	5
OMSCHR_K	Tekst	40

Tabel: Methode**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
METHODE_C	Tekst	15
OMSCHR_K	Tekst	60
START_DAT	Datum/tijd	8
EIND_DAT	Datum/tijd	8

Tabel: Microreliëf**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Microreliëf_ID	Numeriek (Lang)	4
Code	Tekst	4
Omschrijving	Tekst	100

Tabel: Opnemer**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
OPNEMER	Tekst	3
Naam	Tekst	50

Tabel: Project**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
PROJEKTNR	Tekst	8
Project	Tekst	50

Tabel: STPC_Acht**Kolommen**

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STPC_ACHT	Tekst	6
Omschrijving	Tekst	100

Tabel: STPC_Cijf
Kolommen

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STPC_CIJF	Tekst	5
Omschrijving	Tekst	100

Tabel: STPC_GT
Kolommen

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STPC_GT	Tekst	5
omschrijving	Tekst	50
GHGmin	Numeriek (Lang)	4
GHGmax	Numeriek (Lang)	4
GLGmin	Numeriek (Lang)	4
GLGmax	Numeriek (Lang)	4

Tabel: STPC_Kalk
Kolommen

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STPC_KALK	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: STPC_Sub
Kolommen

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STPC_SUB	Tekst	5
Omschrijving	Tekst	100

Tabel: STPC_Verg
Kolommen

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STPC_VERG	Tekst	1
Omschrijving	Tekst	50

Tabel: STPC_Voor
Kolommen

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
STPC_VOOR	Tekst	2
Omschrijving	Tekst	150

Tabel: Terrein
Kolommen

Naam	Type	Omvang
TerreinID	Numeriek (Byte)	1
OMSCHRIJV	Tekst	30

Tabel: Toev_GT
Kolommen

Naam	Type	Omvang
Id	Numeriek (Lang)	4
TOEV_GT	Tekst	3
omschrijving	Tekst	200

Tabel: Topkaart
Kolommen

Naam	Type	Omvang
TOPKNR	Tekst	3
Id	Numeriek (Lang)	4
Xmin	Numeriek (Dub. pr.)	8
Xmax	Numeriek (Dub. pr.)	8
Ymin	Numeriek (Dub. pr.)	8
Ymax	Numeriek (Dub. pr.)	8

Tabel: VegSBBAssociatie
Kolommen

Naam	Type	Omvang
AssociatieID	Numeriek (Lang)	4
AssociatieTel	Numeriek (Lang)	4
AssociatieCode	Tekst	6
AssociatieWet	Tekst	50
AssociatieNed	Tekst	50
VerbondTel	Numeriek (Lang)	4
VerbondID	Numeriek (Lang)	4

Tabel: VegSBBKlasse
Kolommen

Naam	Type	Omvang
KlasseID	Numeriek (Lang)	4
KlasseTel	Numeriek (Lang)	4
KlasseCode	Tekst	6
KlasseWet	Tekst	50
KlasseNed	Tekst	50

Tabel: VegSBBSubAssociatie
Kolommen

Naam	Type	Omvang
SubAssociatieID	Numeriek (Lang)	4
SubAssociatieTel	Numeriek (Lang)	4
SubAssociatieCode	Tekst	6
SubAssociatieWet	Tekst	50
SubAssociatieNed	Tekst	50
AssociatieTel	Numeriek (Lang)	4
AssociatieID	Numeriek (Lang)	4

Tabel: VegSBBVerbond
Kolommen

Naam	Type	Omvang
VerbondID	Numeriek (Lang)	4
VerbondTel	Numeriek (Lang)	4
VerbondCode	Tekst	6
VerbondWet	Tekst	50
VerbondNed	Tekst	50
OrdeID	Numeriek (Lang)	4
KlasseTel	Numeriek (Lang)	4

Aanhangsel 5 Humusvormindeling vopor korte vegetaties

Aanhangsel 6 Profielbeschrijvingen

In de volgende bladzijden hebben we voorbeelden opgenomen van profielbeschrijvingen voor een aantal humusvormen.

Profielbeschrijving AK4

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
170	Allemanskamp			AK4	15-8-1996
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
166863	452180	6,9	32G	32G	88
Projectnr	Project			Opnemer	
458	Ecologische Bodemtypologie			Bas van Delft	
Bodemgebruik					
GR - grasland, blijvend					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
Cirsio dissecti-Molinietum typicum					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Kwelgevoede zandgronden			
Fysiotop			
hz3b - lemige dekzandgebieden en dekzand op leem			
Geomorfologie		Microrelief	Helling
dekzandrug		GO	
Vegetatietype (SBB)		16A1a	
Klasse		Molinio-Arrhenatheretea	
Verbond		Junco-Molinion	
Associatie		Cirsio-Molinietum	
Subassociatie		Cirsio-Molinietum typicum	

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Kwelgebied, gedraineerd			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
5	100	29	33	23
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype

Profielgegevens

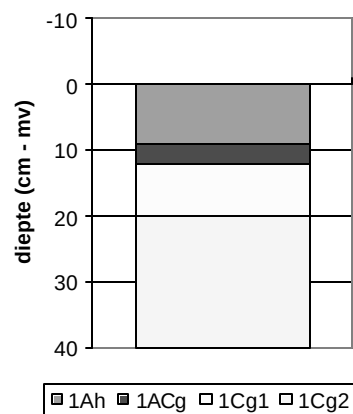
Standaardpuntcode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm
5h423 IIIa	Zn23 - IIIa	HLf - Beekhydromull
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte
999	20	12
Spreiding profielkenmerken		

Profielopbouw

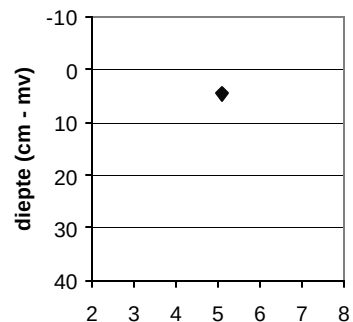
Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2µ <50µ M50	pH K R	Vlekken A Hue VIC	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1Ah	0 - 9	SMDI		10 2	40 110	5,2 1		410 MA	PFFIRA	wormen	
1ACg	9 - 12	WADI		3 2	40 110	1		410 SP	COFIRA		
1Cg1	12 - 20				40 110	1		413 SP	FEFIVE		roestvlekken
1Cg2	20 - 70				18 140	1		413 SP	NO		zwak roestig
1Cg3	70 - 100				12 160	1		413 SP	NO		grindjes
1Cr	100 - 120				12 160	1		413 SP	NO		grindjes, grijs

Toelichting

Humusprofiel



pH-profiel



Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
149	Middelduinen			MB24	22-6-1992
X-coördinaat		Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud
55800		428200		64F	36H
Cent. prof		39			
Projectnr	Project			Opnemer	
458	Ecologische Bodemtypologie			Bas van Delft en Rolf Kemmers	
Bodemgebruik					
WN - natuurterreinen, natte vegetatie (o.a. slikken)					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Begrazen (extensief)			1990	Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
Afgeplagd. AC is restant oude bovengrond					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Kalkrijke zandgronden			
Fysiotop			
du1g - vochtige duinvalleien			
Geomorfologie		Microrelief	Helling
Secundaire duinvallei		GO	
Vegetatietype (SBB)		09C-a	
Klasse		Parvocaricetea	
Verbond		Caricion davallianae	
Associatie		RG Carex flacca [Caricion davallianae]	
Subassociatie		Onbepaald	

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Kwelgebied (zoet)			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
0	45	14	20	11
GWS	pH (veld)	EGV (veld; m/s/m)	Inundatieduur	Inundatietype
			2	Kwelwater (zoet)

Profielgegevens

Standaardpuntcode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
5k4311a G wla	Zn50A G - wla	vHLC - Vage-Vlakhymomull	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
0	10	10	

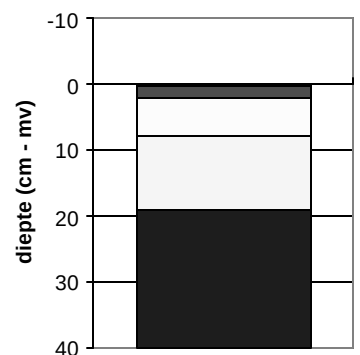
Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2µ <50µ M50	pH K R	Vlekken A Hue V/C	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1C	0 - 0,1			4	4	3		699 SP	NO		17,3% CaCO3
2AC	0,1 - 2			2	4 160	2		431 SP	FEVFRA		
2Cg1	2 - 8			0,5	4 160	2		431 SP	FEFIRA		grijsbruin
2Cg2	8 - 19				4 160	3		431 SP	VFMEVE		zwak roestig
2Cgr	19 - 45				4 170	3		211 SP	NO		grijs met roestvlekk
2Cr1	45 - 160				4 200	3		211 SP	NO		schelpgruis
2Cr2	160 - 200				4 230	3		211 SP	NO		veel schelpgruis

Toelichting

Vegetatie bevat kenmerken inslag van *Cicendietum filiformis* cent.

Horizont '1C' is korst van secundaire kalkneerslag (zie: Sival, F.P., H.J. Mûcher & S.P.J. van Delft, 1998. "Management of basiphilous dune slack communities in relation to carbonate accumulation and hydrological conditions" in *Journal of Coastal Conservation* 4: 91-100.)



1C 2AC 2Cg1 2Cg2 2Cgr

Profielbeschrijving GD02

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
300	Ginkelduin			GD02	30-8-2000
X-coördinaat		Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud
159165		448975	0	39B	39B
Cent. prof					51
Projectnr	Project			Opnemer	
81041	Humusprofielen korte vegetaties			Bas van Delft	
Bodemgebruik					
WH - natuurterreinen, heide					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Begrazen (extensief)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
zie toelichting					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Regenwatergevoede zandgronden			
Fysiotop			
hz2b - forten en overstoven laagten			
Geomorfologie		Microrelief	Helling
stuifzandrug op dekzand met podzol		GO	
Vegetatietype (SBB)		20A1e	
Klasse		Calluno-Ulicetia	
Verbond		Calluno-Genistion pilosae	
Associatie		Genisto angelicae-Callunetum	
Subassociatie		Genisto angelicae-Callunetum inops	

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Wegzingsgebied			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
151	201		165	158
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
0				

Profielgegevens

Standaardpuntencode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
b5t431p11 VIIIId	Zd21p - VIIIId	VLh - Heidevaagmull	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
999	120	10	

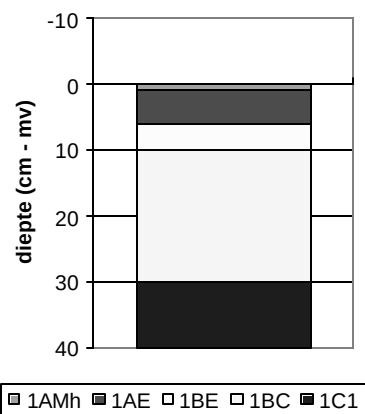
Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2µ <50µ M50	pH K R	Vlekken A Hue VIC	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1AMh	0 - 1	SMAB		10 3	2 155	2,8 1		450 WO	PFFIHO		
1AE	1 - 6	SMDI		5 3	2 155	3 1		450 MA	COVFRA		
1BE	6 - 10	SMGR		3 3	2 155	3,5 1		450 SP	FEVFRA		
1BC	10 - 30	SMGR		0,3 3	2 155	4 1		450 SP	VFVFVE		
1C1	30 - 100			0,1 3	2 155	4,2 1		450 SP	VFVFVE		
1C2	100 - 115			0,4 3	2 155	1		450	VFVFVE		
2AEb	115 - 125			2 3	11 160	1		410			witgrijs
2Bh	125 - 140			3 3	11 160	1		410			zwartbruin
2BC	140 - 150			2 3	11 160	1		410			roodbruin

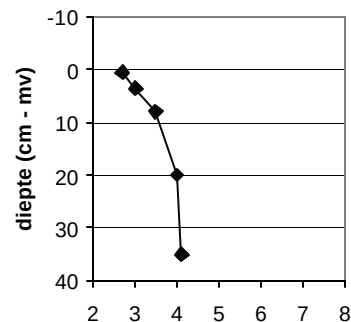
Toelichting

wat stagnatie op profiel

Humusprofiel



pH-profiel



Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
324	Vianen			VL08	22-8-2000
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
124030	441370	0	38E	38E	71
Projectnr	Project			Opnemer	
81041	Humusprofielen korte vegetaties			Bas van Delft	
Bodemgebruik					
GR - grasland, blijvend					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
zie toelichting					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Buitendijkse riviergronden			
Fysiotop			
ri2d - hoge oeverwallen en rivierduinen			
Geomorfologie	Microrelief		Helling
Oeverwal/rivierduin	GO		Expositie
Vegetatietype (SBB)	15A1b		
Klasse	Festuco-Brometea		
Verbond	Mesobromion erecti		
Associatie	Medicagini-Avenetum pubescentis		
Subassociatie	Medicagini-Avenetum pubescentis arrhenatheretosum		

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Wegzingsgebied			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
110	251		142	132
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
0				

Profielgegevens

Standaardpuntcode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
c5t423a bVIIId	Zd20A - bVIIId	WLK - Kalkwormmull	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
0	170	40	

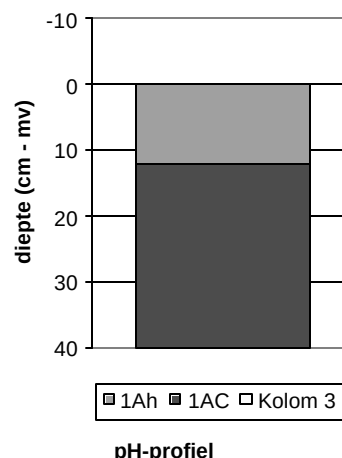
Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof %	Textuur	pH	K	R	Vlekken	Geo ST	Wortels	worm	Opmerkingen
1Ah	0 - 12	WAGR		4 2	6 15 160	6,5	3			310 MA	COVFRA	wormen	
1AC	12 - 90			1 1	7 30 140	7	3			310 SP	FEFIVE		
1C	90 - 110				8 180	3				310 SP	VFFIVE		
1Cg	110 - 170				5 15 170	3				310 SP	VFFIVE		gelaagd; zwak roestig
2Cg	170 - 250				20	3 4				320	NO		roestig

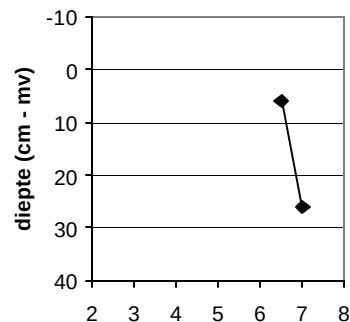
Toelichting

Is in 1995 overstroemd
wordt nabeweid

Humusprofiel



pH-profiel



Profielbeschrijving R2.6

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfocode	Datum
200	Winkelsven			R2.6	25-5-1998
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
146686,6	395566,7	7,89	51A	51A	51
Projectnr	Project			Opnemer	
87590	Klimaat en beken			Bas van Delft	
Bodemgebruik					
GR - grasland, blijvend					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
geulopvulling					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Jonge kleigronden			
Fysiotop			
hz5g - beeklopen			
Geomorfologie	Microrelief	Helling	Expositie
opgevlude stroomgeul / Overstromingsvlakte	VL		
Vegetatietype (SBB) 08C3			
Klasse Phragmitetea			
Verbond Magnocaricion			
Associatie Caricetum vesicariae			
Subassociatie Onbepaald			

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Kwelvegebied (zoet)			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
0	60		22	13
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
41	5,6	74	1	Stagnatie (regen)water in afvoerloze laagten

Profielgegevens

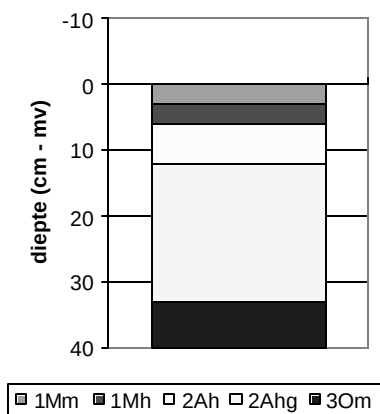
Standaardpuntencode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
1r210 wlla	pVz - wlla	fHLDs - Fluviatiele-Schraalhydromullmoder	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
999	30	15	

Profielopbouw

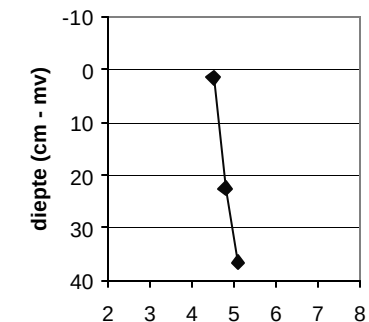
Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof %	Textuur	pH K R	Vlekken	Geo ST	Wortels	worm	Opmerkingen
				A V	<2μ <50μ M50		A Hue V/C		A D R		
1Mm	0 - 3	SMDI		80	OV	4,5		190 WO	ABVFRA		2,3/2,6
1Mh	3 - 6	SMDI		60	DK			190 WO	PFVFRA		
2Ah	6 - 12	SMDI		14	30	1 5		340 MA	COFIRA		
2Ahg	12 - 33	SMDI		5	37	4,8 1 5		340 MA	FEFIRA		
3Omg	33 - 60			50	BE 20	5,2 1 3		120	NO		
3Omr	60 - 100			30	BE 30	1 2		120	NO		
4Cr	100 - 160			3	30 140	5,5		410	NO		

Toelichting

Humusprofiel



pH-profiel



Profielbeschrijving SKV2.1

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens

IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
236	Stelkampsveld			SKV2.1	9-7-1999
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
229600	459300	13,46	34C	34C	85
Projectnr	Project			Opnemer	
85047	Selectie meetlocaties SBB			Rein de Waal	
Bodemgebruik					
GR - grasland, blijvend					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
hogere delen en moerassen; zie toel					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Kwelgevoede zandgronden			
Fysiotop			
hz3e - grondwatergevoede vennen			
Geomorfologie	Microrelief	Helling	Expositie
afgegraven laagte/uitblazingsbekken?			
Vegetatietype (SBB)	16A1d		
Klasse	Molinio-Arrhenatheretea		
Verbond	Junco-Molinion		
Associatie	Cirsio-Molinietum		
Subassociatie	Cirsio-Molinietum parnassietosum		

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Kwelgebied (zoet)			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
0	70		24	15
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
19	6,4	22		

Profielgegevens

Standaardpuntcode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
4k423 IIa	pZg23 - IIa	HLDw - Wormhydromullmoder	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
999	70	18	

Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2µ <50µ M50	pH K R	Vlekken A Hue VIC	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1AMh	0 - 8	SMGR		16	DZ	24 135	5,3 1	190 MA	ABFIRA	wormen	pH 5,0 - 5,5
2Ah	8 - 18	WAGR		11		26 135	1	410 MA	PFFIRA	wormen	
2Cgc	18 - 70	WAGR		1		15 135	5,8 1	410 MA	FEMERA		pH 5,7-5,9
2Cr1	70 - 100	SMAB				15 135	1	410 MA	NO		
2Cr2	100 - 150					20 135	1	410 MA	NO		

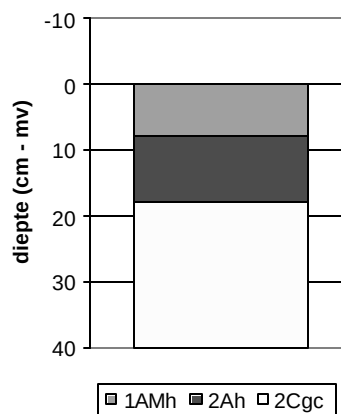
Toelichting

Veg: Moeraswespenorchis, Spaanse ruiter, Parnassia

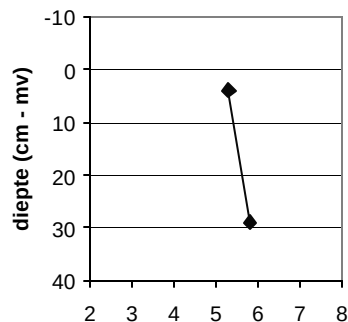
Regionale kwel?

Hogere peilbuis vrijwel dezelfde stand t.o.v maaiveld

Humusprofiel



pH-profiel



Profielbeschrijving VL07

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
323	Vianen			VL07	22-8-2000
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
124360	441630	3,9	38E	38E	70
Projectnr	Project			Opnemer	
81041	Humusprofielen korte vegetaties			Bas van Delft	
Bodemgebruik					
GR - grasland, blijvend					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
zie toelichting					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Buitendijkse riviergronden			
Fysiotop			
ri2d - hoge oeverwallen en rivierduinen			
Geomorfologie	Microrelief		Helling
Oeverwal	GO		Expositie
Vegetatietype (SBB)	14D3b		
Klasse	Koelerio-Coryneporetea		
Verbond	Plantagini-Festucion		
Associatie	Sedo-Thymetum pulegioides		
Subassociatie	Sedo-Thymetum pulegioides medicaginetosum		

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Wegzingsgebied			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
150	251		173	165
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
251				

Profielgegevens

Standaardpuntcode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
a5t431a bVIId	Zd20A - bVIId	LDc - Vlakkullmoder	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
9	100	10	

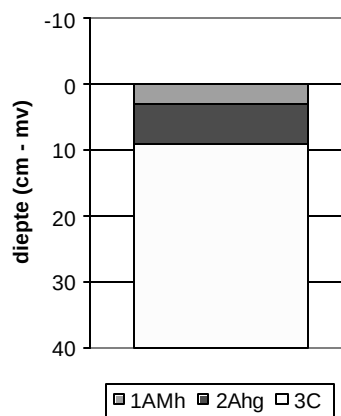
Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2µ <50µ M50	pH K R	Vlekken A Hue VIC	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1AMh	0 - 3	WADI		5 2	6 20 160	5 1		310 WO	ABVFRA		
2Ahg	3 - 9	WAAB		4	30	5,2 1 5		692 BL	COVFRA	worm	opgebracht
3C	9 - 110				4 190	7 2		310 SP	VVFVE		wortels tot 20 cm - mv
4Ahb	110 - 120			3 1	5 11 190	1		320 SP	NO		vochtig; donkerbruin
4C	120 - 180				4 190	2		320 SP	NO		kleilaagjes
5C	180 - 190				13 190	3 4		320	NO		
6C	190 - 240				4 190	2		320	NO		
7C	240 - 250				13 190	2 4		320	NO		

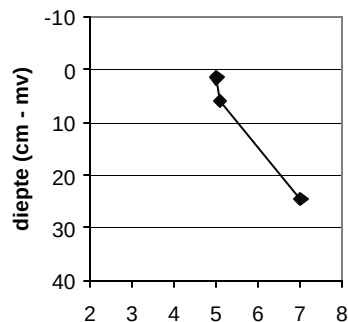
Toelichting

wordt ook nabeweid. Ook veel konijnenbegrazing op dit punt
GHG moeilijk te schatten; iets stagnatie op Ahb
Zeer zelden overstroomd

Humusprofiel



pH-profiel



Administratieve gegevens

administratieve gegevens

IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
232	Bennekomse Meent			BKM4	1-6-1999
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
169300	446600	4,92	39E	39E	65
Projectnr	Project			Opnemer	
85047	Selectie meetlocaties SBB			Rein de Waal	
Bodemgebruik					
GR - grasland, blijvend					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
winter, regionale kwel					

Landschap

Fysiografische eenheid				
Venen				
Fysiotop				
hz5c - verdroogde beekdalen				
Geomorfologie			Microrelief	Helling
zeer zwk hellende beekdalflank zie toelichting			ON	
Vegetatietype (SBB)				
16A1a				
Klasse				
Molinio-Arrhenatheretea				
Verbond				
Junco-Molinion				
Associatie				
Cirsio-Molinietum				
Subassociatie				
Cirsio-Molinietum typicum				

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Kwelgebied (zoet)			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
0	47		20	11
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
33	6,6	46	1	Kwelwater (zoet)

Profielgegevens

Standaardpuntcode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm
1hz5_wla	aVz - wla	sEDf - Schrale-Beekeerdmoder
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte
999	40	12
Spreiding profielkenmerken		

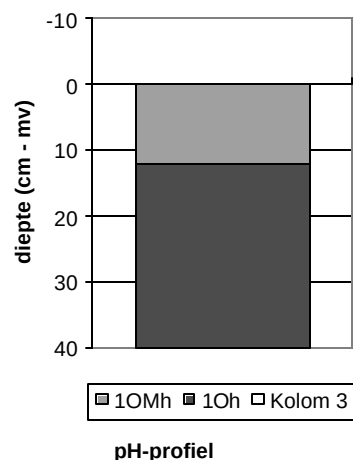
Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2µ <50µ M50	pH K R	Vlekken A Hue VIC	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1OMh	0 - 12	SMDI		65	DZ	5,3 1		110 WO	ABFIRA		pH 5,0-5,3
1Oh	12 - 40	SMDI		70	D	1		110 MA	VFMEIRA		
2OAg	40 - 47	WAGR		20	DK	13 40 140	1 h	340 MA	NO		
3Cgr	47 - 120					12 155	1 h	410 GR	NO		

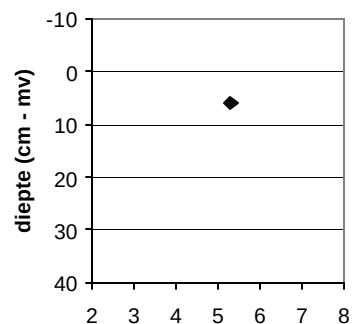
Toelichting

Veg: Blauw zegge Vlozegge, Spaanse ruiter, Blonde zegge
Microrelief: greppels en ruggen (h 10-50 cm)

Humusprofiel



pH-profiel



Profielbeschrijving WL6

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
9	Wydlanden/Ule Krite			WL6	14-4-1992
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
190388	569501	-0,4	11B	11B	37
Projectnr	Project			Opnemer	
458	Ecologische Bodemtypologie			Bas van Delft en Rolf Kemmers	
Bodemgebruik					
GR - grasland, blijvend					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Venen			
Fysiotop			
lv1b - zoete veenweiden			
Geomorfologie		Microrelief	Helling
Moerassige vlakte (Boezemland)		VL	
Vegetatietype (SBB)		16A1c	
Klasse		Molinio-Arrhenatheretea	
Verbond		Junco-Molinion	
Associatie		Cirsio-Molinietum	
Subassociatie		Cirsio-Molinietum peucedanetosum	

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Wegzigtigingsgebied			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
0	48	15	20	11
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
			2	Oppervlaktewater

Profielgegevens

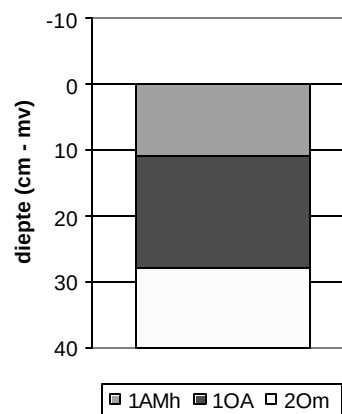
Standaardpuntcode	Bodemkaart 1 : 50 000		Humusvorm
1ds wla	hVs - wla		fEDo - Fluviale-Moereerdmoder
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
999	30	25	

Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof	Textuur	pH	K	R	Vlekken	Geo	ST	Wortels	worm	Opmerkingen
				% A V	<2μ <50μ M50				A Hue V/C			A D R		
1AMh	0 - 11			30	DK	20				211	WO	ABFIRA		
1OA	11 - 28			20	DK	20				211	GR	PFFIRA		
2Om	28 - 48			80	S					152	MA	FEFIRA		grijs
2Ofr1	48 - 155			80	S					152	MA	NO		donkerbruin
2Ofr2	155 - 245			80	CR					140	MA	NO		roodbruin
3Cr	245 - 280			4		15 140				410	SP	NO		

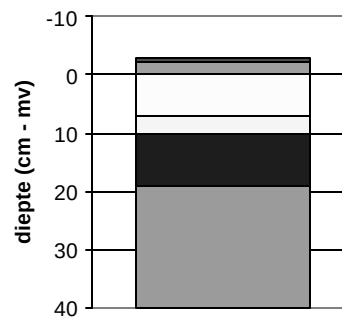
Toelichting

Humusprofiel



Administratieve gegevens

IDcode	Terrein			Alfocode	Datum
4	Terschelling, De Koegelwieck			3KW12	15-5-1992
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
151080	602680		01D	01D	3
Projectnr	Project			Opnemer	
458	Ecologische Bodemtypologie			Bas van Delft	
Bodemgebruik					
WN - natuurterreinen, natte vegetatie (o.a. slikken)					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Niets doen			1920	Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
Cranberryvegetatie, niet geplagd					



1Lvl	1Fal	2Mmi
2Mhi	3ACg	3Cg

Landschap

Fysiografische eenheid				
Kwelgevoede zandgronden				
Fysiotop				
du1g - vochtige duinvalleien				
Geomorfologie		Microrelief	Helling	Expositie
Secundaire duinvallei		VL		
Vegetatietype (SBB) 09A1				
Klasse Parvocaricetea				
Verbond Caricion nigrae				
Associatie Caricetum trinervi-nigrae				
Subassociatie Onbepaald				

Hydrologie

Hydrologisch systeem					
Kwelgebied (zoet)			Berekende GVG		
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied	
0	50	15	21	12	
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype	
			5	Kwelwater (zoet)	

Profielgegevens

Standaardpuntencode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
5k431c wla	Zn21 - wla	vHDs - Vage-Schraalhydromoder	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
999	20	20	

Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2μ <50μ M50	pH K R	Vlekken A Hue VIC	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1Lvl	-2,9 - -0,6			90	OV			170 NM	NO		cranberrystrooisel
1Fal	-0,6 - 0			70	OV			170 SP	FEVFRA		cranberrystrooisel
2Mmi	0 - 7			18 2	DZ			190 WO	PFVFRA		zwart
2Mhi	7 - 10			18 2	OV			190 WO	PFVFRA		zwart
3ACg	10 - 19			2		2 180	1	432 SP	FEVFVE		bruینگrijs
3Cg	19 - 50			0,5		2 180	1	432 SP	NO		zwak roestig lichtgr
3Cr	50 - 80			0,5		2 180	1	432 SP	NO		blauwgrijs

Toelichting

Profielbeschrijving R2.21

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens

IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
214	Winkelsven			R2.21	27-5-1998
X-coördinaat	Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
146045,5	396537,3		51A	51A	64
Projectnr	Project			Opnemer	
87590	Klimaat en beken			Bas van Delft	
Bodemgebruik					
WH - natuurterreinen, heide					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Begrazen (extensief)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
zie Toelichting					

Landschap

Fysiografische eenheid				
Regenwatergevoede zandgronden				
Fysiotop				
hz2b - forten en overstoven laagten				
Geomorfologie		Microrelief	Helling	Expositie
Stuifzandrug, overgang naar ven		ON		
Vegetatietype (SBB) 11/a				
Klasse Oxyccoco-Sphagnetea				
Verbond DG Myrica gale [Oxyccoco-Sphagnetea]				
Associatie Onbepaald				
Subassociatie Onbepaald				

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Wegzingsgebied			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
20	150		53	43
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
107	3,8	6		

Profielgegevens

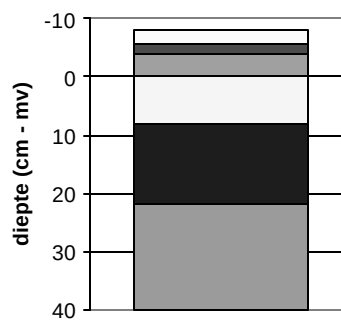
Standaardpuntcode		Bodemkaart 1 : 50 000		Humusvorm	
b5t431p8 Vao		Zd21p - Vao		Dr - Ruwmoder	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte		Effectieve bewortelbare diepte		Spreiding profielkenmerken
999	90		20		

Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2µ <50µ M50	pH K R	Vlekken A Hue VIC	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1Lv	-8 - -4	WAAB						170 NM	NO		Moliniastrooisel
1Fa1	-4 - -2,5	WACL						170 CM	FEVFRA		
1Fa2	-2,5 - 0	WACL				3,2		170 CM	COFIHO		
2AE	0 - 8	SMDI		2 3	2 170	3,5		450 SP	COFIRA		
2BCg	8 - 22	SMDI		1 3	2 170			450 SP	FEFIVE		zwak roestig
2Ceg	22 - 75			1 3	2 170			450 SP	VFFIVE		
3Ahb	75 - 85			10 3	30 140			410 MA	VFFVRA		
3Bh	85 - 100			4 3	30 140			410	NO		
3BC	100 - 110			1	30 140			410	NO		
3Ceg	110 - 150				12 140			410	NO		
3Cr	150 - 160				12 140	4,3		410	NO		

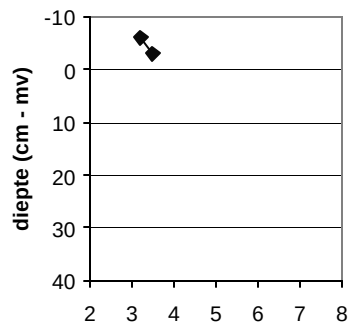
Toelichting

Humusprofiel



1Lv	1Fa1	1Fa2
2AE	2BCg	2Ceg

pH-profiel



Administratieve gegevens

Administratieve gegevens						
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum	
307	Imboschberg			IMB04	24-8-2000	
X-coördinaat		Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud	Cent. prof
196637		451929	0	33D	33D	26
Projectnr	Project			Opnemer		
81041	Humusprofielen korte vegetaties			Bas van Delft		
Bodemgebruik						
WH - natuurterreinen, heide						
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒	
Begrazen (extensief)				Bodemprofiel	☒	
Opmerkingen over de locatie						
zie toelichting						

Landschap

Fysiografische eenheid			
Regenwatergevoede zandgronden			
Fysiotop			
hz1b - puinwaaiers en leemarme stuwwallen			
Geomorfologie		Microreliëf	Helling
helling droog dal in stuwwal		GO	5
Vegetatietype (SBB)		20A2a	Expositie
Klasse		Calluno-Ulicetea	225
Verbond		Calluno-Genistion pilosae	
Associatie		Vaccinio-Callunetum	
Subassociatie		Vaccinio-Callunetum typicum	

Hydrologie

Hydrologisch systeem				
Wegzigtigingsgebied			Berekende GVG	
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied
201	201		205	199
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype
0				

Profielgegevens

Standaardpuntencode	Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm	
2z431g5 VIIIId	Hd21g - VIIIId	RDh - Heidemormoder	
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreading profielkenmerken
999	25	5	

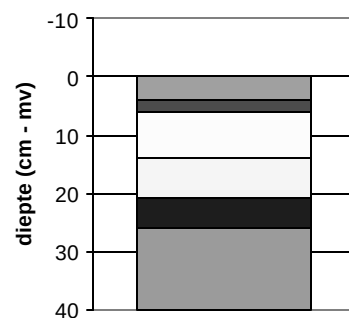
Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof % A V	Textuur <2μ <50μ M50	pH K R	Vlekken A Hue V/C	Geo ST	Wortels A D R	worm	Opmerkingen
1Mm	0 - 4	SMAB		80	OV	3		190 WO	ABVFRA		
1Mh	4 - 6	SMAB		40	OV	2,6		190 WO	PFVFHO		
2AE	6 - 14	SMGR		5	3	2,8	1	630 MA	VFFIRA		
2E	14 - 21	SMCL		4	3	8	180	630	VFFIRA		
2Bhs	21 - 26	SMCL		6	3	8	180	630	VFFIRA		zwart, verkit
2BCs	26 - 50			1	3	8	180	630	NO		gevekt; verder boren onmogelijk door stenen

Toelichting

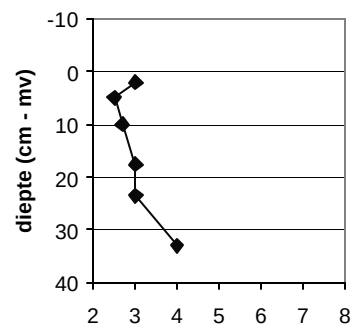
Aan bovenzijde flank droog dal; heide met rode bosbes -> dikke M horizonten (vergelijk Cranberry en beenbreek)

Humusprofiel



☐ 1Mm ☒ 1Mh ☐ 2AE ☐ 2E
☒ 2Bhs ☒ 2BCs

pH-profiel



Profielbeschrijving ST-Bd

Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
16	Stobberribben			ST-Bd	21-5-1992
X-coördinaat		Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud
195195		533137		16D	Cent. prof 116
Projectnr	Project			Opnemer	
458	Ecologische Bodemtypologie			Bas van Delft en Rolf Kemmers	
Bodemgebruik					
WN - natuurterreinen, natte vegetatie (o.a. slikken)					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					
Haarmosfase = jaren zestig?					

Landschap

Fysiografische eenheid			
Venen			
Fysiotop			
lv2d - diepe zoete laagveenplassen			
Geomorfologie	Microrelief	Helling	Expositie
kragge	VL		
Vegetatietype (SBB)	09-i		
Klasse	Parvocaricetea		
Verbond	RG Molinia caerulea - Sphagnum palustre [Parvocari		
Associatie	Onbepaald		
Subassociatie	Onbepaald		

Hydrologie

Hydrologisch systeem					
Kraggesysteem			Berekende GVG		
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied	
0	10	7	14	6	
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur	Inundatietype	

Profielgegevens

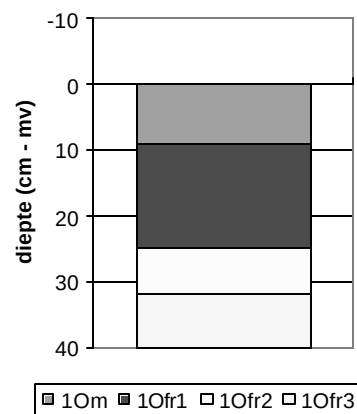
Standaardpuntencode		Bodemkaart 1 : 50 000	Humusvorm
1ks wla		Vo - wla	VRp - Rauwveenmosmor
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreading profielkenmerken
999	10	10	

Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof	Textuur	pH	K	R	Vlekken	Geo ST	Wortels	worm	Opmerkingen
				% A V	<2µ <50µ M50				A Hue V/C		A D R		
1Om	0 - 9			95	OV					190 NM	FEFIRA		
1Ofr1	9 - 25			95	S					152 WO	VFMEVE		geelbruin
1Ofr2	25 - 32			95	S					152 WO	VFMEVE		met haarmos
1Ofr3	32 - 40			95	S					152 WO	VFMEVE		met wortels
1Ofsr1	40 - 45			90	S					152 WO	NO		inspoeling humus
1Ofsr2	45 - 53			80	C					130 WO	NO		schorpioenmos
1Ofsr3	53 - 70			70	CR					130 WO	NO		vooral (riet)wortels
2Ohr	70 - 100			70	VV					160 SP	NO		zwart
3Omr1	100 - 140			70	CR					130 SP	NO		
3Ohr1	140 - 150			50	DK					110 CM	NO		sliblaagjes
3Omr2	150 - 220			70	CR					130 SP	NO		
3Ohr2	220 - 225			80	DV					160 SP	NO		zwart gytja
3Omr3	225 - 275			70	CR					130 MA	NO		vrij vast gepakt
4Cr	275 - 280			5		25	105			410 MA	NO		grijs

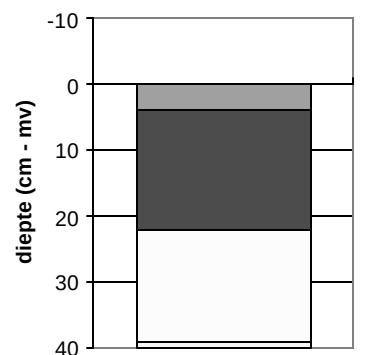
Toelichting

Humusprofiel



Administratieve gegevens

Administratieve gegevens					
IDcode	Terrein			Alfacode	Datum
14	Stobberribben			ST-Ab	21-5-1992
X-coördinaat		Ycoördinaat	m+NAP	Topkaart TDN	Oud
195228		533212		16D	Cent. prof
Projectnr		Project		Opnemer	
458		Ecologische Bodemtypologie		Bas van Delft en Rolf Kemmers	
Bodemgebruik					
WN - natuurterreinen, natte vegetatie (o.a. slikken)					
Beheer			Plagjaar	Humusprofiel	☒
Maaien (natuur)				Bodemprofiel	☒
Opmerkingen over de locatie					



Landschap

Fysiografische eenheid			
Venen			
Fysiotop			
lv2d - diepe zoete laagveenplassen			
Geomorfologie	Microrelief	Helling	Expositie
kragge	VL		
Vegetatietype (SBB)	09B3		
Klasse	Parvocaricetea		
Verbond	Caricion lasiocarpae		
Associatie	Scorpidio-Caricetum diandrae		
Subassociatie	Onbepaald		

Hydrologie

Hydrologisch systeem					
Kraggesysteem			Berekende GVG		
GHG (veld)	GLG (veld)	GVG (veld)	polder	stroomgebied	
0	10	7	14	6	
GWS	pH (veld)	EGV (veld; mS/m)	Inundatieduur		Inundatietype
0	8,3	51			

Profielgegevens

Standaardpuntencode	Bodemkaart 1 : 50 000		Humusvorm
1kc wla	Vo - wla		MRn - Veenmesimor
Ontkalkingsdiepte	Bewortelbare diepte	Effectieve bewortelbare diepte	Spreiding profielkenmerken
999	10	10	

Profielopbouw

Horizont	Diepte (cm)	Grens	Meng	Org. stof	Textuur	pH	K	R	Vlekken	Geo	ST	Wortels	worm	Opmerkingen
				% A V	<2μ <50μ M50				A Hue V/C			A D R		
1Of1	0 - 4			95	OV					190	SP	VFFIRA		Schorpioenmos
1Of2	4 - 22			95	OV					190	WO	ABFIRA		wortels +schorpioenm
1Omsr	22 - 39			85	RC					130	WO	PFCORA		rietwortels
1Ohsr	39 - 50			85	RC					130	WO	NO		
2W	50 - 200			10						160	MA	NO		
3Ofsr1	200 - 250			70	RC					130	MA	NO		op 220 gliedelaagje
3Ofsr2	250 - 285			60	RC					130	CM	NO		gelaagd met gliede
3Ofsr3	285 - 305			70	RC					130	MA	NO		
4Cr	305 - 315			5		25 120				410	MA	NO		

Toelichting

Vegetatietype is overgang Scorpidio Caricetum diandrae typicum naar sphagnetosum

Aanhangsel 7 Analyseresultaten bodemmonsters

		Humuseigenschappen					Standplaats – Basenstatus					Standplaats – Aluminium en IJzer				Standplaats – Zuurgraad	
Horizont	Sub-groep	Hum %	CN	Ptot mg P2O5/kg	CP	PaPt	Kalk %	CV8 %	CVv %	CVaf %	HCa	AlFeO mmol/kg	AlFeR	FeT g/kg	Pyr %	pHw	pHk
Semiterrestrische Mulls																	
AMh+Ah	HLf	7 (1)	14,7 (1)	370 (1)	4253 (1)	0,51 (1)	-	-	-	31 (1)	2,02 (1)	-	-	-	-	4,6 (1)	3,6 (1)
Ah	HLz	7,27 (1)	28,3 (1)	327 (1)	26842 (1)	0,87 (1)	0,14 (2)	34,7 (1)	67 (1)	-	-	-	-	-	-	6,3 (2)	5,8 (2)
Ah	HLf	10,19 (25)	14,4 (18)	956 (22)	3722 (22)	0,42 (22)	0,1 (1)	70,6 (8)	-	43 (25)	1,81 (25)	314,9 (3)	0,591 (3)	4,93 (7)	-	5,2 (24)	4,3 (26)
Ah	HLc	10,17 (2)	-	3633 (2)	381 (2)	0,07 (2)	-	164,2 (2)	-	84,3 (2)	0,18 (2)	-	-	0,89 (2)	-	6,8 (2)	6,7 (2)
Ah	HLd	-	-	-	-	-	0,09 (2)	94,9 (2)	-	-	-	-	-	-	-	6,3 (2)	6 (2)
Ah+AC	HLf	2,15 (2)	8,6 (2)	306 (2)	-	-	0,15 (1)	38,9 (2)	-	-	-	-	-	-	-	5,7 (2)	4,7 (2)
AC	HLz	0,46 (1)	20 (1)	120 (1)	952 (1)	0,59 (1)	0,17 (1)	-	34,6 (1)	-	-	-	-	-	-	7,3 (1)	7 (1)
AC	HLf	1,05 (3)	8,2 (1)	334 (1)	-	-	0,2 (1)	24,4 (1)	-	47,1 (2)	0,95 (2)	-	-	2,93 (2)	-	5 (1)	4,7 (3)
AC+C	HLc	-	-	-	-	-	1,61 (1)	13,3 (1)	-	-	-	-	-	-	-	7,2 (1)	7,6 (1)
AE	HLh	4,5 (3)	6,8 (3)	524 (3)	480 (2)	0,4 (2)	0,13 (3)	24,3 (2)	-	6,4 (1)	14,11 (1)	-	-	-	-	4,9 (3)	3,9 (3)
BC	HLd	-	-	-	-	-	1 (1)	21,6 (1)	-	-	-	-	-	-	-	7,4 (1)	8,2 (1)
C	HLz	0,34 (2)	4 (1)	-	-	-	0,25 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5 (2)	6,1 (2)
C	HLf	1,45 (2)	10,6 (2)	181 (2)	-	-	0 (2)	8,8 (2)	-	-	-	-	-	0,16 (2)	-	5 (2)	4,1 (2)
C	HLc	0,27 (10)	11 (10)	317 (10)	135 (10)	0,3 (10)	3,8 (10)	50,4 (10)	-	-	-	-	-	-	-	7,7 (10)	8,1 (10)
Terrestrische Mulls																	
AMh+AC	VLf	8,45 (1)	10,7 (1)	1539 (1)	665 (1)	0,05 (1)	-	13,2 (1)	-	6,5 (1)	13,75 (1)	78,5 (1)	0,993 (1)	0,47 (1)	-	4,3 (1)	3,5 (1)
Aa	ALe	6,2 (2)	11,7 (1)	1231 (2)	920 (2)	0,32 (2)	-	60,6 (2)	-	52,1 (1)	0,81 (1)	-	-	-	-	5,6 (2)	4,8 (2)
Ap	ALe	2,2 (1)	5,9 (1)	912 (1)	-	-	-	22,7 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,6 (1)	5 (1)
Ap	ALt	6,58 (1)	11,9 (1)	1657 (1)	-	-	4,49 (1)	231,6 (1)	-	78,8 (1)	0,23 (1)	-	-	1,27 (1)	-	7,2 (1)	7,2 (1)
Ah	ZLk	4,12 (2)	9,2 (2)	1678 (2)	283 (1)	0,4 (1)	-	160,2 (2)	-	57,1 (2)	0,79 (2)	110 (1)	0,345 (1)	0,47 (2)	-	6,8 (2)	6,5 (2)
Ah	ZLz	3,86 (1)	13,7 (1)	1796 (1)	458 (1)	0,46 (1)	0,1 (1)	26,1 (2)	-	11,8 (1)	7,38 (1)	53,5 (1)	0,957 (1)	0,61 (1)	-	5,2 (2)	4,4 (2)
Ah	WLk	5,65 (3)	9,3 (2)	1126 (3)	728 (1)	0,25 (1)	2,86 (1)	196,1 (3)	-	78,5 (3)	0,25 (3)	-	-	0,6 (3)	-	7,3 (3)	7,3 (3)
Ah	WLs	8,05 (1)	11 (1)	2310 (1)	495 (1)	0,19 (1)	-	89,4 (1)	-	41 (1)	1,32 (1)	250,2 (1)	0,109 (1)	4,87 (1)	-	5,2 (1)	4,1 (1)
Ah	ALe	3,08 (3)	9,2 (3)	1804 (3)	426 (2)	0,61 (2)	0,1 (1)	43,6 (3)	-	18,3 (2)	97,08 (2)	62,8 (2)	0,84 (2)	0,79 (2)	-	5,1 (3)	4,4 (3)

		Humuseigenschappen					Standplaats – Basenstatus					Standplaats – Aluminium en IJzer				Standplaats – Zuurgraad	
Horizont	Sub-groep	Hum %	CN	Ptot mg P2O5/kg	CP	PaPt	Kalk %	CV8 %	CVv %	CVaf %	HCa	AlFeO mmol/kg	AlFeR	FeT g/kg	Pyr %	pHw	pHk
Ah+AC	WLk	6,15 (1)	10,9 (1)	1790 (1)	-	-	1,77 (1)	212,9 (1)	-	79,5 (1)	0,22 (1)	-	-	1,28 (1)	-	7,1 (1)	7,1 (1)
AE+AB	VLh	4,19 (1)	9,9 (1)	1361 (1)	915 (1)	0,61 (1)	-	55,8 (1)	-	19,3 (1)	4,03 (1)	50,4 (1)	1,827 (1)	0,42 (1)	-	4,8 (1)	3,8 (1)
A/B	ALe	7,76 (1)	16,6 (1)	880 (1)	-	-	-	17,7 (1)	-	10,9 (1)	8,07 (1)	-	-	0,38 (1)	-	4,6 (1)	3,8 (1)
Bh	ALe	3,17 (1)	15,2 (1)	543 (1)	-	-	0,01 (1)	8,7 (1)	-	-	-	-	-	0,26 (1)	-	5,5 (1)	4,4 (1)
AC+C	VLc	0,17 (1)	4 (1)	1064 (1)	23 (1)	0,22 (1)	2,52 (1)	190 (1)	-	74,9 (1)	0,26 (1)	49,1 (1)	0,223 (1)	0,81 (1)	-	7,9 (1)	8 (1)
C	ALe	1,2 (1)	6,6 (1)	321 (1)	-	-	-	34,1 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6,3 (1)	5,9 (1)
Semiterrestrische Mullmoders																	
Om	HLDs	86,14 (1)	-	-	-	-	-	-	-	29,8 (1)	2,08 (1)	-	-	10,51 (1)	-	-	4,7 (1)
Oh	HLDm	62,9 (1)	12,7 (1)	3055 (1)	2700 (1)	0,13 (1)	-	-	-	22,2 (1)	3,33 (1)	-	-	-	-	-	3,6 (1)
OA+Ah	HLDm	4,7 (1)	10,6 (1)	458 (1)	-	-	-	38,7 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,4 (1)	4,5 (1)
Ah+Oh	HLDs	36,21 (1)	-	-	-	-	-	-	-	20,6 (1)	3,51 (1)	-	-	23,13 (1)	-	-	4,2 (1)
Mf	HLDs	21,17 (1)	-	1486 (1)	1960 (1)	0,17 (1)	-	33,9 (1)	-	27,2 (1)	2,55 (1)	-	-	-	-	4,7 (1)	3,8 (1)
Mm	HLDs	49,76 (3)	-	3001 (2)	2027 (2)	0,11 (2)	-	22,6 (2)	-	18,8 (3)	4,68 (3)	-	-	20,57 (1)	-	4,2 (2)	3,6 (3)
Mm+Mh	HLDs	47,69 (1)	-	6701 (1)	1017 (1)	0,2 (1)	-	27,3 (1)	-	20,3 (1)	3,75 (1)	-	-	-	-	4,4 (1)	3,4 (1)
Mm+Ah	HLDs	39,7 (2)	16,9 (2)	1861 (2)	3896 (2)	0,37 (2)	-	27,7 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3 (2)
AMh	HLDw	9,69 (2)	14,1 (1)	531 (2)	3781 (2)	0,35 (2)	-	18 (1)	-	37,7 (2)	3,32 (2)	-	-	-	-	5,4 (2)	4,7 (2)
AMh+Ah	HLDs	13,88 (5)	10,6 (5)	975 (5)	3500 (3)	0,45 (3)	-	12 (5)	-	-	-	-	-	-	-	4,7 (4)	3,9 (5)
AMh+Ah	HLDm	11,8 (8)	17,4 (7)	688 (8)	5572 (8)	0,5 (8)	-	45 (1)	-	31,5 (8)	2,51 (8)	-	-	0,79 (1)	-	4,9 (8)	4,1 (8)
AMh+Ah	HLDw	8,34 (14)	15 (14)	425 (14)	6153 (14)	0,57 (14)	0,3 (2)	41,1 (3)	-	51,5 (13)	0,84 (13)	-	-	-	-	5,5 (16)	4,7 (16)
AMh+AC	HLDw	-	-	-	-	-	0,33 (1)	88,9 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6,9 (1)	6,8 (1)
Ah	HLDs	10,17	14,5 (4)	889 (9)	2594 (9)	0,22 (9)	0,6 (1)	33 (7)	-	26,1 (9)	4,73 (9)	233,2 (1)	0,243 (1)	1,89 (2)	-	4,7 (8)	4 (9)

Horizont	Sub-groep	Humuseigenschappen					Standplaats – Basenstatus					Standplaats – Aluminium en IJzer				Standplaats – Zuurgraad	
		Hum %	CN	Ptot mg P2O5/kg	CP	PaPt	Kalk %	CV8 %	CVv %	CVaf %	HCa	AlFeO mmol/kg	AlFeR	FeT g/kg	Pyr %	pHw	pHk
		(9)															
Ah	HLDm	7,22 (6)	17,9 (6)	313 (6)	7047 (5)	0,6 (5)	0,6 (1)	0,7 (1)	-	23,8 (5)	3,34 (5)	-	-	-	-	4,6 (6)	3,9 (6)
Ah	HLDw	7,59 (6)	8,8 (2)	1822 (4)	581 (4)	0,22 (4)	-	44,9 (4)	-	38,5 (7)	1,9 (7)	111 (2)	2,293 (2)	0,83 (3)	-	5,3 (7)	4,6 (7)
Ah+AC	HLDw	2,3 (1)	10,9 (1)	554 (1)	4444 (1)	0,89 (1)	0,15 (1)	36,6 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6,8 (1)	6,3 (1)
AC	HLDs	1,97 (3)	11,2 (3)	232 (3)	-	-	0 (3)	4,3 (3)	-	-	-	-	-	0,46 (3)	-	5,1 (3)	4,1 (3)
AC	HLDw	1 (1)	9,2 (1)	277 (1)	-	-	0,01 (1)	15,5 (1)	-	-	-	-	-	0,2 (1)	-	6,4 (1)	5,7 (1)
A/C+C	HLDm	1,43 (1)	11,5 (1)	476 (1)	1083 (1)	0,68 (1)	-	27,5 (1)	-	8,7 (1)	10,25 (1)	-	-	-	-	-	4,4 (1)
C	HLDs	3,35 (1)	13,9 (1)	425 (1)	-	-	0,01 (1)	3,6 (1)	-	-	-	-	-	0,25 (1)	-	5,2 (1)	4,1 (1)
C	HLDm	0,87 (2)	7,1 (2)	231 (2)	-	-	0,01 (2)	4,4 (2)	-	-	-	-	-	0,25 (2)	-	5,2 (2)	4,5 (2)
<i>Terrestrische Mullmoders</i>																	
Mfi	LDh	26,27 (1)	-	852 (1)	3886 (1)	0,09 (1)	-	5 (1)	-	4,6 (1)	20,61 (1)	-	-	-	-	3,5 (1)	2,2 (1)
AMh+Ah	LDc	5,12 (1)	8,4 (1)	1433 (1)	-	-	-	158,8 (1)	-	64,9 (1)	0,45 (1)	-	-	0,65 (1)	-	6,2 (1)	5,4 (1)
AMh+Ah	LDa	5,31 (2)	10,9 (2)	1578 (2)	2438 (2)	0,57 (2)	-	35,4 (2)	-	28,9 (1)	2,32 (1)	93 (1)	1,22 (1)	0,61 (1)	-	4,9 (2)	4 (2)
AMh+AC	LDc	2,23 (1)	5,4 (1)	2510 (1)	132 (1)	0,23 (1)	2,33 (1)	210,8 (1)	-	74,1 (1)	0,28 (1)	71,1 (1)	0,251 (1)	1,04 (1)	-	7,2 (1)	7,2 (1)
Ah+AE	LDh	5,3 (1)	-	337 (1)	1906 (1)	0,06 (1)	-	1,9 (1)	-	1,8 (1)	52,98 (1)	-	-	-	-	3,8 (1)	2,6 (1)
Bh	LDa	4,05 (1)	30,5 (1)	245 (1)	-	-	0 (1)	7,5 (1)	-	-	-	-	-	0,1 (1)	-	4,9 (1)	3,9 (1)
<i>Semiterrestrische Moders (Eerdmoders)</i>																	
OMm	EDv	21,39 (1)	12,6 (1)	1875 (1)	1794 (1)	0,27 (1)	-	42,1 (1)	-	21,9 (1)	3,42 (1)	112,3 (1)	0,437 (1)	2,34 (1)	-	4,5 (1)	3,7 (1)
OMm+Oh	EDf	54,14 (1)	-	4580 (1)	1458 (1)	0,07 (1)	-	29,1 (1)	-	14,9 (1)	5,57 (1)	-	-	12,86 (1)	-	4,2 (1)	3,6 (1)
OMm+OA	EDo	55 (1)	13,3 (1)	2945 (1)	3235 (1)	0,34 (1)	-	25,3 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4 (1)
OMh	EDf	77,44 (4)	16,1 (1)	3668 (4)	2701 (4)	0,08 (4)	-	206,7 (4)	-	49,7 (4)	1,2 (4)	302,9 (1)	0,174 (1)	5,97 (4)	-	5 (4)	4,5 (4)
OMh	EDv	27,99 (3)	11,1 (1)	2513 (2)	1544 (2)	0,22 (2)	0,2 (1)	116,6 (2)	-	49,7 (2)	0,42 (2)	-	-	7,46 (2)	-	6,5 (2)	6,1 (3)
OMh+OA	EDo	57,1 (2)	15,9 (2)	2858 (2)	3355 (2)	0,32 (2)	-	22,1 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4 (2)
OMh+Oh	EDf	88,9 (1)	15,3 (1)	3945 (1)	3883 (1)	0,34 (1)	0,2 (1)	76,3 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,9 (1)	5,3 (1)
OMh+Oh	EDv	22,7 (1)	9,7 (1)	1539 (1)	2474 (1)	0,29 (1)	0,35 (1)	78,2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,8 (1)	5,3 (1)
OMd	EDv	56,42 (1)	-	4593 (1)	1453 (1)	0,03 (1)	-	23,3 (1)	-	10,8 (1)	8,15 (1)	-	-	5,33 (1)	-	4,5 (1)	3,8 (1)

Horizont	Sub-groep	Humuseigenschappen					Standplaats – Basenstatus					Standplaats – Aluminium en IJzer				Standplaats – Zuurgraad	
		Hum %	CN	Ptot mg P2O5/kg	CP	PaPt	Kalk %	CV8 %	CVv %	CVaf %	HCa	AlFeO mmol/kg	AlFeR	FeT g/kg	Pyr %	pHw	pHk
Of	EDm	95,4 (1)	-	-	-	-	-	-	-	23,1 (1)	3,01 (1)	-	-	0,8 (1)	0,008 (1)	-	3 (1)
Om	EDo	76,79 (2)	9,5 (1)	7084 (1)	1431 (1)	0,27 (1)	-	219,1 (1)	-	31,6 (2)	6,31 (2)	287 (1)	0,718 (1)	4,87 (2)	-	5,3 (1)	4 (2)
Oh	EDf	46,16 (8)	32,6 (1)	2833 (6)	2648 (6)	0,13 (6)	-	187,3 (6)	-	55,8 (8)	0,89 (8)	891,6 (1)	0,056 (1)	22,41 (7)	-	5,5 (6)	5,1 (8)
Oh	EDv	36,13 (3)	-	2291 (2)	1578 (2)	0,06 (2)	-	113,8 (2)	-	59 (3)	0,66 (3)	-	-	7,42 (2)	-	5,3 (2)	5,1 (3)
Oh	EDm	58,59 (2)	11,1 (1)	8575 (1)	1350 (1)	0,35 (1)	-	266,5 (1)	-	43,3 (2)	1,92 (2)	236,4 (1)	0,543 (1)	12,45 (2)	-	5,4 (1)	5 (2)
Oh	EDo	72 (2)	-	-	-	-	-	-	-	15 (2)	9,48 (2)	-	-	9,39 (2)	-	-	3,9 (2)
Oh+OA	EDv	45,25 (1)	-	2159 (1)	2462 (1)	0,03 (1)	-	67,6 (1)	-	31,9 (1)	2,08 (1)	-	-	1,69 (1)	-	4,6 (1)	4,1 (1)
Og	EDm	56,78 (4)	11,5 (1)	4834 (2)	1463 (2)	0,43 (2)	-	64,1 (2)	-	30 (4)	2,54 (4)	-	-	14,49 (3)	0,086 (1)	4,9 (1)	4,3 (4)
Od	EDv	21,93 (1)	-	1912 (1)	1349 (1)	0,03 (1)	-	72,6 (1)	-	46,7 (1)	1,12 (1)	-	-	1,69 (1)	-	5 (1)	4,4 (1)
Od	EDg	9,6 (1)	15 (1)	585 (1)	7377 (1)	0,76 (1)	-	9,2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	4,5 (1)	3,8 (1)
OA	EDf	25,28 (2)	12,9 (1)	2032 (2)	2579 (2)	0,19 (2)	-	99,2 (2)	-	44,8 (2)	1,34 (2)	201,2 (1)	0,562 (1)	4,68 (2)	-	5,1 (2)	4,5 (2)
OA	EDv	13,5 (1)	16,2 (1)	-	-	-	-	39,6 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,3 (1)	4,3 (1)
OA	EDo	18,94 (10)	13,5 (5)	2067 (3)	1094 (3)	0,22 (3)	-	65,7 (5)	-	38,8 (8)	3,6 (8)	119,9 (2)	1,581 (2)	3,07 (4)	-	5,3 (7)	4,4 (10)
OA/Cp	EDo	12,67 (3)	16,9 (3)	-	-	-	-	31,9 (3)	-	-	-	-	-	-	-	5,1 (3)	4,1 (3)
Mf	EDm	85,2 (1)	-	2959 (1)	3626 (1)	0,09 (1)	-	112,9 (1)	-	48,4 (1)	0,97 (1)	-	-	-	-	4,9 (1)	4,1 (1)
Mf+Mm	EDf	81,9 (2)	14,7 (2)	4411 (2)	4257 (2)	0,46 (2)	0,1 (1)	46,2 (2)	-	-	-	-	-	-	-	5,6 (2)	5 (2)
Mm	EDf	75,29 (2)	-	-	-	-	-	-	-	27,7 (2)	2,48 (2)	-	-	49,89 (2)	-	-	5 (2)
Mm	EDv	12,54 (1)	8,1 (1)	3024 (1)	681 (1)	0,3 (1)	-	151,9 (1)	-	62,4 (1)	0,53 (1)	79,5 (1)	0,245 (1)	2,27 (1)	-	5,9 (1)	5,4 (1)
Mm	EDm	71,91 (1)	-	-	-	-	-	-	-	22 (1)	3,19 (1)	-	-	19,5 (1)	-	-	4,8 (1)
Mm+Mh	EDf	22 (1)	14,9 (1)	8905 (1)	2651 (1)	0,89 (1)	-	22 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,8 (1)	5,1 (1)
AMh+OA	EDo	56 (1)	13 (1)	4288 (1)	2373 (1)	0,37 (1)	-	23,2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2 (1)
AMh+Ah	EDo	48,8 (1)	14,1 (1)	3430 (1)	2547 (1)	0,36 (1)	-	27,9 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2 (1)
AhO	EDv	19,47 (1)	-	1652 (1)	1391 (1)	0,03 (1)	-	38,3 (1)	-	25,9 (1)	2,79 (1)	-	-	2,35 (1)	-	4,6 (1)	3,8 (1)

Horizont	Sub-groep	Humuseigenschappen					Standplaats – Basenstatus					Standplaats – Aluminium en IJzer				Standplaats – Zuurgraad	
		Hum %	CN	Ptot mg P2O5/kg	CP	PaPt	Kalk %	CV8 %	CVv %	CVaf %	HCa	AlFeO mmol/kg	AlFeR	FeT g/kg	Pyr %	pHw	pHk
Ah+AC	EDv	5,15 (2)	18,3 (2)	274 (2)	4519 (1)	0,34 (1)	-	2,8 (2)	-	-	-	-	-	-	-	4,3 (2)	3,6 (2)
AC	EDv	2,57 (2)	12,9 (1)	192 (1)	-	-	0,01 (1)	1 (1)	-	62,3 (1)	0,53 (1)	-	-	2,6 (2)	-	4,3 (1)	4,7 (2)
C	EDv	0,78 (1)	8,7 (1)	225 (1)	-	-	0,15 (2)	30,6 (2)	-	-	-	-	-	0,39 (1)	-	6,2 (2)	5,5 (2)
C	EDg	3,13 (1)	14,9 (1)	253 (1)	-	-	0,01 (1)	2,7 (1)	-	-	-	-	-	0,31 (1)	-	4,9 (1)	4,1 (1)
<i>Semiterrestrische Moders (Hydromoders)</i>																	
OMf	HDs	41,44 (1)	-	2548 (1)	1983 (1)	0,06 (1)	-	37,7 (1)	-	25,7 (1)	2,8 (1)	-	-	0,61 (1)	-	4,4 (1)	3,7 (1)
OMm+Ah	HDs	16,8 (1)	25 (1)	550 (1)	8719 (1)	0,53 (1)	-	-	-	4,3 (1)	21,07 (1)	-	-	-	-	4 (1)	3 (1)
OMh	HDs	59,7 (1)	-	-	-	-	-	-	-	3,6 (1)	25,84 (1)	-	-	2,99 (1)	-	-	3,2 (1)
Fal	HDs	72,94 (2)	36,4 (2)	1618 (2)	-	-	-	-	76,9 (2)	-	-	-	-	-	-	6 (2)	5,8 (2)
Mf+AC	HDc	29,33 (1)	-	3065 (1)	1273 (1)	0,14 (1)	-	169,8 (1)	-	68 (1)	0,28 (1)	-	-	7,18 (1)	-	6 (1)	6,1 (1)
Mm	HDs	58,13 (2)	-	-	-	-	-	-	-	9 (2)	10,63 (2)	-	-	4,54 (2)	-	-	3,4 (2)
Mmi+Mhi	HDs	11 (2)	21,3 (2)	598 (2)	10895 (2)	0,44 (2)	0,27 (2)	42,2 (1)	62,8 (1)	-	-	-	-	-	-	6,1 (2)	5,6 (2)
Mm+AMh	HDs	45,2 (1)	14,3 (1)	2440 (1)	3363 (1)	0,37 (1)	-	24,3 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1 (1)
Mmi+AMh	HDs	19,63 (1)	30,3 (1)	483 (1)	17321 (1)	0,74 (1)	0,17 (1)	-	60,5 (1)	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,5 (1)
Mh	HDh	42,51 (1)	20,4 (1)	1344 (1)	-	-	-	10,3 (1)	-	3,6 (1)	26,06 (1)	-	-	1,3 (1)	-	3,4 (1)	2,6 (1)
Mhi	HDs	3,8 (2)	6,7 (2)	513 (2)	716 (2)	0,13 (2)	0,35 (2)	42,2 (2)	-	-	-	-	-	-	-	6,7 (2)	6,4 (2)
Mhi+ACp	HDs	1,7 (8)	6,6 (8)	472 (8)	460 (8)	0,16 (8)	0,91 (8)	35,8 (8)	-	-	-	-	-	-	-	7,1 (8)	7,1 (8)
AMh	HDs	9,86 (5)	16,6 (2)	933 (4)	3226 (4)	0,27 (4)	0,1 (1)	63,9 (2)	-	29,4 (5)	3,88 (5)	-	-	2,2 (3)	-	5,1 (4)	4,2 (5)
AMh	HDw	17,18 (3)	16,2 (1)	1341 (2)	4135 (2)	0,32 (2)	-	50,4 (1)	-	52,2 (3)	0,93 (3)	-	-	4,83 (2)	-	5,2 (2)	5,2 (3)
AMh+Ah	HDs	7,43 (4)	14,1 (4)	407 (4)	7098 (4)	0,68 (4)	0,1 (1)	25,3 (1)	-	21,7 (4)	3,92 (4)	-	-	-	-	4,8 (5)	3,9 (5)
AMh+Ah	HDh	4 (1)	8,8 (1)	309 (1)	-	-	-	74,2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6,1 (1)	5,6 (1)
AMh+Ah	HDw	7,63 (7)	13,9 (7)	418 (7)	5231 (6)	0,53 (6)	0,1 (2)	59 (2)	-	48,2 (6)	0,94 (6)	-	-	-	-	5,6 (8)	4,9 (8)
AMh+Ah/Cp	HDs	5,3 (1)	13,1 (1)	625 (1)	7931 (1)	0,79 (1)	-	10,3 (1)	-	-	-	-	-	-	-	4,6 (1)	3,6 (1)
AMh+AC	HDs	5,06 (7)	11,7 (7)	557 (7)	10157 (4)	0,64 (4)	0,13 (3)	79,1 (6)	-	8,5 (1)	10,43 (1)	-	-	-	-	5,6 (7)	4,8 (7)
AMh+AE/Cp	HDh	3,4 (1)	10 (1)	329 (1)	-	-	-	19,7 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4 (1)

Horizont	Sub-groep	Humuseigenschappen					Standplaats – Basenstatus					Standplaats – Aluminium en IJzer				Standplaats – Zuurgraad	
		Hum %	CN	Ptot mg P2O5/kg	CP	PaPt	Kalk %	CV8 %	CVv %	CVaf %	HCa	AlFeO mmol/kg	AlFeR	FeT g/kg	Pyr %	pHw	pHk
AEM+AB	HDh	1,8 (1)	10 (1)	306 (1)	-	-	-	67,9 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,8 (1)	5,2 (1)
AMh+C	HDs	1,4 (1)	7,8 (1)	487 (1)	23333 (1)	0,99 (1)	0,15 (1)	87,1 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6,8 (1)	6,3 (1)
ACM+AC	HDs	-	-	-	-	-	0,1 (1)	15,3 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6,8 (1)	6,8 (1)
Ah	HDs	9,22 (3)	22,2 (1)	272 (1)	-	-	-	1,7 (1)	-	7,2 (3)	46,97 (3)	-	-	1,94 (3)	-	4,6 (1)	3,8 (3)
Ah	HDw	16,37 (1)	-	-	-	-	-	-	-	67,7 (1)	0,43 (1)	-	-	7,17 (1)	-	-	6,3 (1)
Ah+AC	HDs	2,4 (1)	5,9 (1)	513 (1)	11111 (1)	0,96 (1)	-	80,5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,7 (1)	4,8 (1)
AB+BC	HDh	1,22 (1)	11,3 (1)	185 (1)	-	-	0,01 (1)	14,7 (1)	-	-	-	-	-	0,56 (1)	-	6,2 (1)	5,6 (1)
AC	HDs	2,58 (3)	19,7 (1)	220 (1)	2986 (1)	0,27 (1)	0,1 (1)	-	-	15,5 (3)	12,64 (3)	-	-	4,73 (2)	-	4,4 (1)	3,7 (3)
AC+C	HDs	0,2 (5)	10 (4)	246 (5)	175 (5)	0,38 (5)	2,78 (6)	30,2 (6)	-	-	-	-	-	-	-	7,6 (6)	8 (6)
BC+C	HDh	1,95 (1)	10,1 (1)	399 (1)	-	-	0 (1)	19,8 (1)	-	-	-	-	-	0,15 (1)	-	6,3 (1)	5,7 (1)
C	HDs	0,78 (9)	12,6 (8)	643 (7)	172 (1)	0,36 (1)	0,29 (9)	16,9 (7)	-	-	-	-	-	5,66 (6)	-	6 (9)	5,2 (9)
C	HDh	2,81 (1)	12,3 (1)	275 (1)	-	-	0,01 (1)	5,9 (1)	-	-	-	-	-	0,2 (1)	-	5,3 (1)	4,2 (1)
C	HDw	1,12 (1)	9,1 (1)	236 (1)	-	-	0,25 (2)	40,1 (2)	-	-	-	-	-	0,14 (1)	-	6,3 (2)	5,5 (2)
<i>Terrestrische Moders</i>																	
AMh+AC	Ds	3,62 (1)	12,2 (1)	1789 (1)	250 (1)	0,07 (1)	-	100,2 (1)	-	42,7 (1)	1,2 (1)	61,3 (1)	0,308 (1)	0,66 (1)	-	5,4 (1)	4,3 (1)
AMh+C	Ds	1,23 (1)	17,4 (1)	1037 (1)	-	-	3,72 (1)	100,2 (1)	-	48,4 (1)	0,99 (1)	-	-	0,72 (1)	-	7,5 (1)	7,5 (1)
AC	Ds	2,7 (1)	13,6 (1)	1278 (1)	276 (1)	0,12 (1)	-	111,7 (1)	-	39 (1)	1,4 (1)	71,8 (1)	0,638 (1)	0,52 (1)	-	4,9 (1)	3,6 (1)
<i>Semiterrestrische Mors</i>																	
S	MRn	99,8 (1)	-	-	-	-	-	-	-	6,6 (1)	12,8 (1)	-	-	0,29 (1)	0,036 (1)	-	2,4 (1)
Mm	MRe	79,9 (2)	-	-	-	-	-	-	-	20,1 (2)	4,76 (2)	-	-	3,55 (2)	0,302 (2)	-	3,8 (2)
Mm	MRf	74,6 (1)	-	3408 (1)	2662 (1)	0,06 (1)	-	94,9 (1)	-	36,6 (1)	1,64 (1)	-	-	-	-	4,5 (1)	3,6 (1)
Mm+Oh	MRe	58,1 (1)	15,2 (1)	17385 (1)	-	-	-	33,2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	5,8 (1)	5 (1)
Ah	MRv	13,92 (1)	10,5 (1)	1253 (1)	1513 (1)	0,16 (1)	-	18,4 (1)	-	11,4 (1)	7,61 (1)	-	-	-	-	-	3,6 (1)
A/C+C	MRf	2,76 (1)	11,3 (1)	477 (1)	1140 (1)	0,42 (1)	-	18,3 (1)	-	9,9 (1)	8,84 (1)	-	-	-	-	-	4,4 (1)
Of	VRp	95,47 (3)	30,8 (2)	274 (2)	-	-	-	-	-	8 (1)	10,86 (1)	-	-	2,67 (1)	-	4,2 (2)	3,3 (3)

Horizont	Sub-groep	Humuseigenschappen					Standplaats – Basenstatus					Standplaats – Aluminium en IJzer				Standplaats – Zuurgraad	
		Hum %	CN	Ptot mg P2O5/kg	CP	PaPt	Kalk %	CV8 %	CVv %	CVaf %	HCa	AlFeO mmol/kg	AlFeR	FeT g/kg	Pyr %	pHw	pHk
Of	MRe	90,9 (1)	-	-	-	-	-	-	-	32,7 (1)	2,02 (1)	-	-	2,94 (1)	0,164 (1)	-	4,3 (1)
Of	MRn	89,21 (2)	22,4 (1)	686 (1)	-	-	-	-	-	60,1 (1)	0,53 (1)	-	-	2,85 (1)	-	5,3 (1)	5,3 (2)
Of	MRn	94,1 (3)	25,4 (1)	514 (1)	-	-	-	-	-	14,2 (2)	6,05 (2)	-	-	0,37 (2)	0,041 (2)	5,8 (1)	3,3 (3)
Om	VRp	95,29 (1)	-	-	-	-	-	-	-	3,7 (1)	24,93 (1)	-	-	1,77 (1)	-	-	2,9 (1)
Om	MRe	63,5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	15,3 (1)	5,44 (1)	-	-	4,41 (1)	0,491 (1)	-	3,9 (1)
Om	MRg	76,86 (1)	28,2 (1)	2436 (1)	-	-	-	29,4 (1)	-	7,5 (1)	11,99 (1)	-	-	11,14 (1)	-	3,5 (1)	2,9 (1)
Om	MRp	90 (1)	27,6 (1)	415 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4 (1)
Om	MRn	97,16 (5)	42,9 (4)	1341 (4)	-	-	-	-	-	22,9 (1)	3,26 (1)	-	-	0,29 (1)	0,046 (1)	5,3 (4)	4,3 (5)
Om	MRf	27,08 (1)	14 (1)	795 (1)	4559 (1)	0,14 (1)	-	26,4 (1)	-	18 (1)	4,45 (1)	-	-	-	-	-	2,8 (1)
Oms	MRp	91,93 (1)	-	-	-	-	-	-	-	55,7 (1)	0,69 (1)	-	-	5,43 (1)	-	-	5,9 (1)
Oms	MRn	91,93 (1)	19 (1)	820 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,9 (1)	5,5 (1)
Om+C	MRv	6,52 (1)	10,3 (1)	539 (1)	1545 (1)	0,1 (1)	-	45,2 (1)	-	12,1 (1)	7,11 (1)	-	-	-	-	-	4,1 (1)
Oh	MRe	58,63 (3)	15,8 (1)	15820 (1)	6928 (1)	0,95 (1)	-	32,3 (1)	-	13,5 (2)	6,44 (2)	-	-	5,07 (2)	0,676 (2)	5,8 (1)	4,3 (3)
Oh	MRf	66,2 (1)	-	3697 (1)	2142 (1)	0,04 (1)	-	116,7 (1)	-	45,6 (1)	1,16 (1)	-	-	-	-	4,9 (1)	4,1 (1)
<i>Terrestrische Mors</i>																	
Mh	Dh	39,11 (2)	18,3 (2)	1347 (2)	-	-	-	12,2 (2)	-	4,4 (2)	21,22 (2)	-	-	1,11 (2)	-	3,3 (2)	2,3 (2)

Aanhangsel 8 Overzicht van de op de locaties voorkomende vegetatietypen

Indeling volgens Staatsbosbeheer (Beets et al. 2000).

Code	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Aantal
06C3	<i>Eleocharitetum multicaulis</i>	Associatie van Veelstengelige waterbies	4
06-d	RG <i>Juncus bulbosus</i> - <i>Sphagnum</i> [Littorelletea]	RG Knolrus/Veenmos [Oeverkruid-Klasse]	3
08-a	RG <i>Glyceria maxima</i> [Phragmitetea]	RG Liesgras [Riet-Klasse]	1
08C2a	<i>Caricetum gracilis typicum</i>	Associatie van Scherpe zegge, typische subassociat	1
08C2b	<i>Caricetum gracilis potentilletosum palustri</i>	Associatie van Scherpe zegge, Subassociatie van Wa	2
08C3	<i>Caricetum vesicariae</i>	Associatie van Blaaszegge	3
08C4b	<i>Lysimachio-Caricetum aquatilis potentilletosum pal</i>	Associatie van Noordse zegge, Subassociatie van Wa	1
08C5b	<i>Cladietum marisci inops</i>	Galigaan-associatie, verarmde subassociatie	1
08C6b	<i>Caricetum elatae inops</i>	Associatie van Stijve zegge, soortenarme subassoci	1
08C6c	<i>Caricetum elatae typicum</i>	Associatie van Stijve zegge, typische subassociatie	1
09/a	DG <i>Salix</i> [Parvocaricetea]	DG Wilg [Klasse Der Kleine Zeggen]	1
09/c	DG <i>Polytrichum commune</i> [Parvocaricetea]	DG Gewoon haarmos [Klasse Der Kleine Zeggen]	9
09-a	RG <i>Eriophorum angustifolium</i> - <i>Sphagnum</i> [Parvocaric	RG Veenpluis/Veenmos [Klasse Der Kleine Zeggen]	4
09A1	<i>Caricetum trinervi-nigrae</i>	Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge	2
09A2b	<i>Pallavicinio-Sphagnetum molinietosum</i>	Veenmosrietland, Subassociatie van pijpestrootje	1
09A3a	<i>Carici curtae-Agrostietum caninae typicum</i>	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge, typische subass.	1
09A3b	<i>Carici curtae-Agrostietum caninae juncetosum filif</i>	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge, Subass	1
09A3c	<i>Carici curtae-Agrostietum caninae juncetosum acuti</i>	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge, Suba	5
09A-a	RG <i>Carex nigra</i> - <i>Agrostis canina</i> [Caricion nigrae]	RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras [Verbond van Zwa	14
09B2a	<i>Eriophoro-Caricetum lasiocarpae typicum</i>	Associatie van Draadzegge en Veenpluis, typische s	2
09B3	<i>Scorpidio-Caricetum diandrae</i>	Associatie van Schorpioenmos & Ronde zegge	2
09B3b	<i>Scorpidio-Caricetum diandrae sphagnetosum</i>	Associatie van Schorpioenmos & Ronde zegge, Subass	1
09B-b	RG <i>Menyanthes trifoliata</i> [Caricion lasiocarpae]	RG Waterdrieblad [Verbond van Draadzegge]	4
09C3a	<i>Junco baltici-Schoenetum nigricantis typicum</i>	Knopbies-associatie, typische subassociatie	3
09C4	<i>Equiseto variegati-Salicetum repentis</i>	Associatie van Bonte paardestaart & Kruipwilg	1
09C-a	RG <i>Carex flacca</i> [Caricion davallianae]	RG Zeegroene zegge [Knopbiesverbond]	3

Code	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Aantal
09-f	RG Carex rostrata - Potentilla palustris [Parvocar	RG Snavelzegge/Wateraardbei [Klasse Der Kleine Zeg	3
09-g	RG Calamagrostis canescens [Parvocaricetea]	RG Hennegras [Klasse Der Kleine Zeggen]	3
09-i	RG Molinia caerulea - Sphagnum palustre [Parvocari	RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje [Klasse Der Kle	20
10-c	RG Sphagnum cuspidatum [Scheuchzerietea]	RG Waterveenmos [Klasse Van Hoogveenslenken]	2
10-e	RG Molinia caerulea - Sphagnum [Scheuchzerietea]	RG Pijpestrootje/Veenmos [Klasse Van Hoogveenslenk	1
10-f	RG Juncus bulbosus - Sphagnum [Scheuchzerietea]	RG Knolrus/Veenmos [Klasse Van Hoogveenslenken]	1
11	Oxycocco-Sphagnetea	KLASSE DER HOOGVEENBULTEN EN NATTE HEIDEN	1
11/a	DG Myrica gale [Oxycocco-Sphagnetea]	DG Wilde gage [Klasse Der Hoogveenbulten En Natte	3
11A1a	Lycopodio-Rhynchosporium typicum	Associatie van Moeraswolfsklauw & Snavelbies, typi	1
11A1b	Lycopodio-Rhynchosporium inops	Associatie van Moeraswolfsklauw & Snavelbies, soor	4
11A2a	Ericetum tetralicis sphagnetosum	Associatie van Gewone Dophei, Subassociatie van ve	2
11A2e	Ericetum tetralicis orchietosum	Associatie van Gewone Dophei, Subassociatie van Ge	2
11A-a	RG Erica tetralix [Ericion tetralicis]	RG Dopheide [Dopheide-verbond]	4
11B1	Erico-Sphagnetum magellanici	Associatie van Gewone dophei & Veenmos	1
11-i	RG Molinia caerulea [Oxycocco-Sphagnetea]	RG Pijpestrootje [Klasse Der Hoogveenbulten En Nat	4
12-a	RG Poa trivialis - Lolium perenne [Plantaginetea m	RG Ruw beemdgras/Engels raaigras [Weegbree-Klasse]	3
12B1c	Ranunculo-Alopecuretum geniculati equisetetosum pa	Associatie van Geknikte vossesaaier, Subassociatie	1
12B3b	Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae centau	Associatie van Aardbeiklaver & Fioringras, Subasso	2
12B4a	Onodido-Caricetum distantis typicum	Associatie van Kattedoorn & Zilte zegge, typische	1
12B-b	RG Eleocharis quinqueflora [Lolio-Potentillion ans	RG Armbloemige waterbies [Zilverschoon-verbond]	2
12B-f	RG Agrostis canina - Ranunculus repens [Lolio-Pote	RG Moerasstruisgras/Kruipende boterbloem [Zilverse	7
12B-j	RG Agrostis stolonifera [Lolio-Potentillion anseri	RG Fioringras [Zilverschoon-verbond]	5
14A1b	Spergulo-Corynephorum inops	Associatie van Buntgras & Heidespurrie, verarmde s	1
14C1	Ornithopodo-Corynephorum	Vogelpootjes-associatie	3
14D3b	Sedo-Thymetum pulegioides medicaginetosum	Associatie van Vetkruid en Tijn, Subassociatie van	1
14D-d	RG Galium verum - Festuca ovina subsp. tenuifolia	RG Geel walstro en Tijn schaapgras [Verbond van Ge	1
14E1a	Taraxaco-Galietum veri typicum	Duin-Paardebloem-associatie, typische subassociati	2
14-k	RG Calamagrostis epigejos [Koelerio-Corynephorotea	RG Duinriet [Klasse Der Droge Graslanden Op Zandgr	2
14-p	RG Agrostis capillaris - Hypochaeris radicata [Koe	RG Gewoon struisgras en Gewoon Biggekruid [Klasse	2
15A1b	Medicagini-Avenetum pubescentis arrhenatheretosum	Associatie van Sikkelsklaver en Zachte haver, Subas	1
16	Molinio-Arrhenatheretea	KLASSE DER VOCHTIGE GRASLANDEN	2

Code	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Aantal
16 / c	DG Elymus repens [Molinio-Arrhenatheretea]	DG Kweek [Klasse Der Vochtige Graslanden]	1
16 / d	DG Juncus effusus [Molinio-Arrhenatheretea]	DG Pitrus [Klasse Der Vochtige Graslanden]	2
16A1a	Cirsio-Molinietum typicum	Blauwgrasland, typische subassociatie	28
16A1b	Cirsio-Molinietum nardetosum	Blauwgrasland, Subassociatie van Borstelgras	12
16A1c	Cirsio-Molinietum peucedanetosum	Blauwgrasland, Subassociatie van Melkeppe	16
16A1d	Cirsio-Molinietum parnassietosum	Blauwgrasland, Subassociatie van Parnassia	4
16A2a	Crepido-Juncetum typicum	Veldrus-associatie, typische subassociatie	2
16A2b	Crepido-Juncetum orchietosum praetermissae	Veldrus-associatie, Subassociatie van Rietorchis	1
16A2c	Crepido-Juncetum inops	Veldrus-associatie, soortenarme subassociatie	9
16A-a	RG Succisa pratensis - Carex panicea [Junco-Molini]	RG Blauwe knoop & Blauwe zegge [Verbond van Biezen	6
16A-c	RG Agrostis canina [Junco-Molinion]	RG Moerasstruisgras [Verbond van Biezenknoppen en	10
16A-d	RG Lysimachia vulgaris - Calamagrostis canescens -	RG Grote wederik, Hennegras en Poelruit [Verbond v	4
16-b	RG Juncus acutiflorus [Molinio-Arrhenatheretea]	RG Veldrus [Klasse Der Vochtige Graslanden]	2
16B / c	DG Glyceria maxima [Calthion palustris]	DG Liesgras [Dotterbloem-verbond]	1
16B3	Rhinantho-Orchietum morionis	Associatie van Harlekijn en Ratelaar	1
16B4	Scirpetum sylvatici	Bosbies-associatie	1
16B-a	RG Lychnis flos-cuculi - Orchis morio - Phragmites	RG Echte koekoeksbloem, Harlekijn & Riet [Dotterbl	1
16B-b	RG Lotus uliginosus - Lychnis flos-cuculi [Calthio	RG Moerasrolklaver & Echte koekoeksbloem [Dotterbl	2
16B-c	RG Filipendula ulmaria [Calthion palustris]	RG Moeraspirea [Dotterbloem-verbond]	3
16B-d	RG Carex acutiformis - Carex acuta [Calthion palus	RG Moeraszegge, Scherpe zegge [Dotterbloem-verbond	1
16C3a	Arrhenatheretum elatioris typicum	Glanshaver-associatie, typische subassociatie	2
16C3d	Arrhenatheretum elatioris medicaginetosum falcatae	Glanshaver-associatie, Subassociatie van Sikkelkla	1
16C4d	Lolio-Cynosuretum medicaginetosum falcatae	Kamgrasweide, Subassociatie van Sikkelklaver	1
16C-e	RG Hieracium lactucella [Arrhenatherion elatioris]	RG Spits havikskruid [Glanshaver-verbond]	1
16C-f	RG Dactylis glomerata - Arrhenatherum elatius [Arr	RG Glanshaver en Kropaar [Glanshaver-verbond]	2
16-d	RG Agrostis canina - Ranunculus repens [Molinio-Ar	RG Moerasstruisgras / Kruipe boterbloem [Klasse D	3
16-i	RG Agrostis capillaris - Hypochaeris radicata [Mol	RG Gewoon struisgras en Biggekruid [Klasse Der Voc	2
16-l	RG Holcus lanatus - Festuca pratensis - Lolium per	RG Gestreepte witbol, Beemdlangbloem en Engels raa	4
16-m	RG Poa trivialis - Lolium perenne [Molinio-Arrhena	RG Ruw beemdgras / Engels raaigras [Klasse Der Vocht	3
18A2	Hieracio-Holcetum mollis	Associatie van Boshavikskruid en Gladde witbol	2
19A1	Galio hercynici-Festucetum ovinae	Associatie van Liggend walstro en Schapegras	1

Code	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Aantal
19A2	Gentiano pneumonanthes-Nardetum	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	1
19-e	RG Molinia caerulea [Nardetea]	RG Pijpestrootje [Klasse Der Heischrale Graslanden	2
20A1b	Genisto angelicae-Callunetum cladonietosum	Associatie van Struikhei en Stekelbrem, Subassocia	1
20A1e	Genisto angelicae-Callunetum inops	Associatie van Struikhei en Stekelbrem, soortenarm	3
20A2a	Vaccinio-Callunetum typicum	Associatie van Struikhei en Bosbes, typische subas	1
20A2b	Vaccinio-Callunetum inops	Associatie van Struikhei en Bosbes, soortenarme su	2
26C1a	Juncetum gerardi typicum	Associatie van Zilte rus, typische subassociatie	1
28A1	Cicendietum filiformis	Draadgentiaan-associatie	2
31D2	Bromo inermis-Eryngietum campestris	Kweekdravik-associatie	5
32-d	RG Solanum dulcamara - Phragmites australis [Convo	RG Bitterzoet & Riet [Klasse Der Natte Strooiselru	2
36A2	Salicetum cinereae	Associatie van Grauwe wilg	2
39A2a	Carici elongatae-Alnetum typicum	Elzenzegge-Elzenbroek, typische subassociatie	1
Eindtotaal			312

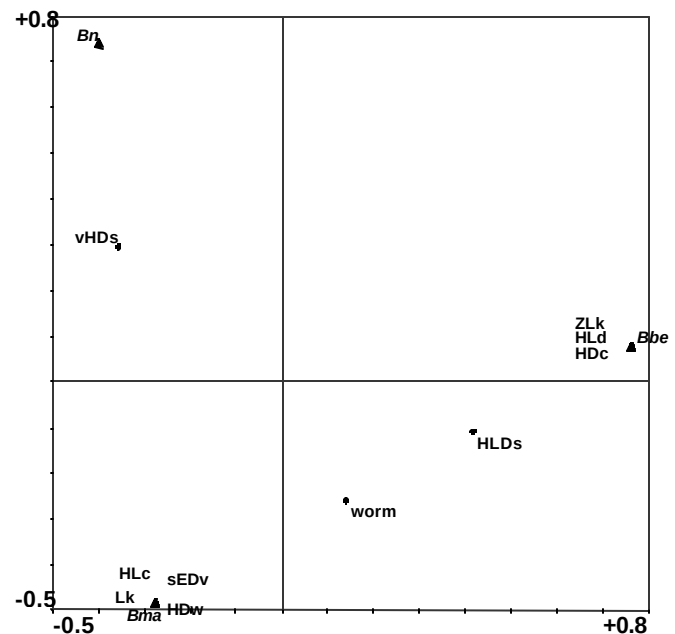
Aanhangsel 9 Ordinatiediagrammen voor humusvormen.

Stratum 1: Kalkrijke zandgronden
Invloed van Beheer

Forward selection:

geen forward selection toegepast, drie beheersvormen Bbe, Bma en Bn opgenomen

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	8,000	
	canonisch	1,285	
R^2	canonisch	16,1 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	2,991
		P	0,005
	Overall	F	2,297
		P	0,005



Opmerkingen

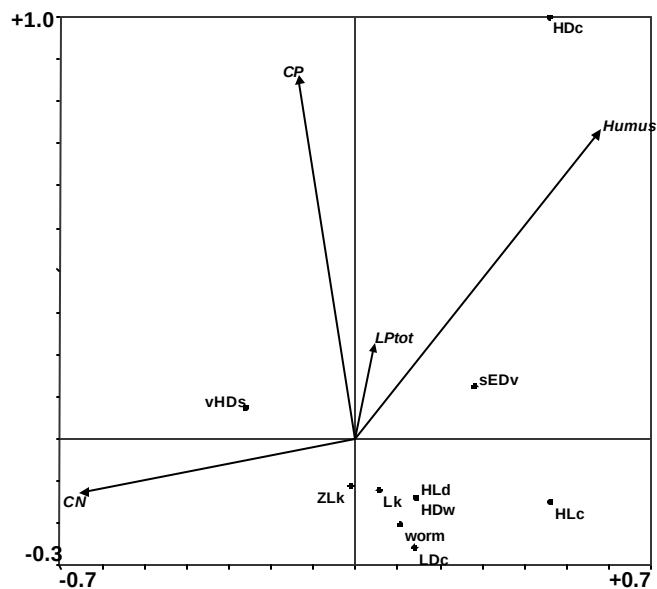
- Een aantal humusvormen lijkt exclusief gebonden aan een beheersvorm
- worm gebonden aan Bbe en Bma

Invloed van humuseigenschappen

Forward selection:

Variabele	F	P
Humus	2,808	0,035
CP	2,942	0,005
CN	2,475	0,010
LPtot	2,579	0,005

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	8,000	
	canonisch	2,822	
R^2	canonisch	35,3 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	2,875
		P	0,095
	Overall	F	2,998
		P	0,005



Opmerkingen

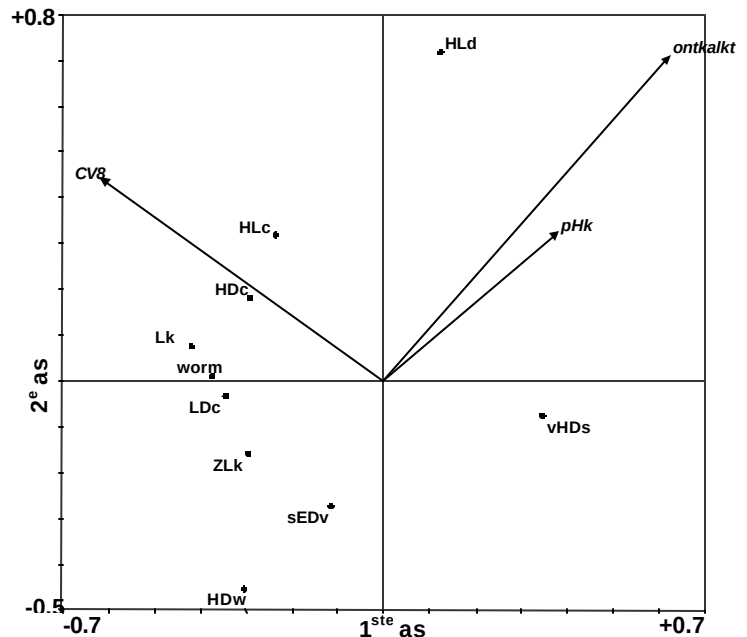
- *Mulls* en *mullmoders* hebben lage CN en CP, en ook laag humus en Ptot. Dit wijst op mineralisatie van organische stof. Hier komen ook wormen voor
- *Schorhydrymoder* (HDc) heeft hoog humusgehalte en CP
- *Schrale vaageerdmoder* (sEDv) en *Vage schraalhydrymoder* (vHDS) komen voor op relatief arme standplaatsen met relatief hoge CN en CP

Invloed van standplaatseigenschappen

Forward selection:

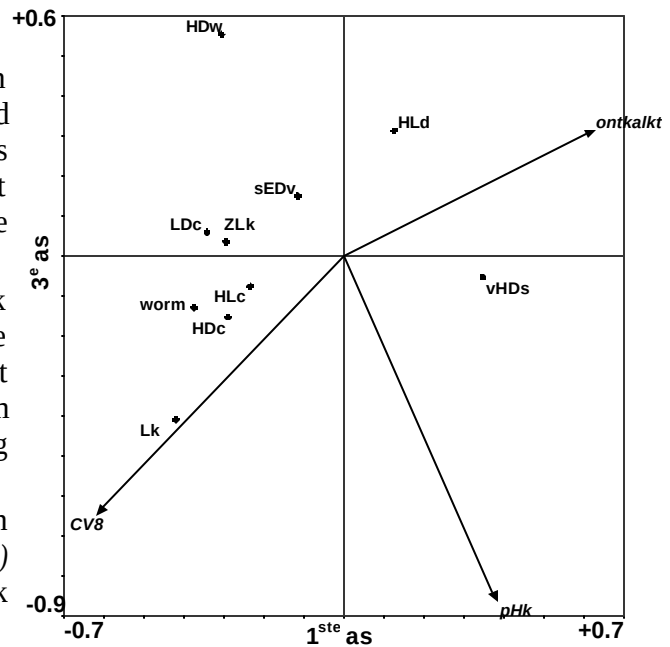
Variabele	F	P
ontkalkt	2,454	0,010
CV8	2,125	0,025
pHk	2,204	0,010

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	8,000	
	canonisch	1,893	
R^2	canonisch	23,7 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	3,019
		P	0,010
	Overall	F	2,376
		P	0,005



Opmerkingen

- pHk en CV8 zijn niet gecorreleerd. In kalkrijke gronden wordt de zuurgraad gebufferd door kalkoplossings evenwicht. Daarom komt ontkalkingsdiepte als belangrijkste variabele naar voren.
- In bovenste diagram neemt pHk (langs de 1^{ste} en 2^e as) toe in dezelfde richting als ontkalking. Dit lijkt tegenstrijdig. In het onderste diagram met de 1^{ste} en 3^e as blijken ontkalking en pHk niet gecorreleerd te zijn.
- *Moders* komen voor bij lage pHk en CV8, behalve *Schorhydromoder* (HDc) die bij brakke kwel weinig afbraak kent, ondanks hoge CV8 en pHk
- *Mulls* en *mullmoder* bij hogere CV8 en pHk, met weinig ontkalking, behalve Duinhydromull (HLd), maar deze profielen zijn één jaar voor beschrijving gemaaid met een "Spragelse Combiwagen" (MB1 en MB2), waarbij de wortelmat verwijderd is. Vanwege de positie in het ordinatiediagram aan de kant van de *moders* mag verwacht worden dat deze profielen zich weer zullen ontwikkelen in de richting van een *moder*profiel.
- Wormen lijken sterker gerelateerd aan een hoge CV8 dan aan een hoge pH. Waarschijnlijk is geen van de locaties te zuur voor regenwormen, maar spelen andere factoren een rol bij de afwezigheid van wormen. Hierbij valt te denken aan extreme droogte of juist langdurige inundatie of een te hoog zoutgehalte bij brakke kwel.

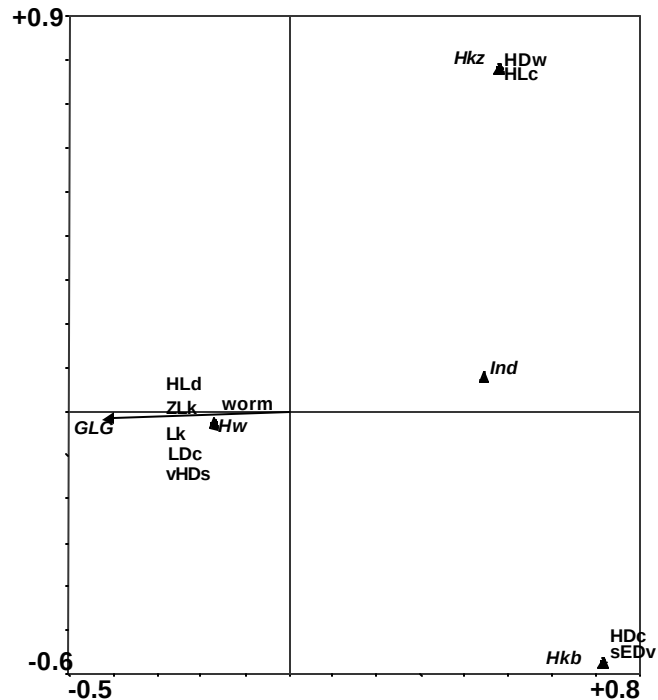


Invloed van topografie

Forward selection:

Variabele	F	P
Hkb	3,571	0,010
Hkz	4,000	0,005
GLG	4,322	0,005
Ind	2,573	0,030

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	8,000	
	canonisch	3,478	
R ²	canonisch	43,5 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	3,143
		P	0,090
	Overall	F	4,230
		P	0,005



Opmerkingen

- Topografische variabelen verklaren het grootste deel van de variatie voor humusvormen in kalkrijke zandgronden
- Wormen komen voor aan droge kant bij terrestrische humusvormen.
- Humusvormen komen voor in 3 groepen, gekoppeld aan Hw, Hkz en Hkb
- Wegzijging is kenmerkend voor drogere (terrestrische) profielen, maar ook bij enkele semiterrestrische (*duinhydromull* HLd, geklepeld) en *vage schraalhydromoder* (vHDs) humusvormen.
- Bij brakke kwel komen *moders* voor. Activiteit bodemleven wordt hier beperkt door zout.
- Bij zoete kwel komen zowel *mull* als *moder* voor. *Moder humusvorm* (HDw) gekoppeld aan inundatie.

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Forward selection:

Variabele	F	P
Hkb	3,571	0,010
Hkz	4,000	0,005
GLG	4,322	0,005
Bbe	4,151	0,005
LCP	3,927	0,005
CV8	3,636	0,010
CN	2,596	0,030
GHG	3,138	0,020
Humus	3,970	0,030

- Zelfde groepen rond Hkb, Hkz en Hw als bij analyse van invloed topografie
- Wormen komen voor bij drogere standplaatsen (niet te droog?)
- CN neemt toe bij drogere standplaatsen (schraal)
- CP en humus neemt toe bij brakke kwel (weinig mineralisatie)
- CV neemt toe bij zoete kwel.

Forward selection:

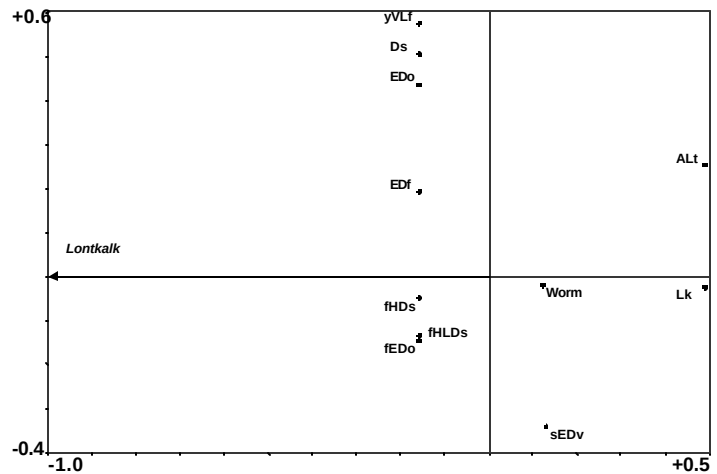
- *Eerdmoders (3s1)* bij hoog humusgehalte
- Eén groep met *terrestrische mulls (1t)* en een *Schraalmoder (Ds)*, allen terrestrisch
- Eén groep met *hydromullmoder (2s1)* en *hydromoder (3s2)*, allen semiterrestrisch.
- Worm tussen deze groepen in.

Invloed van standplaats eigenschappen

Forward selection:

Variabele	F	P
Lontkalk	2,271	0,015

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	9,000	
	canonisch	0,918	
R ²	canonisch	10,2 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	
		P	
	Overall	F	2,271
		P	0,010



Opmerkingen

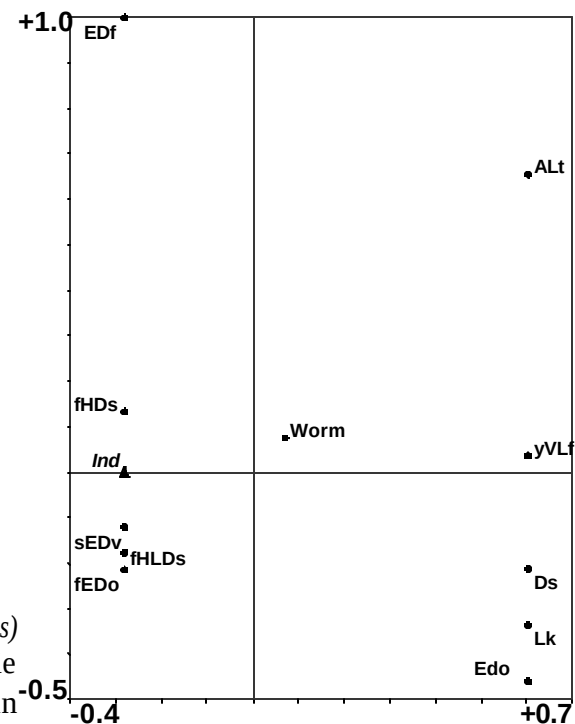
- Meeste *terrestrische mulls* op kalkrijke klei
- Meeste *moders* en *mullmoders* op kalkloze profielen
- *Schrale vaageerdmoder (sEDv)* deels vanaf 60 cm kalkrijk
- *ijzerrijke-beekvaagmull (yVLF)* is *mull* omdat AMh < 2 cm, gaat bij dikkere AMh of M over in *schraalmoder (Ds)*

Invloed van topografie

Forward selection:

Variabele	F	P
Ind	2,500	0,005

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	9,000	
	canonisch	1,000	
R ²	canonisch	11,1 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	
		P	
	Overall	F	2,500
		P	0,015



Opmerkingen

- *Semiterrestrische Moders (3s)* meestal gekoppeld aan inundatie
- *fluviale fase (f...)* gekoppeld aan inundatie

Invloed van alle ecosysteemcomponenten

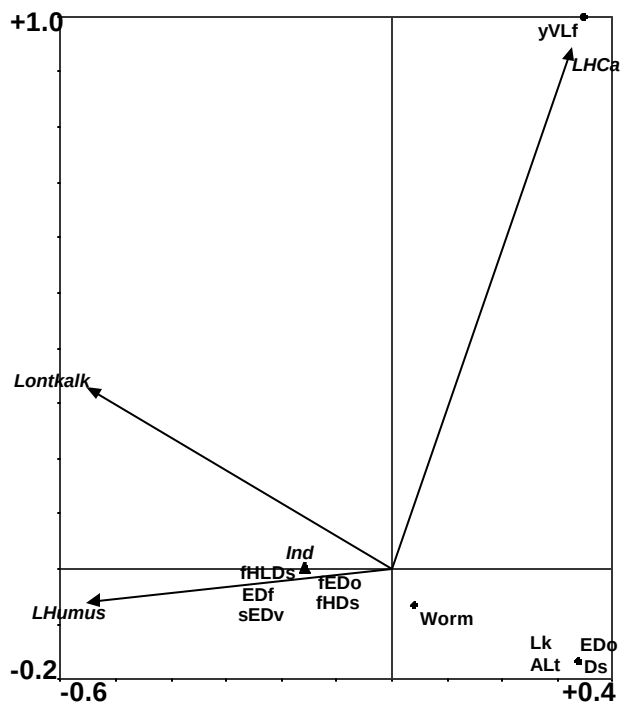
Forward selection:

Variabele	F	P
Ind	2,500	0,005
Lontkalk	2,351	0,010
LHumus	2,281	0,010
LHCa	3,100	0,040

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	9,000	
	canonisch	3,656	
R ²	canonisch	40,6 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	2,125
		P	0,275
	Overall	F	2,907
		P	0,005

Opmerkingen

- Humus lijkt toe te nemen met ontkalkingsdiepte en ind
- IJzerrijke-beekvaagmull (*yVLf*) komt voor bij hoge HCa. Is dus sterk uitgeoogd en zal zeer waarschijnlijk ontwikkelen naar *schraalmoder* (*Ds*)



Stratum 3: Venen

Invloed van humuseigenschappen

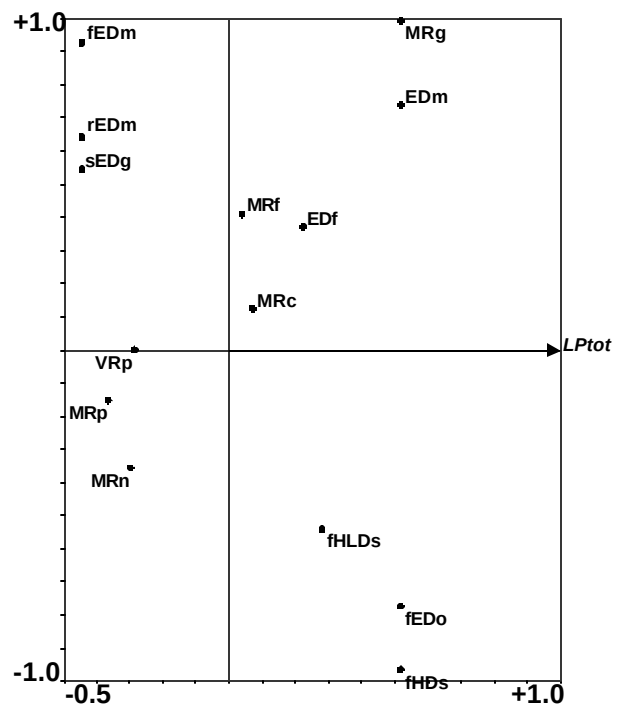
Forward selection:

Variabele	F	P
LPtot	2,391	0,005

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000	
	canonisch	0,498	
R ²	canonisch	3,8 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	
		P	
	Overall	F	2,391
		P	0.005

Opmerkingen

- Semiterrestrische mor in oligotroof veen (*VRp*, *MRp*, *MRn*) vooral bij lage Ptot, net als *rauwe meereerdmoder*



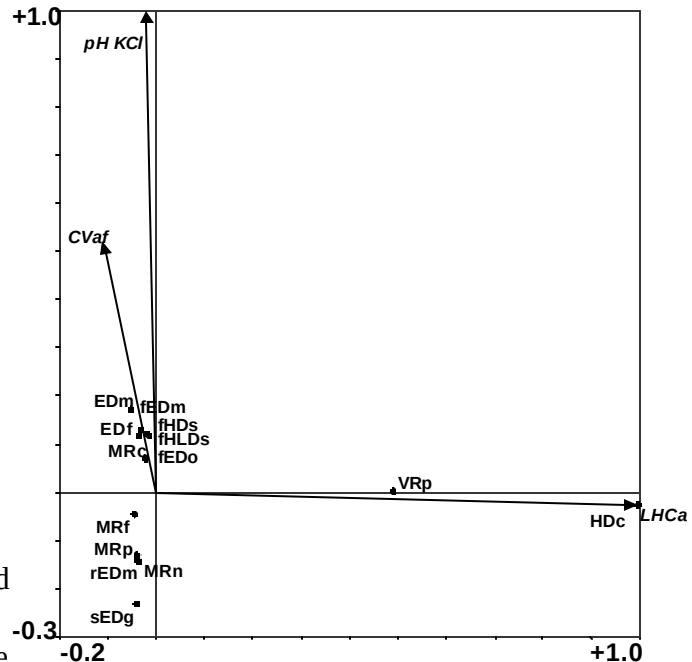
(*rEDm*), *fluviatiele meereerdmoder (fEDm)* en *schrale-gliedeerdmoder (sEDg)*.

Invloed van standplaatseigenschappen

Forward selection:

Variabele	F	P
LHCa	3,630	0,015
pHk	2,340	0,005
CVaf	1,966	0,025

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia		13,000
	canonisch		1,596
R ²	canonisch		12,3 %
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	3,522
		P	0,045
	Overall	F	2,705
		P	0,005



Opmerkingen

- pHk en CVaf sterk gecorreleerd met elkaar en niet met HCa
- *Semiterrestrische mors* aan de zure kant van de gradiënt, samen met *rauwe meereerdmoder (rEDm)* en *schrale gliedeerdmoder (sEDg)*.
- *Rauwveenmosmor (VRp)* en de tot 20 cm veraarde *Gliedemesimor (MRg)* hebben bovendien een hoge HCa, wat wijst op zeer lage buffer. Dit zijn de zuurste veenprofielen
- *Fluviatiele fasen (f...)* hebben in het algemeen de hoogste CVaf en pHk, samen met *beekeerdmoder (EDf)* en *meereerdmoder (EDm)* die gekenmerkt worden door veraarding onder basische omstandigheden. Hierbij past ook de *eerdmesimor (MRg)* die een 10-20 cm dikke Oh heeft. Dit is een overgangsprofiel naar de *beekeerdmoder (EDf)*

Invloed van topografie

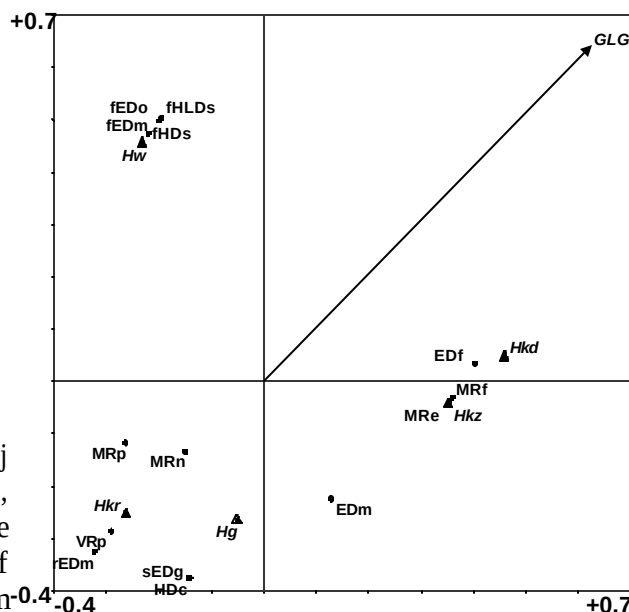
Forward selection:

Variabele	F	P
Hw	3,514	0,005
GLG	3,319	0,005
Hkr	1,882	0,010

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000	
	canonisch	2,078	
R^2	canonisch	16,0 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	4,039
		P	0,020
	Overall	F	2,131
		P	0.005

Opmerkingen

- *fluviatiele fasen (f...)* bij wegzijging
- *semiterrestrische mors (5s)* bij kraggesystemen, of bij zoete kwel, maar dan betreft het deels veraarde mors met tot 10 cm dikke Oh, of Od: *beekmesimor (MRf)*, of 10-20 cm dikke Oh: *eerdmesimor (MRe)*.



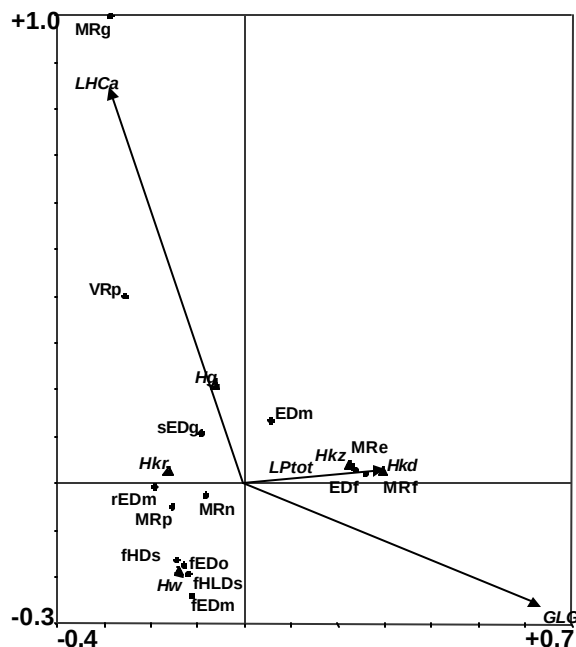
Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Forward selection:

Variabele	F	P
LHCa	3,630	0,015
Hw	3,646	0,005
Hkr	3,418	0,005
GLG	1,921	0,005
LPtot	1,969	0,025

Met alle hydrologische systemen

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000	
	canonisch	3,132	
R^2	canonisch	24,1 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	3,912
		P	0,050
	Overall	F	2,448
		P	0,005



Opmerkingen

- *Fluviatiele fasen (f...)* bij wegzijging
- *beekerdmoder (EDf)* en *meereerdmoder (EDm)* bij zoete kwel, *rauwe meereerdmoder (rEDm)* bij kragge (met regenwaterlens)
- Meeste *semiterrestrische mors (5s)* bij kraggesysteem. *Gliedemesimor (MRg)* wat droger, iets veraard. *beekmesimor (MRf)* en *eerdmesimor (MRe)* meer bij (gedraineerde) zoete kwel. Deze profielen hebben Oh < 20 cm.

Stratum 4: Kwelgevoede zandgronden; Profielen met een minerale bovengrond

Invloed van beheer

Geen Forward selection:

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	17,000	
	canonisch	0,432	
R^2	canonisch	2,5 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	1,606
		P	0,205
	Overall	F	1,330
		P	0,140

Dit levert geen significant model op

Invloed van humusvariabelen

Forward selection:

Variabele	F	P
Humus	2,662	0,005
CN	2,603	0,005

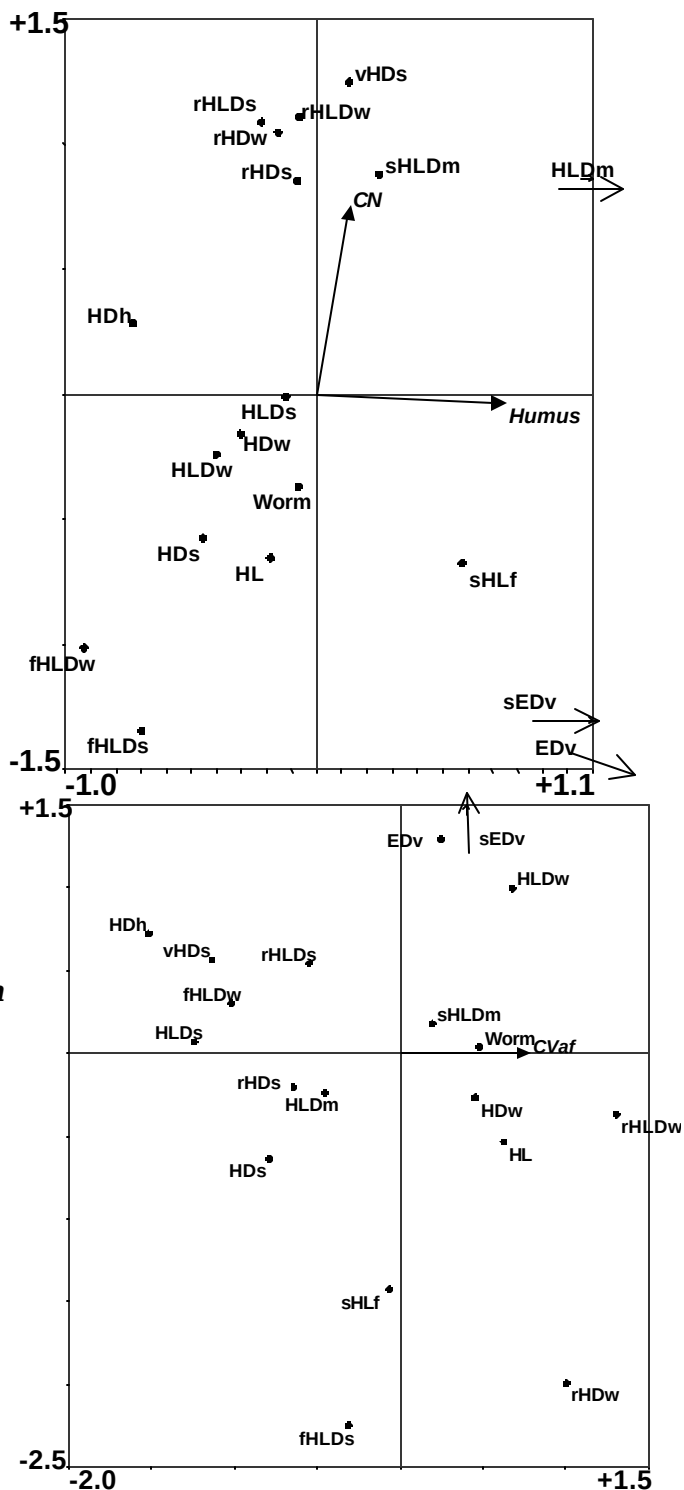
Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	17,000	
	canonisch	0,841	
R ²	canonisch	4,9 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	2,637
		P	0,005
	Overall	F	2,653
		P	0,005

Invloed van standplaatsvariabelen

Forward selection:

Variabele	F	P
CVaf	2,327	0,005

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	17,000	
	canonisch	0,376	
R^2	canonisch	2,2 %	
Monte Carlo permutatie	overall	F	2,327
		P	0,005



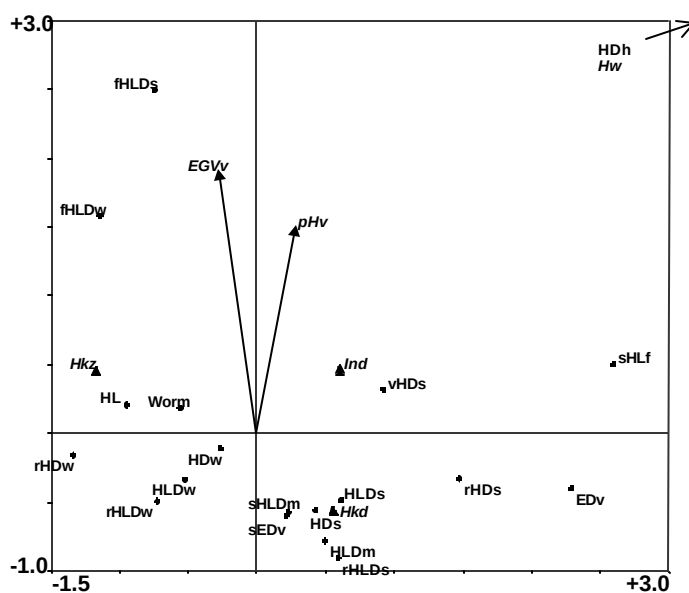
Invloed van topografie

Forward selection:

Variabele	F	P
Hkz	2,639	0,005
EGVv	2,462	0,005
pHv	1,834	0,015
Hw	2,599	0,015

Inclusief Hkd en Ind

Kengetal		Waarde
$\Sigma\lambda$	Total inertia	17,000
	canonisch	1,870
R^2	canonisch	11,0 %
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F 3,204
		P 0,010
	Overall	F 2,019
		P 0,005



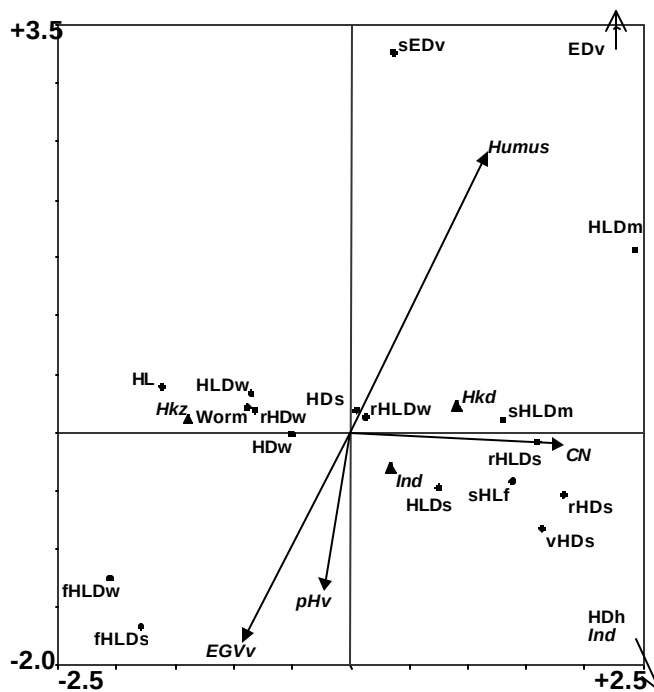
Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Forward selection:

Variabele	F	P
Humus	2,662	0,005
CN	2,603	0,005
Hkz	2,681	0,005
Hw	2,664	0,005
EGVv	2,388	0,005
pHv	1,766	0,030

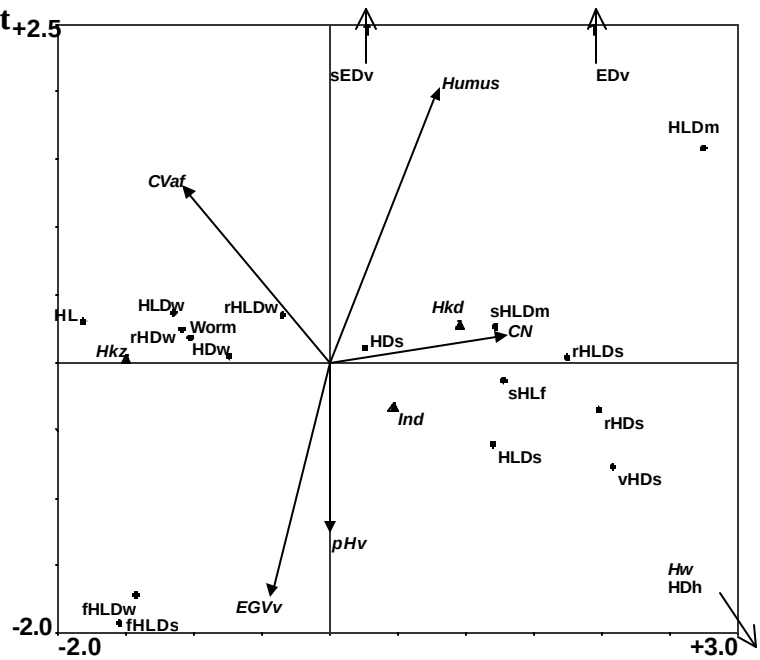
Model incl. Hkd en Ind

Kengetal		Waarde
$\Sigma\lambda$	Total inertia	17,000
	canonisch	2,663
R^2	canonisch	15,7 %
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F 3,841
		P 0,005
	Overall	F 2,229
		P 0,005



Model met alle variabelen uit voorgaande modellen

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	17,000	
	canonisch	2,862	
R ²	canonisch	16,8 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	4,003
		P	0,005
	Overall	F	2,137
		P	0,005



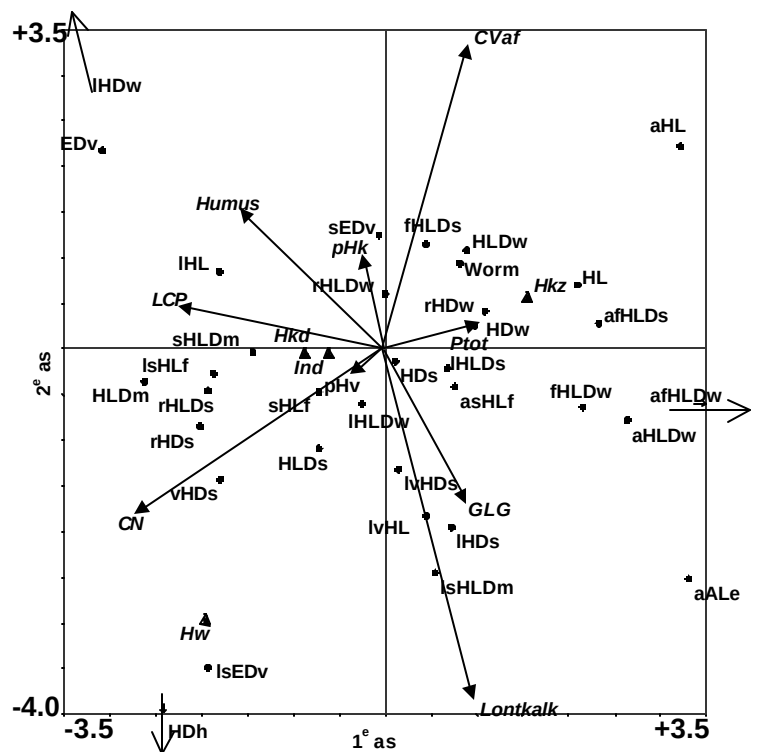
Model met afgeplagde en agrarisch beheerde profielen

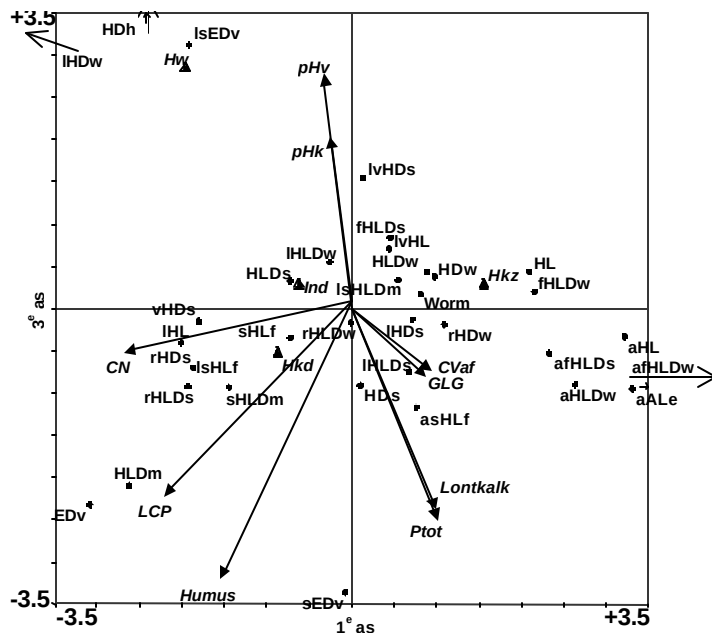
Forward selection:

Variabele	F	P
Lontkalk	2,347	0,010
CN	2,144	0,005
Hkz	2,079	0,005
Humus	2,049	0,030
Ptot	1,903	0,020
pHk	2,048	0,005
LCP	1,897	0,005
pHv	1,877	0,005
GLG	1,763	0,010
Hw	1,820	0,035
CVaf	1,561	0,030

Model incl. Hkd en Ind

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	33,000	
	canonisch	5,044	
R ²	canonisch	15,3 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	3,109
		P	0,005
	Overall	F	1,874
		P	0,005





Profielen met een moerige bovengrond

Invloed van beheer

Geen Forward selection:

Kengetal		Waarde
$\Sigma\lambda$	Total inertia	11,000
	canonisch	0,714
R^2	canonisch	6,5 %
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F
		P
	Overall	F 1,528
		P 0,175

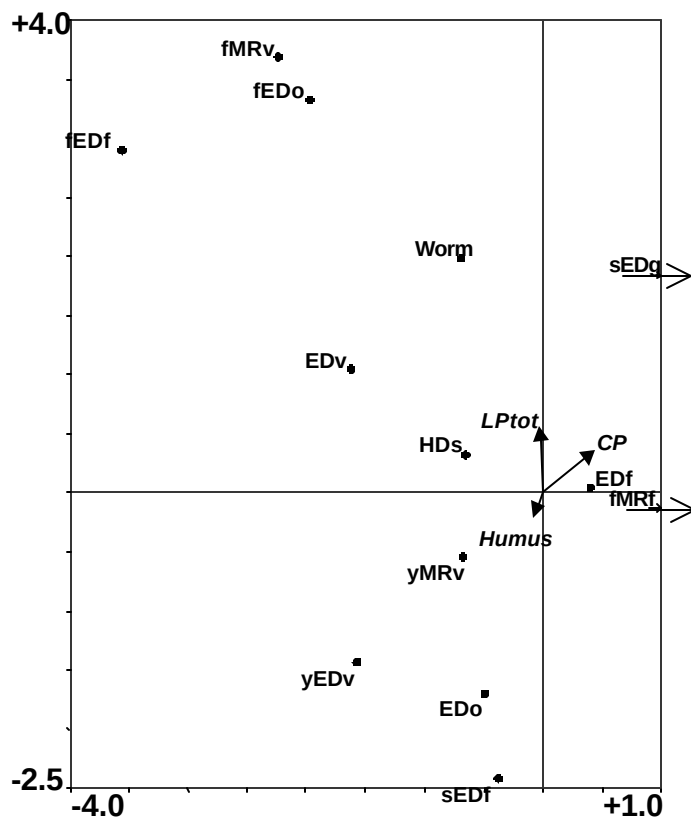
Dit geeft geen significant model

Invloed van humusvariabelen

Forward selection:

Variabele	F	P
CP	1,846	0,050
LPtot	1,759	0,005
Humus	1,696	0,050

Kengetal		Waarde
$\Sigma\lambda$	Total inertia	11,000
	canonisch	2,368
R^2	canonisch	21,5 %
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F 1,804
		P 0,155
	Overall	F 1,829
		P 0,010

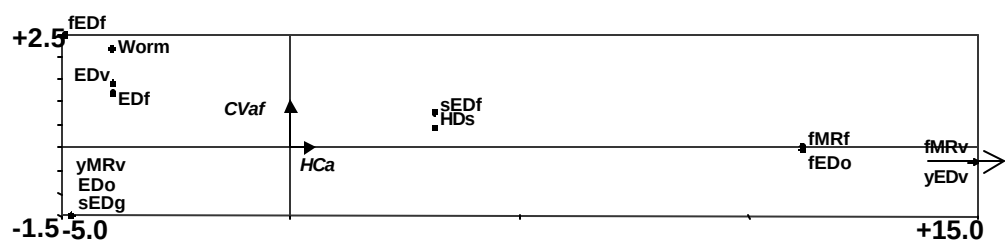


Invloed van standplaatsvariabelen

Forward selection:

Variabele	F	P
HCa	2,170	0,005
CVaf	1,411	0,040

Kengetal	Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	11,000
	canonisch	1,618
R ²	canonisch	14,7 %
Monte Carlo	1 ^{ste} as	F 2,071
		P 0,020
permutatie	Overall	F 1,811
		P 0,010

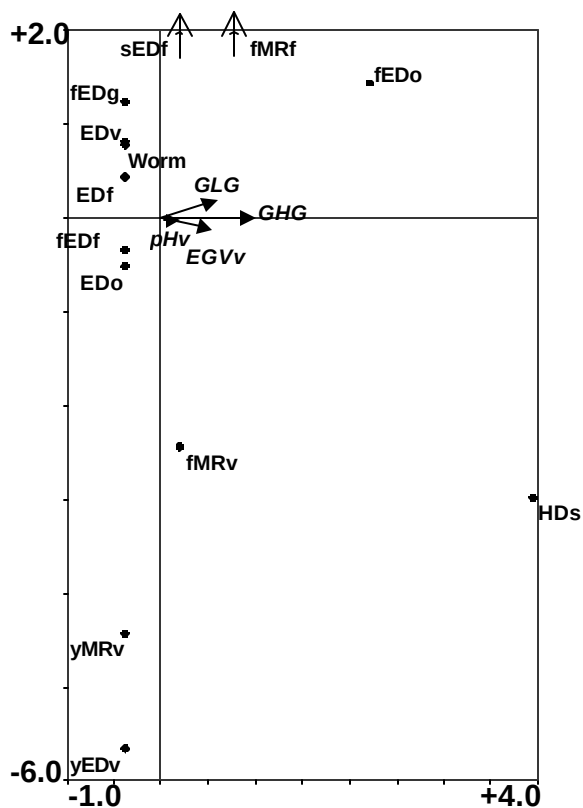


Invloed van topografie

Forward selection:

Variabele	F	P
GLG	1,805	0,025
GHG	2,066	0,015
pHv	1,734	0,025
EGVv	1,784	0,040

Kengetal	Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	11,000
	canonisch	3,214
R ²	canonisch	29,2
Monte Carlo	1 ^{ste} as	F 1,900
		P 0,295
permutatie	Overall	F 1,961
		P 0,010

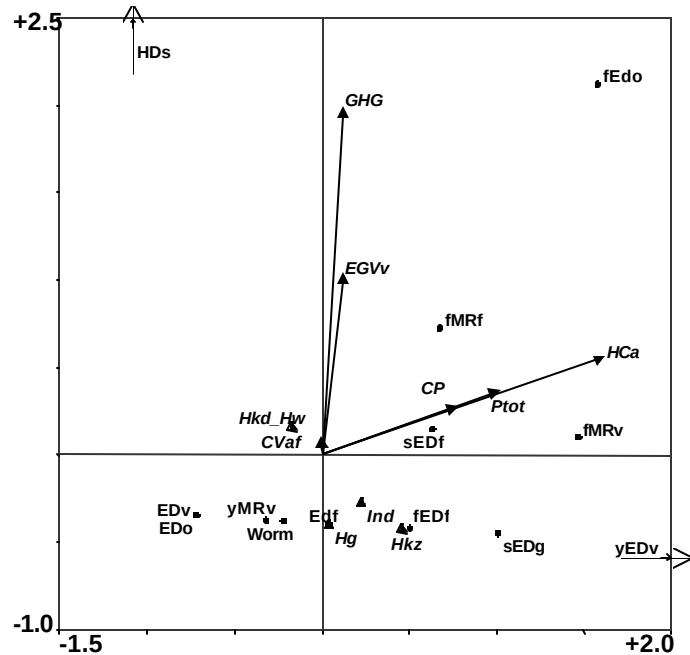


Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Forward selection:

Variabele	F	P
HCa	2,170	0,005
GHG	2,326	0,030
EGVv	1,742	0,050
Hkd+Hw	2,164	0,015
CP	2,419	0,045
Ptot	2,184	0,025
CVaf	2,692	0,010

Kengetal	Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	11,000
	canonisch	6,641
R ²	canonisch	60,4 %
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F 1,400
		P 0,995
	Overall	F 2,370
		P 0,005



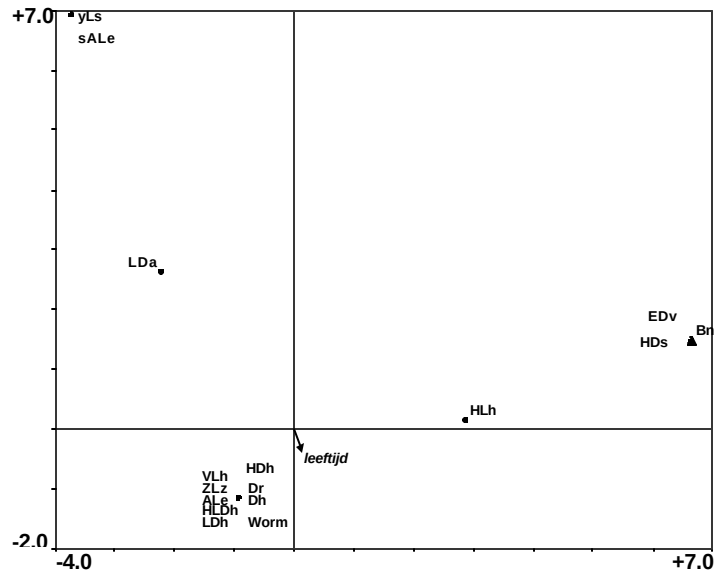
Stratum 5: Regenwatergevoede zandgronden

Invloed van beheer

Forward selection:

Variabele	F	P
Bn	2,182	0,005
leeftijd	2,122	0,045

Kengetal	Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000
	canonisch	1,708
R ²	canonisch	13,1 %
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F 2,121
		P 0,035
	Overall	F 2,193
		P 0,005

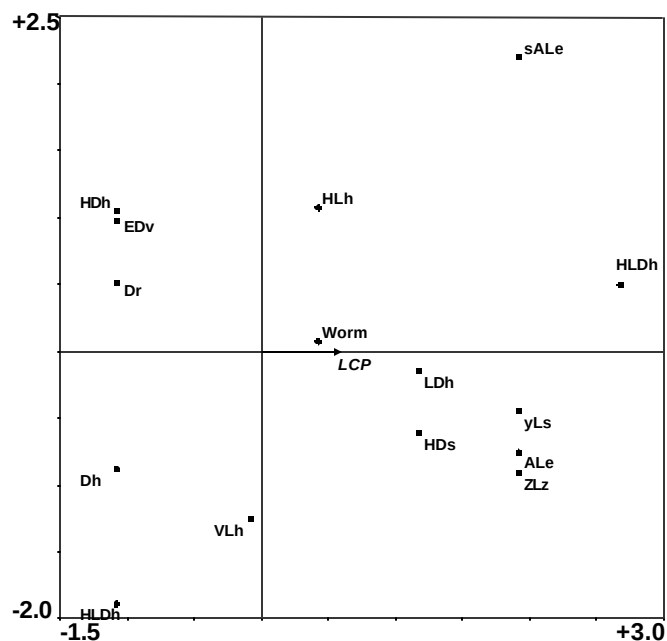


Invloed van humusvariabelen

Forward selection:

Variabele	F	P
LCP	1,532	0,040

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000	
	canonisch	0,632	
R ²	canonisch	4,9 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	
		P	
	Overall	F	1,532
		P	0,030

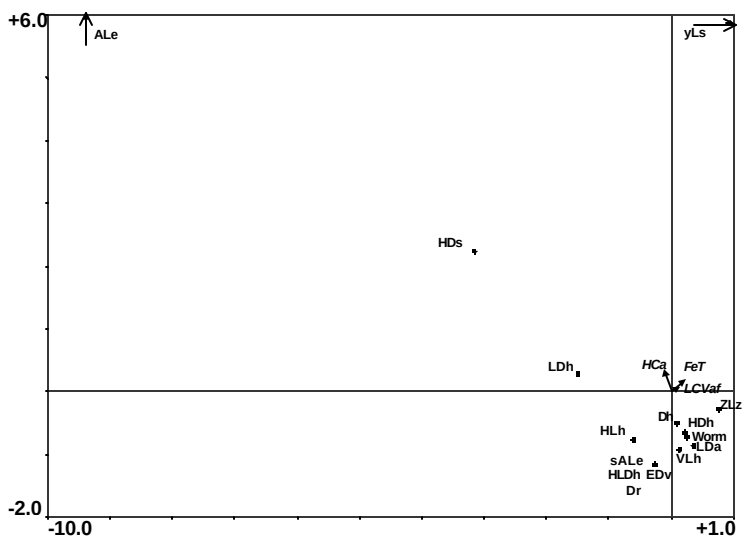


Invloed van standplaatsvariabelen

Forward selection:

Variabele	F	P
LCVaf	1,622	0,045
HCa	2,140	0,045
FeT	2,12	0,045

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000	
	canonisch	2,322	
R ²	canonisch	17,9 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	2,159
		P	0,135
	Overall	F	2,030
		P	0,010

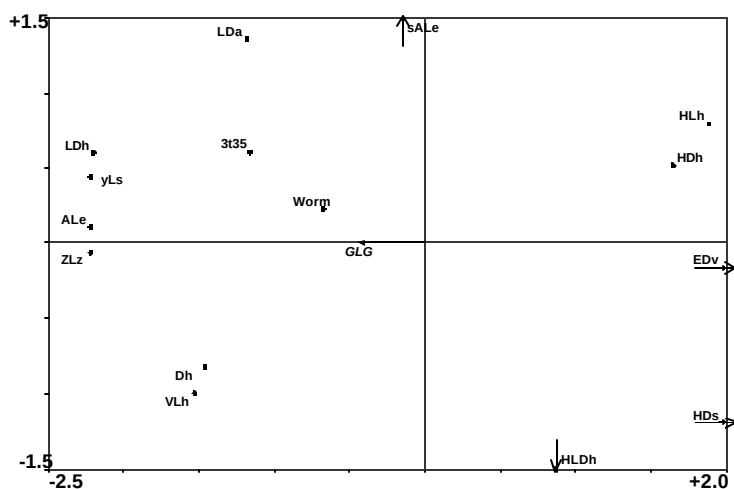


Invloed van topografie

Forward selection:

Variabele	F	P
GLG	1,968	0,010

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000	
	canonisch	0,800	
R ²	canonisch	6,2 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	
		P	
	Overall	F	1,968
		P	0,005

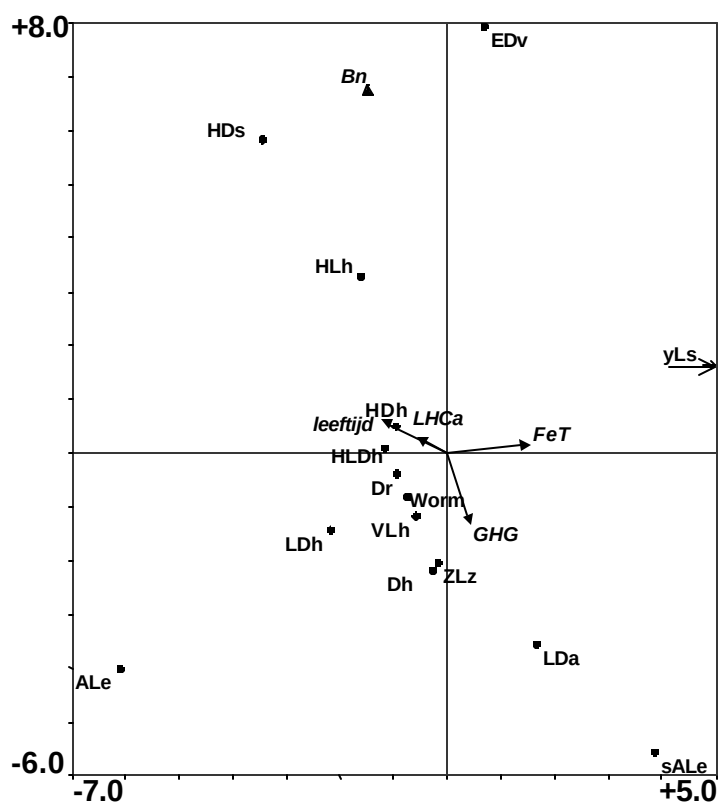


Invloed van alle ecosysteemcomponenten

Forward selection:

Variabele	F	P
Bn	2,182	0,005
leeftijd	2,122	0,015
FeT	2,143	0,045
LHCa	1,846	0,025
GHG	1,769	0,045

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	13,000	
	canonisch	3,808	
R ²	canonisch	29,3 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	2,062
		P	0,240
	Overall	F	2,154
		P	0,005



Invloed van alle ecosysteemcomponenten inclusief jonge profielen

Forward selection:

Variabele	F	P
Lleeftijd	2,008	0,005
Bn	1,891	0,010
LCVaf	1,551	0,050

Kengetal		Waarde	
$\Sigma\lambda$	Total inertia	20,000	
	canonisch	2,610	
R ²	canonisch	13,1 %	
Monte Carlo permutatie	1 ^{ste} as	F	1,924
		P	0,015
	Overall	F	1,851
		P	0,005

