

Standplaatsbeschrijving van Arnica montana en  
Deschampsia flexuosa in een Heischraal Grasland  
met betrekking tot enkele Chemische Factoren in  
de Bodem.

Johannes Tonckens

Een 6 maands doctoraalonderzoek  
Plantenoecologie onder begeleiding  
van Dr. D.M. Pegtel.  
aug '85 - febr '86

9 mei 1987

Rijksuniversiteit Groningen,  
Laboratorium v. Plantenoecologie,  
Kerklaan 30  
9750 AA Haren (Gn.)

DOCTORAALVERSLAG/SCRIPTIE

Vakgroep Plantenoecologie R.U.G.  
Biologisch Centrum  
Haren (Gn).

Doctoraalverslagen/scripties van de Vakgroep Plantenoecologie zijn interne rapporten, dus geen officiële publicaties.

De inhoud varieert van een eenvoudige bespreking van onderzoeksresultaten tot een concluderende discussie van gegevens in wijder verband.

De conclusies, veelal slechts gesteund door kortlopend onderzoek, zijn meestal van voorlopige aard en komen voor rekening van de auteur(s).

Overname en gebruik van gegevens slechts toegestaan na overleg met auteur(s) en/of Vakgroepbestuur.

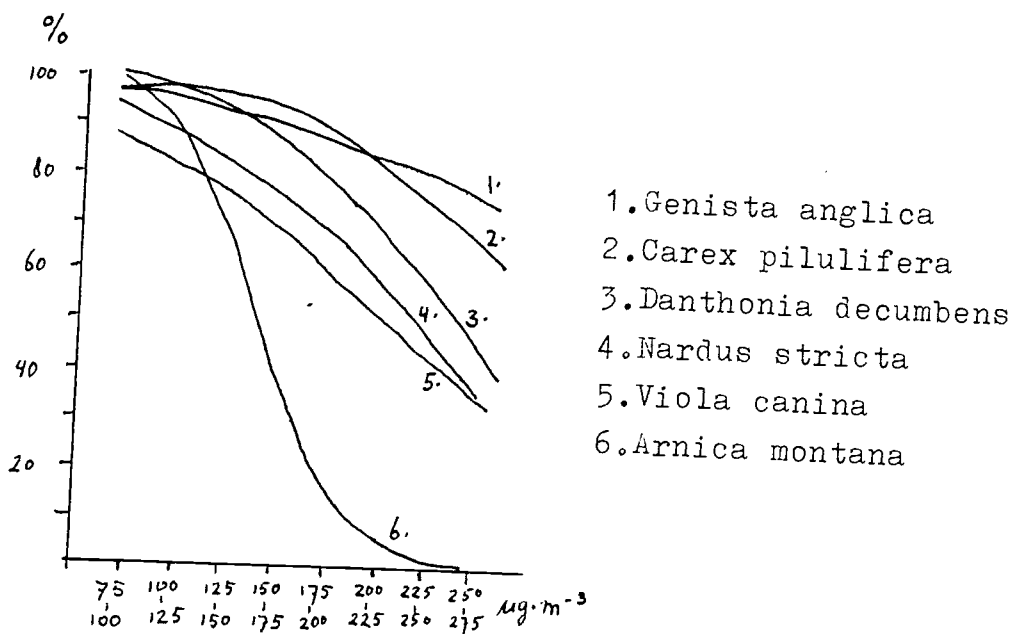
## INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 1.	Inleiding	1
HOOFDSTUK 2.	Beschrijving van het onderzoeksgebied	3
HOOFDSTUK 3.		7
3.1	Inleiding	7
3.2	Materiaal en Methode	8
3.3	Resultaten	8
3.3.1.	De verspreiding van <i>A.montana</i> en <i>D.flexuosa</i> in het gebied.	8
3.3.2.	Beschrijving van de bodem onder <i>A.montana</i> en <i>D.flexuosa</i>	13
3.3.3.	Vergelijking van de pH onder <i>A.montana</i> en <i>D.flexuosa</i> .	13
3.3.4.	Vergelijking van het %org.stof onder <i>A.montana</i> en <i>D.flexuosa</i> .	15
3.4.	Discussie/conclusies	15
HOOFDSTUK 4.		17
4.1.	Inleiding	17
4.2.	Materiaal en Methodes	17
4.3	Resultaten	19
4.4	Discussie	28
HOOFDSTUK 5.		31
5.1.	Bepaling van de wateroplos- bare aluminiumfracties	31
5.1.1.	Mobilisatie van aluminium	31
5.1.2.	Toxiciteit van aluminium	31
5.1.3.	Methode	32
5.1.4.	Resultaten	32
5.1.5.	Discussie	33
5.2.	Evaluatie van een chemische extractiemethode ter schatting van de N-mineralisatiesnelheid	34
5.2.1.	Inleiding	34
5.2.2.	Werkwijze	34
5.2.3.	Resultaten	35
5.2.4.	Discussie	36
Samenvatting en Slotconclusies		37
Literatuurlijst		41



## Hoofdstuk 1. Inleiding

De achteruitgang van hogere planten in Nederland wordt in de meeste gevallen toegeschreven aan 1. Verlaging van de grondwaterstand. 2. Eutrofiering. 3. Een veranderd beheer in de landbouw. 4. Inpolderingen en ontginningen. 5. Verstedelijking en wegeaanleg. Het Rijksinstituut voor Natuurbeheer heeft onderzocht in hoeverre de achteruitgang van hogere planten in Nederland toegeschreven zou kunnen worden aan luchtverontreiniging (Van Dam 1986). Als maat voor de achteruitgang nam men het terugvindpercentage van de soort (situatie voor en na 1950 vergeleken op uurhokbasis). Bij dit onderzoek is als maat voor de luchtverontreiniging het SO<sub>2</sub>-95 percentiel genomen. Voor de onderzochte soorten van droge heide zijn de factoren 1, 2, en 3 niet van belang en is de invloed van luchtverontreiniging onderzocht na correctie voor het effect van de factoren ontginning, verstedelijking en wegeaanleg. Onder de soorten waarbij juist luchtverontreiniging veel van de gevonden verschillen in terugvindpercentage verklaart bevinden zich een groot aantal soorten van het Violion caninae. Dit zijn Arnica montana, Nardus stricta, Galium saxatile, Antennaria dioica en Viola canina. Voor Genista anglica, Carex pilulifera en Danthonia decumbens is dit verband minder sterk (figuur 1.1).



Figuur 1.1 Het verband tussen het terugvindpercentage van een soort en het SO<sub>2</sub>-95 percentiel in de lucht voor 6 soorten. (Van Dam 1983).

Omdat het gaat om een aantal soorten van het zelfde verbond en dus met een zelfde habitatpreferentie is het aannemelijk dat veranderingen in de bodem een rol spelen in het mechanisme wat lijdt tot afname van deze soorten (Van Dam 1986). De huidige uitbreiding van Deschampsia flexuosa in veel heideterreinen wordt vaak gezien als een gevolg van bodemverzuring (Ook het veranderde heidebeheer speelt hierbij een rol). Deze constatering wordt gesteund door onderzoek van Hackett (1965) en Scurfield (1949). Deschampsia flexuosa is een soort die optimaal voorkomt op droge, zure gronden met een pH lager dan 4.0, een hoog organische stofgehalte en een lage basenverzadiging (Scurfield 1949). In cultuurexperimenten is gebleken dat Deschampsia flexuosa tolerant is voor hoge aluminiumconcentraties in de voedingsoplossing en ongevoelig is voor variatie in de concentratie aan voedingselementen. Nitraat is voor Deschampsia een even goede stikstofbron als ammonium (Hackett 1965). Van de standplaatsfactoren van het Violion caninae is bekend dat dit verbond op iets voedselrijkere bodems voorkomt dan de heidegemeenschappen en optimaal voorkomt op bodems met een pH tussen 4.1 en 5.0 (Klapp 1965). Van Arnica montana, een kensoort van het Violion caninae, en Deschampsia flexuosa kan gezegd worden dat het contrasterende soorten zijn v.w.b. hun standplaatscondities en hun reactie op verzuring van de bodem. Dit onderzoek gaat in op enkele bodemchemische factoren die de verspreiding van Arnica en Deschampsia in het veld kunnen bepalen. De verworven inzichten moeten uiteindelijk lijden tot meer inzicht in het mechanisme wat een rol speelt bij de afname respectievelijk toename van deze soorten bij verzuring van de bodem.

## Hoofdstuk 2. Beschrijving van het onderzoeksgebied.

Het onderzoeksgebied is gelegen aan de spoorbaan Groningen - Assen ter hoogte van Tynaarlo. De soortensamenstelling van het gebied is in 1984 beschreven door Pegtel en Jansen (1984). In het terrein komen een aantal soorten voor van het Violion caninae, opvallend is de sterke aanwezigheid van Arnica montana. Bovendien vertoont het terrein neiging tot verruiging door opslag van bramen en vergrassing met Deschampsia flexuosa en Molinia caerulea. In tabel 2.1 zijn een twintigtal vegetatieopnames weergegeven, de soorten zijn geordend volgens het systeem van plantengemeenschappen van Westhoff en Den Held (1969) en Den Held (1979). Er zijn een aantal slecht ontwikkelde syntaxa te onderscheiden. Uit de Nardo-Callunetea (klasse der Heiden en Borstelgraslanden) met als kensoorten Danthonia decumbens, Calluna vulgaris, Potentilla erecta en Carex pilulifera, komen twee verbonden voor: het Violion caninae (borstelgrasverbond) en het Calluno - Genistion pilosae (struikheide-kruipbremverbond). Het Violion caninae, met als kensoorten Nardus stricta, Galium hercynium en Arnica montana, is een "kruidenrijke borstelgrasgemeenschap in stand gehouden door betreding, bemaaiing en extensieve beweiding, niet door afbranden. Dit verbond komt voor op iets voedselrijkere grond dan de heidegemeenschappen (Westhoff en Den Held 1969). Het Calluno - Genistion pilosae met als kensoorten Calluna vulgaris en Genista anglica, wordt in tegenstelling tot het Violion caninae wel in stand gehouden door afbranden. De bodem is in de regel zuur en voedselarm, vrij droog en bestaat meestal uit zand (Westhoff en Den Held 1969). Een klassekenmerk van de Nardo - Callunetea is dat het vervangingsgemeenschappen zijn van voormalige eikenbossen. Dit wordt geïllustreerd door het voorkomen van soorten die ook in het Quercion robori petraea voorkomen. Dit zijn b.v. Holcus mollis, Hieracium leavigatum, H. umbellatum, Quercus robur en Frangula alnus.

Het regelmatig branden van het terrein komt tot uiting in het voorkomen van vertegenwoordigers van het Epilobion angustifolii (wilgeroosjesverbond). kensoorten van dit verbond zijn Chamerion angustifolium en Senecio sylvaticus. Ook Carex pilulifera, Rumex acetosella en diverse bramensoorten horen in dit verbond thuis. Deschampsia flexuosa komt optimaal voor in een associatie van dit verbond: Het Epilobio - Senecionetum sylvatica. Succisa pratensis is een kensoort van het Junco (subuliflori) - Molinion (Biezenknoppen - Pijpestrootjes verbond). Molinia caerulea komt optimaal in dit verbond voor en in de Nardo - Callunetea. Verscheidene soorten komen zowel in het Junco - Molinion voor als in het Violion caninae, zoals: Succisa pratensis, Danthonia decumbens, Potentilla erecta, Agrostis canina en Anthoxanthum odoratum.





Als laatste kan nog genoemd worden het Thero - Airion (Zilverhaververbond) waarvan Ornithopus perpusillus een kensoort is (niet in de opnamen, wel in het terrein aanwezig). Tot dit verbond kunnen ook (als begeleidende soorten) Jasione montana, Festuca rubra, Achillea millefolium, Rumex acetosella, Hypochaeris radicata, Anthoxanthem odoratum en Danthonia decumbens gerekend worden. Het verbond komt voor op kalkarme, zwak zure tot neutrale, vaak gestoorde (b.v. vergraven) zandgronden (Den Held 1979).

Samenvattend kan gezegd worden dat er een grote verscheidenheid aan slecht ontwikkelde plantengemeenschappen voorkomt in dit terrein waarvan de standplaatsfactoren uiteenlopen van droog, zuur en voedselarm (Calluno - Genistion pilosae) tot vochtig, zwak zuur en matig voedselarm (Junco - Molinion). Verstoringen in het terrein als gevolg van branden uiten zich in het voorkomen van vertegenwoordigers van het Epilobion angustifolii en als gevolg van vergravingen in het voorkomen van soorten van het Thero - Airion.

De bodem van het terrein bestaat uit zwak ontwikkelde haarpodzolen en veldpodzolen in de lagere delen. De ondergrond bestaat uit matig fijn dekzand. In figuur 2.1 is een dwarsdoorsnede van West naar Oost door het terrein weergegeven.

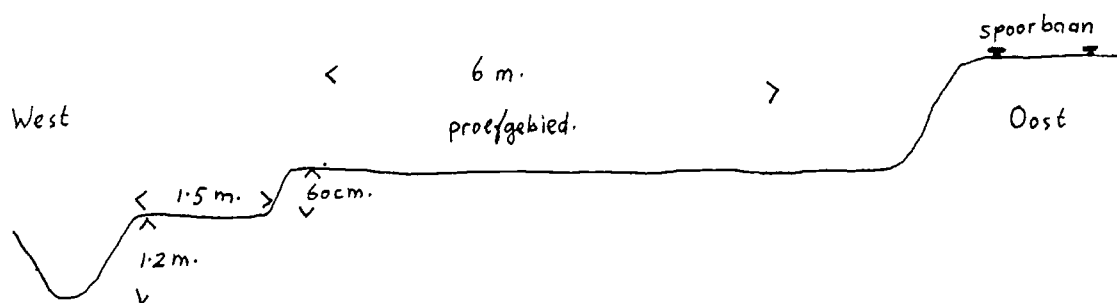


Fig. 2.1.: West-Oost doorsnede door het proefgebied. Van West naar Oost: ontwateringssloot, proefgebied, spoordijk.

Het beheer van het terrein wordt uitgevoerd door de Nederlandse Spoorwegen en bestaat uit het om de 2 jaar afmaaien van de vegetatie in de winter met een klepelmaaier en vervolgens afbranden van het terrein.



## Hoofdstuk 3.

### 3.1 Inleiding.

Zoals uit hoofdstuk 2 blijkt komen Arnica montana en Deschampsia flexuosa in het terrein naast en doorelkaar voor. Om na te gaan of bodemchemische factoren aan de verspreiding ten grondslag liggen wordt eerst de ruimtelijke verspreiding van deze twee soorten in het terrein vastgelegd. Komt de verspreiding van deze twee soorten met elkaar overeen dan zullen deze soorten globaal dezelfde eisen stellen aan hun standplaats. Komt de verspreiding van deze soorten niet overeen dan is het mogelijk dat factoren in de bodem hiervoor verantwoordelijk zijn (Kershaw & Looney 1985). Vervolgens wordt de bodem bemonsterd onder een aantal standplaatsen van Arnica montana en Deschampsia flexuosa.

### 3.2. Materiaal en methode.

Over het gebied werd een raster gelegd van kwadraten van  $1 \times 1 \text{ m}^2$ . In iedere vierkante meter werd het aantal rozetten van Arnica montana geteld en de bedekking van Deschampsia flexuosa geschat. De bedekking van D. flexuosa werd ingedeeld in 7 klassen: afwezig, 1-10%, 11-20%, 21-30%, 31-40%, 41-50%, 51-60%. Het aantal getelde rozetten van A. montana werd ingedeeld in 5 klassen: 0, 1-10, 11-20, 21-30, meer dan 30 rozetten/ $\text{m}^2$ .

Het al dan niet gekoppeld voorkomen van beide soorten wordt getoetst met een Chi - kwadraat toets. Onder een aantal at random uitgekozen groeiplaatsen van A. montana en van D. flexuosa is het bodemprofiel beschreven en bemonsterd per horizont tot een diepte van ca. 35 cm. Van iedere horizont is de kleur beschreven en de pH- $\text{H}_2\text{O}$  en de pH-KCL in het lab bepaald. Het voorkomen van beide soorten wordt uitgezet tegen de pH en het organische stofgehalte van de bovenste horizont. Het gehalte aan organische stof is niet bepaald maar kan worden afgeleid uit de kleur van het materiaal. Het is bekend dat de mate van zwartheid goed overeenkomt met het gehalte aan organische stof in de bodem (Scheffer & Schachtschnabel 1984).

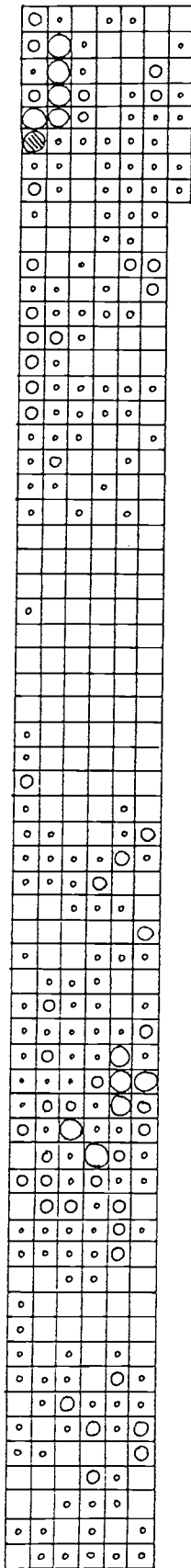
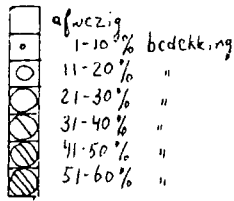
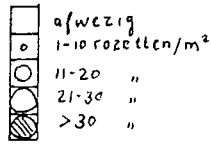
### 3.3. Resultaten.

#### 3.3.1 De verspreiding van A. montana en D. flexuosa in het proefgebied.

De verspreiding van Arnica montana en Deschampsia flexuosa is weergegeven in figuur 3.1. In tabel 3.1 is te zien hoe vaak een bepaalde klasse van het aantal rozetten van A. montana voorkomt bij verschillende bedekkingspercentages van D. flexuosa.

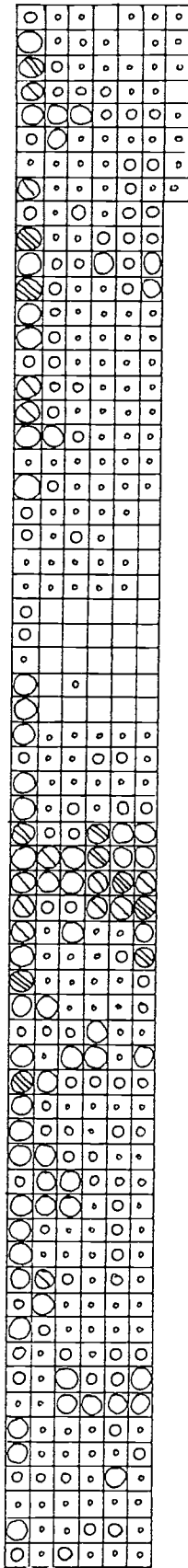
Bed.klasse D.flex.	N	aantal kwadraten met A.montana		frequentieverdeling					aantal rozetten/ $\text{m}^2$
				0	1-10	11-20	21-30	30	
0 %	22	2	9.1%	20	2				
0-10 %	178	85	47.8%	93	71	11	3	0	
10-20%	93	69	74.2%	24	47	15	6	1	
20-30%	61	52	85.2%	9	32	18	2	0	
30-40%	14	10	71.4%	4	5	5			
40-50%	5	4	80.0%	1	4				
50-60%	6	2	33.3%	4	2				

Tabel 3.1: het aantal rozetten van Arnica montana/ $\text{m}^2$  in relatie tot de bedekking van D. flexuosa.



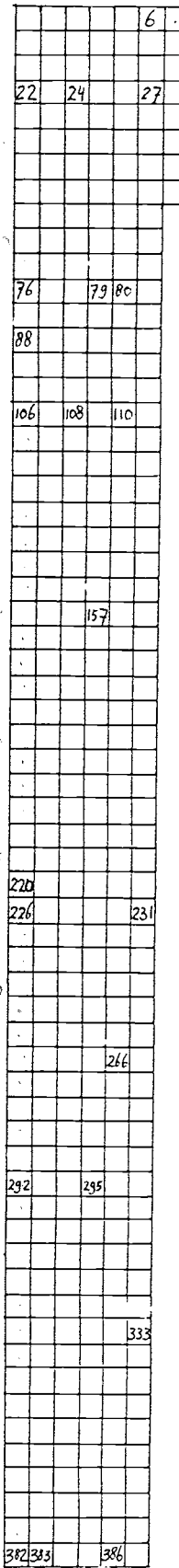
A.

*Arnica montana*



B.

*Deschampsia flexuosa*



C.

monsterpunten  
en vegetatie-  
opnames

Figuur 3.1: Verspreiding van *A. montana* en *D. flexuosa* in het proefgebied (A, B). C: Plaats van monsterpunten en vegetatieopnames. Een hokje is 1 m<sup>2</sup>.

Bij een bedekking van 20 -30 % van D. flexuosa is A. montana in 85 % van de gevallen aanwezig, bij hogere en lagere bedekkingen neemt dit percentage af.

Wanneer de verspreidingskaartjes met elkaar vergeleken worden is te zien dat in terreingedeeltes waar hoge (20-30%) bedekkingen van D.

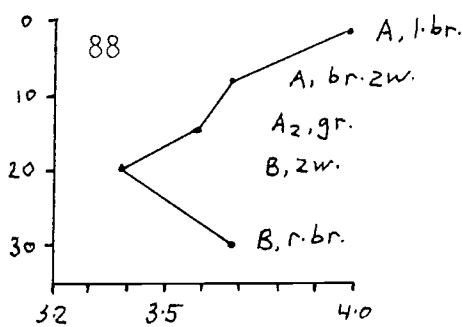
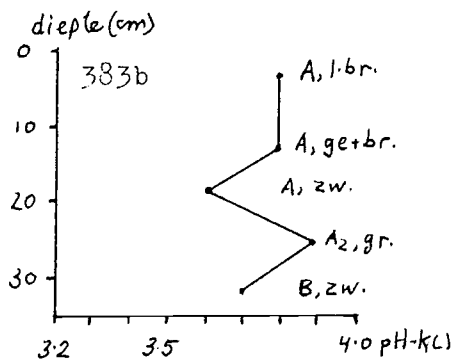
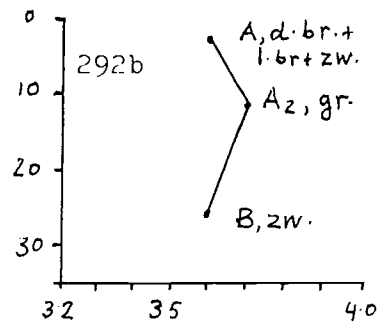
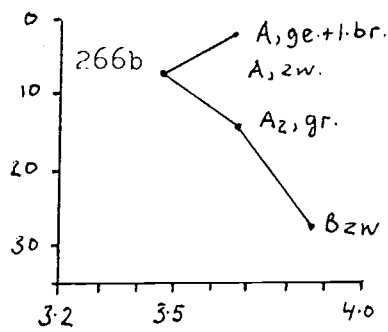
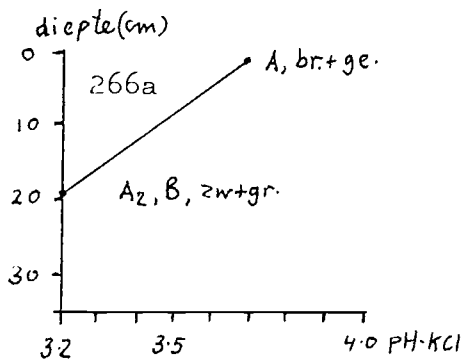
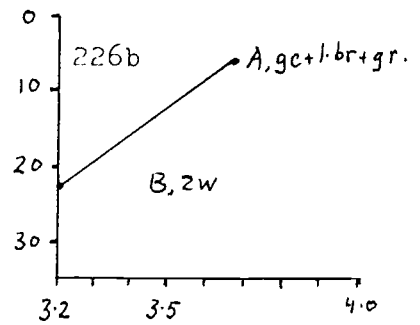
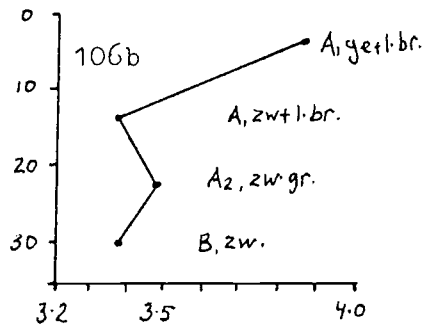
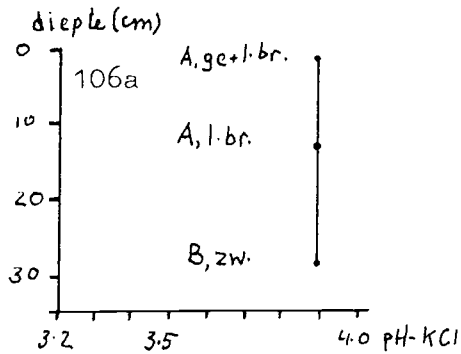
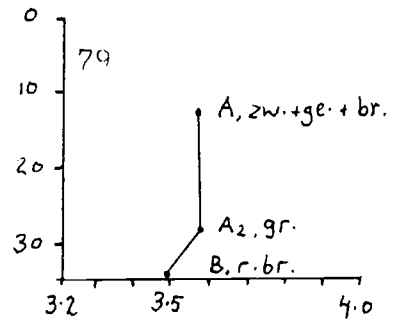
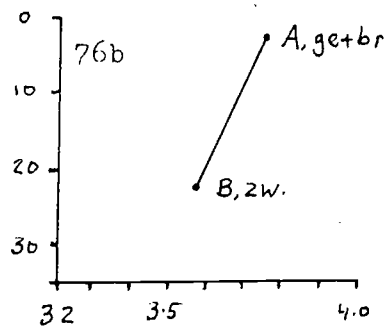
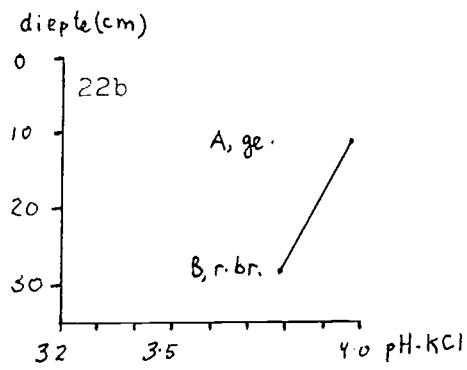
flexuosa voorkomen ook vaker grotere aantallen ( $> 10$  roz./m<sup>2</sup>) rozetten van A. montana gevonden worden. Dit is getoetst met een Chi-kwadraat toets als volgt:

Deschampsia	Arnica		roz./m <sup>2</sup>	
		>10		<10
	>20%	25		61
	<20%	36	257	
gevonden				

Deschampsia	Arnica		roz./m <sup>2</sup>	
		>10		<10
	>20%	14		72
	<20%	47	246	
verwacht				

$$\chi^2 = 13.4 \quad \chi_{1;0.999}^2 = 10.8$$

De rechteroverschrijdingskans bij 1 vrijheidsgraad bedraagt minder dan 0.001. De verdeling is dus significant afwijkend van de verdeling die op toeval gebaseerd zou zijn. Hieruit wordt geconcludeerd dat de verspreiding van A. montana en D. flexuosa aan elkaar gekoppeld is.



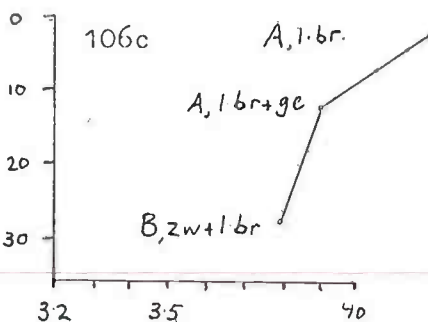
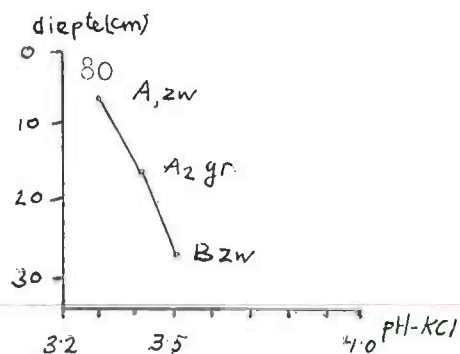
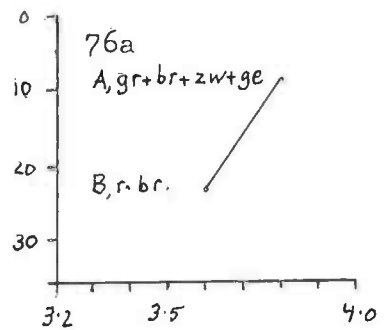
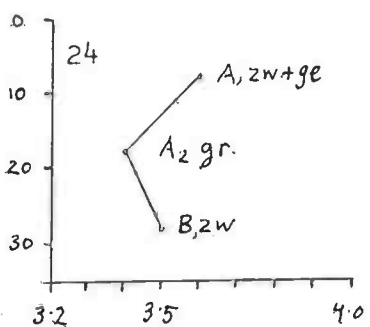
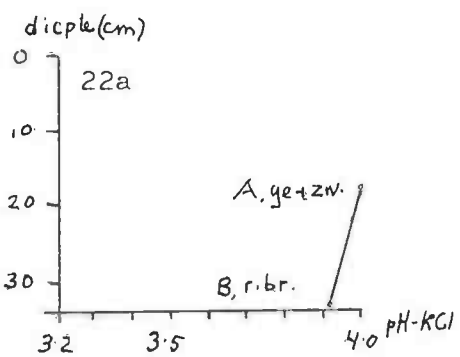
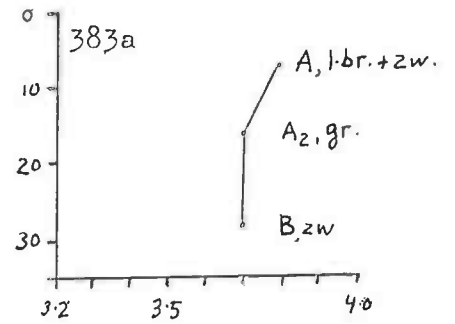
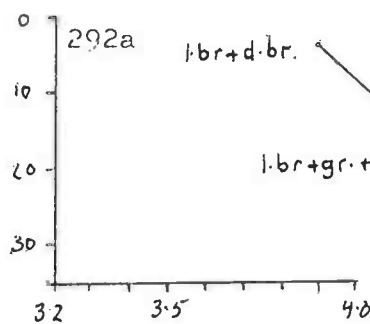
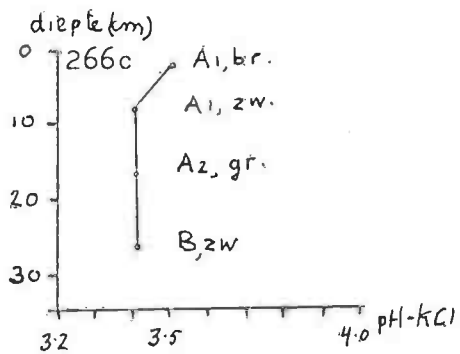
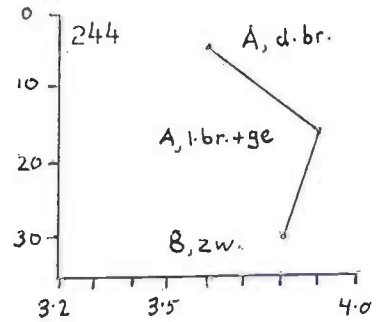
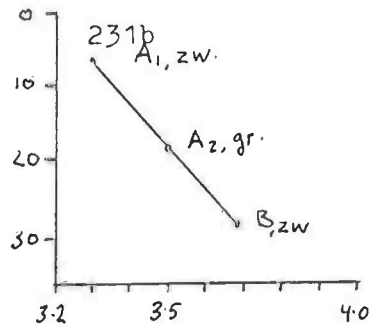
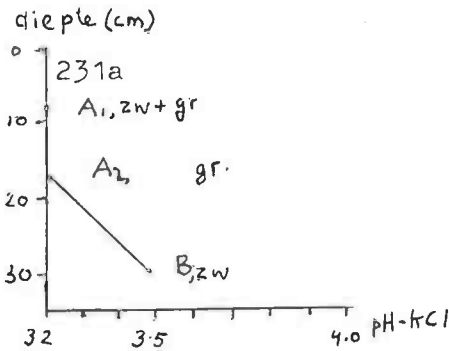
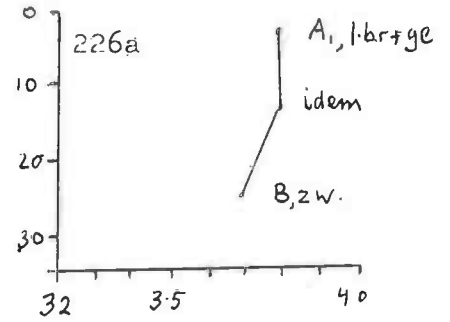
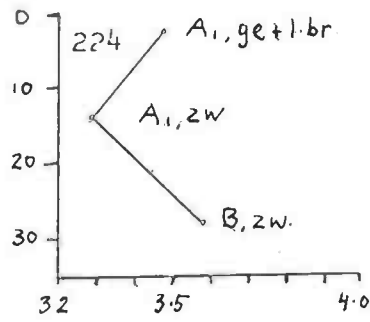
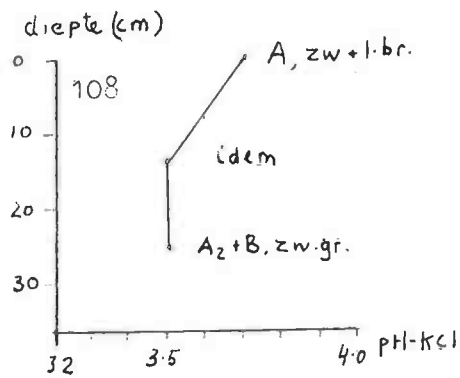
Figuur 3.2A: pH-KCl verloop in de bovenste 35 cm van de bodem, per horizont. De nummers in de linkerbovenhoek verwijzen naar de plaats van monstername (wanneer a, b, c toegevoegd, dan meerdere monsters per vierkante meter.).

Fig.3.2A: bodems onder *A.montana*

Fig.3.2B: bodems onder *D.flexuosa*

zw. = zwart, gr. = grijs, br. = bruin, ge. = geel, l.ge. = lichtgeel.

A, B; bodemhorizonten



Figuur 3.2B.



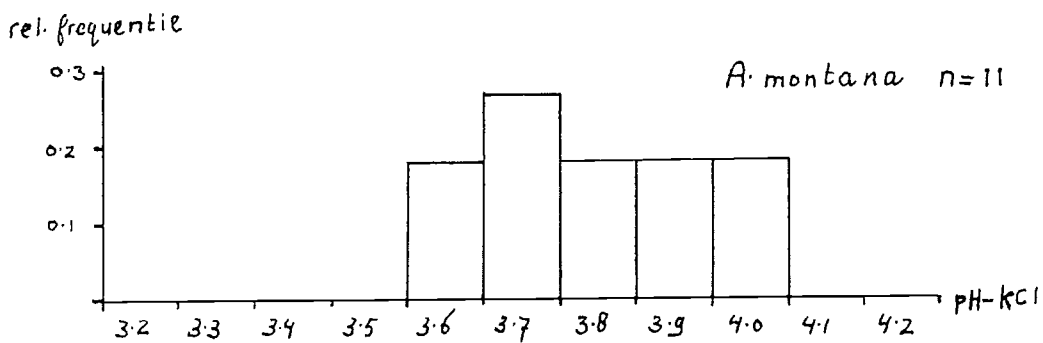
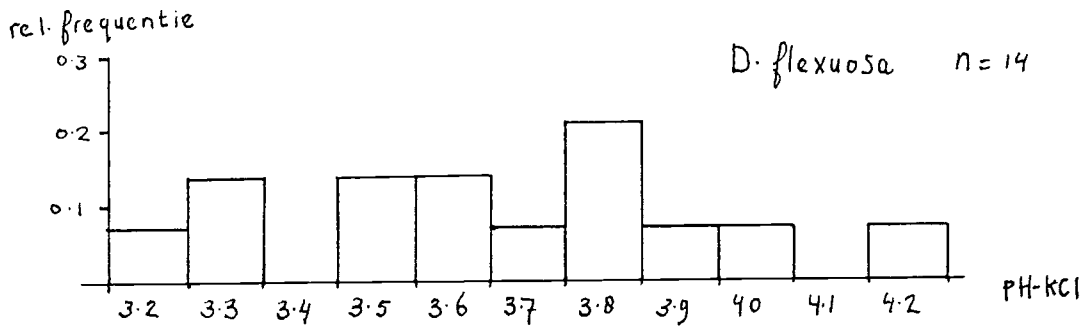
### 3.3.2. Beschrijving van de bodem onder A.montana en D.flexuosa

In figuur 3.2 (a en b) is de pH-KCL weergegeven van de verschillende horizonten tot een diepte van 35 cm. onder en 14-tal standplaatsen van D.flexuosa en onder een 11-tal standplaatsen van A.montana. De kleur van de horizonten en de benaming van de horizont is tevens in deze figuur aangegeven.

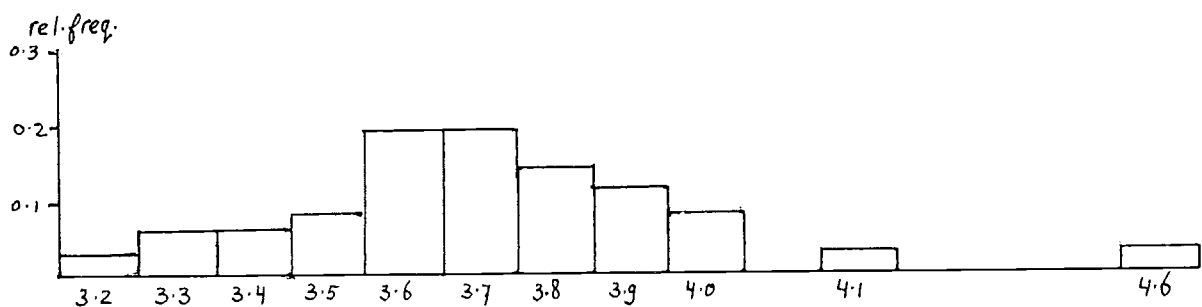
In deze figuur is te zien dat de bovengrond van het terrein op bijna alle plaatsen gestoord is door bijmenging van geel en bruin zand in de A-horizont. De A2-horizont kan vermengd zijn met de A1-horizont of met de B-horizont. De B-horizont is in de meeste gevallen intact. Deze verstoringen uiteten zich ook in het pH profiel van de bodem: In ongestoorde profielen (b.v. 80, 231b) zien we de pH geleidelijk oplopen met de diepte. In gestoorde profielen is de pH van de bovenste horizonten verhoogd door de bijmenging van geel en bruin zand. Dit is goed te zien waar op de oorspronkelijke zwarte A1 een laagje geel zand is aangetroffen (b.v. 244b, 266c, 383c).

### 3.3.3. Vergelijking van de pH onder A.montana en D.flexuosa.

In figuur 3.3. is de relatieve frequentieverdeling van de pH-KCl in de bovenste 10 cm. van de monsters onder A.montana en onder D.flexuosa weergegeven. Omdat de pH ook gemeten is op een aantal plaatsen zonder Arnica of Deschampsia kan de pH-verdeling van het hele terrein worden weergegeven in figuur 3.4. Uit de figuren blijkt dat de pH-range van D.flexuosa (3.2-4.2) significant groter is dan die van A.montana (3.6-4.0) (Mood-test voor dispersie (Daniel 1978) betrouwbaarheid 99%). D.flexuosa bezet zowel plaatsen met een hogere als met een lagere pH dan A.montana. D.flexuosa bezet de gehele pH-range van het terrein, A.montana slechts een gedeelte. Met de mediaantoets (Daniel 1978) is getest of de mediaan van de gevonden pH waarden in de monsters onder A.montana en onder D.flexuosa significant verschilde. De mediaan van de gemeten pH-KCl waarden onder A.montana is significant hoger dan die van D.flexuosa bij een onbetrouwbaarheid van 20%.



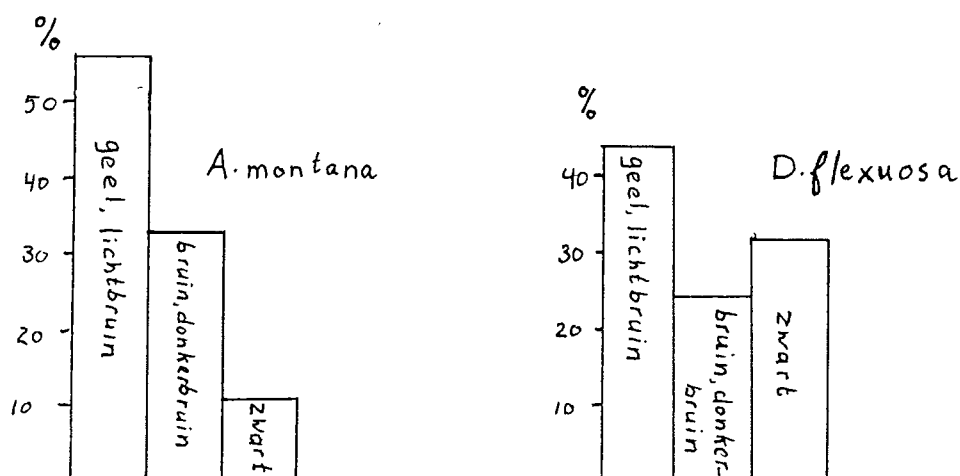
Figuur 3.3: Relatieve frequentieverdeling van de pH-KCl in de bovenste horizont (varierend van 5-23 cm dikte) van de A1. Boven: monsters onder *D. flexuosa*, onder: monsters onder *A. montana*. Basisgegevens te vinden in figuur 3.2.A en 3.2.B.



Figuur 3.4: Relatieve frequentieverdeling van de pH-KCl in de bovenste horizont (A1) (varierend van 5-23 cm dikte) van 36 monsterplaatsen in het terrein. Zowel plaatsen met als zonder *A. montana* en/of *D. flexuosa*.

### 3.3.4. Vergelijking van het % org.stof onder A.montana en onder D.flexuosa.

Omdat het gehate aan organische stof van de bovenste horizont niet gemeten is moet dit worden afgeleid uit de kleur van het materiaal. Het is bekend dat de mate van zwartheid goed overeenkomt met het gehalte aan organische stof in de bodem (Scheffer en Schnachtschnabel 1984). In figuur 3.5 is de procentuele verdeling van licht en donker gekleurde laagjes in de bovenste horizont van de profielen onder A.montana en onder D.flexuosa uitgezet. Er is te zien dat onder A.montana procentueel meer geel en lichtbruin gekleurde (weinig organische stof bevattende) laagjes voorkomen dan zwarte (veel organische stof bevattende) laagjes (niet significant, Chi-kwadraat toets). In de bodem onder D.flexuosa komen licht en donker gekleurde laagjes in ongeveer gelijke hoeveelheden voor.



Figuur 3.5: Procentuele verdeling van licht en donker gekleurde laagjes in de bovenste horizont (A<sub>1</sub>, variërend in dikte van 5-23 cm) onder A.montana en D.flexuosa.

### 3.4. Discussie/Conclusies.

De bovengrond van het terrein is op veel plaatsen sterk gestoord tot op de B<sub>2</sub>h-horizont door bijmenging van geel en bruin zand in de A<sub>1</sub>- en A<sub>2</sub>-horizont. Als gevolg hiervan is de pH van de bovengrond verhoogd ten opzichte van de pH in een ongestoord bodemprofiel. In ingestoorde podzolprofielen loopt de pH gelijkmatig op met de diepte (de Bakker-Edelman Vlam 1976).

Het vorige jaar (1984) is het terrein in de winter gemaaid met klepelmaaier en vervolgens gebrand. Het branden van de vegetatie heeft doorgaans een verhoging van de pH van de bodem tot gevolg (Woodmansee & Wallach 1981). In graslanden wordt meestal een pH verhoging van 0.25 pH-eenheid of lager gevonden. Het pH verhogende effect is tijdelijk, doorgaans 1 jaar (zie Woodmansee & Wallach 1981). Het is dus niet waarschijnlijk dat de verhoogde pH in de bovengrond van het proefterrein toegeschreven kan worden aan het branden omdat de pH verhoging t.o.v. de B<sub>2</sub>h-horizont groter is dan 0.25 pH-eenheid. In profiel 88 bedraagt de pH verhoging van de A<sub>1</sub>-horizont t.o.v. de B-horizont 0.7 pH-eenheid en komt de pH van de A<sub>1</sub>-horizont ongeveer overeen met de pH van het moedermateriaal op 70 cm. diepte (zie hoofdstuk 4). Dit wijst erop het opbrengen van de grond, die is vrijgekomen bij het aanleggen van de sloot langs het proefgebied, een veel grotere invloed heeft op de pH van de bovengrond dan het branden van het terrein om de twee jaar.

Uit de verspreidingskaartjes van D.flexuosa en A.montana blijkt dat deze soorten positief met elkaar zijn gecorreleerd. Bij hoge bedekkingen van D.flexuosa (>20%) zijn significant vaker grote aantallen rozeten (>10 roz./m<sup>2</sup>) van A.montana te vinden dan op grond van het toeval verwacht zou worden. Wanneer twee soorten gekoppeld aan elkaar voorkomen betekent dit dat zij de zelfde standplaatscondities prefereren (Kershaw & Looney 1985). Wanneer de monsters die genomen zijn onder D.flexuosa en onder A.montana met elkaar vergeleken worden zijn er wel enige verschillen aan te wijzen. Hoewel de mediaan van de pH-KCl waarden niet significant verschilt (D.flexuosa 3.6, A.montana 3.8) is de spreiding in pH-KCl waarden onder D.flexuosa significant groter dan onder A.montana. Met een op zich weinig elegante kunstgreep is iets te zeggen over het organische stofgehalte in de bodem onder de twee soorten. A.montana komt relatief vaak voor op plaatsen met een laag organisch stofgehalte in de A<sub>1</sub>-horizont. D.flexuosa komt even vaak voor op plaatsen met een laag dan met een hoog organisch stofgehalte in de A<sub>1</sub>-horizont.

## Hoofdstuk 4.

### 4.1. Inleiding.

In dit hoofdstuk worden vier bodemprofielen van het onderzochte gebied nader bekeken. De vegetatie op deze profielen bestond uit resp. (alleen de dominante soorten weergegeven) :Arnica montana, Deschampsia flexuosa, Agrostis canina en Molinia caerulea, Rubus sp.

In hoofdstuk 3 werd geconcludeerd dat de pH in de bovengrond verhoogd is als gevolg van het opbrengen van zand uit de sloten. De hypothese is dat deze verhoogde pH een stimulerende invloed heeft op de stikstofmineralisatie, in het bijzonder de nitrificatie (Scheffer en Schachtschnabel 1984). Kan het voorkomen van Arnica montana in het terrein verklaard worden door een verhoogde nitrificatie ter plaatse ? Uit de literatuur is beken dat D.flexuosa zowel  $\text{NO}_3$  als  $\text{NH}_4$  als N- bron kan benutten (Hackett 1965). Remming van de nitrificatie als gevolg van zeer lage pH-waardes in de bodem zal dus waarschijnlijk geen belemmering voor de aanwezigheid van D.flexuosa zijn.

Om een vergelijking te kunnen maken met een ongestoord podzolprofiel is op het Balloerveld een podzol beschreven en bemonsterd. De aanwezige vegetatie bestond hier uit D.flexuosa waaronder een dik pakket strooisel aanwezig was.

Een eigenschap van de bodem die verband houdt met het proces van bodemverzuring is de buffercapaciteit. Onder buffercapaciteit wordt verstaan het vermogen van de bodem een bepaalde hoeveelheid toegevoegd zuur of base te neutraliseren. De buffercapaciteit zal bepaald worden van de bovenste horizont van de bodem ( $A_1$ ) en van de inspoelingshorizont ( $B_2h$ ).

### 4.2. Materiaal en Methoden.

De plaats van de onderzochte profielen is aangegeven in figuur 2.1. Van elke horizont is bepaald N-totaal (Kjellidahl),  $\text{pH-H}_2\text{O}$ ,  $\text{pH-KCl}$ , % organische stof (gloeiverliesmethode) en het C/N quotient. De N-mineralisatie is bepaald door middel van incubatie van de grond bij  $20^\circ\text{C}$ . gedurende 6 weken. Hierbij werd de vochtigheid van de grond op 60% van het vochthoudend vermogen gebracht. Een maal per week werd de grond omgeroerd en de vochtigheid gecontroleerd om de mineralisatie optimaal te doen verlopen. Aan het begin en aan het eind van de incubatieperiode werd het nitraat en ammonium gehalte van de grond bepaald zodat de gemineraliseerde

hoeveelheid stikstof in de tussenliggende periode berekend kon worden.

buffercurves:

De buffercurves zijn opgesteld als volgt:

5 gram veldvochtige grond wordt met 45 gram water in pH-buizen gedaan. Per monster neemt men 9 buizen. Hieraan wordt resp. toegevoegd 4, 3, 2, 1, 0 ml 0.01M NaOH en 1, 2, 3, 4 ml 0.01M HCl. De oplossing wordt geschud en na 24 uur de pH gemeten met een glas- calomel elektrode systeem.

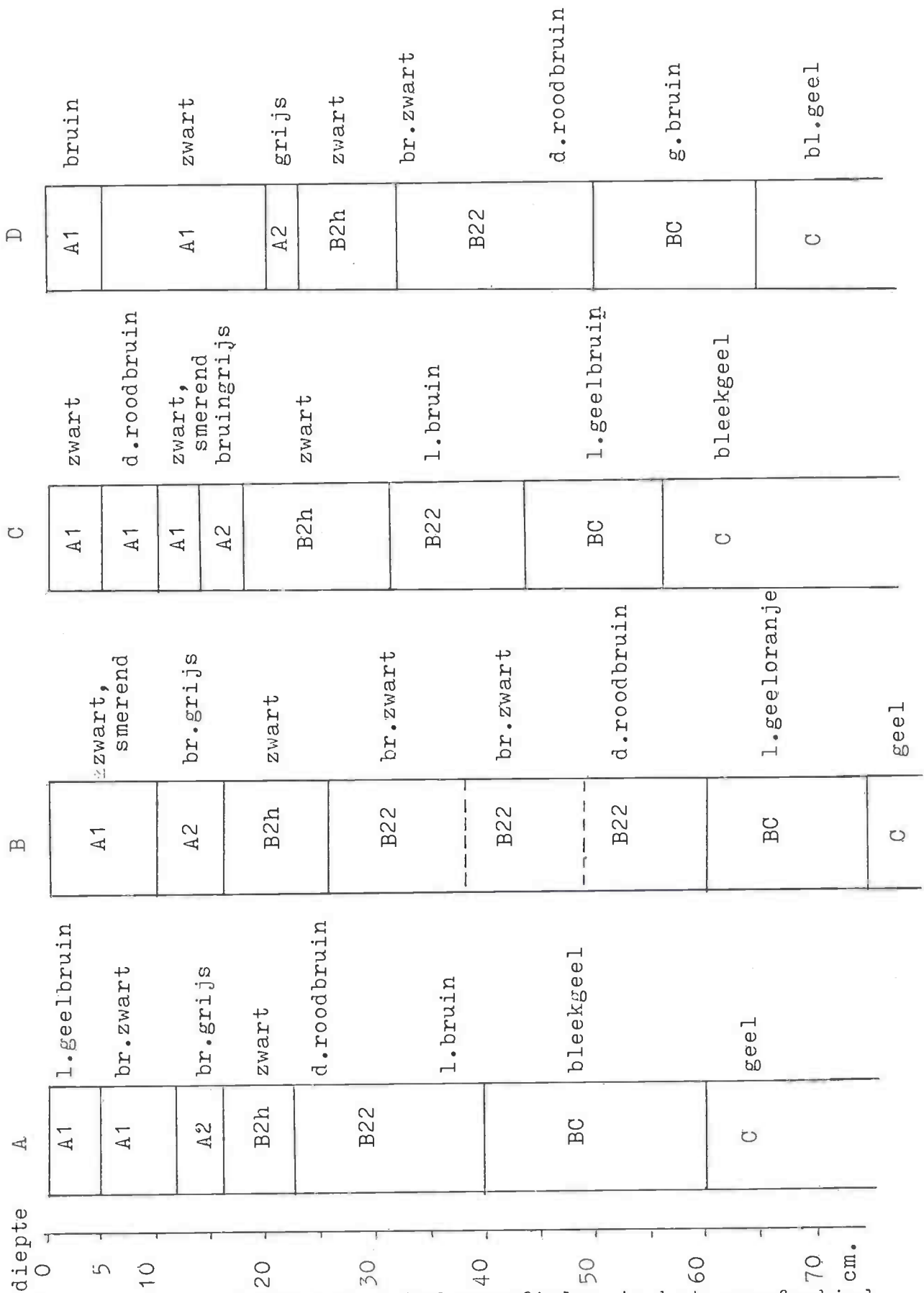
### 4.3. Resultaten.

in figuur 4.1. zijn de 4 profieldoorsnedes weergegeven van het onderzoeksgebied. Profiel A is een zwak ontwikkelde haarpodzol, B en D zijn veldpodzolen en C is een overgang tussen deze beide. De haarpodzolen worden gekenmerkt door een relatief dunne  $A_1$ -horizont en een ondiep reikende B horizont met een laag gehalte aan organische stof. De veldpodzolen hebben een dikkere  $A_1$ -horizont en een diep reikende B-horizont. Het substraat bestaat uit matig fijn dekzand.

Tabel 4.1. geeft het gehaltes aan N-tot, % organische stof, C/N-quotient en de pH- $H_2O$  en pH-KCl weer van de verschillende horizonten. De gehaltes aan N-tot en organische stof lopen in de  $A_1$  zeer uiteen. Het organische stofgehalte varieert 4.7% tot 27.3% en het N-totaal gehalte van 0.11% tot 0.55%. Vergelijking met figuur 4.1 laat zien dat een zwarte  $A_1$  gepaard gaat met een hoog gehalte aan organische stof en N-totaal en een bruine of geelbruine  $A_1$  lagere gehaltes bevat. Het C/N quotient van de organische stof in de  $A_1$  ligt tussen 24 en 29, met twee uitschieters van 38.5 en 33.4. Een hoog C/N quotient lijkt samen te gaan met een smerend karakter van de organische stof in de betreffende horizont (vgl. fig. 4.1.). In de  $A_2$  daalt het gehalte aan org. stof en N-totaal, het C/N quotient stijgt hierbij. Profiel D maakt hierop een uitzondering met een relatief hoog gehalte aan org. stof en een laag C/N quotient. In de  $B_2h$  vindt inspoeling van org. stof plaats en hierdoor stijgt ook het N-totaal gehalte ten opzichte van de  $A_2$ . Het C/N quotient stijgt wederom iets. Profiel D neemt een uitzonderingspositie in met hoge gehaltes aan N-totaal en org. stof en een laag C/N quotient. Vanaf de  $B_{22}$ -horizont beginnen de gehaltes aan organische stof en N-totaal te dalen.

In figuur 4.2 is de pH-KCl van de afzonderlijke horizonten uitgezet tegen de diepte, per bodemprofiel. De pH- $H_2O$  ligt gewoonlijk 0.5 tot 1.0 pH eenheid hoger maar vertoont ongeveer hetzelfde verloop. In alle profielen is de pH van de  $A_1$  hoger dan in de eronder liggen de horizont. In de profielen A en D neemt de pH af met de diepte tot op de  $B_2h$  en stijgt dan weer bij toenemende diepte. In profiel C is de pH van boven naar beneden nagenoeg constant tot op de  $B_2h$  en begint daaronder te stijgen. In profiel B is de pH van de  $A_1$  iets hoger dan van de  $A_2$ -horizont.

Figuur 4.1

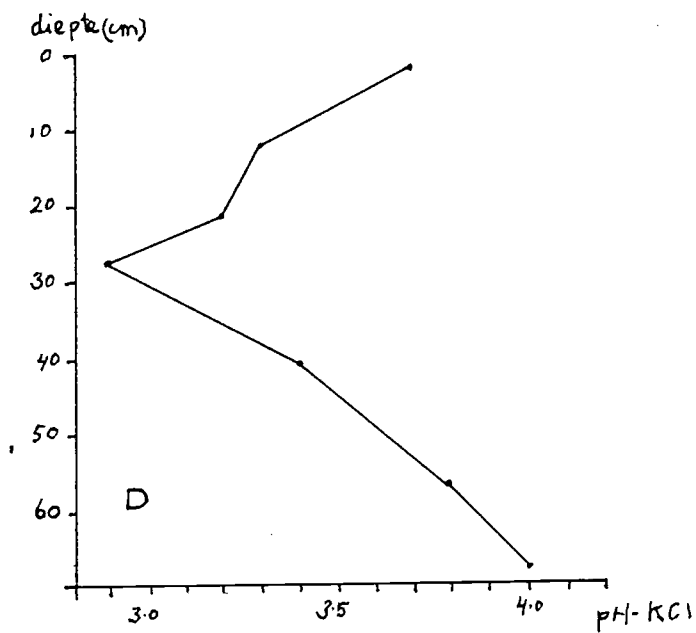
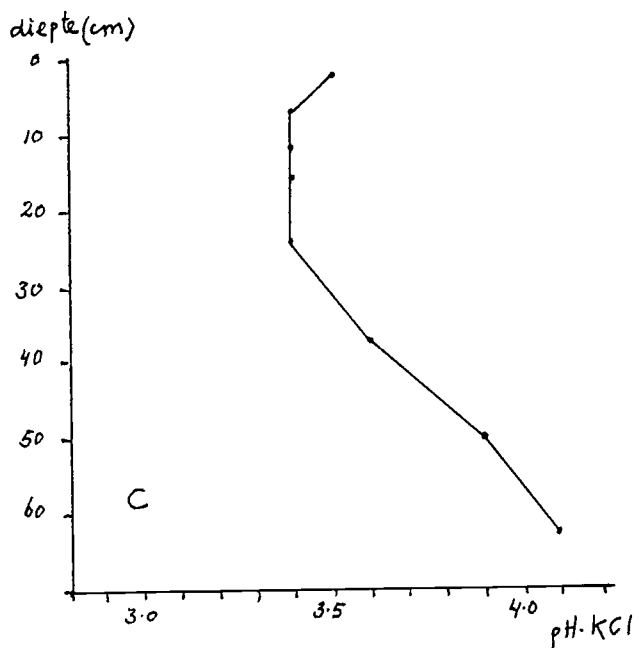
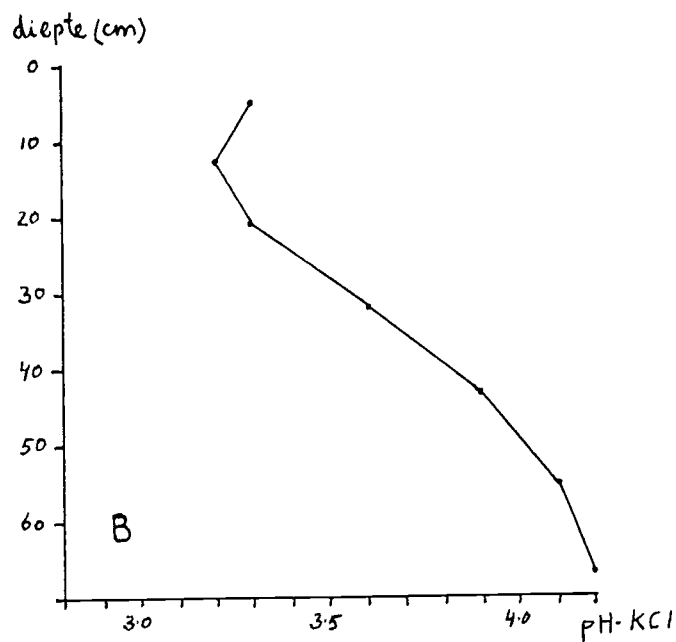
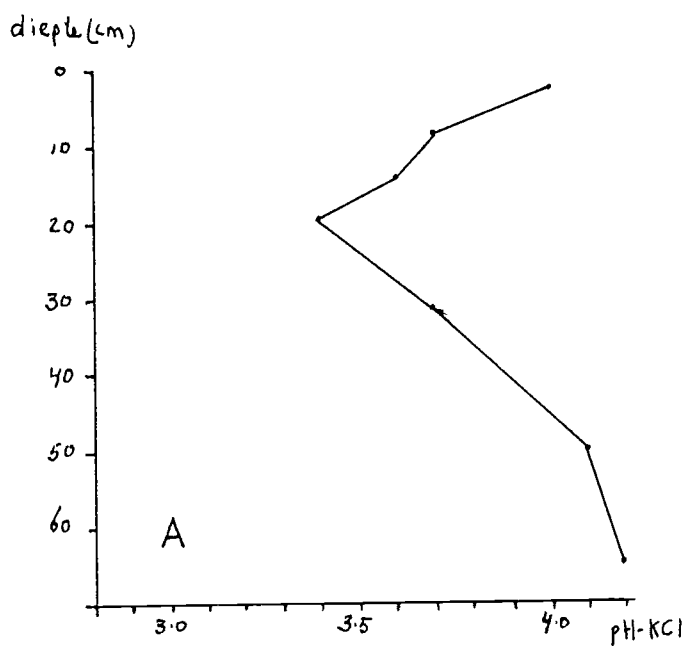


Schematische weergave van 4 bodemprofielen in het proefgebied. Vegetatie gedomineerd door: A: *Arnica montana* B: *Deschampsia flexuosa* C: *Agrostis canina*/*Molinia caerulea* D: *Rubus* sp.

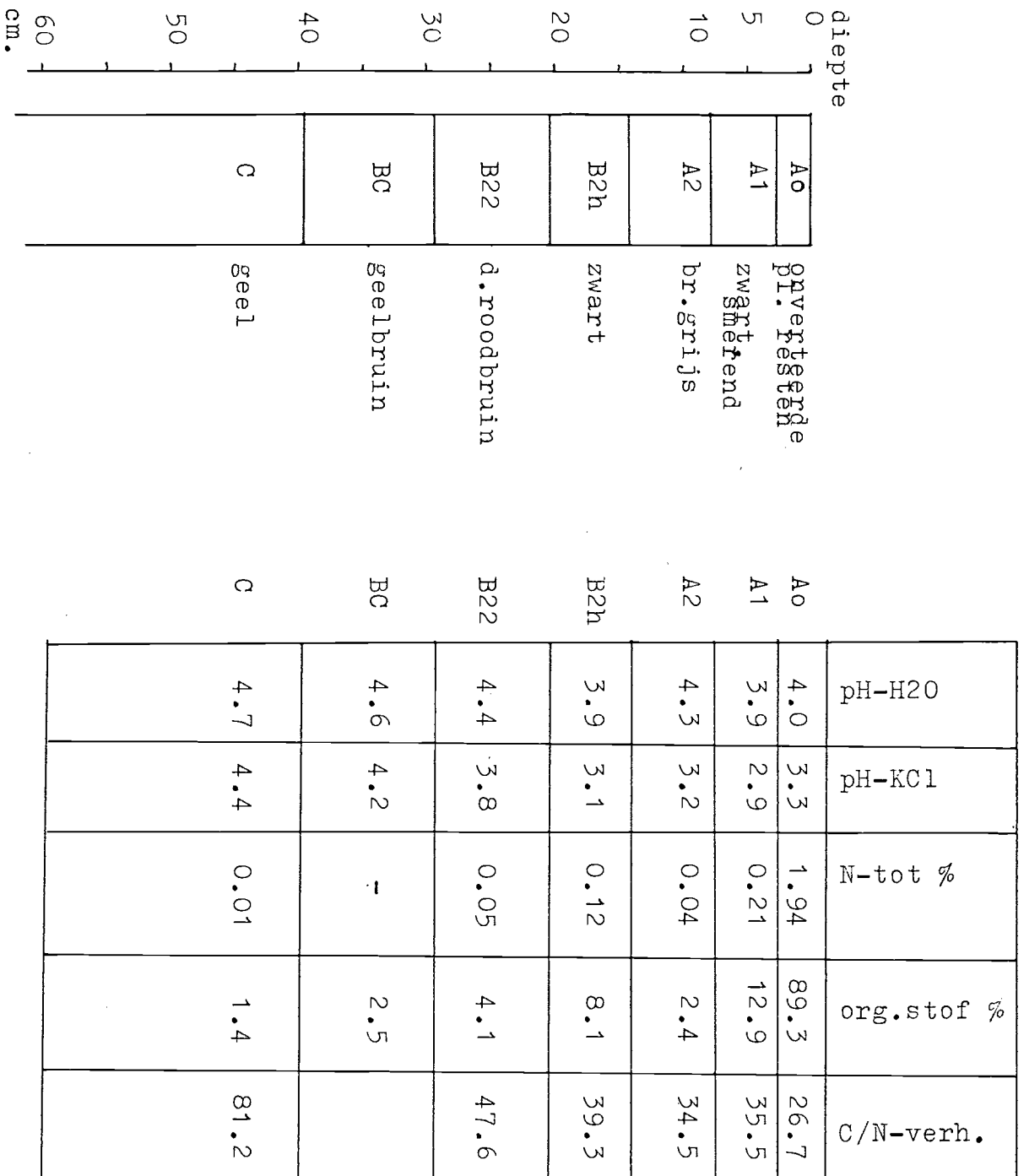


	A					B				
A1	4.7	4.0	0.11	4.7	24.8	4.1	3.3	0.42	24.2	33.4
	4.6	3.7	0.14	6.7	27.6					
A2	4.5	3.6	0.06	3.6	34.7	4.3	3.2	0.08	5.4	39.9
B2h	4.2	3.4	0.13	8.4	37.2	4.2	3.3	0.12	8.5	41.2
B22	4.4	3.7	0.07	5.2	42.9	4.4	3.6		4.2	
						4.7	3.9	0.05	3.6	41.8
						4.7	4.1		3.3	
	4.6	4.1	-	-		4.7	4.2	-	-	
C	4.8	4.3	0.01	0.8		4.8	4.3	0.0	0.6	
	PH-H <sub>2</sub> O	PH-KCl	N <sub>tot</sub> %	org.stof %	C/N	PH-H <sub>2</sub> O	PH-KCl	N <sub>tot</sub> %	org.stof %	C/N
			C					D		
A1	4.4	3.5	0.39	17.8	26.4	4.5	3.7	0.14	6.3	26.0
	4.4	3.4	0.11	5.3	28.0	4.0	3.3	0.55	27.3	28.8
	4.1	3.4	0.45	29.9	38.5					
A2	4.4	3.4	0.09	4.2	27.1	4.1	3.2	0.12	4.6	22.1
B2h	4.2	3.4	0.18	10.0	32.2	3.8	2.9	0.47	23.7	29.3
B22	4.3	3.6	0.11	6.9	36.4	4.1	3.4	0.13	7.0	31.2
BC	4.5	3.9	-	3.9		4.4	3.8	-	3.5	
C	4.8	4.1	0.01	0.9		4.6	4.0	0.01	1.0	

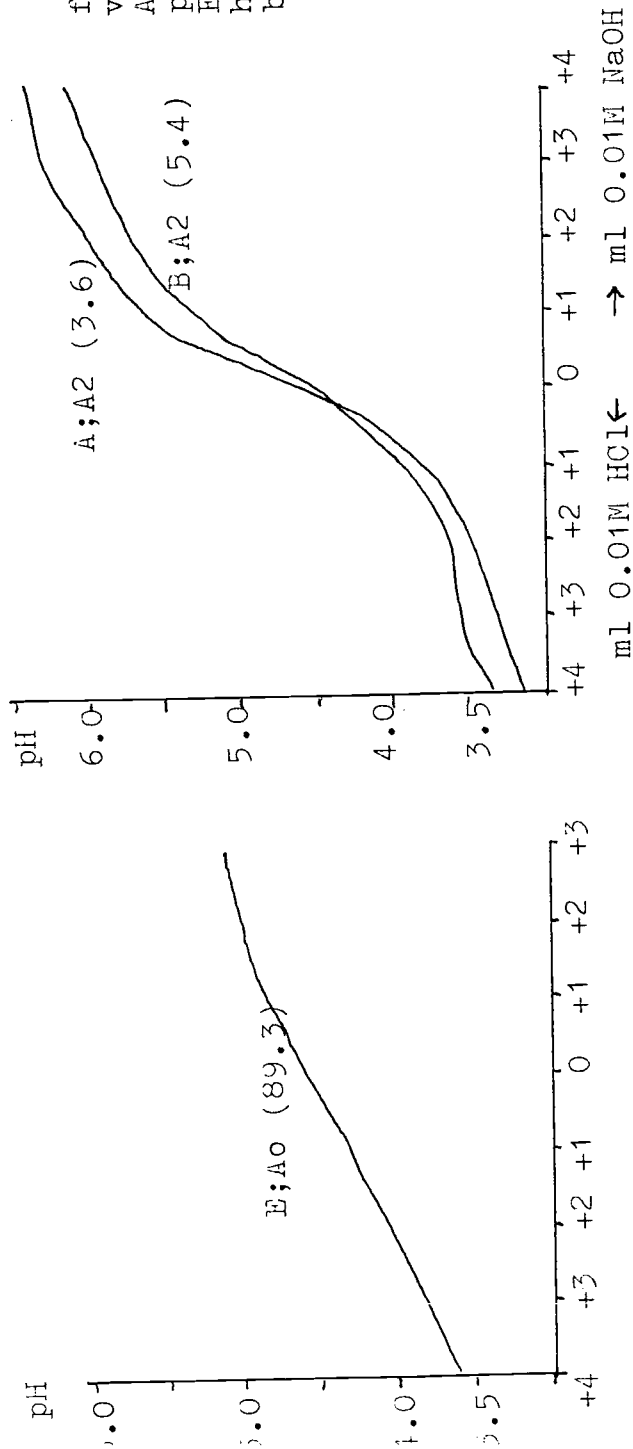
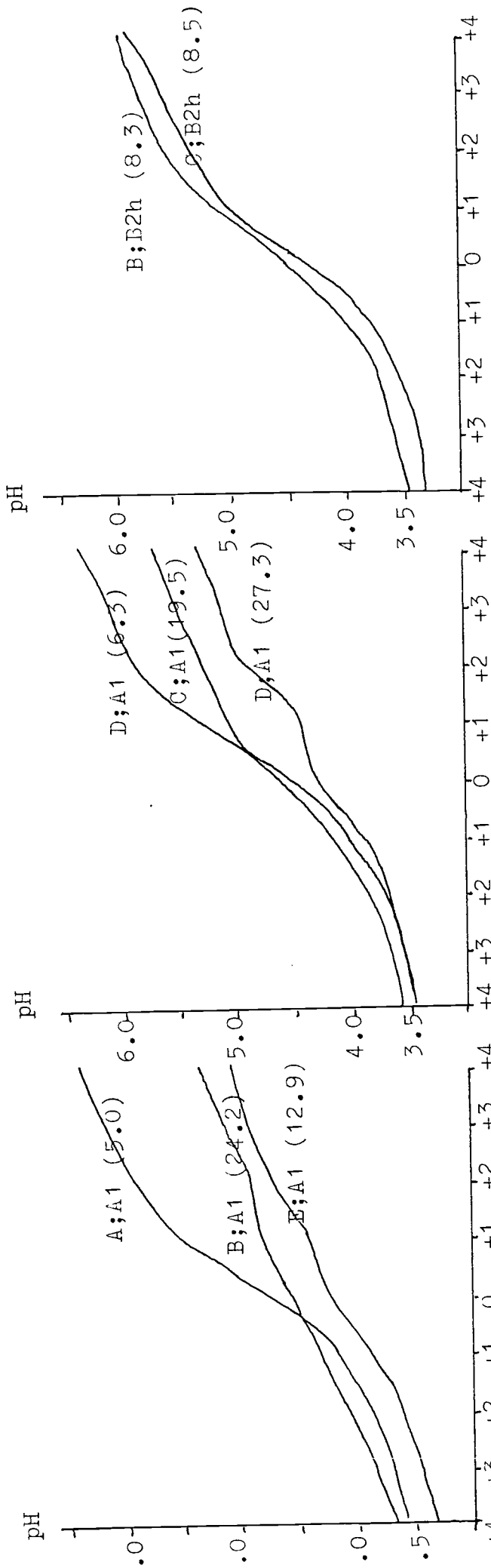
Tabel 4.1: Chemische samenstelling van 4 podzolprofielen in het proefgebied. Vegetatie gedomineerd door : A: *Arnica montana*, B: *Deschampsia flexuosa*, C: *Agrostis canina*/*Molinia caerulea*, D: *Rubus* sp. Zie ook figuur 4.1.



Figuur 4.2: Verloop van pH-KCl met de diepte in 4 bodemprofielen in het proefgebied. (Zie ook fig. 4.1 en tab. 4.1)



Figuur 4.3: Schematische weergave van het bemonsterde bodemprofiel op het Balloerveld.  
 Tabel 4.2: Chemische gegevens van het bemonsterde bodemprofiel op het Balloerveld.



figuur 4.4: Buffercurves van verschillende horizonen (A0, A1 A2, B2h) van een aantal bodemprofielen. A.t.m. D: Tynaarlo E: Balloerveld. Tussen haakjes het % organische stof van de betreffende horizon.

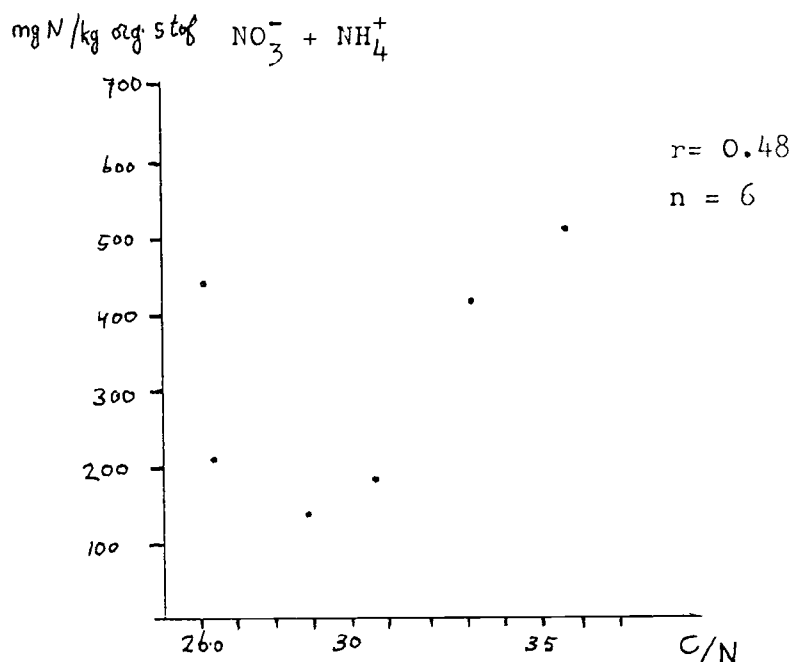
In figuur 4.3. en tabel 4.2. zijn gegevens te vinden van de bemonsterde haarpodzpol op het Balloerveld. De pH-KCl is in de A<sub>1</sub> zeer laag (2.9) en neemt toe in de eronder liggende horizonten. Het substraat van dit profiel bestaat eveneens uit matig fijn dekzand. Er is een dik pakket strooisel aanwezig bestaande uit onverteerde plantenresten en wortelstokken van *D.flexuosa*. De buffercurves (figuur 4.4) laten zien dat zowel in de A<sub>1</sub>, de A<sub>2</sub> als de B<sub>2h</sub> de mate van buffering samenhangt met het gehalte aan organische stof. Een laag organisch stofgehalte geeft een slechte buffering tegen de toevoeging van een bepaalde hoeveelheid loog. De toevoeging van zoutzuur resulteert steeds in een pH rond 3.5. Dit betekent dat hier geen of nauwelijks buffering plaatsvindt, of dat het pH evenwicht zich slechts langzaam instelt.

In tabel 4.3. zijn voor alle vijf profielen de hoeveelheden gemineraliseerd NO<sub>3</sub> en NH<sub>4</sub> in de A<sub>1</sub> en de B<sub>2h</sub> horizont weergegeven.

	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	pH-KCl	C/N
A: A <sub>1</sub>	16.5	190.1	206.6	3.8	26.2
B <sub>2h</sub>	n.d.	83.5	83.5	3.4	37.2
B: A <sub>1</sub>	5.2	405.0	410.2	3.3	33.4
B <sub>2h</sub>	2.4	42.4	44.8	3.3	41.2
C: A <sub>1</sub>	12.8	172.0	184.8	3.4	30.6
B <sub>2h</sub>	4.3	74.5	78.8	3.4	32.2
D: A <sub>1</sub> 0-5	440.9	n.d.	440.9	3.7	26.0
A <sub>1</sub> 5-20	69.4	67.0	136.4	3.3	28.8
E: A <sub>0</sub>	153.7	648.9	802.6	3.3	26.7
A <sub>1</sub>	241.4	274.2	515.6	2.9	35.5
B <sub>2h</sub>	0.4	121.6	122.0	3.1	39.3

Tabel 4.3: Hoeveelheid gemineraliseerd NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> gedurende 6 weken incubatie bij 20°C. (mg N/kg org. stof) van de A<sub>1</sub>- en B<sub>2h</sub>-horizont van 5 podzolprofielen. A. t/m D.:Tynaarlo, E: Balloerveld.

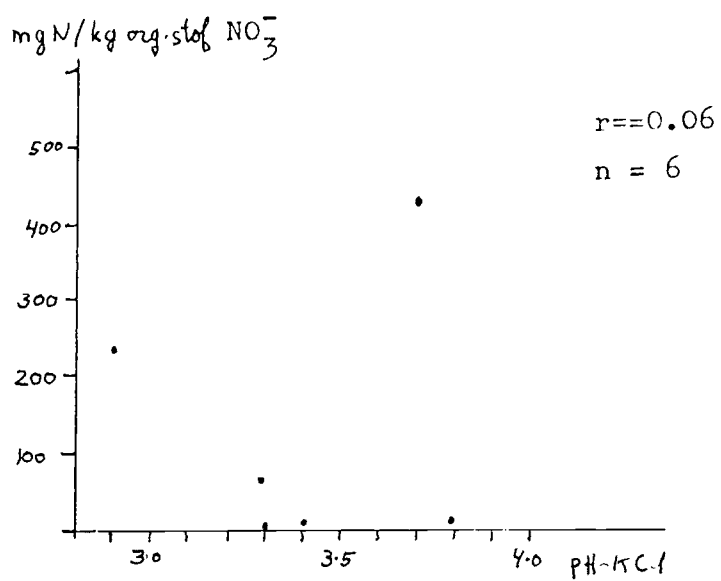
In de profielen A, B en c komt zeer weinig nitraat vrij, het grootste gedeelte van de N mineraliseert in de vorm van  $\text{NH}_4$ . In profiel D wordt alle gemineraliseerde N geoxideerd tot  $\text{NO}_3$  (0-5 cm.) of worden  $\text{NO}_3$  en  $\text{NH}_4$  in gelijke hoeveelheden gevormd (5-20 cm.). In profiel E (Balloerveld) komen  $\text{NO}_3$  en  $\text{NH}_4$  in gelijke hoeveelheden vrij. In de  $\text{B}_2\text{h}$ -horizont wordt nooit (nauwelijks)  $\text{NO}_3$  gevormd.



Figuur 4.5. Verband tussen het C/N quotient van de  $\text{A}_1$ -horizont en de hoeveelheid gemineraliseerde stikstof gedurende 6 weken incubatie bij  $20^\circ\text{C}$ . (mg N/kg org. stof).

Figuur 4.5. laat zien dat er geen verband bestaat tussen het C/N quotient van de  $\text{A}_1$ -horizont en de hoeveelheid gemineraliseerde stikstof tijdens de incubatieperiode (lineaire correlatiecoëfficiënt  $r$ : 0.48).

Uit figuur 4.6. blijkt dat er geen verband bestaat tussen de pH-KCl van de A<sub>1</sub>-horizont en de hoeveelheid gemineraliseerd nitraat tijdens de incubatieperiode (lineaire correlatiecoëfficiënt r: 0.06).



Figuur 4.6: Verband tussen de pH-KCl van de A<sub>1</sub> horizont en de gemineraliseerde hoeveelheid nitraat gedurende 6 weken incubatie bij 20°C. (mg.N/ kg org.stof)

#### 4.4. Discussie.

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de resultaten wordt ingegaan op een methodologisch aspect van het onderzoek. Op grond hiervan kunnen de grenzen van de op de resultaten te baseren uitspraken worden aangegeven. Het type onderzoek waartoe de beschrijving van de bodem van dit terrein gerekend kan worden is observationeel en exploratief (i.t.t. experimenteel onderzoek). Dit type onderzoek heeft tot doel het ordenen van feiten of het maken van overzichten. Bovendien gaat het hierbij om het vinden van samenhangen tussen waargenomen verschijnselen en het genereren van hypothesen (De Groot, 1981). Uit dit type onderzoek kunnen geen causale verklaringen afgeleid worden, het heeft geen bewijskracht. Wel kunnen hypothesen die uit dit onderzoek naar voren komen getoetst worden aan eerdere uitspraken in de literatuur over standplaatsfactoren van afzonderlijke soorten en plantengemeenschappen.

De discussie spitst zich vooral toe op de verschillen tussen de bodemprofielen in de  $A_1$ -horizont omdat de plantengroei

hoofdzakelijk wortelt in deze bovenste horizont. Daarom zullen de condities in de  $A_1$  meer bepalend zijn voor de plantengroei dan de condities in de eronder liggende horizonten.

De onderzochte bodemprofielen onder A.montana en D.flexuosa weerspiegelen de situatie zoals die uit hoofdstuk 3 naar voren is gekomen v.w.b. org. stof gehalte en pH. Onder A.montana wordt een laag org. stof gehalte gevonden en een relatief hoge pH, bovendien is het C/N quotient van de org. stof laag. Het profiel onder D.flexuosa laat het tegenovergestelde zien met een hoog gehalte aan org. stof, een relatief lage pH en een hoog C/N quotient. De buffercapaciteit is een eigenschap die met het organische stofgehalte van de bodem samenhangt wanneer een bepaalde hoeveelheid loog wordt toegevoegd. In het zure gebied treedt geen buffering op bij de onderzochte monsters. Hier is geen buffering meer mogelijk, of het evenwicht stelt zich zeer langzaam in.

Het C/N quotient van de organische stof wordt in de landbouw gebruikt om de kwaliteit ervan aan te geven. In het algemeen wordt gesteld dat een hoog C/N quotient ( $> 25$ ) de N-mineralisatie remt, en een laag C/N quotient ( $< 25$ ) de N-mineralisatie bevordert. Alleen binnen hetzelfde type bodem bestaat er een relatie tussen het C/N quotient en de snelheid van de N-mineralisatie (Scheffer & Schachtschabel 1984). Dit heeft te maken met het feit dat organische stof bestaat uit verschillende componenten van wisselende afbreekbaarheid en C/N verhouding. Ook in dit onderzoek bestaat er geen relatie tussen de C/N verhouding van de organische stof in de  $A_1$  en de hoogte van de N-mineralisatie.



De bodems onder D.flexuosa (B, E) hebben een hoog C/N quotient en een hoge N-mineralisatiesnelheid, terwijl onder A.canina en A.montana lage C/N verhoudingen en N-mineralisatiesnelheden gevonden worden. Dit is dus precies het tegenovergestelde van wat men verwacht op grond van het C/N quotient.

De nitrificatie is een pH afhankelijk proces. Bij lage pH waarden wordt de nitrificatie geremd, bij pH waarden tussen 6 en 8 verloopt de nitrificatie optimaal (Scheffer & Schachtschabel 1984). In de onderzochte profielen is dit verband niet aanwezig. Bij lage pH waarden kan de nitrificatie aanzienlijk zijn (b.v. profiel E, Balloerveld) terwijl in het bodemprofiel met de hoogste pH (A.montana) de nitrificatie nauwelijks op gang komt. Het bodemprofiel onder Rubus sp. wijkt door de dikke  $A_1$  van 20 cm.

sterk af van de overige profielen die bekeken zijn in het terrein. Het is een veldpodzol, terwijl de overige profielen haarpodzolen of overgangen tussen deze beide zijn. Door de dikte van de  $A_1$  is in dit profiel kwantitatief de meeste stikstof aanwezig. Bovendien verloopt de N-mineralisatie in de bovenste 5 cm. van de  $A_1$  nogal

afwijkend. Vrijwel alle gemineraliseerde stikstof wordt hier geoxideerd tot nitraat. In de daaronder liggende 15 cm. komt nitraat en ammonium in gelijke hoeveelheden vrij.

Ellenberg (1974) geeft als indikatorwaarden voor stikstof aan A.montana, A.canina en M.caerulae het stikstofgetal 2 (N-arm) en aan D.flexuosa het N-getal 3. De ondersoorten van Rubus fruticosus krijgen stikstofgetallen tussen 4 en 7 (matig N-rijk tot N-rijk). Wanneer gekeken wordt naar het N-totaal gehalte in de  $A_1$  dan

weerspiegelen de N-getallen van Ellenberg (1974) de situatie vrij redelijk.

A.montana en A.canina duiden volgens Ellenberg (1974) op zure condities in de bodem ( $R = 3$ ) en D.flexuosa op sterk zuur ( $R = 2$ ).

De ondersoorten van Rubus fruticosus krijgen aanduidingen variërend van sterk zuur tot basisch. De pH's die in het terrein onder deze soorten zijn gevonden wijken niet van dit beeld af.

Inderdaad is de pH in de  $A_1$  van het profiel onder D.flexuosa het laagst en in de overige profielen iets hoger.

De vochtcijfers van Ellenberg (1974) duiden voor A.canina en M.caerulae op natte condities in de bodem terwijl A.montana en Rubus sp. voorkomen op bodems met een middelmatige vochtigheid. Voor D.flexuosa wordt geen vochtcijfer opgegeven. Dit moet betekenen dat er grote verschillen in vochtigheid bestaan in het terrein. Aangezien hier geen metingen aan zijn verricht kan hier geen uitspraak over worden gedaan. Wel kan gezegd worden dat de westelijke helft van het terrein (waar de grootste aantallen Arnica's voorkomen) waarschijnlijk droger is dan de oostelijke helft. Aan de oostkant komt juist veel A.canina en M.caerulae voor.

Aan de hand van de doorsnede van het terrein (oost-west) is dit wel te begrijpen. Aan de westkant wordt water afgevoerd naar de ernaast gelegen sloot, terwijl de oostkant verder van de sloot verwijderd is en water aangevoerd krijgt van de hoger gelegen spoorbaan.

## Hoofdstuk 5. .

### 5.1 Bepaling van de wateroplosbare Aluminiumfracties in de bodem.

#### 5.1.1 Mobilisatie van Aluminium

Aluminium komt in de bodem voor in primaire en secundaire mineralen. Door verwerking van deze mineralen kan aluminium vrijkomen in de bodemoplossing. Afhankelijk van de heersende pH vormt aluminium hydroxyaluminiumpolymeren (pH-H<sub>2</sub>O tussen 5.0 en 4.2). Deze

polymeren kunnen permanente ladingen van kleimineralen bezetten en zijn zeer moeilijk uitwisselbaar. Zij bevatten zelf ook zwak zure groepen zodat permanente ladingen van het kleimineraal overgaan in variabele ladingen. Bij afnemende pH functioneren de

aluminiumpolymeren als een buffermechanisme, Al<sup>3+</sup>-ionen verschijnen in toenemende mate in de bodemoplossing (pH-H<sub>2</sub>O tussen 4.2 en 2.8).

b.v.  $2[\text{Al}_6(\text{OH})_{15}]^{3+} + 30 \text{H}^+ \text{ ---- } 12 \text{Al}^{3+} + 15 \text{H}_2\text{O}$  (Russel 1973, Scheffer 1984).

Door de driewaardigheid en de grootte van het aluminiumion wordt het sterker gebonden aan het uitwisselingscomplex dan dan de kleinere een- en tweewaardige kationen (Foth 1978). Deze kationen worden verdrongen door Al<sup>3+</sup>-ionen en spoelen uit ij een overschot aan neerslag. Aluminium wordt daardoor een dominant ion in de bodemoplossing en aan het uitwisselingscomplex (Grime en Hodgson 1969, Kinzel 1983).

#### 5.1.2 Toxiciteit van Aluminium.

Aluminiumionen, evenals Fe<sup>2+</sup>-, Fe<sup>3+</sup>- en Mn<sup>2+</sup>-ionen, zijn potentieel toxies voor hogere planten. De gevoeligheid voor deze verschillende kationen verschilt per soort en is afhankelijk van factoren in de bodem als pH, watergehalte en voedingstoestand (Kinzel 1985). Aangenomen wordt dat aluminiumresistentie in grote mate het voorkomen van plantensoorten op zure gronden bepaalt. (Grime en Hodgson 1969).

In de literatuur zijn aanwijzingen te vinden dat detoxificatie van aluminium plaats vindt door binding aan organische stof, waarbij zogenaamde organoaluminiumcomplexen gevormd worden (Brogan 1967, Schnitzer en Kahn 1972, Tan 1978, Tan en Binger 1986). Groeireductie van Zea mays door aluminiumstress kon gedeeltelijk opgeheven worden door toevoeging van huminezuren aan de voedingsoplossing (Tan en Binger 1986).

Dat dit proces ook in de bodem kan optreden volgt uit het feit dat complexering van zware metalen met organische verbindingen een belangrijke rol speelt bij de bodemvorming (Petersen 1980). Het is van belang te weten in welke vorm het wateroplosbare aluminium in de bodem voorkomt, omdat de toxiciteit hierdoor bepaald wordt.

Er zal een methode getest worden om de wateroplosbare aluminiumfractie te scheiden in een ionogene fractie en een fractie gecomplexeerd met organische stof.

### 5.1.3 Methode.

De gebruikte methode is ontleend aan Van der Werff (1981).

Principe: van een waterige oplossing die gecomplexeerd en ionogeen aluminium bevat wordt een deel behandeld met actieve koolstof om het aluminium gecomplexeerd met organische stof te verwijderen.

Werkwijze: 75 g. veldvochtige grond met 750 ml. water schudden gedurende 2 uur. De suspensie wordt gefilterd (Schleicher & Schull 595 1/2) zodat aluminium houdende kleimineralen verwijderd worden. Het filtraat zal nu ionogeen en gecomplexeerd aluminium bevatten. Om de organische stof te verwijderen wordt 200 ml. van het filtraat behandeld met 2.5 g. actieve koolstof (Norrit) en gefilterd (Schleicher & Schull 602h). Het filtraat is nu helder. Van elk extract wordt 50 ml. ingedampt en gedestruueerd met een  $H_2SO_4/HClO_4/HNO_3$  mengsel. De aluminium wordt autoanalytisch bepaald.

Opm: Van der Werff gebruikte voor het filteren van het actieve kool extract S & S 551. Wij filterden met S & S 602h (een filter met vergelijkbare eigenschappen).

### 5.1.4 Resultaten.

Tijdens het filteren liepen de filters zeer langzaam door en raakten verstopt. Het filtraat werd na verloop van tijd helder. Daarom zijn de filters regelmatig vervangen tijdens het filteren. Als gevolg hiervan zijn de waardes van beide aluminium fracties niet betrouwbaar. De duplo's verschilden tot maximaal een factor drie van elkaar. De gehalten aan gecomplexeerd aluminium lagen in de orde van grootte van 100 - 3000 ppm Al. De gehalten aan ionogeen aluminium lagen in de orde van grootte van 150 - 400 ppm. Al.

### 5.1.5 Discussie.

Afgezien van het feit dat de gemeten gehalten aan wateroplosbaar aluminium niet betrouwbaar zijn omdat de duplos grote verschillen vertonen vallen de waardes veel te hoog uit. De gevonden gehalten aan wateroplosbaar aluminium liggen in een heel andere orde van grootte dan die welke in een podzolprofiel bij Schoonloo zijn gevonden door Van der Werff (1981). Deze auteur vond gehalten aan ionogeen Al van minder dan 0.01 ppm Al en gehalten aan aluminium gecomplexeerd met phenol- en huminezuren van minder dan 0.07 ppm Al.

Voor de veel te hoge aluminium gehalten die door mij zijn gemeten zijn twee verklaringen te bedenken. Ten eerste zou het kunnen zijn dat tijdens het filteren niet alle kleidelen verwijderd zijn waardoor aluminium aanwezig in kleimineralen ook meegerekend wordt. Een mogelijk alternatief voor het filteren is centrifugeren van de waterige oplossing. Een tweede verklaring voor de hoge aluminiumconcentraties kan liggen in de pH van de oplossing. In het pH bereik 5 - 7 gaat organische stof in toenemende mate in oplossing. Het organoaluminium complex gaat hierdoor in oplossing waardoor de gehalten aan wateroplosbaar aluminium sterk oplopen (Hargrove 1986). Of dit het geval is geweest is niet te beoordelen omdat de pH van de oplossing niet gemeten is. Bovendien zouden in dat geval de gehalten aan ionogeen aluminium gelijk blijven of zelfs nog lager worden als gevolg van de verhoogde pH, terwijl hier de gehalten aan ionogeen aluminium ook verhoogd zijn. Uit de metingen van Van der Werff (1981) blijkt wel dat een aanzienlijk deel van het wateroplosbaar aluminium in de gecomplexeerde vorm voorkomt. Ares (1986) vond met een andere methode die berust op de reactiekinetiek van Fluor met Aluminium dat in een bodemprofiel (pH 3.9) tot 55% van het wateroplosbaar aluminium in de gecomplexeerde vorm voorkwam. Uit dit onderzoek bleek ook dat bij toenemende pH van het bodemvocht de capaciteit van de organische stof om aluminium te binden groter wordt. Bovendien spelen seizoensverschillen die tot uitdrukking komen in de aard van de organische liganden een rol bij de bindingscapaciteit van de organische stof.

## 5.2 Evaluatie van een chemische extractiemethode ter schatting van de stikstofmineralisatiesnelheid.

### 5.2.1. Inleiding

Om op een snelle manier een maat te verkrijgen voor de stikstofmineralisatie is door Stanford (1976) een chemische extractiemethode ontwikkeld. Deze methode berust op het autoclaveren van de grond gedurende 16 uur bij 121°C., waarbij de vrijgekomen hoeveelheid  $\text{NH}_4^+$ -N geproduceerd door hydrolyse een maat is voor de potentiële hoeveelheid mineraliseerbare stikstof. De voordelen van deze methode zijn dat hij kan worden uitgevoerd met gedroogde grond en relatief weinig tijd kost. De correlatie tussen de hydrolyseerbare hoeveelheid N na 16 uur autoclaveren en de vrijgekomen hoeveelheid N na 4 weken incubatie bij 35°C. bleek goed te zijn ( $r = 0.87$ , Stanford 1976). De methode is ontwikkeld voor gronden met een laag organisch stof gehalte (<5%) en met een pH tussen 6 en 8. Doel is na te gaan of deze methode ook bruikbaar is voor zure, humeuze gronden.

### 5.2.2. Werkwijze.

8 gram droge grond of 2 gram droge gemalen ruwe humus werd in centrifugebuizen gedaan en goed bevochtigd met ca. 25 ml 0.01 M  $\text{CaCl}_2$ -oplossing. Na centrifugeren werd het supernatant afgezogen en de grond met behulp van de  $\text{CaCl}_2$ -oplossing overgebracht in flesjes van 25 ml.. Na een nacht bezinken kon de bovenstaande vloeistof nogmaals worden afgezogen. De flesjes werden weer aangevuld met 20 ml. van de  $\text{CaCl}_2$ -oplossing en afgesloten met een

schroefdop. Na 16 uur in een stoof bij 121°C. werd grond + vloeistof weer overgebracht in centrifugebuizen en driemaal gewassen met de  $\text{CaCl}_2$ -oplossing. De vloeistof werd verzameld in kolfjes en aangevuld tot 100 ml. Tenslotte werd de stikstof bepaald in 25 ml. van de oplossing door middel van destillatie met NaOH. Het destillaat werd opgevangen in een boorzuoroplossing en teruggetitreerd met 0.0100 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$

berekening: 
$$\frac{(\text{ml getr.} - \text{blanco}) \times 0.01 \times 14 \times 1000 \times 4}{\text{gram ingewogen grond}} \quad (\text{ppm N})$$

De met deze methode verkregen waarden worden uitgezet tegen de hoeveelheid gemineraliseerde stikstof tijdens 6 weken incubatie bij een temperatuur van 20°C. en een vochtigheid van 60 % van het vochthoudend vermogen van de grond (zie hoofdstuk 4).

### 5.2.3. Resultaten

In figuur 5.1 zijn de hoeveelheden vrijgekomen stikstof verkregen via beide methodes grafisch tegen elkaar uitgezet.

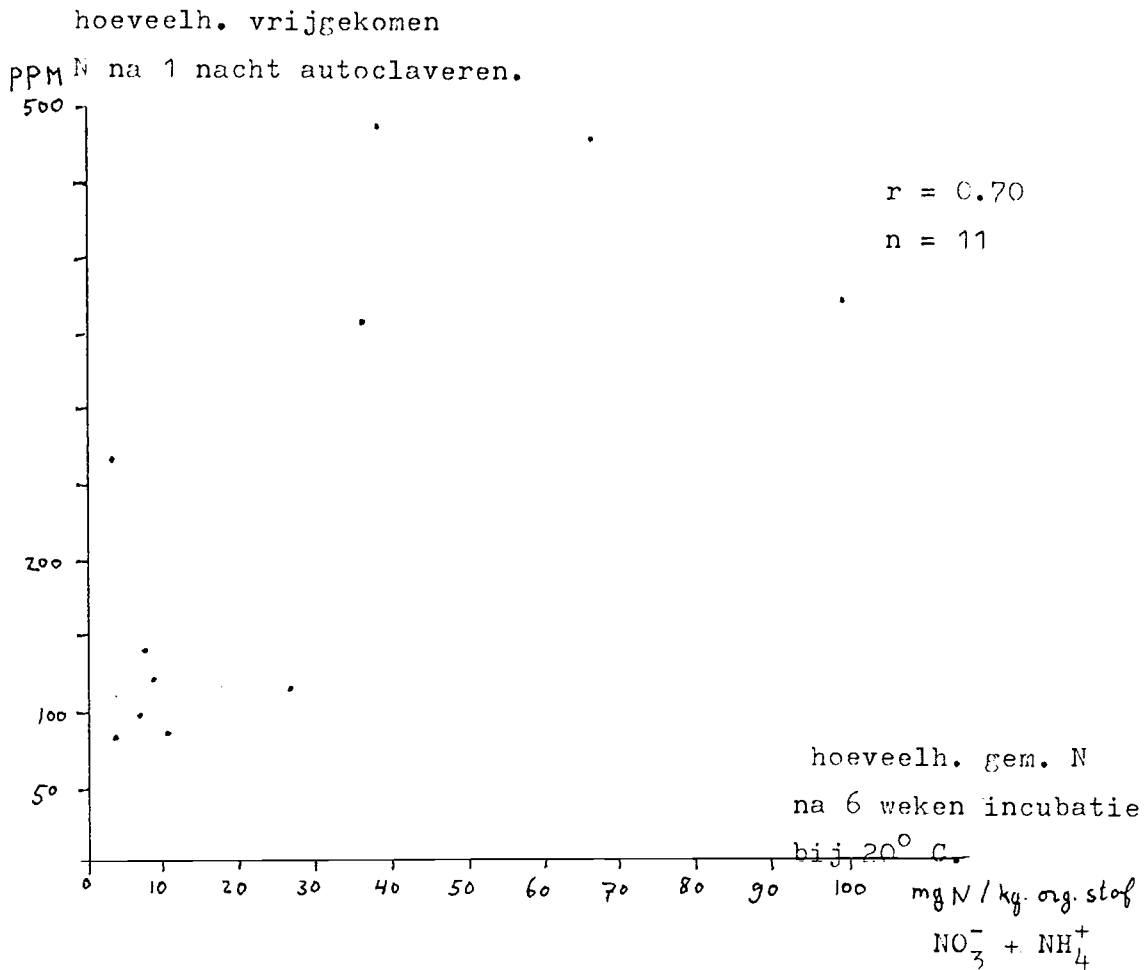


Fig. 5.1: Verband tussen de hoeveelheid gemineraliseerde stikstof tijdens incubatie (6 weken bij 20°C., 60 % vochthoudend vermogen) en tijdens 1 nacht autoclaveren in een CaCl<sub>2</sub>-opl. bij 121°C.

De lineaire correlatiecoëfficiënt tussen de vrijgekomen N tijdens incubatie en tijdens autoclaveren bedraagt 0.70.

#### 5.2.4. Discussie

De methode op deze manier uitgevoerd is niet geschikt om een maat voor de stikstofmineralisatie van de organische stof te verkrijgen. Om de methode te verbeteren kan geëxperimenteerd worden met ander materiaal. Als roestvrijstalen centrifugebuizen met een schroefdop gebruikt worden, die bestand zijn tegen een hoge druk, dan hoeft de grond niet meer overgespoeld te worden en kunnen misschien betere resultaten bereikt worden. Bovendien is het wassen van de grond met de  $\text{CaCl}_2$ -oplossing dan eenvoudiger omdat dan tussentijds gecentrifugeerd kan worden.

Op deze manier is de methode zeer tijdrovend en niet nauwkeurig. Bovendien moet aangetekend worden dat Stanford een andere methode gebruikte voor incubatie van de grond. Er werd droge grond gebruikt en gemengd met een gelijke hoeveelheid kwartszand of vermiculiet. De grond werd dan geïncubeerd met een "minus-N" voedingsoplossing bij  $35^\circ\text{C}$ . gedurende 2 weken (Stanford 1976, Smith 1971). Mogelijk geeft deze methode betere resultaten dan de methode die in dit experiment is gebruikt.



## Samenvatting en slotconclusies

In dit onderzoek is gezocht naar bodemchemische factoren die de verspreiding van Arnica montana en Deschampsia flexuosa in het veld kunnen bepalen. De reden waarom voor deze soorten is gekozen is dat deze 2 soorten naast elkaar voorkomen maar verschillend reageren op verzuring van de bodem. Arnica montana, een kensoort van het Violion caninae, gaat in Nederland samen met een aantal andere soorten uit dit verbond sterk achteruit. Deze achteruitgang blijkt gecorreleerd te zijn met het SO<sub>2</sub>-95 percentiel in de lucht (Van Dam 1986). Omdat het hier gaat om een aantal soorten uit hetzelfde verbond is het waarschijnlijk dat het mechanisme wat leidt tot achteruitgang via de bodem inwerkt op deze soorten (in dit geval verzuring van de bodem).

Van Deschampsia flexuosa wordt de uitbreiding in veel natuurgebieden toegeschreven aan verzuring van de bodem en de toevoer van bemestende en verzurende stoffen vanuit de lucht. Ook het veranderde beheer speelt bij de uitbreiding van deze soort een rol.

De verspreiding van deze twee soorten en een aantal bodemchemische factoren zijn onderzocht in een terrein gelegen aan de spoorbaan Groningen-Assen ter hoogte van Tynaarlo. Door middel van een raster

van aaneensluitende kwadraten (1x1 m<sup>2</sup>) is de verspreiding van deze 2 soorten vastgelegd. Het blijkt dat A.montana en D.flexuosa gekoppeld aan elkaar voorkomen, plaatsen met een groot aantal rozetten van A.montana hebben ook vaak een hoge bedekking van D.flexuosa. Dit betekent dat A.montana en D.flexuosa in het onderzochte gebied voorkomen op plaatsen met vergelijkbare bodemchemische eigenschappen.

De bovenste 35 cm. van de bodem is at random bemonsterd onder 11 standplaatsen van A.montana, 14 standplaatsen van D.flexuosa en 11 standplaatsen waar geen van beide soorten voorkwam. Het blijkt dat D.flexuosa, vergeleken met A.montana, voorkomt op zowel plaatsen met een hogere als ook met een lagere pH-KCl. De mediaan van de gevonden pH-waarden onder deze soorten verschilt niet van elkaar (pH-KCl 3.7). Uit de kleur van de bodem kon het gehalte aan organische stof afgeleid worden. Het blijkt dat A.montana relatief vaker voorkomt op plaatsen met een laag org. stof gehalte dan op plaatsen met een hoog org. stof gehalte. Dit hoeft echter niet te betekenen dat A.montana afhankelijk zou zijn van een laag organisch stofgehalte in de bodem. In dit geval is een laag organisch stofgehalte in de bodem een gevolg van cultuurtechnische maatregelen in het verleden. Het is mogelijk dat juist deze verstoorde situatie een positieve invloed heeft gehad op de ontwikkeling en/of handhaving van de Arnica populatie. Voor D.flexuosa geldt dit niet, de soort komt even vaak op plaatsen met een laag als met een hoog org. stof gehalte voor.

Een eigenschap die samen hangt met het org. stof gehalte van de bodem is de buffercapaciteit (buffercapaciteit is het vermogen van de grond een bepaalde hoeveelheid toegevoegd zuur of base te neutraliseren). De buffercapaciteit van de bodem is lager naarmate het org.stof gehalte lager is, zoals blijkt uit de opgestelde buffercurves. Tegen de toevoeging van zuur is echter weinig buffering te onderscheiden.

Op 4 plaatsen in het terrein is het bodemprofiel nauwkeurig beschreven en bemonsterd tot een diepte van 70 cm. De vegetatie op de monsterplaatsen bestond uit resp. (alleen de dominante soorten): A.montana, D.flexuosa, A.canina/ M.caerulea, Rubus sp. (vermoedelijk een ondersoort van Rubus fruticosus). De bodems kunnen gerekend worden tot veldpodzolen, haarpodzolen en overgangen tussen deze beide. Waar geel of bruin zand in de bovengrond aanwezig is vertoont de pH van boven naar beneden eerst een afname om vanaf de B<sub>2</sub>-horizont weer toe te nemen met de diepte.

Er is geen verband gevonden tussen de pH van de bovenste horizont en de N-mineralisatiesnelheid (in het bijzonder de nitrificatie) tijdens incubatie van de grond gedurende 6 weken bij 20°C.. Ook kon geen verband vastgesteld worden tussen het C/N quotient van de bovenste horizont en de totale hoeveelheid gemineraliseerde N tijdens de incubatieperiode. In de literatuur worden deze verbanden wel gesuggereerd (Scheffer & Schachtschabel 1984). Mogelijk heeft er te veel verstoring in de bovengrond plaatsgevonden als gevolg van grondbewerking in het verleden dat deze verbanden niet meer aanwezig zijn.

In hoofdstuk 5 wordt aangegeven dat het van belang is te weten in welke vorm wateroplosbaar aluminium in de bodem voorkomt. Aluminium gecomplexeerd aan organische stof blijkt namelijk minder toxies te zijn voor de plantengroei dan het vrije driewaardige aluminiumion (Tan & Binger 1986). Er wordt een methode getest om de wateroplosbare aluminiumfractie te scheiden in ionogeen aluminium en aluminium gecomplexeerd aan organische stof (Van der Werf 1981). Technische problemen overheersen alsnog bij deze methode. Bovendien is in dit hoofdstuk te vinden een evaluatie van een chemische extractiemethode ter schatting van de N- mineralisatiesnelheid.

Over de opzet van het onderzoek zijn enige opmerkingen te plaatsen. De keuze van de monsterpunten was min of meer at random over het proefgebied onder een aantal standplaatsen van A.montana en D.flexuosa. Ten eerste zijn resp. 11 en 14 monsterpunten erg weinig om een statistisch verantwoorde uitspraak te doen over eventuele verschillen tussen deze twee soorten. Ten tweede was het beter geweest het gebied op te delen in een viertal gebieden aan de hand van de verspreidingskaartjes van de soorten.

Dit kon dan bijvoorbeeld als volgt: 1. Veel Arnica en Deschampsia aanwezig. 2. Veel Deschampsia en weinig Arnica aanwezig. 3. Weinig Deschampsia en Arnica aanwezig. 4. Geen van beide soorten aanwezig. Deze vier typen terreingedeeltes konden dan bemonsterd worden waardoor uitspraken over eventuele verschillen in de bodem meer gewicht krijgen. Nu is het zo dat een monsterpunt van A.montana kan liggen in een terreingedeelte waar D.flexuosa overheerst en A.montana sporadisch voorkomt. Het is dan duidelijk dat de condities daar gunstiger zijn voor D.flexuosa dan voor A.montana. Ten derde was het niet nodig geweest de bodem tot grote diepte te bemonsteren. Omdat de aanwezige vegetatie voornamelijk wortelt in de bovenste laag (10 a 20 cm) van de bodem zal deze het meest bepalend zijn voor de plantengroei. Nu is het zo dat teveel tijd is gestopt in chemische analyses waar verder niets mee wordt gedaan. Dit ging ten koste van het aantal plaatsen wat bemonsterd kon worden.

Ten vierde is het niet zinvol om wanneer men onderzoek wil doen aan factoren in de bodem die de ruimtelijke verspreiding van soorten (mogelijk) bepalen, een gestoorde situatie als onderzoeksgebied te nemen. Invloeden van het beheer in het verleden hebben dan een te grote invloed op de verspreiding van de soorten in het gebied.

## Literatuur

- Ares, J., 1986. Identification of Aluminium species in acid forest soil solutions on the basis of Al:F reaction kinetics: 1. Reaction paths in pure solutions. *Soil Science* 141 no.6: 399-407.
- Ares, J., 1986. Identification of Aluminium species in acid forest soil on the basis of Al:F reaction kinetics: 2. An example at the Solling area. *Soil Science* 142 no.1: 13-19.
- Bakker, H. de, Edelman-Vlam, A. D., 1976. De Nederlandse bodem in kleur. Stiboka. Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie (Pudoc). Wageningen.
- Brogan, J.C., 1967. The effect of humic acid on aluminium toxicity. *Trans. 8th Int. Congr. Soil Sci. Bucharest* 3: 227-234.
- Dam, D. van, 1983. Invloed van Luchtverontreiniging op de Nederlandse Flora en de verzuring van de bodem. RIN rapport 83/11.
- Dam, D. van, H. F. van Dobben, C. F. J. ter Braak & T. de Wit. 1986. Air pollution as a possible cause for the decline of some phanerogamic species in The Netherlands. *Vegetatio* 65: 47-52.
- Daniel, W. W., 1978. *Applied Nonparametric Statistics*. Houghton Mifflin company. Boston (etc.).
- Foth, H. D. 1978. *Fundamentals of Soil Science*. 6th edition. Wiley, New York
- Grime, J.P., J. G. Hodgson. 1969. An investigation of the ecological significance of lime chlorosis by means of large scale comparative experiments. In: Rorison, I. H. (ed.). *Ecological aspects of the mineral nutrition of plants*. Blackwell, Oxford.
- Groot, A.D. De. 1981. *Methodologie*. Mouton, 's-Gravenhage.
- Hackett, C. 1965. Ecological aspects of the nutrition of *Deschampsia flexuosa* L. (Trin). 2. The effects of Al, Ca, Fe, K, Mn, P and pH on the growth of seedlings and established plants. *J. of Ecol.* 53:315-333.
- Haynes, R. J., K. M. Goh. 1978. Ammonium and nitrate nutrition of plants. *Biol. Rev.* 53: 465-510.
- Hargrove, W. L. 1986. The solubility of Aluminium-organic matter and its implication in plant-uptake of Aluminium. *Soil Science* 142 no.3: 179-181.
- Held, J. J. Den, 1979. Beknopt overzicht van de Nederlandse Plantengemeenschappen. *Wetensch. Med. K.N.N.V.* nr. 134, Hoogwoud.
- Kershaw, K. A., Looney, J. H. D. 1985. *Quantitative and Dynamic Plant Ecology*. Edward Arnold, Baltimore, Maryland, U.S.A.

- Kinzel, H. 1983. Influence of Limestone, Silicates and Soil pH on vegetation. In: Lange, O. L. et al. Physiological Plant Ecology 3: 201-244. Encyclopedia of Plant Physiology, new series 12C. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Klapp, E. 1965. Grünlandvegetation und Standort. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- Knapp, R. 1953. Über die natürliche Verbreitung von *Arnica montana* L. und ihre Entwicklungsmöglichkeit auf verschiedenen Böden. Ber. d. Bot. Ges. 66: 168-179.
- Pegtel, D. M., A. Jansen. 1984. Soortenlijst fragmentair *Violion caninae* nabij voormalig station Vries - Zuidlaren 11 juli 1984. Lab. v. Plantenecologie, Haren.
- Petersen, L. 1980. Podzolization: mechanism and possible effects of acid precipitation. In: Hutchinson, T. C. & M. Havas. Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems: 223-237. Plenum, New York/ London.
- Rorison, I. H., 1985. Nitrogen source and the tolerance of *Deschampsia flexuosa*, *Holcus lanatus* and *Bromus erectus* to Aluminium during seedling growth. J. of Ecol. 73: 83-90.
- Russel, E. W. 1973. Soil conditions and Plant Growth. 10th edition. Longman Group Ltd., London.
- Scheffer, F., P. Schachtschabel. 1984. Lehrbuch der Bodenkunde. 11 neu bearbeitete Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Schnitzer, M., S. U. Kahn. 1972. Humic substances in the environment. Dekker, New York.
- Smith, S.J., G. Stanford. Evaluation of a chemical index of soil nitrogen availability. Soil Science 111 (no.4): 228-232.
- Stanford, G., S. J. Smith. 1976. Estimating potentially mineralizable soil nitrogen from a chemical index of soil nitrogen availability. Soil Science 122 (no.2): 71-76.
- Tan, K.H., 1978. Formation of metal-humic complexes by titration and their characterization by differential thermal analysis and infrared spectroscopy. Soil Biol. Biochem. 10: 123-129.
- Tan, K.H., A. Binger. 1986. Effects of humic acid on aluminium toxicity in corn plants. Soil Science 141 (no.1): 20-25.
- Werf, m. van der. 1981. Ecotoxicity of heavy metals in aquatic and terrestrial higher plants. Dissertatie V.U. Amsterdam.
- Westhoff, V. & A. J. Den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme. Zutphen.
- Woodmansee, R. G. & L. S. Wallach. 1981. Effects of fire regimes on biochemical cycles. In: Clark, F. E. & T. Roswall (eds.). Terrestrial Nitrogen Cycles. Ecol. Bull. (Stockholm) 33: 649-669.