



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Selectie van ecologisch relevante bodemeigenschappen

Een verkennend onderzoek aan de hand van 92 SBB-referentiepunten

P.W.F.M. Hommel
E. Brouwer
E.C.H.E.T. Lucassen
A.J.P. Smolders
R.W. de Waal



Alterra-rapport 1445, ISSN 1566-7197



Selectie van ecologisch relevante bodemeigenschappen

Selectie van ecologisch relevante bodemeigenschappen

Een verkennend onderzoek aan de hand van 92 SBB-referentiepunten

P.W.F.M. Hommel
E. Brouwer
E.C.H.E.T. Lucassen
A.J.P. Smolders
R.W. de Waal

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte; Wageningen Universiteit
& Research
B-ware Onderzoek Centrum; Radboud Universiteit Nijmegen

Alterra-rapport 1445

Alterra, Wageningen, 2006

REFERAAT

P.W.F.M. Hommel, E. Brouwer, E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & R.W. de Waal, 2006. *Selectie van ecologisch relevante bodemeigenschappen; Een verkennend onderzoek aan de hand van 92 SBB-referentiepunten*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1445. 119 blz.; 34 fig.; 7 tab.; 18 ref.

Het belangrijkste doel van dit onderzoek was te achterhalen welke kenmerken van de bodem en het bodemvocht het meest 'verklarend' zijn voor de variatie in soortensamenstelling en vegetatietypen van een set van 92 referentiepunten, beschreven in diverse typen grondwaterafhankelijke, korte vegetaties in Nederland. In het algemeen komen vooral factoren die betrekking hebben op zoutgehalte, zuurgraad en trofiegraad als belangrijk naar voren. Binnen verschillende ecologisch samenhangende groepen vegetatietypen blijken echter steeds andere factoren belangrijk zijn. Een universele benadering voor de bepaling van abiotische randvoorwaarden voor alle vegetatie-eenheden is dus niet te geven. Voorts blijkt dat de meerwaarde van de chemisch analyses ten opzichte alleen de veldkenmerken groot is, de meerwaarde van aanvullende bodemvochtanalyses in het najaar is echter gering.

Trefwoorden: abiotische randvoorwaarden, bodemchemie, bodemvocht, CANOCO, multivariate analyse, synecologie, vegetatietypen, veldkenmerken.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2006 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

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

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Opnamemateriaal	13
2.2 Veldkenmerken	14
2.3 Chemie bodemvocht	14
2.4 Bodemchemie vaste fase	15
2.5 Statistische bewerking	17
3 Resultaten CCA: veldkenmerken	21
3.1 Alle vegetatietypen	21
3.2 Vegetatietypen van het binnenland	23
3.3 Klasse der kleine zeggen	25
3.4 Klasse der vochtige graslanden	27
4 Resultaten CCA: bodemvocht (voorjaarsmeting)	31
4.1 Alle vegetatietypen	31
4.2 Vegetatietypen van het binnenland	34
4.3 Klasse der kleine zeggen	36
4.4 Klasse der vochtige graslanden	38
5 Resultaten CCA: bodemvocht (najaarsmeting)	41
5.1 Alle vegetatietypen	41
5.2 Vegetatietypen van het binnenland	43
5.3 Klasse der kleine zeggen	45
5.4 Klasse der vochtige graslanden	47
6 Resultaten CCA: analyse bodem (vaste fase)	49
6.1 Alle vegetatietypen	49
6.2 Vegetatietypen van het binnenland	52
6.3 Klasse der kleine zeggen	54
6.4 Klasse der vochtige graslanden	56
7 Resultaten CCA: synthese (alle factoren)	59
7.1 Alle vegetatieklassen	59
7.2 Vegetatietypen van het binnenland	63
7.3 Klasse der kleine zeggen	67
7.4 Klasse der vochtige graslanden	70
7.4 Klasse der vochtige graslanden	73

8	Resultaten CVA-bewerkingen	77
8.1	Alle vegetatieklassen	77
8.2	Vegetatietypen van het binnenland	79
9	Discussie	81
9.1	Relatie tussen vegetatie en abiotiek	81
9.2	Een eerste indeling op grond van de abiotiek	88
9.3	Schets van de abiotische randvoorwaarden per verbond	92
9.4	Resultaten Canoco-bewerkingen	101
10	Conclusies	105
10.1	De belangrijkste factoren	105
10.2	Randvoorwaarden per verbond	107
10.3	Methode	108
11	Literatuur	111
Bijlage A	Overzicht van de bemonsterde referentiepunten gerangschikt naar vegetatietype	113
Bijlage B	Codering van vegetatietypen (volgens de SBB-catalogus)	115
Bijlage C	Spreiding van een aantal chemische variabelen op verbonds- en klasse-niveau voor de in het kader van dit onderzoek onderzochte referentiepunten.	117

Woord vooraf

Dit verkennend onderzoek werd in opdracht van Staatsbosbeheer uitgevoerd door medewerkers van Alterra (Research Instituut voor de Groene Ruimte; Wageningen Universiteit & Research) en B-ware Onderzoek Centrum (Radboud Universiteit Nijmegen). Het onderzoek werd verricht in het kader van het Staatsbosbeheer-project Terreincondities (projectleider Ing. J. Streefkerk).

Uitgangspunt voor het onderzoek was het bestand van SBB-referentiepunten. Dit zijn stabiele en representatieve voorbeelden van zowel aquatische als terrestrische, grondwaterafhankelijke vegetatietypen met ‘geringe vervangbaarheid’, waarvoor vegetatie, bodem, humus en hydrologie werden beschreven.

Selectie en beschrijving van deze referentiepunten vindt in verschillende inventarisatierondes sinds 1999 plaats, in opdracht van Staatsbosbeheer en het Ministerie van LNV (DWK; BO-cluster Ecologische hoofdstructuur, thema Abiotische randvoorwaarden; BO-cluster Vitaal landelijk gebied, thema Bodem). De inventarisatie-werkzaamheden worden verricht door medewerkers van Alterra en Staatsbosbeheer.

In 2005 werden voor 92 van de toen beschreven referentiepunten bodem en bodemvocht bemonsterd. De monsters werden vervolgens geanalyseerd door medewerkers van B-ware Onderzoek Centrum in Nijmegen. Voor 2007 is een nieuwe bemonsterings- en analyseronde geplanned, waarbij opnieuw een subset van circa 100 referentiepunten onderzocht zal worden.

Het ligt in de bedoeling beide subsets te combineren en statistisch te analyseren waarbij de in deze rapportage gepresenteerde methode als voorbeeld zal dienen..

Samenvatting

Ten behoeve van de bedrijfssturing wordt bij de afdeling Terreinbeheer van Staatsbosbeheer gewerkt aan een plantensociologische indeling van de vegetatie van Nederland, met daaraan gekoppeld een abiotische onderbouwing van de onderscheiden typen: de 'SBB-catalogus' (Schipper, 2002). Deze onderbouwing van de catalogus-typen blijkt echter in veel gevallen problematisch te zijn. Om de leemten in kennis op te vullen is binnen de afdeling Terreinbeheer van Staatsbosbeheer het project 'Terreincondities' gestart. Het deelproject 'Selectie van referentiepunten', dat wordt uitgevoerd in samenwerking met Alterra, vormt hiervan een onderdeel. In dit deelproject worden zorgvuldig geselecteerde representatieve en stabiele voorbeelden van de in de catalogus onderscheiden typen vegetatiekundig, bodemkundig en hydrologisch beschreven.

De volgende logische stap is nu vanuit de beschikbare informatie over de referentiepunten te komen tot abiotische randvoorwaarden voor de typen. De eerste vraag die hierbij aan de orde komt is welke factoren in het abiotisch milieu het onderscheidend zijn ten aanzien van de soortensamenstelling van de vegetatie. Het onderzoek waar dit rapport verslag van doet, vormt hiertoe een eerste aanzet. Het gaat hierbij om de relatie tussen kenmerken van de bodem en het bodemvocht enerzijds en de vegetatie anderzijds. In een parallel-onderzoek werd - eveneens aan de hand van een selectie van referentiepunten - de relatie tussen grondwaterdynamiek en vegetatie onderzocht (Van Delft *et al.*, 2006).

Om de relatie tussen bodem(vocht) en vegetatie te verkennen, werd niet alleen gebruik gemaakt van de reeds in het kader van het deelproject 'Selectie van referentiepunten' verzamelde informatie met betrekking tot vegetatie, bodem en hydrologie, maar werd in 2005 ook aanvullende informatie verzameld. Hiertoe werden door medewerkers van Staatsbosbeheer bodemmonsters en poriewatermonsters genomen. Deze werden door Onderzoekscentrum B-WARE (Nijmegen) geanalyseerd. Voor een overzicht van de onderzochte parameters, zie § 2.2 t/m 2.4.

Het belangrijkste doel van dit onderzoek was te achterhalen welke kenmerken van het bodemvocht en de vaste fase van de bovengrond het meest 'verklarend' zijn voor de variatie in soortensamenstelling en vegetatietypen van de gehele dataset. Daarnaast werd onderzocht of de bij inperking van de vraag tot één specifieke, ecologisch samenhangende groep vegetatietypen dezelfde factoren van belang zijn en wat de meerwaarde van de verschillende categorieën van chemische analyses was ten opzichte van de veldkenmerken en ten opzichte van elkaar..

Om een antwoord op deze vragen te geven werden de vegetatieopnamen in samenhang met de abiotische veldkenmerken en de resultaten van de chemische analyses onderworpen aan een multivariate analyse met behulp van het programma CANOCO. De statistische bewerkingen werden stapsgewijs verricht. Voor wat

betreft de vegetatieopnamen werden afzonderlijke analyses verricht van de gehele opnamenset en van verschillende subsets: alle opnamen m.u.v. kustnabije systemen, alleen opnamen behorend tot de Klasse der Kleine zeggen en alleen opnamen behorend tot de Klasse der vochtige graslanden. Voor elk van deze (sub)sets van opnamen werd het ‘verklarend’ vermogen bepaald van de volledige set van abiotische kenmerken, maar ook van de afzonderlijke categorieën (veldkenmerken, vaste fase, voorjaarsbemonstering bodemvocht en najaarsbemonstering bodemvocht).

Uit het onderzoek komen diverse factoren die betrekking hebben op zoutgehalte, zuurgraad en trofiegraad als belangrijk naar voren (zie Tabel 10a). Omdat de voedselrijke component in de dataset sterk ondervertegenwoordigd is, is het verklarend vermogen van de trofiegraad in de meeste analyses echter relatief gering. Wanneer we op een meer gedetailleerd niveau gaan kijken naar de gemeten factoren, blijkt dat er per vegetatie-eenheid steeds andere factoren belangrijk zijn. Zo is binnen de Klasse der vochtige graslanden de trofiegraad wel relatief belangrijk, terwijl binnen de Klasse der Kleine zeggen vooral factoren die betrekking hebben op de zuurgraad van belang zijn. Dit betekent dat het vrijwel onmogelijk is om via een universele methode de belangrijkste abiotische voorwaarden voor alle vegetatie-eenheden te bepalen, tenzij standaard zeer veel parameters worden gemeten.

Een tweede belangrijke conclusie betreft de vertaling van de gevonden waarden voor de belangrijkste ‘verklarende’ factoren naar abiotische randvoorwaarden. Geconcludeerd wordt dat een dergelijke vertaling op grond van de in dit rapport gepresenteerde analyses niet verantwoord is. Dit heeft twee redenen. In de eerste plaats zijn er vooral goed ontwikkelde vegetaties onderzocht en in veel mindere mate de rompgemeenschappen die hier door degradatie uit kunnen ontstaan. In de tweede plaats is er per vegetatietype in de meeste gevallen maar één locatie is doorgemeten.

Wanneer wij de resultaten van de verschillende statistische analyses vergelijken, kan geconcludeerd worden dat zoutgehalte, zuurgraad/buffering en textuur van de bodem steeds als dominante verklarende hoofdfactoren terugkomen. De overlap tussen de verschillende verklarende variabelen kan hierbij erg groot zijn. Op grond van de percentages verklaarde variantie kan echter geconcludeerd dat de meerwaarde van de chemisch analyses ten opzichte alleen de veldkenmerken erg groot is. Interessant is verder dat de chemie van het bodemvocht in het voorjaar een belangrijke toegevoegde waarde heeft, maar dat de meerwaarde van de aanvullende bodemvochtanalyses van het najaar gering is.

In Bijlage C wordt de gevonden spreiding in analyseresultaten voor de hogere syntaxonomische niveaus (klasse; verbond) gepresenteerd. Zoals hierboven al werd opgemerkt, mogen de in deze bijlage vermelde waarden niet als harde randvoorwaarden voor de betreffende vegetatie-eenheden worden gehanteerd. Toch hebben de gevonden waarden wel degelijk betekenis voor de beheerspraktijk, zowel bij natuurontwikkeling als bij natuurherstel. In § 9.3 wordt getracht hier per verbond een praktische invulling aan te geven.

1 Inleiding

Achtergrond

Ten behoeve van de bedrijfssturing wordt bij de afdeling Terreinbeheer van Staatsbosbeheer gewerkt aan een plantensociologische indeling van de vegetatie van Nederland, met daaraan gekoppeld een abiotische onderbouwing van de onderscheiden typen: de ‘SBB-catalogus’ (Schipper, 2002). Deze indeling in vegetatietypen is in hoge mate geënt op de reeks ‘De Vegetatie van Nederland’ (Schaminée *et al.* 1995, 1996, 1998; Stortelder *et al.*, 1999). Op een beperkt aantal hoofdlijnen (o.a. indeling Grote zeggenvegetaties en droge graslanden) en een groot aantal details vertonen beide indelingen echter verschillen. In het algemeen kan worden gesteld dat de SBB-catalogus iets gedetailleerder is, met name voor wat betreft het aantal onderscheiden romp- en derivaatgemeenschappen.

Probleem

De abiotische onderbouwing van de catalogus-typen blijkt in veel gevallen problematisch te zijn. Er zijn slechts weinig gekwantificeerde en aan exacte locaties gekoppelde gegevens beschikbaar met betrekking tot de abiotische randvoorwaarden van de verschillende in ons land voorkomende vegetatietypen. Vooral voor de grondwaterafhankelijke typen is onvoldoende informatie aanwezig over de gewenste grond- en oppervlaktewatersituatie. Vaak is onduidelijk welke van de factoren in het abiotisch milieu differentiërend werken en waar precies de drempelwaarden liggen. In de botanische literatuur die betrekking heeft op de relatie vegetatie-standplaats wordt de exacte floristische samenstelling en locatie van de betrokken vegetaties vaak onvoldoende gedocumenteerd. Ook zijn standplaatsbeschrijvingen in de vegetatiekundige literatuur veelal erg kwalitatief van aard. Deze leemten in kennis worden door terreinbeherende instanties als SBB als een groot probleem ervaren voor hun interne bedrijfssturing.

Om bovengenoemde leemten in kennis op te vullen is binnen de afdeling Terreinbeheer van Staatsbosbeheer het project ‘Terreincondities’ gestart. Het deelproject ‘Selectie van referentiepunten’, dat wordt uitgevoerd in samenwerking met Alterra, vormt hiervan een onderdeel. In dit deelproject worden zorgvuldig geselecteerde representatieve en stabiele voorbeelden van de in de catalogus onderscheiden typen vegetatiekundig, bodemkundig en hydrologisch beschreven (zie ook § 2.1).

Tot nu toe werden 324 referentiepunten van grondwaterafhankelijke, ‘korte’ vegetaties met een geringe vervangbaarheid beschreven. Het dekkingspercentage binnen deze groep vegetatietypen bedraagt op dit moment 71 %. Voor 200 van de 282 typen is tenminste één referentiepunt beschikbaar.

De volgende logische stap is nu vanuit de beschikbare informatie over de referentiepunten te komen tot abiotische randvoorwaarden voor de typen. De eerste vraag die hierbij aan de orde komt is welke factoren in het abiotisch milieu het

onderscheidend zijn ten aanzien van de soortensamenstelling van de vegetatie. Het onderzoek waar dit rapport verslag van doet, vormt hiertoe een eerste aanzet. Het gaat hierbij om de relatie tussen kenmerken van de bodem en het bodemvocht enerzijds en de vegetatie anderzijds. In een parallel-onderzoek werd - eveneens aan de hand van een selectie van referentiepunten - de relatie tussen grondwaterdynamiek en vegetatie onderzocht (Van Delft *et al.*, 2006).

Om de relatie tussen bodem(vocht) en vegetatie te verkennen werd niet alleen gebruik gemaakt van de reeds in het kader van het deelproject 'Selectie van referentiepunten' verzamelde informatie met betrekking tot vegetatie, bodem en hydrologie, maar werd in 2005 ook aanvullende informatie verzameld met betrekking tot de chemische samenstelling van de bodem en het bodemvocht. Hiertoe werden door medewerkers van Staatsbosbeheer bodemonsters en poriewatermonsters genomen. Deze werden door Onderzoekscentrum B-WARE (Nijmegen) geanalyseerd. In het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) en de KaderrichtlijnWater (KRW) werd bij de bemonstering in 2005 prioriteit gegeven aan "habitat-referentiepunten". Ook in 2006 en 2007 zullen voor een groot aantal habitat-referentiepunten de in de catalogus geschatte abiotische condities met meetgegevens worden onderbouwd.

Doel

Het onderzoek tracht een antwoord te geven op de volgende vragen:

- * Welke factoren zijn met betrekking tot de chemische samenstelling van het bodemvocht het meest 'verklarend' voor de variatie in soortensamenstelling en vegetatietypen van de gehele dataset?
- * Zijn bij inperking van de vraag tot één specifieke, ecologisch samenhangende groep vegetatietypen dezelfde factoren van belang?
- * Welke drempelwaarden kunnen op basis van de onderzochte referentiepunten op verbonds- en klasse-niveau voor de belangrijkste abiotische factoren worden onderscheiden?
- * Wat is in dit verband de meerwaarde van bodemchemische bepalingen ten opzichte van eenvoudiger te bepalen veldkenmerken?
- * Wat is de meerwaarde van een tweede bemonsteringsronde (in het najaar) ten opzichte van een eerste ronde in het voorjaar?

De resultaten van het onderzoek zullen door Staatsbosbeheer worden gebruikt voor de completering van de SBB-catalogus van vegetatietypen en abiotische standplaatscondities, voor een nadere uitwerking van de VHR en voor een toetsing op KRW-invulling.

2 Materiaal en methoden

2.1 Opnamemateriaal

De gebruikte vegetatieopnamen werden gemaakt in het kader van het Staatsbosbeheer-project terreincondities en maken deel uit van de set van referentiepunten die bij SBB in ontwikkeling is ten behoeve van de interne bedrijfssturing (Beets *et al.*, 2000 t/m 2005). Deze referentiepunten zijn volgens nauwkeurig omschreven criteria geselecteerde representatieve en stabiele voorbeelden van vegetatietypen, zoals deze gedefinieerd worden in de SBB-catalogus (Schipper, 2002). Bij elke vegetatieopname hoort een beschrijving van bodem- en humusprofiel en in veel gevallen ook een betrouwbaar hydrologisch meetpunt (in de meeste gevallen een grondwaterstandsbuis) op exact dezelfde locatie. Waar een (betrouwbaar) hydrologisch meetpunt ontbreekt, zal dit alsnog zo spoedig mogelijk door Staatsbosbeheer worden ingericht.

De gebruikte opnamen zijn een door Staatsbosbeheer aangeleverde selectie uit de totale set van referentiepunten. Alle opnamen zijn gemaakt in de periode 1999-2004. In vrijwel alle gevallen betreft het terreinen van Staatsbosbeheer. De hier gebruikte set referentiepunten bevat slechts twee punten in terreinen van Natuurmonumenten (Korenburgerveen bij Winterswijk; Drijvers Vogelweid de Bol op Texel).

De gebruikte referentiepunten liggen verspreid door het land. In alle gevallen betreft het grondwaterafhankelijke (inclusief amfibische), 'korte' vegetaties met een geringe vervangbaarheid. Een overzicht van de spreiding over de verschillende vegetatieklassen wordt gegeven in Tabel 2a. Opnamen behorend tot klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn hierbij zo goed mogelijk aan één van de desbetreffende klassen toegerekend. In de meeste gevallen werd per vegetatietype slechts één referentiepunt bemonsterd. Bijlage A geeft een overzicht van alle bemonsterde referentiepunten gerangschikt naar vegetatietype

Tabel 2a. Spreiding van de opnamen over de vegetatieklassen (indeling naar Schipper, 2002).

Nr.	Vegetatieklasse		Aantal opnamen
6	Oeverkruid-klasse	Littorelletea	4
8	Riet-klasse	Phragmitetea	1
9	Klasse der Kleine zeggen	Parvocaricetea	22
10	Klasse der hoogveenslenken	Scheuchzerietea	4
11	Klasse der hoogveenbulten en natte heiden	Oxycocco-Sphagnetea	15
16	Klasse der vochtige graslanden	Molinio-Arrhenatheretea	27
19	Klasse der heischrale graslanden	Nardetea	5
26	Zeeaster-klasse	Asteretea tripolii	7
27	Zeevetmuur-klasse	Saginetea maritimae	1
28	Dwergbiezen-klasse	Isoeto-Nanojuncetea	1
-	Klasse-overschrijdende rompgemeenschappen (*)		5
Totaal:			92

(*) voor zover de desbetreffende opname niet eenduidig aan één klasse kan worden toegerekend.

2.2 Veldkenmerken

Hoewel dit onderzoek primair gericht was op de relatie tussen vegetatie en bodemchemie (bepaald aan de hand van analyses van het bodemvocht en de vaste fase) werden ook enkele kenmerken die betrekking hebben op de bodemopbouw en het vochtregime in de statistische bewerkingen meegenomen. Dit is gedaan om twee redenen:

- om een beter beeld te krijgen van de belangrijkste factoren die bepalend zijn voor de variatie in soortensamenstelling (verhoging van de verklaarde variantie);
- om een beeld te krijgen van eventuele correlaties tussen bodemopbouw, grondwaterregime en bodemchemie.

De onderzochte factoren zijn:

- leemgehalte op 0-10 cm –mv (%)
- leemgehalte op 10-30 cm –mv (%)
- leemgehalte op 50-70 cm –mv (%)
- organische-stofgehalte op 0-10 cm –mv (%)
- organische-stofgehalte op 10-30 cm –mv (%)
- organische-stofgehalte op 50-70 cm –mv (%)
- gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) (cm –mv)

De benodigde gegevens werden afgeleid uit de rapportage van Beets *et al.* (2000 t/m 2004). Voor de GLG werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van het grondwaterstandsverloop bepaald in de hydrologische meetpunten. Waar deze gegevens niet beschikbaar waren, werd de GLG afgeleid uit profielkenmerken. De relatie tussen vegetatie en grondwaterdynamiek werd - eveneens aan de hand van een selectie van referentiepunten - in veel meer detail onderzocht in een parallel-onderzoek (Van Delft *et al.*, 2006).

Ten behoeve van de CANOCO-bewerkingen (zie § 2.5) werd op de leem- en organische-stofgehaltes een log-transformatie toegepast.

2.3 Chemie bodemvocht

In het voorjaar en het najaar van 2005 werden bodemvochtmonsters verzameld met behulp van teflon lysimeter (Rhizon bodemvochtmonsternemer; Eijkelkamp Agrisearch Equipment). Via deze lysimeters werd in het veld met behulp van een injectiespuit poriewater uit de bodem opgezogen (Tomassen, 2004). Per referentiepunt werden drie spuiten poriewatermonsters genomen. De pH en alkaliniteit werden direct na bemonstering gemeten, waarna de rest van de monsters werd gemengd tot één mengmonster. Dit werd opgestuurd naar het laboratorium van de Radboud Universiteit in Nijmegen. Het gebruik van een teflon lysimeter heeft als voordeel dat het vocht anaeroob kan worden verzameld, zodat er geen gereduceerde

verbindingen oxideren. Een bijkomend voordeel is dat het bodemvocht op deze wijze meteen gefilterd wordt.

De bodemvocht-monsters werden verzameld door de terreinbeheerders, daartoe geïnstrueerd door medewerkers van B-ware. Er waren twee monsterrondes: één in het voorjaar en één in het najaar. In enkele gevallen werd naast (of in plaats van) het bodemvocht de waterlaag boven maaiveld bemonsterd. Ook deze monsters werden geanalyseerd. De chemische samenstelling van de waterlaag is echter niet identiek aan die van het bodemvocht. Bij ontbrekende bodemvochtmonsters kunnen de waterlaag-monsters dus niet als vervanging gebruikt worden. Het aantal monsters van de waterlaag is verder te gering om de analyse-resultaten als additioneel kenmerk in de statistische bewerkingen mee te nemen. In dit onderzoek is daarom geen gebruik gemaakt van de analyse-resultaten van de waterlaag.

In de bodemvocht-monsters werd de pH en de alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) bepaald door titratie met verdund zoutzuur tot pH 4,2. De concentraties aluminium (Al), beryllium (Be), cadmium (Cd), calcium (Ca), cobalt (Co), fosfor (P), koper (Cu), lood (Pb), magnesium (Mg), ijzer (Fe), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), nikkel (Ni), silicium (Si), strontium (Sr), zink (Zn), zwavel (S) werden gemeten met behulp van een ICP-OES en de concentraties ammonium (NH_4^+), nitraat (NO_3^-), fosfaat (PO_4^{3-}) en chloride (Cl) aan de hand van kleurreacties met autoanalyser-technieken (Lamers, 2001; Tomassen, 2004). Natrium (Na) en kalium (K) werden vlamfotometrisch bepaald (zie ook <http://www.ru.nl/fnwi/gi>).

Ten behoeve van de CANOCO-bewerkingen (zie § 2.5) werd op alle analyseresultaten, met uitzondering van de pH-waarden, een log-transformatie toegepast.

Bijlage A geeft een overzicht van de bemonsterde referentiepunten gerangschikt naar vegetatietype. Aangegeven is wat bemonsterd is (bodemvocht en/of waterlaag), wanneer de bemonstering heeft plaatsgevonden (voorjaar en/of najaar) en of de analyses compleet zijn.

2.4 Bodemchemie vaste fase

Per monsterpunt is een mengmonster gemaakt van de toplaag van de bodem door binnen het proefvlak op drie verschillende plaatsen van de bovenste 10 centimeter bodemmateriaal te verzamelen. De mengmonsters werden in een koelcel bewaard bij een temperatuur van 4°C. Per bodemmonster zijn vervolgens de volgende parameters geanalyseerd:

- Drooggewicht en gloeiverlies (organisch stofgehalte);
- De totale concentraties aluminium (Al), beryllium (Be), cadmium (Cd), calcium (Ca), cobalt (Co), fosfor (P), koper (Cu), lood (Pb), magnesium (Mg), ijzer (Fe), kalium (K), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), nikkel (Ni), silicium (Si), strontium (Sr), zink (Zn), zwavel (S) (na ontsluiting met salpeterzuur), alsmede de pH. In de Canoco-analyses worden deze respectievelijk aangeduid

als Al-des, Be-des, Cd-des, Ca-des, Co-des, P-des, Cu-des, Pb-des, Mg-des, Fe-des, K-des, Mn-des, mo-des, Ni-des, Si-des, Sr-des, Zn-des, S-des en pH-des (des = destructie);

- De middels een zoutextract vrij te maken concentraties aan aluminium (Al), ammonium (NH_4^+), calcium (Ca), fosfaat (totaal), kalium (K), magnesium (Mg), mangaan (Mn), nitraat (NO_3^-), zink (Zn) en zwavel (S), alsmede de pH. In de CCA analyses worden deze respectievelijk aangeduid als Al-zout, NH_4 -zout, Ca-zout, P-zout, K-zout, Mg-zout, Mn-zout, NO_3 -zout, Zn-zout, S-zout en pH-zout.
- De middels een extract met natriumbicarbonaat vrij te maken concentratie aan fosfaat, verder aangeduid als P-Olsen.
- Ten behoeve van de Canoco-analyses werden de volgende ratio's berekend: Fe-des / S-des; NO_3 -zout / NH_4 -zout (N-ratio) en P-Olsen / P-des (P-ratio).

Vochtgehalte en organische stofgehalte

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes (gewicht bakje = 1,40 gram) en gedurende 24 uur te laten drogen in een stoof bij 105° C. De volgende dag werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en kon het vochtverlies bepaald worden. Dit alles werd in duplo uitgevoerd. Het ene deel werd gebruikt voor het bepalen van het gloeiverlies, het andere voor de bodemdestructie. Omdat de bakjes precies werden afgevuld tot aan de rand konden later ook de concentraties worden omgerekend naar mol per liter bodemvolume.

De fractie organisch stof in de bodem kan worden berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na het drogen, gedurende vier uur verast in een oven bij een temperatuur van 550° C. Hierna werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en kon de fractie organisch materiaal berekend worden. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Destructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Dit gebeurde door het bodemmateriaal na het drogen te vermalen en te verzamelen in pillenpotjes van 100 ml. Van het bodemmateriaal werd per monster nauwkeurig 500 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2 , 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werden de monsters in een koelkast afgekoeld tot op kamertemperatuur, waarna ze werden aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q. Vervolgens werd het monster gemeten met behulp van ICP-OES.

Zoutextracten

In de zoutextracten worden de ionen gemeten die door natrium (kationen) of chloride (anionen) van het bodem-adsorbtiecomplex worden verdrongen. Zout-

extracten werden gemaakt door 35 gram verse bodem gedurende vier uur uit te schudden met 200 ml 0,2 mol l⁻¹ NaCl-oplossing. Vervolgens werd het monster gefilterd, waarna de concentraties aluminium (Al), calcium (Ca), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), mangaan (Mn) en zwavel (S) werden gemeten met behulp van ICP-OES. De concentraties ammonium en nitraat werden bepaald aan de hand van kleurreacties met autoanalyser-technieken. De pH van de zoutextracten werd bepaald door titratie met verdund zoutzuur tot pH 4,2.

P-Olsen

Het P-gehalte werd ook bepaald volgens de methode van Olsen *et al.* (1954). Hiertoe werd 5 gram droge bodem gedurende een half uur uitgeschud met 100 ml 0.5 M natriumbicarbonaat (pH 8.2). Vervolgens werd het monster gecentrifugeerd, waarna het supernatant werd geanalyseerd voor fosfor (P) met behulp van ICP-OES.

Ten behoeve van de CANOCO-bewerkingen (zie § 2.5) werd op alle analyseresultaten, met uitzondering van de pH-waarden, een log-transformatie toegepast.

2.5 Statistische bewerking

Bewerkingen gericht op het verklarend vermogen van de verschillende onderzochte factoren voor soortensamenstelling en indeling in typen werden verricht met behulp van het programma CANOCO (Ter Braak & Smilauer, 2002; Leps & Smilauer, 2003).

CANOCO staat voor Canonical Community Ordination. Het is een software-pakket waarmee een breed scala aan ordinatie-berekeningen kan worden uitgevoerd. Ordinatie-technieken hebben als doel binnen een set vegetatieopnamen de soorten en/of opnamen zodanig te rangschikken dat zij de variatie in milieufactoren optimaal in beeld brengen. De resultaten worden weergegeven in de vorm van een ordinatie-diagram. De ordinatie kan direct of indirect zijn. Bij een indirecte ordinatie wordt de positie van opnamen en soorten in het 'verklarend model' en het ordinatie-diagram uitsluitend bepaald worden door de soortensamenstelling en niet door de verklarende variabelen (abiotische factoren). Bij directe ordinatie spelen ook de verklarende variabelen een rol bij de plaats van de soorten en/of opnamen in de diagrammen.

Voor gebruik van CANOCO gelden een aantal randvoorwaarden:

- de verklarende variabelen moeten een (min of meer) normale verdeling hebben. Dit is echter zelden het geval. De oplossing is een log-transformatie voor duidelijk niet-normaal verdeelde variabelen (in ons geval alle variabelen met uitzondering van de GLG en de pH).
- het aantal opnamen dient groter (liefst aanzienlijk groter) te zijn dan het aantal verklarende variabelen. Dit is in ons geval niet altijd het geval. Om dit probleem te ondervangen zijn *alle* Canoco-bewerkingen getrapt uitgevoerd, bijvoorbeeld eerst voor bodemkenmerken (inclusief GLG), analyse-resultaten van de voorjaarsbemonstering en analyse-resultaten van de najaars-

bemonstering afzonderlijk, en vervolgens - na selectie van alleen die factoren die een significante bijdrage leveren aan het verklarend model - voor alle geselecteerde factoren tezamen. De selectie van relevante factoren gebeurt door middel van de techniek van '*forward selection*' binnen CCA en CVA (zie hieronder), waarbij uitgaande van de meest verklarende factor alleen factoren die een significante *meerwaarde* hebben stapsgewijs worden toegevoegd.

- zeer sterk gecorreleerde verklarende variabelen mogen niet in een 'verklarend model' worden gebruikt. Ongeoorloofde correlaties worden opgespoord binnen DCA (zie hieronder): het programma levert correlatie-coëfficiënten en per factor een zogenaamde '*variance inflation factor*'. Overigens blijkt in de praktijk de techniek van *forward selection* voldoende bescherming te bieden tegen ongeoorloofde correlaties tussen verklarende factoren.

Binnen CANOCO werden drie verschillende ordinatie-technieken gebruikt:

- Detrended Correspondance Analysis (DCA)
- Canonical Correspondance Analysis (CCA)
- Canonical Variates Analysis (CVA)

Bij de vergelijking van de resultaten van de voor- en najaarsbemonstering werd verder ook gebruik gemaakt van de T-toets. De verschillende CANOCO-bewerkingen worden hieronder kort toegelicht:

Detrended Correspondance Analysis

DCA is een indirecte ordinatie-techniek. DCA wordt als voorbereidende en controlerende bewerking gebruikt naast beide andere directe ordinatie-technieken.

Het doel is:

- het opsporen van (te) sterk gecorreleerde variabelen (zie hierboven);
- het bepalen van de mate van variatie binnen het opnamemateriaal; deze is bepalend voor de te gebruiken techniek voor directe ordinatie: lineair bij geringe variatie, unimodaal bij grote variatie; in ons geval werd steeds gekozen voor unimodaal;
- het bepalen van de complexiteit van de milieugradiënten; deze is bepalend voor het aantal relevante ordinatie-assen en daarmee voor het aantal relevante ordinatie-diagrammen; in de diagrammen in dit rapport worden steeds alleen de eerste en de tweede ordinatie-as weergegeven.

Canonical Correspondance Analysis

CCA is een directe, unimodale ordinatie-techniek gericht op het vinden van verklarende (abiotische) factoren voor de variatie in soortensamenstelling. De soortensamenstelling is hier dus de responsvariabele.

De CCA-bewerkingen werden uitgevoerd voor:

- alle kenmerken tezamen (exclusief de najaarsmetingen van het bodemvocht) en voor de verschillende categorieën van 'verklarende' factoren afzonderlijk;
- alle opnamen tezamen en verschillende subsets van ecologisch (cq. typologisch) verwante opnamen.

Het uitsluiten van de najaarsmetingen van het bodemvocht bij de CCA-bewerkingen met alle ‘verklarende’ factoren tezamen is gedaan om het aantal beschikbare opnamen niet onnodig te verkleinen en omdat de najaarsmetingen slechts een geringe meerwaarde t.o.v. de voorjaarsmetingen bleken te hebben (zie Hoofdstuk 7). Een overzicht van de verschillende bewerkingen en de bijbehorende aantallen opnamen wordt gegeven in Tabel 2b.

Tabel 2b.. Aantal beschikbare opnamen voor CCA-bewerkingen

	Alle vegetatie- typen	Binnenland	Kleine zeggen- vegetaties	Vochtige graslanden
Veldkenmerken	92	64	22	27
Bodemvocht (voorjaar)	82	58	20	23
Bodemvocht (najaar)	63	40	19	13
Bodem (vaste fase)	84	57	22	24
Totaal (excl. BV najaar)	77	53	20	20

In de analyses is het beheer nadrukkelijk niet meegenomen als factor. Een belangrijk deel van de niet verklaarde variantie in de CCA analyses zal waarschijnlijk door de factor beheer worden bepaald.

Canonical Variates Analysis

Ook CVA is een directe, unimodale ordinatie-techniek en zeer vergelijkbaar is met CCA. Doel is in dit geval echter het verklaren van de soortensamenstelling maar de variatie in typen (in ons geval de vegetatietypen volgens de SBB-catalogus) vanuit de abiotische diverse factoren. Kortom: CVA is een techniek voor discriminant-analyse, waarbij niet de soorten maar de typen de responsvariabelen zijn.

Aangezien de syntaxon-code indirect ook bepaald wordt door de soortensamenstelling, levert de CVA-bewerking een interessante manier om te bepalen in hoeverre de gebruikte syntaxonomische indeling binnen onze set opnamen een goede afspiegeling van de ecologische werkelijkheid vormt. Als dit het geval is mogen wij namelijk verwachten dat de verklaarde variantie in dezelfde orde van grootte ligt als bij de vergelijkbare CCA-bewerkingen en dat tevens de set van verklarende factoren globaal overeenkomt.

In het kader van dit onderzoek werden twee verschillende CVA-bewerkingen uitgevoerd: (1) met alle beschikbare opnamen en (2) met alleen de opnamen uit het binnenland. In beide gevallen golden echter twee inperkingen. In de eerste plaats werden alle – al dan niet klasse-overschrijdende - rompgemeenschappen uitgesloten van de bewerking (m.u.v. klasse 6 en 10, waarbinnen niet nader naar verbonden werd gespecificeerd). Daarnaast werden alleen opnamen met complete abiotische gegevens gebruikt. Het gaat hierbij om veldkenmerken, analyses van het bodemvocht (voorjaarsmetingen) en analyses van de vaste fase van de bodem. De resultaten van de najaarsmeting zijn niet gebruikt.

Interpretatie van de diagrammen (CCA en CVA)

Bij interpretatie van de ordinatie-diagrammen geldt dat (1) de lengte van de pijl een maat is voor het aandeel van de betreffende variabele in de totale verklaarde variantie, (2) de

hoek tussen twee pijlen een maat is voor de correlatie tussen de twee betreffende variabelen (kleine hoek is hoge correlatie) en (3) de projectie van een punt op een pijl een maat is voor de relatieve waarde van die variabele voor dat punt, dwz voor de positie van het punt op de gradiënt die door de pijl wordt beschreven.

3 Resultaten CCA: veldkenmerken

3.1 Alle vegetatietypen

Voor alle opnamen waarvoor analyse-resultaten van het bodemvocht en/of de vaste fase van de bodem beschikbaar zijn, zijn ook in het veld de textuur, het organische stof-gehalte en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) ingeschat (N = 92). Het aantal onderzochte factoren bedraagt 7 (zie § 2.2).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- leemgehalte op 0-10 cm –mv
- organische-stofgehalte op 10-30 cm –mv
- gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG)
- organische-stofgehalte op 0-10 cm –mv

Het percentage verklaarde variantie is 10,0%. Het bijbehorend ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 3a.

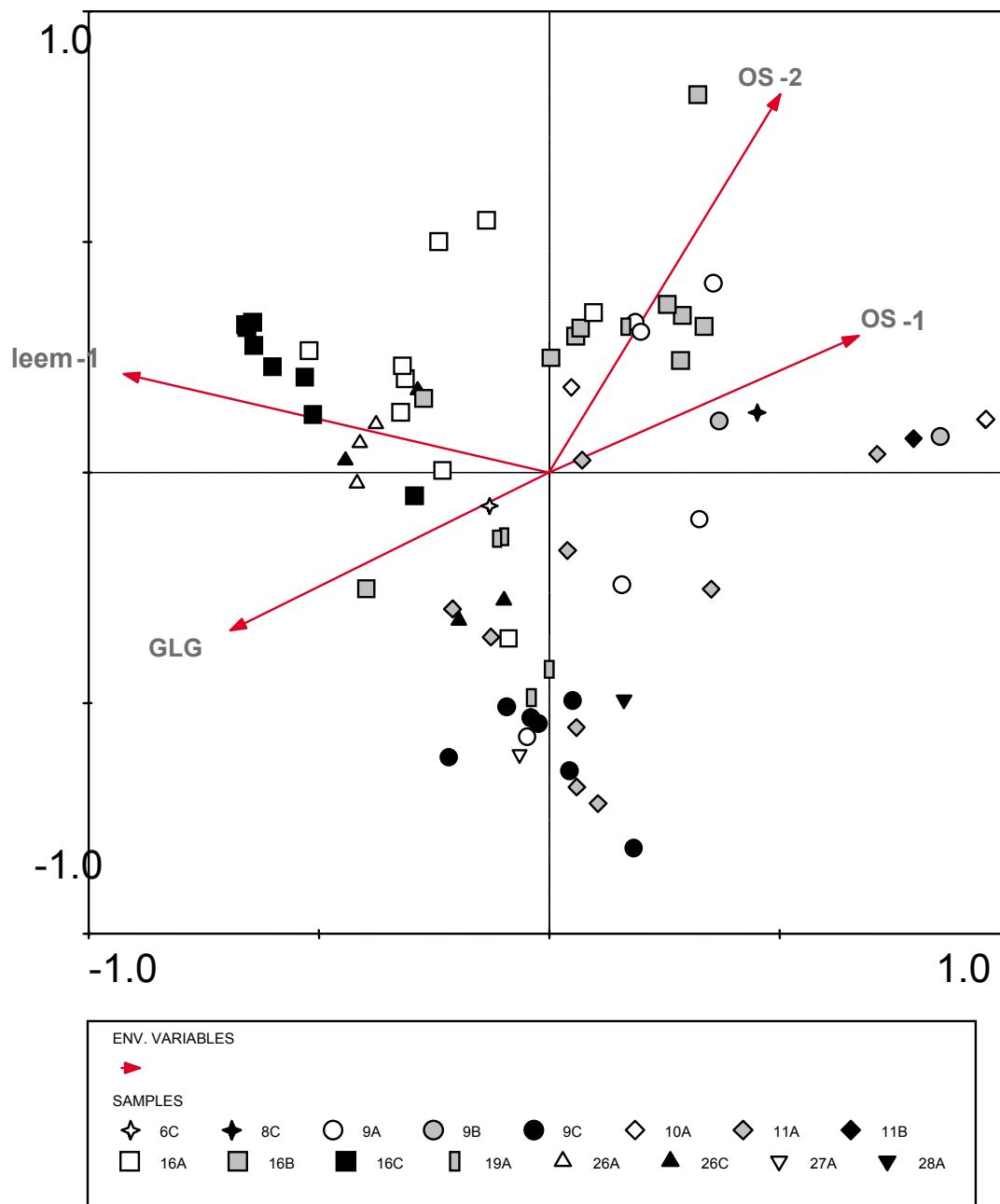
Interpretatie

De verklaarde variantie is erg laag. Dit wil zeggen dat een groot deel van de variatie in soortensamenstelling niet wordt verklaard door de factoren die in de CCA zijn meegenomen. De belangrijkste verklarende factoren zijn het leemgehalte in de bovengrond en het organische stofgehalte beneden de 10 cm onder maaiveld. Op basis van het leemgehalte ontstaat een splitsing in referentiepunten op klei en leem enerzijds en op zand en veen anderzijds.

Interessant is de gradiënt in de drie verbonden van de vochtige graslanden (klasse 16). Verbond 16C (Glanshaver-verbond) komt voor op relatief lemige, droge en niet humeuze bodems. Verbond 16B (Dotterbloem-verbond) juist op nattere, minder lemige en (diep) humeuze bodems. Verbond 16A (Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje) ligt hier mooi tussenin.

De vertegenwoordigers van het Snavelbies-verbond (10A) en het Veenmos-verbond (11B) komen, zoals te verwachten viel, voor op natte humeuze bodems. De vertegenwoordigers van het Dophei-verbond (11A) vertonen een veel grotere variatie.

De referentiepunten in brakke en zoute systemen worden gekenmerkt door een relatief diepe GLG maar zijn voorts in het algemeen behoorlijk indifferent t.o.v. de overige veldkenmerken. De vertegenwoordigers van het Verbond van Gewoon kweldergras lijken wel een voorkeur te hebben voor bodems met een matig hoog leemgehalte.



6C	Verbond van Waternavel en Stijve moerasweegbree	16A	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje
8C	Verbond der Grote zeggen	16B	Dotterbloem-verbond
9A	Verbond van Zwarte zegge	16C	Glanshaver-verbond
9B	Verbond van Draadzegge	19A	Verbond der heischrale graslanden
9C	Knopbies-verbond	26A	Verbond van Gewoon kweldergras
10A	Snavelbies-verbond	26C	Verbond van Engels gras
11A	Dophei-verbond	27A	Zeevetmuur-verbond;
11B	Veenmos-verbond	28A	Dwergbiezen-verbond

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

*Figuur 3a. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken.
(alle vegetatietypen; CCA; as 1 en 2; N = 92)*

3.2 Vegetatietypen van het binnenland

Voor alle opnamen uit het binnenland waarvoor analyse-resultaten van het bodemvocht en/of de vaste fase van de bodem beschikbaar zijn, zijn ook in het veld de textuur, het organische stof-gehalte en de GLG ingeschat ($N = 64$). Het aantal onderzochte factoren bedraagt 7 (zie § 2.2).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

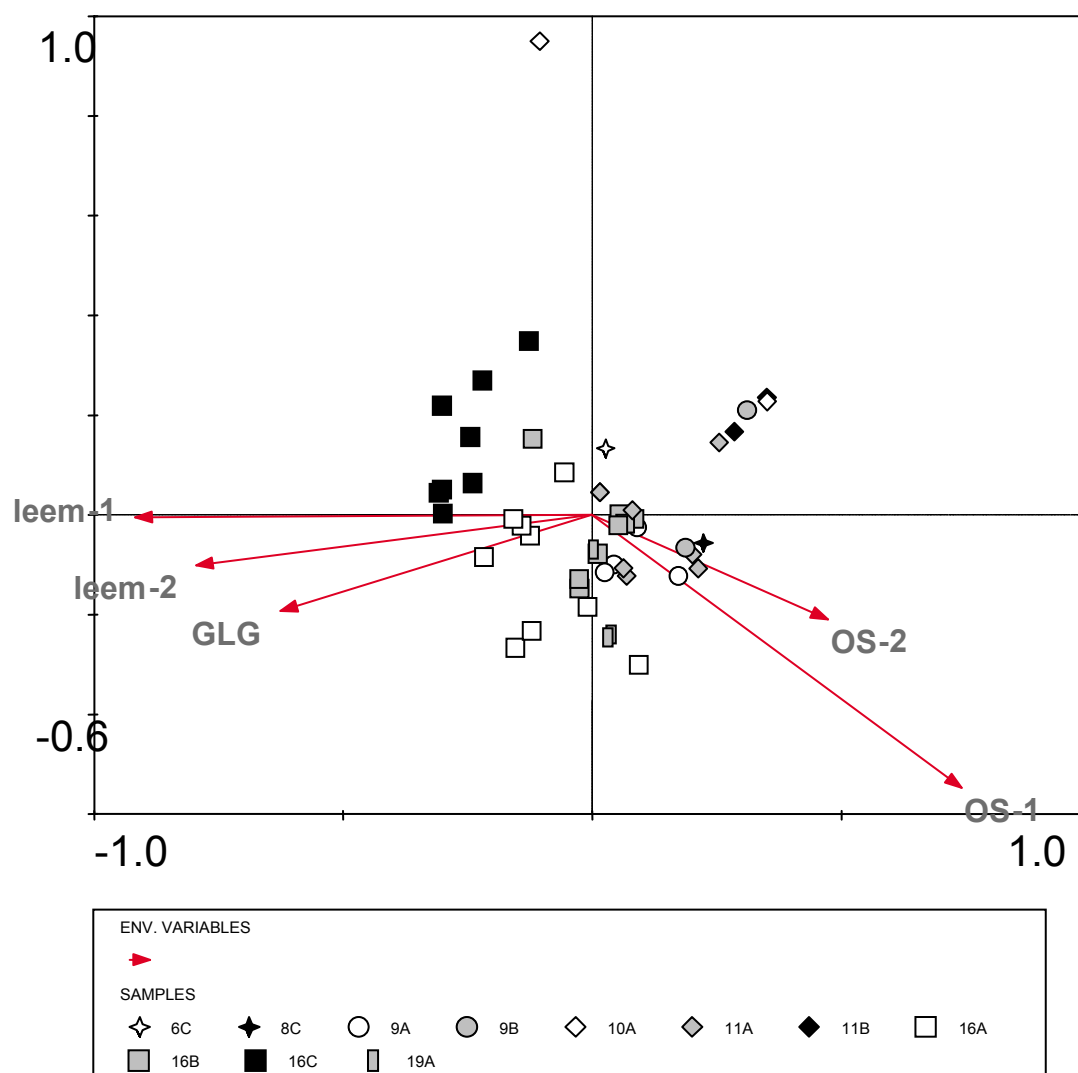
- leemgehalte op 0-10 cm –mv
- organische-stofgehalte op 0-10 cm –mv
- organische-stofgehalte op 10-30 cm –mv
- gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG)
- leemgehalte op 10-30 cm –mv

Het percentage verklaarde variantie is 17,3%. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 3b.

Interpretatie

De verklaarde variantie is nog niet erg hoog, maar wel aanzienlijk hoger (17,3%) dan voor alle opnamen (inclusief zout en brak) het geval was. Het leemgehalte op 10-30 cm onder maaiveld (leem-2) is nu ook significant verklarend en referentiepunten op leem en klei worden nu beter gescheiden. Op hoofdlijnen zijn de gevonden verschillen hetzelfde als voor de CCA voor alle vegetatietypen (inclusief brak en zout).

Waarschijnlijk is hier ten dele sprake van een soort schijnverklaring doordat in het algemeen leem- en kleigehalten sterk gecorreleerd zijn met de mate van buffering. Omdat de referentiepunten in duinvalleien (waar de mate van buffering juist niet parallel loopt met het leemgehalte) niet in deze analyse zijn meegenomen wordt het percentage verklaarde variantie groter.



6C	Verbond van Waterviel en Stijve moerasweegbree	11B	Veenmos-verbond
8C	Verbond der Grote zeggen	16A	Verbond van Biezeknopen en Pijpestrootje
9A	Verbond van Zwarte zegge	16B	Dotterbloem-verbond
9B	Verbond van Draadzegge	16C	Glanshaver-verbond
10A	Snavelbies-verbond	19A	Verbond der heischrale graslanden
11A	Dophei-verbond		

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

*Figuur 3b. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken.
(vegetatietypen van het binnenland; CCA; as 1 en 2; N = 64)*

3.3 Klasse der kleine zeggen

Voor alle opnamen van Kleine zeggen-vegetaties (klasse 9) waarvoor analyse-resultaten van het bodemvocht en/of de vaste fase van de bodem beschikbaar zijn, zijn ook in het veld de textuur, het organische stof-gehalte en de GLG ingeschat (N = 22). Het aantal onderzochte factoren bedraagt 7 (zie § 2.2).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- organische-stofgehalte op 10-30 cm –mv
- gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) (NB. P-waarde = 0.06!)

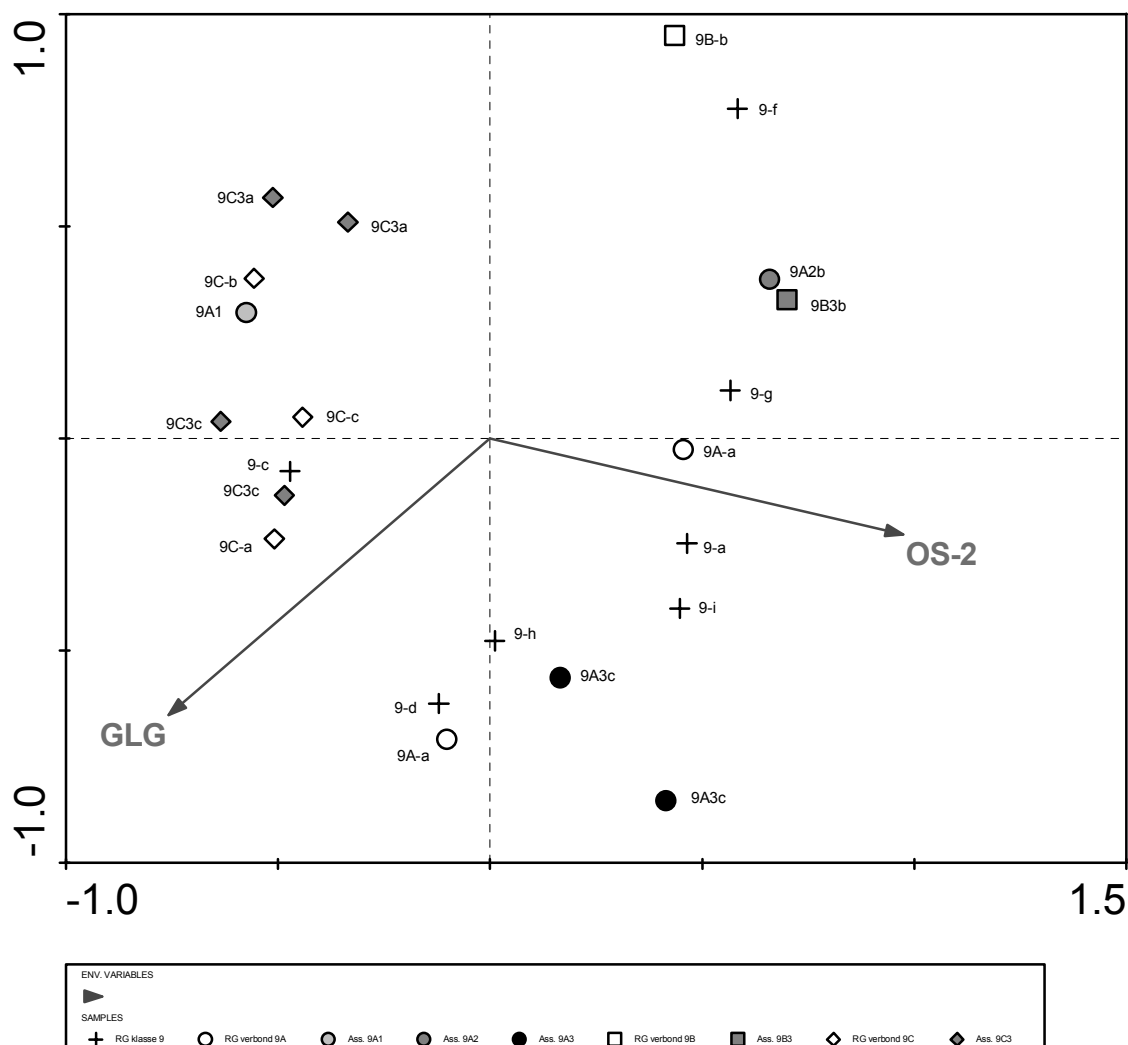
Het percentage verklaarde variantie is 17,0 (excl. GLG: 11,1%). Het bijbehorende ordinarie-diagram wordt weergegeven in Figuur 3c.

Interpretatie

Strikt genomen mag GLG niet in het verklarend model worden opgenomen (net niet significant). Dit is echter wel gedaan omdat een diagram met twee factoren inzichtelijker is dan met slechts één factor.

Het duidelijkst onderscheiden worden de vegetaties uit het Knopbies-verbond (9C). In onze opnamen-set zijn dit alleen duinvalleien en andere kustnabije 'kalkmoerassen'. Deze worden allen gekenmerkt door relatief lage organische stofgehalten. De vertegenwoordigers van het verbond van Zwarte zegge (9A) en het verbond van Draadzegge (9B) en de meeste klasserompen prefereren overwegend dieper humeuze bodems dan de vertegenwoordigers van verbond 9C. De referentiepunten van verbond 9C zijn overwegend vrij droog, die van 9B juist nat en die van 9A variabel en intermediair.

Doordat in deze subset duinvalleien dominant aanwezig zijn, vervalt hier de correlatie tussen buffering en leemgehalte (zie § 3.2) en verdwijnt leemgehalte dus ook als verklarende factor.



9-a	Veenpluis / Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen]
9-c	RG Grote veenbes--[Klasse der Kleine zeggen]
9-d	RG Addertong / Duinriet-[Klasse der Kleine zeggen]
9-f	RG Snavelzegge / Wateraardbei-[Klasse der Kleine zeggen]
9-g	RG Hennegrass-[Klasse der Kleine zeggen]
9-h	RG Wilde gagel-[Klasse der Kleine zeggen]
9-i	RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje-[Klasse der Kleine zeggen]
9A-a	RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras-[Verbond van Zwarte zegge]
9A1	Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge
9A2b	Veenmosrietland; subassociatie van Pijpestrootje
9A3a	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subassociatie
9A3c	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; subassociatie van Veldrus
9B-b	RG Waterdrieblad-[Verbond van Draadzegge]
9B3b	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge; subassociatie van Veenmos
9C-a	RG Zeegroene zegge-[Knobbiesverband]
9C-b	RG Armbloemige waterbies-[Knobbiesverband]
9C-c	RG Kruiwilg en Rondbladig wintergroen-[Knobbiesverband]
9C3a	Knobbies-associatie; typische subassociatie
9C3c	Knobbies-associatie; subassociatie van Parnassia en Duinrus

Figuur 3c. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken. (klasse der kleine zeggen; CCA; as 1 en 2; N = 22)

3.4 Klasse der vochtige graslanden

Voor alle opnamen van vochtige graslanden (klasse 16) waarvoor analyse-resultaten van het bodemvocht en/of de vaste fase van de bodem beschikbaar zijn, zijn ook in het veld de textuur, het organische stof-gehalte en de GLG ingeschat (N = 27). Het aantal onderzochte factoren bedraagt 7 (zie § 2.2).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- organische-stofgehalte op 0-10 cm –mv
- organische-stofgehalte op 50-70 cm –mv

Het percentage verklaarde variantie is 17,1. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 3d.

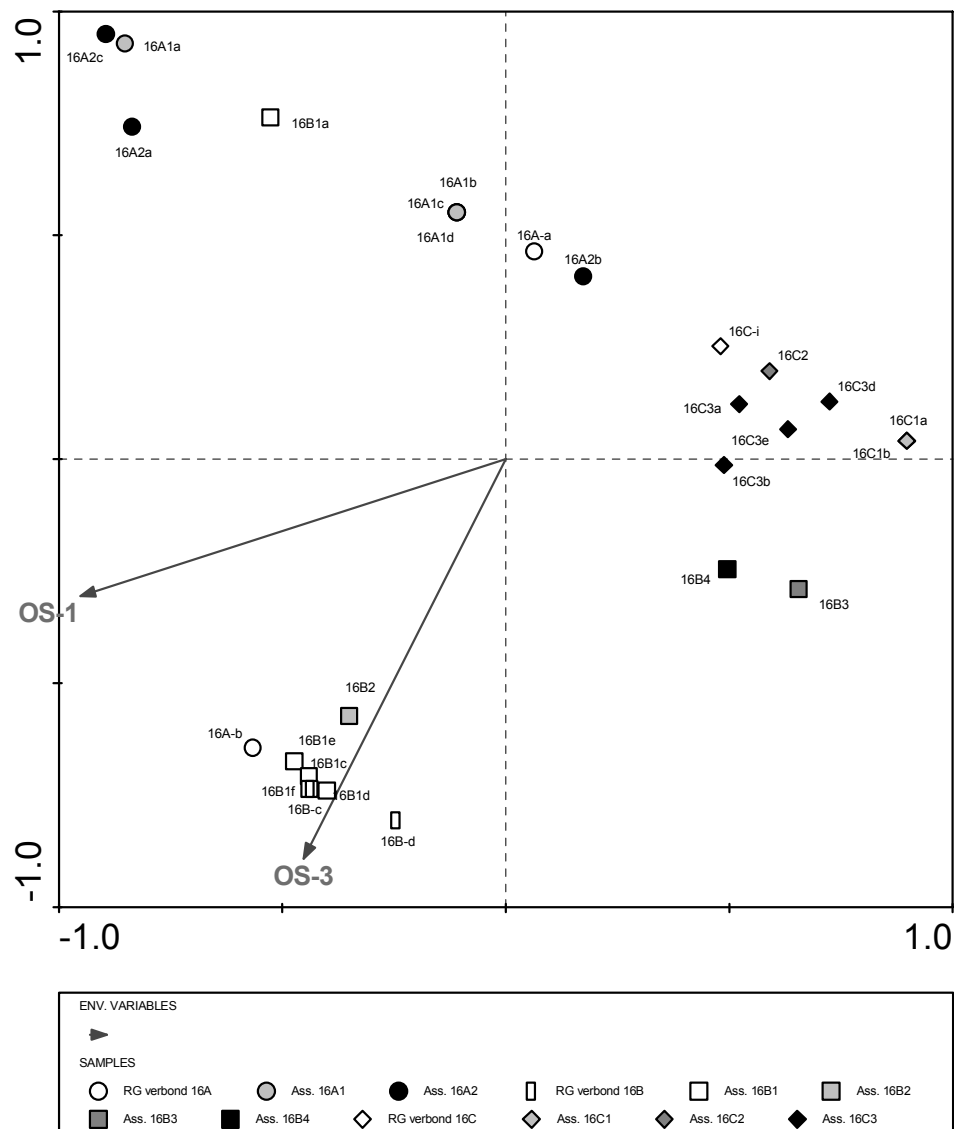
Interpretatie

Het percentage verklaarde variantie is laag. De bepaling van de GLG en de textuur heeft voor de opnamen van deze klasse blijkbaar geen meerwaarde t.o.v. de bepaling van het organische stofgehalte.

De drie verbonden van deze klasse nemen ieder een eigen positie in langs de gradiënten in organische stofgehalte.

Een hoog organisch-stofgehalte van de ondergrond (50-70 cm –mv) is bepalend voor het voorkomen van Dotterbloem-hooilanden (Verbond 16B); een laag organisch-stofgehalte van de bovengrond (0-10 cm –mv) is bepalend voor het voorkomen van Glanshaver-hooilanden (Verbond 16C). Twee associaties uit het verbond van de Dotterbloemhooilanden (16B) onttrekken zich aan dit patroon. Hun positie in het diagram wijst op overeenkomsten in abiotiek met Verbond 16C. Het gaat hier om de Associatie van Harlekijn en Ratelaar (16B3) (brak milieu) en de Bosbies-associatie (16B4) (veel kwel).

Dat het leemgehalte als meest “verklarende” factor is verdrongen door het gehalte organische stof hangt waarschijnlijk sprake met de negatieve correlatie tussen beide factoren. Het diagram laat ten eerste zien dat Verbond 16c tegenover de twee andere verbonden wordt gezet (op grond van organische stof- en/of leemgehalten) en dat - in tweede instantie - de referentiepunten op zand (met organische bovengrond) worden gescheiden van de referentiepunten op veenbodems. Ook hier is een deel van de verklarende waarde van genoemde factoren vermoedelijk afkomstig van min of meer toevallige correlaties met bijvoorbeeld buffercapaciteit.



16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1c	Blauwgrasland; subassociatie van Melkeppe
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2a	Veldrus-associatie; typische subassociatie
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moerasszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruid; typische subassociatie
16B1c	Associatie van Boterbloemen en Waterkruid; subassociatie van Draadrus
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1e	Associatie van Boterbloemen en Waterkruid; subassociatie van Blauwe zegge

16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1a	Kievitsbloem-associatie; typische subassociatie
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpernel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3b	Glanshaver-associatie; subassociatie van Groot streepzaad
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkellklaver
16C3e	Glanshaver-associatie; subassociatie van Duifkruid

*Figuur 3d. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken.
(klasse der vochtige graslanden; CCA; as 1 en as 2; N = 27)*

4 Resultaten CCA: bodemvocht (voorjaarsmeting)

4.1 Alle vegetatietypen

Voor 82 van de 92 opnamen zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (voorjaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- pH
- Cl-gehalte
- Al-gehalte
- Fe-gehalte
- P-gehalte
- S-gehalte
- Alkaliniteit
- Si-gehalte

Het percentage verklaarde variantie is 22%. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 4a.

Interpretatie

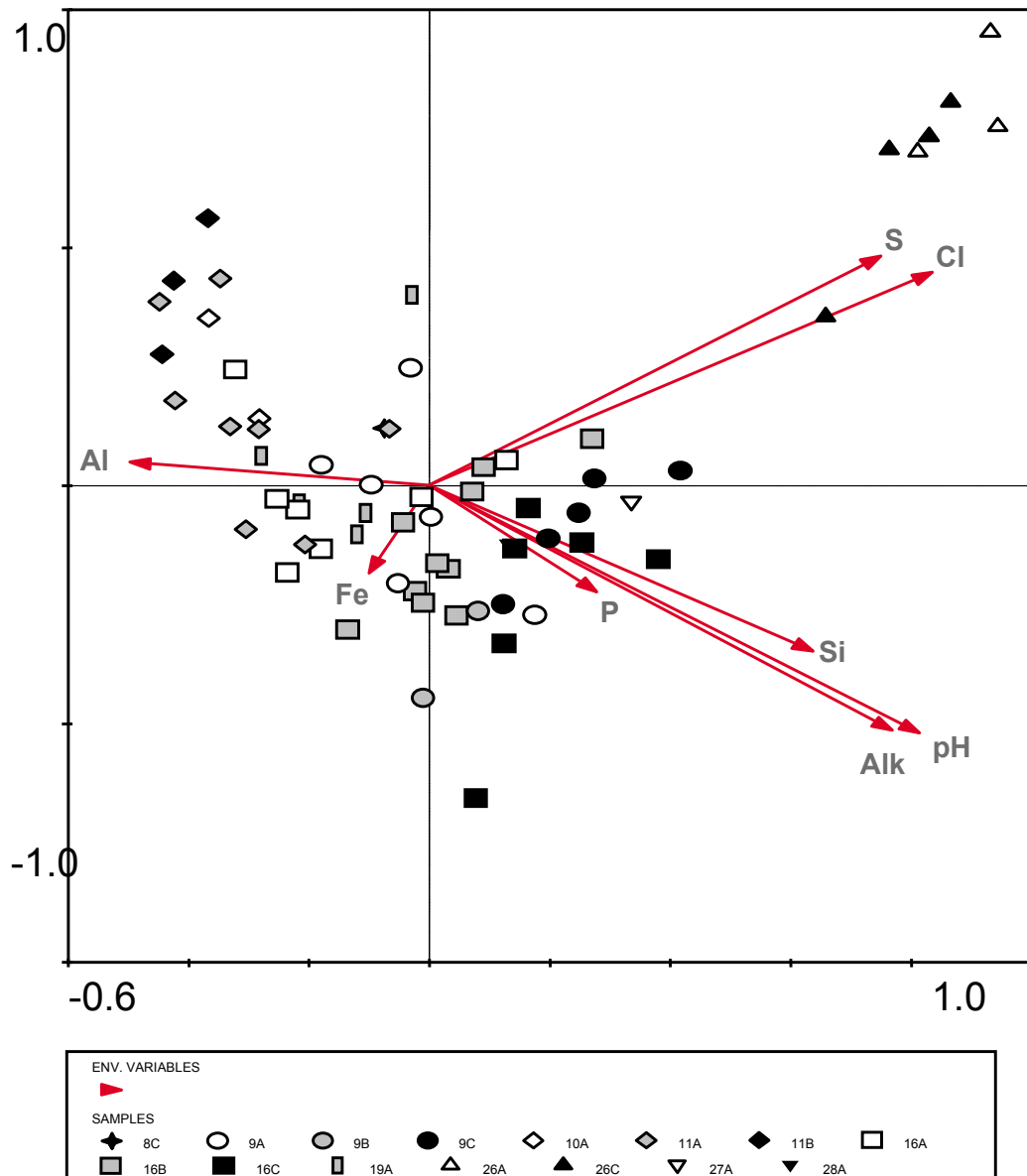
De factoren zijn gebundeld tot twee hoofdgradiënten: (1) Cl is sterk positief gecorreleerd met S en zwak negatief gecorreleerd met Fe. (2) het kwartet pH, alkaliniteit, Si en P (zeer zwak) zijn negatief gecorreleerd met Al (vrij zwak).

De zoute en brakke vegetaties (Verbond van Gewoon kweldergras (26A) en Verbond van Engels gras (26 B)) zijn uiteraard sterk gebonden aan een hoge chloride- en zwavelconcentratie (Cl en S). Ook verbond 9C (Knopbies verbond; duinvalleien) vertoont een zwakke positieve relatie met deze factor. Zeewater bevat veel natrium (Na), Cl en sulfaat (SO₄) waardoor deze relatie wordt verklaard.

Dezelfde verbonden (26A, 26B en 9C) liggen ook aan de positieve kant van de pH-gradiënt. Zeewater is sterk gebufferd (hoge alkaliniteit; rijk aan bicarbonaat) waardoor deze relatie wordt verklaard. De pH en de alkaliniteit zijn sterk met elkaar gecorreleerd. De pH bepaalt immers de ligging van het koolzuurevenwicht. Goed gebufferd water heeft een hoge pH en bevat veel bicarbonaat en weinig kooldioxide. Zuur water is slecht gebufferd en bevat weinig bicarbonaat en relatief veel kooldioxide (CO₂) en aluminium. De Verbonden 10, 11A en 11B (respectievelijk Snavelbies-verbond, Dophei-verbond en Veenmosverbond) worden gekenmerkt door een zuur en dus slecht gebufferd systeem. Ook de drie verbonden van Klasse 16 (vochtige graslanden) reageren duidelijk op de pH-gradiënt: 16C (Glanshaver-

verbond) relatief hoog, 16A (Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje) relatief laag en 16B (Dotterbloem-verbond) intermediair.

De fosforconcentratie (P) van het bodemvocht is gecorreleerd met de alkaliniteit en de pH. Hoge pH waarden stimuleren de afbraak van organisch materiaal waarbij P vrijkomt. Kleibodems bevatten daarnaast ook relatief meer fosfor, van nature en mogelijk ook door (vroegere) bemesting.



8C Verbond der Grote zeggen
 9A Verbond van Zwarte zegge
 9B Verbond van Draadzegge
 9C Knopbies-verbond
 10A Snavelbies-verbond
 11A Dophei-verbond
 11B Veenmos-verbond
 16A Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje

16B Dotterbloem-verbond
 16C Glanshaver-verbond
 19A Verbond der heischrale graslanden
 26A Verbond van Gewoon kweldergras
 26C Verbond van Engels gras
 27A Zeevetmuur-verbond;
 28A Dwergbiezen-verbond

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

*Figuur 4a. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: bodemvocht.
 (alle vegetatietypen; voorjaarsmeting; CCA; as 1 en 2; N = 82)*

4.2 Vegetatietypen van het binnenland

Voor 58 van de 64 opnamen uit het binnenland zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (voorjaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- pH
- Al-gehalte
- Fe-gehalte
- Alkaliniteit
- P-gehalte
- Si-gehalte

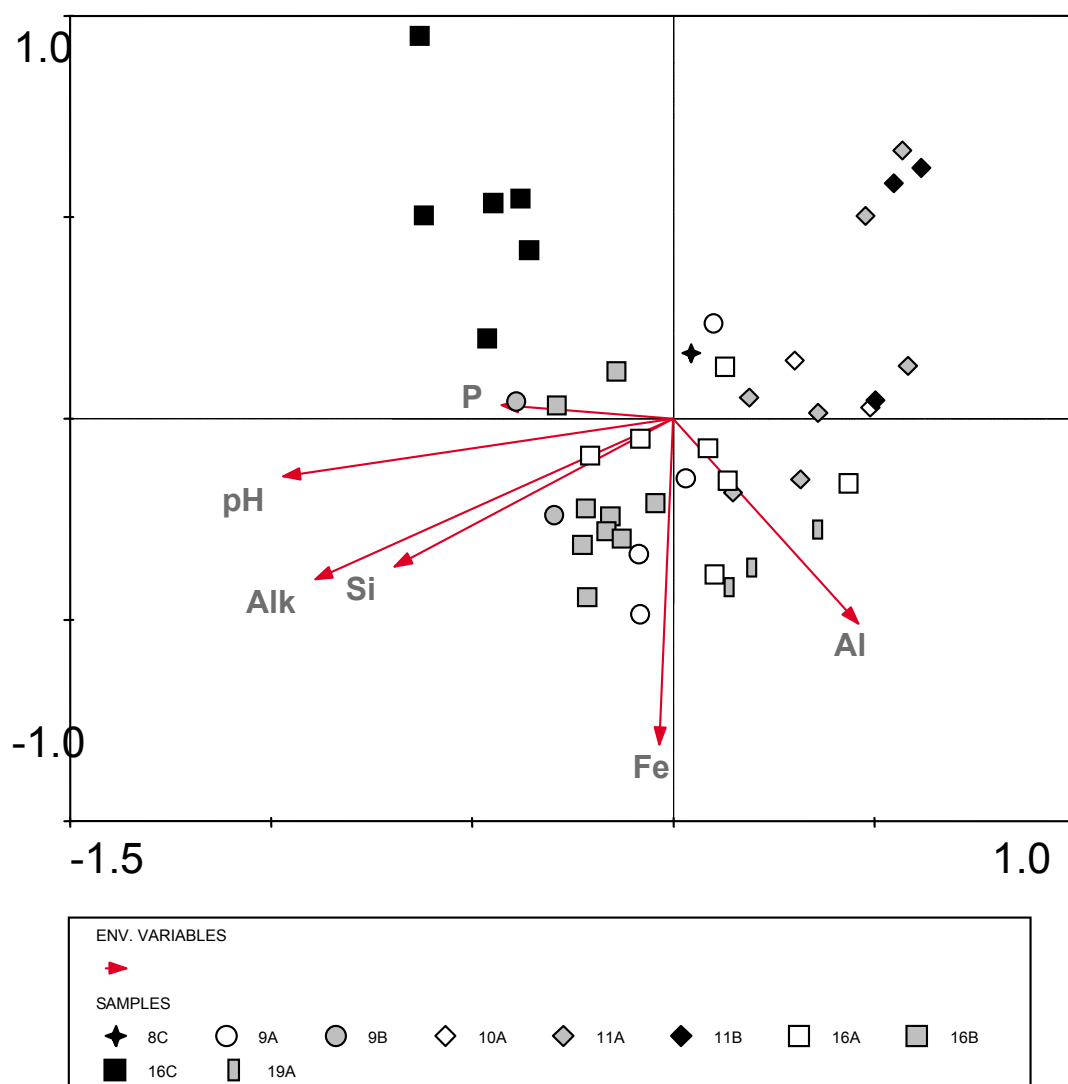
Het percentage verklaarde variantie is 23,0. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 4b.

Interpretatie

De verklaarde variantie ligt in dezelfde orde van grootte als voor alle vegetatietypen tezamen (1,0 % meer). Door de verwijdering van de zout/brakke opnamen is de chloride/zwavel gradiënt verdwenen. Het ijzergehalte speelt echter nog steeds een rol; met name het Dotterbloem-verbond (16B) reageert hierop positief.

Daarnaast valt op dat de rangschikking vooral wordt bepaald door door twee afwijkende groepen referentiepunten: het Glanshaver-verbond op drogere zavel enerzijds en natte hei- en hoogveenvegetaties anderzijds. Beide bevatten i.t.t. de overige systemen weinig ijzer.

De hoofdgradiënt wordt nu bepaald door de pH, de alkaliniteit en het siliciumgehalte (P is weggefallen). Globaal is dezelfde respons waarneembaar als in figuur 4a. Het aluminiumgehalte is nu echter losgeweekt uit de hoofdgradiënt. Vooral Klasse 19 (heischraal grasland) heeft een positieve correlatie met aluminium. Het Glanshaver-verbond (16C) reageert negatief op aluminium.



8C Verbond der Grote zeggen

9A Verbond van Zwarte zegge

Pijpestrootje

9B Verbond van Draadzegge

10A Snavelbies-verbond

11A Dophei-verbond

11B Veenmos-verbond

16A Verbond van Biezeknoppen en

16B Dotterbloem-verbond

16C Glanshaver-verbond

19A Verbond der heischrale graslanden

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

*Figuur 4b. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: bodemvocht.
(vegetatietypen van het binnenland; voorjaarsmeting; CCA; as 1 en 2; N = 58)*

4.3 Klasse der kleine zeggen

Voor 20 van de 22 opnamen van kleine zeggen-vegetaties zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (voorjaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- Na-gehalte
- pH
- NH_4 -gehalte

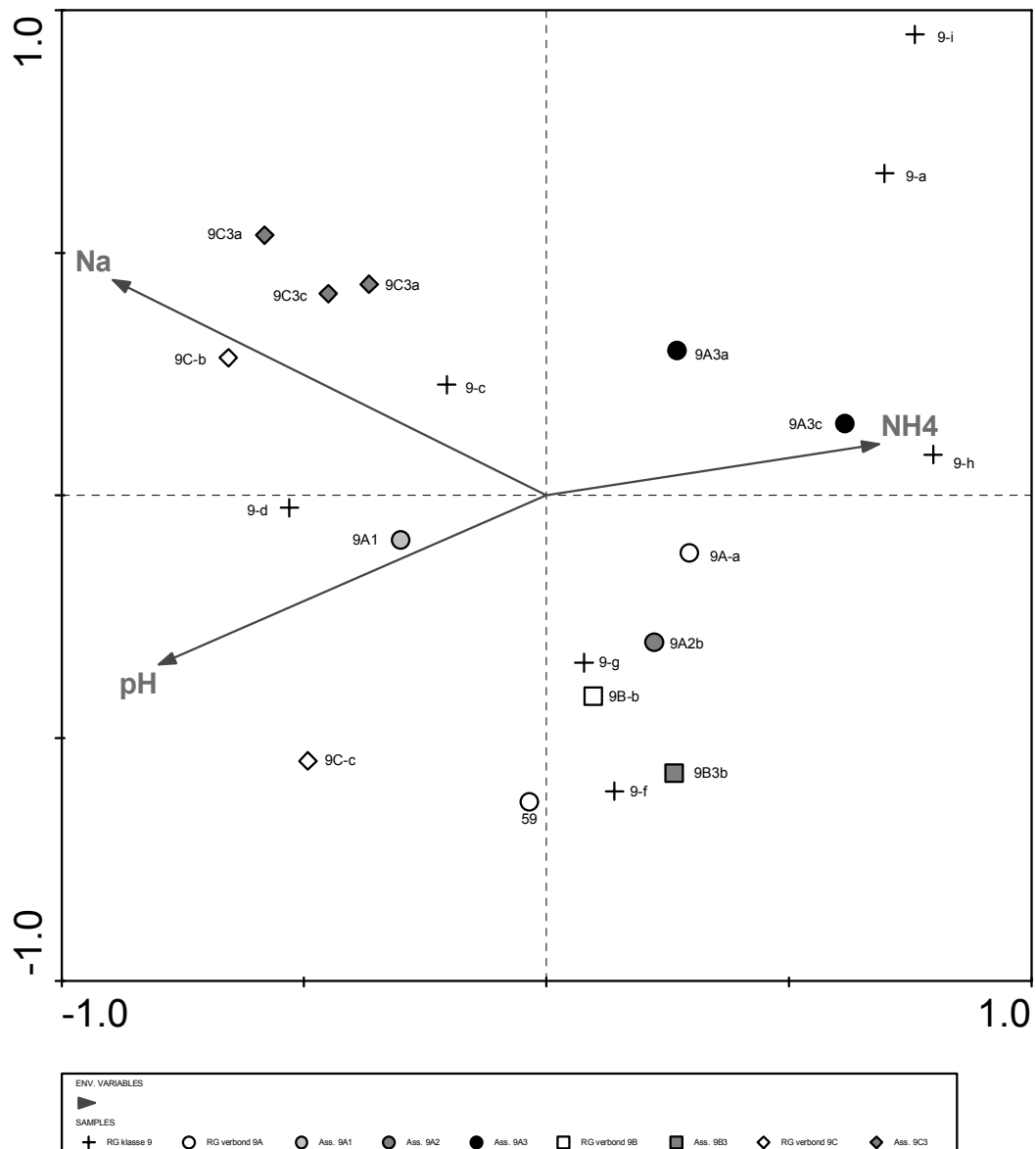
Het percentage verklaarde variantie is 25,8. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 4c.

Interpretatie

Een gering aantal opnamen komt meestal tot uitdrukking in een gering aantal significante verklarende factoren. Het percentage verklaarde variantie lijkt hier echter niet onder want deze is hier relatief hoog.

In grote lijnen zijn de twee zelfde hoofdgradiënten zichtbaar als in figuur 4a, namelijk een zoutgradiënt en een pH-gradiënt. In dit geval is echter het natriumgehalte (Na) geselecteerd in plaats van het chloridegehalte (Cl). Omdat beide zeer sterk met elkaar zijn gecorreleerd, bepaalt het toeval voor een belangrijk deel welke van de twee als verklarende factor wordt geselecteerd. Associatie 9A1 (Associatie van Drienervige zegge en Zwarte zegge) ligt net als de Rompgemeenschap van Grote veenbes (9-c) en de Rompgemeenschap van Addertong en Duinriet (9-d) in het diagram tussen de vertegenwoordigers uit het Knopbies-verbond (9C). Dit is niet verwonderlijk, omdat het ook hier gaat om referentievegetaties uit duinvalleien, waar de invloed van de zee uiteraard duidelijk aanwezig is.

Nieuw in dit diagram is het ammoniumgehalte (NH_4). Ammonium is sterk negatief gecorreleerd met de pH. In zure bodems hoopt ammonium op in het bodemvocht doordat de nitrificatie geremd wordt en doordat ammonium minder goed wordt geabsorbeerd aan het bodemadsorptie-complex. Opvallend is dat drie rompgemeenschappen, te weten 9a (Rompgemeenschap van Veenpluis en Veenmos) 9i (Rompgemeenschap van Veenmos en Pijpenstrootje) en 9h (Rompgemeenschap van Wilde gage) aan het uiteinde van de pH/ NH_4 -gradiënt liggen. Deze rompgemeenschappen markeren de overgang naar Klasse 10 (hoogveenslenken) en Klasse 11 (hoogveenbulten en natte heiden).



9-a	RG Veenpluis / Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen]
9-c	RG Grote veenbes-[Klasse der Kleine zeggen]
9-d	RG Addertong / Duinriet-[Klasse der Kleine zeggen]
9-f	RG Snavelzegge / Wateraardbei-[Klasse der Kleine zeggen]
9-g	RG Hennegrass-[Klasse der Kleine zeggen]
9-h	RG Wilde gagel-[Klasse der Kleine zeggen]
9-i	RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje-[Klasse der Kleine zeggen]
9A-a	RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras-[Verbond van Zwarte zegge]
9A1	Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge
9A2b	Veenmosrietland; subassociatie van Pijpestrootje
9A3a	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subassociatie
9A3c	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; subassociatie van Veldrus
9B-b	RG Waterdrieblad-[Verbond van Draadzegge]
9B3b	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge; subassociatie van Veenmos
9C-a	RG Zeegroene zegge-[Knobiesverband]
9C-b	RG Armbloemige waterbies-[Knobiesverband]
9C-c	RG Kruiwilg en Rondbladig wintergroen-[Knobiesverband]
9C3a	Knobies-associatie; typische subassociatie
9C3c	Knobies-associatie; subassociatie van Parnassia en Duinrus

Figuur 4c. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren; bodemvocht (klasse der kleine zeggen; voorjaarsmeting; CCA; as 1 en 2; N = 22)

4.4 Klasse der vochtige graslanden

Voor 23 van de 27 opnamen van vochtige graslanden (klasse 16) zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (voorjaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- PO_4 -gehalte
- Si-gehalte
- Al-gehalte
- S-gehalte

Het percentage verklaarde variantie is 33,1. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 4d.

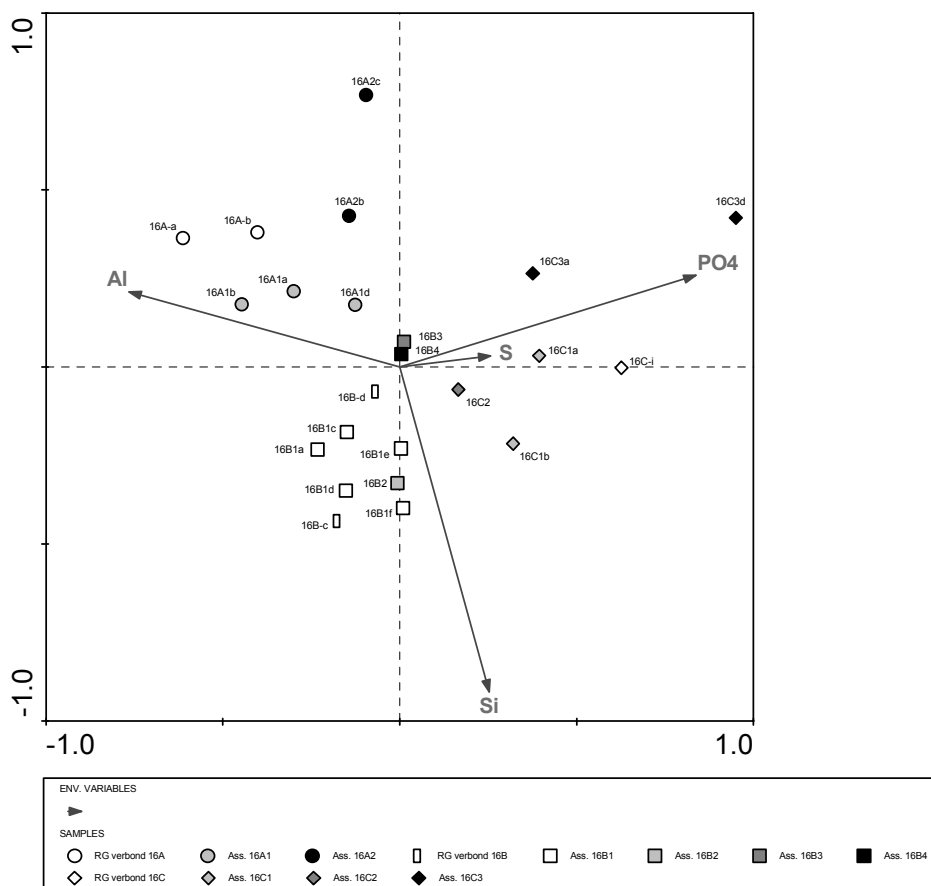
Interpretatie

Er zijn drie gradiënten, die elk een correlatie vertonen met één van de drie verbonden:

- het verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje (16A: blauwgraslanden en veldrusschraallanden) is gecorreleerd met een relatief hoge aluminiumconcentratie (Al).
- het Dotterbloem verbond (16B) is gecorreleerd met een relatief hoge siliciumconcentratie (Si). Het silicium-gehalte is op zijn beurt weer gecorreleerd met de buffercapaciteit (zie bijvoorbeeld Figuur 4a) en is verder een aanwijzing voor grondwaterinvloed: een duidelijk voorbeeld van het verschijnsel dat een sterke correlatie nog niet direct een causaal verband hoeft te betekenen.
- het Glanshaver-verbond (16C) is gecorreleerd met een relatief hoge fosfaat- en zwavelconcentratie (PO_4 en S; eerst genoemde factor is duidelijk het belangrijkste).

Ook binnen het Verbond van de Glanshaver-hooilanden (16C) is een duidelijke gradiënt waarneembaar: twee associaties, namelijk het Kievitbloemhooiland (16C1) en de Gemeenschap van Grote pimpernel en Weidekervel (16C2) vertonen verwantschap met de Dotterbloem-hooilanden (verbond 16B).

De opnamen van de twee ‘dissidente’ Dotterbloemhooiland-associaties (16B3 en 16B4; zie hoofdstuk 3: veldkenmerken) vinden wij terug in de buurt van het assenkruis. Zij nemen dus voor alle hier als significant beschouwde factoren een intermediaire positie in.



16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moerasszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1c	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Draadrus
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1e	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Blauwe zegge
16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moerasszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1a	Kievitsbloem-associatie; typische subassociatie
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpernel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkellklaver

*Figuur 4d. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: : bodemvocht.
(klasse der vochtige graslanden; voorjaarsmeting; CCA; as 1 en as 2; N = 23).*

5 Resultaten CCA: bodemvocht (najaarsmeting)

5.1 Alle vegetatietypen

Voor 63 van de 92 opnamen zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (najaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- pH
- Cl⁻-gehalte
- NO₃⁻-gehalte
- Si-gehalte
- Al-gehalte
- Fe-gehalte

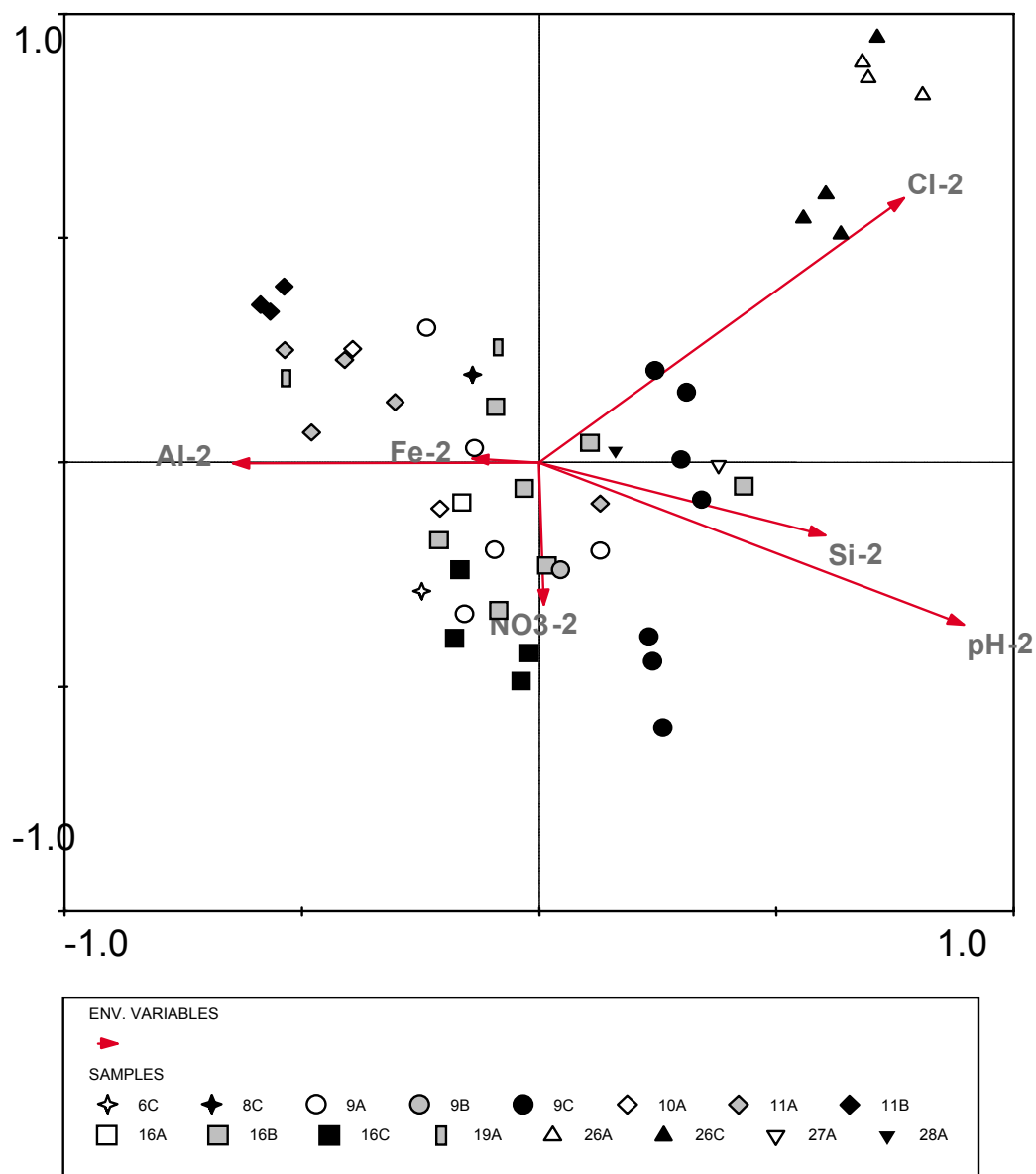
Het percentage verklaarde variantie is 20,3. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 5a.

Interpretatie

De verklaarde variantie ligt in dezelfde orde van grootte als bij de voorjaarsmetingen (iets lager). Het aantal geselecteerde factoren is nu echter duidelijk lager, hetgeen waarschijnlijk verklaard wordt door het geringer aantal opnamen. De geselecteerde factoren en de respons van de opnamen zijn vergelijkbaar met de voorjaarsmeting.

Opvallend is dat het aluminium- en ijzergehalte nu samen op gaan en dat beide zwak negatief gecorreleerd zijn met zowel de chloride- als de pH-gradiënt. Dit betekent dat de abiotiek vooral pH-gestuurd is; er is in najaar geen sprake meer van een duidelijke grondwaterinvloed meer. De positie van de referentiepunten langs beide hoofdgradiënten is daarbij opvallend, m.u.v. van het Knopbies-verbond (9C) en de begroeiingen van brakke tot zilte milieus (klasse 26, 27 en 28) zijn deze duidelijk negatief gecorreleerd met de pH/chloride-gradiënt.

Ook het nitraatgehalte (NO₃) is nu als ‘verklarende’ factor geselecteerd. Het is echter een vrij zwakke factor die niet geheel los is te zien van de pH-gradiënt. De duidelijkste respons is te zien voor verbond 16C (Glanshaver verbond). Voor nitraat is bekend dat de concentraties in het najaar toenemen in het grondwater (door uitspoeling van nitraat uit landbouwgebieden). Daarnaast kan nitraat ook toenemen door oxidatieprocessen als gevolg van verdroging in de zomer.



6C	Verbond van Waternavel en Stijve moerasweegbree	16A	Verbond van Biezeknoppen en
Pijpestrootje			
8C	Verbond der Grote zeggen	16B	Dotterbloem-verbond
9A	Verbond van Zwarte zegge	16C	Glanshaver-verbond
9B	Verbond van Draadzegge	19A	Verbond der heischrale graslanden
9C	Knopbies-verbond	26A	Verbond van Gewoon kweldergras
10A	Snavelbies-verbond	26C	Verbond van Engels gras
11A	Dophei-verbond	27A	Zeevetmuur-verbond;
11B	Veenmos-verbond	28A	Dwergbiezen-verbond

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

*Figuur 5a. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: bodemvocht.
(najaarsmeting; alle vegetatietypen CCA; as 1 en 2; N = 63)*

5.2 Vegetatietypen van het binnenland

Voor 40 van de 64 opnamen uit het binnenland zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (najaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

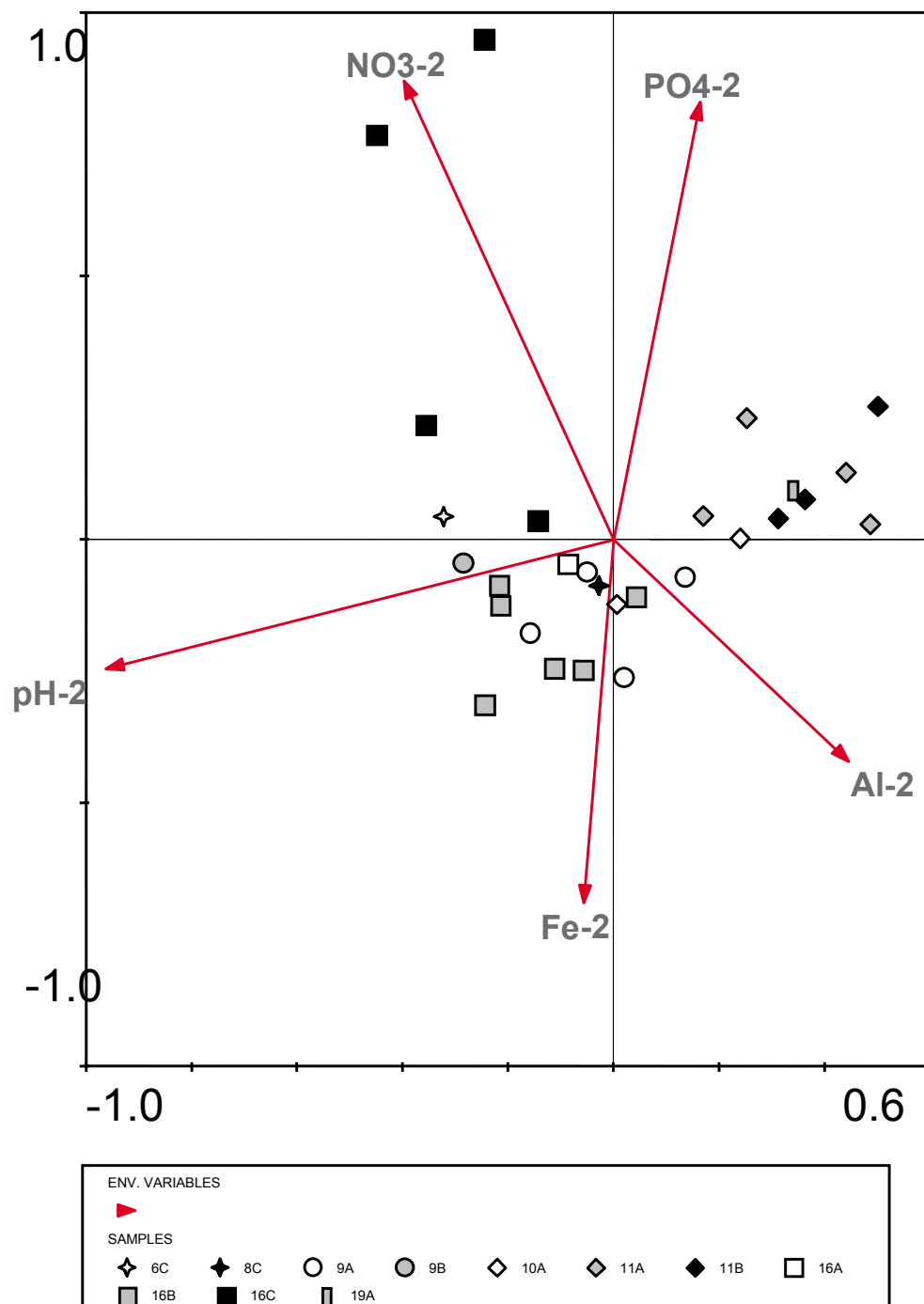
- pH
- NO_3^- -gehalte
- Fe-gehalte
- Al-gehalte
- PO_4^{2-} -gehalte

Het percentage verklaarde variantie is 24,8. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 5b.

Interpretatie

De verklaarde variantie is in de zelfde orde van grootte als bij de voorjaarsmeting (nu iets hoger). Het aantal geselecteerde factoren is weer iets geringer, waarschijnlijk als gevolg van het geringere aantal opnamen.

De geselecteerde factoren en de respons van de opnamen is vergelijkbaar met de voorjaarsmeting, met als belangrijkste verschil dat nu ook het nitraatgehalte (NO_3) en het fosfaatgehalte (PO_4) zijn geselecteerd. Deze zijn in dit diagram duidelijk negatief gecorreleerd met respectievelijk het aluminium- (Al) en het ijzergehalte (Fe), waardoor het de vraag is of deze factoren echt meerwaarde hebben ten opzicht van de voorjaarsanalyses. Ijzer en aluminium zijn beide in staat om fosfaat te immobiliseren, waardoor de P-beschikbaarheid wordt geremd. Anderzijds bevat nitraathoudend grondwater vaak weinig ijzer omdat nitraat de oplosbaarheid (redoxtoestand) van ijzer sterk verlaagt. Hierdoor kan het grondwater wel meer fosfaat bevatten. Mogelijk verklaart de invloed van nitraatverrijkt, ijzerarm en relatief fosfaatrijk grondwater de resultaten van de Canoco-analyse.



8C Verbond der Grote zeggen
9A Verbond van Zwarte zegge

9B Verbond van Draadzegge
10A Snavelbies-verbond
11A Dophei-verbond

11B Veenmos-verbond
16A Verbond van Biezeknoppen en
Pijpestrootje
16B Dotterbloem-verbond
16C Glanshaver-verbond
19A Verbond der heischrale graslanden

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

*Figuur 5b. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: bodemvocht.
(najaarsmeting; vegetatietypen van het binnenland; CCA; as 1 en 2; N = 40)*

5.3 Klasse der kleine zeggen

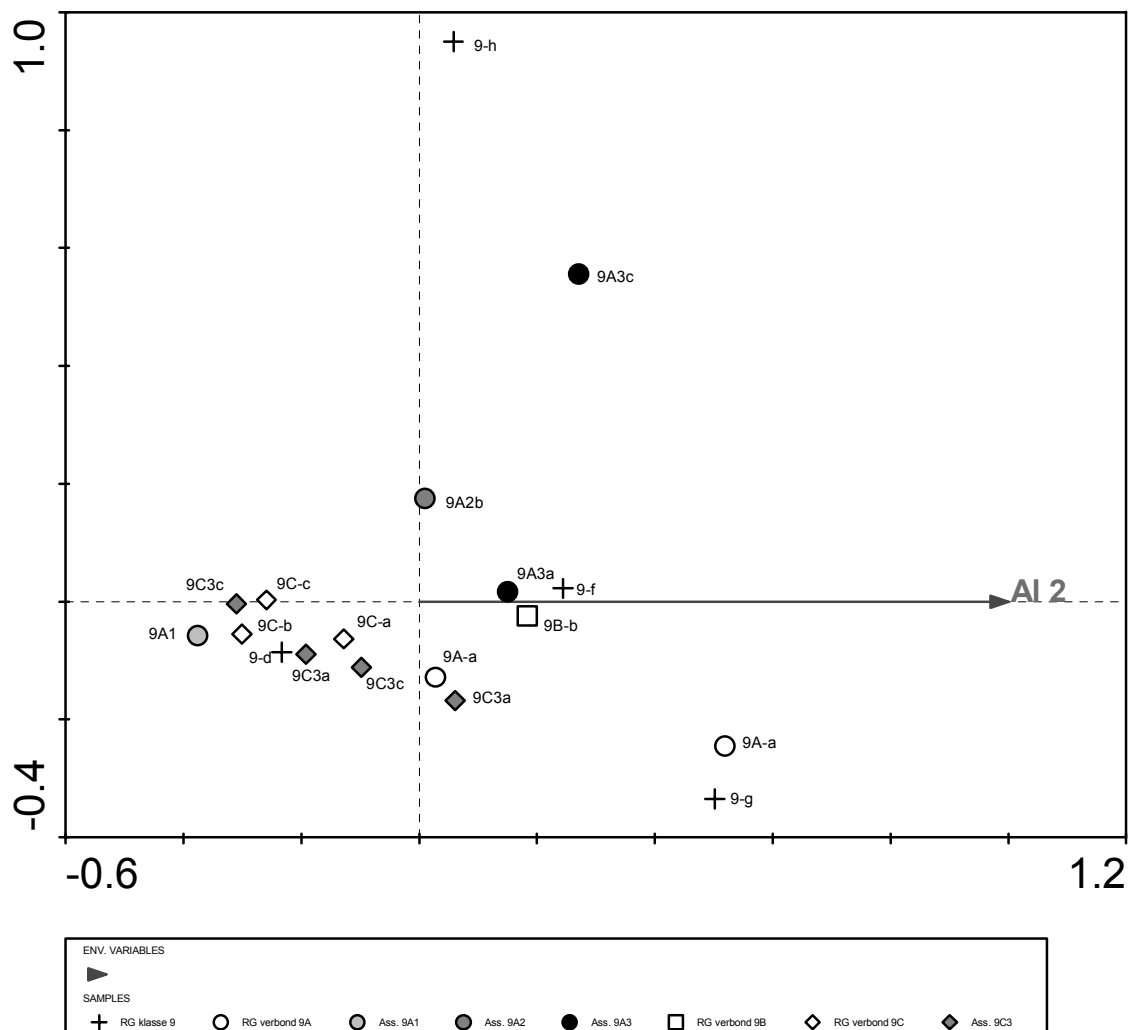
Voor 18 van de 22 opnamen van kleine zeggen-vegetaties zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (voorjaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3). Aangezien het aantal factoren groter is dan het aantal opnamen werd de CCA-analyse getrapt uitgevoerd.

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin slechts één factor werd opgenomen:

- Al-gehalte

Het percentage verklaarde variantie is 11,4. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 4c.

De verklaarde variantie is dramatisch lager dan in het voorjaar. De reden is dat er - blijkens de bodemvochtsamenstelling - in het najaar nauwelijks aanvoer optreedt van grondwater. Het aantal geselecteerde factoren is ook veel geringer (namelijk één!). De belangrijkste conclusie moet zijn dat voor deze groep ecosystemen de voorjaarsmeting in ecologisch opzicht duidelijk belangrijker informatie verschaft. Alleen het aluminiumgehalte (Al) wordt als 'verklarende' factor geselecteerd. Waarschijnlijk staat aluminium hier voor een heel correlatief complex van factoren, waar de CCA-analyse de meest verklarende uitpakt. Dat dit aluminium is, is waarschijnlijk enigszins toevalsafhankelijk. Globaal zijn de referentiepunten van de duinvalleien (9C, 9A1, 9-d) negatief en de overige positief gecorreleerd met het aluminiumgehalte.



9-d	RG Addertong / Duinriet-[Klasse der Kleine zeggen]
9-f	RG Snavelzegge / Wateraardbei-[Klasse der Kleine zeggen]
9-g	RG Hennegras-[Klasse der Kleine zeggen]
9-h	RG Wilde gageel-[Klasse der Kleine zeggen]
9A-a	RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras-[Verbond van Zwarte zegge]
9A1	Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge
9A2b	Veenmosrietland; subassociatie van Pijpestrootje
9A3a	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subassociatie
9A3c	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; subassociatie van Veldrus
9B-b	RG Waterdrieblad-[Verbond van Draadzegge]
9C-a	RG Zeegroene zegge-[Knopbiesverband]
9C-b	RG Armbloemige waterbies-[Knopbiesverband]
9C-c	RG Kruipwilg en Rondbladig wintergroen-[Knopbiesverband]
9C3a	Knopbies-associatie; typische subassociatie
9C3c	Knopbies-associatie; subassociatie van Parnassia en Duinrus

Figuur 5c. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: bodemvocht (klasse der kleine zeggen; najaarsmeting; CCA; as 1 en 2; N = 18)

5.4 Klasse der vochtige graslanden

Voor 12 van de 27 opnamen van vochtige graslanden (klasse 16) zijn complete analyseresultaten met betrekking tot het bodemvocht (najaarsmeting) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 19 (zie § 2.3).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

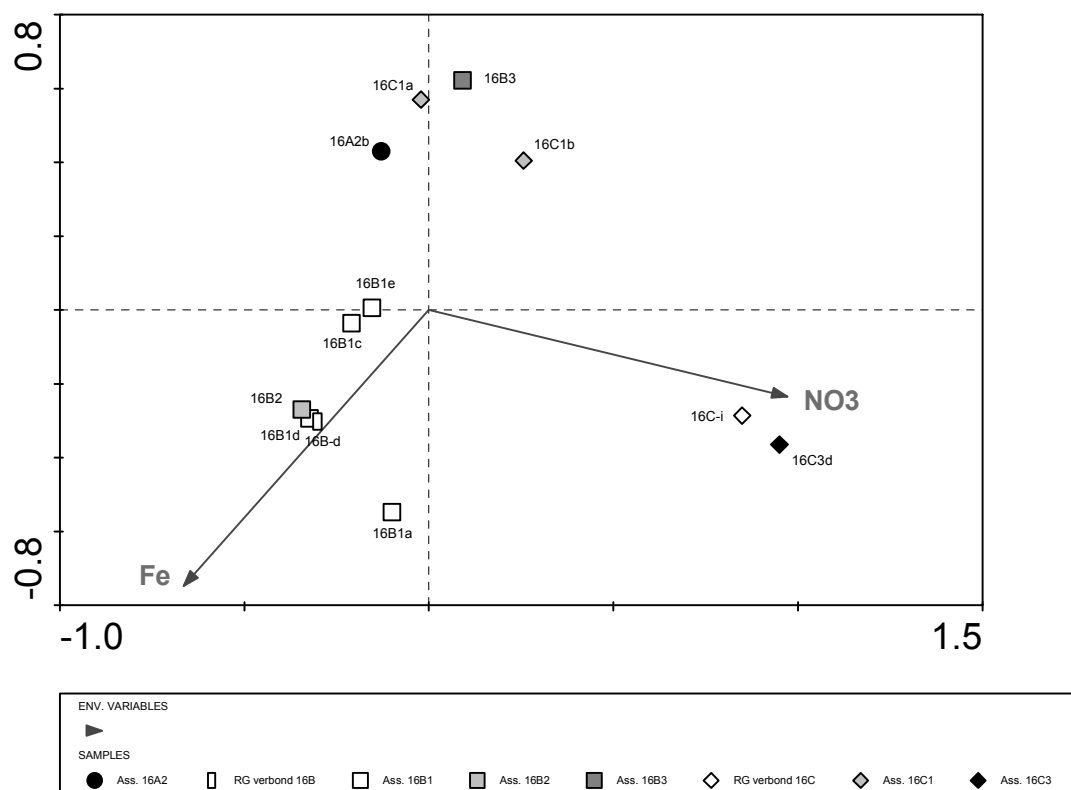
- NO_3 -gehalte
- Fe-gehalte

Het percentage verklaarde variantie is 34,1. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 4d.

Interpretatie

Het aantal beschikbare opnamen is zeer gering, hetgeen een waarschijnlijke verklaring vormt voor het zeer geringe aantal factoren dat een significante bijdrage levert aan het verklarend model (veel vegetatietypen van klasse 16 zijn niet in dit diagram vertegenwoordigd).

De belangrijkste factor (nitraatconcentratie (NO_3)) scheidt de twee opnamen (vegetatietypen) van het rivierengebied van alle overige opnamen (vegetatietypen). De opnamen van buiten het rivierengebied liggen gerangschikt langs de Fe-gradiënt waarbij een hoge ijzerconcentratie gecorreleerd is met het voorkomen van Dotterbloem-hooilanden (associaties 16B1 en 16B2). De brakke Associatie van Harlekijn en Ratelaar (16B3) vertoont wederom een afwijkend gedrag en lijkt opnieuw verwantschap te vertonen met het Glanshaver-verbond (16C). Hierbij speelt vooral een rol dat laatstgenoemde associatie qua vochtvoorziening tussen 16B en 16C in staat. De ordinatie laat vooral de effecten zien van oxidatie-processen. Na oxidatie is er veel nitraat en weinig ijzer aanwezig.



16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16B-d	RG Moeraszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1c	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Draadrus
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1e	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Blauwe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1a	Kievitsbloem-associatie; typische subassociatie
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkkelklaver

Figuur 5d. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: : bodemvocht.
(klasse der vochtige graslanden; najaarsmeting; CCA; as 1 en as 2; N = 12).

6 Resultaten CCA: analyse bodem (vaste fase)

6.1 Alle vegetatietypen

Voor 84 van de 92 opnamen zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 34 (zie § 2.4).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- Mg-gehalte (destructie)
- Fe-gehalte (destructie)
- pH (zoutextract)
- organische stof-gehalte
- Mg-gehalte (zoutextract)
- Ca-gehalte (zoutextract)
- S-gehalte (destructie)
- Zn-gehalte (zoutextract)
- N-ratio
- Al-gehalte (destructie)
- Sr-gehalte (destructie)
- P-ratio

Het percentage verklaarde variantie is 26,7%. Het bijbehorend ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 6a.

Interpretatie

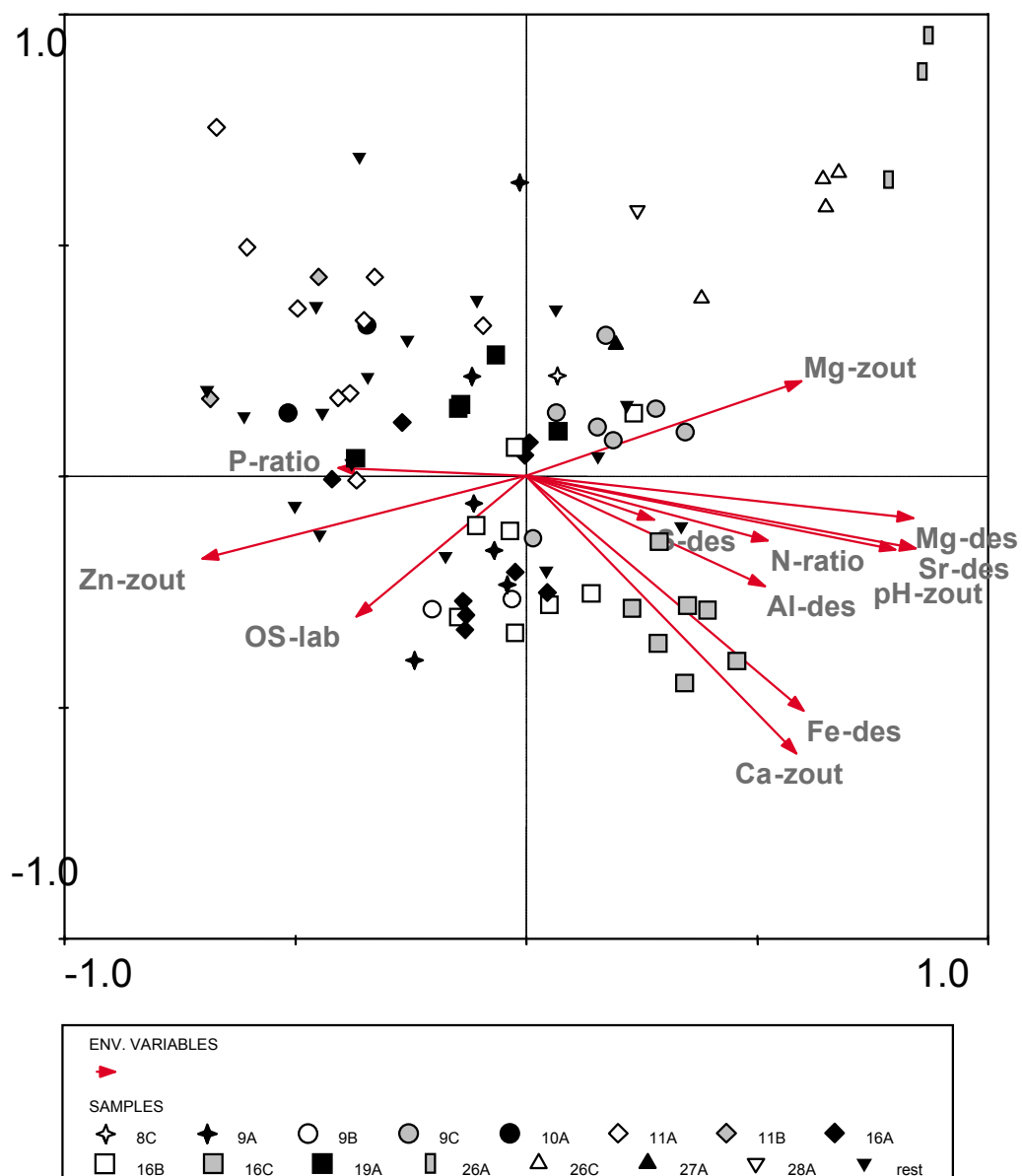
Het diagram lijkt sterk op Figuur 4a (bodemvocht; voorjaarsmeting), maar het aantal geselecteerde factoren en het percentage verklaarde variantie zijn groter.

De zoutgradiënt is hier vooral gecorreleerd met de magnesiumconcentratie in het zoutextract (Mg-zout) (positief) en het organisch stofgehalte (OS-lab) (negatief). Zeewater bevat van nature veel magnesium. In bodems die onder invloed staan van zeewater zal dan ook meer magnesium geadsorbeerd zijn aan het bodemadsorbtiecomplex.

De zuurgradiënt wordt vooral bepaald door de calciumconcentratie in het zoutextract (Ca-zout). In goed gebufferde bodems wordt de zuurbuffering verzorgd door de adsorbtie van kationen zoals calcium (Ca) en door het oplossen van calciumcarbonaat. Goed gebufferde bodems (hoge pH) zijn dus relatief rijk aan calcium. Ook de totaal-ijzerconcentratie van de bodem correleert sterk met de calciumconcentratie in het zoutextract. Dit kan verklaard worden door het feit dat ijzer en calcium beide via het grondwater worden aangevoerd. Bodems die door

grondwater worden gevoed zullen hierdoor relatief rijk zijn aan zowel ijzer als calcium. Daarnaast zijn ook kleirijke bodems relatief rijk aan met name magnesium, ijzer en strontium. Dit zullen overigens meestal ook de bodems zijn die relatief sterk gebufferd zijn (bijvoorbeeld uit het Glanshaver-verbond (16C)).

De magnesiumconcentratie in het zoutextract (Mg-zout) en de totaal-magnesiumconcentratie (Mg-des) zijn beide geselecteerd, maar geven duidelijk verschillende informatie. Mg-zout is duidelijk gecorreleerd met de zoutgradiënt, terwijl Mg-des vooral duidt op een hoge kleifractie (leemfractie). Verder is er een hele waaier aan min of meer gecorreleerde factoren geselecteerd die soms lastig zijn te interpreteren door de dominantie van de zoutgradiënt.



6C	Verbond van Waternavel en Stijve moerasweegbree	16A	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje
8C	Verbond der Grote zeggen	16B	Dotterbloem-verbond
9A	Verbond van Zwarte zegge	16C	Glanshaver-verbond
9B	Verbond van Draadzegge	19A	Verbond der heischrale graslanden
9C	Knopbies-verbond	26A	Verbond van Gewoon kweldergras
10A	Snavelbies-verbond	26C	Verbond van Engels gras
11A	Dophei-verbond	27A	Zeevetmuur-verbond;
11B	Veenmos-verbond	28A	Dwergbiezen-verbond

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

Figuur 6a. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: analyse bodem (vaste fase; alle vegetatietypen; CCA; as 1 en 2; N = 84).

6.2 Vegetatietypen van het binnenland

Voor 57 van de 64 opnamen uit het binnenland zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 34 (zie § 2.4).

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- Ca-gehalte (destructie)
- Mn-gehalte (zoutextract)
- Al-gehalte (destructie)
- Mg-gehalte (destructie)
- Fe/S-ratio
- Pb-gehalte (destructie)
- K-gehalte (destructie)
- Si-gehalte (zoutextract)
- organische stof-gehalte

Het percentage verklaarde variantie is 31,2. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 6b.

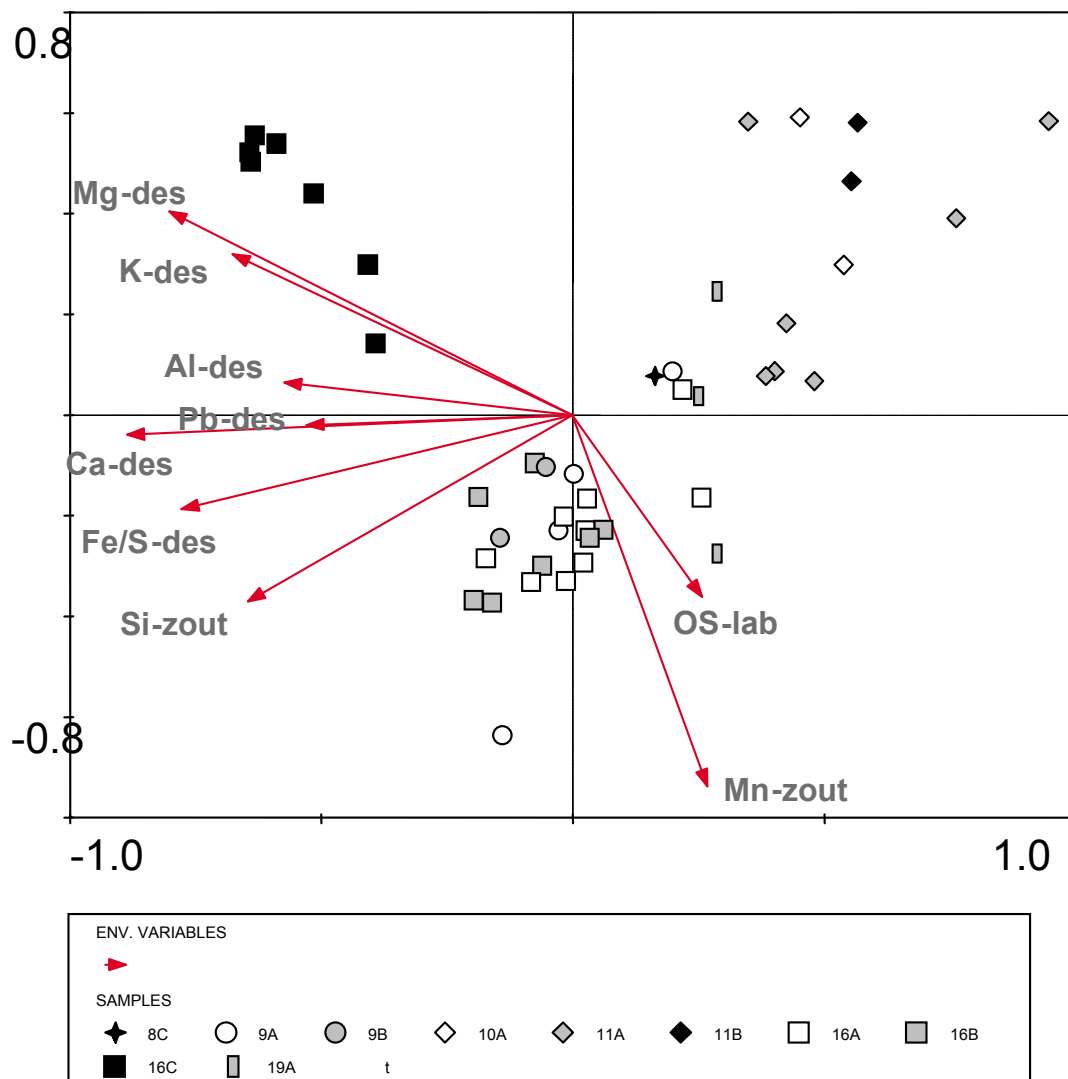
Interpretatie

De verklaarde variantie is hoger dan voor het diagram voor alle vegetaties (dus inclusief de dominante zout-gradiënt; figuur 6a).

De opnamen zijn gerangschikt langs twee hoofdgradiënten. Allereerst is er de zuurgradiënt rond de totaal-calciumconcentratie (Ca-des). Deze gradiënt is positief gecorreleerd met totaal-aluminium (Al-des), de totaal-ijzer/totaal-zwavel ratio (Fe/S-ratio) en de siliciumconcentratie in het zoutextract (Si-zout). De zuurgradiënt scheidt het Snavelbies-verbond (10A), het Dophei-verbond (11B) en in mindere mate het verbond der heischrale graslanden (19A) van de rest. De relatie tussen de Fe/S ratio en Ca-des met de pH kan worden verklaard uit de bufferende invloed van grondwater op de bodem. Grondwater is rijk aan zowel calcium en ijzer. Daarnaast zijn bodems die rijk zijn aan calcium per definitie goed gebufferd.

Naast deze gradiënt is de afwijkende positie van referentiepunten van het Glanshaver-verbond ten opzichte van de rest opvallend. Deze punten zijn positief gecorreleerd met zowel de totaal-magnesiumconcentratie (Mg-des) als de totaal-kaliumconcentratie (K-des) en negatief gecorreleerd met zowel het organische stofgehalte van de bodem (OS-lab) als de mangaanconcentratie van het zoutextract. De Mg/K-gradiënt scheidt het Glanshaver-verbond (16C) van de rest. Mg-des, K-des en ook Al-des worden vooral bepaald door het kleigehalte van de bodem. Kleideeltje bevatten veel magnesium, kalium en aluminium. De bodemtextuur is hierin dus bepalend.

Opvallend is dat het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje (16A) en het Dotterbloem-verbond (16 B) hier niet duidelijk van elkaar worden gescheiden en, zoals we in meerdere diagrammen terugzien, ook niet goed worden gescheiden van het Verbond van Zwarte zegge (9A) en het Verbond van Draadzegge (9B).



8C Verbond der Grote zeggen
9A Verbond van Zwarte zegge

9B Verbond van Draadzegge
10A Snavelbies-verbond
11A Dophei-verbond

11B Veenmos-verbond
16A Verbond van Biezeknoppen en
Pijpestrootje
16B Dotterbloem-verbond
16C Glanshaver-verbond
19A Verbond der heischrale graslanden

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

Figuur 6b. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren; analyse bodem (vaste fase; vegetatietypen van het binnenland; CCA; as 1 en 2; N = 57).

6.3 Klasse der kleine zeggen

Voor alle 22 opnamen van kleine zeggen-vegetaties zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 34 (zie § 2.4). Aangezien het aantal factoren groter is dan het aantal opnamen werd de CCA-analyse getrapt uitgevoerd.

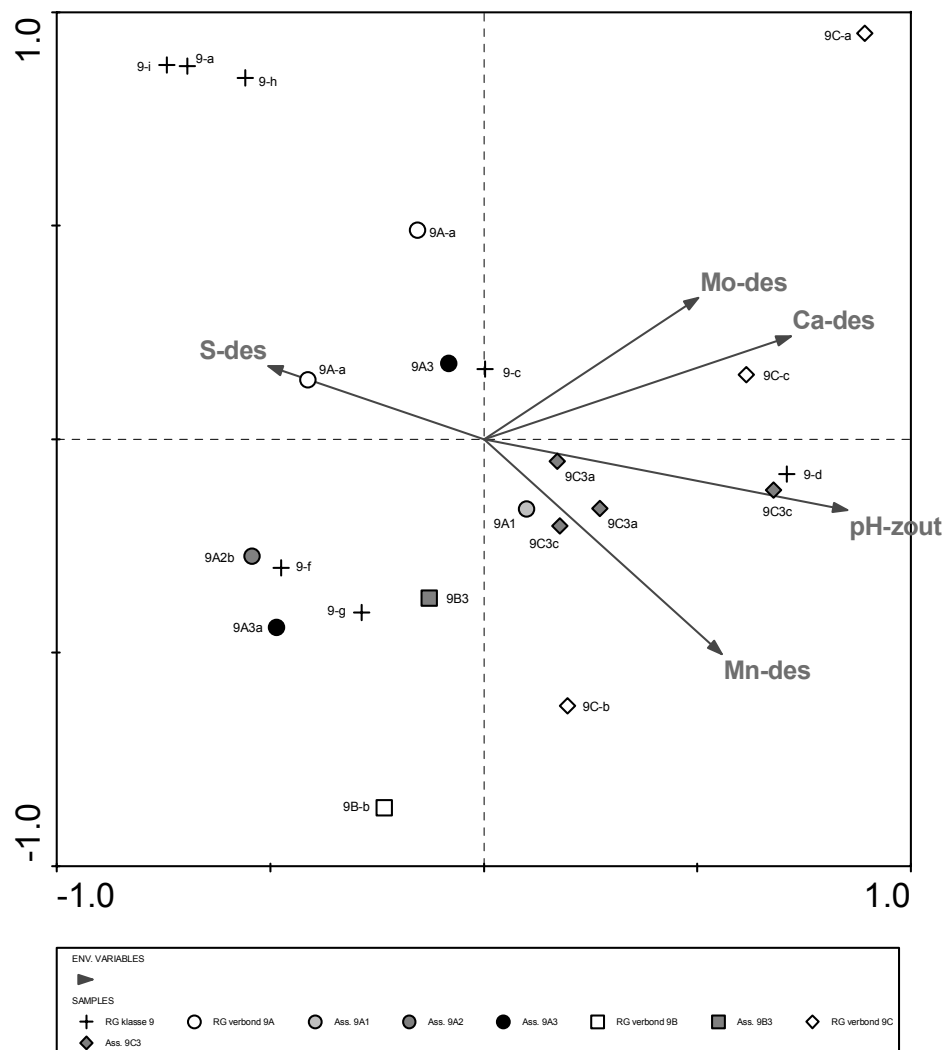
De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- pH (zoutextract)
- Mo-gehalte (destructie)
- Mn-gehalte (destructie)
- Ca-gehalte (destructie)
- S-gehalte (destructie)

Het percentage verklaarde variantie 35,1 %. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 6c.

Het percentage verklaarde variantie is opvallend hoog. Het diagram geeft aan dat er één hoofdgradiënt is. Dit is de zuur-base-gradiënt die positief is gecorreleerd met de pH van het zoutextract (pH-zout) en de totaal-calciumconcentratie (Ca-des), en negatief is gecorreleerd met de totaal-zwavelconcentratie (S-des). Vrijwel alle duinvallei-vegetaties zitten aan de basische kant: Associatie van Drienervege zegge en Zwarte zegge (9A1), Knopbies-verbond (9C) en de Rompgemeenschap van Addertong en Duinriet (9-d)). De rest van de vegetaties zit aan de zure kant.

Ook totaal-mangaan (Mn-des) en totaal-molybdeen (Mo-des) lijken een rol te spelen. De drie rompgemeenschappen linksboven in het diagram - die een overgang naar Klasse 10 (hoogveenslenken) en Klasse 11 (hoogveenbulten en natte heiden) markeren (zie ook 4.3) - zijn sterk negatief gecorreleerd met Mn-des en positief met S-des. De Rompgemeenschap van Zeegroene zegge uit het Knopbies-verbond (9C-a) is sterk positief gecorreleerd met totaal-molybdeen (Mo-des) en totaal-calcium (Ca-des). De molybdeen-concentraties liggen echter rond de detectiegrens en zijn daarom niet erg betrouwbaar. De uitschieter rechtsboven in het diagram (9C-a) wordt vooral bepaald door een extreem hoge calcium- en strontiumwaarde. Waarschijnlijk is gewoon wat schelpgruis aanwezig geweest in het monster.



9-a	RG Veenpluis / Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen]
9-c	RG Grote veenbes--[Klasse der Kleine zeggen]
9-d	RG Addertong / Duinriet-[Klasse der Kleine zeggen]
9-f	RG Snavelzegge / Wateraardbei-[Klasse der Kleine zeggen]
9-g	RG Hennegras-[Klasse der Kleine zeggen]
9-h	RG Wilde gagel-[Klasse der Kleine zeggen]
9-i	RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje-[Klasse der Kleine zeggen]
9A-a	RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras-[Verbond van Zwarte zegge]
9A1	Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge
9A2b	Veenmosrietland; subassociatie van Pijpestrootje
9A3a	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subassociatie
9A3c	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; subassociatie van Veldrus
9B-b	RG Waterdriblad-[Verbond van Draadzegge]
9B3b	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge; subassociatie van Veenmos
9C-a	RG Zeegroene zegge-[Knobbiesverband]
9C-b	RG Armbloemige waterbies-[Knobbiesverband]
9C-c	RG Kruipwilg en Rondbladig wintergroen-[Knobbiesverband]
9C3a	Knobbies-associatie; typische subassociatie
9C3c	Knobbies-associatie; subassociatie van Parnassia en Duinrus

Figuur 6c. Ordinatiedigram van opnamen en standplaatsfactoren: bodemchemie (klasse der kleine zeggen; CCA; as 1 en 2; N = 22)

6.4 Klasse der vochtige graslanden

Voor 24 van de 27 opnamen van vochtige graslanden (klasse 16) zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. Het aantal onderzochte factoren bedraagt 34 (zie § 2.4). Aangezien het aantal factoren groter is dan het aantal opnamen werd de CCA-analyse getrapt uitgevoerd.

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

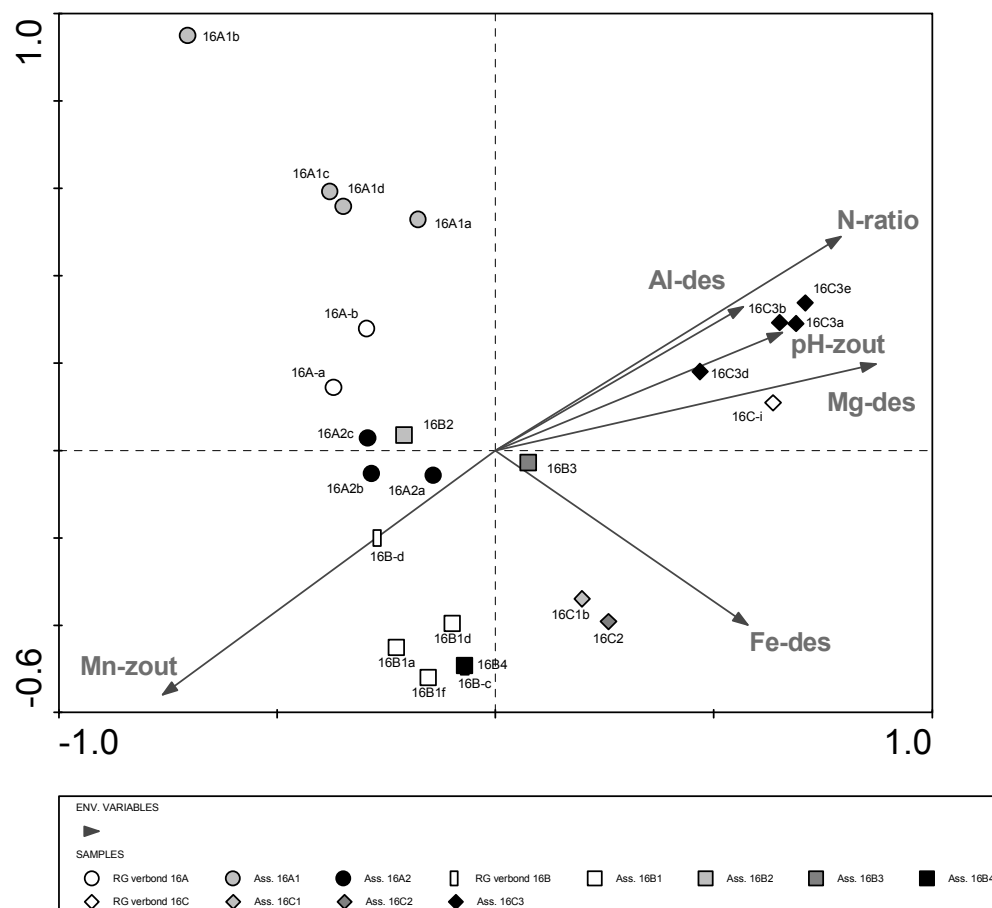
- Mg-gehalte (destructie)
- Mn-gehalte (zoutextract)
- Al-gehalte (destructie)
- Fe-gehalte (destructie)
- pH (zoutextract)
- N-ratio

Het percentage verklaarde variantie 45,4 %. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 6d.

Interpretatie

Het percentage verklaarde variantie is opvallend hoog. De zes factoren die een significante bijdrage leveren aan het verklarend model geven globaal twee gradiënten te zien:

- Een hoge totaal-aluminiumconcentratie (Al-des), totaal-magnesiumconcentratie (Mg-des), pH-zout en N-ratio tegenover een lage mangaanconcentratie in het zoutextract (Mn-zout)) scheidt de Glanshaver-associatie (16C) van alle overige typen, inclusief de Kievitbloem-hooilanden (16C1) en de Gemeenschap van Grote pimpernel en Weidekervel (16C2; vgl. bodemvocht voorjaarsmeting).
- De tweede gradiënt wordt bepaald door het totaal-ijzerconcentratie (Fe-des) en is vooral van belang voor de positie van de opnamen behorende tot het Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje (16A: lage totaal-ijzerconcentratie) en het Verbond van de Dotterbloem-hooilanden (16B: hoge totaal-ijzerconcentratie). Een soortgelijke trend hebben we ook gezien voor de najaarsmeting van het bodemvocht.



16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1c	Blauwgrasland; subassociatie van Melkeppe
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2a	Veldrus-associatie; typische subassociatie
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moeraszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpinel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3b	Glanshaver-associatie; subassociatie van Groot streepzaad
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkellaver
16C3e	Glanshaver-associatie; subassociatie van Duifkruid

Figuur 6d. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: bodemchemie (klasse der vochtige graslanden; CCA; as 1 en 2; N = 24)

7 Resultaten CCA: synthese (alle factoren)

7.1 Alle vegetatieklassen

Voor 77 van de 92 opnamen zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de veldkenmerken, het bodemvocht (voorjaarsmeting) én de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. De resultaten van de analyse van het bodemvocht (§ 5.1; najaarsmeting) zijn niet in de analyse betrokken. Alle overige factoren die in eerdere bewerkingen van de complete opnameset als verklarend voor de soortensamenstelling werden onderkend, zijn wel meegenomen (zie § 3.1, § 4.1, en § 6.1). Het totaal aantal onderzochte factoren bedraagt 24.

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- Cl-gehalte (bodemvocht)
- pH (bodemvocht)
- Mg-gehalte (destructie)
- Al-gehalte (destructie)
- Org. stof-gehalte (10-30 cm –mv) (veldschatting)
- Mg-gehalte (zoutextract)
- Al-gehalte (bodemvocht)
- Fe-gehalte (destructie)
- N-ratio
- S-totaal-gehalte (bodemvocht)
- GLG (veldschatting)
- P-totaal-gehalte (bodemvocht)

Het percentage verklaarde variantie is 30,3%. De bijbehorende ordinatie-diagrammen worden weergegeven in Figuur 7a.

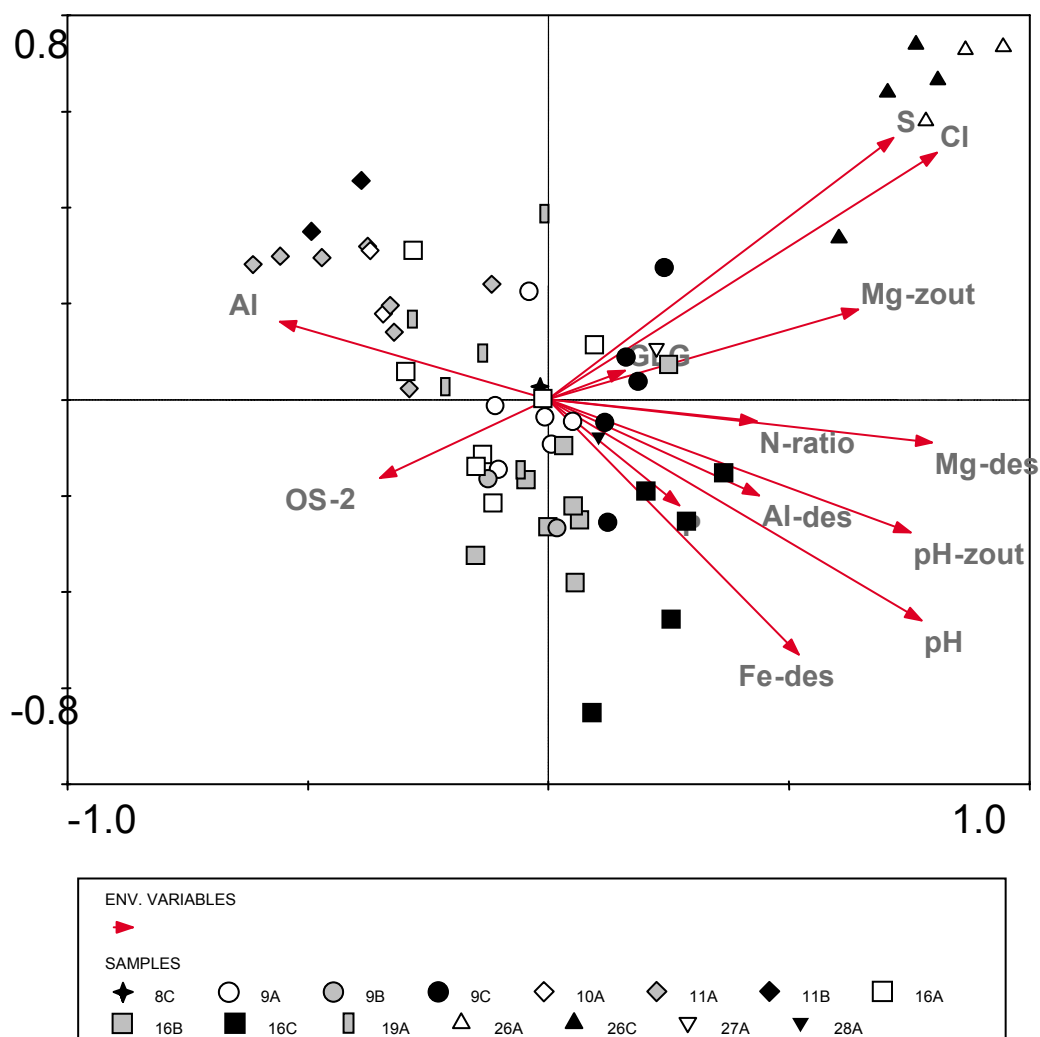
Interpretatie

De verklaarde variantie is hoger dan die van de afzonderlijke gegevensbronnen (veldkenmerken etc.) maar beduidend lager dan de som van de afzonderlijke percentages. Er is dus sprake van een grote overlap in het verklarende vermogen van de verschillende gegevensbronnen.

De textuur (leemgehalte) van de bodem heeft geen meerwaarde boven de chemische parameters en wordt niet meer geselecteerd. Dit gemis wordt volledig opgevangen door bijvoorbeeld de totaal-magnesiumconcentratie (Mg-des). Deze factor correleert zeer sterk met het leemgehalte. De veldschatting van het organische stofgehalte op een diepte van 10-30 cm (OS-2) wordt belangrijker geacht dan de lab-bepaling maar dat heeft ongetwijfeld meer met de bemonsterde diepte dan met de bepalingsmethode van doen. De belangrijkste verklarende factoren worden geleverd door de bodemvochtanalyses. Er zijn weer twee hoofdgradiënten te onderkennen:

- Allereerst is er de zout-gradiënt die positief is gecorreleerd met de chlorideconcentratie (Cl) en de zwavelconcentratie (S) in het bodemvocht en de magnesiumconcentratie in het zoutextract (Mg-zout). De zoutgradiënt is ook positief gecorreleerd met de GLG (zeer zwakke factor!) en negatief met OS-2 (10-30 cm –mv).
- Daarnaast is er een pH-gradiënt die negatief is gecorreleerd met de aluminiumconcentratie in het bodemvocht (Al) en positief met de NO_3/NH_4 -ratio in het zoutextract (N-ratio) en de totaal-ijzer- (Fe-des), totaal-aluminium- (Al-des) en totaal-magnesiumconcentratie (Mg-des) van de bodem.

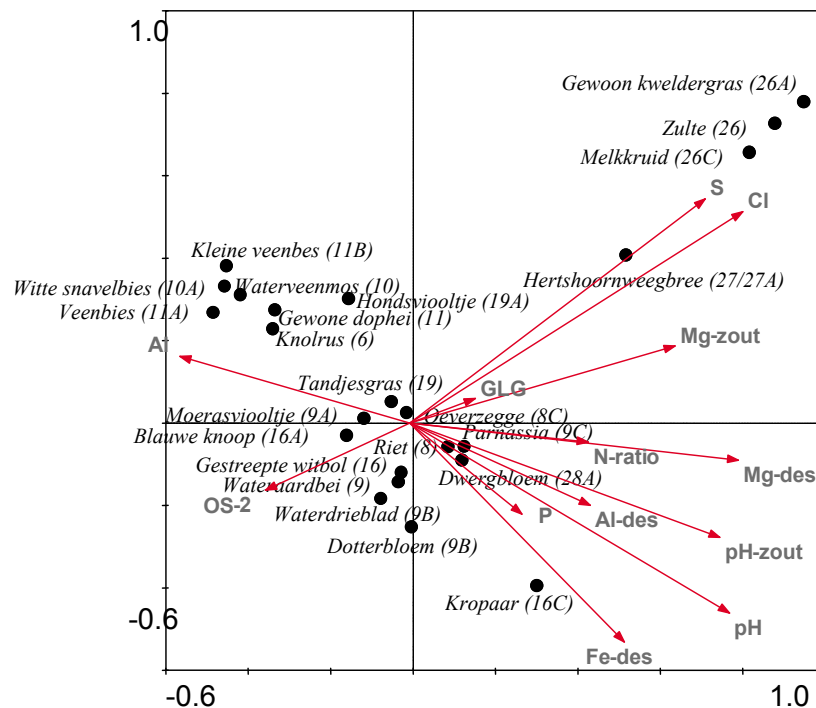
De rangschikking van de opnamen (verbonden) langs deze gradiënten is als vanouds (zie o.a. § 6.1). Het magnesiumgehalte in het zoutextract (Mg-zout) is meer gecorreleerd met de zoutgradiënt. Zeewater bevat veel magnesium en dat bindt aan het bodemadsorbtiecomplex. Het geadsorbeerde magnesium wordt in het zoutextract vrijgemaakt. Mg-des is meer gecorreleerd met de pH-gradient. Dit heeft te maken met het feit dat kleideeltjes relatief veel magnesium bevatten. Deze kleibodems zijn ook veel beter gebufferd waardoor de pH van het bodemvocht hoger is. Ook voor aluminium zien we dat de aluminiumconcentratie van het bodemvocht (Al) negatief gecorreleerd is met de pH. Dit komt omdat aluminium uitsluitend oplost in zuur water. De totaal-aluminiumconcentratie van de bodem (Al-des) is juist weer positief gecorreleerd met de pH. Dit komt wederom omdat kleideeltjes (leem) veel aluminium bevatten. Zie verder ook de aandachtspunten bij diagram 7b (zonder zout).



8C	Verbond der Grote zeggen	16B	Dotterbloem-verbond
9A	Verbond van Zwarte zegge	16C	Glanshaver-verbond
9B	Verbond van Draadzegge	19A	Verbond der heischrale graslanden
9C	Knopbies-verbond	26A	Verbond van Gewoon kweldergras
10A	Snavelbies-verbond	26C	Verbond van Engels gras
11A	Dophei-verbond	27A	Zeevetmuur-verbond;
11B	Veenmos-verbond	28A	Dwergbiezen-verbond
16A	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje		

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

Figuur 7a.1. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (alle vegetatietypen; CCA; as 1 en 2; N = 77).



6	Oeverkruid-klasse	16	Klasse der vochtige graslanden
6C	Verbond van Waterviel en Stijve moerasweegbree	16A	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje
8	Riet-klasse	16B	Dotterbloem-verbond
8C	Verbond der Grote zeggen	16C	Glanshaver-verbond
9	Klasse der kleine zeggen	19	Klasse der heischrale graslanden
9A	Verbond van Zwarte zegge	19A	Verbond der heischrale graslanden
9B	Verbond van Draadzegge	26	Zeeaster-klasse
9C	Knopbies-verbond	26A	Verbond van Gewoon kweldergras
10	Klasse van hoogveenslenken	26C	Verbond van Engels gras
10A	Snavelbies-verbond	27	Zeevetmuur-klasse
11	Klasse der hoogveenbulten en natte heiden	27A	Zeevetmuur-verbond
11A	Dophei-verbond	28	Dwergbiezen-klasse
11B	Veenmos-verbond	28A	Dwergbiezen-verbond

Kensoorten van verbond 6C en klasse 28 ontbreken in deze opnamenset.

Figuur 7a.2. Ordinatiediagram van kensoorten en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (alle vegetatietypen; CCA; as 1 en 2; op basis van 77 opnamen).

7.2 Vegetatietypen van het binnenland

Voor 53 van de 64 opnamen uit het binnenland zijn complete analysesresultaten met betrekking tot de veldkenmerken, het bodemvocht (voorjaarsmeting) én de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. De resultaten van de analyse van het bodemvocht (najaarsmeting; § 5.2) zijn in niet in de analyse betrokken. Alle overige factoren die in eerdere bewerkingen van de set van opnamen uit het binnenland als verklarend voor de soortensamenstelling werden onderkend, zijn wel meegenomen (zie § 3.2, § 4.2, en § 6.2). Het totaal aantal onderzochte factoren bedraagt 20.

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- pH (bodemvocht)
- Mg-gehalte (destructie)
- Al-gehalte (destructie)
- Organische stof-gehalte (analyse)
- Alkaliniteit (bodemvocht)
- Mn-gehalte (zoutextract)
- Fe/S-ratio
- Si-gehalte (bodemvocht)
- Ca-gehalte (destructie)
- Al-gehalte (bodemvocht)
- K-gehalte (destructie)
- Fe-gehalte (bodemvocht)

Het percentage verklaarde variantie is 39,1. De bijbehorende ordinatie-diagrammen worden weergegeven in Figuur 7b.

Interpretatie

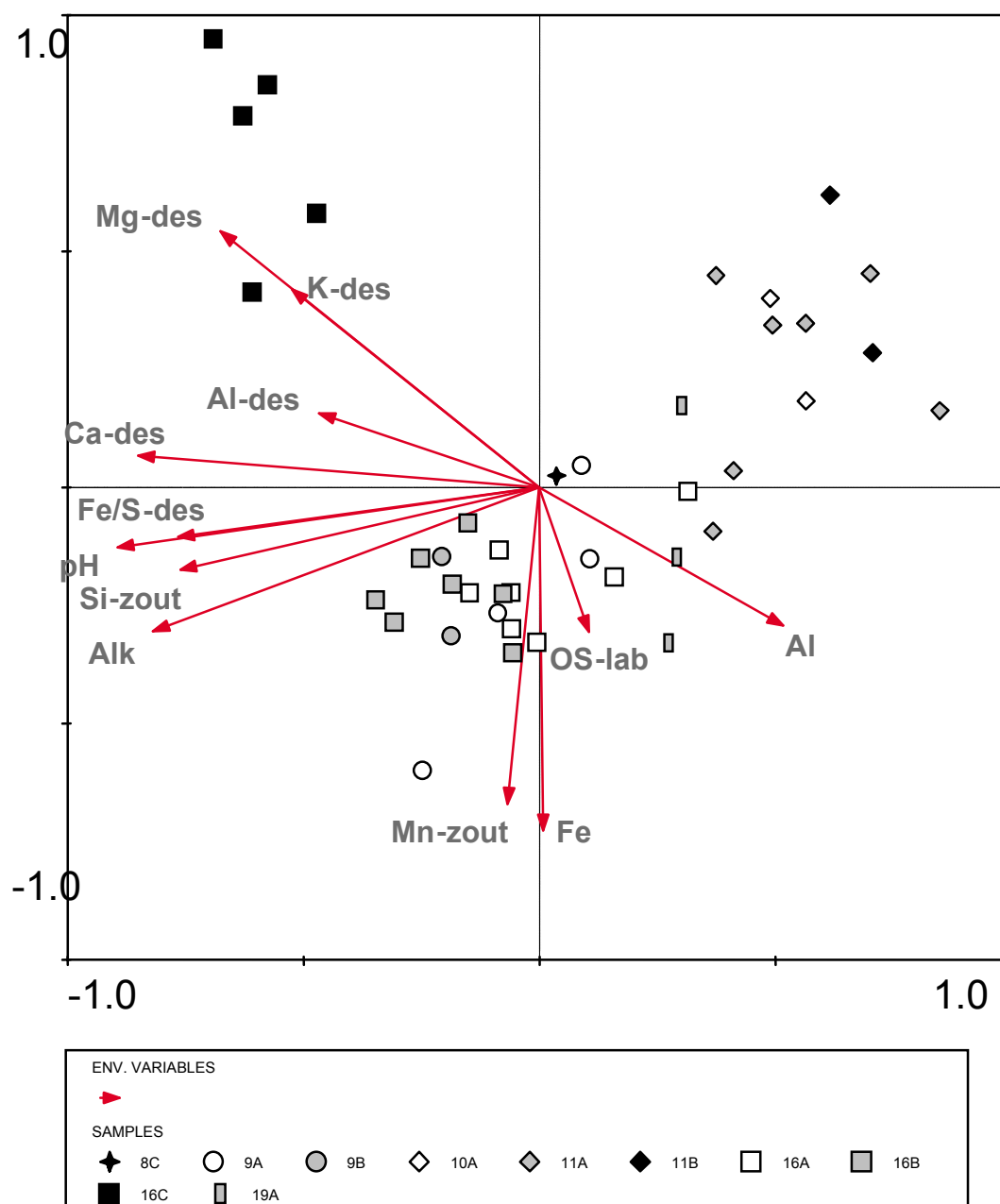
De verklaarde variantie is zeer hoog als men bedenkt dat factoren als voorgeschiedenis, beheer en vochtregime niet mee doen in het verklarend model.

Met de opnamen uit de kuststreek is de volledige zout-gradiënt (Cl, S, OS2, Mg-zout en GLG) uit het verklarend model verdwenen. In het verklarend model zit nu geen enkel veldkenmerk meer en de dominantie van de bodemvocht-analyses is minder groot. Verder biedt de verwijdering van de zoutgradiënt ruimte voor meer detail. Nieuw opgenomen factoren zijn: mangaanconcentratie in het zoutextract (Mn-zout), siliciumconcentratie in het zoutextract (S-zout), alkaliniteit (bodemvocht), de totaal-calciumconcentratie (Ca-des) en de totaal-kaliumconcentratie (K-des). In plaats van de veldschatting van het organisch stofgehalte (OS-2) is nu de laboratorium-bepaling van het organische stofgehalte (OS-lab) opgenomen. Er zijn drie gradiënten zichtbaar:

- De hoofdgradiënt wordt bepaald door de pH (in meer of mindere mate gecorreleerd met de alkaliniteit van het bodemwater, Ca-des, Si-zout, de totaal-ijzer/totaal-S ratio (Fe/S)). Grofweg bepaalt deze zuur-base gradiënt het verschil tussen het Snavelbies-verbond (10A), het Dophei-verbond (11A)

en het verbond der heischrale graslanden (19A), enerzijds en de rest anderzijds.

- In een tweede gradiënt differentiëren totaal-magnesium (Mg-des), totaal-kalium (K-des) en in mindere mate totaal-aluminium (Al-des), het Glanshaver-verbond (16A) ten opzicht van alle andere verbonden. Ook hier is er een verschil tussen Al-des en de aluminiumconcentratie in het bodemvocht (Al). Zoals eerder ter sprake kwam, wordt de aluminiumconcentratie in het bodemvocht sterk bepaald door de pH (zie ook diagram 7a). Wanneer de zoute en brakke vegetatietypen niet meer worden meegenomen, wordt duidelijk dat de aluminiumconcentratie in het bodemvocht ook wordt beïnvloed door het kleigehalte van de bodem. Vrijkomende aluminium wordt blijkbaar goed gebonden aan kleibodems (adsorbtie), waardoor het niet in het bodemvocht accumuleert.
- Tenslotte differentiëren de mangaanconcentratie in het zoutextract (Mn-zout), de ijzerconcentratie in het bodemvocht (Fe) en het organische stofgehalte (OS-lab) (zwak) het verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje (16A), het Dotterbloem-verbond (16B) en het verbond van Zwarte zegge (9A) van de rest.



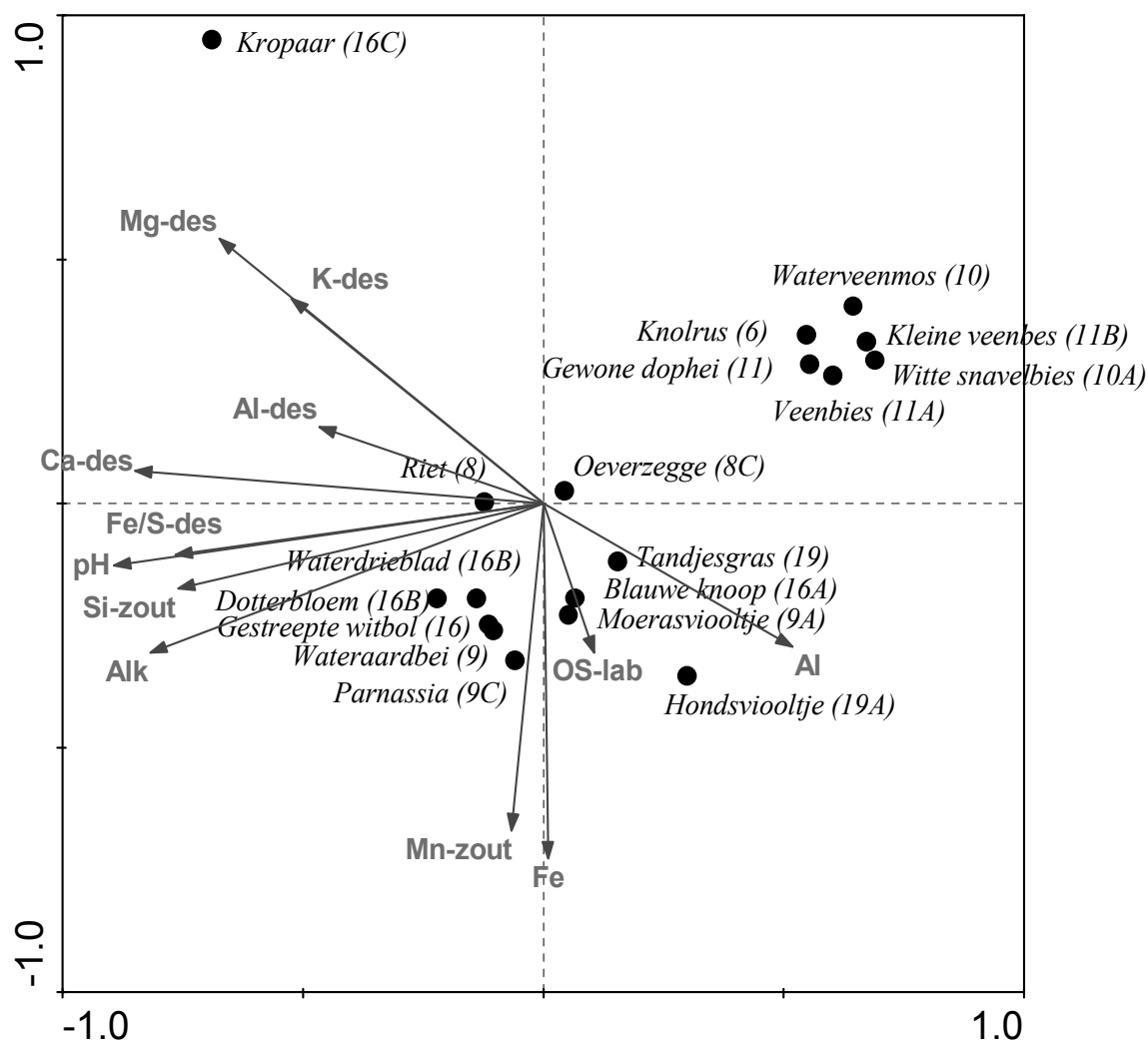
8C Verbond der Grote zeggen
9A Verbond van Zwarte zegge

9B Verbond van Draadzegge
10A Snavelbies-verbond
11A Dophei-verbond

11B Veenmos-verbond
16A Verbond van Biezeknoppen en
Pijpestrootje
16B Dotterbloem-verbond
16C Glanshaver-verbond
19A Verbond der heischrale graslanden

Romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen en klasse-overschrijdende rompgemeenschappen zijn wel meegenomen in de Canoco-berekeningen maar niet weergegeven in het diagram.

Figuur 7b.1. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (vegetatietypen van het binnenland; CCA; as 1 en 2; N = 53).



6	Oeverkruid-klasse	11	Klasse der hoogveenbulten en natte heiden
6C	Verbond van Waternavel en Stijve moerasweegbree	11A	Dophei-verbond
8	Riet-klasse	11B	Veenmos-verbond
8C	Verbond der Grote zeggen	16	Klasse der vochtige graslanden
9	Klasse der kleine zeggen	16A	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje
9A	Verbond van Zwarte zegge	16B	Dotterbloem-verbond
9B	Verbond van Draadzegge	16C	Glanshaver-verbond
9C	Knopbies-verbond	19	Klasse der heischrale graslanden
10	Klasse van hoogveenslenken	19A	Verbond der heischrale graslanden
10A	Snavelbies-verbond		

Kensoorten van verbond 6C ontbreken in deze opnamenset.

Figuur 7b.2. Ordinatiediagram van kensoorten en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (vegetatietypen van het binnenland; CCA; as 1 en 2; op basis van 53 opnamen).

7.3 Klasse der kleine zeggen

Voor 20 van de 22 opnamen van kleine zegge-vegetaties zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de veldkenmerken, het bodemvocht (voorjaarsmeting) én de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. De resultaten van de analyse van het bodemvocht (§ 5.1; najaarsmeting) zijn in niet in de analyse betrokken. Alle overige factoren die in eerdere bewerkingen van de complete opnameset als verklarend voor de soortensamenstelling werden onderkend, zijn wel meegenomen (zie § 3.1, § 4.1, en § 6.1). Het totale aantal onderzochte factoren bedraagt 10.

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- Na-gehalte (bodemvocht)
- GLG (veldschatting)
- pH (bodemvocht)
- NH_4 -gehalte (bodemvocht)

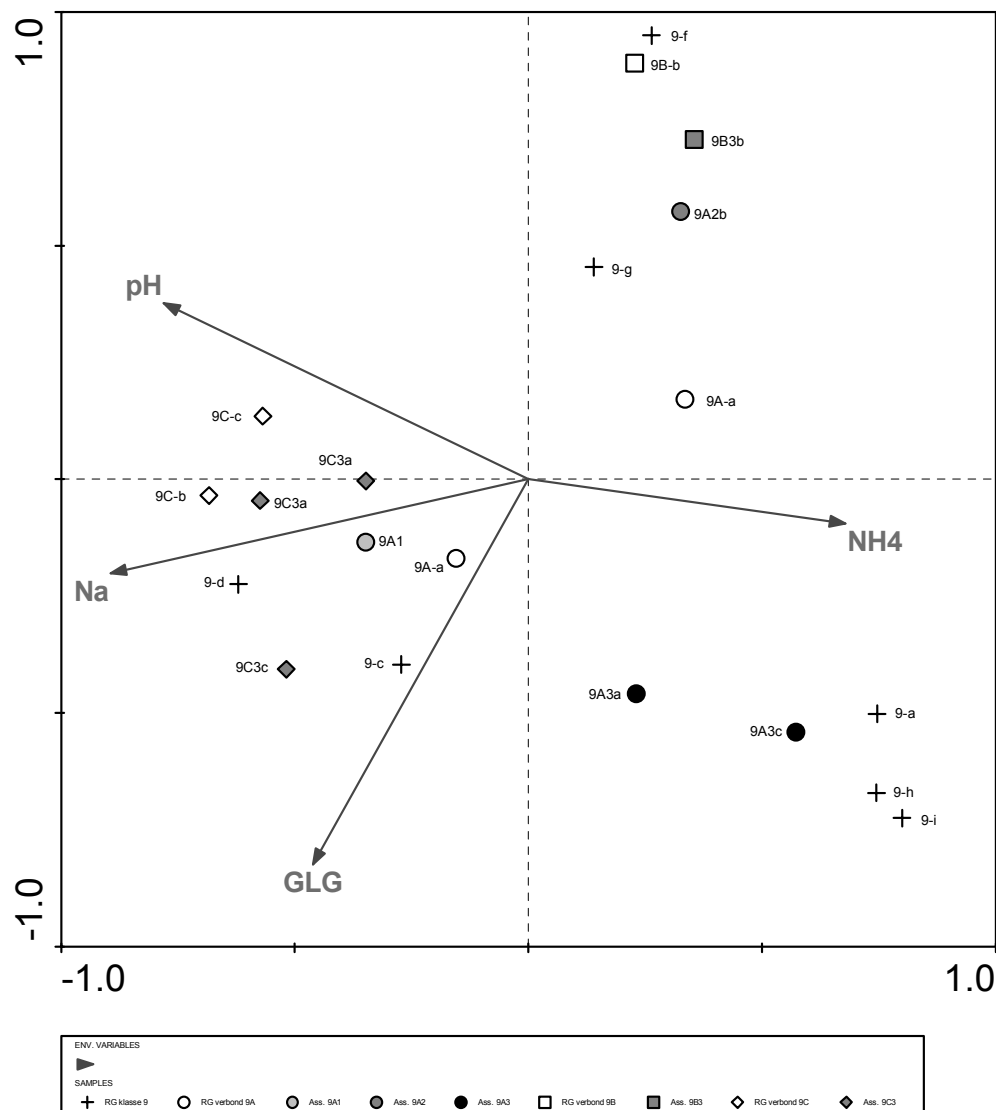
Het percentage verklaarde variantie is 32,5. De bijbehorende ordinatie-diagrammen worden weergegeven in Figuur 7c.

Interpretatie

In het verklarend model zijn nu geen zout-extract- en destructiekenmerken (vaste bodemfase) opgenomen. De verklaarde variantie ligt echter in dezelfde orde van grootte als bij gebruik van alleen de gegevens uit de vaste bodemfase (zie 6.3). De overlap is dus bijzonder groot. De verklaarde variantie is bij gebruik van alleen de vaste-fase gegevens zelfs iets groter. Dit is waarschijnlijk een artefact dat gemakkelijk kan optreden bij ‘forward selection’ met weinig opnamen.

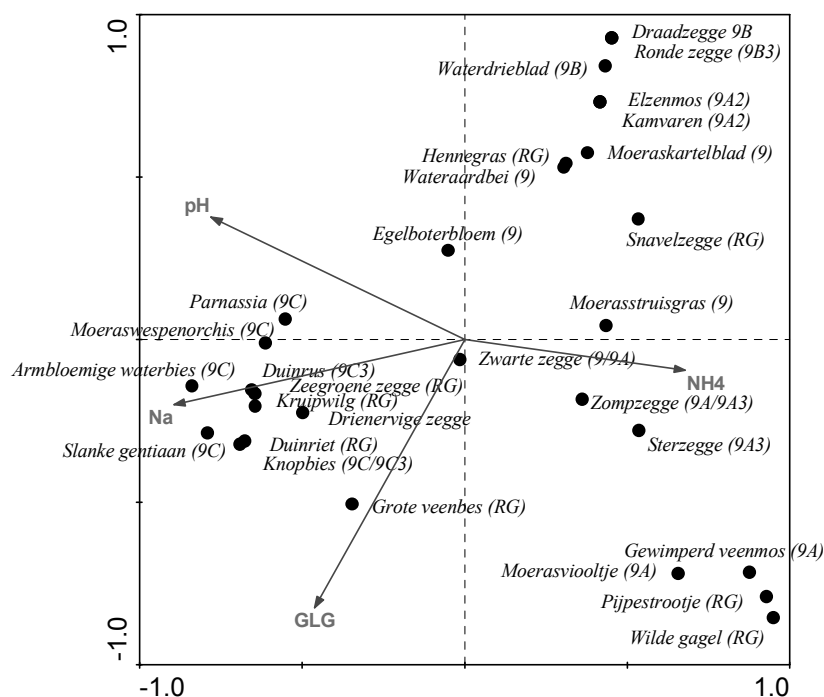
We kunnen concluderen dat je bij gebruik van bodemvochtanalyses voor de vegetatieklasse der Kleine zeggen niet geheel buiten veldkenmerken kan en bij gebruik van vaste bodemfase analyses wel, tenminste als een zo hoog mogelijke verklaarde variantie beoogd wordt.

Het diagram vertoont zeer grote overeenkomsten met Figuur 4c (bodemvocht voorjaar) met een nat-droog-gradiënt als toevoeging. De ligging van de meeste opnamen wordt bepaald door de hoofdgradiënt van pH en de natriumconcentratie in het bodemvocht (Na). De pH is negatief gecorreleerd met de ammoniumconcentratie in het bodemvocht (NH_4). Opnieuw liggen de duinvalleien en verwante milieus links en de overige referentiepunten rechts. De GLG-gradiënt scheidt daarnaast een aantal zeer natte opnamen (rechtsboven) van de rest.



- 9-a RG Veenpluis / Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen]
- 9-c RG Grote veenbes-[- Klasse der Kleine zeggen]
- 9-d RG Addertong / Duinriet-[Klasse der Kleine zeggen]
- 9-f RG Snavelzegge / Wateraardbei-[Klasse der Kleine zeggen]
- 9-g RG Hennegras-[Klasse der Kleine zeggen]
- 9-h RG Wilde gagel-[Klasse der Kleine zeggen]
- 9-i RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje-[Klasse der Kleine zeggen]
- 9A-a RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras-[Verbond van Zwarte zegge]
- 9A1 Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge
- 9A2b Veenmosrietland; subassociatie van Pijpestrootje
- 9A3a Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subassociatie
- 9A3c Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; subassociatie van Veldrus
- 9B-b RG Waterdrieblad-[Verbond van Draadzegge]
- 9B3b Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge; subassociatie van Veenmos
- 9C-a RG Zeegroene zegge-[Knobbiesverband]
- 9C-b RG Armbloemige waterbies-[Knobbiesverband]
- 9C-c RG Kruiwilg en Rondbladig wintergroen-[Knobbiesverband]
- 9C3a Knobbies-associatie; typische subassociatie
- 9C3c Knobbies-associatie; subassociatie van Parnassia en Duinrus

Figuur 7c.1. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (klasse der kleine zeggen; CCA; as 1 en 2; N = 20).



De in de CCA-analyse gebruikte opnamen behoren tot de volgende syntaxa:

9-a	RG Veenpluis / Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen]
9-c	RG Grote veenbes--[Klasse der Kleine zeggen]
9-d	RG Addertong / Duinriet-[Klasse der Kleine zeggen]
9-f	RG Snavelzegge / Wateraardbei-[Klasse der Kleine zeggen]
9-g	RG Hennegras-[Klasse der Kleine zeggen]
9-h	RG Wilde gage-[Klasse der Kleine zeggen]
9-i	RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje-[Klasse der Kleine zeggen]
9A-a	RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras-[Verbond van Zwarte zegge]
9A1	Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge
9A2b	Veenmosrietland; subassociatie van Pijpestrootje
9A3a	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subassociatie
9A3c	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; subassociatie van Veldrus
9B-b	RG Waterdrieblad-[Verbond van Draadzegge]
9B3b	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge; subassociatie van Veenmos
9C-a	RG Zeegroene zegge-[Knopbiesverband]
9C-b	RG Armbloemige waterbies-[Knopbiesverband]
9C-c	RG Kruipwilg en Rondbladig wintergroen-[Knopbiesverband]
9C3a	Knopbies-associatie; typische subassociatie
9C3c	Knopbies-associatie; subassociatie van Parnassia en Duinrus

Figuur 7c.2. Ordinatiediagram van kensoorten, karakteristieke soorten van rompgemeenschappen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (klasse der kleine zeggen; CCA; as 1 en 2; gebaseerd op 20 opnamen).

7.4 Klasse der vochtige graslanden

Voor 20 van de 27 opnamen van vochtige graslanden zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de veldkenmerken, het bodemvocht (voorjaarsmeting) én de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. De resultaten van de analyse van het bodemvocht (najaarsmeting) zijn in niet in de analyse betrokken. Alle overige factoren die in eerdere bewerkingen van de complete opnameset als verklarend voor de soortensamenstelling werden onderkend, zijn wel meegenomen. Het totaal aantal onderzochte factoren bedraagt 12.

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- Mg-gehalte (destructie)
- Si-gehalte (bodemvocht; voorjaar)
- Mn-gehalte (zoutextract)
- S-gehalte (bodemvocht; voorjaar)
- Al-gehalte (bodemvocht; voorjaar)
- pH (zoutextract)

Het percentage verklaarde variantie is 48,6. De bijbehorende ordinatie-diagrammen worden weergegeven in Figuur 7d.1 en 7d.2.

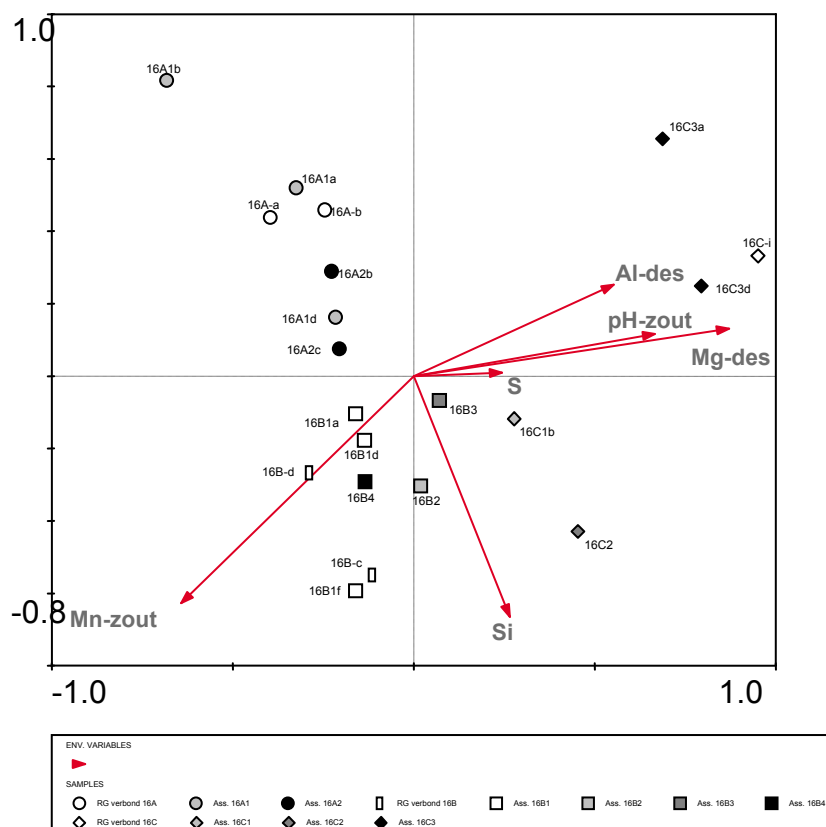
Interpretatie

Het percentage verklaarde variantie is opvallend hoog, hetgeen grotendeels te danken is aan het grote verklarende vermogen van de bodemanalyses (vaste fase; zie § 6.4). Het ordinatiediagram vertoont dan ook grote overeenkomsten met dat van de bodemanalyses.

Er is ook hier sprake van een hoofdgradiënt die enerzijds bepaald wordt door de mangaanconcentratie van het zoutextract (Mn-zout) en anderzijds door een combinatie van factoren (hier alleen zwavelconcentratie van het bodemvocht in het voorjaar). Daarnaast is er een tweede gradiënt die bepaald wordt door de siliciumconcentratie van het bodemvocht (Si) (i.p.v. de ijzerconcentratie bij de bodemanalyses).

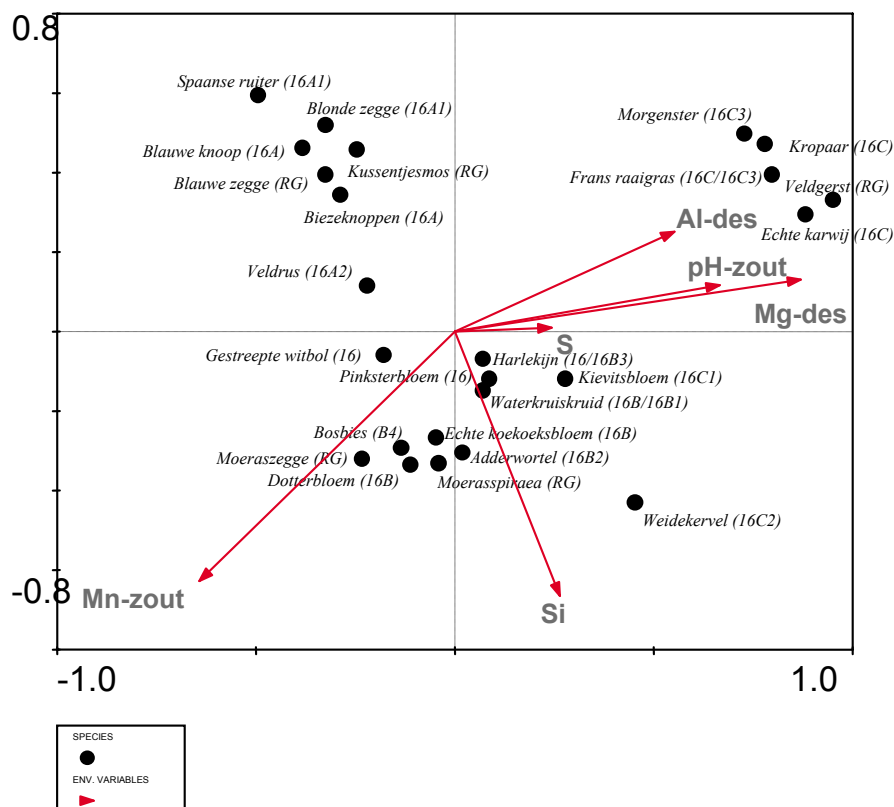
Hierdoor onstaand er drie groepen: (1) linksboven een voedselarme groep met een matige buffering, (2) onder een grote groep met sterke grondwaterbuffering en een minder voedselarme bodem en (3) rechtsboven een groep op relatief droge klei.

De rangschikking van de opnamen (vegetatietypen) t.o.v. deze gradiënten komt in hoge mate overeen met de rangschikking zoals die is beschreven voor de bodemanalyses (zie § 6.4).



16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moerazegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moerazegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpinel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkelklaver

Figuur 7d.1 Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase); (klasse der vochtige graslanden; CCA; as 1 en as 2; N = 20).



Weergegeven zijn naamgevende soorten van rompgemeenschappen (RG) en een selectie van kensoorten (bijvoorbeeld: 16C2 = kensoort van associatie 16C2).

De in de CCA-analyse gebruikte opnamen behoren tot de volgende syntaxa:

16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moeraszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpinel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkkelklaver

Figuur 7d.2 Ordinatiediagram van soorten en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase); (klasse der vochtige graslanden; CCA; as 1 en as 2; N = 20).

7.4 Klasse der vochtige graslanden

Voor 20 van de 27 opnamen van vochtige graslanden zijn complete analyseresultaten met betrekking tot de veldkenmerken, het bodemvocht (voorjaarsmeting) én de bodemchemie (vaste fase) beschikbaar. De resultaten van de analyse van het bodemvocht (najaarsmeting) zijn in niet in de analyse betrokken. Alle overige factoren die in eerdere bewerkingen van de complete opnameset als verklarend voor de soortensamenstelling werden onderkend, zijn wel meegenomen. Het totaal aantal onderzochte factoren bedraagt 12.

De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- Mg-gehalte (destructie)
- Si-gehalte (bodemvocht; voorjaar)
- Mn-gehalte (zoutextract)
- S-gehalte (bodemvocht; voorjaar)
- Al-gehalte (bodemvocht; voorjaar)
- pH (zoutextract)

Het percentage verklaarde variantie is 48,6. De bijbehorende ordinatie-diagrammen worden weergegeven in Figuur 7d.1 en 7d.2.

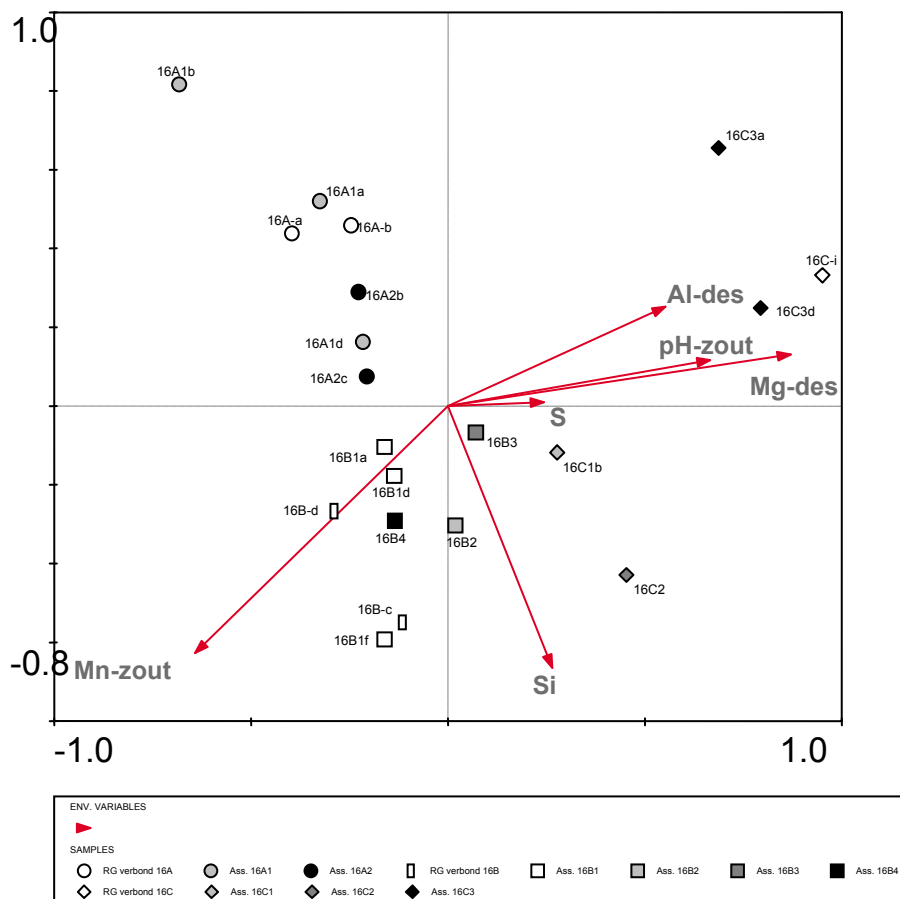
Interpretatie

Het percentage verklaarde variantie is opvallend hoog, hetgeen grotendeels te danken is aan het grote verklarende vermogen van de bodemanalyses (vaste fase; zie § 6.4). Het ordinatiediagram vertoont dan ook grote overeenkomsten met dat van de bodemanalyses.

Er is ook hier sprake van een hoofdgradiënt die enerzijds bepaald wordt door de mangaanconcentratie van het zoutextract (Mn-zout) en anderzijds door een combinatie van factoren (hier alleen zwavelconcentratie van het bodemvocht in het voorjaar). Daarnaast is er een tweede gradiënt die bepaald wordt door de siliciumconcentratie van het bodemvocht (Si) (i.p.v. de ijzerconcentratie bij de bodemanalyses).

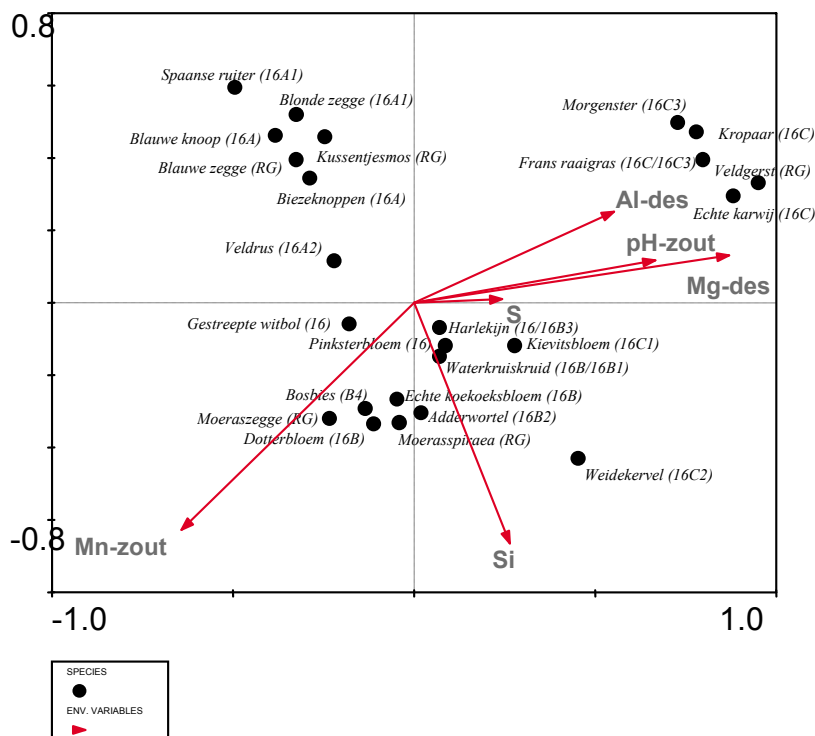
Hierdoor onstaand er drie groepen: (1) linksboven een voedselarme groep met een matige buffering, (2) onder een grote groep met sterke grondwaterbuffering en een minder voedselarme bodem en (3) rechtsboven een groep op relatief droge klei.

De rangschikking van de opnamen (vegetatietypen) t.o.v. deze gradiënten komt in hoge mate overeen met de rangschikking zoals die is beschreven voor de bodemanalyses (zie § 6.4).



16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moeraszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpinel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkelklaver

Figuur 7d.1 Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase); (klasse der vochtige graslanden; CCA; as 1 en as 2; N = 20).



Weergegeven zijn naamgevende soorten van rompgemeenschappen (RG) en een selectie van kensoorten (bijvoorbeeld: 16C2 = kensoort van associatie 16C2).

De in de CCA-analyse gebruikte opnamen behoren tot de volgende syntaxa:

16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moeraszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpernel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkellklaver

Figuur 7d.2 Ordinatiedigram van soorten en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase); (klasse der vochtige graslanden; CCA; as 1 en as 2; N = 20).

8 Resultaten CVA-bewerkingen

8.1 Alle vegetatieklassen

65 van de 92 opnamen voldoen aan de hierboven gestelde randvoorwaarden. De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- HCO_3 -gehalte (bodenvocht)
- S-totaal-gehalte (bodenvocht)
- Mg-gehalte (destructie)
- P-Olsen
- K-gehalte (destructie)
- Al-gehalte (bodenvocht)
- leemgehalte (0-10 cm –mv) (veldschatting)
- pH (zoutextract)
- org. stof-gehalte (10-30 cm –mv) (veldschatting)
- org. stof-gehalte (lab. bepaling)
- leemgehalte (10-30 cm –mv) (veldschatting)
- Fe-gehalte (bodenvocht)
- Zn-gehalte (zoutextract)
- GLG (veldschatting)
- NO_3 -gehalte (zoutextract)
- org. stof-gehalte (0-10 cm –mv) (veldschatting)

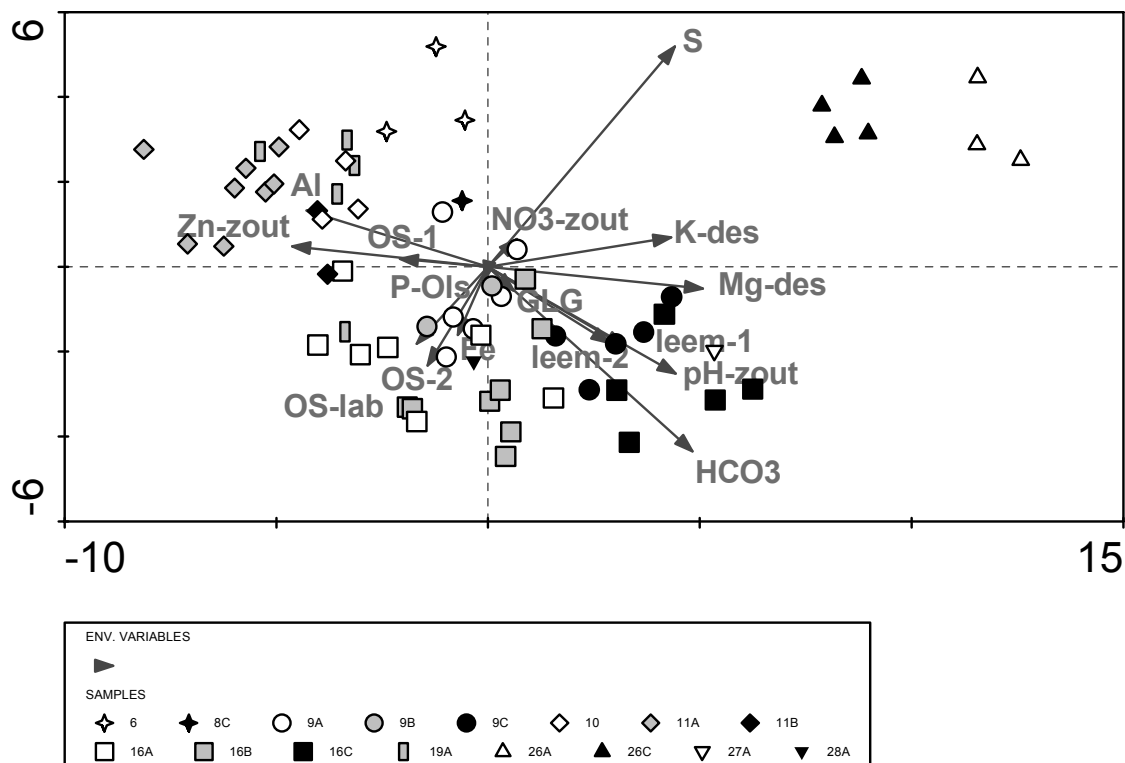
Het percentage verklaarde variantie is 49,4%. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 8a.

Interpretatie

Het percentage verklaarde variantie is zeer hoog. Het verklarend model is opgebouwd uit relatief veel factoren ($N = 16$) waarvan vele een weliswaar bescheiden maar significante bijdrage leveren (korte pijlen). Dit geeft het ordinatie-diagram een wat rommelig aanzien.

De verklarende factoren en het diagram vertonen veel overeenkomsten met de resultaten van de CCA-bewerking (Figuur 7a.1; voor een interpretatie, zie aldaar). De belangrijkste verschillen hebben betrekking op:

- het ontbreken van de chlorideconcentratie als verklarende factor; de zoet-zoutgradiënt wordt hier vooral beschreven door de zwavelconcentratie;
- het belang van de bicarbonaatconcentratie van het bodenvocht (HCO_3) als belangrijkste maat voor de basenhuishouding;
- het relatief grote belang van veldkenmerken van de bodem. De leemfractie blijkt in belangrijke mate het buffervermogen van de bodem te bepalen. Goed gebufferde bodems hebben een hoge pH en een lage aluminiumconcentratie.



6	Oeverkruid-klasse	16A	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje
8C	Verbond der Grote zeggen	16B	Dotterbloem-verbond
9A	Verbond van Zwarte zegge	16C	Glanshaver-verbond
9B	Verbond van Draadzegge	19A	Verbond der heischrale graslanden
9C	Knopbies-verbond	26A	Verbond van Gewoon kweldergras
10	Klasse van hoogveenslenken	26C	Verbond van Engels gras
11A	Dophei-verbond	27A	Zeevetmuur-verbond;
11B	Veenmos-verbond	28A	Dwergbiezen-verbond

Figuur 8a. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (alle vegetatietypen; CVA; as 1 en 2; N = 65).

8.2 Vegetatietypen van het binnenland

De CVA-bewerking van alle vegetatieklassen wordt veel minder sterk door de zoet-zoutgradiënt bepaald dan bij de CCA-bewerking het geval is. Dit is ook logisch aangezien CVA slechts werkt met (gelijkwaardige) syntaxon-code's en niet met de totale soortensamenstelling. Toch is ter wille van de vergelijkbaarheid ook een CVA uitgevoerd met uitsluitend vegetatieopnamen uit het binnenland.

45 van de 92 opnamen voldoen aan de hierboven gestelde randvoorwaarden. De CCA-bewerking resulteerde in een verklarend model waarin de volgende factoren werden opgenomen (gerangschikt naar afnemende meerwaarde):

- HCO_3 -gehalte (bodenvocht)
- K-gehalte (destructie)
- Al-gehalte (bodenvocht)
- P-ratio
- pH (zoutextract)
- leemgehalte (0-10 cm –mv) (veldschatting)
- leemgehalte (10-30 cm –mv) (veldschatting)
- Zn-gehalte (destructie)
- org. stof-gehalte (10-30 cm –mv) (veldschatting)
- GLG (veldschatting)
- NO_3 -gehalte (zoutextract)

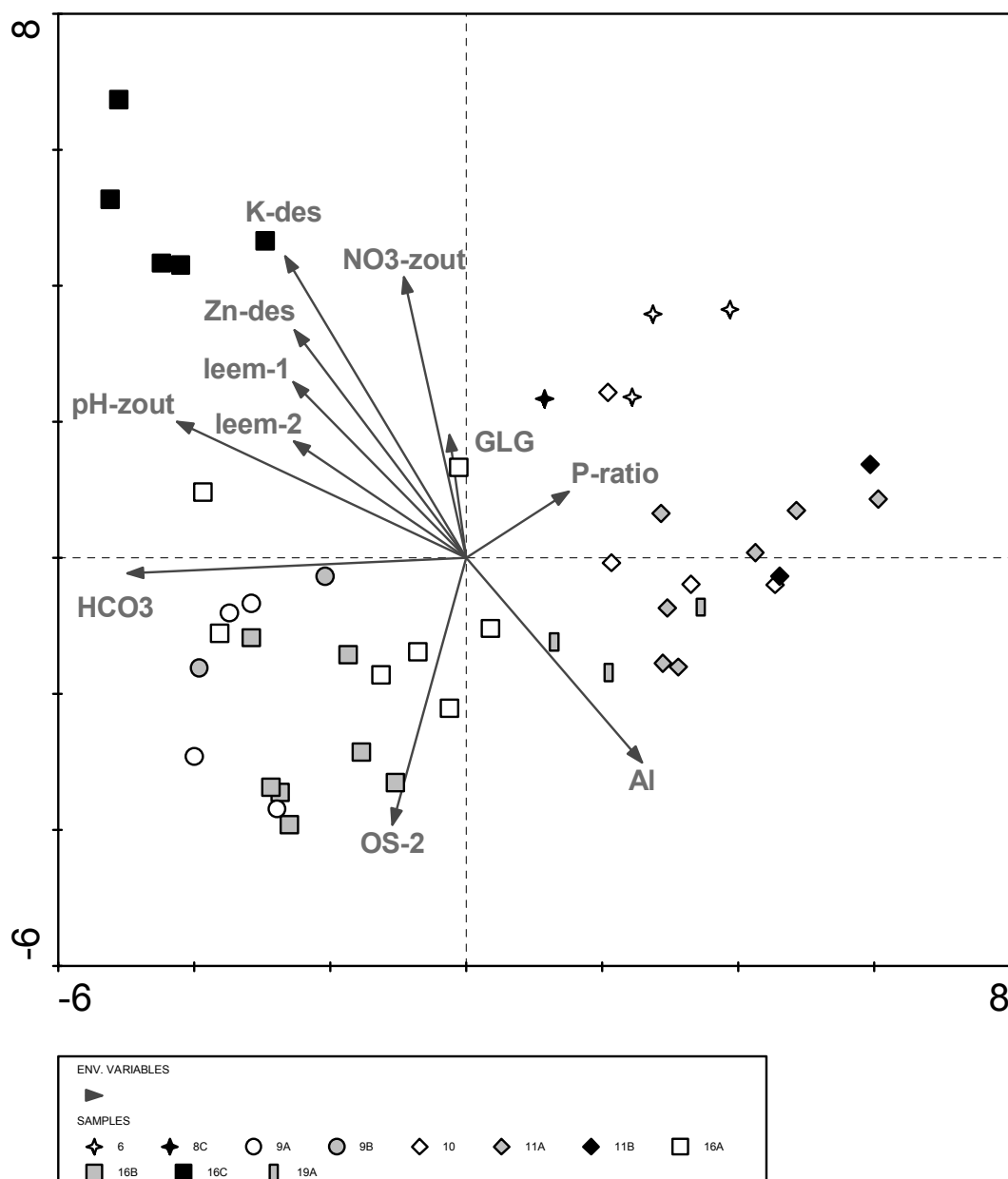
Het percentage verklaarde variantie is 52,5%. Het bijbehorende ordinatie-diagram wordt weergegeven in Figuur 2.

Interpretatie

Het percentage verklaarde variantie is opnieuw erg hoog (52,5%). Het aantal significante factoren is geringer dan bij de CVA van alle vegetatieklassen. Dit heeft te maken met het verwijderen van de zoet-zoutgradiënt, maar ook met het geringere aantal opnamen.

Het wegvallen van de zwavelconcentratie hangt waarschijnlijk samen met het verwijderen van de zoet-zoutgradiënt. Het wegvallen van de totaal-magnesiumconcentratie (Mg-des) hangt waarschijnlijk samen met de voor Canoco ontoelaatbare hoge correlatie met andere factoren (met name totaal-kalium (K-des)). Zowel totaal-magnesium als totaal-kalium indiceren hier een hoog kleigehalte van de bodem. Met name de vertegenwoordigers van het Glanshaver-verbond (16C) komen voor op relatief kleirijke bodems.

Het diagram vertoont zeer grote gelijkenis met het CCA-diagram (Figuur 7b.1: alle factoren excl. najaarsmeting; alleen binnenland), voor een interpretatie, zie aldaar.



- | | | | |
|---------------|----------------------------|-----|-----------------------------------|
| 6 | Oeverkruid-klasse | 11B | Veenmos-verbond |
| 8C | Verbond der Grote zeggen | 16A | Verbond van Biezeknoppen en |
| Pijpestrootje | | | |
| 9A | Verbond van Zwarte zegge | 16B | Dotterbloem-verbond |
| 9B | Verbond van Draadzegge | 16C | Glanshaver-verbond |
| 10 | Klasse van hoogveenslenken | 19A | Verbond der heischrale graslanden |
| 11A | Dophei-verbond | | |

Figuur 8b. Ordinatiediagram van opnamen en standplaatsfactoren: veldkenmerken, analyses bodemvocht (voorjaarsmetingen) en bodemanalyse (vaste fase) (vegetatietypen van het binnenland; CVA; as 1 en 2; N = 45).

9 Discussie

9.1 Relatie tussen vegetatie en abiotiek

Het voorkomen van planten(soorten) wordt door verschillende factoren bepaald. We kunnen hierbij onderscheid maken tussen biotische en abiotische factoren. Biotische factoren die een rol spelen bij het voorkomen van planten zijn o.a. pollinatie, zaadvorming, vestiging, klonale voortplanting, aanwezigheid van mycorrhizaschimmels, concurrentie en beheer (plaggen, maaien, begrazen etc.). Daarnaast spelen abiotische factoren een rol. Hierbij kan gedacht worden aan factoren als (micro-)klimaat, bodemopbouw, hydrologie en (bodem)chemische factoren.

Chemische factoren spelen een belangrijke rol bij het voorkomen van planten. Vaak is de interactie complex: de chemische parameters kunnen ook elkaar beïnvloeden. De (bodem)chemie kan op verschillende manier van invloed zijn op het functioneren van planten. Zo is een aantal elementen essentieel als nutriënt (voedingstof) voor planten. Justus von Liebig (1803-1873) heeft een belangrijke rol gespeeld bij het ontstaan van dit inzicht. Volgens Arnon en Stout (1939) mogen we van een essentieel element spreken wanneer wordt voldaan aan de volgende criteria:

1. Een plant is niet in staat zijn complete levenscyclus te voltooien wanneer het element niet beschikbaar is.
2. De functie van het element kan niet worden vervangen door een ander element.
3. Het element is direct betrokken bij het metabolisme van de plant.

We kunnen hierbij onderscheid maken tussen essentiële macronutriënten en essentiële micronutriënten. Essentiële macronutriënten zijn nodig in relatief hoge concentraties. Het gaat hierbij om stikstof, fosfor, zwavel, kalium, magnesium en calcium. Daarnaast zijn er de essentiële micronutriënten waar de plant evenmin zonder kan, maar waarvan veel lagere concentraties nodig zijn voor een goed functioneren van de plant. Hierbij gaat het om ijzer, mangaan, zink, koper, boor, molybdeen, chloride en nikkel. Verder zijn er elementen die niet essentieel zijn voor de groei van planten. Planten nemen deze elementen echter wel op. In hoge concentraties kunnen deze elementen toxisch zijn voor de plant. Een goed voorbeeld van zo een element is aluminium. Overigens kunnen ook de essentiële elementen toxisch zijn voor planten. Voor bijna alle essentiële elementen is het zo dat er een concentratie is waaronder een tekort ontstaat en dat er ook een concentratie is waarboven het element toxisch wordt. Voor elke soort zijn deze waarden verschillend. Er bestaan belangrijke genetisch vastgelegde verschillen in de cellulaire biochemie van de planten maar ook in de opname van ionen uit het bodemvocht. Daarnaast kunnen plantenwortels stoffen uitscheiden die de oplosbaarheid van sommige elementen in de bodem beïnvloeden. Zo kunnen wortels 'phytosideroforen' uitscheiden om de oplosbaarheid van fosfor en ijzer te vergroten. Ook mycorrhizaschimmels kunnen een grote invloed hebben op de opname van voedingsstoffen door planten.

Het is duidelijk dat de concentratie van bepaalde elementen in de bodem van invloed kan zijn op het voorkomen van soort. Soorten die erg gevoelig zijn voor aluminiumtoxiciteit zullen bijvoorbeeld niet voorkomen op bodems met hoge concentraties aan vrij aluminium. Daarnaast zullen soorten met een hoge fosfaatbehoefte het slecht doen op bodems met een lage fosfaatbeschikbaarheid etc. Het is dan ook te verwachten dat het voorkomen van plantensoorten is gerelateerd aan de concentraties van verschillende elementen in de bodem. De concentraties van verschillende elementen in de bodem kunnen op verschillende manieren worden gemeten. In het kader van dit onderzoek hebben we de elementen op drie verschillende manieren gemeten; door middel van een bodemdestructie, door middel van een keukenzoutextractie en ten slotte door het analyseren van het bodemvocht.

Aan de hand van een bodemdestructie (ontsluiting met een sterk zuur) kunnen de totale concentraties van de elementen worden gemeten. Hierbij wordt de maximale concentratie van een element bepaald dat door middel van verweringsprocessen uit de bodem kan vrijkomen. Deze concentratie zegt echter niet zonder meer iets over de beschikbaarheid van een element. Zo kan de totale concentratie aan fosfor in een bodem erg hoog zijn, terwijl de beschikbaarheid van P voor planten laag is. Dit laatste is het geval in bodems die van nature erg rijk zijn aan apatiet (een calcium-fosformineraal). Verder bevatten nagenoeg alle bodems van nature veel aluminium. Dit aluminium is echter steeds aanwezig in sterk gemineraliseerde vorm en lost bij een circumneutrale pH niet of nauwelijks op. Alleen wanneer bodems sterk verzuren komt het aluminium vrij en kan het toxisch worden voor planten.

Een andere manier om de elementconcentraties in de bodem te meten is door het maken van een zoutextract van de bodem. Hierbij wordt bodem uitgeschud met een NaCl-(keukenzout)-oplossing. De natrium- en chloride-ionen verdringen hierbij alle (zwak) aan de bodem geabsorbeerde ionen. Het zoutextract geeft dus veel lagere concentraties dan het destructiemonster, maar geeft hogere concentraties dan de concentraties die gemeten worden in het bodemvocht.

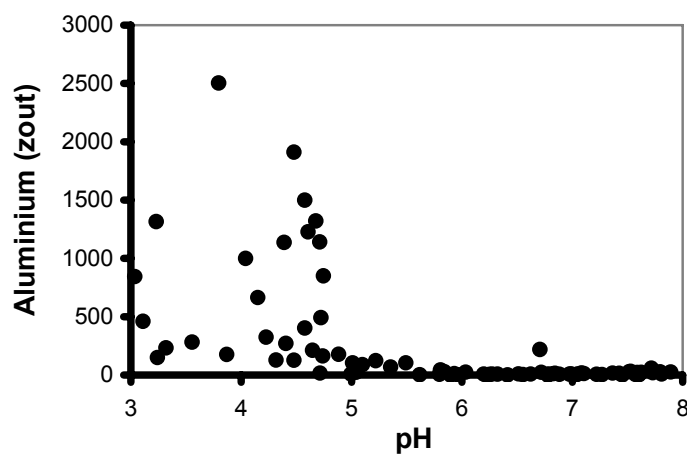
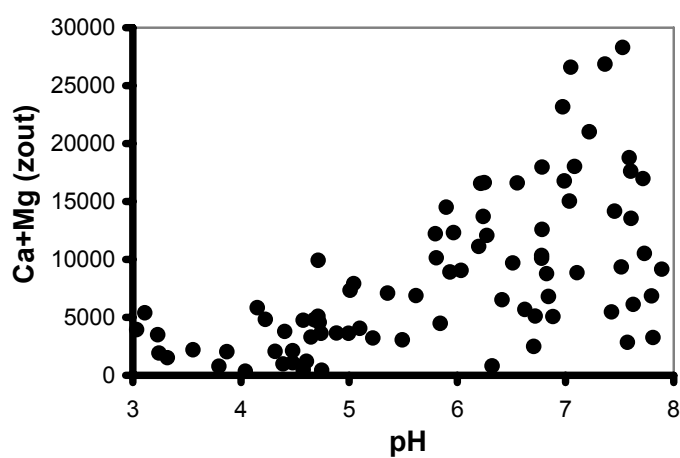
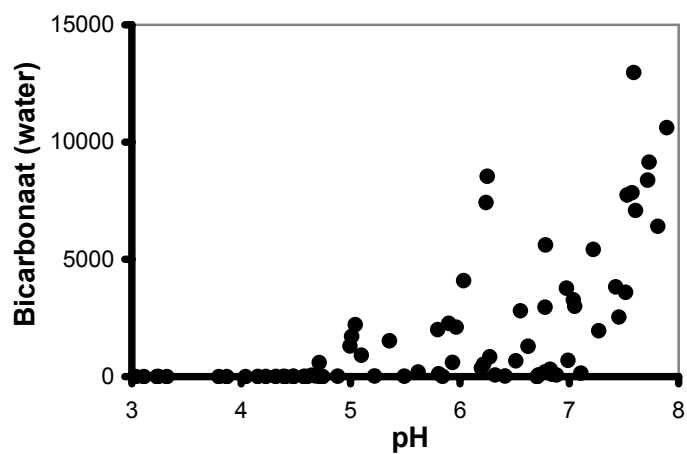
De elementconcentraties in het zoutextract of het poriewater worden sterk beïnvloed door chemische processen in de bodem. Een belangrijk proces hierbij is chemische reductie. Onder natte zuurstofloze (anaërobe) condities is de beschikbaarheid van ijzer bijvoorbeeld hoger dan onder aërobe omstandigheden. Dit komt omdat ijzer onder aërobe omstandigheden in de driewaardige vorm (Fe^{3+}) aanwezig is. Deze driewaardige ijzervorm is zeer slecht oplosbaar. Onder anaërobe omstandigheden wordt het driewaardige ijzer gereduceerd tot de tweewaardige vorm (Fe^{2+}). Deze tweewaardige ijzervorm is veel beter oplosbaar waardoor de ijzerconcentratie in het bodemvocht en het zoutextract onder anaërobe omstandigheden toeneemt. Daarnaast kan ijzer (zowel in tweewaardige als in driewaardige vorm) complexen aangaan met goed oplosbare humuszuren. Met name organische bodems zijn rijk aan humuszuren. Hierdoor is de ijzerconcentratie vaak hoger in organische bodems ook als deze aëroob zijn.

Een andere parameter die veel invloed heeft op de mobiliteit van elementen is de bodem-pH. Zo is aluminium goed oplosbaar in zure bodems. Ook driewaardig ijzer

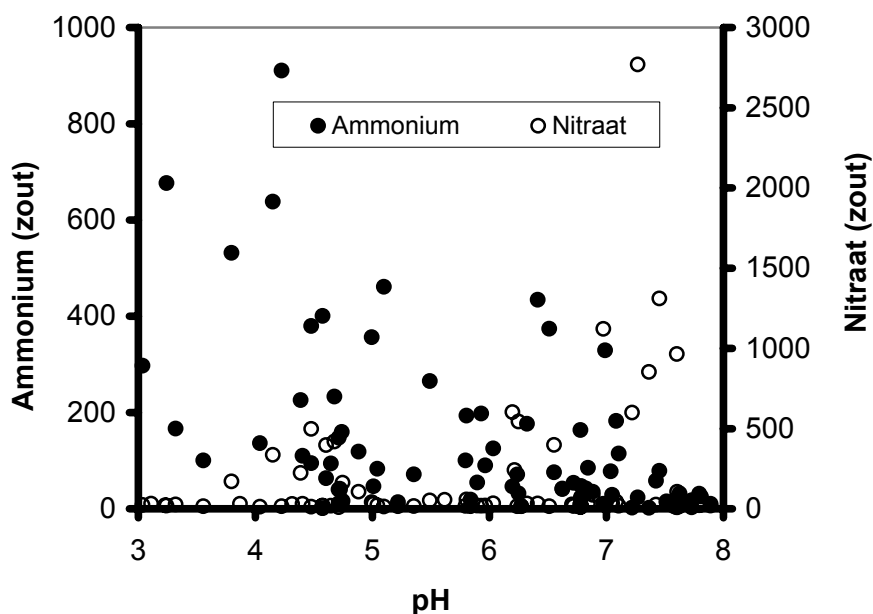
lost relatief goed op in (zeer) zure bodems. Vrije protonen (zuur) zullen in de bodem reageren waardoor een zuurbuffering optreedt. Bij een hoge bodem-pH wordt de buffering verzorgd door de zogenaamde carbonaatbuffering. Hierbij reageert het zuur met calcium/magnesiumcarbonaten in de bodem waarbij calcium, magnesium en bicarbonaat vrijkomt. Wanneer geen carbonaten meer aanwezig zijn, reageert het zuur met opgelost bicarbonaat en met aan de bodem geadsorbeerd calcium en magnesium. De calcium- en magnesiumconcentratie van het bodemvocht neemt hierdoor toe, maar kan in een latere fase afnemen door uitspoeling van deze basische kationen. Dit wordt de kationbuffering genoemd. Wanneer er onvoldoende kationen over zijn om te bufferen, zal de pH verder dalen en worden aluminium(hydr)oxiden en in een latere fase ijzer(hydr)oxiden opgelost. Deze fase wordt de aluminiumbuffer-range genoemd. Voor de in het kader van dit onderzoek geanalyseerde bodems zien we deze relatie ook mooi terugkomen (Figuur 9a).

Behalve de oplosbaarheid van mineralen beïnvloedt de pH ook de verhouding tussen nitraat en ammonium in het bodemwater. Een lage pH remt onder aërobe omstandigheden de nitrificatie van ammonium (oxidatie van ammonium tot nitraat). In Figuur 9b zien we dit terug voor de in het kader van dit onderzoek geanalyseerde bodems. Wel moet worden opgemerkt dat ook vele andere factoren de verhouding tussen nitraat en ammonium in de bodem mede bepalen. Zo kan nitrificatie alleen plaatsvinden onder aërobe omstandigheden. Verder kan de nitraatconcentratie ook verhoogd worden door de aanvoer van nitratrijke kwel. Tegenwoordig kan ons grondwater lokaal (zeer) rijk zijn aan nitraat.

De pH van de bodem heeft ook een belangrijke invloed middels het bufferend vermogen (alkaliniteit). Bodems die rijk zijn aan calcium/magnesiumcarbonaat hebben over het algemeen een goede buffering. We zien dan ook dat de totale calcium+magnesium concentraties van de bodems goed correleren met de pH van de bodem en de bicarbonaatconcentratie van het bodemvocht. De bicarbonaatbuffering van de bodem beïnvloedt in belangrijke mate de afbraak van organisch materiaal. In goed gebufferde bodems verloopt de afbraak erg snel waardoor de accumulatie van organisch materiaal beperkt blijft. In slecht gebufferde bodems wordt de afbraak van organische stof geremd waardoor er gemakkelijker organisch materiaal kan ophopen. We zien deze relaties ook terug in Figuur 9c.

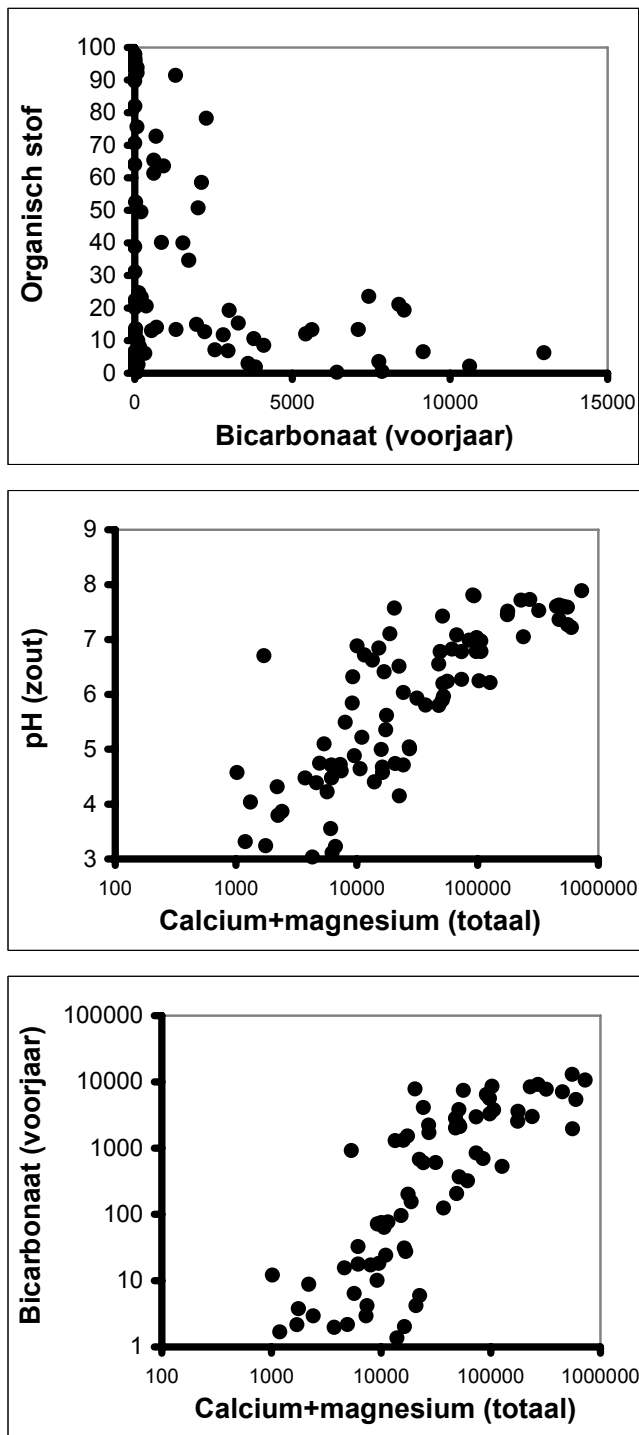


Figuur 9a. Relatie tussen de zuurgraad en de hoeveelheid met natriumchloride extrabeerbaar bicarbonaat, calcium+ magnesium en aluminium.

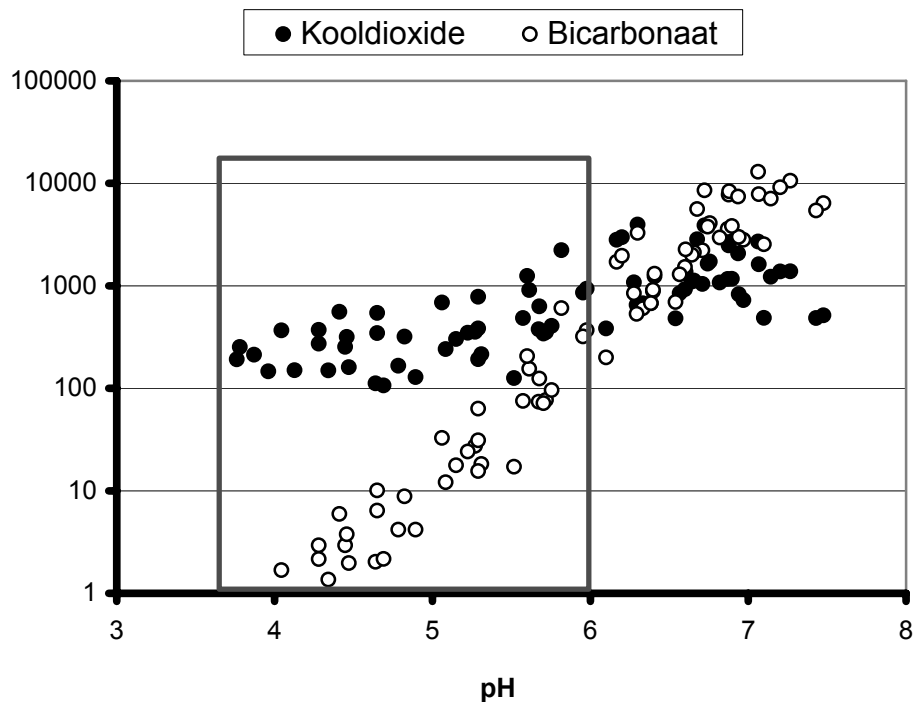


Figuur 9b. Relatie tussen de zuurgraad en de hoeveelheid met natriumchloride extrabeerbaar mineraal stikstof (ammonium en nitraat)

Gekoppeld aan de buffering van de bodem bepaalt de pH ook het zogenaamde koolzuurevenwicht in de bodem. Anorganisch koolstof is in het bodemvocht aanwezig als kooldioxide of bicarbonaat. Bij een hoge pH is bicarbonaat de dominante anorganische koolstofvorm en bij een lage pH juist kooldioxide (zie Figuur 9d). Met name voor ondergedoken waterplanten is het van groot belang of kooldioxide of bicarbonaat de dominante anorganische koolstofvorm is. Waterplanten zijn voor hun koolstofvoorziening immers afhankelijk van de opname van anorganisch koolstof uit de waterlaag. Sommige waterplanten kunnen bicarbonaat opnemen en kunnen ook in zeer harde wateren met een hoge pH en hoge bicarbonaatconcentraties goed gedijen. Andere soorten kunnen alleen kooldioxide opnemen en doen het in dergelijke wateren juist slecht. Sommige terrestrische vegetaties zijn ook afhankelijk van hoge kooldioxideconcentraties in de bodem. Zo kunnen veenmosvegetaties veel beter gedijen op bodems met een hoge kooldioxide-concentratie. Met name de vegetaties uit hoogveenslenken blijken deels afhankelijk te zijn van het kooldioxide dat vrijkomt uit de bodem



Figuur 9c Relatie tussen de buffercapaciteit van de bodem en de hoeveelheid opgeboopt organisch materiaal. Uit de onderste twee deelfiguren blijkt dat de buffercapaciteit op verschillende manieren kan worden uitgedrukt.



Figuur 9d Concentraties mineraal koolstof in relatie tot de zuurgraad van de bodem. (NB. Let op de logaritmische schaalverdeling)

Omdat de pH en buffercapaciteit van de bodem invloed hebben op vele factoren in de bodem kunnen we verwachten dat deze in belangrijke mate de verspreiding van planten en vegetatietypen zal beïnvloeden.

Ook de waterhuishouding heeft een belangrijke invloed heeft op het voorkomen van vegetatietypen. Planten die op natte standplaatsen groeien, zullen aanpassingen nodig hebben om langdurige natte condities te kunnen overleven. Zo hebben planten in een anaërobe bodem speciale aanpassingen nodig om de wortels van zuurstof te kunnen voorzien. Vele planten van natte standplaatsen hebben een stelsel van luchtkanalen in de plant waardoor zuurstof via de spruit naar de wortel kan diffunderen. Dit speciale luchtweefsel wordt aerenchym genoemd. Planten die niet over deze eigenschap bezitten zullen in een zuurstofloze bodem niet kunnen overleven. Anderzijds hebben planten die op zeer droge standplaatsen groeien ook speciale aanpassingen waardoor ze in staat zijn om droogte te overleven. Tijdelijke droogval in de zomermaanden kan daarnaast een belangrijke positieve invloed hebben op de vegetatieontwikkeling, omdat het leidt tot een netto verlaging van de voedingsstoffenbeschikbaarheid. Oxidatieprocessen in de wortelzone tijdens droogval leiden hierbij tot een verlaging van de fosfaatbeschikbaarheid en tot netto stikstofverliezen. De hydrodynamiek is (m.u.v. de GLG) niet meegenomen in de analyses. Verwezen kan worden naar de resultaten van het parallel-onderzoek van Van Delft *et al.* (2006).

Het is duidelijk dat ook de zoutconcentratie in belangrijke mate de verspreiding verklaart. Om hoge zoutconcentraties te kunnen verdragen hebben planten speciale aanpassingen nodig. Deze aanpassingen zijn er op gericht om de osmotische waarde van de plant gelijk te houden aan die van de omgeving. Planten die zulke aanpassingen niet bezitten zullen niet in staat zijn om in een zout of brak milieu te overleven.

Tenslotte speelt ook voedselrijkdom een zeer belangrijke rol in de verspreiding van de verschillende vegetatietypen. Zo worden bodems waar de fosfor (P) beschikbaarheid erg hoog is (bijvoorbeeld voormalige landbouwgronden) vaak gedomineerd door ruigtevegetaties waarin slechts een paar snel groeiende soorten dominant worden. Dit komt omdat onder voedselrijke omstandigheden concurrentie om nutriënten relatief veel minder belangrijk wordt en de concurrentie om licht juist dominant wordt. Opgemerkt moet echter worden dat op relatief voedselrijke bodems zich soms soortenrijke vegetaties kunnen ontwikkelen wanneer de excessieve groei van eutrafente soorten wordt geremd door fytotoxische stoffen. Een heel belangrijke fytotoxine is ijzer. Dit kan in het bodemvocht van natte bodems ophopen in concentraties die toxisch zijn voor planten die hier niet aan aangepast zijn. Kwelwater bevat van nature vaak veel ijzer waardoor op kwellocaties vaak bijzondere soortenrijke vegetaties kunnen ontstaan. Het in het zuurstofloze kwelwater opgeloste fosfaat, slaat neer bij het bereiken van de toplaag van de bodem en hiermee vindt tevens binding van opgelost fosfaat plaats. Dit heeft belangrijke gevolgen voor het beheer. Verdroging van dit soort vegetaties kan niet zonder meer worden bestreden door de inlaat van oppervlaktewater. Ook al is het oppervlaktewater arm aan nutriënten, dan nog kan als gevolg van het wegvallen van de ijzerdruk een ernstige verzuuring van de vegetatie plaatsvinden indien de ijzerconcentratie in het bodemvocht sterk daalt. Het ijzer wordt geleidelijk gebonden aan bijvoorbeeld sulfaat, of spoelt uit. Hierdoor kan aan ijzer gebonden fosfaat weer vrijkomen en wordt nieuw aangevoerd fosfaat niet meer gebonden.

9.2 Een eerste indeling op grond van de abiotiek

Op grond van de vegetatiesamenstelling en de reeds bekende informatie over de eisen die vegetaties aan de bodem stellen is een voorlopige indeling in (groepen van) referentiepunten gemaakt. Op grond van de factoren zout en vocht zijn eerst twee kleinere groepen afgesplitst: (1) vegetaties op zilte bodem en (2) niet grondwaterafhankelijke vegetaties. De grote resterende groep is opgedeeld naar zuurgraad: (3a) zure, (3b) zwak gebufferde, (3c) matig gebufferde en (3d) kalkminnende vegetaties. De groep van matig gebufferde bodems kunnen nog verder opgesplitst worden op grond van trofiegraad: oligotrafente, mesotrafente en (relatief) eutrafente vegetaties. Ook binnen deze groepen kunnen nog enkele opsplitsingen gemaakt, maar deze zijn voor dit tussenrapport slechts ten dele zinvol. Tenslotte is ook een kleine restgroep van 9 moeilijk te karakteriseren referentiepunten overgebleven. Deze handmatige indeling komt sterk overeen met de manier waarop Canoco in de voorgaande hoofdstukken de referentiepunten heeft geordineerd.

Vervolgens is de abiotiek van de resulterende groepen onderling vergeleken. De splitsing tussen zilte en niet zilte vegetaties is ook op grond van de gemeten concentraties natriumchloride heel duidelijk te maken. Ook het verschil tussen zoute en slechts enigszins brakke bodems komt duidelijk naar voren. Een en ander blijkt ook uit de CCA-resultaten van het bodemvocht. Uit de CCA-resultaten van de bodems komt de factor zout minder duidelijk naar voren; dit komt doordat een deel van de resultaten juist gebaseerd is op zout-extracten en natrium en chloride hierdoor niet gemeten konden worden.

De volgende splitsing, op grond van de zuurgraad, komt ook duidelijk uit de gegevens naar voren. Hierbij lijkt het in eerste instantie weinig uit te maken welke parameter precies voor de zuurgraad wordt gebruikt; pH, alkaliniteit, aluminium en calcium reageren op hoofdlijnen identiek en hierbij maakt het ook weinig verschil welke analyse-methode wordt gebruikt (Tabel 9a). Ondanks dat slechts gemiddelden van enkele hoofdgroepen zijn uitgerekend, waarin zeer afwijkende waarde het beeld verstoren, is er een duidelijke reeks van lage pH, alkaliniteit en calciumconcentratie op zure bodem naar een lage aluminiumbeschikbaarheid op basische bodem.

Naast de vochtvoorziening, de zuurgraad en de saliniteit wordt ook van de trofiegraad algemeen aangenomen dat deze een grote invloed heeft op de vegetatiesamenstelling. Om te kijken of dit ook uit de meetgegevens naar voren komt, zijn alleen de grondwaterafhankelijke vegetaties van gebufferde bodem bekeken. Deze zijn gesplitst in drie groepen: oligotrafente vegetaties (blauwgrasland, veldrusschraalland), mesotrafente vegetaties (dotterbloemhooilanden) en eutrafente vegetaties (glanshaverhooilanden en vossestaartgrasland).

Tabel 9a. Gemiddelde waarden voor enkele parameters die samenhangen met de zuurgraad, weergegeven voor 4 hoofdgroepen van grondwaterafhankelijke vegetaties.

Vegetatie van:	pH (bv)	pH (zout)	alk. (bv)	Al (zout)	Ca (zout)
Zure bodem	4,5	4,3	125	676	2376
Zwak zure bodem	5,6	5,6	1436	179	5629
Gebufferde bodem	6,2	6,0	2093	93	10203
Kalkrijke bodem	6,9	7,5	5053	18	6266

Alk = alkaliniteit in micro-equivalent/liter; bv = bodemvocht voorjaar; zout = zoutextract. Al & Ca in micromol/liter.

In eerste instantie komt er geen zeer duidelijk beeld naar voren. De gemeten stikstof- en kaliumwaarden verschillen tussen de groepen niet heel veel. Iets duidelijker verschillen leveren de gemeten fosfaatwaarden. Vooral Olsen-P neemt, met een toenemend aandeel eutrafente soorten in de vegetatie, gemiddeld toe. Maar ook deze parameter alleen lijkt niet voldoende om de indeling in groepen te kunnen rechtvaardigen. Een duidelijk beeld ontstaat pas wanneer verschillende factoren in onderlinge samenhang worden bekeken (Tabel 9b). De oligotrafente groep blijkt dan op bodems te staan die weinig fosfaat bevatten, waardoor ook weinig fosfaat beschikbaar is. De mesotrafente groep staat op bodems die in het bodemvocht juist veel fosfaat bevatten, meer dan in de eutrafente groep, maar waar tevens zeer veel ijzer aanwezig is. Planten hebben hier dus aanpassingen nodig om fosfaat op te nemen zonder dat een neerslag met ijzer ontstaat. In de eutrafente groep is de totale

fosfaatvoorraad in de bodem het grootst, maar zijn de concentraties in het bodemvocht laag. Mogelijk hebben soorten zich hier gespecialiseerd in het losweken van fosfaat uit mineralen of uit fosfaatrijk organisch materiaal (snelle *turnover*). Ontbrekend in de set referentiepunten zijn de zeer eutrafente systemen, waarvan bekend is dat ze op bodems voorkomen met vrijwel permanent veel vrij fosfaat in het bodemvocht.

De factor trofie lijkt dus vooral bepaald te worden door de manier waarop fosfaat in de bodem gebonden is en niet zo zeer door de absolute fosfaatconcentratie. Fosfaat is of weinig aanwezig, of aan ijzer gebonden, of aan kalk gebonden, of moet uit mineralen/organisch materiaal worden vrijgemaakt, of is voldoende vrij beschikbaar in het bodemvocht. Overigens lijkt deze complexe benadering alleen nodig voor de grondwaterafhankelijke vegetaties; in de paar opnamen van droge bodem lijkt Olsen-P alleen voldoende te zijn om de verschillen in vegetatiesamenstelling te verklaren.

Tabel 9b. Gemiddelde waarden voor enkele parameters die samenhangen met de trofiegraad, weergegeven voor drie hoofdgroepen van grondwaterafhankelijke vegetaties op niet zure bodem. Concentraties in $\mu\text{mol/kg DW}$ (Olsen, destructie, z_{out}) of $\mu\text{mol/liter}$ (bodemvocht).

Vegetatie van:	Olsen-P	PO ₄ (bv)	P (zout)	P (des)	Fe (bv)
Oligotrofe bodem	214	1,1	1,0	7630	107
Meotrofe bodem	333	5,2	0,5	12410	1063
Eutrofe bodem	633	1,0	1,0	16479	467

Alk = alkaliniteit; bv = bodemvocht voorjaar; des = destructie; z_{out} = $z_{\text{outextract}}$.

De beschreven indeling is nog eens kort weergegeven in tabel 9c, maar nu voorzien van de vegetatie-eenheden in elke groep. Duidelijk blijkt dat een scheiding op puur abiotische gronden goed wordt weerspiegeld in de vegetatie. Zo worden bijvoorbeeld de drie verbonden van de Klasse der vochtige graslanden keurig verdeeld op grond van de trofiegraad.

Tabel 9c Verdeling van de referentiepunten over de verschillende milieutypen.

Code	Vegetatietype(n)	Milieutype	N
RG 6	RG Oeverkruid-klasse	zoet, nat, zwak zuur	3
6C	Verbond van Waterveld en Stijve moerasweegbree	zoet, nat, zwak zuur	1
8C	Verbond der Grote zeggen	restgroep	1
RG 9	RG Klasse der Kleine zeggen	zoet, nat, zuur	5
		zoet, nat, zwak zuur	1
		zoet, nat, kalkrijk	1
9A	Verbond van Zwarte zegge	zoet, nat, zwak zuur	5
		zoet, nat, zuur	1
9B	Verbond van Draadzegge	zoet, nat, zwak zuur	2
9C	Knopbies-verbond	zoet, nat, kalkrijk	5
		zoet, nat, gebufferd, oligotroof	1
		restgroep	1
RG 10	RG Klasse van hoogveenslenken	zoet, nat, zuur	2
10A	Snabelbies-verbond	zoet, nat, zuur	2
RG 11	RG Klasse der hoogveenbulten en natte heiden	zoet, nat, zuur	2
DG 11	DG Klasse der hoogveenbulten en natte heiden	zoet, nat, zwak zuur	1
11A	Dophei-verbond	zoet, nat, zuur	6
		zoet, nat, zwak zuur	2
		restgroep	1
11B	Veenmos-verbond	zoet, nat, zuur	3
16A	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje	zoet, nat, gebufferd, oligotroof	7
		zoet, nat, zwak zuur	2
16B	Dotterbloem-verbond	zoet, nat, gebufferd, mesotroof	7
		restgroep	3
16C	Glanshaver-verbond	zoet, droog	5
		zoet, nat, gebufferd, eutroof	3
19A	Verbond der heischrale graslanden	zoet, nat, zwak zuur	4
		zoet, droog	1
26A	Verbond van Gewoon kweldergras	zout	3
26C	Verbond van Engels gras	zout	2
		brak	1
		restgroep	1
27A	Zeevetmuur-verbond	restgroep	1
28A	Dwergbiezen-verbond	brak	1
	Totaal		87

RG: rompgemeenschappen van de klasse; DG: derivaatgemeenschappen van de klasse; N: aantal referentiepunten; aantallen exclusief klasseoverschrijdende rompgemeenschappen waarvan de referentiepunten niet eenduidig aan één klasse zijn toe te delen; gearceerd: vegetatietype(n) grotendeels beperkt tot één milieutype (> 75%).

9.3 Schets van de abiotische randvoorwaarden per verbond

Het grootste deel van de onderscheiden vegetatie-eenheden is slechts één of enkele malen bemonsterd. Dit maakt het heel moeilijk om betrouwbare uitspraken te doen over de eisen die de betreffende vegetatie aan de bodem stelt. Op een wat hoger niveau (verbond en klasse) zijn met de beschikbare gegevens al wel gefundeerde uitspraken te doen mits de standplaatsen van de diverse associaties niet te ver uiteen lopen. Hiertoe zijn range en gemiddelde waarde van de belangrijkste parameters voor alle bemonsterde referentiepunten per verbond dan wel klasse uitgezet in een aantal diagrammen (Bijlage C).

Hieronder wordt per verbond dan wel klasse gepoogd om aan te geven waar de knelpunten voor de beheerder liggen met betrekking tot de abiotische randvoorwaarden. Er kan slechts van een poging worden gesproken omdat de randvoorwaarden nog slechts met 1 meting per (sub)associatie zijn onderbouwd, maar ook omdat veel van de bijbehorende rompgemeenschappen nog niet zijn doorgemeten. Uit een vergelijking van de abiotiek van alle rompgemeenschappen met de abiotiek van goed ontwikkelde gemeenschappen kan blijken in welke aspecten de rompgemeenschap afwijkt. Vermoedelijk komt dan de abiotiek van de ver-thema's (zoals verzuring, vermisting en verdroging) dan wat duidelijker naar voren dan thans het geval is.

Oeverkruidklasse en Verbond van Waternavel en Moerasweegbree (6 / 6C)

Vegetaties van de Oeverkruidklasse komen voor op en langs oevers van voedselarme, zwak zure wateren. Er is binnen deze klasse een duidelijk verschil tussen de standplaatsen van het Oeverkruidverbond en het Verbond van Waternavel en Moerasweegbree. De eerste groep staat over het algemeen in de minst gebufferde wateren en op de meest voedselarme bodems. Ook zijn veel soorten aangepast aan zeer lage concentraties kooldioxide in de waterlaag. Drie van de vier opnamen (klasse-rompen) worden gedomineerd door zuurminnende of tamelijk zuurtolerante soorten, terwijl het optreden van Waterpunge in de opname uit het Stelkampsveld (Verbond van Waternavel en Moerasweegbree) doet vermoeden dat deze standplaats duidelijk beter gebufferd is.

De metingen bevestigen dat vegetaties van de Oeverkruidklasse op fosfaatarme bodem voorkomen. De vegetaties behorende tot de Oeverkruidklasse worden gekenmerkt door zeer lage Olsen-P concentraties ($<150 \mu\text{mol L}^{-1}$ bodem). De Olsen-P concentratie is zelfs de laagste van alle doorgemeten groepen. Ook de P-ratio (P-Olsen / P-des), die aangeeft hoeveel van het totaal-P concentratie van de bodem beschikbaar is voor de planten, is erg laag. Hierbij kan nog worden aangetekend dat de drie opnamen van relatief zure standplaatsen tevens op de meest voedselarme bodem zijn aangetroffen; de opname uit het Stelkampsveld is duidelijk iets rijker.

Vegetaties uit de Oeverkruidklasse komen uitsluitend voor op minerale bodems met een laag organisch stofgehalte. Vele planten die karakteristiek zijn voor de Oeverkruid-klasse scheiden zuurstof uit waardoor ze in staat zijn om fosfaat in de bodem te immobiliseren. Door zuurstof uit te scheiden blijft de minerale bodem

oxidatief waardoor ijzer in geoxideerde vorm in de bodem aanwezig is. Aan dit geoxideerde ijzer kan fosfaat goed binden waardoor de beschikbaarheid laag blijft. Omdat het veelal om planten gaat met een intrinsiek lage groeisnelheid is dit van groot belang. Wanneer de fosfaatbeschikbaarheid te hoog wordt kunnen sneller groeiende soorten zich in de vegetatie vestigen en de soorten uit de Oeverkruidklasse overgroeien. De metingen later echter zien dat zowel de totale hoeveelheid ijzer als het beschikbaar ijzer in de referentiepunten laag is. Het lijkt er dus op dat op de gemeten plekken fosfaat het groeibeperkende element is, maar dat dit vooral komt doordat de bodem tamelijk fosfaatarm is en dit fosfaat bovendien vooral is ingebouwd in de mineralen terwijl het percentage organisch stof laag is.

De beschikbaarheid van stikstof (ammonium en nitraat) is vrij hoog. Waarschijnlijk wordt dit voor een belangrijk deel veroorzaakt door atmosferische depositie, een vergelijking met metingen in dergelijke vegetaties in o.a. Midden-Frankrijk en Zuid-Noorwegen laat zien dat de Nederlandse opnamen stikstofrijker zijn.

In de mate van buffering is een vrij grote spreiding aangetroffen. Deze wordt vrijwel geheel veroorzaakt door de opname uit het Stelkampsveld. Hier is in het bodemvocht een veel hogere buffercapaciteit, pH en concentratie kooldioxide gemeten. De metingen bevestigen dat de opnamen twee uitersten vertegenwoordigen: opnamen aan wateren die nog net niet geheel zuur zijn en een opname in zwak tot matig gebufferde omgeving.

Voor het beheer is allereerst van belang om te beseffen dat de Nederlandse groeiplaatsen in stand blijven dankzij de lage fosfaatbeschikbaarheid. Op zeer fosfaatarme bodems kan ophoping van organisch stof deze beschikbaarheid op den duur verhogen. Op fosfaatrijkere bodems, die overigens niet in de meetset zitten, is het van vitaal belang om een actieve cyclus van ijzeroxidatie en ijzerreductie in stand te houden. Dit betekent aanvoer van grondwater met gereduceerd ijzer, groei van water- en oeverplanten die zuurstof in de bodem pompen en een voldoende jaarlijkse peilfluctuatie zodat gereduceerd ijzer regelmatig wordt geoxideerd en ijzer bindt.

Verder bevestigen de metingen dat de variatie binnen de Oeverkruidklasse voor een groot deel veroorzaakt wordt door een verschil in buffercapaciteit. Factoren die de buffercapaciteit beïnvloeden moeten dus goed in de gaten worden gehouden, bijvoorbeeld de aanvoer van gebufferd grond- of oppervlaktewater. Een hogere buffercapaciteit gaat vaak ook gepaard met een hogere fosfaatbeschikbaarheid; in meer gebufferde milieus zijn processen als regelmatig droogvallen en aanvoer van ijzerrijk grondwater dus extra belangrijk voor het in stand houden van de groeiplaats.

Verbond der Grote zeggen (8C)

De twee referentiepunten met een vegetatietype behorend tot het verbond van Grote zeggen zijn zeer verschillend van aard: een duinvallei op Texel en een kraggevegetatie in de Rottige Meente. De belangrijkste gemeenschappelijke soort is Padderus. De standplaats wordt gekenmerkt door een vrij hoge pH, een matige fosfaatbeschikbaarheid en een lage stikstofbeschikbaarheid. De manieren waarop deze standplaatscondities worden bereikt lopen echter sterk uiteen.

Op Texel is sprake van een minerale, kalkrijke bodem. De fosfaatbeschikbaarheid is hier waarschijnlijk laag door de binding van vrij fosfaat aan calcium en/of carbonaat. Daarnaast kan stikstof makkelijk naar de lucht verdwijnen dankzij de combinatie van een hoge pH en zuurstofaanvoer door een wisselend vochtgehalte. In de Rottige Meente is sprake van een kalkarme veenbodem met een wat hogere Olsen-P-beschikbaarheid, maar met een zeer laag totaal P-gehalte. Ook is de concentratie vrij ijzer in het poriewater wat hoger. De fosfaatbeschikbaarheid wordt hier waarschijnlijk enigszins geremd door neerslag met ijzer. Ook uit dit systeem kan stikstof makkelijk verdwijnen dankzij de combinatie van een hoge pH en een natte bodem met veel organisch stof. Waarschijnlijk zorgen de dominante helofyten voor de benodigde zuurstofaanvoer via hun wortelstelsels.

De manieren waarop de standplaatscondities worden bereikt zijn zeer belangrijk voor het beheer. In de duinvallei kan mobilisatie van fosfaat optreden indien de toplaag van de bodem niet meer onder invloed van kalkrijk grondwater staat. De stikstofbeschikbaarheid kan oplopen indien de waterstandsfluctuaties kleiner worden. Op de veenbodem is het van belang dat vrij ijzer beschikbaar blijft in het systeem: het systeem is dus gevoelig voor de aanvoer van sulfatrijk water. Ook kan door de aanwezigheid van voedselrijk oppervlaktewater snel verzuiging optreden. Verder is het systeem door de kalkarme omstandigheden gevoelig voor verzuring. Dit kan op zijn beurt de ophoping van stikstof bevorderen.

Een laag totaal-P-gehalte en een lage N-beschikbaarheid zijn de meeste opvallende kenmerken van beide opnamen. Hierbij mag Olsen-P blijkbaar best wat hoger oplopen. Het lage totaal-P-gehalte kan te maken hebben met de hogere P-behoefte van de vegetatie, waarbij de planten in het groeiseizoen wellicht in staat zijn om alle beschikbare P op te nemen (hoge turn-over), waardoor concurrentie met andere soorten wordt voorkomen. Opgemerkt moet worden dat de bodemon monsters zijn genomen vóór het begin van het groeiseizoen. Ook zal in een goed ontwikkelde vegetatie een wat hogere beschikbaarheid van P minder gevolgen hebben omdat daar N-limitatie en lichtconcurrentie met andere soorten zal optreden. Het is mogelijk dat de N-limitatie in de bodem wordt veroorzaakt door de snelle groei en de grote stikstofbehoefte van de planten.

Verbond van Zwarte zegge (9A)

In het bestand zitten referentiepunten uit beekdalgraslanden, veenmosrietlanden en zwak zure duinvalleien. De gemeten standplaatscondities komen vrij goed overeen: een vrij lage fosfaat- en stikstofbeschikbaarheid en een zwak gebufferde bodem. Wel is er voor veel parameters een enkele uitschieter aanwezig, waardoor de spreiding in de meetgegevens vrij groot is. Dit hangt voor een deel samen met de verschillende manieren waarop de standplaatscondities worden bereikt.

De standplaatsen hebben de neiging om te verzuren en deze neiging wordt waarschijnlijk nog versterkt door atmosferische depositie. Buffering vindt plaats doordat calcium- en carbonaathoudend grondwater periodiek tot in het maaiveld reikt. Op sommige plekken, bijvoorbeeld de vroongronden op Schouwen en de Kappersbult in Drenthe, is het grondwater vrij sterk gebufferd, maar is het

waarschijnlijk slechts kort aanwezig in het maaiveld. Op andere plekken is minder gebufferd grondwater aanwezig, maar waarschijnlijk wel gedurende een langere periode. In de veenmosrietlanden is veeleer jaarrond sprake van een vrij steile gradiënt van gebufferd water op enige decimeters diepte naar zuur water in de toplaag. Hierdoor groeien diep wortelende soorten van gebufferd milieu naast oppervlakkig of niet wortelende soorten van zuur milieu.

Een lage beschikbaarheid van fosfaat wordt op sommige plekken in stand gehouden door relatief kalkrijke omstandigheden (Schouwen), op veel andere plekken door een actieve ijzercyclus. In de veenmosrietlanden is de toplaag arm aan totaal-fosfaat. Opmerkelijk is verder de grote spreiding in ammoniumbeschikbaarheid. Als deze opname wordt weggelaten blijkt de ammoniumconcentratie niet hoger te zijn dan bijvoorbeeld in de opnamen uit de Oeverkruidklasse.

Voor het beheer lijkt vooral de hydrologie doorslaggevend. Er moet voldoende buffering plaatsvinden vanuit het grondwater, dus in het winterhalfjaar moet het grondwater tot in het maaiveld reiken. De duur is dan vooral afhankelijk van de mate van buffering van dit grondwater. Indien de fosfaatbeschikbaarheid ijzergestuurd is, moet in de drogere periode juist een zekere mate van doorluchting en dus uitdroging plaatsvinden. Belangrijke bedreigingen voor deze systemen zijn een verminderde grondwaterinvloed en afname van de buffering en/of het ijzergehalte van het grondwater.

Verbond van Draadzegge (9B)

Voor het verbond van Draadzegge geldt grofweg hetzelfde als voor het verbond van Zwarte zegge, maar de standplaats is duidelijk natter en sterker gebufferd. De twee bemonsterde referentiepunten van het Draadzegge-verbond lopen sterk uiteen in de manier waarop de standplaatscondities worden bereikt. In het ene geval is de bodem vrij fosfaatrijk, maar is de beschikbaarheid beperkt door de aanvoer van ijzerrijk grondwater. In het andere geval is de bodem arm aan totaal-fosfaat. Beide plekken staan vrijwel het hele jaar onder invloed van matig tot vrij sterk gebufferd grondwater.

Opvallend is verder de lage sulfaatconcentratie van het poriewater. Vanwege de vrij sterke buffering en het hoge percentage organisch materiaal zijn de standplaatsen zeer gevoelig voor interne eutrofiering als gevolg van sulfaatrijk water. Aanvoer van sulfaatrijk grond- of oppervlaktewater moet dus worden voorkomen.

Knopbies-verbond (9C)

De opnamen uit het Knopbies-verbond zijn alle afkomstig uit duinvalleien en mede hierdoor is de spreiding in de meetgegevens gering. Alle standplaatsen zijn (tamelijk) fosfaatarm, zeer stikstofarm en sterk gebufferd. De totale fosfaathoeveelheid in de bodem is niet laag, maar fosfaat wordt behalve door kalk op veel plekken ook geïmmobiliseerd door ijzer. Stikstofarme condities blijven in stand door de combinatie van een hoge pH met wisselende waterstanden. Opvallend is verder het lage percentage organische stof. Het geproduceerde organische materiaal wordt

onder de kalkrijke, vochtige en vaak ook zwavelrijke omstandigheden snel afgebroken.

Hier ligt meteen ook de belangrijkste bedreiging voor de Knopbies-gemeenschappen. Indien kalkrijk water niet meer periodiek tot in de toplaag reikt zal deze verzuren, zal de afbraak sterk vertragen en zal de stikstofbeschikbaarheid oplopen. Mogelijk gebeurt hetzelfde indien de zwavelaanvoer vermindert, bijvoorbeeld omdat er geen incidentele overspoeling met zeewater meer plaatsvindt. De ophoping van organisch materiaal is een zichzelf versterkend proces; meer organisch materiaal leidt tot een sterkere verzuring van de toplaag en een nog snellere ophoping van organisch materiaal. Atmosferische depositie leidt tot een verhoogde strooiselproductie en maakt dus dat een goede strooiselafbraak nog belangrijker wordt.

Voor het beheer is het van vitaal belang om de strooiselaccumulatie te volgen. Deze kan worden voorkomen door de invloed van kalkrijk grondwater in de toplaag te vergroten, zonder dat dit ten koste gaat van de natuurlijke peilfluctuatie. Een mogelijk alternatief is het stimuleren van incidentele overspoeling met zeewater.

Tenslotte kan nog worden opgemerkt dat in vegetaties van het Knopbies-verbond vaak elementen van het Dwergbiezenverbond aanwezig zijn. Deze hebben dezelfde standplaatsen: een stikstofarme, gebufferde en periodiek vochtige bodem met enige fosfaatbeschikbaarheid en geen ophoping van organisch materiaal.

Snavelbiesverbond (10A)

Slechts twee van de vijf referentiepunten uit de Klasse van de hoogveenslenken hebben betrekking op een vegetatie die kan worden toegedeeld aan het Snavelbies-verbond. Bovendien gaat het daarbinnen nog om twee zeer verschillende vegetaties; een veenmosrijke, vermoedelijk aquatische, vegetatie waar gemeten is in de zandondergrond en een hoogveenslenk in het Bargerveen. Hierdoor kunnen slechts wat algemenere uitspraken worden gedaan over de standplaatscondities.

De vertegenwoordigers van dit verbond komen voor op kalkarme, zure bodems bodems. Opvallend is dat beide voorkomen op bodems met een laag kooldioxide-gehalte. Dit heeft te maken met het kalkarme karakter van de bodems enerzijds en met zuurgraad van de bodems anderzijds. Deze laatste factor zorgt ervoor dat afbraak van organisch materiaal traag verloopt waardoor de kooldioxide-concentratie (een product van deze afbraak) laag blijft. De totaal-P-concentratie van de bodems is laag. De metingen bevestigen dat het Snavelbiesverbond in Nederland is gebonden aan zure, zeer fosfaatarme, maar niet noodzakelijkerwijze stikstofarme standplaatsen.

De meest bijzondere vegetaties uit het Snavelbies-verbond bevatten soorten als Lange zonnedauw, Veenbloembies of Slijkzegge. Deze groeien in even zuur milieu als de overige gemeenschappen van de klasse, maar op plaatsen met een zeer lichte aanrijking met grondwater, waardoor de aluminium/calcium-ratio en de ammonium/nitraat-ratio naar verwachting beter is. Is de aanrijking groter, dan vindt tevens een stijging van de pH plaats en ontwikkelt zich een andere vegetatie. In het Bargerveen is een opname met Lange zonnedauw doorgemeten; deze is inderdaad

even zuur als de overige gemeten plekken van de klasse der Hoogveenslenken, maar de concentraties calcium en ijzer zijn iets hoger. Waarschijnlijk zijn dergelijke plekken zeer gevoelig voor oplopende ammonium- en aluminiumconcentraties, of wijziging in de hydrologie. Door het zeer geringe aantal metingen is hierover echter geen gefundeerde uitspraak te doen.

Dopheiverbond (11A)

Tot het Dopheiverbond worden zowel vegetaties van zure als van zwak gebufferde natte heide gerekend. Deze zijn ook beide vertegenwoordigd in de referentiepunten, waardoor de spreiding in pH, buffercapaciteit en calciumwaarden vrij groot is. Verder lijkt de abiotiek vrij veel op die van de opnamen uit het Snavelbies-verbond: zuur, fosfaatarm en minder stikstofarm. Stikstof is aanwezig in de vorm van ammonium.

Het gaat in beide verbonden om vegetaties die in belangrijke mate gevoed worden door regenwater. In deze zure systemen kan de ammoniumconcentratie hoog oplopen. Dit is het gevolg van een geremde nitrificatie (ammoniumoxidatie) onder zure en deels anaërobe condities. Wel is opvallend dat op de minerale bodems van het Dopheiverbond vooral de aluminiumconcentratie hoog oploopt, terwijl op de organische bodems van de hoogvenen vooral de ammoniumconcentratie oploopt. Verder zien we dat de concentratie van beschikbare P in de bodem (P-zout) relatief hoog is, met name bij de vertegenwoordigers van het Veenmos-verbond. Ook de P ratio is relatief hoog. Dit wil zeggen dat hier ondanks de lage totaal-P concentraties, de beschikbaarheid van P relatief hoog is. De lage totaal-ijzer en totaal-calcium concentraties van deze grotendeels door regenwater gevoede bodems maakt dat de P-immobilisatie van deze systemen extreem laag is. De geringe invloed van (diep) grondwater maakt deze systemen ook extreem gevoelig voor eutrofiering, o.a. via atmosferische depositie. De in de referentievegetaties gemeten waarden voor ammonium en P(zout) zijn ongetwijfeld (veel) hoger dan de waarden die gemeten worden in ongestoorde referentiesystemen.

Veenmos-verbond (11B)

Vegetaties van het Veenmosverbond (11B) komen uitsluitend voor op organische bodem. Deze bevatten de laagste totaal-P-concentraties. Dit heeft ongetwijfeld te maken met de door de vegetatie gevormde dode veenmoslaag die hier de bodem vormt. Verder is de bodem zuur en bevat grote hoeveelheden ammonium. Dit levert zeer lage pH-waarden (zoutextract) op van even boven de 3. Verder lijkt de abiotiek veel op die van de referentiepunten van het Snavelbies-verbond en het Dopheiverbond.

Het in stand houden van de zure, fosfaatarme situatie is in de meeste terreinen tegenwoordig goed mogelijk. Belangrijkste bedreiging is de grote hoeveelheid stikstof die in de Nederlandse natte, zure systemen aanwezig is. Vrijwel alle gemeten standplaatsen uit de natte, zure heide en de hoogvenen blijken gekenmerkt te worden door een sterke ophoping van ammonium. Van de beperkte set hogere planten die in deze systemen voorkomt, zijn er slechts enkelen die hiervan profiteren; met name Pijpenstrootje. Maar inmiddels is ook duidelijk geworden dat heidestruiken hoger en

dichter worden, snavelbiezen een dichtere mat kunnen vormen en snelgroeiende veenmossoorten zich uitbreiden ten koste van langzamer groeiende soorten. Het beheren komt er dus vaak op neer om deze gewijzigde concurrentieverhoudingen zo veel mogelijk terug te dringen.

Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje (16 A)

Blauwgraslanden komen optimaal voor op matig gebufferde, niet verzuurde bodem, die bovendien voedselarm is. Dit beeld wordt grotendeels bevestigd door de metingen. De beschikbaarheid van fosfaat (Olsen-P) is laag. Ook is de hoeveelheid opgelost ijzer in het bodemvocht meestal beduidend hoger dan de hoeveelheid vrij beschikbaar fosfaat. Wel is op bijna alle meetpunten de hoeveelheid beschikbaar stikstof (ammonium, soms nitraat) vrij hoog. De mate van buffering is op bijna alle meetpunten aan de lage kant. Zo is de bijvoorbeeld de hoeveelheid bicarbonaat in het bodemvocht vrijwel overal laag. Dit lijkt er op te duiden dat in een deel van de meetpunten verzuring is opgetreden. Dit geldt in ieder geval voor een meetpunt uit de schraallanden langs de Meije: pH-zout is hier 4,5 en in de opname domineren zuurtolerante en zuurminnende plantensoorten.

Verzuring is dus een belangrijke bedreiging voor de bemonsterde blauwgraslanden. De voedselarmoede wordt vooral bepaald door een lage fosfaatbeschikbaarheid. Gezien de geringe buffering, wordt deze vooral gestuurd door een actieve ijzercyclus. Dit betekent dat de gemeten blauwgraslanden tevens gevoelig zijn voor interne eutrofiering, bijvoorbeeld door het opzetten van waterpeil in de zomerperiode of door de aanvoer van zwavelhoudend water. Verder is opvallend dat kalium vrijwel ontbreekt in het bodemvocht, maar wel met zout van het bodemcomplex kan worden losgeweekt. Mogelijk kan concurrentie om kalium een belangrijke rol spelen in sommige blauwgraslanden.

Tenslotte is er een opvallend verschil tussen blauwgraslanden en de schraallanden van de Veldrus-associatie. Beide bevatten evenveel fosfaat, maar de laatste groep bevat aanzienlijk minder ijzer en zwavel in het bodemvocht. Dit lijkt te wijzen op een hogere redoxpotentiaal in het veldrusschraalland. Het voorkomen in deze associatie van diverse plantensoorten uit de Klasse der brongemeenschappen wijst in dezelfde richting.

Voor het beheer is het van belang om de juiste balans te zoeken tussen enerzijds buffering door grondwater of eventueel een goede kwaliteit oppervlaktewater en anderzijds oligotrofiering door periodiek droogvallen. Afhankelijk van de samenstelling van de bodem en het grondwater zal per gebied steeds net een andere hydrologie optimaal zijn voor de instandhouding.

Dotterbloem-verbond (16B)

Tot het Dotterbloem-verbond horen vegetaties van bodems die matig tot goed gebufferd zijn en niet al te voedselrijk. Dit blijkt ook uit de metingen aan de referentiepunten. Opvallend is dat zowel de stikstofbeschikbaarheid als de fosfaatbeschikbaarheid in het bodemvocht in het voorjaar vrij hoog is. Maar nog opvallender zijn de grote hoeveelheden opgelost ijzer die vrijwel overal gemeten worden. Een hoog ijzergehalte lijkt een goed kenmerk van goed ontwikkelde

vegetaties uit het Dotterbloem-verbond. IJzer is toxisch voor veel planten indien ze hier grotere hoeveelheden van binnenkrijgen. Veel moerasplanten 'ontgiften' de bodem door zuurstof in de bodem te pompen en zodoende ijzer en andere gereduceerde verbindingen immobiliseren. In dit geval leidt dat echter ook tot neerslag van fosfaat en dus tot mogelijk fosfaatgebrek. Waarschijnlijk hebben de kenmerkende soorten van het Dotterbloem-verbond specifieke aanpassingen voor ijzerrijke, natte bodems.

De gemeten vegetaties zijn allen goed gebufferd, waardoor verzuring een minder groot gevaar lijkt dan in bijvoorbeeld de bemonsterde blauwgraslanden. Omdat de actieve ijzercyclus de beschikbaarheid van fosfaat remt, zijn de standplaatsen wel gevoelig voor interne eutrofiering. Gezien de hoge ijzerconcentraties zal het echter een tijd kunnen duren voordat aanvoer van sulfaatrijk water tot interne eutrofiering leidt. Het vasthouden van water in de zomer periode kan wel snel leiden tot een verhoogde fosfaatbeschikbaarheid, waardoor sommige ijzertolerante plantensoorten snel kunnen gaan domineren. Dit zijn bijvoorbeeld Riet, Bosbies en Veldrus.

Glanshaver-verbond (16C)

Vegetaties van het Glanshaververbond staan op tamelijk voedselrijke, kalkhoudende bodem. Inderdaad hebben deze bodems relatief hoge pH-zout-waarden. Toch zit er wel een grote variatie in de pH-waarden. Dit komt voornamelijk doordat in het Glanshaververbond behalve opnamen van kalkrijke, droge bodems ook opnamen van minder kalkrijke, vochtige bodems zitten. Ook in de gemeten trofiegraad zit een behoorlijke spreiding. Deze is sterk gecorreleerd met de vegetatiesamenstelling. Daar waar de Olsen-P-beschikbaarheid duidelijk hoger is, domineren enkele eutrafente grassoorten: Glanshaver, Ruw beemdgras, Engels raaigras en Veldgerst.

De meest typische vegetaties van het Glanshaver-verbond zijn aanwezig op de meest kalkrijke plekken. De hoeveelheid vrij fosfaat in het bodemvocht is laag, met uitzondering van één opname uit de uiterwaarden langs de Merwede. Waarschijnlijk wordt de fosfaatbeschikbaarheid vooral beperkt doordat fosfaat gebonden wordt aan calcium. In de nattere, kalkarmere opnamen is het minder duidelijk waardoor de fosfaatbeschikbaarheid wordt beperkt. De totale hoeveelheden ijzer zijn hier veel hoger, dus een grotere rol voor de ijzercyclus lijkt hier voor de hand te liggen. De hoeveelheid opgelost, anorganisch stikstof is vrij laag, maar met een zout-extract kunnen grote hoeveelheden nitraat worden vrijgemaakt. Het lijkt er dus niet op dat de vegetaties uit het Glanshaververbond stikstof-gelimiteerd zijn. Ook de hoeveelheid aanwezig kalium is hoog.

Voor het beheer lijkt het vooral van belang om de fosfaatbeschikbaarheid niet te hoog op te laten lopen. De vochtige bodems zijn vaak ijzerrijk, en hier is een afwisseling van nat en droog belangrijk om fosfaat aan ijzer gebonden te houden. Zowel qua bodemsamenstelling als qua vegetatie zitten deze plekken in feite in tussen het Glanshaververbond en het Dotterbloemverbond; iets wat ook al uit de CCA-analyses naar voren kwam. De droge bodems zijn vooral kalkrijk en hier is het belangrijk om verzuring van de toplaag en strooiselophoping te voorkomen.

Verbond der heischrale graslanden (19A)

Het verbond der heischrale graslanden komt voor op kalkarme bodems met een relatief laag organische stofgehalte. De opnamen zijn gemaakt op droge bodems. Van de vijf referentiepunten zijn er vier waar nog een groot aandeel van algemene graslandsoorten aanwezig is. Deze punten hebben een voor heischrale systemen relatief hoog Olsen-P- en totaal-P gehalte. Het gemiddelde ligt voor Olsen-P boven de 500 μmol per liter terwijl in onze eigen referentie datasets de Olsen-P waarden vrijwel altijd onder de 300 μmol per liter liggen. Daarnaast is er ook een referentiepunt waarin algemene graslandsoorten vrijwel ontbreken en bijvoorbeeld wel een zeer kenmerkende soort als Valkruid voorkomt. Hier is de Olsen-P waarde wel maar 300 μmol per liter.

De ijzerconcentraties van de bodems zijn relatief hoog net als de ijzerconcentraties in het bodemvocht. Ook de aluminiumconcentraties in het bodemvocht zijn relatief hoog. Dit komt omdat het hier om relatief zure minerale bodems gaat. Aluminium- en ijzertoxiciteit kan in deze systemen mogelijk een belangrijke rol spelen in de vegetatieontwikkeling. Soorten die tolerant zijn voor aluminiumtoxiciteit kunnen zich bij de huidige verzuring op deze bodem gemakkelijker handhaven dan intolerante soorten.

Op zwak zure, droge bodems zijn er geen mechanismen beschikbaar die zorgen voor een beperking van de fosfaatbeschikbaarheid. De stikstof uit de lucht zorgt er voor dat het tevens onmogelijk is om de groei van meer eutrafente soorten sterk te beperken middels stikstof-limitatie. Zeer voedselarme condities kunnen vanuit een meer eutrofe situatie dan alleen bereikt worden door fosfaat af te voeren middels maaien en afvoeren of door verwijdering van fosfaatrijke toplagen. Met alleen maaien en afvoeren is het waarschijnlijk zeer moeilijk om voldoende fosfaat af te voeren. De vegetatie-ontwikkeling blijft 'steken' in een door grassen gedomineerde situatie of in een situatie die overeenkomt met de meer eutrofe referentiepunten uit de meetset; een dominantie van algemene weidesoorten, met hier en daar een heischrale soort als Tormentil of Verfbrem.

Verbond van gewoon kweldergras (26A)

Dit verbond wordt aangetroffen in een zout of soms slechts brak brak milieu, hetgeen duidelijk wordt uit de zeer hoge chloride- en zwavelconcentraties. Op de lage kwelder is de invloed van zout en regelmatige overspoeling zeer dominant aanwezig en zullen overige bodemfactoren slechts een bijrol spelen. De totaal-P concentraties van de bodems zijn hoog. De P-ratio en de Olsen-P concentraties zijn echter relatief laag. Dit betekent dat P goed geïmmobiliseerd wordt in deze kalkrijke bodems. Ook bevat het bodemvocht in de zuurstofloze bodem veel opgelost ijzer, zodat de vegetatie aangepast moet zijn aan fosfaatopname in een ijzerrijke, zuurstofloze omgeving. Verder hoopt zich in de bodem nauwelijks stikstof op; door de hoge zoutconcentraties kan er geen ammonium aan de bodem gebonden worden en de wisselende vochtomstandigheden bevorderen denitrificatie.

De tamelijk lage fosfaat- en stikstofbeschikbaarheid duiden er op dat, ondanks de fosfaatrijke sedimenten, de bodem en vegetatie waarschijnlijk enigszins gevoelig zijn

voor bemesting. Dit zal vooral opgaan voor onbegraasde kwelders, waar dominante soorten sneller in staat zullen zijn om gaten in de vegetatie op te vullen en overige soorten achteruit zullen gaan.

Verbond van Engels gras (26C) en Zeevetmuur-verbond (27A)

De bemonsterde referentiepunten met vegetaties die behoren tot het verbond van Engels gras verschillen qua abiotiek slechts marginaal van die van de lage kwelder. Het gaat ook hier om kalkrijke bodems getuige de hoge totaal-Ca gehalten van de bodems en de calcium- en bicarbonaatconcentraties van het bodemvocht. Het gemiddelde nitraatgehalte is iets hoger in de bodems van het Verbond van Engels gras. Er zit een grote spreiding in de beschikbaarheid van fosfaat, die waarschijnlijk veroorzaakt wordt door de nogal uiteenlopende vegetaties die in het verbond zijn ondergebracht. De opnamen van de middelhoge kwelder bevatten duidelijk meer fosfaat dan de opnamen die meer een overgang naar een duinvallei lijken te vertegenwoordigen. Ook de ene opname uit het Zeevetmuur-verbond lijkt qua abiotiek en vegetatiesamenstelling een dergelijke overgang te vertegenwoordigen.

Dwergbiezen-verbond (28A)

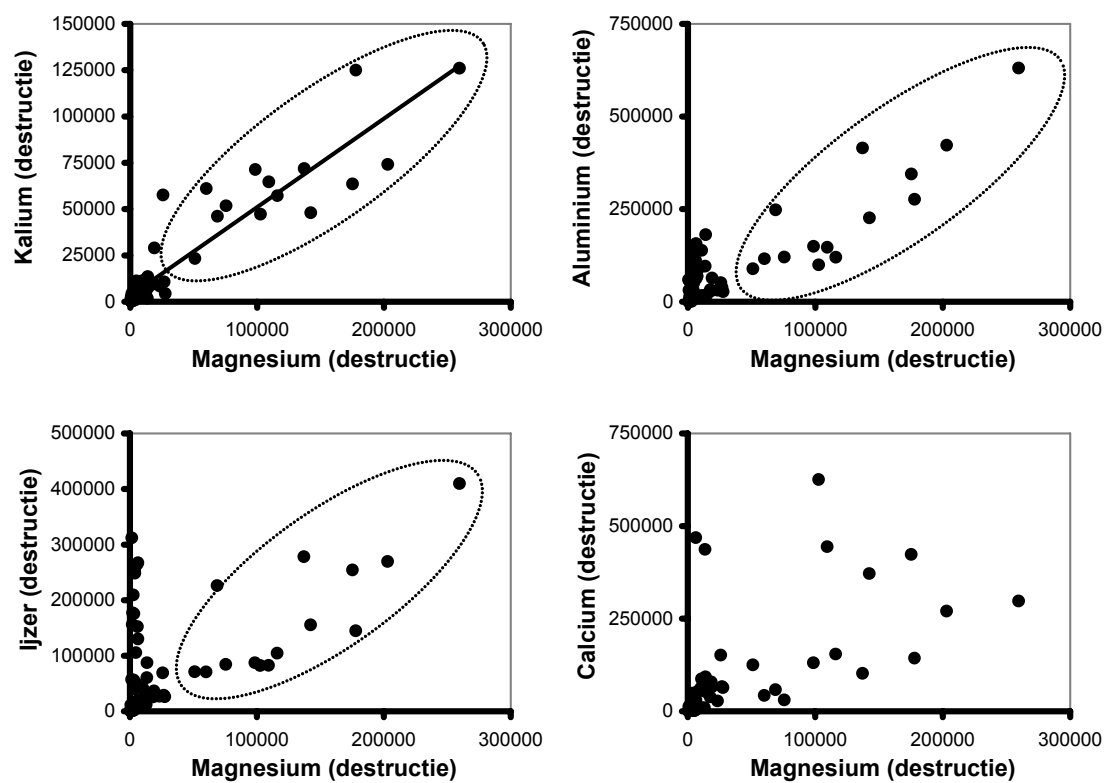
De ene opname uit het Dwergbiezen-verbond komt qua abiotiek vrij goed overeen met metingen die eerder in dit soort systemen gedaan zijn. De zwak zure tot neutrale bodem is arm aan stikstof maar iets rijker aan fosfaat. De meest typische vertegenwoordigers van het Dwergbiezen-verbond hebben aan de ene kant wat fosfaat nodig om hun korte levenscyclus te kunnen voltooien en kunnen aan de andere kant met zeer weinig stikstof toe waardoor snelgroeiende plantensoorten niet kunnen gaan domineren. Belangrijk voor de standplaatsen lijken dus een lage stikstofdepositie, een goede denitrificatie (wisselende waterstand) en enige fosfaataanvoer uit de bodem of uit afbrekend organisch materiaal. Echter, op grond van de ene meting kan geen gefundeerd beeld worden gevormd van de optimale standplaatscondities.

9.4 Resultaten Canoco-bewerkingen

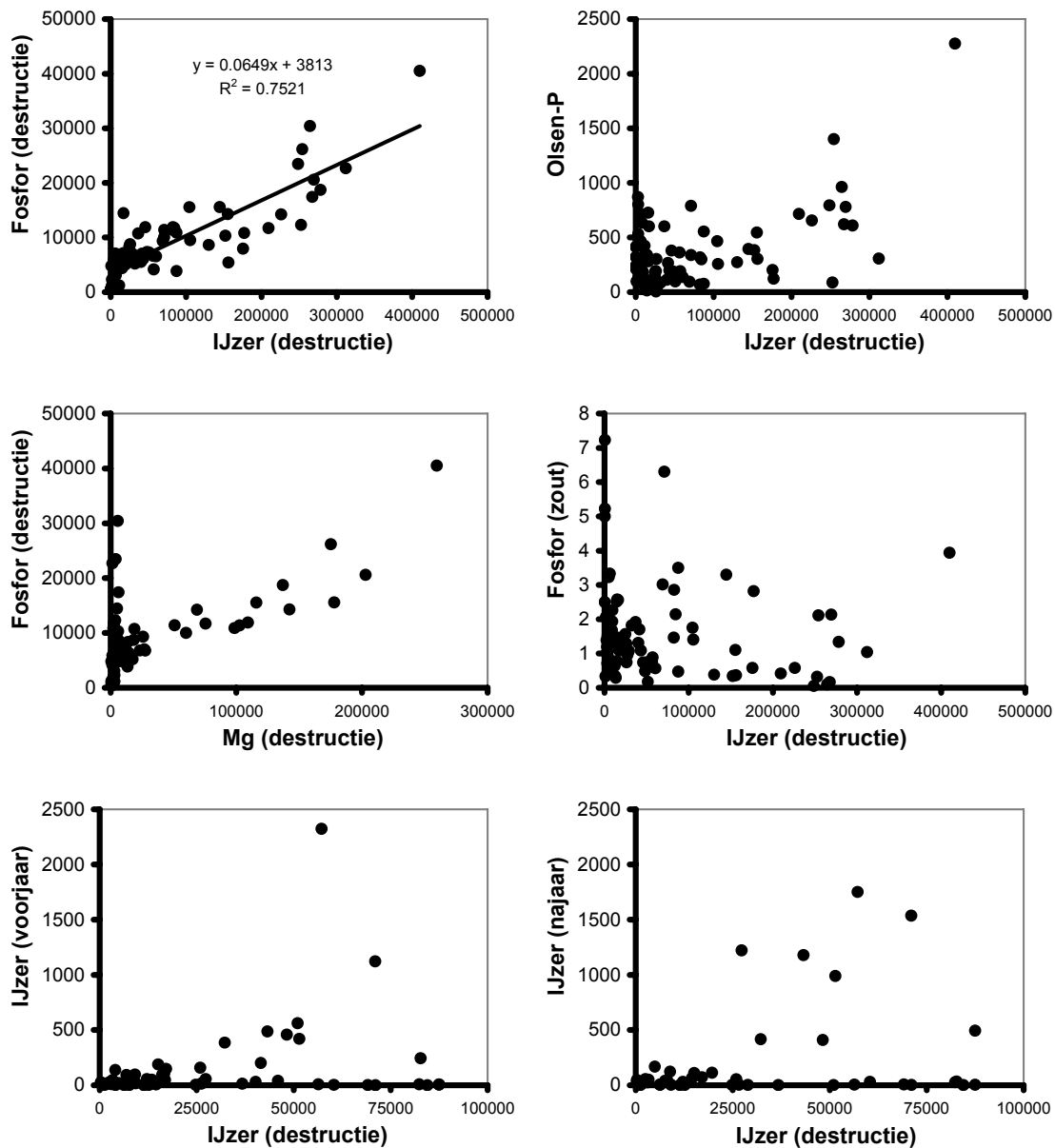
Met behulp van de CCA analyses is getracht vast te stellen in hoeverre de beschikbare data over de abiotische parameters de verschillende groeivoorwaarden voor de verschillende SBB referentievegetaties kunnen verklaren. Het gaat hierbij uiteraard om correlatieve verbanden. Er hoeft dus niet noodzakelijkerwijs een causaal verband te bestaan tussen een abiotische parameter die op grond van een CCA analyse veel 'verklaart' en het voorkomen van een bepaald vegetatietype. Het is dus niet noodzakelijkerwijs zo dat de gevonden parameters direct wijzen op een sturende factor. Om echte sturende factoren te vinden is het noodzakelijk om experimenten onder gecontroleerde omstandigheden uit te voeren in het veld of in het laboratorium. Wel kan een CCA analyse helpen om potentieel sturende factoren te identificeren. Verder moet niet worden vergeten dat per vegetatietype veelal slechts één vertegenwoordiger is bemonsterd. Dit betekent dat we strikt genomen geen harde conclusies mogen trekken met betrekking het vegetatietype in kwestie, maar slechts met betrekking tot het desbetreffende referentiepunt.

Hierboven werd gesteld dat er niet noodzakelijkerwijs een logisch verband hoeft te bestaan tussen een abiotische parameter die op grond van een CCA analyse veel verklaard en het voorkomen van de referentievegetaties. Hieronder geven we hiervan een voorbeeld: De textuur van de bodem is als veldkenmerk beschreven als het leemgehalte van de bodem. In de bodemchemische analyses komt deze factor terug als het totaal-magnesiumgehalte, totaal aluminium-gehalte of totaal kaliumgehalte van de bodem. Kleideeltjes bevatten relatief veel magnesium, kalium, aluminium en ijzer. In Figuur 9a zien we dit terugkomen in de vorm van een sterke relatie tussen de magnesiumconcentratie van de bodem en de kaliumconcentratie van de bodem. Ook het totaal-ijzer gehalte en totaal-aluminium gehalte van de bodem is in bodems die rijk zijn aan magnesium gecorreleerd met de totaal-magnesiumconcentratie van de bodem (Figuur 9e). Het voorkomen van een vegetatietype kan dus correleren met het totaal-aluminium gehalte van de bodem, maar aluminium als chemisch element hoeft hierbij niet noodzakelijkerwijs een belangrijke rol te spelen. Waarschijnlijker is dat het hier het leem- of kleigehalte is dat van doorslaggevend belang is. Omdat aluminium sterk met leem correleert kan het gebeuren dat het CANOCO-programma automatisch voor een van de twee factoren kiest en de andere vervolgens buiten beschouwing laat. Een ander voorbeeld heeft betrekking op bodems met een relatief lage totaal-magnesiumconcentratie. De ijzer- en/of aluminiumconcentratie van de bodem kan hier ook relatief hoog zijn. Dit komt omdat aluminium ook voorkomt in silicaatrijke (zandige) bodems. Deze silicaten verweren deels waarna aluminium als aluminiumhydroxide in de bodem kan ophopen. Ijzer kan ook via grondwatervoeding de bodem bereiken en dan in de vorm van ijzer(hydr)oxiden in de bodem ophopen. Een correlatie met een hoog totaal-ijzergehalte kan dus op twee verschillende manieren tot stand komen.

Opvallend is dat indicatoren voor de nutriëntenrijkdom van de bodem (stikstof en fosfor) slechts zelden terugkomen in de CCA diagrammen. Dit heeft twee belangrijke oorzaken. Ten eerste zijn er vrijwel alleen vegetaties van niet te voedselrijke bodem en niet vermeste standplaatsen geselecteerd voor dit onderzoek. Zo ontbreken bijvoorbeeld dominantiestadia van Witbol, Pitrus, Vossestaart, Struisgras en Pijpenstrootje. Ten tweede heeft dit te maken met het feit dat de waarden voor nutriënten grotendeels sterk gecorreleerd zijn met andere factoren. Zo is de fosforrijkdom van een bodem sterk afhankelijk van de ijzerrijkdom van de bodem. Ijzerrijke bodems hebben de neiging meer fosfor vast te houden omdat fosfaat met ijzer neerslaat. Verder is de ijzerrijkdom ook gerelateerd aan het kleigehalte omdat kleirijke bodems de neiging hebben meer P vast te houden. We zien dit ook terug in de relatie tussen totaal-magnesium en totaal-fosfor (Figuur 9f). Verder moeten we ons realiseren dat we hier veelal te maken hebben met natuurgebieden waarin niet bemest wordt. Wanneer bemeste vegetaties mee zouden worden genomen in de analyses, is het heel waarschijnlijk dat P-gerelateerde factoren wel belangrijk worden als verklarende factor.



Figuur 9e. Relatie tussen de totaal-magnesiumconcentratie en de totaal-kalium-, totaal-aluminium-, totaal-ijzer-, en totaal-calciumconcentraties van de bodems.



Figuur 9f. Relatie tussen verschillende parameters in de bodem.

10 Conclusies

10.1 De belangrijkste factoren

De hoge percentages verklaarde variantie duiden er op dat de gemeten factoren inderdaad voor een groot deel de vegetatiesamenstelling kunnen verklaren. De belangrijkste factoren die doorgaans de vegetatiesamenstelling bepalen zijn beheer, zoutgehalte, vochthuishouding, zuurgraad en trofiegraad. Het is interessant om te bezien of dit ook hier het geval is. Laten wij daarom eerst naar de samenstelling van de set met referentiepunten kijken. Omdat alle referentiepunten bestaan uit korte vegetaties (veelal met een maaibeheer), is de factor beheer waarschijnlijk niet zeer bepalend. Ook betreft het vrijwel uitsluitend terrestrische, maar grondwaterafhankelijke vegetaties. Hiermee wordt ook het belang van de vochthuishouding sterk gereduceerd. De overblijvende factoren, zoutgehalte, zuurgraad en trofiegraad, komen inderdaad als belangrijke factoren naar voren (zie Tabel 10a). Omdat ook de voedselrijke component sterk ondervertegenwoordigd is, komt de factor trofiegraad er relatief zwak uit.

Wanneer we op een meer gedetailleerd niveau gaan kijken naar de gemeten factoren, blijkt dat er per vegetatie-eenheid steeds andere factoren belangrijk zijn. Zo is binnen de Klasse der vochtige graslanden de trofiegraad relatief belangrijk, terwijl binnen de Klasse der Kleine zeggen vooral de zuurgraad cq. basenhuishouding van belang is. Dit maakt het vrijwel onmogelijk om via een universele methode de belangrijkste voorwaarden voor alle vegetatie-eenheden te meten, tenzij standaard zeer veel parameters worden gemeten. De factor zout kan goed worden gemeten door de concentratie natrium en/of chloride in het bodemvocht te meten. De factor zuurgraad wordt goed weergegeven door de zuurgraad te meten in het bodemvocht en door de totale hoeveelheid calcium en/of magnesium in de bodem te meten. De trofiegraad is nog het moeilijkst in één factor te vangen; hiervoor kunnen het best nitraat en orthofosfaat in het bodemvocht, ammonium in het zoutextract en fosfaat in het Olsen-extract worden gemeten.

Tabel 10a. De belangrijkste verklarende factoren

	CCA veldkenmerken				CCA alle factoren *)			
<i>Veldkenmerken:</i>	AV	BL	KZ	VG	AV	BL	KZ	VG
Leemgehalte (0-10 cm)	++	++						
Leemgehalte (10-30 cm)		+			+			
O.S-gehalte(0-10 cm)	+	+	++	++				
O.S-gehalte(10-30 cm)	+	+						
O.S-gehalte(50-70 cm)				+				
GLG	+	+			+		+	
	CCA bodemvocht (voorjaar)				CCA alle factoren *)			
<i>Bodemvocht (voorjaar):</i>	AV	BL	KZ	VG	AV	BL	KZ	VG
pH	++	++	+		+	++	+	+
Alkaliniteit	+	+				+		
Al-gehalte	+	+		+	+	+		+
Cl-gehalte	+				++			
Fe-gehalte	+	+				+		
Na-gehalte			++				++	
NH ₄ -gehalte			+				+	
N-totaal-gehalte	+							
PO ₄ -gehalte				++				
P-totaal-gehalte	+	+			+			
S-gehalte				+	+			+
Si-gehalte	+	+		+		+		+
	CCA bodemvocht (najaar)				CCA alle factoren **)			
<i>Bodemvocht (najaar):</i>	AV	BL	KZ	VG	AV	BL	KZ	VG
pH	++	++						
Al-gehalte	+	+	++					
Cl-gehalte	+							
Fe-gehalte	+	+		+				
NO ₃ -gehalte	+	+		++		+		++
PO ₄ -gehalte		+				+		
Si-gehalte	+							
	CCA bodem (vaste fase)				CCA alle factoren *)			
<i>Bodem (vaste fase):</i>	AV	BL	KZ	VG	AV	BL	KZ	VG
pH (zoutextract)	+		++	+				+
Organische stofgehalte	+	+				+		
Fe/S-ratio		+				+		
N-ratio	+			+	+			
P-ratio	+							
Al-gehalte (destructie)	+	+		+	+	+		
Ca-gehalte (destructie)		++	+			+		
Fe-gehalte (destructie)	+			+	+			
K-gehalte (destructie)		+				+		
Mg-gehalte (destructie)	++	+		++	+	+		++
Mn-gehalte (destructie)			+					
Mo-gehalte (destructie)		+	+					
Pb-gehalte (destructie)		+						
S-gehalte (destructie)	+		+					
Sr-gehalte (destructie)	+							
Ca-gehalte (zoutextract)	+							
Mg-gehalte (zoutextract)	+				+			
Mn-gehalte (zoutextract)		+		+		+		+
Si-gehalte (zoutextract)		+						
Zn-gehalte (zoutextract)	+							

*) exclusief bodemvocht (najaar); **) inclusief bodemvocht (najaar); gering aantal opnamen

++: belangrijkste factor in verklarend model; + overige factoren in verklarend model.

10.2 Randvoorwaarden per verbond

De gebruikswaarde van abiotische randvoorwaarden van vegetatietypen is tweeledig. In de eerste plaats geven de randvoorwaarden bij natuurontwikkelingsprojecten een goede indruk van de kansrijkdom van een doelttype op een gegeven locatie. Daarnaast ligt de waarde van randvoorwaarden er in dat er bij een verslechtering van de omstandigheden snel kan worden bijgestuurd. Hier ligt echter ook een belangrijke beperking van de dataset. Er zijn namelijk vooral goed ontwikkelde vegetaties onderzocht en in veel mindere mate de rompgemeenschappen die hieruit ontstaan door degradatie samenhangend met allerlei ver-thema's. Juist uit een vergelijking tussen de abiotiek van de optimale lokaties met de abiotiek van afgetakelde gemeenschappen kunnen heel scherp de abiotische randvoorwaarden worden afgeleid. Een tweede beperking van de dataset is dat er per vegetatietype in de meeste gevallen maar één locatie is doorgemeten. Daarom wordt in Bijlage C de gevonden spreiding in analyseresultaten ook uitsluitend voor de hogere syntaxonomische niveaus gepresenteerd (klasse; verbond) en mogen de vermelde waarden niet als harde randvoorwaarden worden beschouwd.

Niettemin is er uit de metingen een duidelijk beeld naar voren gekomen. Uitgaande van een adequaat beheer en voldoende vocht, zijn de belangrijkste randvoorwaarden vooral gelegen in het voorzien in de juiste hoeveelheid buffering en het in stand houden van de juiste trofiegraad. De benodigde mechanismen hierachter zijn vooral afhankelijk van de landschappelijke context. Een ander aspect dat het opstellen van randvoorwaarden compliceert, is dat er waarschijnlijk vrij veel interferentie optreedt tussen de gemeten parameters. Bijvoorbeeld, vegetaties van fosfaatarme bodems kunnen ook op fosfaatrijkere bodems voorkomen, indien er veel ijzer aanwezig is. Het opstellen van harde randvoorwaarden op (sub)associatieniveau lijkt ook om deze reden voorlopig nog een stap te ver.

10.3 Methode

In het algemeen zien we dat zoutgehalte, zuurgraad/buffering en textuur van de bodem steeds als dominante verklarende hoofdfactoren terugkomen. De overlap tussen de verschillende verklarende variabelen kan hierbij erg groot zijn. Om in te schatten wat de meerwaarde is van verschillende typen analyses (veldkenmerken, bodemvocht-voorjaar, bodemvocht-najaar en chemie van de 'vaste fase') kan een vergelijking worden gemaakt tussen de percentages verklaarde variantie in de CCA analyses (Tabel 10b). Als we dit doen dan zien we dat de meerwaarde van de chemisch analyses ten opzichte van het bepalen van alleen de veldkenmerken erg groot is. Interessant is dat de chemie van het bodemvocht in het voorjaar een belangrijke toegevoegde waarde heeft voor de CCA's van zowel alle vegetatietypen samen als de vegetatietypen van het binnenland. De aanvullende bodemvochtanalyses van het najaar lijken nauwelijks invloed te hebben op de verklaarde variantie ten opzichte van de bodemvochtanalyses van het voorjaar. Een belangrijke conclusie kan dus zijn dat bodemvochtanalyses in het voorjaar volstaan. Dit ligt ook voor de hand, omdat grondwaterafhankelijke vegetaties met name in winter en voorjaar door het grondwater worden beïnvloed.

Met name voor de CCA voor de Klasse der Kleine zeggen (klasse 9) heeft de bodemchemie van de vaste fase een aanzienlijke toename van het verklarend vermogen ten opzichte van een CCA waarin alleen veldkenmerken en bodemvocht in het voorjaar wordt meegenomen (respectievelijk 24,1 % en 14,9 %). Analyses van de vaste fase zijn dus zeer zeker zinvol, vooral wanneer het gaat om het analyseren van de verschillen tussen de vegetaties binnen een klasse of binnen een verbond. Voor de hier onderzochte grondwaterafhankelijke vegetaties lijkt een combinatie van een destructie van de bodem en het verzamelen van bodemvocht in het voorjaar een voldoende duidelijk beeld te geven van de standplaatsbepalende factoren. Ook is het zinvol om een goede profielbeschrijving van de minerale bodem en het humusprofiel uit te voeren. Deze is relatief eenvoudig uit te voeren en levert in sommige situaties een meerwaarde op. Ook is het voor het achterhalen van sturende processen zinvol om over een dergelijke profielbeschrijving te kunnen beschikken.

De opvallend hoge percentages verklaarde variantie en de sterke overeenkomsten in zowel verklarende factoren als ordinarie-diagrammen tussen de CVA diagrammen en de overeenkomstige CCA-bewerkingen geven tenslotte aan dat, althans voor dit opnamemateriaal, de gebruikte plantensociologische indeling een zeer goede afspiegeling vormt van de ecologische werkelijkheid.

Tabel 10b. Percentage verklaarde variantie (CCA; 52 opnamen)

	Alle vegetatietypen (N=52)	Binnenland (N=33)	Kleine zeggen- vegetaties (N=15)
Veldkenmerken	10,7	22,2	13,1
Bodemvocht (voorjaar)	29,8	38,7	14,9
Bodemvocht (najaar)	17,9	27,9	13,5
Bodemvocht (totaal)	30,4	35,8	14,9
Bodemchemie (vaste fase)	27,0	28,6	23,0
Veldkenmerken en BV (voorjaar)	33,1	46,7	14,9
Veldkenmerken en bodemchemie	27,1	32,8	23,0
Veldkenmerken, BV (voorjaar) en BC	33,2	47,7	24,1
Totaal	33,2	52,9	24,1

*) Bij een gering aantal opnamen, neemt het aantal significant verklarende factoren af en daardoor de ruis in de verklaarde variantie toe. Zo kunnen wel eens vreemde dingen gebeuren, bijvoorbeeld dat de verklaarde variantie voor het geheel kleiner is dan voor één van de delen (hier: bodemvocht voorjaar).

11 Literatuur

Arnon en Stout, 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology* 14: 371-375.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2000. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities. Fase 1: resultaten inventarisatie 1999. Rapport Staatsbosbeheer; afdeling Terreinbeheer, Driebergen. 57 pp.; 5 bijlagen.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2001. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities. Fase 2: resultaten inventarisatie 2000. Rapport Staatsbosbeheer; afdeling Terreinbeheer, Driebergen. 166 pp.; 1 bijlage.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2002. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities. Fase 3: resultaten inventarisatie 2001. Rapport Staatsbosbeheer; afdeling Terreinbeheer, Driebergen. 136 pp.; 1 bijlage.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2003. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities. Fase 4: resultaten inventarisatie 2002. Rapport Staatsbosbeheer; afdeling Terreinbeheer, Driebergen. 266 pp.; 1 bijlage.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2004. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities. Fase 5: resultaten inventarisatie 2003. Rapport Staatsbosbeheer; afdeling Terreinbeheer, Driebergen. 244 pp.; 1 bijlage.

Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2005. Selectie van referentiepunten t.b.v. het SBB-project terreincondities. Fase 6: resultaten inventarisatie 2004. Rapport Staatsbosbeheer; afdeling Terreinbeheer, Driebergen. 184 pp.; 1 bijlage.

Braak, C.J.F. ter & P. Smilauer, 2002. Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Biometris, Wageningen / Cesek Budejovice; 500 pp.

Delft, S.P.J. van, P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2006. Selectie van relevante grondwaterkarakteristieken voor vegetatietypen ten behoeve van de SBB-catalogus: methode-ontwikkeling aan de hand van drie vegetatieklassen. Rapport 1308. Alterra, Wageningen.

Lamers LPM, 2001. Tackling biogeochemical questions in peatlands. Ph.D. Thesis, University of Nijmegen, 161 pp.

Leps, J. & P. Smilauer, 2003. Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO. Cambridge University Press; 269 pp.

Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe, and L.A. Dean 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. US Gov. Print Office, Washington, USA.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland; deel 2: plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus, Uppsala / Leiden. 358 pp.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda, 1996. De vegetatie van Nederland; deel 3: plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus, Uppsala / Leiden. 356 pp.

Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1998. De vegetatie van Nederland; deel 4: plantengemeenschappen van de kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus, Uppsala / Leiden. 346 pp.

Schipper, P.C., 2002. Catalogus vegetatietypen. Tabblad 4 & 5. In: Staatsbosbeheer. Catalogi bedrijfssturing: natuur, bos, recreatie en landschap. Versie maart 2002. Staatsbosbeheer, Driebergen.

Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel, 1999. De vegetatie van Nederland; deel 5: plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Opulus, Uppsala / Leiden. 376 pp.

Tomassen, H.B.M., 2004. Revival of Dutch Sphagnum bogs: a reasonable perspective? Ph.D. Thesis, University of Nijmegen, 202 pp.

Bijlage A Overzicht van de bemonsterde referentiepunten gerangschikt naar vegetatietype

code vegetatietype	code referentiepunt	Gebied	Analyses		
			bodemvocht		vaste fase
			voorjaar	najaar	
06-a	SMI B64.1	Boswachterij Smilde (Dr)			
06-b	MNW B164.2	Meijnweg (L)			
06-c, (10-g)	MNW B164.3	Meijnweg (L)			
06C3	STV v1	Stelkampsveld (Ge)			
(08C-e, 09-j)	MKS 11.1.2	Moksloot (NH)			
08C5a	RMT B143a.1	Rottige Meente (Fr)			
09-a, (10-b)	SLM B19a.1	Schraalgraslanden Meije (ZH)			
(09-b, 10-a, 11-a)	DW1 B562a.2	Boswachterij Dwingeloo (Dr)			
09-c, (11-b)	TRS B26c.1	Terschelling (Fr)			
09-d	LDV B106.1	Lange-damvallei (NH)			
09-f	Dran B601a.2	Drentse A-noord (Dr)			
09-g	KPB B15a.1	Kappersbult (Dr)			
09-h	MNW B164.1	Meijnweg (L)			
09-i, (11-g, 16A-e)	SLM B19a.2	Schraalgraslanden Meije (ZH)			
09A-a	KPB B13.1	Kappersbult (Dr)			
09A-a	VGS B3.3	Vroongronden Schouwen (Ze)			
09A1	TRS B100a.1	Terschelling (Fr)			
09A2b	RMT B146a.1	Rottige Meente (Fr)			
09A3a	DRAn B2b.1	Drentse A-noord (Dr)			
09A3c	KOV B2d.1	Korenburgerveen (Ge)			
09B-b	Dran B601a.1	Drentse A-noord (Dr)			
09B3b	BHL B14b.1	Blauwe Hel (U)			
(09C-a, 12B-a)	DMU B212.1	De Muy (NH)			
09C-a, (12B-a)	SMN B2.1	Schotsman (Ze)			
09C-b, (12B-b)	KRP B33.1	Kreeftepolder (NH)			
09C-c	BRM B3a.1	Braakman (Ze)			
09C3a	DMU B204.1	De Muy (NH)			
09C3a	DMU B213.1	De Muy (NH)			
09C3c	DMU B212.2	De Muy (NH)			
09C3c	LWM B9.1	Lauwersmeer (Fr/Gr)			
10-b, (09-a)	BGV B83a.2	Bargerveen (Dr)			
10-c	BGV B84a.2	Bargerveen (Dr)			
(10-h, 11-d)	BGV B84a.1	Bargerveen (Dr)			
10A1b	SMI L30.1	Boswachterij Smilde (Dr)			
10A2	BGV B85a.2	Bargerveen (Dr)			
11-e	DWI B562a.1	Boswachterij Dwingeloo (Dr)			
(11-j, 16A-g)	GMO 14f 1.1	Grote Moost (L)			
11-k	HBV B18a.4	Haaksbergerveen (Ov)			
11/a	TRS B101a.3	Terschelling (Fr)			
11A-a	HHa B19.1	Hooghalen (Dr)			
11A1a	HBV B18 a2	Haaksbergerveen (Ov)			
11A1b	HBV B20.1	Haaksbergerveen (Ov)			
11A2a	BGV B86a.1	Bargerveen (Dr)			

11A2c	DWI B573a.1	Boswachterij Dwingeloo (Dr)			
11A2e	GMO 15F1N.1	Grote Moost (L)			
11A2f	SAH B38.1	Strabrechtse Heide (NB)			
11A3b	VL1 B1.1	Vlieland (Fr)			
11A3c	TRS B101a.1	Terschelling (Fr)			
11B-c, (10-i)	BGV B83a.1	Bargerveen (Dr)			
11B1a	HHA B15a.1	Hooghalen (Dr)			
11B1b	DWI B549a.1	Boswachterij Dwingeloo (Dr)			
16A-a	DMA B50b.1	De Marschen (Fr)			
16A-b	SLM B2.1	Schraalgraslanden Meije (ZH)			
16A1a	DMA B42.1	De Marschen (Fr)			
16A1b	WSR-B132.1	Wijnjeterperschar (Fr)			
16A1c	STV B2.2	Stelkampsveld (Ge)			
16A1d	STV B2.1	Stelkampsveld (Ge)			
16A2a	DBR B9.1	De Bruuk (Ge)			
16A2b	DRAn B605a.1	Drentse A-noord (Dr)			
16A2c	PHZ B6b.1	Punthuizen (Ov)			
16B-c	OET B24.1	De Oetert (NB)			
16B-d	DRAz B603a.1	Drentse A-zuid (Dr)			
16B1a	DRAz B23a.1	Drentse A-zuid (Dr)			
16B1c	DMB v2	Dommelbeemden (NB)			
16B1d	DRAn B4a.2	Drentse A-noord (Dr)			
16B1e	DMB v1	Dommelbeemden (NB)			
16B1f	OET B24-3	De Oetert (NB)			
16B2	LVD B6.1	Lieverense Diepje (Dr)			
16B3	DBL B48a.1	Drijvers Vogelweid de Bol (NH)			
16B4	DRAz B602a.1	Drentse A-zuid (Dr)			
16C-i	RMW v1	Rammelwaard (Ge)			
16C1a	OLV v1	Oeverlanden Vecht (Ov)			
16C1b	OLV v2	Oeverlanden Vecht (Ov)			
16C2	HNP B4a.1	Hengstpolder (ZH)			
16C3a	AVL v1	Avelingen (ZH)			
16C3b	ABP v3	Amerongse Bovenpolder (U)			
16C3d	CTO v1	Cortenoever (Ge)			
16C3e	ABP v1	Amerongse Bovenpolder (U)			
19A-b	TRS B90.1	Terschelling (Fr)			
19A-b	BGV B46a.1	Bargerveen (Dr)			
19A-c	MKS 3a-1	Moksloot (NH)			
19A1	WSR B120.1	Wijnjeterperschar (Fr)			
19A2	WSR B118c.1	Wijnjeterperschar (Fr)			
26A-c, (25A-a)	SLT B108.2	Slufter (NH)			
26A1a	SLT B107.2	Slufter (NH)			
26A2	SLT B107.1	Slufter (NH)			
26C-a	SLT B107.3	Slufter (NH)			
26C-c	KPM B4a.1	Kapelse Moer (Ze)			
26C1a	RSL B10.1	Roggesloot (NH)			
26C1b	LWM B11b.1	Lauwersmeer (Fr/Gr)			
27A2	LDV B105.1	Lange-damvallei (NH)			
28A1	TRS B112a.1	Terschelling (Fr)			

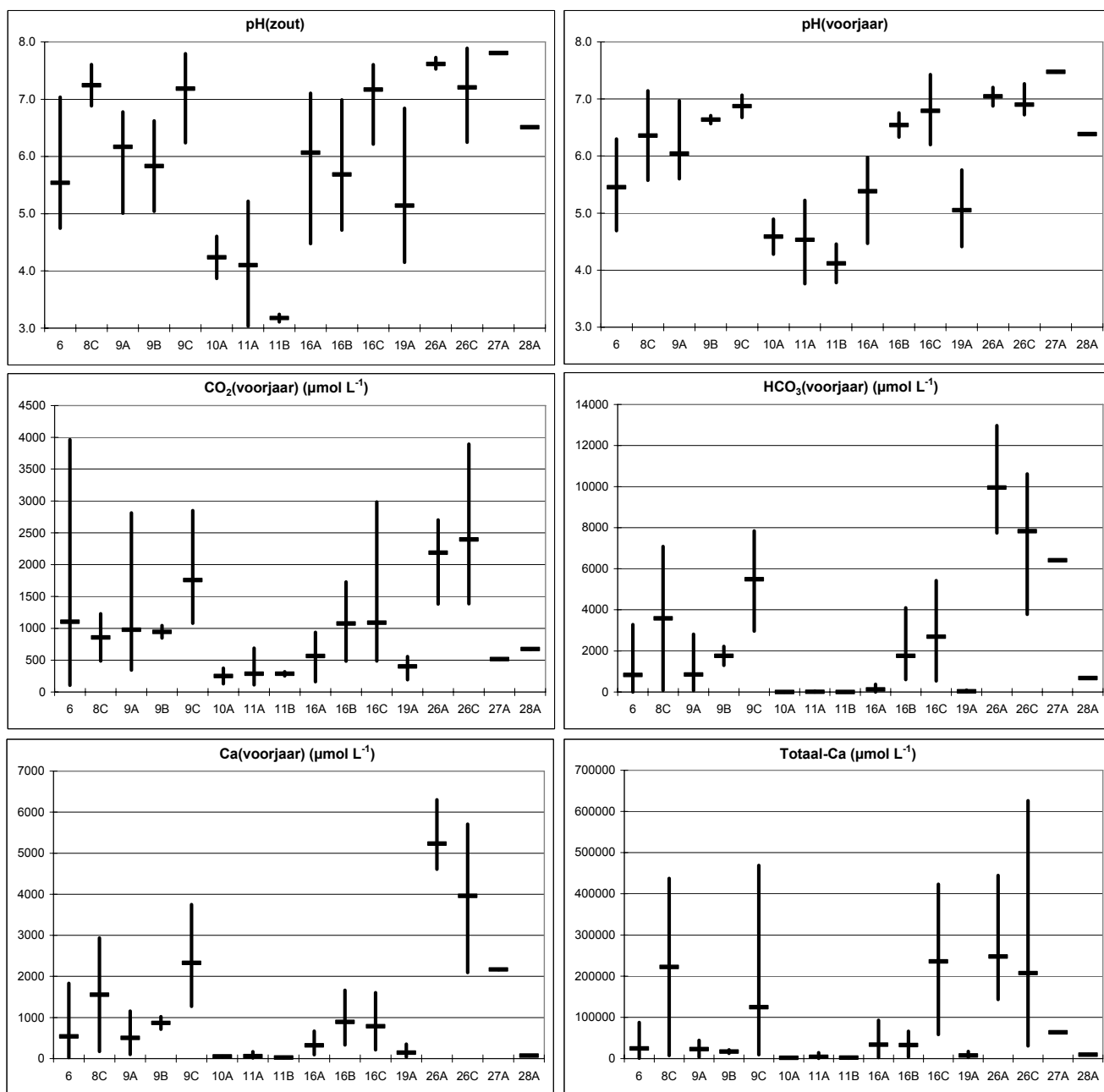
Donkere arcering: complete analyses; lichte arcering: incomplete analyse; geen arcering: afwezig. Voor codes van vegetatietypen, zie Bijlage B. Voor codering van referentiepunten: naar Beets et al. (2000 t/m 2004).

Bijlage B Codering van vegetatietypen (volgens de SBB-catalogus)

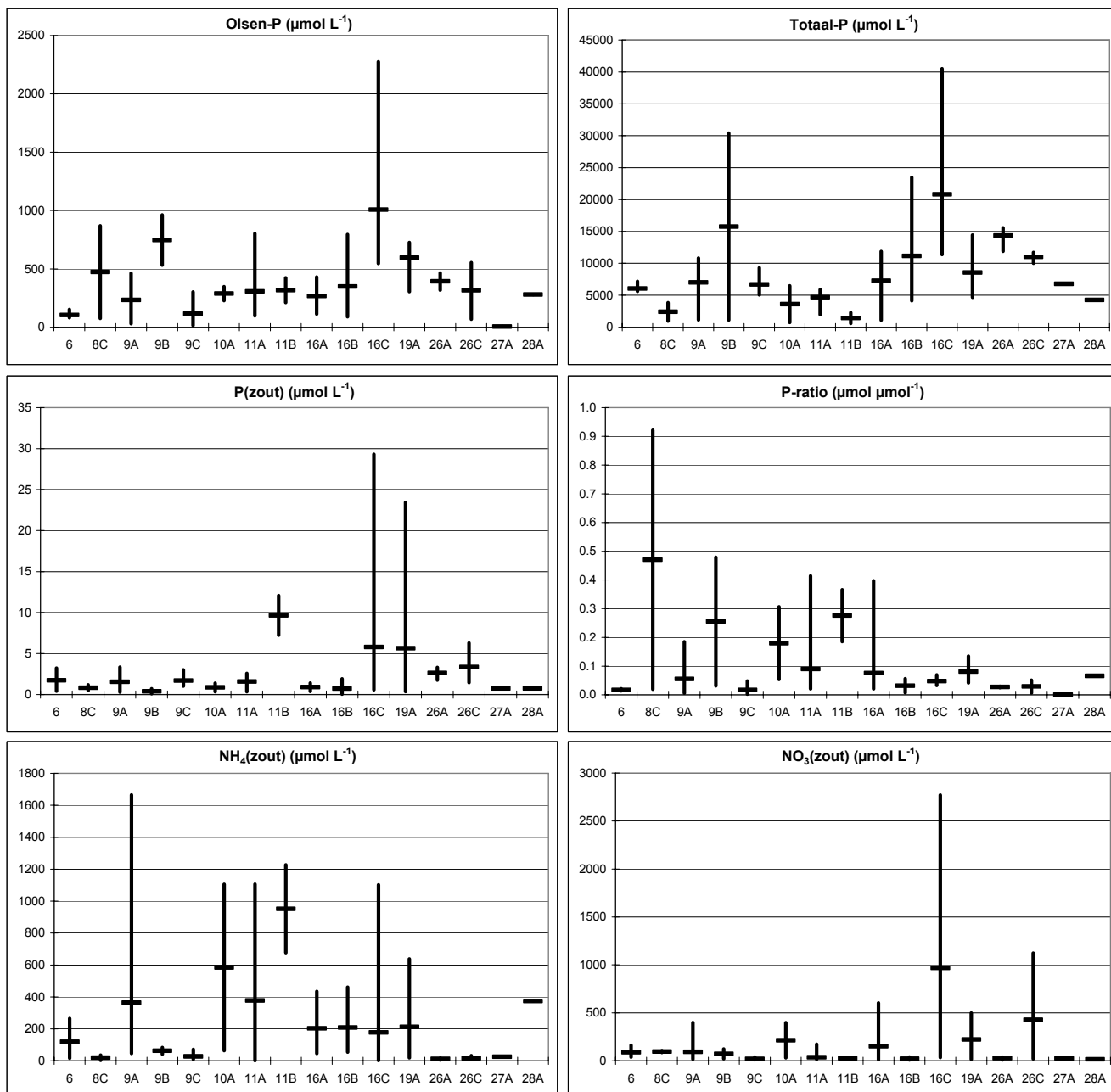
SBB-code	Vegetatietype (naar Schipper, 2002)
06-a	RG Oeverkruid-[Oeverkruid-klasse]
06-b	RG Duizendknoopfonteinkruid-[Oeverkruid-klasse]
06-c = 10-g	RG Veelstengelige waterbies / Veenmos-[Oeverkruid-klasse / Klasse der hoogveenslenken]
06C3	Ass. van Veelstengelige waterbies
08C-e = 09-j	RG Padderus-[Verbond der Grote zeggen / Klasse der Kleine zeggen]
08C5a	Galigaan-associatie; typische subassociatie
09-a = 10-b	RG Veenpluis / Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen / Klasse der hoogveenslenken]
09-b = 10-a = 11-a	RG Snavelzegge en Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen / Klasse der hoogveenslenken / Klasse der hoogveenbulten en natte heiden]
09-c = 11-b	RG Grote veenbes-[Klasse der Kleine zeggen / Klasse der hoogveenbulten en natte heiden]
09-d	RG Addertong / Duinriet-[Klasse der Kleine zeggen]
09-f	RG Snavelzegge / Wateraardbei-[Klasse der Kleine zeggen]
09-g	RG Hennegras-[Klasse der Kleine zeggen]
09-h	RG Wilde gagel-[Klasse der Kleine zeggen]
09-i = 11-g = 16A-e	RG Gewoon veenmos en Pijpestrootje-[Klasse der Kleine zeggen / Klasse der hoogveenbulten en natte heiden / Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
09A-a	RG Zwarte zegge / Moerasstruisgras-[Verbond van Zwarte zegge]
09A1	Associatie van Drienvrige zegge en Zwarte zegge
09A2b	Veenmosrietland; subassociatie van Pijpestrootje
09A3a	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; typische subassociatie
09A3c	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge; subassociatie van Veldrus
09B-b	RG Waterdrieblad-[Verbond van Draadzegge]
09B3b	Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge; subassociatie van Veenmos
09C-a = 12B-a	RG Zeegroene zegge-[Knopbiesverbond / Zilver schoon-verbond]
09C-b = 12B-b	RG Armbloemige waterbies-[Knopbiesverbond / Zilver schoon-verbond]
09C-c	RG Kruipwilg en Rondbladig wintergroen-[Knopbiesverbond]
09C3a	Knopbies-associatie; typische subassociatie
09C3c	Knopbies-associatie; subassociatie van Parnassia en Duinrus
10-b = 09-a	RG Veenpluis / Veenmos-[Klasse der Kleine zeggen / Klasse der hoogveenslenken]
10-c	RG Waterveenmos-[Klasse der hoogveenslenken]
10-h = 11-d	RG Eenarig wollegras / Veenmos-[Klasse der hoogveenslenken / Klasse der hoogveenbulten en natte heiden]
10A1b	Waterveenmos-associatie; subassociatie van Drijvende egelskop
10A2	Associatie van Veenmos en Snavelbies
11-e	RG Lavendelhei-[Klasse der hoogveenbulten en natte heiden]
11-j = 16A-g	RG Geelgroene zegge / Dwergzegge-[Klasse der hoogveenbulten en natte heiden / Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
11-k	RG Beenbreek-[Klasse der hoogveenbulten en natte heiden]
11/a	DG Wilde gagel-[Klasse der hoogveenbulten en natte heiden]
11A-a	RG Gewone dophei-[Dophei-verbond]
11A1a	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies; typische subassociatie
11A1b	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies; soortenarme subassociatie
11A2a	Dophei-associatie; subassociatie van Veenmos
11A2c	Dophei-associatie; typische subassociatie
11A2e	Dophei-associatie; subassociatie van Gevlekte orchis
11A2f	Dophei-associatie; soortenarme subassociatie
11A3b	Associatie van Kraaihei en Gewone dophei; subassociatie van Broedkelkje

11A3c	Associatie van Kraaihei en Gewone dophei; typische subassociatie
11B-c = 10-i	RG Kleine veenbes-[Veenmosverbond / Klasse der hoogveenslenken]
11B1a	Associatie van Gewone dophei en Veenmos; subassociatie van Struikhei
11B1b	Associatie van Gewone dophei en Veenmos; subassociatie van Witte snavelbies
16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A-b	RG Kussentjesmos-[Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje]
16A1a	Blauwgrasland; typische subassociatie
16A1b	Blauwgrasland; subassociatie van Borstelgras
16A1c	Blauwgrasland; subassociatie van Melkeppe
16A1d	Blauwgrasland; subassociatie van Parnassia
16A2a	Veldrus-associatie; typische subassociatie
16A2b	Veldrus-associatie; subassociatie van Rietorchis
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subassociatie
16B-c	RG Moerasspiraea-[Dotterbloem-verbond]
16B-d	RG Moeraszegge / Scherpe zegge-[Dotterbloem-verbond]
16B1a	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subassociatie
16B1c	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Draadrus
16B1d	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Wateraardbei
16B1e	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Blauwe zegge
16B1f	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie van Scherpe zegge
16B2	Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
16B3	Associatie van Harlekijn en Ratelaar
16B4	Bosbies-associatie
16C-i	RG Veldgerst en Grote vossenstaart-[Glanshaver-verbond]
16C1a	Kievitsbloem-associatie; typische subassociatie
16C1b	Kievitsbloem-associatie; subassociatie van Dotterbloem
16C2	Gemeenschap van Grote pimpinel en Weidekervel
16C3a	Glanshaver-associatie; typische subassociatie
16C3b	Glanshaver-associatie; subassociatie van Groot streepzaad
16C3d	Glanshaver-associatie; subassociatie van Sikkellklaver
16C3e	Glanshaver-associatie; subassociatie van Duifkruid
19A-b	RG Welriekende nachtorchis en Reukgras-[Verbond der heischrale graslanden]
19A-c	RG Hondsviooltje en Tandjesgras-[Verbond der heischrale graslanden]
19A1	Associatie van Liggend walstro en Schapegras
19A2	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras
26A-c = 25A-a	RG Schorrekruid-[Verbond van Gewoon kweldergras / Zeekraal-verbond]
26A1a	Associatie van Gewoon kweldergras; typische subassociatie
26A2	Associatie van Lamsoor en Zeeweegbree
26C-a	RG Engels gras en Rood zwenkgras-[Verbond van Engels gras]
26C-c	RG Fioringras en Melkkruid-[Verbond van Engels gras]
26C1a	Associatie van Zilte rus; typische subassociatie
26C1b	Associatie van Zilte rus; subassociatie van Vertakte leeuwentand
27A2	Associatie van Strandduizendguldenkruid en Krielparnassia
28A1	Draadgentiaan-associatie

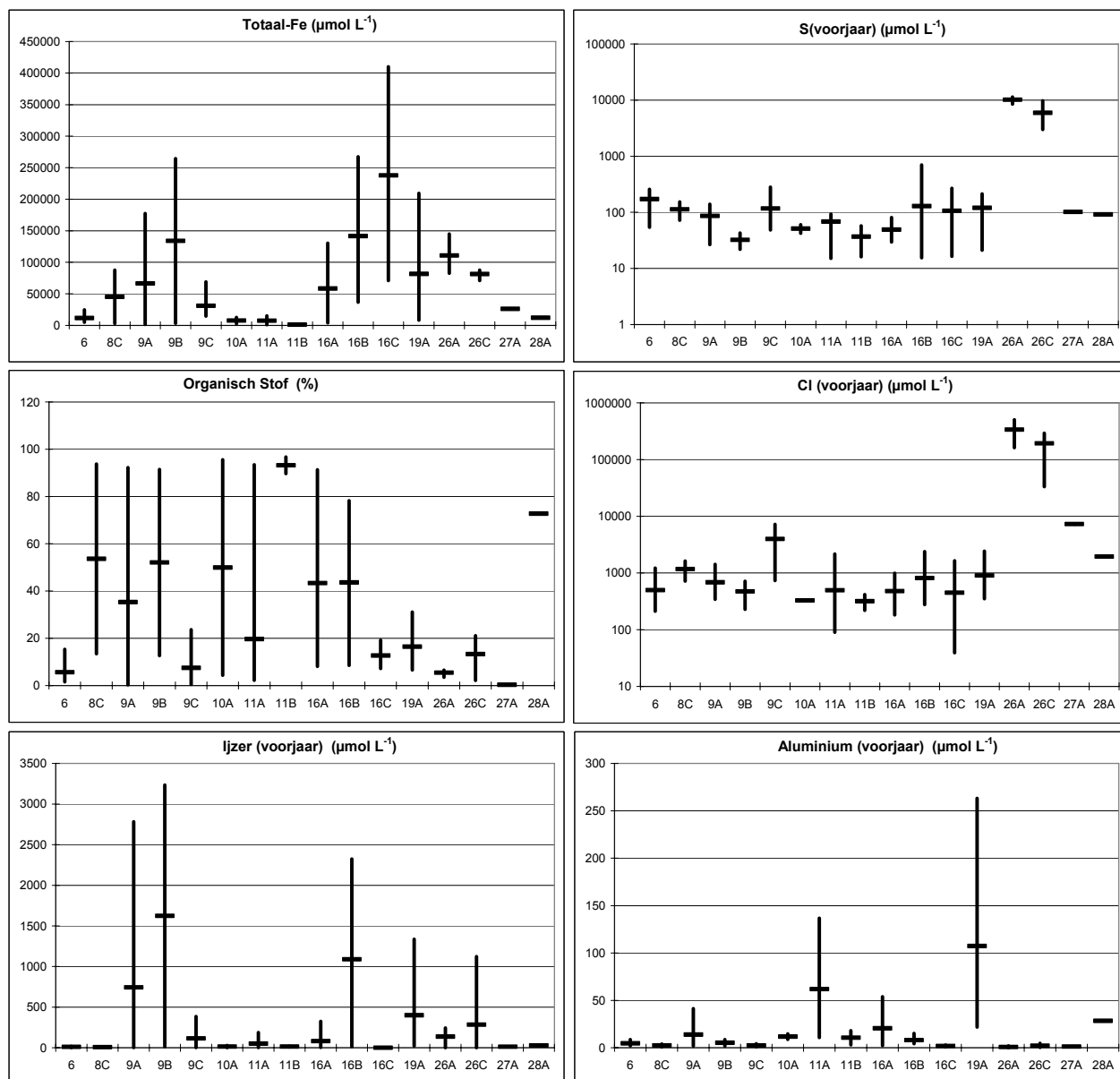
Bijlage C Spreiding van een aantal chemische variabelen op verbonds- en klasse-niveau voor de in het kader van dit onderzoek onderzochte referentiepunten.



Het horizontale lijntje geeft de gemiddelde waarde aan. De verticale lijn de spreiding binnen de betreffende klasse of het betreffende verbond.



Het horizontale lijntje geeft de gemiddelde waarde aan. De verticale lijn de spreiding binnen de betreffende klasse of het betreffende verbond.



Het horizontale lijntje geeft de gemiddelde waarde aan. De verticale lijn de spreiding binnen de betreffende klasse of het betreffende verbond.