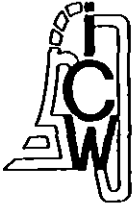


ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

ICW nota 1771

maart 1987



nota

— instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen —

DE MOSVEGETATIE IN NATTE GRASLANDEN ALS INDICATOR
VOOR LANDSCHAPSECOLOGISCHE RELATIES VIA HET GRONDWATER
Een verkennend onderzoek in het CRM-reservaat
'Groot Zandbrink'

M.H. TAX

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-middelen, dus geen officiële publikaties. Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten. Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

INHOUD

VOORWOORD	2
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	
1.1. Probleem en doel van het onderzoek.	4
1.2. Hydrologische en vegetatiekundige karakterisering van het studiegebied	5
2. METHODEN	
2.1. Opzet van het onderzoek.	10
2.2. Mosvegetatie-opnamen.	12
2.3. Bepaling hydrochemische en bodemfysische parameters.	14
3. RESULTATEN	
3.1. Mosvegetatie-opnamen.	15
3.2. Hydrologische en bodemfysische parameters.	16
3.3. Correlatie mosvegetatie - grondwatertype.	
3.3.1. Onderlinge verwantschap van opnamen en van mossoorten.	20
3.3.2. Onderlinge verwantschap van opnamen in relatie tot grondwatertypen.	21
3.3.3. Onderlinge verwantschap van mossoorten in relatie tot grondwatertypen.	30
3.3.4. Correlatie tussen voorkomen mosvegetatie-typen en grondwatertypen.	34
4. DISCUSSIE	
4.1. Organisch stofgehalte	35
4.2. Zuurgraad van het grondwater	36
4.3. Conclusie	37
ADVIEZEN VOOR VERVOLGONDERZOEK	38
BIJLAGE	Alfabetische lijst van waargenomen mossoorten in reservaat "Groot Zandbrink".
LITERATUUR	

VOORWOORD

In deze I.C.W.-nota geef ik de resultaten van een driemaands onderzoek bij de Hoofdafdeling Waterkwaliteit over de periode van 17 april tot 17 juni 1986. Dit onderzoek vormde voor mij een stage als onderdeel van mijn biologiestudie aan de Landbouw Hogeschool te Wageningen. Het is een aanvulling op mijn hoofdvak Natuurbeheer. Het onderzoek vond plaats onder leiding van drs. R.H. Kemmers. Begeleiding vanuit de Vakgroep Natuurbeheer werd gegeven door dhr. J.G. van der Made en drs. D. van der Hoek.

SAMENVATTING

Wanneer de relatie tussen het voorkomen van mossoorten en bepaalde hydrochemische eigenschappen van het grondwater bekend is, kan in een gebied met een goed ontwikkelde moslaag, de soortensamenstelling een indicatie vormen voor de eigenschappen van het grondwater. Ook zal het effect van een ingreep in de grondwaterhuishouding op de vegetatie het eerst merkbaar zijn in de moslaag.

In dit onderzoek is de correlatie geanalyseerd tussen het voorkomen van mossoorten en grondwatereigenschappen. De analyse wordt uitgevoerd in een transect dat de gradient volgt van enkele van deze eigenschappen. Op een zestiental plaatsen wordt de mosvegetatie opgenomen en de volgende hydrochemische en bodemfysische parameters worden bepaald: pH, kalk- en fosfaatpotentiaal en organisch stofgehalte van de bodem en de pH en elektrisch geleidingsvermogen van het maaiveldwater.

Op grond van de soortensamenstelling worden, met behulp van het programma TWINSPAN, mosvegetatietypen onderscheiden. Met behulp van het programma DECORANA wordt de relatie tussen de mosvegetatietypen en de onderzochte milieuparameters bepaald. Voor een goede interpretatie lijken meerdere opnamen in een eventueel vervolgonderzoek noodzakelijk.

Er worden twee mosvegetatietypen onderscheiden die in hun voorkomen bepaald worden door het organisch stofgehalte van de bodem. Deze is waarschijnlijk het gevolg van het microrelief.

Binnen het mosvegetatietype met een voorkeur voor de iets lagere terreindelen met een laag organisch stofgehalte in de bodem, zijn twee clusters van opnamen te onderscheiden, waarvan de standplaats te onderscheiden door het verschil in de zuurgraad van het water.

1. INLEIDING.

1.1. Probleem en doel van het onderzoek.

De afdeling natuurlijk milieu van het I.C.W. verricht sinds 1978 onderzoek naar de relaties tussen vegetatie en hydrologie in het C.R.M.-reservaat "Groot Zandbrink".

Landschapsecologische relaties via het grondwater beïnvloeden hydrologische en hydrochemische condities van de standplaats van een vegetatie. Wijzigingen in de waterhuishouding veroorzaken veranderingen in de standplaatsfactoren. De invloed op een vegetatie van hogere planten is echter pas na lange tijd zichtbaar door het zogenaamde geheugeneffect van dat deel van de bodem waarin de planten wortelen. De mosvegetatie onttrekt zijn voedingsstoffen daarentegen aan een zeer dunne bovenste laag van de bodem. Het geheugeneffect is daar aanmerkelijk geringer. Daarom wordt verwacht dat de moslaag sneller reageert op wijzigingen in de hydrologische situatie.

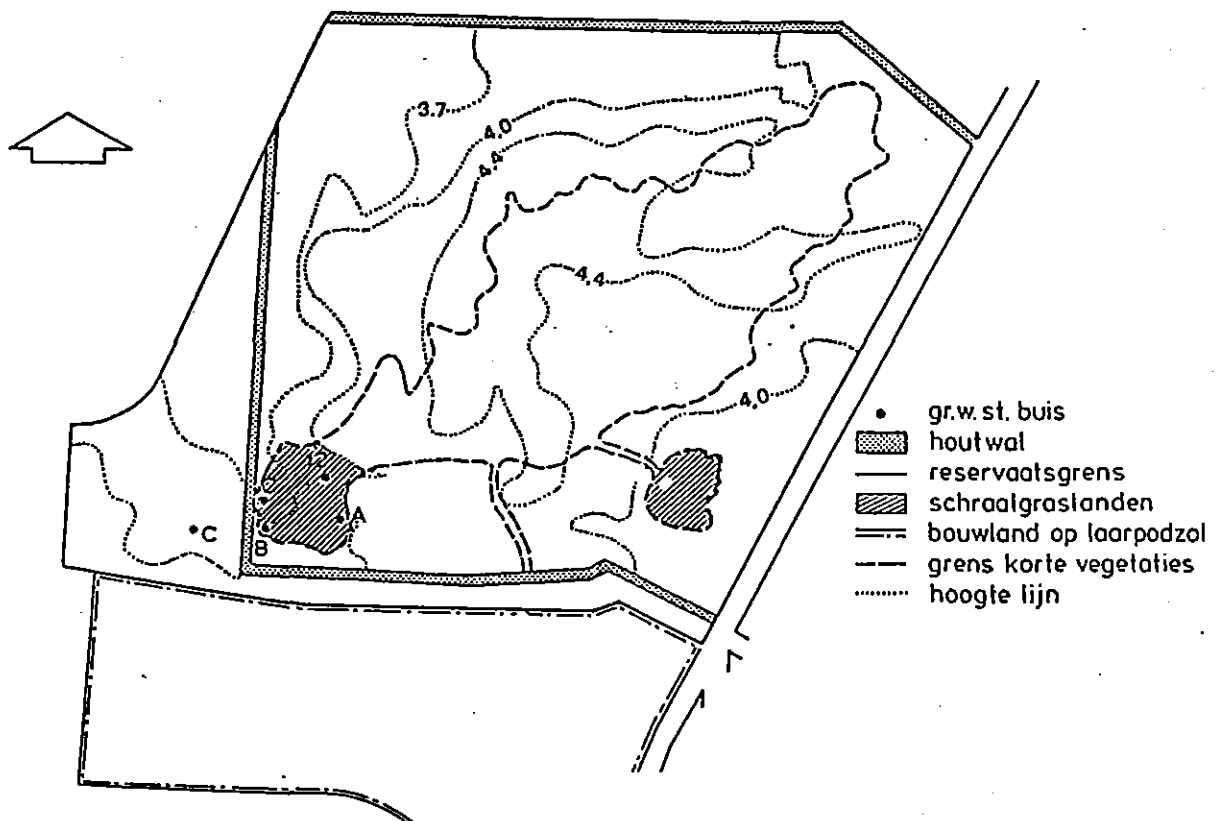
Wanneer de relatie tussen het voorkomen van mossoorten en bepaalde door het grondwater beïnvloede eigenschappen bekend is, kan in een gebied met een goed ontwikkelde moslaag, de soortensamenstelling een indicatie vormen voor de aanwezige grondwatereigenschappen en de veranderingen daarin. Tot nu toe is er nauwelijks naar dit aspect van de relatie tussen vegetatie en landschapsecologische relaties via het grondwater gekeken.

In toenemende mate bedreigen wijzigingen in de grondwaterstand en de grondwaterkwaliteit de waardevolle vegetaties van een groot aantal natuurgebieden. Het is dan ook van groot belang nadelige effecten van ingrepen in de grondwaterhuishouding in een zeer vroeg stadium te kunnen signaleren. Wanneer de veranderingen in de vegetatie van hogere planten reeds merkbaar zijn, is al vaak een onomkeerbare schade toegebracht aan het bodem/grondwatersysteem. Veranderingen in de mosvegetatie kunnen een voorbode zijn van die in de vegetatie van hogere planten. Op deze wijze heeft de mosvegetatie een indicatorfunctie voor effecten van ingrepen in landschapsecologische relaties via het grondwater.

In deze probleemsignalering mag niet voorbij worden gegaan aan het nog grotere belang van een ingreep-effect onderzoek nog voordat er in de waterhuishouding ingegrepen wordt. Dit ingreep-effectonderzoek vereist daarentegen een zeer diepgaand inzicht in patroon en proces van landschapsecologische relaties via het grondwater. Het uitgevoerde onderzoek wil alleen op patroon- analytische wijze inzicht geven in de afhankelijkheid van de

Figuur 1. Ligging van het reservaat "Groot Zandbrink" in de Gelderse Vallei. Schaal 1:25000.

Het reservaat bestaat uit een centraal open gedeelte met een dopheide- en molinia-vegetatie, omzoomd door bosvegetaties en houtwallen. Dit deel is hooggelegen. Op een tweetal plaatsen gaat het open heide gedeelte over in een laaggelegen schraalgraslandje. Binnen het gebied komen hoogteverschillen tot 1.4 meter voor. Het zuidwestelijk gelegen schraal graslandje is het studiegebied van dit onderzoek, zie figuur 2. In I.C.W.-nota 1180 (Jansen en Kemmers, 1980) is meer te lezen over de geografie, beheer en geschiedenis van het gehele reservaat.

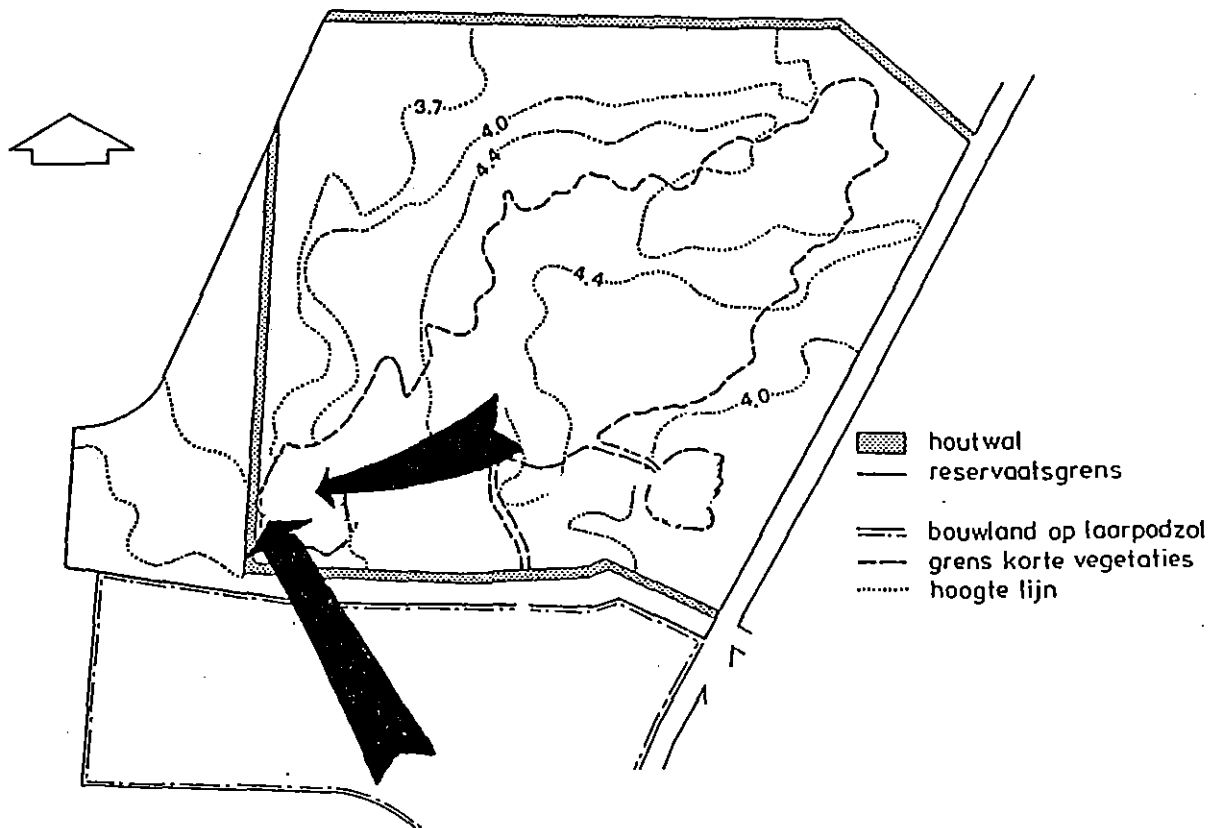


Figuur 2. Overzichtskartaat natuurreservaat "Groot Zandbrink" met aangrenzend bouwland. Het zuidwestelijke schraalgraslandje is het studiegebied.

Het kleine schraalgraslandje heeft een hoge botanische waarde. Het bestaat uit een beekeerdgrond met een dunne humeuze bovenlaag. De vegetatie kan bij de optredende diepste grondwaterstanden over ruim voldoende water

beschikken. Tot ver in het voorjaar staat er water op het maaiveld.

Het schraalgraslandje staat onder invloed van een regionale en een lokale grondwaterstroom. Het water dat in de wijdere omgeving van het reservaat infiltreert komt in de vorm van regionale kwel aan de oppervlakte. De neerslag die op het centrale hoger gelegen deel van het reservaat infiltreert komt als lokale kwel naar boven. Het schraalgraslandje staat onder invloed van twee grondwaterstromen. Een regionale grondwaterstroom: in de wijdere omgeving van het reservaat geïnfiltreerd water komt in figuur 3. staat aangegeven waar deze stromen aan de oppervlakte komen. In de winter dringt de lokale grondwaterstroom de regionale stroom enigszins terug. In de zomer overheerst de regionale grondwaterstroom. Toch blijkt de contactzone in dit schraalgraslandje tamelijk stabiel te zijn (Kemmers en Jansen, 1980).



Figuur 3. Een regionale en lokale grondwaterstroom beïnvloeden het ZW-schraalgraslandje als kwelwater.

Beide kwelwatertypen worden gekenmerkt door een aandeel van calcium in de kationensamenstelling van meer dan 70%. Het kwelwater heeft een lange weg door de bodem afgelegd en is gedurende het transport rijk geworden aan Ca^{2+} en HCO_3^- -ionen door het in oplossing gaan van calciumcarbonaatzouten. Het is dus rijk aan ionen en in principe zuurgraad neutraal.

De eigenschappen van beide grondwatertypen vertonen echter enige verschillen. Het regionale grondwatertype is enigszins verzuurd door input van sterke zuren (sulfaat, nitraatvorming) in het landelijk gebied. Het carbonaat/bicarbonaat-evenwicht is verschoven waardoor HCO_3^- -ionen uit oplossing verdwijnen. Het grondwater bevat sterke zuren en wordt salien genoemd. Het bevat veel ionen en heeft daarom een hoger elektrisch geleidingsvermogen.

Het lokale grondwater bevat meer zwakke zuren en wordt alkaliën genoemd. Dit type heeft een relatief lager elektrisch geleidingsvermogen.

Een stabiele contactzone tussen deze twee grondwatertypen ligt in het laagste gedeelte van het schraalgraslandje. De contactzone tussen beide stroomstelsels wordt gekenmerkt door een watertype dat intermediair is tussen het regionale en lokale grondwatertype. Uit voorgaand onderzoek kan de lokatie van deze contactzone globaal bepaald worden. Monsterpunten A en B (zie figuur 2) staan enigszins onder invloed van de regionale grondwaterstroom. Hoewel het diepe grondwater ter plekke nog wel de eigenschappen van het lokale grondwater heeft, is het ondiepe grondwater beïnvloed door de regionale grondwaterstroom. Monsterpunt C in het laagste gedeelte van het schraalgraslandje lijkt uitsluitend door het lokale grondwater te worden beïnvloed. (Kemmers en Jansen, 1980).

De kenmerkende vegetatie voor het lokale grondwatertype bestaat uit soorten van het:

Cirsio-Molinietum (associatie van Spaanse Ruiter en Pijpestrootje (Blauwgrasland) binnen het Biezenknoppen-Pijpestrootjes-verbond);
 het Filipendulion (Moerasspirea-verbond);
 het Violion caninae (Borstelgras-verbond).

De vegetatie onder invloed van het regionale grondwatertype heeft soorten uit het Caricion curto nigrae (Verbond van Zomp- en Gewone Zegge)

De contactzone (poikilotrofe zone) tussen deze twee grondwatertypen wordt gekenmerkt door soorten uit twee associaties van het Caricion davallianae (Knopbies-verbond). Deze zijn typerend voor een dergelijke gradientsituatie (Van Wirdum, 1979). Namelijk de associatie van Parnassia en Vlozegge en de Knopbies-associatie. Bovendien komen soorten voor uit het Cirsio Molinietum orchietosum (een orchideenrijke subassociatie van de associatie van Spaanse Ruiter en Pijpestrootje (Blauwgrasland))

Het voorkomen van deze vegetaties wordt voornamelijk door het verschil in de buffercapaciteit voor de pH van de twee grondwatertypen bepaald. Het lokale alkaliene grondwater, met een groot aandeel HCO_3^- ionen, kan een extra toevoer van H^+ ionen bufferen waardoor de zuurgraad zeer stabiel is. In het regionale saliene grondwater, met veel sterke zuren, ontbreekt een dergelijk buffermechanisme waardoor de zuurgraad sterk wisselt.

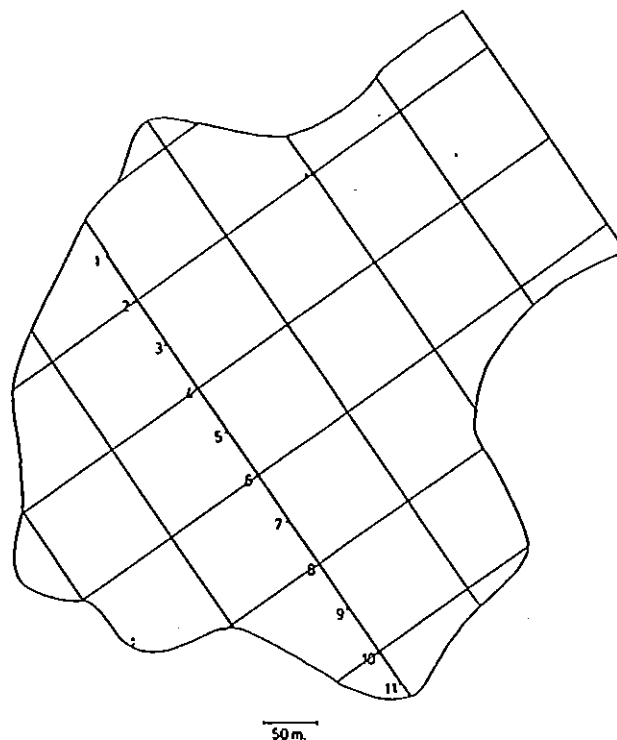
De vegetaties in de gradientsituatie hebben hun voorkomen te danken aan de permanent stabiel naast elkaar voorkomende verschillen in bufferend vermogen van het grondwater.

Het effect van de zuurgraad op de vegetatie verloopt via de beïnvloeding van (bio-)chemische processen. Het effect van de basenbezetting (Ca^{2+} of H^+) van het adsorptiecomplex via de beïnvloeding van de omzetting van organische stof. Met name de beschikbaarheid van nutrienten, welke bij een bepaalde zuurgraad beschikbaar komen, lijken beïnvloed te worden door verschillen in grondwatersamenstelling. (Kemmers en Jansen, 1980).

2. METHODEN

2.1. Opzet van het onderzoek.

We willen de correlatie tussen het voorkomen van mossoortencombinaties en grondwatertypen bepalen. Daartoe kan het onderzoek het best uitgevoerd worden in een transect dat de variatie in grondwatertypen dekt. Op grond van de hydrologische karakterisering van het ZW- schraalgraslandje, de verspreiding van de vegetatietypen en de variatie in terreinhoopte is de ligging van het transect gekozen zoals weergegeven in figuur 4.



Figuur 4. De ligging van het transect in het ZW-schraalgraslandje.

In dit transect worden een aantal bepalingen verricht:

- de presentie en bedekking van mossoorten wordt in zestien opnamen bepaald.
- een aantal hydrochemische en bodemfysische parameters worden gemeten:
 - * electrisch geleidingsvermogen en zuurgraad van het water dat op het maaiveld staat.
 - * ter plekke van de mosvegetatie-opnamen worden bodemonsters gestoken. Daarvan worden zuurgraad, kalk- en fosfaat-potentiaal en organisch stofgehalte bepaald.

Bepalingen worden zowel verricht aan het maaiveldwater als het bovenste grondwater omdat deze de invloeden van neerslag en kwelwater op de standplaats van de mossen weerspiegelen.

Vervolgens wordt gekeken of er op grond van specifieke soortencombinaties verschillende mosvegetatietypen onderscheiden kunnen worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het computerprogramma TWINSPAN (Hill, 1979). Er worden clusters van opnamen en van soorten gemaakt.

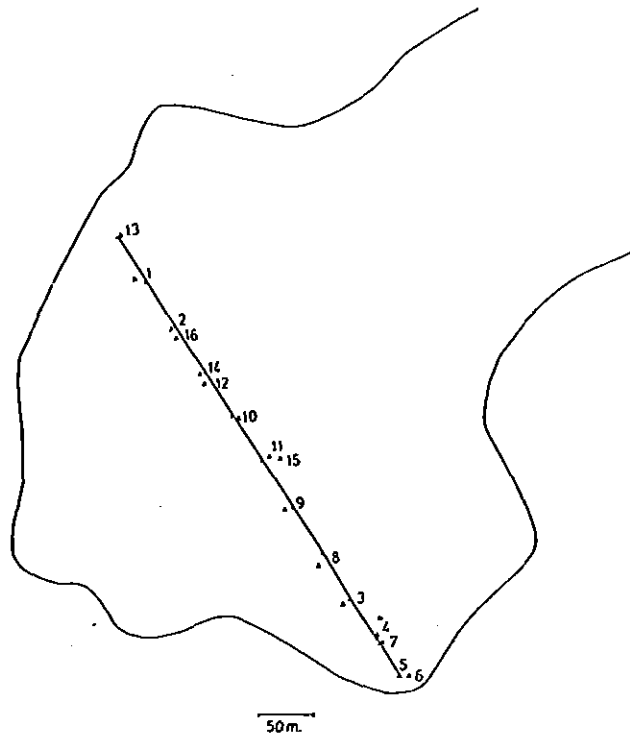
Met behulp van het programma DECORANA (Hill and Gauch, 1980) wordt nagegaan in hoeverre de variatie in soortensamenstelling tussen de verschillende opnamen verklaard kan worden door de invloed van een aantal milieufactoren. Er wordt een ordinatie van opnamen gemaakt. Vervolgens wordt de correlatie tussen de variatie in de soortensamenstelling van de opnamen (gegeven door DECORANA) en de waarden van de milieuparameters geanalyseerd.

Bovendien wordt een ordinatie van de afzonderlijke mossoorten uitgevoerd. Ook hier wordt de correlatie tussen het voorkomen van de afzonderlijke mossoorten (gegeven door DECORANA) en de milieuparameters bepaald.

Uit deze correlatie tussen opnamen en milieuparameters en soorten en milieuparameters kan worden afgeleid welk mosvegetatietype onder invloed van een bepaald grondwatertype kan voorkomen.

2.2. Mosvegetatie-opnamen.

In het transect worden op een aantal representatieve plaatsen opnamen van de mosvegetatie gemaakt. In figuur 5. is de ligging van de opnamen in kaart gebracht.



Figuur 5. Ligging van de mosvegetatie-opnamen langs het transect in het zuidwestelijke schraalgraslandje van "Groot Zandbrink".

De opnamen kunnen moeilijk in het veld gemaakt worden omdat vele mosssoorten, vooral veenmosssoorten, slechts met behulp van een binoculair gedetermineerd kunnen worden. Slechts een zeer ervaren bryoloog is in staat bepaalde soorten met het ongewapende oog of loupe te determineren. Om dit probleem op te lossen wordt een klein deel van de zode uitgestoken en meegenomen. Per transectdeel wordt een representatief deel van de vegetatie uitgezocht. Representatief qua soorten en hun bedekking. Met een P.V.C.-pijp waarop een metalen messcherpe rand is bevestigd, wordt de zode tot 8 cm. diepte uitgestoken. De doorsnede van de pijp is 10 cm. De vegetatie inclusief wortelzone wordt met een mes van de bodem gesneden. De kluit bodem wordt in een plastic zak in de koelkast bewaard voor de bodemanalyse. Van de zode kan onder het binoculair een mosvegetatie-opname gemaakt worden.

De mossoorten worden gedetermineerd met de "Beknopte Flora van de Nederlandse Blad- en Levermossen" (Margadant en During, 1982). De "Nieuwe Atlas Nederlandse Bladmossen" (Landwehr, 1984) en de "Atlas der Nederlandse Levermossen" (Landwehr, 1980) zijn een hulpmiddel bij de determinatie. De veenmossen van de sectie Subsecundum zijn gedetermineerd met de determineersleutel in het R.I.N.- rapport van Dirkse (1985). Margadant geeft namelijk een determinatie tot acht soorten met minder betrouwbare determinatiekenmerken. Bij een aantal van deze kenmerken kan door Dirkse na bestudering van 877 herbariumcollecties geen discontinuïteit ontdekt worden. Dirkse onderscheidt slechts vier soorten op grond van een beperkt aantal betrouwbare kenmerken.

De bedekking van elke soort wordt in procenten geschat.

2.3. Bepaling hydrochemische en bodemfysische parameters.

Mossen worden in hun standplaats bepaald door de wisselwerking tussen het grondwater en het regenwater omdat zij zeer oppervlakkig voedingsstoffen aan de bodem onttrekken. Daarom worden abiotische parameters bepaald van bodem en maaiveldwater.

Bij elke mosvegetatie-opname is de bovenste 8 cm van de bodem uitgestoken. Daarvan worden een aantal hydrochemische en bodemfysische parameters bepaald. Te weten: zuurgraad, kalkpotentiaal, fosfaatpotentiaal en organisch stofgehalte. De methoden om deze parameters te bepalen zijn niet in deze nota opgenomen maar opvraagbaar bij R. Kemmers (Aslyng, 1954 en Ulrich, 1961)

In het transect wordt in elk transectdeel (om de vijf meter) de zuurgraad en het elektrisch geleidingsvermogen van het water bepaald dat op het maaiveld staat. De meting wordt in elk transectdeel in drievoud uitgevoerd. Deze bepalingen zijn op 6 tijdstippen, gespreid over de onderzoeksperiode, uitgevoerd. Hierdoor wordt de invloed van de variatie in neerslag op de metingen verminderd en wordt een redelijk betrouwbaar gemiddelde bepaald.

Deze parameters van het maaiveldwater zijn van belang omdat behalve de samenstelling van het grondwater ook die van de neerslag het milieu voor de mossen bepaald.

3. RESULTATEN.

3.1. Mosvegetatie-opnamen.

In tabel 1 staan de opnamen van de mosvegetatie met bedekking aangegeven. Een alfabetische soortenlijst is als bijlage opgenomen. In het transect zijn een zestal veenmossoorten (*Sphagnum spec.*), twee levermossoorten (*Lophocolea bidentata* en *Calypogeia fissa*) en tien bladmossoorten waargenomen. De bladmossen behoren voornamelijk tot de slaapmossen.

Tabel 1. Mosvegetatie-opnamen in het ZW-schraalgrasland van reservaat "Groot Zandbrink". De ligging van de opnamen is in figuur 5 aangegeven. De bedekking is gegeven in een schaal van 1 tot 10, zie tabel 2.

	OPNAMENUMMER
	111 1 11 1
	1244573935012668
SPHAGNUM TERES	5-----7--2-----
SPHAGNUM SUBSECUNDUM	7-----
RHYTIDIADELPHUS SQUAROSUS	-7-----2-682----
SPHAGNUM NEMORIUM	-69-----
MNIOBRYUM WAHLENBERGII	---22-----
SPHAGNUM PAPILLOSUM	----2-----
SPHAGNUM COMPACTUM	----2-----
CALLIERGONELLA CUSPIDATA	2369986522-52-5-
SPHAGNUM DENTICULATUM	---625-8997---27
PSEUDOSCLEROPODIUM PURUM	26-2257622225542
AMBLYSTEGIUM VARIUM	-----2--2---2-
PLEUROZOBIMUM SCHREBERI	6-2-----2--22--2
CAMPYLIUM ELODES	-----2-----2-
CAMPYLIUM STELLATUM	-----2-----22
DICRANUM SCOPARIUM	-----5---8
CALYPOGEIA FISSA	-----7-88
LOPHOCOLEA BIDENTATA	-----2-7-
HYPNUM CUPRESSIFORME	-----2-2---879-2

Tabel 2. De bedekkingspercentages die door de gekozen schaal weergegeven worden bij de vegetatieopnamen.

schaal	bedekking
1	<1 %
2	1 - 2 %
3	2 - 4 %
4	4 - 7 %
5	7 - 13 %
6	13 - 30 %
7	30 - 50 %
8	50 - 70 %
9	> 70 %

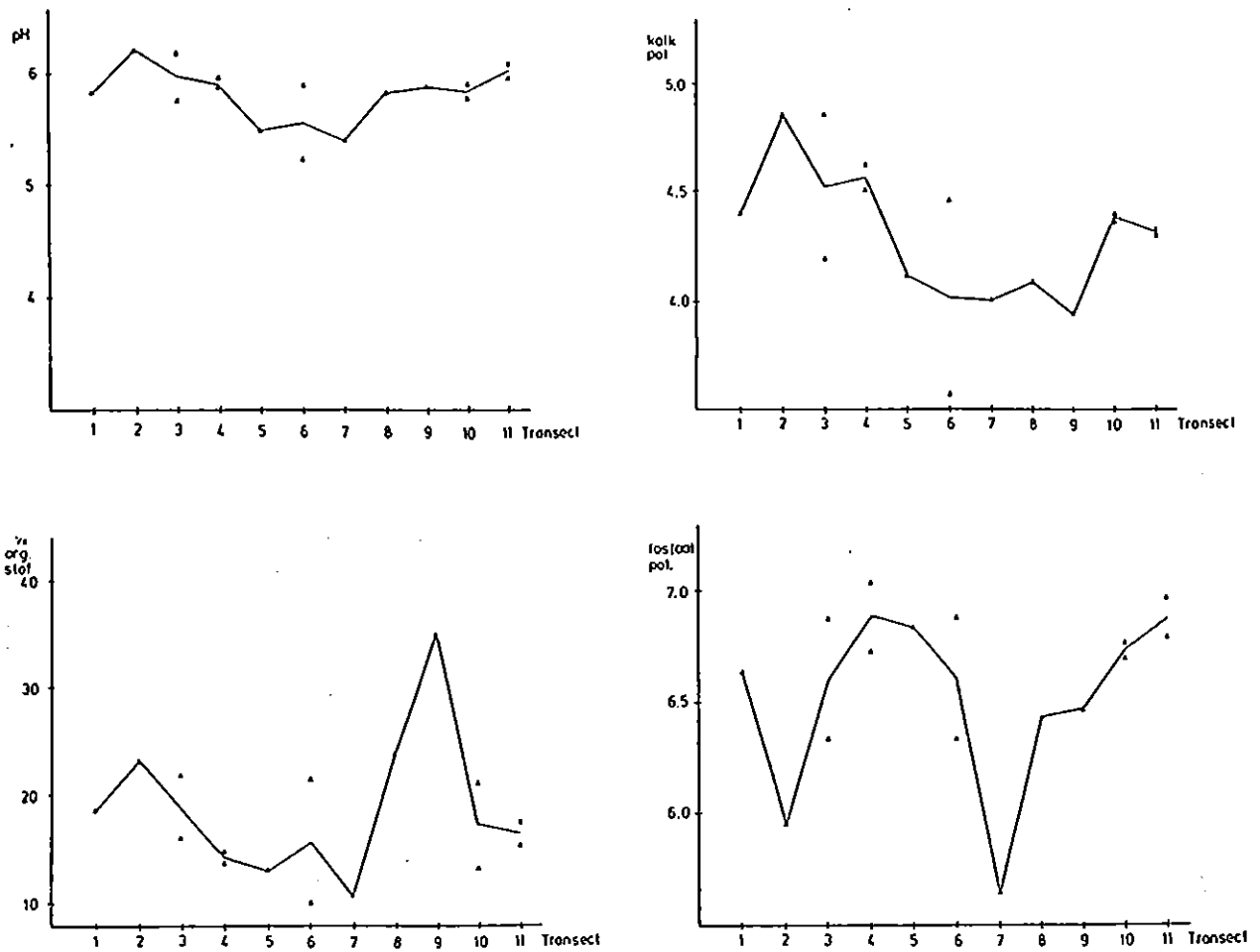
3.2. Hydrochemische en bodemfysische parameters.

De ter plekke van de mosvegetatie-opnamen gestoken bodemonsters zijn op een aantal hydrochemische en bodemfysische parameters onderzocht. In tabel 3 staan de bepalingen van zuurgraad, kalkpotentiaal, fosfaatpotentiaal en organisch stofgehalte.

Tabel 3. Waarden van enkele hydrochemische en bodemfysische parameters bepaald aan de bodemonsters ter plaatse van zestien mosvegetatie-opnamen.

OPNAME NR	pH	KALK POTENTIAAL	FOSFAAT POTENTIAAL	ORGANISCH STOFGEHALTE %
1	6.21	4.85	5.95	23.2
2	6.18	4.85	6.33	16.1
3	5.86	3.93	6.47	34.7
4	5.88	4.35	6.69	13.2
5	5.94	4.31	6.78	15.3
6	6.07	4.29	6.96	17.4
7	5.77	4.38	6.76	21.0
8	5.81	4.08	6.43	23.7
9	5.39	4.00	5.64	10.7
10	5.48	4.11	6.83	13.0
11	5.22	3.57	6.33	21.4
12	5.87	4.50	6.72	14.9
13	5.83	4.39	6.66	18.5
14	5.95	4.62	7.03	13.8
15	5.89	4.45	6.87	10.0
16	5.75	4.19	6.87	21.8

De bodemonsters/mosvegetatie-opnamen liggen op het transect, zie figuur 5. Het verloop van de waarden van de hierboven gegeven parameters over het transect is aangegeven in figuur 6.

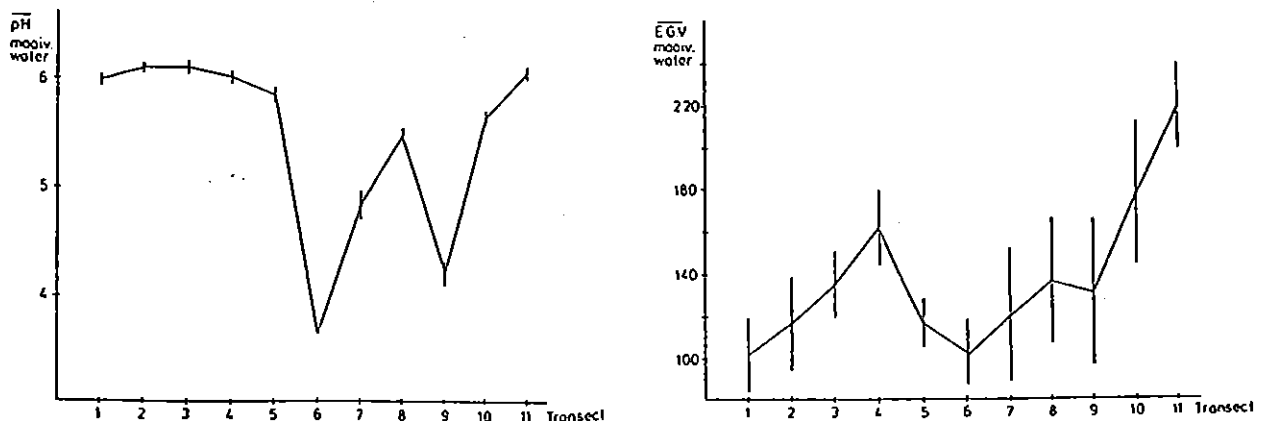


Figuur 6. Het verloop van de zuurgraad, organisch stofgehalte, kalkpotentiaal en fosfaatpotentiaal van de bodem over het transect in het ZW-schraalgrasland in "Groot Zandbrink".

In het transect is bovendien om de vijf meter het water dat op het maaiveld staat, onderzocht op zuurgraad en electrisch geleidingsvermogen. Van de tijdens de onderzoeksperiode zes maal gemeten waarden is het gemiddelde bepaald, zie tabel 4. In figuur 7 staat het verloop over het transect van deze gemiddelde waarden van zuurgraad en electrisch geleidings-vermogen weergegeven.

Tabel 4. Het verloop over het transect van de gemiddelde waarde van de pH en de E.G.V. van het water dat op het maaiveld staat. De bepalingen zijn op afstanden van vijf meter gedaan; drie metingen per lokatie; zes maal gedurende een periode van 22-4-'86 t/m 20-5-'86; dus is het gemiddelde over 18 metingen bepaald.

TRANSECT NR	ZUURGRAAD +/- S.D.	ELECTRISCH GELEIDINGS- VERMOGEN +/- S.D.
1	5.97 +/- 0.30	102 +/- 18.0
2	6.10 +/- 0.23	117 +/- 22.2
3	6.10 +/- 0.32	135 +/- 16.1
4	6.01 +/- 0.28	162 +/- 17.8
5	5.85 +/- 0.31	117 +/- 11.8
6	3.66 +/- 0.07	102 +/- 15.5
7	4.83 +/- 0.60	120 +/- 32.0
8	5.47 +/- 0.34	137 +/- 29.7
9	4.21 +/- 0.58	131 +/- 35.3
10	5.64 +/- 0.34	178 +/- 34.2
11	6.05 +/- 0.28	219 +/- 19.8



Figuur 7. Het verloop over het transect van de gemiddelde waarde in het voorjaar van de zuurgraad en het electrisch geleidingsvermogen van het water dat op het maaiveld staat, zie ook tabel 4.

Er zijn geen metingen gedaan aan het maaiveldwater op elke locatie van een mosvegetatie-opname. Wanneer in de volgende paragraaf met behulp van DECORANA de mosvegetatie-samenstelling gecorreleerd wordt met standplaatsfactoren, is het interessant om ook een verband met zuurgraad en electrisch geleidingsvermogen van het maaiveldwater te kunnen leggen. In tabel 5 worden daarom de pH en E.G.V. van het maaiveldwater op elke locatie van de mosvegetatie-opnamen afgeleid uit de metingen in het transect zoals in tabel 4 gegeven.

Tabel 5. Zuurgraad en electrisch geleidingsvermogen van het water dat op het maaiveld staat op de locaties van de mosvegetatie-opnamen. Deze waarden zijn afgeleid van de metingen in het transect, om de vijf meter (zie tabel 4).

OPNAME NR	ZUURGRAAD	ELECTRISCH GELEIDINGSVERMOGEN
1	6.10	117
2	6.10	135
3	4.21	131
4	5.64	178
5	6.05	219
6	6.05	219
7	5.64	178
8	5.47	137
9	4.83	120
10	5.85	117
11	3.66	102
12	6.01	162
13	5.97	102
14	6.01	162
15	3.66	102
16	6.10	135

De keuze van het transect dekte de variatie in de onderzochte milieufactoren. De milieufactoren hadden het volgende bereik:

5.22 -	pH	- 6.21	(bodem)
3.57 -	kalkpot.	- 4.85	"
5.64 -	fوسف.pot.	- 7.03	"
10.0 -	% org. stof	- 34.7	"
3.66 -	pH	- 6.10	(maaiveldwater)
102 -	E.G.V.	- 219	"

3.3 Correlatie mosvegetatie - grondwatertype.

3.3.1 Onderlinge verwantschap van opnamen en van mossoorten.

Onderscheiden van clusters van opnamen en mossoorten met TWINSPAN:

De mosvegetatie-opname-gegevens zijn in het programma TWINSPAN ingevoerd (Barel, 1986, Hill, 1979). Het programma maakt zowel van de opnamen als van de mossoorten een clustering op een aantal niveau's. In figuur 8 staat deze clustering in de vorm van een diagram weergegeven. Bovendien wordt aan elke mossoort een nummer toegekend.

		OPNAMEN					
		111	1	11	1		
MOSSOORT		1244573935012668					
16	SPHA TERE	5-----7--2-----	0000	CLUSTERING MOSSOORTEN			
17	SPHA SUBS	7-----	0000				
3	RHYT SQUA	-7-----2-682----	00010				
18	SPHA NEMO	-69-----	00010				
9	MNIO WAHL	---22-----	00011				
10	SPHA PAPI	----2-----	00011				
11	SPHA COMP	----2-----	00011				
2	CALL CUSP	2369986522-52-5-	001				
8	SPHA DENT	---625-8997---27	001				
5	PSEU PURU	26-2257622225542	010				
13	AMBL VARI	-----2--2---2-	010				
4	PLEU SCHR	6-2-----2--22--2	011				
14	CAMP ELOD	-----2-----2-	10				
12	CAMP STEL	-----2-----22	110				
15	DICR SCOP	-----5---8	110				
6	CALY FISS	-----7-88	1110				
7	LOPH BIDE	-----2-7-	1110				
1	HYPN CUPR	-----2-2---879-2	1111				
		000000000011111					
		0111111111100011					
		0011111111011					
		00000111					
		00111001					
		001					

CLUSTERING OPNAMEN

Figuur 8. Clustering van opnamen en mossoorten met het programma TWINSPAN op een aantal niveau's. Clusters worden met een combinatie van 0 en 1 gegeven.

Bepaalde opnamen hebben een zekere overeenkomst in de combinatie van soorten en worden op grond daarvan tot een cluster samengevoegd. Bepaalde soorten komen vaker samen met elkaar voor dan anderen en worden op grond daarvan in een cluster gegroepeerd.

TWINSpan geeft voor elke splitsing aan wat de eigenwaarde is zodat beoordeeld kan worden of deze splitsing zinvol is. Een eigenwaarde boven 0.45 lijkt een bruikbare clustering te geven. Bovendien wordt voor elke splitsing bij de opnameclustering aangegeven welke soorten indicatief zijn voor de verschillende clusters. In de volgende paragraaf worden de clusters met een eigenwaarde boven 0.45 gebruikt.

3.3.2. Onderlinge verwantschap van opnamen in relatie tot grondwatertypen.

Ordinatie van opnamen met DECORANA:

Met het programma DECORANA is een ordinatie uitgevoerd van de mosvegetatie- opnamen (Barel, 1986, Hill and Gauch, 1980). Met ordinatie verkrijgt men een rangschikking van opnamen in een coördinatensysteem van vier assen. De verwantschap tussen de opnamen kan worden afgelezen uit de ligging van de opnamen ten opzichte van elkaar. De ordinatie is gebaseerd op de soortensamenstelling van de opnamen.

De assen van deze ordinatie hebben alleen betekenis in termen van onderlinge verwantschap van de verschillende opnamen. Achteraf wordt er pas ecologische betekenis aan gegeven in termen van een milieugradient.

In tabel 6 staat het resultaat van de ordinatie gegeven. In figuur 9 staan de ordinatie diagrammen voor as 1 / as 2, as 2 / as 3 en as 1 / as 3.

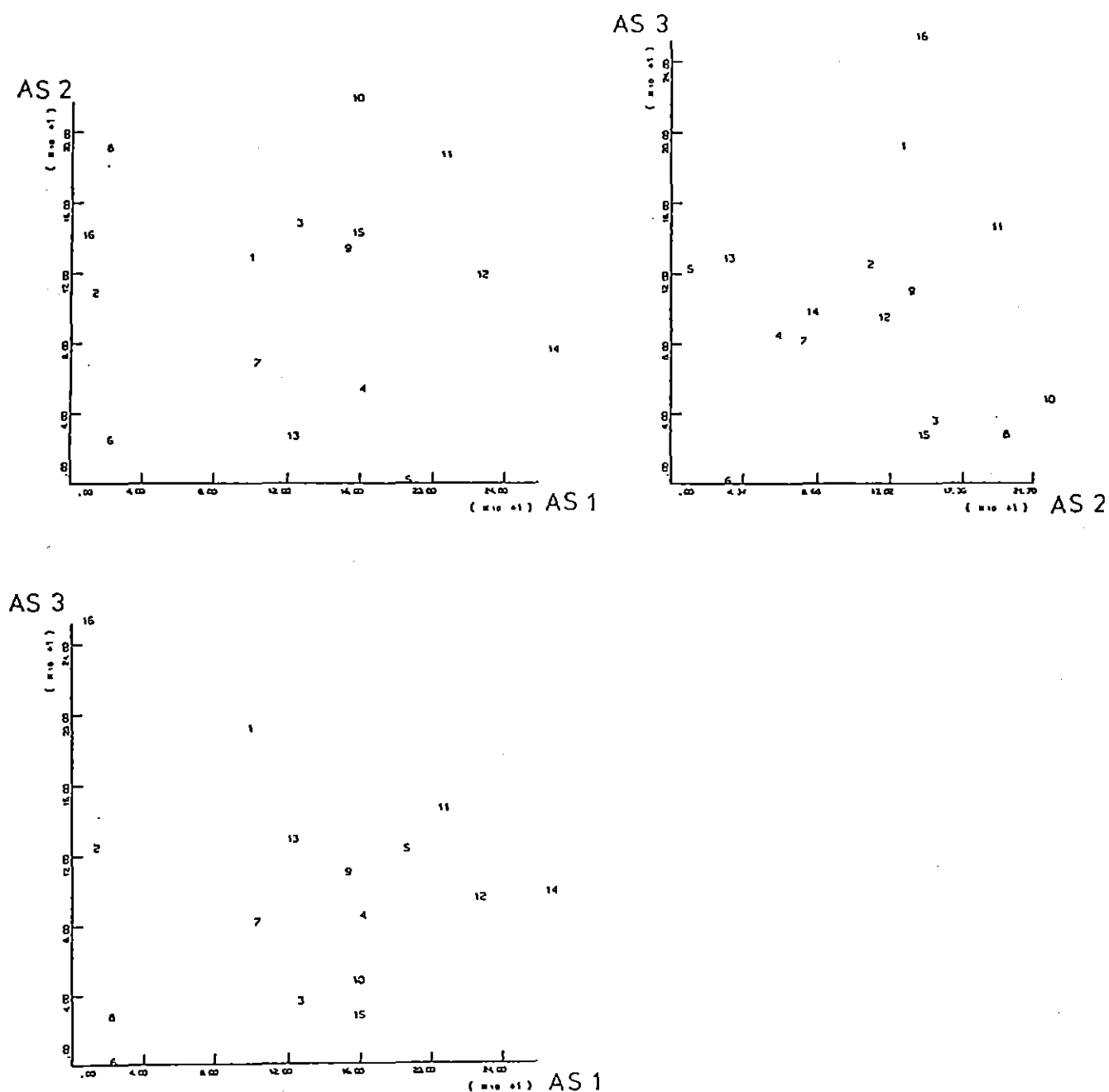
Uit de eigenwaarden is af te lezen dat de ligging van de opnamen in het coördinatenstelsel voor 76 % is te verklaren door de variatie in de milieu- factoren die weerspiegeld zijn in de assen 1 en 2. (nl. $0.477 + 0.285 = 0.762$). Dus 76 % van de variatie in de soortensamenstelling van de mosvegetatie is te verklaren door deze milieufactoren.

Tabel 6. Ordinatatie van mosvegetatie-opnamen met het programma DECORANA. Voor elke opname staan de waarden die deze opname op de verschillende assen heeft, gegeven. Bovendien wordt per as de rangschikking van de opnamen naar waarde op die as gegeven. De eigenwaarde van elke as staat aangegeven.

OPNAME NR	AS1	AS2	AS3	AS4
1	90	127	190	39
2	3	107	123	82
3	116	146	34	82
4	151	52	83	45
5	176	0	121	17
6	12	23	0	146
7	93	67	80	74
8	11	189	26	26
9	143	132	108	90
10	150	217	46	0
11	199	185	144	209
12	219	117	93	7
13	114	25	127	66
14	259	74	96	36
15	150	141	26	49
16	0	140	252	12

OPNAME NR	AS 1 EIG=0.477	!	AS 2 EIG=0.285
14	259	!	10
12	219	!	8
11	199	!	11
5	176	!	3
4	151	!	15
10	150	!	16
15	150	!	9
9	143	!	1
3	116	!	12
13	114	!	2
7	93	!	14
1	90	!	7
6	12	!	4
8	11	!	13
2	3	!	6
16	0	!	5
			217
			189
			185
			146
			141
			140
			132
			127
			117
			107
			74
			67
			52
			25
			23
			0

OPNAME NR.	AS 3	!	AS 4	
	EIG=0.141	!	EIG=0.057	
16	252	!	11	209
1	190	!	6	146
11	144	!	9	90
13	127	!	2	82
2	123	!	3	82
5	121	!	7	74
9	108	!	13	66
14	96	!	15	49
12	93	!	4	45
4	83	!	1	39
7	80	!	14	36
10	46	!	8	26
3	34	!	5	17
8	26	!	16	12
15	26	!	12	7
6	0	!	10	0



Figuur 9. Ordinatiediagram van de mosvegetatie-opnamen voor de assen 1 en 2, 2 en 3, 1 en 3.

Correlatie tussen de variatie in soortensamenstelling van de opnamen en de milieufactoren:

Om te bepalen welke milieufactoren door de verschillende assen worden weerspiegeld, wordt de correlatie bepaald tussen de waarde van de milieuparameters en de waarde die de vegetatieopnamen op de verschillende assen hebben. In tabel 7 staat het resultaat van een correlatie-analyse gegeven.

Tabel 7. Correlatie tussen de milieufactoren en de waarde van mosvegetatie-opnamen op de assen in het ordinatiediagram. De correlatiecoëfficiënt is gegeven.

	AS 1	AS 2	AS 3	AS 4

ZUURGRAAD BODEM	- 0.33	- 0.50	- 0.03	- 0.32
KALKPOTENTIAAL "	- 0.11	- 0.40	0.15	- 0.45
FOSFAATPOTENTIAAL "	0.11	- 0.31	- 0.25	- 0.26
ORGANISCH STOFGEH. "	- 0.35	0.23	0.08	0.19
ZUURGR. MAAIVELDWATER	- 0.26	- 0.45	0.27	- 0.51
ELECTR. GEL. VERM. "	- 0.03	- 0.68	- 0.23	- 0.08

As 1 weerspiegelt waarschijnlijk de variatie in het organisch stofgehalte van de bodem. De correlatiecoëfficiënt = 0.35, de hoogste voor deze as van alle milieufactoren.

As 2 geeft waarschijnlijk de variatie in de zuurgraad en kalkpotentiaal van het bodem/grondwatertype en de zuurgraad en het elektrisch geleidingsvermogen van het maaiveldwater.

Zuurgraad en kalkpotentiaal zijn sterk aan elkaar gecorreleerd, zie ook Ulrich, 1966. Dit is te verklaren uit de uitwisseling van waterstofionen en calciumionen op het kationbindingscomplex in de bodem. De zuurgraad is namelijk niets anders dan de ionenactiviteit van waterstofionen. Deze ionen- activiteit wordt voornamelijk bepaald door de ligging van het evenwicht tussen ionen die gebonden zijn aan het kationbindingscomplex van de bodem en de ionen die in oplossing zijn. Calcium is ook in evenwicht met dit kationbindings complex. In zure bodem komt calcium voornamelijk voor in uitwisselbaar gebonden vorm. In kalkhoudende bodem ook in de vorm van calciumcarbonaat. Daar wordt de binding van calcium aan het bindingscomplex tevens bepaald door de aanwezigheid van calciumcarbonaat. Calcium- en waterstofionen verdringen elkaar van het bindingscomplex waarbij zich een evenwicht instelt. Daarom vertonen ze een sterke correlatie.

Een hoog gehalte aan organische stof introduceert een sterke "reserve" acidity via de aanwezigheid van R-COOH en R-OH groepen. Deze zwakke organische zuren zorgen ervoor dat het kationbindingscomplex zuurgraadafhankelijk is. De buffercapaciteit van organische bodems in deze lichtzure omstandigheden (pH = 6) is zeer groot. Mogelijk verklaart dit dat de zuurgraad enigszins gekoppeld is aan het organisch stofgehalte.

As 3 weerspiegelt waarschijnlijk de variatie in de fosfaatpotentiaal. De correlatiecoëfficiënt is duidelijk hoger dan van de andere milieufactoren en bedraagt -0.25. Naarmate de waarde van as 3 hoger is wordt de fosfaatpotentiaal hoger. De eigenwaarde van de ordinatie voor as 3 is 0.141. Dus 14 % van de variatie in de soortensamenstelling van de mosvegetatie is toe te schrijven aan de fosfaatpotentiaal, weerspiegeld in as 3.

De ligging van de clusters van opnamen in het ordinatiediagram vertaald naar milieufactoren:

In figuur 10 staat in het opnamen-ordinatiediagram globaal aangegeven welke waarde de verschillende milieuparameters hebben in het veld van as 1 en 2. In eerste instantie wil ik me beperken tot de eerste twee assen omdat daaruit de variatie in soortensamenstelling als gevolg van een aantal milieufactoren voor een groot deel kan worden verklaard.

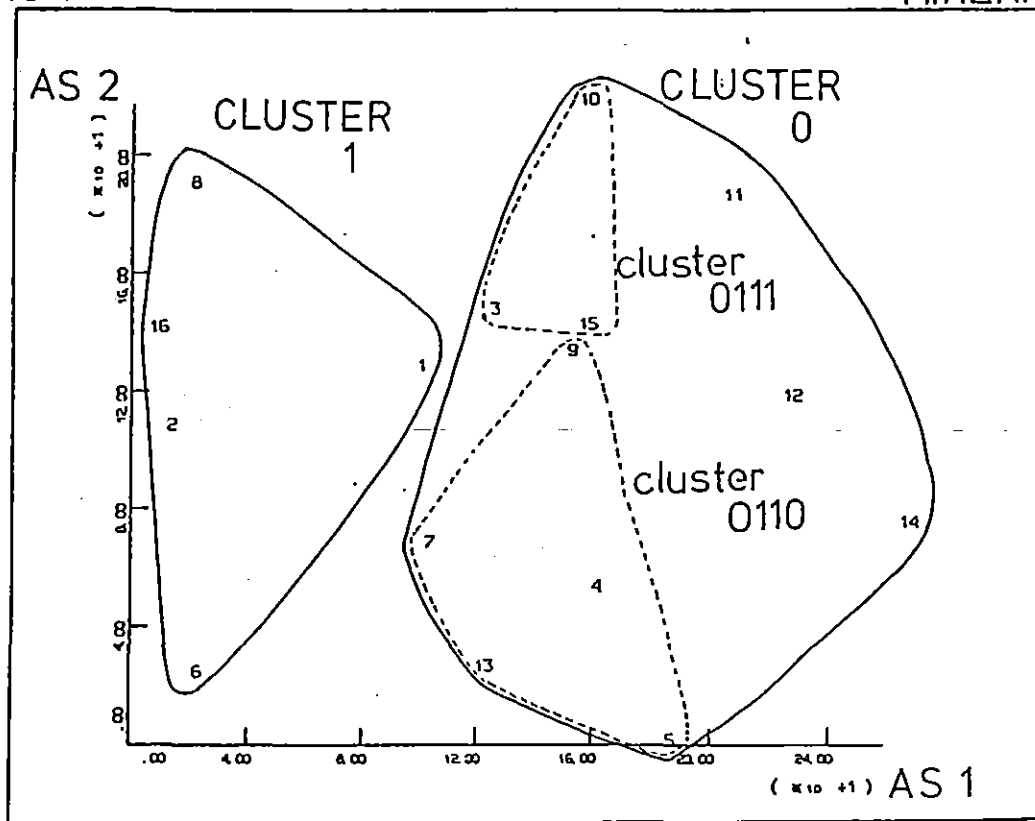
Wanneer de clusters die na de eerste splitsing met TWINSPAN ontstaan, worden aangegeven in het ordinatiediagram van as 1 en 2 blijkt dat de opnamen uit cluster 0 voornamelijk voorkomen op een minerale bodem. De opnamen uit cluster 1 komen voornamelijk voor op organische bodem. De grens ligt ongeveer bij een organisch stofgehalte van 18 %. De interpretatie is door het geringe aantal opnamen niet eenvoudig te maken.

CLUSTER 0 : minerale bodem
 opnamen 3 4 5 7 9 10 11 12 13 14 15
 indicatorsoorten Calliergonella cuspidata
 Sphagnum denticulatum

CLUSTER 1 : organische bodem
 opnamen 1 2 6 8 16
 indicatorsoorten Hypnum cupressiforme
 Calypogeia fissa
 Lophocolea bidentata

ZUUR
 LAAG E.G.V.
 ORGANISCH

ZUUR
 LAAG E.G.V.
 MINERAAL



BASISCH
 HOOG E.G.V.
 ORGANISCH

BASISCH
 HOOG E.G.V.
 MINERAAL

Figuur 10. De waarden van de milieuparameters in het veld van as 1 en 2. De clusters die met behulp van TWINSpan na de eerste splitsing worden gevormd, staan aangegeven.

Op grond van de clustering met TWINSpan onderscheidt zich binnen cluster 0 een cluster van opnamen die voornamelijk gebonden zijn aan een zuur grondwatertype met een laag elektrisch geleidingsvermogen van het maaiveldwater. De andere cluster is gebonden aan een meer basisch (neutraal) grondwatertype met een hoog elektrisch geleidingsvermogen van het maaiveldwater. De eigenwaarde van deze splitsing is nog hoog, namelijk 0.51.

CLUSTER 0.1.1.1. : zuur grondwatertype - laag E.G.V. van het maaiveldwater - minerale bodem.
 opnamen 3 10 15

CLUSTER 0.1.1.0. ; basisch (neutraal) grondwatertype - hoog E.G.V. van het maaiveldwater - relatief organische bodem.
 opnamen 4 5 7 9 13
 indicatorsoort Calliergonella cuspidata

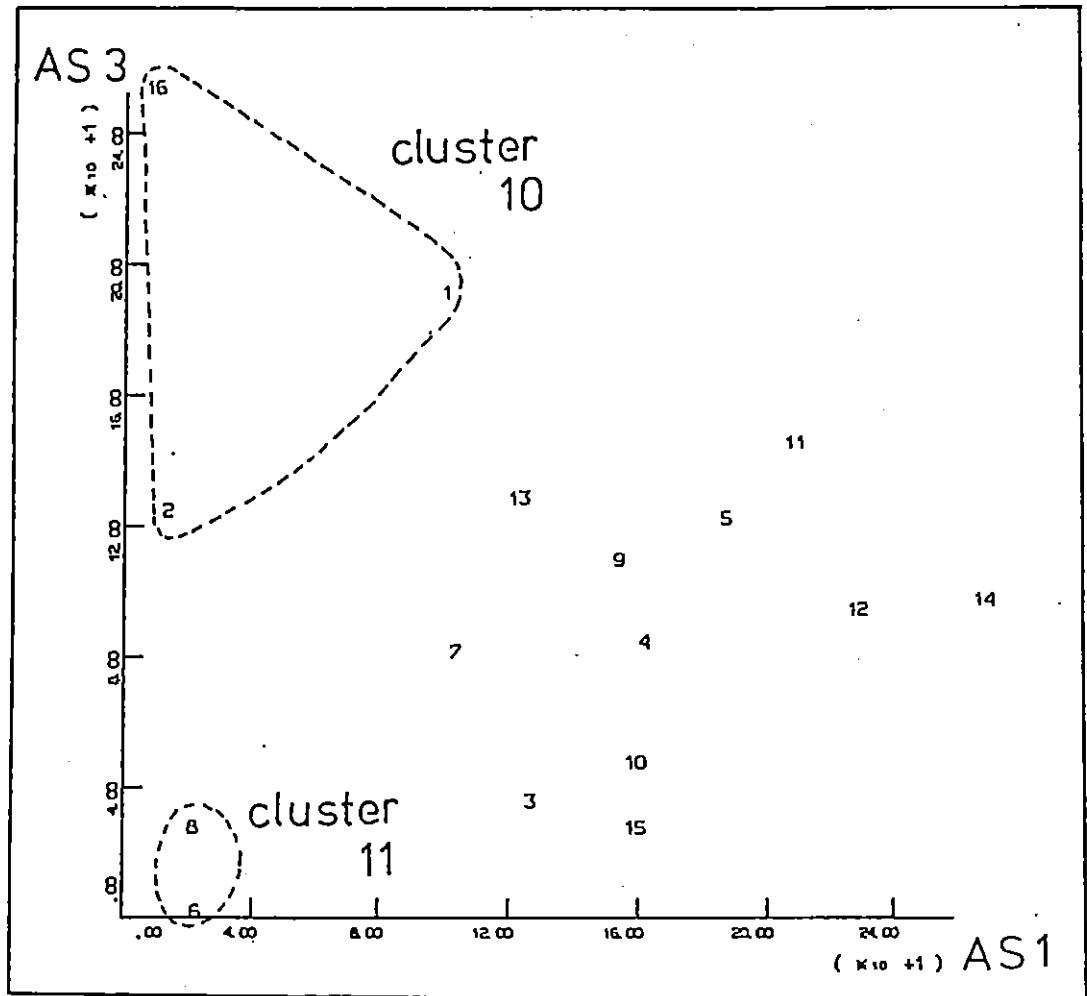
Cluster 1 wordt bij de tweede splitsing opgesplitst in twee clusters die niet duiden op een duidelijke voorkeur voor de hierboven omschreven bodemgrondwatertypen. In het veld van het ordinatiediagram van as 1 en 3 liggen zij wel ver uit elkaar, zie figuur 11.

De opnamen van cluster 1.0. hebben een duidelijk hoge waarde op as 3 wat overeenkomt met een lage fosfaatpotentiaal. De opnamen van cluster 1.1. hebben een zeer lage waarde op as 3 wat duidt op een hoge fosfaatpotentiaal. De eigenwaarde van de ordinatie op as 3 is 0.141. Dit betekent dat slechts 14 % van de variatie in de soortensamenstelling aan de variatie in de fosfaatpotentiaal mag worden toegeschreven. Er kan dus alleen met grote voorzichtigheid gesproken worden over een voorkeur van deze clusters opnamen voor een bepaalde fosfaatpotentiaal.

CLUSTER 1.0. ; lage fosfaatpotentiaal - organische bodem - hoog E.G.V. van het maaiveldwater.
 opnamen 1 2 16

CLUSTER 1.1. ; hoge fosfaatpotentiaal - organische bodem - hoog E.G.V. van het maaiveldwater.
 opnamen 6 8
 indicatorsoort Sphagnum denticulatum

LAGE FOSFAATPOTENTIAAL



HOGHE FOSFAATPOTENTIAAL

Figuur 11. De waarden van de milieuparameters in het veld van as 1 en 3. De clusters die met behulp van TWINSpan na de tweede splitsing van cluster 1 worden gevormd, staan aangegeven.

3.3.3. Onderlinge verwantschap van mossoorten in relatie tot grondwatertypen.

Ordinatie van mossoorten met DECORANA:

Elke opname bevat een bepaalde soortencombinatie. De soorten zijn afhankelijk van de milieufactoren ter plaatse (en van de andere aanwezige soorten). Een bepaalde soort komt in meerdere opnamen voor en zal zijn optimum bij een bepaalde milieugesteldheid hebben. Zo komen in een opname verschillende soorten voor met verschillende optima voor milieu-omstandigheden.

Bij de ordinatie van soorten door DECORANA worden de opnamen waarin de soort voorkomt in het ordinatiediagram tot een puntenwolk gevormd. Van elke puntenwolk wordt het zwaartepunt berekend en in het diagram getekend. Hoe exclusiever een soort is voor een opname (= bepaalde milieugesteldheid) of een cluster van opnamen, des te nauwkeuriger komt dit zwaartepunt overeen met dat van de opname of cluster van opnamen.

Op deze manier kan een vergelijk van de ordinatie van opnamen en soorten inzicht geven in de voorkeur van bepaalde mossoortencombinaties voor specifieke milieu-omstandigheden.

Het resultaat van de ordinatie van mossoorten met DECORANA is gegeven in tabel 8. In figuur 12 staat het ordinatiediagram voor as 1 en 2 getekend.

Wanneer in het ordinatiediagram van de assen 1 en 2 (figuur 12) de clusters van soorten worden aangegeven die ontstaan na de eerste splitsing in TWINSPAN, blijken deze duidelijk van elkaar gescheiden in het vlak te liggen. Deze eerste splitsing in de clusters 0 en 1 heeft een zeer hoge eigenwaarde van 0.789 en geeft dus een zinvolle verdeling van de mossoorten in twee soortencombinaties. De ligging van deze soortencombinaties (clusters) in het ordinatiediagram vertoont sterke overeenkomsten met de ligging van de clusters 0 en 1 van opnamen.

Tabel 8. De ordinatie van mossoorten met het programma DECORANA. Voor elke soort staan de waarden die deze soort op de verschillende assen heeft, aangegeven. Bovendien wordt per as de rangschikking van de soorten naar waarde van die as gegeven. De eigenwaarde van elke as staat aangegeven.

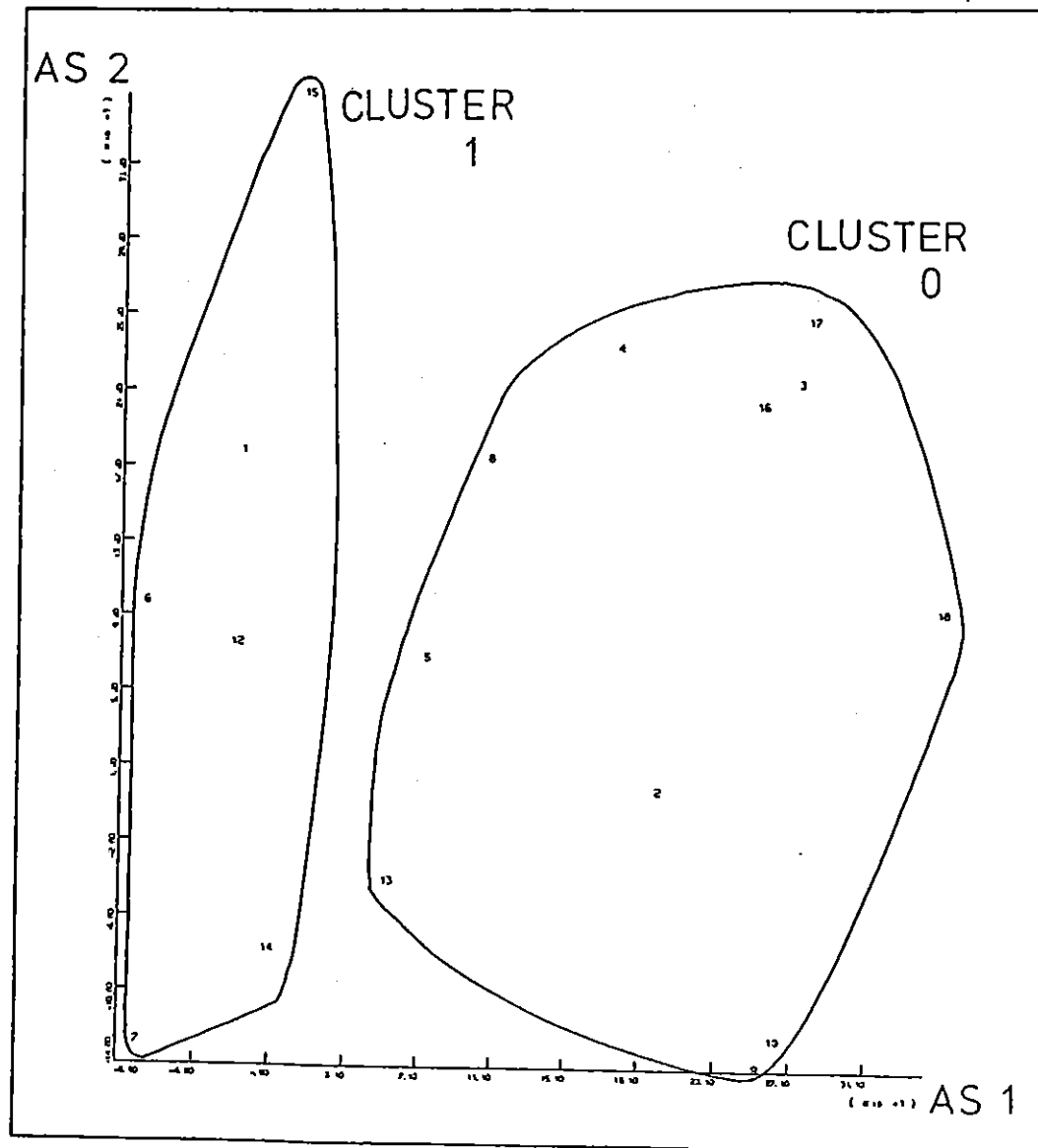
N	SOORT	AS1	AS2	AS3	AS4
1	HYPN CUPR	-36	179	301	-4
2	CALL CUSP	190	-1	123	58
3	RHYT SQUA	265	217	39	-15
4	PLEU SCHR	169	235	103	212
5	PSEU PURU	65	69	165	42
6	CALY FISS	-86	98	-56	134
7	LOPH BIDE	-89	-137	-97	327
8	SPHA DENT	99	176	-30	67
9	MNIO WAHL	243	-148	197	-105
10	SPHA PAPI	254	-133	156	-168
11	SPHA COMP	254	-133	156	-168
12	CAMP STEL	-37	76	-84	146
13	AMBL VARI	45	-50	0	183
14	CAMP ELOD	-19	-87	-122	288
15	DICR SCOP	-1	369	75	-230
16	SPHA TERE	246	205	168	243
17	SPHA SUBS	273	250	185	354
18	SPHA NEMO	343	96	72	-28

AS 1		AS 2	
EIG=0.477		EIG=0.285	
18	SPHA NEMO 343	15	DICR SCOP 369
17	SPHA SUBS 273	17	SPHA SUBS 250
3	RHYT SQUA 265	4	PLEU SCHR 235
10	SPHA PAPI 254	3	RHYT SQUA 217
11	SPHA COMP 254	16	SPHA TERE 205
16	SPHA TERE 246	1	HYPN CUPR 179
9	MNIO WAHL 243	8	SPHA DENT 176
2	CALL CUSP 190	6	CALY FISS 98
4	PLEU SCHR 169	18	SPHA NEMO 96
8	SPHA DENT 99	12	CAMP STEL 76
5	PSEU PURU 65	5	PSEU PURU 69
13	AMBL VARI 45	2	CALL CUSP -1
15	DICR SCOP -1	13	AMBL VARI -50
14	CAMP ELOD -19	14	CAMP ELOD -87
1	HYPN CUPR -36	10	SPHA PAPI -133
12	CAMP STEL -37	11	SPHA COMP -133
6	CALY FISS -86	7	LOPH BIDE -137
7	LOPH BIDE -89	9	MNIO WAHL -148

AS 3				AS 4			
EIG-0.141				EIG-0.057			
1	HYPN	CUPR	301 !	17	SPHA	SUBS	354
9	MNIO	WAHL	197 !	7	LOPH	BIDE	327
17	SPHA	SUBS	185 !	14	CAMP	ELOD	288
16	SPHA	TERE	168 !	16	SPHA	TERE	243
5	PSEU	PURU	165 !	4	PLEU	SCHR	212
10	SPHA	PAPI	156 !	13	AMBL	VARI	183
11	SPHA	COMP	156B !	12	CAMP	STEL	146
2	CALL	CUSP	123 !	6	CALY	FISS	134
4	PLEU	SCHR	103 !	8	SPHA	DENT	67
15	DICR	SCOP	75 !	2	CALL	CUSP	58
18	SPHA	NEMO	72 !	5	PSEU	PURU	42
3	RHYT	SQUA	39 !	1	HYPN	CUPR	-4
13	AMBL	VARI	0 !	3	RHYT	SQUA	-15
8	SPHA	DENT	-30 !	18	SPHA	NEMO	-28
6	CALY	FISS	-56 !	9	MNIO	WAHL	-105
12	CAMP	STEL	-84 !	10	SPHA	PAPI	-168
7	LOPH	BIDE	-97 !	11	SPHA	COMP	-168
14	CAMP	ELOD	-122 !	15	DICR	SCOP	-230

ZUUR
LAAG E.G.V.
ORGANISCH

ZUUR
LAAG E.G.V.
MINERAAL



BASISCH
HOOG E.G.V.
ORGANISCH

BASISCH
HOOG E.G.V.
MINERAAL

Figuur 12. Ordinatie van de mossoorten voor as 1 en 2.
De nummers corresponderen met de soorten, zie tabel 8.
De clusters die met behulp van TWINSpan na de eerste splitsing worden gevormd, staan aangegeven. Evenals de waarden van de milieuparameters.

3.3.4. Correlatie tussen voorkomen mosvegetatietypen en
grondwatertypen.

Uit vergelijk van de clustering en ordinatie van opnamen en soorten kan afgeleid worden dat er een soortencombinatie is die een voorkeur vertoont voor een meer minerale bodem en een met een voorkeur voor een organischer bodem. De grens ligt globaal bij een organisch stofgehalte van 18 %.

CLUSTER 0: "minerale" bodem

soorten:	Sphagnum nemoreum
	" subsecundum
	" denticulatum
	" papillosum
	" teres
	" compactum
	Calliergonella cuspidata
	Rhytidiadelphus squarrosus
	Pleurozobium Schreberi
	Pseudoscleropodium purum
	Amblystegium varium
	Mniobryum wahlenbergii

CLUSTER 1: "organische" bodem

soorten:	Hypnum cupressiforme
	Dicranum scoparium
	Campylium elodes
	Campylium stellatum
	Calypogeia fissa
	Lophocolea bidentata

4. DISCUSSIE

4.1. Organisch stofgehalte.

Er worden twee clusters van mossoorten onderscheiden die gebonden lijken te zijn aan een standplaats met een hoog en een laag organisch stofgehalte. De variatie in organisch stofgehalte kan op twee manieren verklaard worden. Ten eerste kan het organisch stofgehalte samenhangen met het microrelief, ten tweede met de invloed van de aard van de kwelwaterstroom.

Verwacht mag worden dat de variatie in organisch stofgehalte langs het transect de variatie in microrelief volgt. Hogere terreindelen hebben een hoger organisch stofgehalte. Uit voorgaand onderzoek in het zuidwestelijke schraallandje is een dergelijk verband al globaal aangetoond (Kemmers en Jansen, 1980). Dit is op de volgende wijze te verklaren.

Organische stof wordt door micro-organismen afgebroken. Deze microbiele redoxreacties worden beïnvloed door de basenbezetting, pH en redoxpotentiaal (Hoeks, 1983). Een hogere basenbezetting veroorzaakt een betere afbraak van organische stof.

Calcium is in dit gebied de belangrijkste base die het adsorptiecomplex bezet (Kemmers en Jansen, 1980). De calciumconcentratie in het grondwater en de zuurgraad bepalen samen de basenbezetting van het adsorptiecomplex. Bij een hogere calciumconcentratie van het grondwater zal een hogere basenbezetting optreden. Een lagere pH maakt dat waterstofionen de calciumionen van het adsorptiecomplex verdringen wat leidt tot een lagere basenbezetting.

In de iets hoger gelegen delen van het graslandje mag je een uitspoeling van Ca^{2+} ionen uit de bovenste bodemlagen verwachten. De H^{+} ionen in het zure regenwater verdringen Ca^{2+} ionen van het adsorptiecomplex. Op de hogere delen zal een lage basenbezetting leiden tot een lage afbraaksnelheid van organische stof. Dit resulteert in een organische bodem.

Theoretisch gesproken zouden de verschillen in organisch stofgehalte mogelijk ook verklaard kunnen worden uit de invloeden van de verschillende kwelwatertypen. Het verschil in zuurgraad tussen het regionale en lokale grondwater kan via de basenbezetting invloed hebben op de afbraaksnelheid van de organische stof. De invloed van het regionale meer zure grondwater zou een meer organische bodem tot gevolg hebben. Het lokale minder zure grondwater een meer minerale

bodem.

Het mosvegetatietype cluster 0 (zie 3.3.4.) zou voorkomen op "minerale" bodem onder invloed van het lokale alkaliene grondwatertype.

Het mosvegetatietype cluster 1 zou voorkomen op "organische bodem" onder invloed van het regionale saliene grondwatertype.

Deze veronderstellingen zijn echter in tegenspraak met een beschouwing van de gegevens uit Westhoff en Den Held (1969). Cluster 0 (zie 3.3.4.) bevat namelijk een drietal belangrijke veenmossoorten die kensoorten zijn voor een plantengemeenschap die kenmerkend is voor het regionale grondwatertype. Namelijk *Sphagnum subsecundum*, *Sph. denticulatum* en *Sph. teres* als kensoorten van het *Caricion curto nigrae* (zie 1.2.).

Cluster 1 bevat daarentegen slechts een spaarzaam voorkomende soort (*Calypogeia fissa*) als kensoort van het *Caricion curto nigrae*. Het bevat daarbij vreemd genoeg twee soorten die juist kensoorten zijn voor een plantengemeenschap kenmerkend voor het lokale grondwatertype. Namelijk *Hypnum cupressiforme* en *Dicranum scoparium* als kensoorten van het *Violion caninae*. Daarnaast bevat deze cluster twee kensoorten van het *Caricion davalliana* kenmerkend voor het intermediaire grondwatertype uit de contactzone, namelijk *Campylium elodes* en *C. stellatum*.

4.2. Zuurgraad van het grondwater.

In de hiërarchie van de TWINSpan-clusters is binnen cluster 0 van opnamen een groep opnamen te onderscheiden met een voorkeur voor een zuur grondwatertype (cluster 0.1.1.1., zie paragraaf 3.3.2.) en een groep opnamen met een voorkeur voor een basisch grondwatertype. Bij de clustering van soorten zijn op dit niveau geen clusters ontstaan met een duidelijke voorkeur voor een bepaald grondwatertype. Daardoor is het niet mogelijk om de clusters van opnamen en mossoorten te vertalen naar mosvegetatietypen.

Opvallend is echter wel dat juist binnen cluster 0, met een voorkeur voor de lagere terreindelen (met een minerale bodem) deze afhankelijkheid van het grondwater naar voren komt. De hogere terreindelen staan waarschijnlijk minder onder invloed van de kwelwaterstroom.

4.3. Conclusie

Voorlopig kunnen op basis van deze beperkte hoeveelheid onderzoeksgegevens geen duidelijke relaties tussen mossen of mosvegetatietypen en standplaatsfactoren, die door het grondwater worden beïnvloed, worden aangegeven. Voorzover deze relaties globaal aanwezig zijn, kunnen ze niet goed worden geïnterpreteerd naar de bestaande inzichten over de invloed van watertypen op de ruimtelijke variatie van standplaatsfactoren. Naar verwachting zullen aanzienlijk meer gegevens en opnamen nodig zijn om duidelijkheid te verkrijgen in deze relaties.

Op dit moment lijkt de variatie in mossoortensamenstelling dan ook eerder samen te hangen met de variatie in microreliëf.

Wanneer de invloeden van grondwaterstromen op de samenstelling van mossoorten in een vervolgonderzoek bestudeerd worden, zal de oppervlakte van de mosvegetatie-opnamen naar verwachting groter moeten zijn. Op die manier zal de invloed van het microreliëf op de soortensamenstelling minder merkbaar zijn, en kan op een kleinere schaal naar de relatie tussen mossoortensamenstelling en grondwaterstromen gekeken worden.

ADVIEZEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

Een onderzoek met een groter aantal mosvegetatie-opnamen zal een betrouwbaardere clustering van opnamen en soorten geven. Evenzo kan een betrouwbaarder verband gelegd worden tussen de waarde van de ordinatie-assen (DECORANA) en de milieuparameters, wat zeer essentieel is. In dit onderzoek kon alleen de eerste splitsing in twee clusters van opnamen en soorten zodanig verklaard worden uit de variatie in milieufactoren dat mosvegetatietypen beschreven konden worden met een afhankelijkheid van hun standplaatsfactor. Met een groter aantal gegevens is een verdere splitsing in clusters op een betrouwbare wijze te vertalen naar variatie in milieufactoren.

Nog een mogelijkheid om op een nauwkeuriger wijze te kunnen bepalen welke van de onderzochte milieufactoren preferent zijn voor de clusters die ontstaan bij elke splitsing in de TWINSPAN-hierarchie is toepassing van het programma DISCRIM (Ter Braak, 1982), dat nauw verwant is aan TWINSPAN. Bovendien worden de milieufactoren geordend in een tabel waarin de kolommen dezelfde volgorde hebben als de mosvegetatieopnamen.

In een vervolgonderzoek zou met zekerheid bepaald kunnen worden of het verschil in organisch stofgehalte direct samenhangt met het microrelief of met de invloed van een bepaald grondwatertype. Daarbij zal de oppervlakte van de mosvegetatie-opname waarschijnlijk groter moeten zijn.

BIJLAGE

Alfabetische lijst van waargenomen mossoorten in reservaat
"Groot Zandbrink".

Amblystegium varium	oeverpluisdraadmos
Calliergonella cuspidata	puntmos
Calypogeia fissa	-
Campylium elodes	tenger goudmos
Campylium stellatum	sterre-goudmos
Ceratodon purpureus	purpersteeltje
Dicranella heteromalla	pluisjesmos
Dicranum scoparium	gewoon gaffeltandmos
Funaria hygrometrica	krulmos
Gymnostomum calcareum	kalkmos
Hypnum cupressiforme	klaauwtjesmos
Lophocolea bidentata	kantmos
Mniobryum wahlenbergii	bleek peermos
Pleurozobium schreberi	bronsmos
Polytrichum longisetum	slank haarmos
Pseudoscleropodium purum	groot laddermos
Rhytidiadelphus squarrosus	haakmos
Sphagnum compactum	kussentjes veenmos
Sphagnum cuspidatum	water veenmos
Sphagnum denticulatum	-
Sphagnum nemorium	-
Sphagnum papillosum	wrattig veenmos
Sphagnum squarrosum	haak-veenmos
Sphagnum subsecundum	moeras veenmos
Sphagnum teres	-
Sphagnum	-
Trichostomum tenuirostre	-
Thuidium tamariscinum	gewoon thujamos

LITERATUUR

- Aslyng, H.C., 1954. The lime and phosphate potentials of soils; the solubility and availability of phosphates. Bulletin of the Hydrotechnical Laboratory. Royal veterinary and agricultural college. Yearbook 1954, reprint pp.1 - 50. Copenhagen.
- Barel, R.A., 1986. Vegetatie-analyse met de computerprogramma's Decorana en Twinspan. I.C.W.-nota 1701.
- Barel, R.A., 1986. Testop: een Fortran programma voor controle en bewerking van vegetatie-opnamen.
- Beijerink, W., z.j. Sphagnum en sphagnetum: bijdrage tot de kennis der Nederlandse veenmossen naar hun bouw, levenswijze, verwantschap en verspreiding.
- Beijersbergen, J., 1977. De verspreiding van mossen op de voormalige zandplaat de Hompelvoet in de Grevelingen in relatie tot het abiotisch milieu, de fanerogamenvegetatie en enkele beheersmaatregelen. Rijksuniversiteit Utrecht.
- Braak, C.J.F. ter, 1982. DISCRIM - A modification of TWINSpan (Hill, 1979) to construct simple discriminant functions and to classify attributes, given a hierarchical classification of samples. IWIS-TNO, Wageningen.
- Dierssen, K., 1973. Moosgesellschaften auf islaendischen Torfboden und ihre Abhaengigkeit vom Wasser- und Naerstoffhaushalt. 30 pp. Hveragerdi.
- Dirkse, G.M., 1985. Sphagnum sect. subsecunda in Nederland. R.I.N.rapport 85/2. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Hill, M.O., 1979. TWINSpan: a fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, N.Y.
- Hill, M.O. and H.G. Gauch, 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. Vegetatio 42: pp. 47-58.
- Hoeks, J., 1983. Retentie- en afbraakprocessen in de bodem. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding. Nota 1471.
- Hofs, H., 1977. Mossen en beheer op het "Westerholt". Laboratorium voor Plantenecologie, Groningen.
- Hubschmann, A. v., 1975. Moosgesellschaften des Nordwestdeutschen Tieflandes zwischen Ems und Weser. II. Teil: Erdmoos-Gesellschaften. Herzogia Band 3 pp. 275 - 326.
- Jansen, P.C. en R.H. Kemmers, 1980. Relaties tussen hydrologische parameters en enkele vegetatietypen van het C.R.M.-reservaat "Groot Zandbrink". Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding. Nota 1180.

- Jansen, P.C. en R.H. Kemmers, 1982. Aanvullingen betreffende de hydrologie van het C.R.M.-reservaat "Groot Zandbrink" (vervolg op nota 1180). I.C.W.-nota 1326.
- Kemmers, R.H. en P.C. Jansen, 1980. De invloed van chemische factoren in grondwater en bodem op enkele vegetatietypen in het C.R.M.-reservaat "Groot Zandbrink". I.C.W.-nota 1181.
- Kemmers, R.H. en P.C. Jansen, 1982. Redoxpotentialen en calcium in relatie tot de stikstof- en fosfaathouding van de schraalgraslandjes in het C.R.M.-reservaat "Groot Zandbrink". I.C.W.-nota 1330.
- Kemmers, R.H. en P.C. Jansen, 1983. De genese van lithogeen grondwater en daarin optredende regionale verschillen. I.C.W.-nota 1482.
- Landwehr, J., 1980. Atlas der Nederlandse Levermossen. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.
- Landwehr, J., 1984. Nieuwe atlas nederlandse bladmossen. Thieme, Zutphen.
- Lottaush, W., 1984. Standortskundliche Untersuchungen der Moosflora in Naturnahen Gebirgsbaeichen Suddeutschlands. 138 pp. Dissertation, Stuttgart.
- Margadant, W.D. en H. During, 1982. Beknopte flora van Nederlandse Blad- en Levermossen. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. Thieme, Zutphen.
- Schofield, R.K. and A. Wormald Taylor, 1955. The Measurement of Soil pH. Soil Science Society Proceedings 1955 pp. 164 - 167.
- Slobodda, S., 1978. Beziehungen zwischen ausgewählten Standortfaktoren und oekologischen Aussagen der Vegetation, dargestellt an einigen Pflanzengesellschaften im NSG "Peenewiesen bei Gutzkow". Wissenschaftlich Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald Jahrgang XXVII, 1978. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe Heft 1/2. S. 93 - 96.
- Slobodda, S., 1978. Oekologische Zeigerwerte für Moose in Niedermoor-Pflanzengesellschaften. Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg XVIII, S. 49 - 63.
- Slobodda, S., 1982. Pflanzengesellschaften als Kriterien zur oekologischen Kennzeichnung der Standortmosaik. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung. Berlin 22, 2, S. 79 - 101.
- Ulrich, B., 1961. Die Wechselbeziehungen von Boden und Pflanze in physikalisch-chemischer Betrachtung. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 114 pp.
- Ulrich, B., 1966. Kationenaustausch - Gleichgewichte in Böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. Band 113: pp. 141-159.
- Westhoff, V. en A.J. Den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. 324 pp. Thieme, Zutphen.
- Wirdum, G. van, 1979. Dynamic aspects of trophic gradients in a complex. CHO,TNO Proceedings No. 25.