Een testplantexperiment in het kader van onderzoek naar verschraling.

Jos Hoogveld

1987

D 375

D 375

EEN TESTPLANTEXPERIMENT IN HET KADER VAN ONDERZOEK NAAR VERSCHRALING.

februari 1984 - januari 1985.

J.G.E. Hoogveld

Doktoraalonderwerp voor het Laboratorium voor Plantenoecologie van de Rijksuniversiteit Groningen.

Met dank aan:
J. Franke, S. Nijdam en
J. Hogendorf voor het verzorgen
van de planten en de overige hulp.
W. v Hal en N. Eck voor hulp
bij de chemische bepalingen.

R.U.G.
Lab. voor Plantenoecologie,
Kerklaan 6 Haren (Gr).
Begeleiding:
dr. D.M. Pegtel.

Doktoraalverslagen van de vakgroep Plantenoecologie zijn interne rapporten, dus geen officiële publikaties. De inhoud varieert van een eenvoudige bespreking van onderzoeksresultaten tot een konkluderende diskussie van gegevens in wijder verband. De konklusies, veelal slechts gesteund door kortlopend onderzoek, zijn meestal van voorlopige aard en komen voor rekening van de auteurs.

Overname en gebruik van gegevens is slechts toegestaan na overleg met auteurs en/of het vakgroepsbestuur.

Haren, januari 1987.

Rijksuniversiteit Groningen
Bibliotheek Biologisch Centrum
Kerklaan 30 — Postbus 14
9750 AA HAREN

INHOUD

		blz.
	SAMENVATTING.	5
1	INLEIDING.	7
	1.1 Algemene inleiding.	7
	1.2 Vraagstelling.	9
	1.3 Het onderzoeksgebied.	10
2	MATERIAAL EN METHODE.	13
3	RESULTATEN.	18
	3.1 Drooggewicht spruit.	18
	3.2 Chemische bepalingen.	27
	3.3 Verband tussen het gehalte van een nutriënt in de blanko potten en de opbrengst.	31
	3.4 Doorverschralingsexperiment bij de P-reeks.	35
4	DISKUSSIE.	38
	LITERATUUR.	43
	BIJLAGE 1 : Bodemchemische gegevens van de onderzochte deelpercelen uit eerder onderzoek.	46
	BIJLAGE 2 : Enige gegevens over de verandering in de deelpercelen "Niets doen" en "Twee maal hooien" in de periode '74-'85.	48
	BIJLAGE 3 : Drooggewicht wortel bij K-reeks.	50
	BIJLAGE 4 : Drooggewicht spruit op grond met een standaard gift van N, P en K.	52

BIJLAGE 5 : Aanvullende bodemchemische gegevens. 53

BIJLAGE 6 : Fraktie van het toegevoegde nutriënt dat met een extraktiemethode aantoonbaar is. 56

SAMENVATTING.

1 Met een testplantexperiment (bio-assay) is geprobeerd te onderzoeken of er verschil in bodemvruchtbaarheid is tussen twee graslandpercelen die voorheen gelijk beheerd werden, maar sinds tien jaar verschillend. Deze beide graslandpercelen maken deel uit van een perceel waar al sinds 1972 een beheersexperiment loopt. Eén van beide onderzochte graslandpercelen wordt sindsdien twee maal per jaar gehooid, het andere wordt niet beheerd.

2 In het veld is grond verzameld van de laag 0-5 cm diep. In een kas werd de grond verwerkt en in potten gedaan. Vervolgens werden er verschillende hoeveelheden makronutriënten aan toegevoegd, één serie zonder nutriëntengift en drie series met per serie een standaard hoeveelheid van twee makronutriënten en een variabele hoeveelheid van de derde (N,P,K). Kiemplanten van de testplanten werden per vier (Urtica dioica) of per zes (Holcus lanatus, Anthoxanthum odoratum en Rumex acetosa) in de potten gepoot. Na ongeveer acht weken werd geoogst. De series zijn na elkaar uitgevoerd.

3 Bij de serie zonder nutriëntengift leverden alle vier testplanten een signifikant hogere opbrengst op de grond uit deelperceel "Niets doen". Dit was ook bijna steeds het geval als twee makronutriënten in standaardhoeveelheid werden toegevoegd en de derde niet. Bij de N- en K-serie trad een toename van de opbrengst op bij een gift van het variabele nutriënt. Bij de P-serie nam alleen de opbrengst van Urtica sterk toe, van Rumex en Anthoxanthum alleen bij de potten met grond uit deelperceel "Twee maal hooien". Als testplant voor N en K zijn dus alle vier de soorten te gebruiken, voor P is Urtica te verkiezen. Dit geldt voor verschillen in beschikbare hoeveelheid van deze makronutriënten in gronden met een vergelijkbaar gehalte aan beschikbare hoeveelheden van de betreffende nutriënten.

4 P-Water, P-AL en K-uitwisselbaar zijn bepaald bij een deel van de potten. Er is een hoge korrelatie gevonden tussen de gift van P en P-Water ($r = 0,97$) en P-AL ($r = 0,999$) en van K en K-uitwisselbaar ($r = 0,999$). Het verband tussen de opbrengst van Urtica en het P-Water gehalte was voor grond van beide deelpercelen niet gelijk, met P-AL ook

niet, hoewel het verschil kleiner was. Het verband tussen de opbrengst van Holcus en Rumex en het gehalte aan K-uitwisselbaar was wel voor beide deelpercelen vergelijkbaar. Deze extraktiemethode lijkt dus bruikbaar om de hoeveelheid beschikbaar K in verschillende gronden met elkaar te vergelijken.

1 INLEIDING.

1.1 Algemene inleiding.

De afgelopen honderd jaar is de bewerking van landbouwgronden, waaronder de graslanden, sterk veranderd. Vooral het gebruik van kunstmest en de betere technische mogelijkheden voor ontwatering gaven de mogelijkheid de produktiviteit van landbouwgronden sterk op te voeren. Deze ontwikkeling zet zich nog steeds voort.

Dit had o.a. voor graslanden een vermindering van de ruimtelijke variatie (minder voedselarme en natte graslanden) en een verlaging van de soortsdiversiteit tot gevolg (Bakker, 1976, 1982). Op tal van plaatsen wordt geprobeerd deze nivellerende ontwikkeling in korte tijd terug te draaien met de bedoeling weer soortenrijke graslanden te verkrijgen. Dit gebeurt vooral ten bate van natuurbehoud en rekreatie. Vaak worden hiervoor landbouwkundig minder geschikte graslanden gebruikt. Een gebied waar dit op grote schaal gebeurt is het Stroomdallandschap Drentsche Aa (de Bruyn, 1977)

Verschralend beheer.

Er zijn veel beheersvormen mogelijk, afhankelijk van doelstelling en uitgangssituatie (Wells, 1980; Schilperoord, 1983). Voorbeelden van beheersvormen zijn niets doen, hooien, branden, begrazen. Als men snel wil verschralen (voedselarmer maken van de bodem in tegenstelling tot bemesten) is hooien een geschikte beheersvorm. Met het hooi worden nutriënten afgevoerd en dus indirekt aan de bodem onttrokken (Bradshaw, 1980; Wells, 1980; Wind, 1980; Elzenbroek, 1982). Een andere faktor die voor een afname van de hoeveelheid nutriënten in de bodem zorgt is uitspoeling (vooral van belang voor Ca, Mg en N). Voor een toename zorgen vlinderbloemigen (N) en neerslag (N en S, Bradshaw, 1980).

De gevolgen van verschralend beheer kunnen worden gemeten aan de produktie van biomassa, de soortensamenstelling en de verandering in het nutriëntengehalte in de bodem (voor het onderzoeksgebied : Bakker, 1982). De uitkomsten van onderzoeken naar het gevolg van maaien en afvoeren op de genoemde parameters van bodemvruchtbaarheid zijn niet eenduidig. Soms was er een snelle afname van de produktie (Wind ,1980),

dan weer nauwelijks (Elzenbroek, 1982). Ook de afname van nutriënten-gehalten in de bodem is niet eenduidig. Zo vond Wind (1980) zelfs een toename van de P-AL waarde en het MgO-gehalte in een tienjaars verschralingsexperiment op een zandbodem, ondanks drastische afname van de produktie. Hij opperde de mogelijkheid dat dit was gebeurd door ophoping in de bemonsterde 0-5 cm laag door wortelaktiviteiten. Elzenbroek (1982) en Wells (1980) vonden wel een afname van het P-gehalte.

Een beheersvorm (bijvoorbeeld hooien) heeft niet alleen langs de weg van verschraling invloed op de vegetatie, maar ook via de erdoor veroorzaakte vegetatiestruktuur (Wells, 1980; Schilperoord, 1983).

Chemische extraktiemethoden als maat voor de beschikbare hoeveelheid van nutriënten voor diverse plantensoorten.

Veel extraktiemethoden zijn ontwikkeld voor landbouwgewassen en worden gebruikt om bemestingsadviezen te geven (Henkens, 1967; vd Paauw en Sissing, 1968). De extraktiemethoden voor de akkerbouw (zoals P-Water) zijn gebaseerd op proeven met kortgekweekte, snel groeiende landbouwgewassen. Deze worden gekweekt op bemeste grond als monokulture. Planten van niet-bemeste graslanden kunnen een heel andere respons geven. Niet alleen groeien deze soorten onder armere omstandigheden, maar ook zijn ze vaak meerjarig en groeien ze in kompetitie met elkaar. Het is daarom de vraag wat voor waarde de gangbare extraktiemethoden voor deze planten hebben. Ook bij bemestings-adviezen voor de landbouw (Henkens, 1967) kent men aan een gehalte van een nutriënt bij verschillende grondsoorten soms een verschillende betekenis toe.

Andere problemen bij chemische karakterisering van een bodem zijn de variatie in de hoeveelheid van een nutriënt binnen één perceel, de verdeling over het bodemprofiel en de schommelingen over het seizoen. Vaak worden slechts eenmaal per jaar monsters genomen van één standaard diepte. De variatie in diepte en tijd blijft zo verborgen (Gupta en Rorison, 1975).

Testplantexperimenten als maat voor de beschikbaarheid van nutriënten voor diverse plantensoorten.

Als alternatief voor chemische extraktiemethoden kan ook van testplanten als indikator gebruik gemaakt worden. De biomassaproduktie is dan een maat voor de beschikbare hoeveelheid van een nutriënt.

Van deze methode maakten Gupta en Rorison (1975) gebruik om variatie in de beschikbare hoeveelheid N, P en K over het jaar en over het bodemprofiel te meten. Zij kombineerden het testplantexperiment met chemische extrakties. In dit onderzoek werd ook voor deze kombinatie gekozen.

De kriteria voor het kiezen van de testsoorten waren :

a) Het voorkomen in de vegetatie van de te onderzoeken gronden.
b) Verschillen vertonen in de groeisnelheid en voorkeur voor het nutriëntengehalte van de bodem.
c) Gemakkelijk te kweken zijn (oa niet te lage groeisnelheid).

1.2 Vraagstelling

De hoofdvragen van dit onderzoek waren :

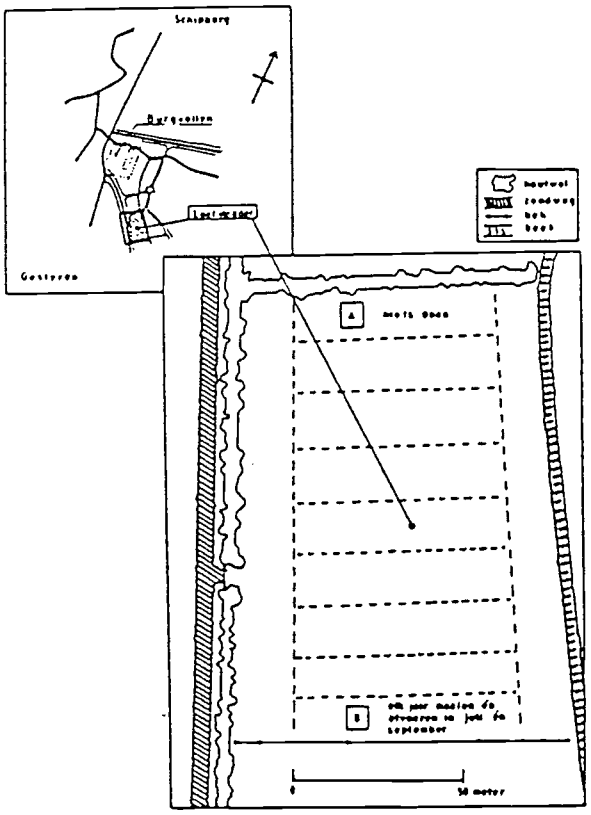
a) Treedt er verschraling op door jaarlijks hooien ?
b) Kan met behulp van een testplantexperiment een gering verschil in de voor de plant beschikbare hoeveelheid van een nutriënt worden aangetoond ?
c) Zijn gangbare chemische extraktiemethoden geschikt als maat voor de beschikbare hoeveelheid van een nutriënt ?

De meer konkrete vertaling van deze vragen is :

1) Produceren vier testplantsoorten een kleinere hoeveelheid spruitbiomassa als ze groeien op grond uit een grasland dat gehooid wordt dan als ze groeien op grond uit een vergelijkbaar, maar minder verschraald grasland ?
2) Kan met een dergelijk experiment een verschil in de beschikbare hoeveelheid van de nutriënten N, P en K vastgesteld worden ? Dit zal onderzocht worden door twee van deze nutriënten in standaard hoeveelheid toe te voegen en van de derde een giftenreeks aan te leggen, van een gift van 0 (betreffende nutriënt is deficient) tot een hoge gift (meer dan de standaard gift).
3) Is het mogelijk om middels verdunning van de grond met perliet verdere verschraling na te bootsen en daarmee de koncentratiereeks te verlengen in de armere richting ?
4) Wat is de relatie tussen het gehalte in de grond volgens een bepaalde extraktiemethode en de biomassaproduktie van de testplantensoorten op de desbetreffende grond.

1.3 Het onderzoeksgebied.

Het onderzoeksgebied maakt deel uit van het "Stroomdallandschap Drentsche Aa". In 1972 is het graslandperceel "Loefvledder" door Staatsbosbeheer aangekocht. Dit perceel is bestemd om verschillende beheersvormen met elkaar te vergelijken. Doordat deze binnen één perceel worden toegepast kan worden uitgegaan van een zo goed mogelijk vergelijkbare beginsituatie (Bakker, 1976). Het perceel "Loefvledder" is onderverdeeld in een negental kleinere percelen die elk aan een verschillen beheersregime onderhevig zijn.



Figuur 1.1.: Geografische ligging van het onderzoeksgebied (van den Berg, 1982). Van de met A en B aangegeven plaatsen is het onderzoeks-materiaal verzameld.

Dit onderzoek richt zich op twee uitersten in de reeks beheersvormen, namelijk het perceel waar twee maal per jaar gehooid wordt, in juli en september en het deelperceel waar niets wordt gedaan. Naar

verwachting zal deelperceel "Twee maal hooien" sterker verschraald zijn omdat met het hooi mineralen zijn afgevoerd.

De vegetatie van "Loefvledder" was bij het begin van het beheersexperiment vrij gelijkvormig in de verschillende deelpercelen. In de loop van het experiment is daarin grote verandering gekomen. De vegetatie van deelperceel "Niets doen" en "Twee maal hooien" verschillen nu sterk van elkaar (bijlage 2). De produktie van bovengrondse biomassa van deelperceel "Twee maal hooien" is in de loop van het beheersexperiment afgenomen (bijlage 2). Van deelperceel "Niets doen" zijn geen produktie gegevens verzameld (Bakker, 1982).

De bodem van de "Loefvledder" behoort tot het type beekeerdgrond (De Bakker en Schelling, 1976). Kenmerkend voor deze grondsoort is oa een hoog ijzergehalte. Binnen het perceel is variatie in de samenstelling van de bodem, de hoogteligging en de vochtigheid. Gedurende het beheersexperiment zijn een aantal bodemchemische bepalingen gedaan. De resultaten daarvan (zie oa vd Berg, 1982) geven geen duidelijk beeld van trends in voor de vegetatie van belang zijnde gehaltes van nutriënten (zie bijlage 1). Enerzijds zijn er sterke fluktuaties tussen de gevonden waarden zodat er geen duidelijke trend is. Alleen bij de pH is sprake van een duidelijke trend en wel een daling. Anderzijds zijn de gebruikte extraktiemethodes niet allemaal even geschikt als maat voor de beschikbare hoeveelheid nutriënten voor de in de onderzochte deelpercelen groeiende plantensoorten. Zo is van P-totaal slechts een klein deel voor planten beschikbaar (Barber, 1984).

Resultaten eerder onderzoek.

Olde loohuis en Wemmenhove (1984) hebben in dezelfde deelpercelen onderzoek gedaan naar de bodemvruchtbaarheid. Ook zij werkten met planten als indikatoren. Allereerst hebben zij een Bauma-Janssen experiment gedaan. Hieruit bleek dat N sterk beperkend voor de groei was, daarnaast ook K. P was veel minder beperkend. Tussen beide deelpercelen vonden zij met dit experiment geen verschil. Bij deze methode wordt met zoden uit het veld (20cm doorsnede, 10 cm dik) gewerkt. Dit heeft als voordeel dat de veldsituatie dicht wordt benaderd, maar als nadeel dat niet met vergelijkbaar plantenmateriaal wordt gewerkt als twee verschillende vegetaties met elkaar worden vergeleken (zie ook Pegtel, 1983).

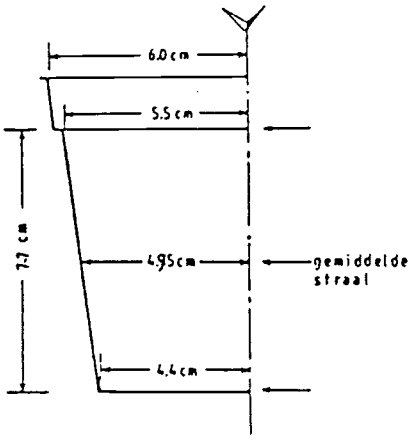
Daarom hebben ook zij een testplantexperiment gedaan met P als variabele. Zij gebruikten hiervoor uit praktische overwegingen grond van 5-20 cm diep. De bovenlaag die sterk beworteld is, is voor de vegetatie echter belangrijker. Zij vonden dat bij"Twee maal hooien"meer P beschikbaar was dan bij "Niets doen".

Het testplantexperiment wijkt sterk af van het Bauma-Janssen experiment. Er wordt niet uitgegaan van een zode met vegetatie uit het veld, maar van een grondmonster waarbij de bodemstruktuur verandert. Als testplanten worden kiemplanten van geselekteerde testsoorten gebruikt ipv gevestigde exemplaren van soorten van de bestaande vegetatie.

2 MATERIAAL EN METHODE.

2.1 Het gebruiksklaar maken van de grond.

Per deelperceel werden per monsterdatum op acht plaatsen plaggen gestoken. In de kas werden de levende plantendelen zoveel mogelijk verwijderd. De grond werd gemengd en daarna in bloempotten gedaan (fig 2.1) gewicht veldvochtige grond 500 $\pm$ 1 g . De potten werden in schotels geplaatst. De referentiereeks was daarmee gebruiksklaar.



Figuur 2.1 : Afmetingen van gebruikte pot. Als gemiddelde straal is 4,95 cm genomen, zodat de oppervlakte $\pm$ 77 cm^2 is.

Aan de potten van de nutriëntenreeksen werden de nutriënten toegevoegd. De standaard giften van N en K zijn gebaseerd op een bemestingsadvies voor graslanden (Henkens, 1967). De standaard gift van P is hoger genomen dan dit advies omdat deze ijzerrijke grond sterk P-fixerend is (Olde Loohuis en Wemmenhove, 1984). De standaardgiften waren voor P 400 kg P_2O_5 per ha voor N 150 kg N per ha en voor K 100 kg K_2O per ha. De variabele giften waren voor P en K 0, 50, 100, 200, 400 en 800 kg per ha, voor N 0, 37,5 , 75, 150, 300 en 600 kg per ha. De nutriënten werden in oplossing toegediend als NH_4NO_3, $Ca(H_2PO_4).H_2O$ en K_2SO_4.

2.2 Testplantsoorten.

Tabel 2.1 : Voorkomen in het veld en maximale groeisnelheid volgens Grime en Hunt (1975) van de testplanten.

	Voorkomen in het veld		R-max in
	Niets doen	2 x Hooien	g/g/dag
Holcus lanatus	+	+	2,05
Anthoxanthum odoratum	-	+	0,95
Rumex acetosa	+	+	1,71
Urtica dioica	+	-	2,35

Holcus en Rumex komen op vrij verschillende bodems voor en zijn edafisch tolerant. Anthoxanthum komt vooral op armere bodems voor, Urtica op stikstof- en fosfaatrijke gronden (Rorison, 1968).

2.3 Het kweken van de planten.

Het zaad van Urtica is afkomstig uit de proeftuin in Haren (1979), dat van Rumex ook (1981), dat van Holcus en Anthoxanthum van de Burgvallen (resp. 1975 en 1977), een schraal beekdalhooiland vlak bij de "Loefvledder". Het zaad werd te kiemen gelegd in bakken met een mengsel van potgrond en zand. Na twee weken werden de kiemplanten in de potten overgepoot, zes per pot (bij Urtica vier). De series werden in viervoud uitgevoerd. Per voedingsnivo werden twee blanko potten ingezet, waar geen planten op groeiden. Per voedingsnivo werden achttien potten ingezet (4 soorten x 4 herhalingen + 2 blanko's). De herhalingen werden over vier blokken verdeeld. De potten werden per blok volgens een lotingstabel random neergezet. De proef werd in een verwarmde kas uitgevoerd. Er werd bijgelicht tot een fotoperiode van 16 uur. Kiemplanten van zaad uit het zaadkapitaal werden verwijderd. Dagelijks werd met demiwater gegoten, bij erg warm weer twee maal per dag. Jonge testplanten die dood gingen werden vervangen door ongeveer even grote uit de kiembakken.

2.4 Oogst.

Na ongeveer acht weken werden de planten geoogst. Vlak boven de grond werden ze afgesneden en in zakjes per pot gedroogd (minimaal

Tabel 2.2 : Enkele belangrijke data uit het onderzoek. Dagen na monstername. De poot- en oogstdag en de groeitijd zijn weergegeven voor Holcus. Die van de andere soorten kunnen daar één dag van afwijken.

Monster name	Toedienen nutriënten	Zaaidag	Pootdag	Oogstdag	Groeitijd in potten	Reeks
8-3	12	8	20	71	51	P
3-5	8	7	17	70	53	N
24-10	7	26	43	104	61	K

24 uur, 80°C). De Urtica-planten zijn individueel gedroogd omdat ze per pot onderling sterk in grootte verschilden. Daarna werd het drooggewicht van de spruit bepaald.

Bij de K-reeks werd van het grootste deel van de potten ook het drooggewicht van de wortel bepaald. Hiervoor werden de wortels in een fijne zeef met water schoongespoeld.

2.5 Perlietproef - doorverschralen.

Om het effekt van verder verschralen te meten werd als onderdeel van de P-reeks grond verdund met perliet. Dit vulkanisch gesteente staat geen nutriënten af en neemt er geen op. N en K werden in standaard hoeveelheden toegevoegd. Urtica is bij deze proef niet gebruikt.

Tabel 2.3 : Verhouding perliet en grond en korrektiefaktor voor P-AL en K-uitwisselbaar per volumeverhouding.

Volumeverhouding	Gewicht	Gewicht droge grond g/pot		Korrektiefaktor	
grond : perliet	perliet g/pot	Niets doen	Hooien	Niets doen	Hooien
1 : 0	0	293,5	309,5	1	1
5 : 1	11,25	244,6	257,9	0,87	0,87
3 : 1	17	220,1	232,1	0,81	0,80
1 : 1	34	146,8	154,8	0,62	0,61
1 : 3	50,6	73,4	77,4	0,42	0,41

Bij de P-AL en K-uitwisselbaar bepalingen werd op de resultaten een korrektie toegepast voor het geringere gewicht van perliet. De resultaten werden daartoe vermenigvuldigd met de verhouding van het gewicht van het mengsel grond met perliet en hetzelfde volume (pot)

pure grond. Zo kon het gehalte van de verschillende potten met elkaar vergeleken worden ondanks een verschillend soortelijk gewicht van het grond/perlietmengsel.

2.6 Chemische bepalingen.

De volgende chemische bepalingen zijn uitgevoerd volgens de standaardmethoden van het chemisch laboratorium van de vakgroep Plantenoecologie in Haren:

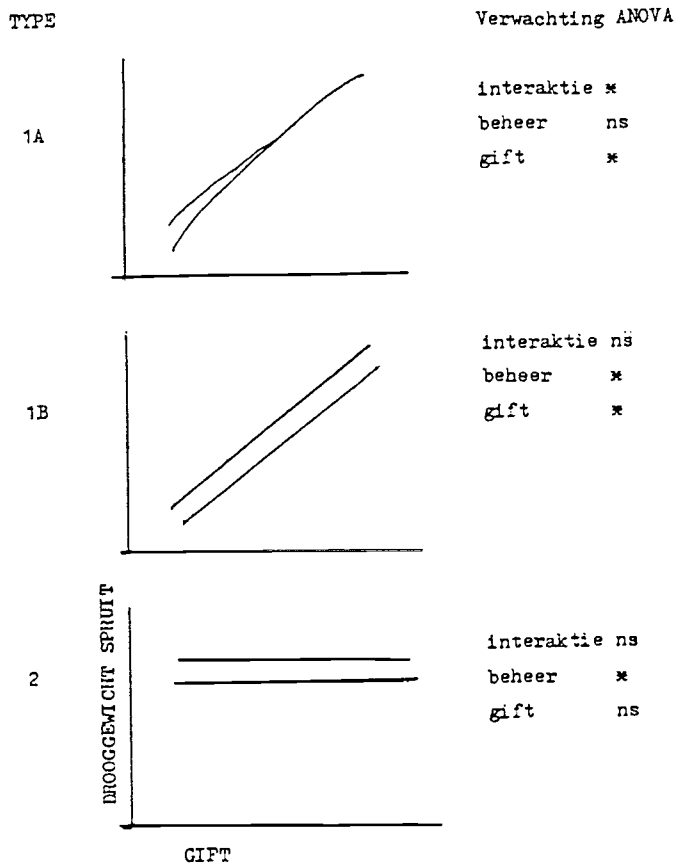
a) pH-KCl
b) fosfaat : P-Water en P-AL
c) kalium : K-uitwisselbaar.

Het vochtgehalte van de grond werd bepaald op de dag dat deze werd afgewogen en in de potten gedaan. Ook op die dag werd grond bij 105°C te drogen gezet om de gehaltes op het moment van bemonstering te bepalen. De overige bepalingen werden uitgevoerd aan grond na de groei van planten. Na de oogst hebben de potten nog weken te drogen gestaan in de kas voor ze verder verwerkt konden worden.

De bepalingen werden verricht aan grond van de blanko potten, grond waarop Urtica had gegroeid en waarop Anthoxanthum (bij de K-reeks Holcus) had gegroeid.

2.7 Statistische verwerking.

Voor het toetsen van de verschillen in opbrengst tussen beide deelpercelen bij één bepaalde gift is de randomization test gebruikt (Siegel, 1956). Voor het verband tussen nutriëntgift en gehalte volgens een extraktiemethode is de lineaire regressie berekend en de korrelatiekoëfficient. Voor het toetsen van de invloed van beheer en gift op de opbrengst per soort is gebruik gemaakt van ANOVA (Sokal en Rohlf, 1981). In dit geval is er sprake van een model II ANOVA met één random gekozen variabele (gift) en één fixed gekozen (beheer). Bij dit type ANOVA wordt de interaktie tegen de error getoetst, evenals de random variabele en de fixed faktor (beheer) tegen de interaktie.



Figuur 2.2 : Enkele verwachte grafieken van het verband tussen gift van een nutriënt (horizontale as) en het drooggewicht van de spruit (vertikale as) met de daarbij verwachte uitkomst van de ANOVA (ns is niet signifikant; * is wel signifikant).

Type 1A werd verwacht bij een nutriënt dat beperkend is voor die soort en in deelperceel "Twee maal hooien" meer beperkend is. De verschillen tussen beide deelpercelen verdwijnen met de toename van de gift zodat over de hele reeks het beheer geen signifikante invloed heeft. Bij type 1B verdwijnen de verschillen tussen de deelpercelen niet hoewel het nutriënt wel beperkend is. Bij type 2 is het nutriënt niet beperkend en dus ook niet de oorzaak van het verschil in de opbrengst als dat bestaat.

3 RESULTATEN.

3.1 Drooggewicht spruit.

3.1.1 Referentiereeks.

Dit is de reeks waarin geen nutriënten werden toegevoegd. Deze reeks is tegelijk met de K-reeks gedaan.

Tabel 3.1 : Gemiddeld drooggewicht van de spruit per pot (met 95 % betrouwbaarheidsinterval; n = 4) en de verhouding tussen het drooggewicht van de spruit gekweekt op grond uit deelperceel "Twee maal hooien" en "Niets doen".

Testsoort	Drooggewicht spruit (g)				Verhouding
	"Niets doen"		"Twee maal hooien"		drooggewicht
	$\bar{x}$	95% BI	$\bar{x}$	95% BI	hooien/niets doen
Holcus lanatus	1,67	0,22	0,94	0,14	0,56
Anthoxanthum odoratum	1,29	0,21	0,87	0,35	0,67
Rumex acetosa	1,63	0,21	0,92	0,22	0,56
Urtica dioica	1,06	0,14	0,50	0,19	0,47

Zonder nutriënt gift was er steeds een groot verschil in de opbrengst tussen "Twee maal hooien" en "Niets doen" (tabel 3.1 laatste kolom). Bij "Twee maal hooien" werd ongeveer half zoveel geproduceerd. Het grootste was dit verschil bij de ruderale soort Urtica; het kleinste bij Anthoxanthum, de soort die van de vier testsoorten onder de armste omstandigheden voorkomt. De verschillen tussen "Niets doen" en "Twee maal hooien" waren bij alle soorten signifikant. De grond uit deelperceel "Twee maal hooien" was dus schraler dan die uit "Niets doen".

3.1.2 Effekt standaardbemesting.

In tabel 3.2 staan de drooggewichten van planten die op grond gegroeid hebben waaraan twee makronutriënten in standaard hoeveelheid waren toegediend en van de derde niets.

Bij weglating van één van de drie makronutriënten bleek bij alle drie nutriënten en bij alle vier soorten dat bij "Niets doen" steeds signifikant (p 0,05) meer opbrengst was dan bij "Twee maal hooien". Enige uitzondering hierop was Urtica bij de K-reeks.

Opvallend was het grote verschil in opbrengst van Rumex bij weglaten van N; van Urtica bij het weglaten van P en de grotere opbrengst van Urtica op grond uit deelperceel"Twee maal hooien"bij weglaten van K.

Tabel 3.2 : Gemiddeld drooggewicht van de spruit per pot (met 95 % betrouwbaarheidsinterval; n = 4) en de verhouding tussen het drooggewicht van de spruit gekweekt op grond uit deelperceel "Twee maal hooien" en "Niets doen"
a) zonder N-gift; P en K standaard gift.
b) zonder P-gift; N en K standaard gift.
c) zonder K-gift; N en P standaard gift.

a) zonder N

Testsoort	Drooggewicht spruit (g)				Verhouding
	"Niets doen"		"Twee maal hooien"		drooggewicht
	$\bar{x}$	95% BI	$\bar{x}$	95% BI	hooien/niets doen
Holcus lanatus	2,13	0,21	1,77	0,24	0,83
Anthoxanthum odoratum	2,35	0,49	1,72	0,34	0,73
Rumex acetosa	1,79	0,46	1,08	0,20	0,60
Urtica dioica	1,81	0,18	1,24	0,33	0,73

b) zonder P

Testsoort	Drooggewicht spruit (g)				Verhouding
	"Niets doen"		"Twee maal hooien"		drooggewicht
	$\bar{x}$	95% BI	$\bar{x}$	95% BI	hooien/niets doen
Holcus lanatus	5,23	0,48	4,63	0,49	0,89
Anthoxanthum odoratum	4,90	1,16	3,84	0,62	0,78
Rumex acetosa	3,90	0,56	2,78	0,46	0,71
Urtica dioica	1,87	0,37	1,12	0,29	0,60

c) zonder K

Testsoort	Drooggewicht spruit (g)				Verhouding
	"Niets doen"		"Twee maal hooien"		drooggewicht
	$\bar{x}$	95% BI	$\bar{x}$	95% BI	hooien/niets doen
Holcus lanatus	3,13	0,40	2,38	0,30	0,76
Anthoxanthum odoratum	2,18	0,53	1,55	0,41	0,71
Rumex acetosa	2,45	0,24	2,06	0,25	0,84
Urtica dioica	2,16	0,68	2,28	0,25	1,06

De relatieve mate van deficientie van de drie nutriënten kan bepaald worden door de opbrengst van de 0-gift met die van de standaard gift te vergelijken (tabel 3.3). Bij Holcus en Anthoxanthum was deze volgorde van meer naar minder beperkend N, P, K. Bij Rumex ook bij de grond uit deelperceel "Niets doen". Bij de grond uit deelperceel "Twee maal hooien was de verhouding bij de K en P reeks vrijwel gelijk. Bij Urtica was P het meest beperkend, zelfs meer dan N. Opvallend is dat de verhouding in op één na alle gevallen bij "Twee maal hooien" lager was.

Tabel 3.3 : Verhouding tussen de opbrengst met een 0-gift en de standaardgift.(150 kg N, 100 kg K en 400 kg P per ha). Per soort zijn de nutriënten gerangschikt van meer naar minder deficient.

Deelperceel		"Niets doen"	"Twee maal hooien"
Testsoort	Nutriënt		
Holcus lanatus	N	0,36	0,36
	K	0,75	0,62
	P	1,07	0,86
Anthoxanthum odoratum	N	0,40	0,37
	K	0,82	0,68
	P	0,97	0,85
Rumex acetosa	N	0,39	0,32
	K	0,76	0,66
	P	0,93	0,63
Urtica dioica	P	0,47	0,26
	N	0,49	0,34
	K	0,62	0,48

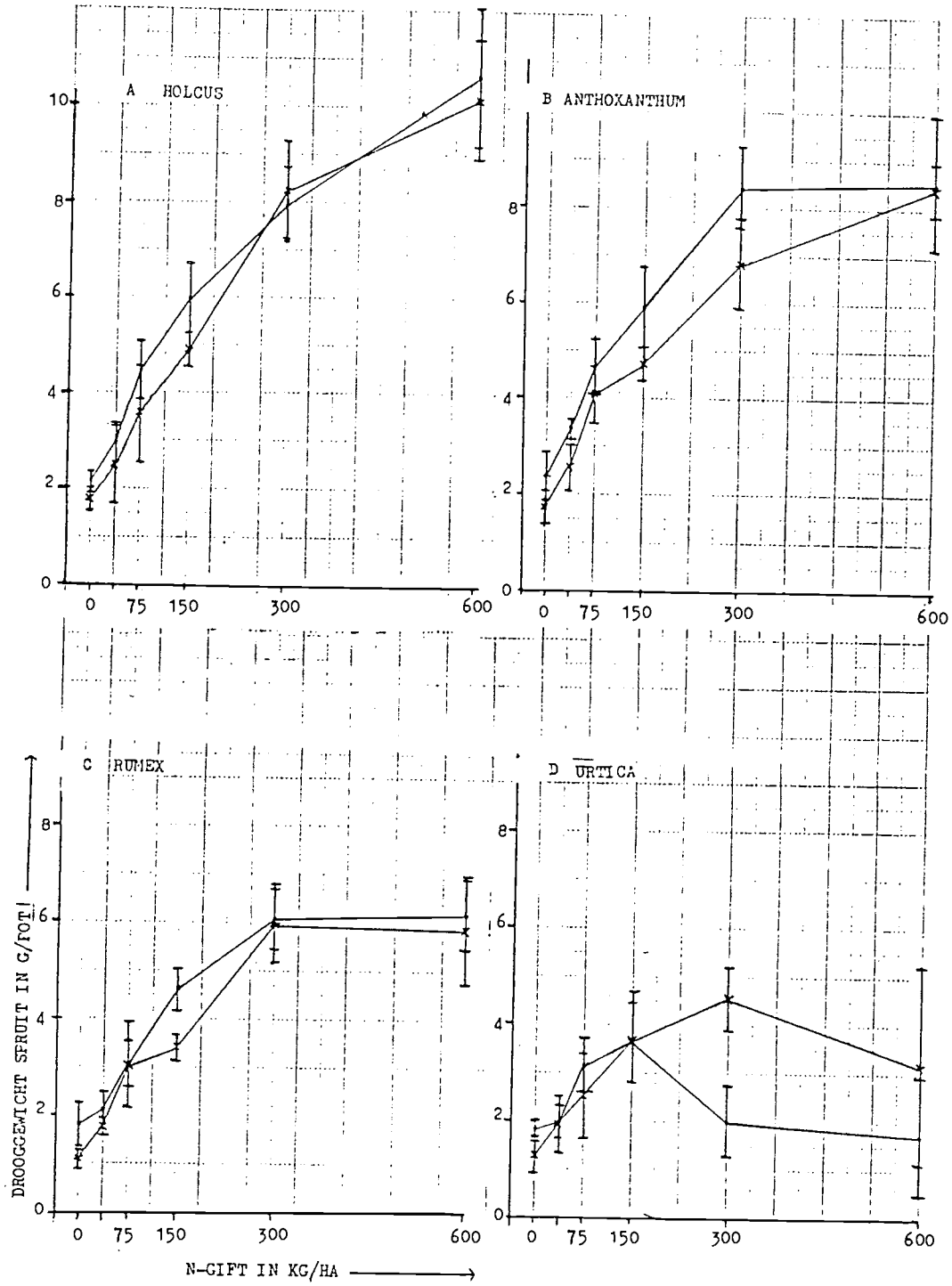
3.1.3 Nutriëntgiftreeksen -- N-reeks.

Tabel 3.4 : Samenvatting van de ANOVA van de N-reeks. Per soort is een tweeweg ANOVA gemaakt. Van de gegevens van Urtica is bovendien een ANOVA gemaakt met alleen de gegevens van de giften 0-150 kg N/ha (kolom Urtica*). * : $0,01 < p < 0,05$; ** : $0,001 < p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

	Holcus	Anthoxanthum	Rumex	Urtica	Urtica*
Interaktie	ns	*	*	***	ns
Gift	***	***	***	***	***
Beheer	*	*	*	ns	ns

Holcus. De opbrengst nam toe tot de hoogste gift. Bij de standaard gift van 150 kg N/ha kán N dus nog beperkend zijn. Er was signifikante invloed van het beheer en geen interaktie (zie par. 2.7).

Bij Anthoxanthum nam de opbrengst iets minder toe dan bij Holcus en lijkt bij de hoogste gift nauwelijks meer toe te nemen. Sterker dan bij Holcus was bij deze soort het verschil in opbrengst tussen beide deelpercelen over de hele reeks.



Figuur 3.1 : Effekt van de grootte van de N-gift op het gemiddelde droog-gewicht van de spruit per pot (± 95% betrouwbaarheidsinter-val, n = 4) van Holcus (A), Anthoxanthum (B), Rumex (C) en Urtica (D).op grond uit deelperceel "Niets doen" (.) en "Twee maal hooien" (x).

Bij Rumex vlakt de grafiek (3.1.C) af bij de hoogste gift. Daarvoor was er net als bij de twee voorgaande soorten een sterke toename met de

gift. Het verschil in opbrengst tussen beide deelpercelen was kleiner dan bij Anthoxanthum maar wel signifikant.

Urtica week sterk af doordat de opbrengst bij de hoogste gift afnam. Opvallend was het verschil in opbrengst tussen beide deelpercelen bij de twee hoogste giften. De opbrengstdaling begon bij "Niets doen" bij een kleinere gift en was sterker dan bij "Twee maal hooien".

Bij alle soorten was er een sterke toename van de opbrengst met de gift. Het verschil in opbrengst tussen beide deelpercelen verdween niet met een toenemende gift. Bij Holcus, Anthoxanthum en Rumex was de opbrengst bij de standaard gift (150 kg N/ha) bij grond uit deelperceel "Niets doen" nog steeds signifikant hoger dan bij die uit "Twee maal hooien". Net na het overplanten moesten vrij veel jonge plantjes vervangen worden omdat ze doodgingen. De wortelgroei was relatief het sterkst bij de kleine N giften. Dan zaten er veel wortels in de pot, oa als een witte deken aan de oppervlakte. Bij de grootste giften ontbrak deze "deken" en zaten de planten ook veel losser in de pot.

3.1.4 Nutriëntgiftenreeksen - P-reeks.

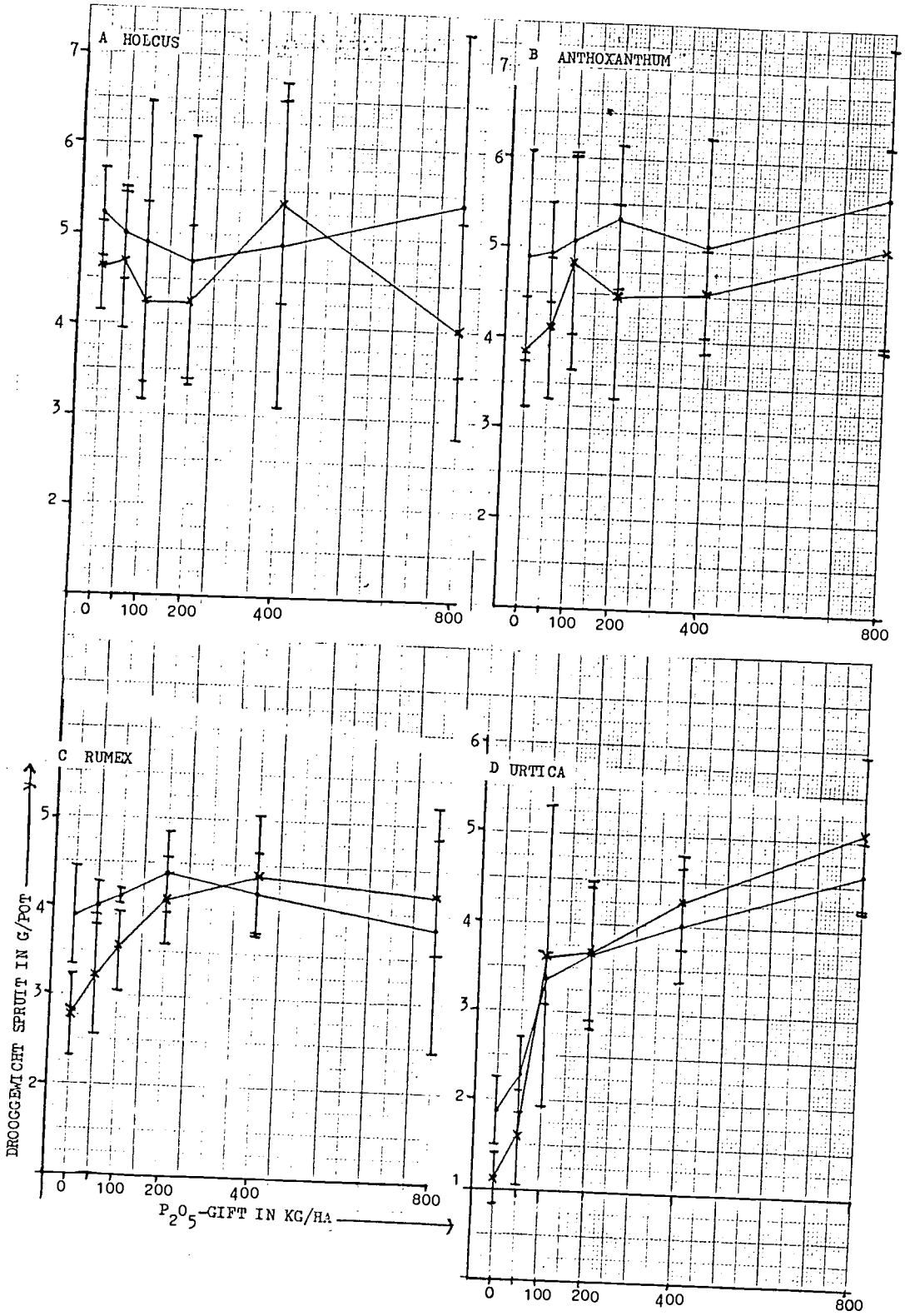
Tabel 3.5 : Samenvatting van de ANOVA van de P-reeks. Per soort is een tweeweg ANOVA gemaakt. * : $0,01 < p < 0,05$; ** : $0,001 < p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.; ns : niet signifikant

	Holcus	Anthoxanthum	Rumex	Urtica
Interaktie	ns	ns	***	**
Gift	ns	ns	***	***
Beheer	ns	*	ns	ns

Bij Holcus was de gift niet van invloed op de opbrengst. De invloed van het beheer was ook niet signifikant, hoewel die er bij beschouwing van de grafiek (3.2.A) wel lijkt te zijn. De betrouwbaarheidsintervallen waren echter groot.

Bij Anthoxanthum was de invloed van beheer wél signifikant, die van de gift niet. Toch was bij grond uit deelperceel "Twee maal hooien" de opbrengst bij de standaard P_2O_5 gift (400 kg P_2O_5/ha) signifikant hoger dan bij het 0-nivo.

Bij Rumex (Fig. 3.2.C) was er vooral bij grond uit deelperceel "Twee



Figuur 3.2 : Effekt van de grootte van de P_2O_5-gift op het gemiddelde drooggewicht van de spruit per pot (± 95% betrouwbaarheids-interval, n = 4) van Holcus (A), Anthoxanthum (B), Rumex (C) en Urtica (D).op grond uit deelperceel "Niets doen" (.) en "Twee maal hooien" (x)

maal hooien" een toename van de opbrengst met de gift. Bij de grond uit deelperceel "Niets doen" was dit minder duidelijk. Bij beide gronden was er met een standaard gigt van P_2O_5 een signifikant hogere opbrengst dan bij de 0-gift. Met een toenemende gift werden de verschillen in opbrengst tussen beide deelpercelen kleiner.

De opbrengst van Urtica nam sterk toe met de gift over het hele trajekt. Het verschil in opbrengst tussen beide deelpercelen werd snel minder. Er was een signifikante invloed van de gift maar niet van het beheer.

Een toename van de opbrengst met de gift was alleen bij Urtica duidelijk. Bij Rumex en in mindere mate bij Anthoxanthum leek alleen bij de potten met grond van deelperceel "Twee maal hooien" een toename van de opbrengst met de gift te zijn.

3.1.5 Nutriëntgiftreeksen - K-reeks.

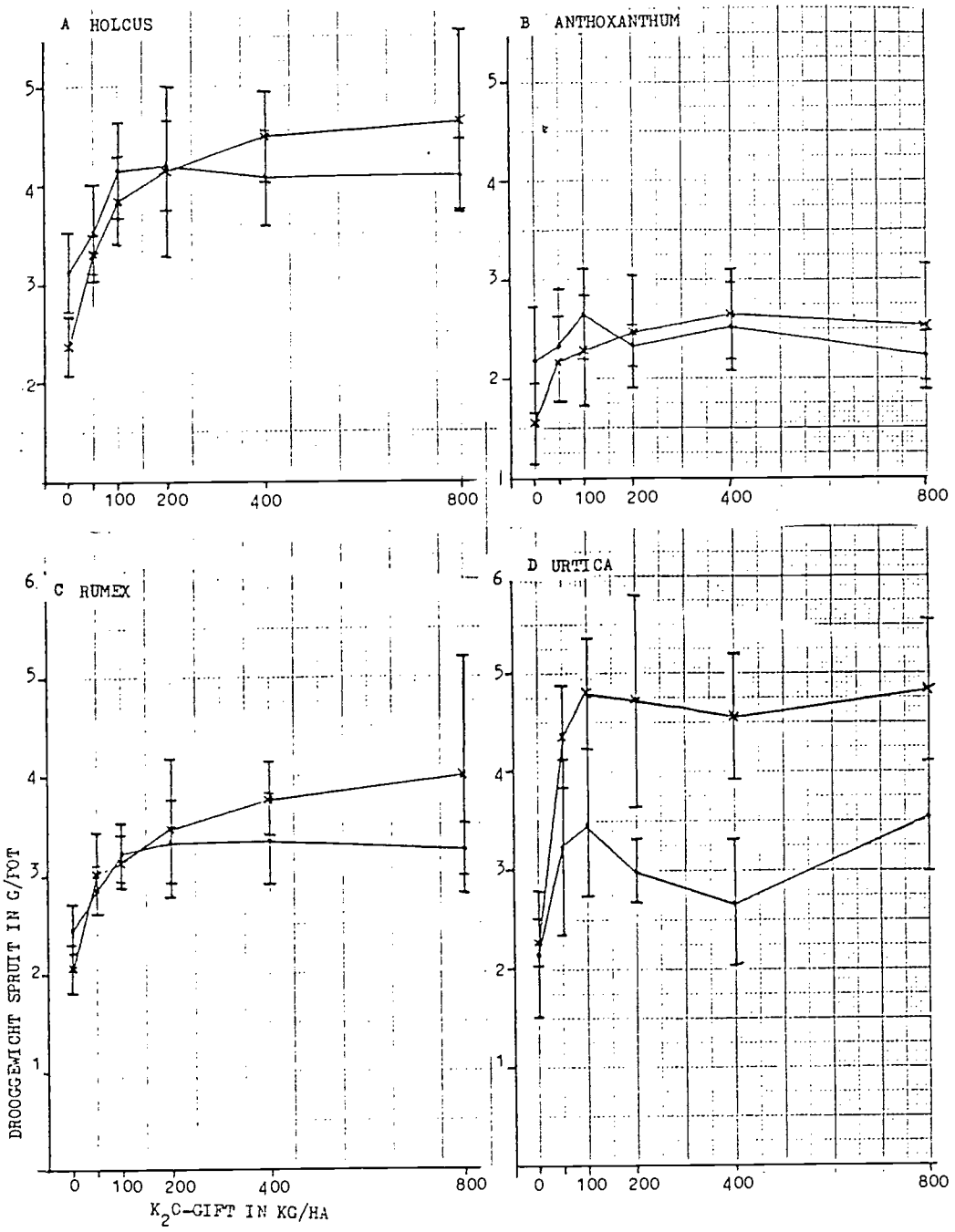
Tabel 3.6 : Samenvatting van de ANOVA van de K-reeks. Per soort is een tweeweg ANOVA gemaakt. Van Urtica is bovendien een ANOVA gemaakt van alleen de gegevens van de giften 50-800 kg K_2O/ha (Urtica*). * : $0,01 \leq p < 0,05$; ** : $0,001 \leq p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; ns : niet signifikant.

	Holcus	Anthoxanthum	Rumex	Urtica	Urtica*
Interaktie	**	*	**	**	ns
Gift	***	***	***	***	ns
Beheer	ns	ns	ns	**	***

Bij Holcus (Fig. 3.3.A) was er een sterke toename van de opbrengst met de gift, vooral tot een gift van 100 kg K_2O/ha. In tegenstelling tot de N-reeks was de opbrengst op grond uit deelperceel "Niets doen" niet steeds groter. Er was dan ook wel interaktie en geen signifikante invloed van beheer.

De opbrengst van Anthoxanthum nam bij grond uit deelperceel "Niets doen" niet toe met de gift, bij "Twee maal hooien" wel. De lijnen snijden elkaar daardoor. Er was dus wel interaktie en geen signifikante invloed van beheer. Opvallend was de geringe opbrengst t.o.v. Holcus (vgl opbrengst bij P- en N-reeks waarbij die van Holcus en Anthoxanthum vrijwel gelijk waren, Fig. 3.1 en 3.2)

Bij Rumex was er wel een toename met de gift, net als bij Holcus



Figuur 3.3 : Effekt van de grootte van de K_2O-gift op het gemiddelde drooggewicht van de spruit per pot (± 95% betrouwbaarheids-interval, n = 4) van Holcus (A), Anthoxanthum (B), Rumex (C) en Urtica (D) op grond uit deelperceel "Niets doen" (.) en "Twee maal hooien" (x).

vooral tot een gift van 100 kg K_2O/ha. Net als bij beide voorgaande soorten nam de opbrengst bij grond uit deelperceel "Twee maal hooien" sterker toe. Ook bij Rumex was er interaktie en geen signifikante invloed van beheer.

Ook bij Urtica een toename van de opbrengst tot de gift van 100 kg K_2O/ha. Opvallend was dat de opbrengst bij grond uit deelperceel "Twee maal hooien" veel hoger was dan bij grond uit deelperceel "Niets doen". De invloed van beheer was dan ook signifikant. Als de 0-gift buiten beschouwing wordt gelaten, was er geen interaktie en geen invloed van de gift op de opbrengst.

Bij alle soorten was er bij de standaard gift (100 kg K_2O/ha) een hogere opbrengst dan bij de 0-gift. Dit kwam overeen met de ANOVA die voor alle soorten een signifikante invloed van de gift opleverde. Bij een grotere gift dan 100 kg K_2O/ha nam de opbrengst bij "Niets doen" niet meer toe, bij "Twee maal hooien" bij Holcus en Rumex nog wel, zij het niet zo sterk. Opvallend was dat bij de hoogste giften de opbrengst bij "Twee maal hooien" bij alle vier soorten het grootst was. Bij Urtica was dit zeer sterk het geval.

3.1.6 Vergelijking van de N-, P- en K-reeks.

De opbrengst bij gelijkegift (alle drie makronutriënten in standaard hoeveelheid, bijlage 4) varieerde. Het meest opvallend was de lage opbrengst van Anthoxanthum bij de K-reeks, terwijl Urtica dan méér opbrengt dan bij de N-reeks.

3.2 Chemische bepalingen.

3.2.1 Gehalten tijdens de monstername.

Tabel 3.7 : Gehalten ten tijde van de monstername. De grond waaraan deze bepalingen zijn gedaan is te drogen gezet toen de rest van de grond in de potten werd gedaan. Als kontrole zijn de gehalten van de blanko referentiegrond vermeld. Ook aan deze grond waren geen nutriënten toegevoegd (oktober*).

Tijdstip monstername		maart	mei	oktober	oktober*
Extraktie	Deelperceel				
K-uitwisselbaar	Niets doen	13,0	12,2	10,2	10,3
mg/100g dr.grond	Twee maal hooien	7,6	7,7	8,7	7,6
P-AL mg P_2O_5 /	Niets doen	26,9	27,7	24,9	26,6
100g droge grond	Twee maal hooien	20,9	21,2	13,7	11,9
Vocht %	Niets doen	41,3	39,5	40,1	
	Twee maal hooien	38,1	36,8	35,5	

De resultaten van de bodemchemische bepalingen van de blanko referentiepotten zijn vermeld als kontrole. De gehalten zijn vergelijkbaar met die van de monsters die in oktober verzameld zijn.

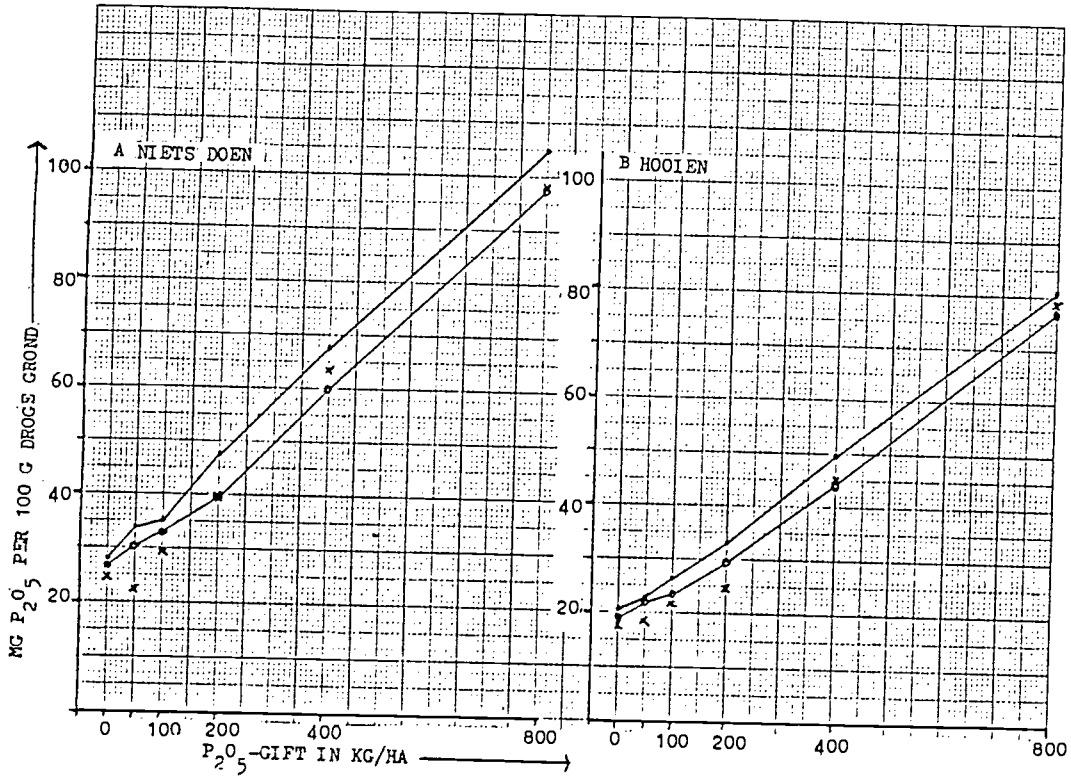
Het gehalte van K-uitwisselbaar was duidelijk hoger in deelperceel "Niets doen". Het gehalte nam in dat deelperceel in de loop van het jaar iets af, in deelperceel "Twee maal hooien" niet. Het verschil in gehalte tussen beide deelpercelen werd daardoor kleiner.

Het P-AL gehalte bij "Niets doen" was vrij konstant over het jaar. Bij "Twee maal hooien" lag het in het voorjaar lager en nam tussen mei en oktober sterk af waardoor het verschil in gehalte tussen beide deelpercelen groot werd. Dit verschil werd door het P-AL gehalte van de referentiepotten bevestigd.

Het vochtpercentage van de grond uit deelperceel "Twee maal hooien" was steeds lager. Dit kwam doordat deze langer moest drogen voordat de wortels verwijderd konden worden. Voor het grote verschil in vochtpercentage bij de monsters in oktober is gekorrigeerd door van de grond uit deelperceel "Niets doen" 35 g meer in de potten te doen.

3.2.2 Verband tussen gift en waarde van de extraktiemethode

a) P-AL en P_2O_5 gift.



Figuur 3.4 : Verband tussen de P_2O_5-gift en het P-AL-gehalte bij grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). Weergegeven is het verband bij grond uit de blankopotten (.), de potten waarin Anthoxanthum heeft gegroeid (x) en die waarin Urtica heeft gegroeid (o).

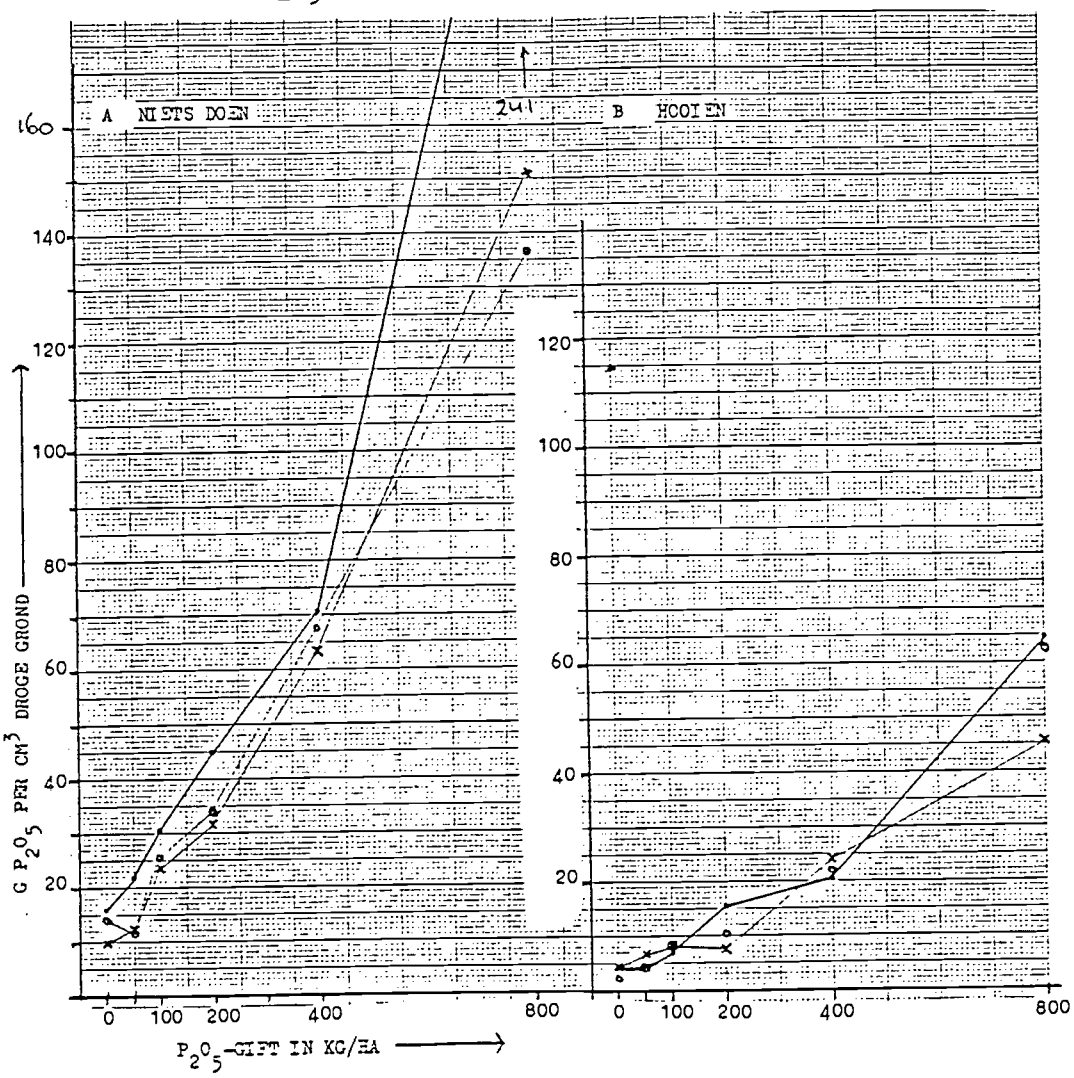
Tabel 3.8 : Lineaire regressie van het verband tussen de P_2O_5-gift en het P-AL-gehalte van de blanko grond (b : berekend gehalte voor de 0-gift ; ( ) : gevonden gehalte bij 0-gift ; a : richtingskoëfficient ; r : korrelatiekoëfficient).

	Niets doen	Twee maal hooien
b	27,8 (28,1)	19,0 (20,5)
a	0,097	0,077
r	0,999	0,999

Bij grond uit beide deelpercelen was er een lineair verband tussen P_2O_5 gift en het P-AL gehalte met een zeer hoge korrelatiekoëfficient. Wel was dit verband verschillend voor beide gronden. Er werd bij "Niets doen" steeds een groter gehalte gevonden. Dit werd zowel veroorzaakt door het grotere gehalte bij de 0-gift (zie ook tabel 3.7) als ook door

de sterkere toename van het P-AL gehalte door de P_2O_5 gift (grotere richtingskoëfficient).

b) P-Water en P_2O_5 gift.



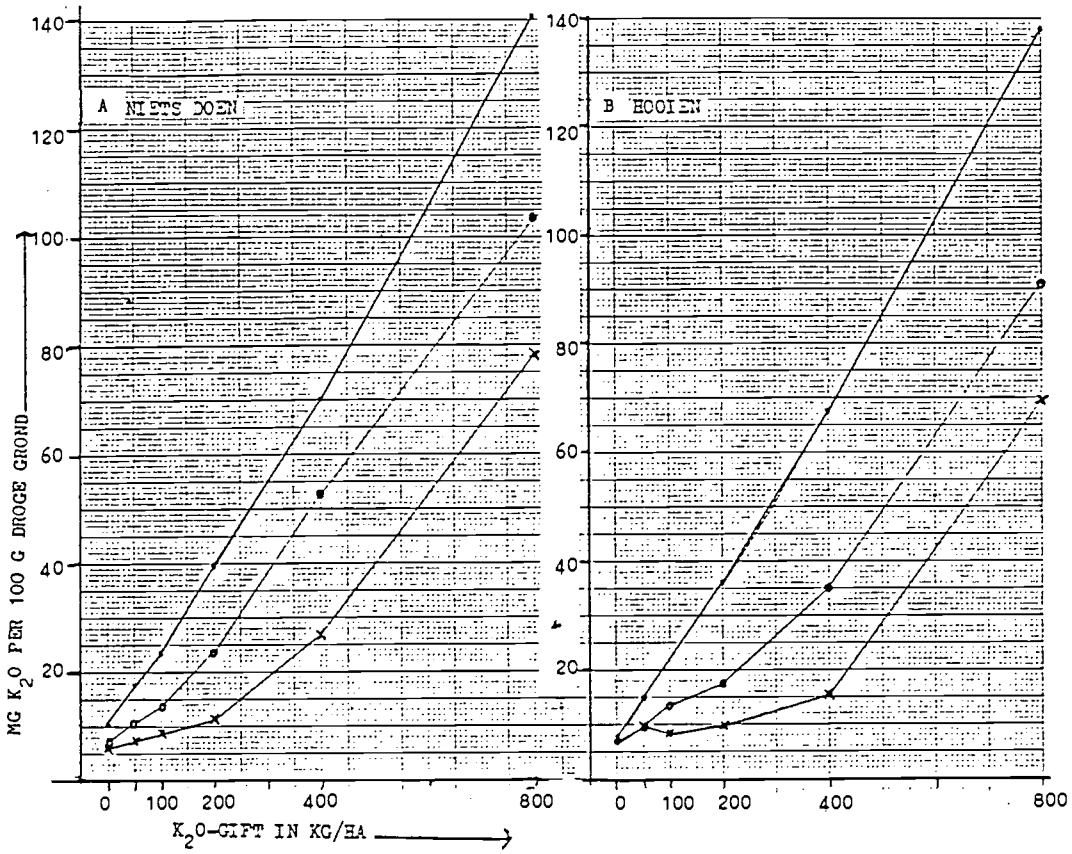
Figuur 3.5 : Verband tussen de P_2O_5-gift en het P-Water-gehalte bij grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). Weergegeven is het verband bij grond uit de blankopotten (.), de potten waarin Anthoxanthum (x) en die waarin Urtica (o) hebben gegroeid.

Tabel 3.9 : Lineaire regressie van het verband tussen de P_2O_5-gift en het P-Water gehalte van de blanko grond. De hoogste gift is niet in de berekening betrokken (b : berekend gehalte voor de 0-gift ; ( ) : gevonden gehalte bij de 0-gift ; a : richtingskoëfficient ; r : korrelatiekoëfficient).

	Niets doen	Twee maal hooien
b	16,0 (15,8)	3,5 (4,0)
a	0,139	0,045
r	0,999	0,969

Ook tussen het P-Water gehalte en de P_2O_5 gift was een vrijwel lineair verband. Alleen de hoogste gift gaf wat hoge P-Water gehalten. Deze gift is daarom buiten de berekening van de lineaire regressie gehouden. Het verschil in het gehalte tussen grond uit beide deelpercelen was nog groter dan bij P-AL, zowel bij de 0-gift als door het nog grotere verschil in richtingskoëfficient.

c) K-uitwisselbaar en K_2O gift.



Figuur 3.6 : Verband tussen K_2O-gift en het K-uitwisselbaar-gehalte bij grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). Weergegeven is het verband bij grond uit de blankopotten (.), de potten waarin Holcus (x) en waarin Urtica (o) hebben gegroeid.

Tabel 3.10 : Lineaire regressie van het verband tussen de K_2O-gift en het K-uitwisselbaar gehalte van de blanko grond.(b : berekend gehalte voor de 0-gift ; ( ) : gevonden gehalte bij de 0-gift ; a : richtingskoëfficient ; r : korrelatie-koëfficient).

	Niets doen	Twee maal hooien
b	8,1 (10,5)	5,6 (7,9)
a	0,164	0,163
r	0,999	0,999

Het verband tussen de K_2O gift en het K-uitwisselbaar gehalte was duidelijk lineair. Verschil in gehalte tussen beide deelpercelen was er alleen door het iets lagere gehalte van de grond uit deelperceel "Twee maal hooien" bij de 0-gift. De richtingskoëfficienten waren vrijwel gelijk. Van de hoeveelheid K_2O die was toegevoegd is ongeveer 75 procent als K-uitwisselbaar gemeten (zie bijlage 6).

3.2.3 Invloed van plantengroei op het gehalte van nutriënten (Fig. 3.4, 3.5, 3.6)

Bij P-AL (Fig. 3.4) was er een geringe verlaging van het gehalte. Deze was bij kleine P_2O_5 giften relatief het grootst (zie ook Fig. 3.11). Bij de standaard gift van 400 kg P_2O_5/ha was de verlaging klein.

Bij P-Water (Fig. 3.5) was de verlaging bij de standaard P_2O_5 gift ook relatief gering. Bij de kleinste P_2O_5 giften bij grond uit deelperceel "Niets doen" was de verlaging relatief vrij sterk, bij de verdunde grond (Fig. 3.12.A) zelfs aanzienlijk. Bij grond uit deelperceel "Twee maal hooien" waren de uitkomsten van de P-Water bepalingen wat onregelmatig.

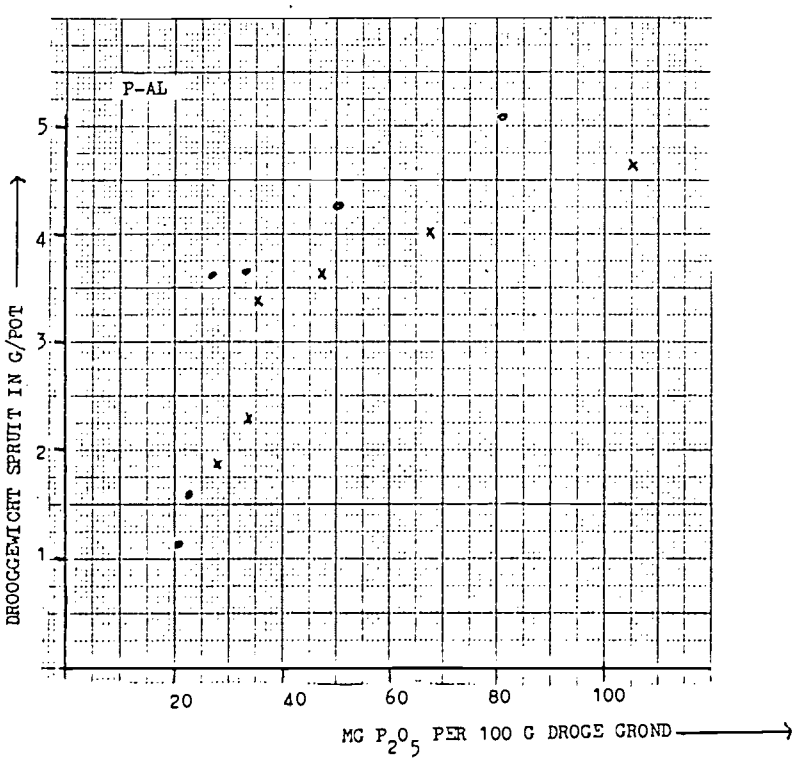
Bij K-uitwisselbaar (Fig. 3.6) had de plantengroei zeer sterke invloed op het gehalte. Vooral grond waar Holcus op gegroeid had, had een veel kleiner K-uitwisselbaar gehalte dan de blanko grond. Het verschil tussen beide werd groter met toename van de K_2O gift. Per gram spruit was dit verschil bij de 0-gift 4,5 mg K, bij de gift van 800 kg K_2O/ha 49,2 mg K. Bij de standaard gift van 100 kg K_2O/ha was het K-uitwisselbaar gehalte van de grond waar planten in gegroeid hadden aanmerkelijk lager dan het gehalte van de blanko grond. Opmerkelijk was dat de verlaging van het K-uitwisselbaar gehalte door Urtica minder groot was dan door Holcus. Dit gold ook voor de potten met hogere giften met grond uit deelperceel "Twee maal hooien" terwijl drooggewicht van de spruit van beide soorten vrijwel gelijk was, als ook dat van de wortel (resp. Fig. 3.3 en bijlage 3).

3.3 Verband tussen het gehalte van een nutriënt in de blankopotten en de opbrengst.

Een verband tussen een gehalte van een nutriënt en de opbrengst van een plantensoort is alleen te verwachten als het betreffende nutriënt beperkend is voor de betreffende soort, oftewel als de opbrengst

toeneemt met een hoger gehalte.

3.3.1 P-AL gehalte en opbrengst van Urtica.

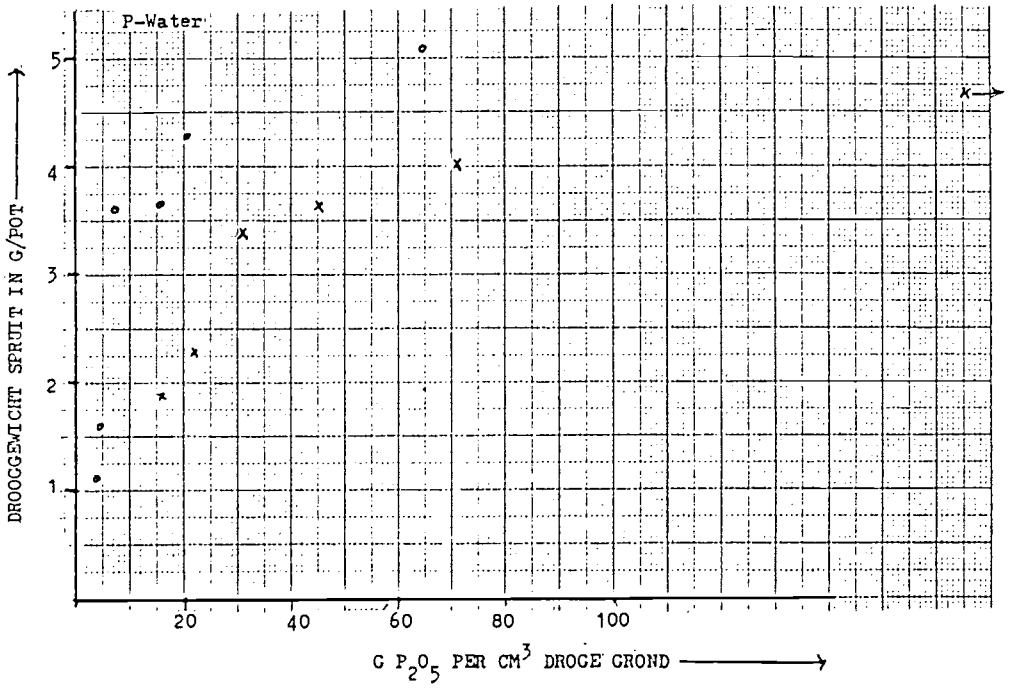


Figuur 3.7 : Verband tussen het P-AL-gehalte van de blankopotten en het gemiddeld drooggewicht van de spruit per pot van Urtica bij grond uit deelperceel "Niets doen" (x) en "Twee maal hooien" (o)

Alleen Urtica voldeed aan de bovengenoemde voorwaarde bij P. De lijn die door de punten van de gegevens van deelperceel "Twee maal hooien" getrokken kan worden, ligt hoger dan die door de gegevens van "Niets doen". De opbrengst bij een gelijk P-AL gehalte was dus bij grond uit deelperceel "Twee maal hooien" hoger.

3.3.2 P-Water gehalte en opbrengst van Urtica.

Hiervoor geldt het bovenstaande nog sterker.

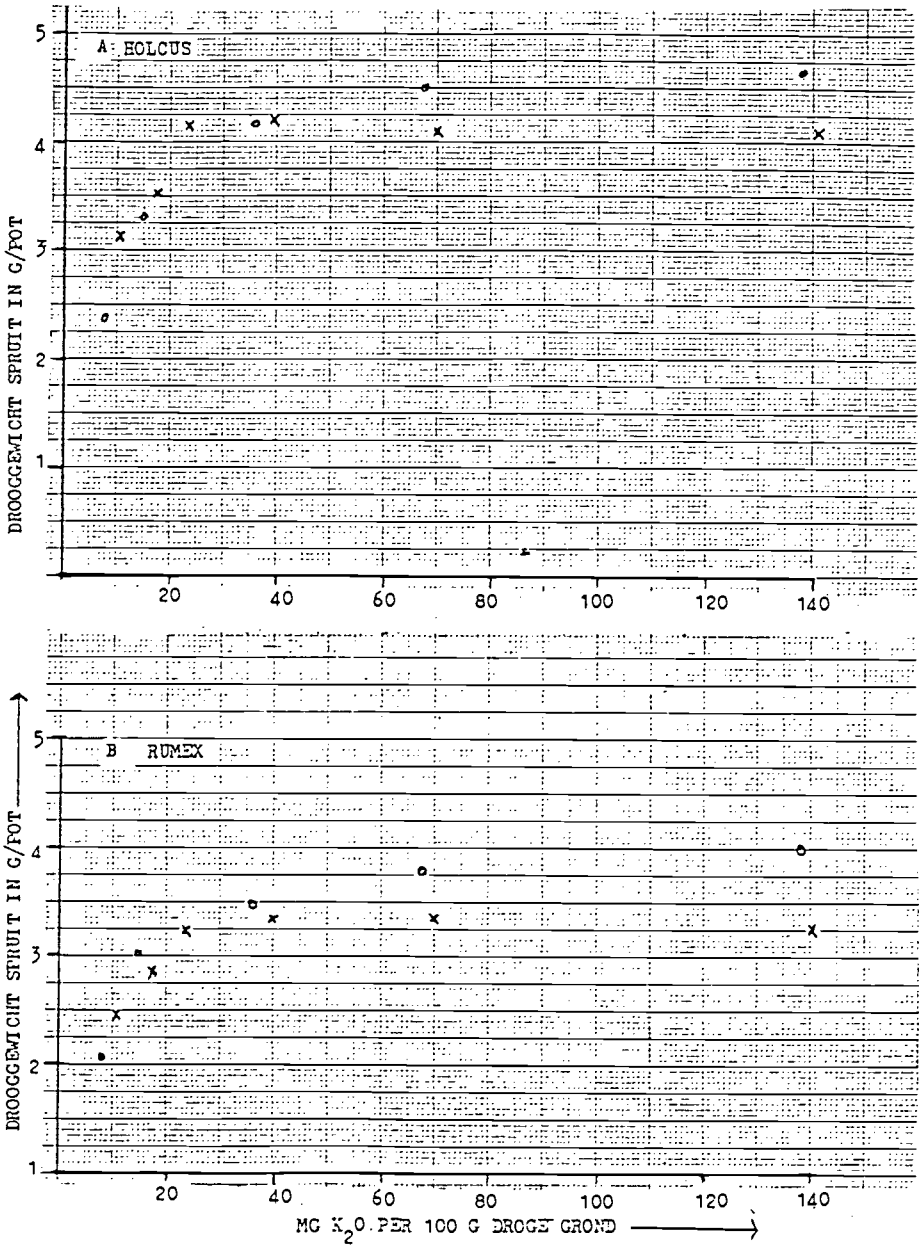


Figuur 3.8 : Verband tussen het P-Water-gehalte van de blankopotten en het gemiddeld drooggewicht van de spruit per pot van Urtica bij grond uit deelperceel "Niets doen" (x) en "Twee maal hooien" (o).

3.3.3 K-uitwisselbaar gehalte en opbrengst van Holcus en Rumex.

Bij K voldeden Rumex en Holcus aan de bovengenoemde voorwaarde. Bij Anthoxanthum nam de opbrengst bij "Niets doen" niet toe met een K-gift terwijl de hogere opbrengst van Urtica bij "Twee maal hooien" de soort onbruikbaar maakte.

Bij K-uitwisselbaar liggen de punten van de gegevens redelijk op één lijn, bij zowel Holcus als Rumex. Bij één bepaald K-uitwisselbaar gehalte was de opbrengst van de grond van beide deelpercelen dus ongeveer even groot. Bij de grootste giften en dus de grootste gehalten was de opbrengst op grond uit deelperceel "Twee maal hooien" groter.

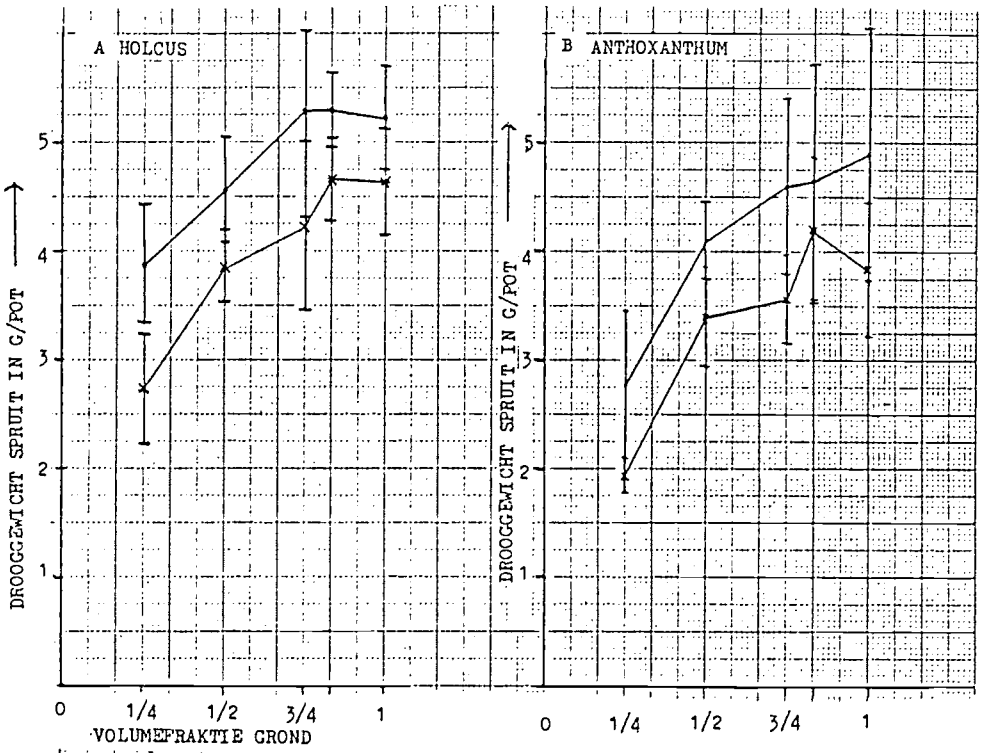


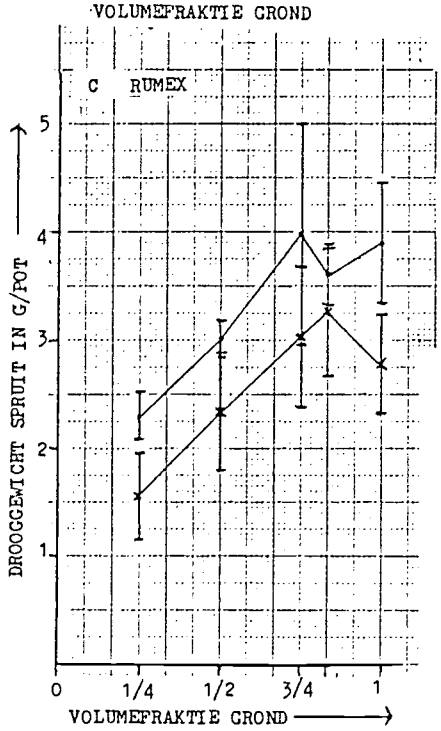
Figuur 3.9 : Verband tussen het K-uitwisselbaar-gehalte van de blankopotten en het gemiddeld drooggewicht van de spruit per pot van Holcus (A) en Rumex (B) bij grond uit deelperceel "Niets doen" (x) en "Twee maal hooien" (o).

3.4 Doorverschralingsexperiment bij de P-reeks.

N en K_2O werden bij deze reeks in standaard hoeveelheid toegediend.

3.4.1 Drooggewichten van de spruit.





Figuur 3.10 : Effekt van de mate van verdunning van de grond met perlyt op het gemiddeld drooggewicht van de spruit per pot (± 95% betrouwbaarheidsinterval, n = 4) van Holcus (A), Anthoxanthum (B) en Rumex (C) op grond uit deelperceel "Niets doen" (.) en "Twee maal hooien" (x). (N- en K_2O-gift in standaard hoeveelheid)

Tabel 3.11 : Samenvatting van de ANOVA van de doorverschralingsreeks. Per soort is een tweeweg ANOVA gemaakt. * : 0,01 p 0,05 ; ** : 0,001 p 0,01 ; *** : p 0,001.

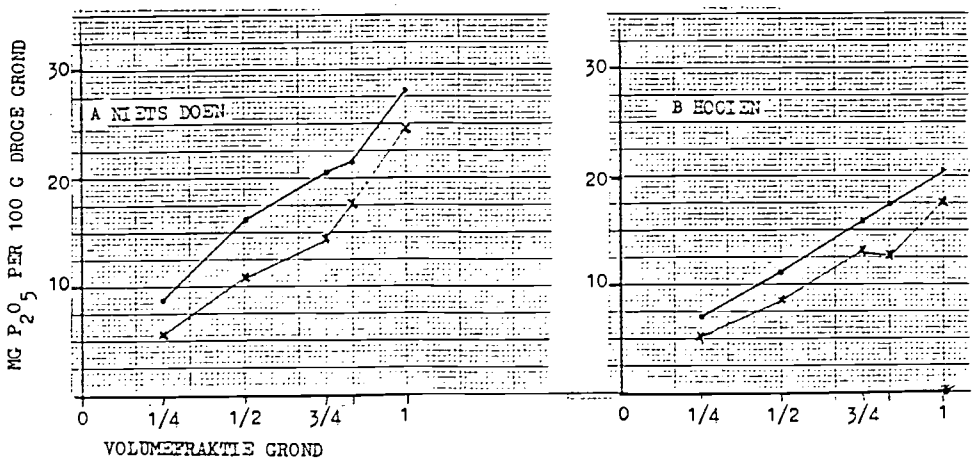
	Holcus	Anthoxanthum	Rumex
Interaktie	ns	ns	ns
Volumefraktie grond	***	***	***
Beheer	**	**	**

De grond van deelperceel "Niets doen" gaf steeds een grotere opbrengst. Het verschil in opbrengst met deelperceel "Twee maal hooien" was per soort over de hele verdunningsreeks vrij konstant. In tegenstelling tot bij de P gift reeks (Fig. 3.2) was er bij alle drie de testsoorten een duidelijk verband tussen de volumefraktie grond en de opbrengst.

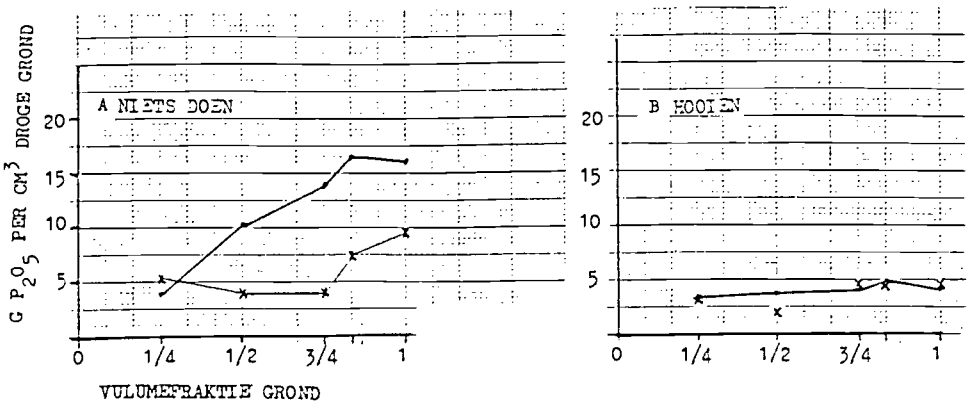
3.4.2 Chemische bepalingen.

Er was een duidelijk verband tussen de volumefraktie grond en het P-AL gehalte (Fig. 3.11). Wel was het gehalte steeds iets hoger dan bij de betreffende volumefraktie verwacht zou kunnen worden (hoger dan volumefraktie grond x het P-AL gehalte bij volumefraktie 1). Bij een volumefraktie grond van 1/4 was het P-AL gehalte van de grond uit deelperceel "Niets doen" 8,8 terwijl te verwachten was 1/4 x 28,1 ≐ 7,0.

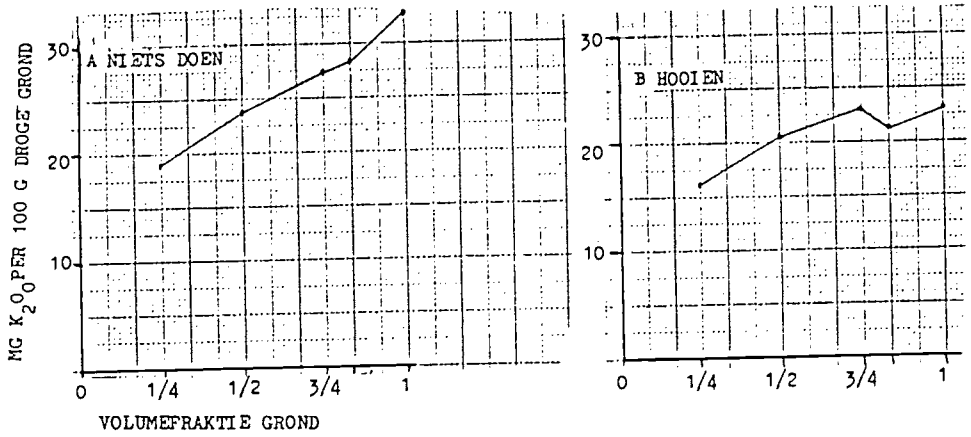
Tussen P-Water en de volumefraktie grond was alleen bij blanko grond van deelperceel "Niets doen" een evenredig verband.(Fig 3.12).



Figuur 3.11 : Verband tussen de mate van verdunning van de grond met perlyt en het P-AL-gehalte bij grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). Weergegeven is het verband bij grond uit de blankopotten (.) en de potten waarin Anthoxanthum (x) heeft gegroeid. (N- en K_2O-gift in standaard hoeveelheid)



Figuur 3.12 : Verband tussen de mate van verdunning van de grond met perlyt en het P-water-gehalte bij grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). Weergegeven is het verband bij grond uit de blankopotten (.) en de potten waarin Anthoxanthum (x) heeft gegroeid. (N- en K_2O-gift in standaard hoeveelheid).



Figuur 3.13 : Verband tussen de mate van verdunning van de grond met perlyt en het K-uitwisselbaar-gehalte bij de blankopotten met grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). (N- en K_2O-gift in standaard hoeveelheid)

Het K-uitwisselbaar gehalte nam iets af door verdunning van de grond. Omdat er een standaard hoeveelheid K_2O was toegediend aan de potten was het gehalte bij de potten met 1/4 deel grond vrij hoog, ongeveer even hoog als bij een gift van 50 kg K_2O/ha bij onverdunde grond.

4 DISKUSSIE.

4.1 Opbrengst

Uit het grote verschik in opbrengst tussen beide deelpercelen zonder nutriënt gift kan gekonkludeerd worden dat deelperceel "Twee maal hooien" armer is dan "Niets doen". De biomassaproduktie van de vegetatie van deelperceel "Twee maal hooien" is ongeveer gehalveerd in de loop van het beheersexperiment (bijlage 2). Van deelperceel "Niets doen" is de biomassaproduktie niet gemeten. Wind (1980) vond een sterkere afname van de produktie bij hooien dan bij weiden. Waarschijnlijk zal de produktie bij beheer niets doen nog minder snel afnemen dan bij weiden.

Een probleem is dat de beginsituatie voor beide deelpercelen niet geheel gelijk was. Er zijn tussen beide deelpercelen verschillen in de bodem die invloed op de opbrengst gehad kunnen hebben.

Uit de toename van de opbrengst met een gift bleek dat de grond van beide deelpercelen voor alle vier soorten N-deficient was, voor drie soorten K-deficient en alleen voor Urtica P-deficient. In enkele gevallen leek de grond uit de grond uit deelperceel "Twee maal hooien" wèl deficient en grond uit deelperceel "Niets doen" niet : voor Rumex en mogelijk Anthoxanthum P-deficient, voor Anthoxanthum K-deficient. Olde Loohuis en Wemmenhove (1984) vonden met de Bouma-Janssen methode dat voor de vegetatie uit het veld de mate van deficientie afnam in de volgorde N, K, P. In dit onderzoek was dit voor Holcus, Anthoxanthum en Rumex ook het geval (tabel 3.3). Urtica week hiervan af doordat P het meest deficiente nutriënt voor deze soort was.

De grafieken van de relatie tussen gift en opbrengst zijn vaak niet in overeenstemming met de verwachting (Fig. 2.2 type 1A of 2) Vaak bleven de verschillen in opbrengst bij een gift zodat de grafiek meer leek op type 1B dan 1A. Het wordt dan twijfelachtig of een bij de 0-gift gevonden verschil in opbrengst door een verschil in het gehalte van het betreffende niet toegevoegde makronutriënt is veroorzaakt (Holcus, Anthoxanthum, Rumex bij de N-reeks; Anthoxanthum bij de P-reeks), of dat een andere faktor dit heeft veroorzaakt.

Bij de K-reeks was de opbrengst bij grond uit deelperceel "Twee maal hooien" bij grotere K-giften bij alle soorten groter dan bij grond uit

deelperceel "Niets doen". Zeer sterk gold dit voor Urtica. Een verklaring hiervoor kan niet gegeven worden.

De daling van de opbrengst van Urtica bij de grootste N gift kan veroorzaakt zijn door de vorm waarin N is toegediend, namelijk als NH_4NO_3. Urtica levert een grotere biomassaproduktie met NO_3 dan met NH_4 als N-bron (Rosnitschek-Schimmel, 1982). Opmerkelijk was het verschil in reaktie bij grond uit de beide deelpercelen. Ook hiervoor kan geen verklaring gegeven worden.

Olde Loohuis en Wemmenhove (1984) vonden ook alleen bij Urtica een groeirespons over de hele P-reeks. Zij vonden bij een fift van 50 kg P_2O_5/ha een grotere opbrengst van Holcus en Rumex dan bij de 0-gift. De door hun gebruikte grond (laag van 5-20 cm diep) had een lager P-AL gehalte dan de grond die in dit onderzoek gebruikt is (bij "Niets doen" : $\pm$ 8 tegen $\pm$ 27 mg P_2O_5/100 g droge grond). Dit is een aanwijzing dat bij dergelijke lage P-AL waarden ook voor Holcus en Rumex P beperkend zal worden.

4.2 Chemische extrakties en opbrengst.

Olde loohuis en Wemmenhove (1984) vonden ook een sterkere fixatie van P door grond uit deelperceel "Twee maal hooien", op basis van P-Water extraktie. Oorzaak hiervan is het grotere Fe gehalte in dat deelperceel (bijlage 1.B). Door de sterke korrelatie tussen gift en gehalte volgens een bepaalde extraktiemethode levert het verband tussen opbrengst en het gehalte volgens een extraktiemethode vrijwel hetzelfde verband op als dat tussen opbrengst en gift. Dit geldt altans als het verband per deelperceel wordt bekeken.

De relatie tussen het P-AL gehalte en de opbrengst van Urtica was voor beide gronden verschillend. Bij een gelijk gehalte bracht Urtica meer op op grond uit deelperceel "Twee maal hooien". P-AL is dus geen goede maat voor de beschikbare hoeveelheid P of er was een andere faktor die de opbrengst van grond uit deelperceel "Twee maal hooien" relatief verhoogde. Door dit verschijnsel (dat de opbrengst bij gelijk gehalte bij grond uit deelperceel "Twee maal hooien" hoger was) kwam het grote verschil in P-AL gehalte niet geheel in verschil in opbrengst tot uitdrukking. Voor P-Water geldt hetzelfde.

De relatie tussen het K-uitwisselbaar gehalte en de opbrengst van Holcus en Rumex was voor beide gronden vrijwel gelijk en deze extraktie methode lijkt daarmee een goede maat voor de beschikbare hoeveelheid van K voor Holcus en Rumex.

4.3 Evaluatie van de werkwijze.

A) Keuze testplanten.

Holcus, Rumex en Anthoxanthum leverden vrijwel gelijke resultaten op. Alleen was bij de K-reeks de opbrengst van Anthoxanthum kleiner. Bij de N- en P-reeks was de opbrengst van Anthoxanthum niet kleiner. Dat Anthoxanthum als soort van armere gronden minder door grotere kocentraties gestimuleerd zou worden (Rorison, 1967, 1968; Bradshaw et al., 1960) wordt hierdoor niet bevestigd. Urtica week steeds van de andere drie soorten af bij de P-reeks door de positieve reaktie op de P_2O_5 gift zodat Urtica als enige van de vier als testplant voor het verschil in beschikbare hoeveelheid P bruikbaar is. Dit is in overeenstemming met Rorison (1968) die ook vond dat Urtica positief reageerde op grotere P koncentraties dan Rumex. De afwijking van Urtica bij de N en K-reeks zijn minder makkelijk te verklaren. Bij deze nutriënten reageerde Urtica niet positief op grotere koncentraties dan de andere soorten.

Tabel 4.1 : Geschiktheid van de gekozen soorten als testplant. Als kriterium is genomen dat er verschil is in de opbrengst tussen grond uit beide deelpercelen en dat de opbrengst bij de standaard gift signifikant groter is dan bij de 0-gift.

Nutriënt	N	P	K
Holcus lanatus	+	-	+
Anthoxanthum odoratum	+	-	+
Rumex acetosa	+	?	+
Urtica dioica	+	+	-

Deze kobinatie van soorten levert meer informatie dan bij slechts één testsoort het geval zou zijn.

B) Grootte van de standaard gift.

Deze gift moest voldoende zijn om een eventuele deficientie van de niet te onderzoeken makronutriënten op te heffen. Bij een grotere gift dan deze gift zou de opbrengst dan niet meer toe moeten nemen.

Bij P en K nam de opbrengst inderdaad nauwelijks meer toe bij een grotere gift dan de standaard gift. Bij N gebeurde dit wèl bij de meeste soorten. Van N had dus een grotere hoeveelheid standaard toegediend moeten worden. Dan waren er echter problemen gekomen bij Urtica. Volgens Prins (1984) is een gift van ruim 400 kg N/ha op jaarbasis optimaal voor produktiegrasland.

C) De spreiding van de reeksen in de tijd.

Dit had beter niet kunnen gebeuren gezien de grote verschillen in opbrengst bij dezelfde, standaard giften bij de drie reeksen. Deze verschillen maken vergelijkingen tussen de reeksen moeilijk. Beter ware geweest de reeksen tegelijk uit te voeren.

D) Doorverschraling.

Uit het doorverschralingsexperiment valt weinig af te leiden omdat behalve P veel meer faktoren varieerden. Daarom lijkt het beter bij simulatie van doorverschraling alleen het beschikbare gehalte van het te onderzoeken nutriënt af te laten nemen. Misschien is dit mogelijk door selektief het voor de plant beschikbare gehalte van een nutriënt te verlagen, bijvoorbeeld door een stof toe te voegen die een deel van het nutriënt onbruikbaar maakt voor de plant.

4.4 Geschiktheid van de testplantmethode voor onderzoek naar verschraling.

Rorison (1967) heeft een testplantexperiment uitgevoerd met zeer verschillende gronden. Hij vond grote verschillen in opbrengst. De in dit onderzoek te verwachten verschillen in opbrengst zijn veel kleiner omdat de grond uit beide deelpercelen niet zoveel van elkaar verschillen. Daarom is het verrassend dat bij de referentiepotten zulke grote verschillen in opbrengst tussen beide deelpercelen gevonden zijn. Voor dit totaal vruchtbaarheidsverschil lijkt deze testmethode dus geschikt.

Het onderzoeken van verschillen in de beschikbare hoeveelheid van een nutriënt met de testplantmethode leverde enige moeilijkheden op. De te verwachten verschillen in opbrengst zijn kleiner dan bij meting van het totaal vruchtbaarheidsverschil. Andere faktoren die de opbrengst beïnvloeden en niet in de hand gehouden kunnen worden, kunnen afwijkingen geven in het verschil in opbrengst (Fig. 2.2 type 1B en 2, Fig. 3.2 A, B, Fig. 3.3 C, D). Aanwijzing hiervoor in dit onderzoek is dat de gift/opbrengst grafieken meestal niet van het ideaaltype 1A (Fig. 2.2) waren; verder dat het verschil in opbrengst niet verdween met de gift van het variabele nutriënt.

De onderzoeksopzet zou verbeterd kunnen worden door meer verschillende nutriënten toe te dienen èn over de hele proefperiode.

4.5 Geschiktheid van chemische extrakties voor het onderzoek naar verschraling.

Bij de chemische bepalingen aan grond op moment van monstername werd steeds een duidelijk verschil gemeten tussen beide deelpercelen in het gehalte van P-Water, P-AL en K-uitwisselbaar. Hierbij werden de hoogste waarden steeds bij grond uit deelperceel "Niets doen" gevonden. Het voordeel van chemische extrakties is dat het verschil in een duidelijk cijfer uitgedrukt kan worden en dat het resultaat niet door andere faktoren kan worden beïnvloed zoals bij de opbrengst wèl het geval is. Bovendien is deze methode minder bewerkelijk dan de testplantmethode. Belangrijk nadeel is dat de extraktiemethode geen goede maat hoeft te zijn voor de beschikbare hoeveelheid voor een bepaalde plantensoort of vegetatie. Zo is onzeker of P-AL en P-Water wel een goede maat zijn voor de voor de testplanten van dit onderzoek beschikbare hoeveelheid P.

Er dienen derhalve extraktiemethodes ontwikkeld te worden die beter bruikbaar zijn voor met name voedselarme gronden met een permanente vegetatie.

Bakker, J.P. (1976) : Botanisch onderzoek ten behoeve van natuurtechnisch beheer in het stroomdallandschap Drentsche Aa.
Natuur en Landschap 30: 1-12.

Bakker, J.P. (1982) : Verandering in vochtig graslandvegetaties onder invloed van hooien zonder bemesting.
Vakblad voor Biologen 62: 43-48.

Bakker, J.P., M. Dekker & Y. de Vries (1980) : The effect of different management practeces on a grassland community and the resulting fate of seedlings.
Acta Bot. Neerl. 29: 469-482.

Barber, S.A. (1984) : Soil nutrient availability - a mechanistic approach, chapter 8,9,10.
Wiley & sons, New York.

Bergh, J.P. van den (1979) : Changes in the composition of mixed populations of grassland species. In: The study of vegetation. M.J.A. Werger (eds), pag. 57-80.
Junk, Den Haag.

Bradshaw, A.D. (1980) : Mineral nutrition. In: Amenity Grassland.
I.H. Rorison & R. Hunt (eds). Wiley, Chichester.

Bradshaw, A.D., M.J. Chadwick, D. Jewett, R. W. Lodge & R. W. Snaydon (1960) : Experimental investigations into mineral nutrition of several grass species. III Phosphate level.
J. Ecol. 48: 631-637.

Bruyn, O. de (1977) : De zeggen in het stroomgebied van de Drentsche Aa.
Deel 1: Landschap en vegetatie.
Verslag Lab. v. Pl. Oec., Haren.

Conto, W et al. (1975) : The residual effect of P and lime on the performance of four tropical grasses in a high P-fixing oxisol.
Agronomy Journal 77-4.

Dirven, J.G.P. en J.H. Neutenboom (1975) : Bemesting en plantkundige samenstelling van grasland.
Stikstof 80: 224-231.

Dirven, J.G.P. & K. Wind (1982) : Intensivering van de graslandexploitatie en de plantkundige samenstelling van de grasmat.
Med. 65, Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde, L.H. Wageningen.

Elzenbroek, A.T.G. (1982) : Evolutie en gebruiksmogelijkheden van grasvegetaties bij extensivering van de exploitatie.
Med. 69, Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde, L.H. Wageningen.

Grime, J.P. & R. Hunt (1975) : Relative growth rate in a local flora.
J.Ecol. 63: 393.

Gupta, I.H. & I.H. Rorison (1975) : Seasonal differences in the availability of nutrients down a podzolic profile.
J. Ecol. 63: 521-534.

Henkens, Ch.H. (1967) : Bodem en bemesting; adviesbasis voor landbouwgronden.
Rijkslandbouwconsulentschap voor bodem en bemesting.

Hoentjen, B. (1979) : Het effekt van bemesting en bekalking op de botanische samenstelling en produktiviteit van permanent grasland.
Colloqium Pl. Oec. 23-1-1979, Haren.

Muller, A. (1979) : Deficiency symptoms in cacao seedlings observed in pot experiments with the Bauma-Janssen method.
Neth. j. agr. Sci. 27: 211-220.

Olde loohuis, J. & A. Wemmenhove (1983) : De invloed van maaien en afvoeren op de bodemvruchtbaarheid.
Dokt. versl. Pl. Oec., Haren

Oomes, M.J. (1977) : Cutting regimes experiments on extensively used grasslands.
Acta Bot. Neerl. 26: 265-266

Paauw, F. van de & H.A. Sissingh (1968) : Het P-W getal, een nieuwe maat voor de beschikbaarheid van fosfaat in de grond.
Landbouwvoorlichting 25: 348-360.

Pegtel, D.M. (1983) : Ecological aspects of a nutrient deficient wet grassland (Cirsio-molinietum).
Verh. der Ges. für Ok., Band 10: 217-228. Mainz, 1981.

Prins, W.H. (1984) :Limits to nitrogen fertilizer on graasland.
Neth. J. Agr. science 32: 319-321.

Rorison, I.H. (1967) : A bioassay on some soils in the Sheffield area.
J. Ecol. 55: 725-741.

Rorison, I.H. (1969) : Ecological inferences from laboratory experiments on mineral nutrition. In: Ecological aspects of mineral nutrition of plants. I.H. Rorison (eds)
Blackwell scientific publications, Oxford.

Rorison, I.H. (1971) : The uses of nutrients in the control of the floristic composition of grassland. In: E. Duffey & A.S. Watt (eds) : The scientific management of animal and plant communities for conservation, pag. 65-77.
Brit. Ecol. Soc. Symp. 11

Rosnitschek-Schimmel, J. (1982) : Effects of ammonium and nitrate supply on dry matter production and nitrogen distribution in Urtica dioica. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 108: 329-341.

Schilperoord, L. (1983) : Verandering van de soortsdiversiteit van graslanden oiv inwendig beheer. Colloquium Pl. Oec., Haren.

Siegel, S. (1956) : Nonparametric statistics for the behavioural sciences. Mc Graw-Hill Book comp., New York.

Sokal, R.R. & R.J. Rohlf (1981) : Biometry. W.H. Freeman & comp., San Francisco.

Sonneveld, S., A.A. Kruine & D.M. de Vries (1959) : Influence of P on the botanical composition and the grade of quality of herbage. Neth. J. Agr. Res. 7: 40-50.

Vries, D.M. de & A.A. Kruine (1960) : De invloed van stikstofbemesting op de botanische samenstelling van de grasmat. Stikstof 4: 36-46.

Wells, T.C.E. (1980) : Management options for lowland grassland. In: I.H. Rorison & R. Hunt (eds) : Amenity Grassland, pag. 175-195. Wiley, New York.

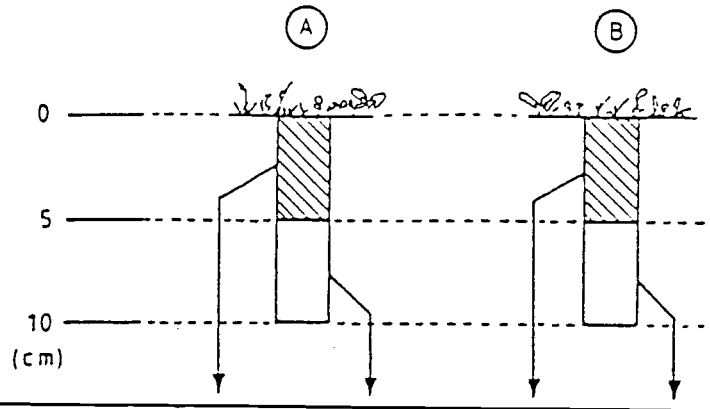
Wind, K. (1980) : Botanische samenstelling van grasland bij extensivering van gebruik. Med. 52, Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde, L.H. Wageningen.

BIJLAGE 1 : BODEMCHEMISCHE GEGEVENS VAN DE ONDERZOCHTE DEELPERCELEN UIT EERDER ONDERZOEK.

Tabel B.1.A : Resultaten van enige bodemchemische bepalingen van deelperceel "Niets doen" en "Twee maal hooien" in verschillende jaren gedurende het beheersexperiment. Deze zijn deels gepubliceerd (Bakker, 1982), deels nog niet. De monsterpunten liggen aan weerszijden van de monsterplaats van het testplantexperiment : aan de wegzijde (1) en aan de beekzijde (2 ; resp. de z.w. en n.o. zijde).

Bepaling	Monsterjaar Monsterperiode Deelperceel		74 oktober	76 mei	78 zomer	82 oktober
N-totaal	Niets doen	1	0,82	0,77	0,78	0,86
in g/100g		2	0,70	0,64	0,64	0,56
droge grond	Twee maal hooien	1	0,66	0,66	0,66	0,68
		2	0,68	0,70	0,53	0,61
P-totaal	Niets doen	1	328	303	321	343
in mg/100g		2	250	209	234	219
droge grond	Twee maal hooien	1	366	212	259	353
		2	384	349	257	341
P-AL	Niets doen	1			49,0	33,7
in mg/100g		2			45,9	28,4
droge grond	Twee maal hooien	1			29,0	20,6
		2			18,5	16,7
P-Water	Niets doen	1	21,9	24,5	22,1	24,9
in ug/cm^3		2	21,9	35,7	44,9	30,7
droge grond	Twee maal hooien	1	15,0	9,6	12,6	4,8
		2	8,5	12,8	6,7	4,4
K-uitwisselbaar	Niets doen	1	17,0	16,5	16,2	14,6
in mg/100g		2	11,1	14,5	10,5	10,0
droge grond	Twee maal hooien	1	12,2	12,9	12,1	11,9
		2	12,9	9,7	7,9	9,5
pH-KCl	Niets doen	1	4,9	4,7	4,1	3,8
		2	4,9	4,8	4,0	3,7
	Twee maal hooien	1	5,2	5,1	4,6	3,9
		2	5,5	5,0	4,7	4,1

Tabel B.1.B : Bodemchemische analyses (monstername 17 mei 1983) van de lagen 0-5 en 5-10 cm beneden het maaiveld, voor de deelpercelen"Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). dg : droge grond. Gegevens uit Olde Loohuis en Wemmenhove (1984).



Vocht (%)	48,6	43,5	49,5	39,9
pH-H_2O	4,9	5,0	5,8	5,8
pH-KCl	4,3	4,2	5,1	5,1
Humus (%)	16,8	17,4	15,8	13,5

N-mineraal (mg N/kg dg)				
$NO_3^- + NH_4^+$	27,4	18,6	22,9	16,6
NH_4^+	25,2	14,3	24,7	14,5
N-totaal (%)	0,530	0,445	0,462	0,379

P-w (ug P_2O_5/cm^3 dg)	15,3	9,4	12,2	9,4
P-Al (mg P_2O_5/100 g dg)	17,5	11,8	16,3	13,7
P-org. (mg P_2O_5/100 g dg)	114,3	98,0	123,0	99,5
P-tot. (mg P_2O_5/100 g dg)	176,5	117,2	210,5	182,8

K-uitw. (mg K/100 g dg)	7,4	4,2	8,0	4,1
K-tot. (mg K/100 g dg)	68,1	57,7	75,3	73,9

Fe-uitw. (mg Fe/100 g dg)	51,7	49,6	92,9	101,9
Fe-tot. (mg Fe/100 g dg)	945,0	891,1	1217,0	1321,1

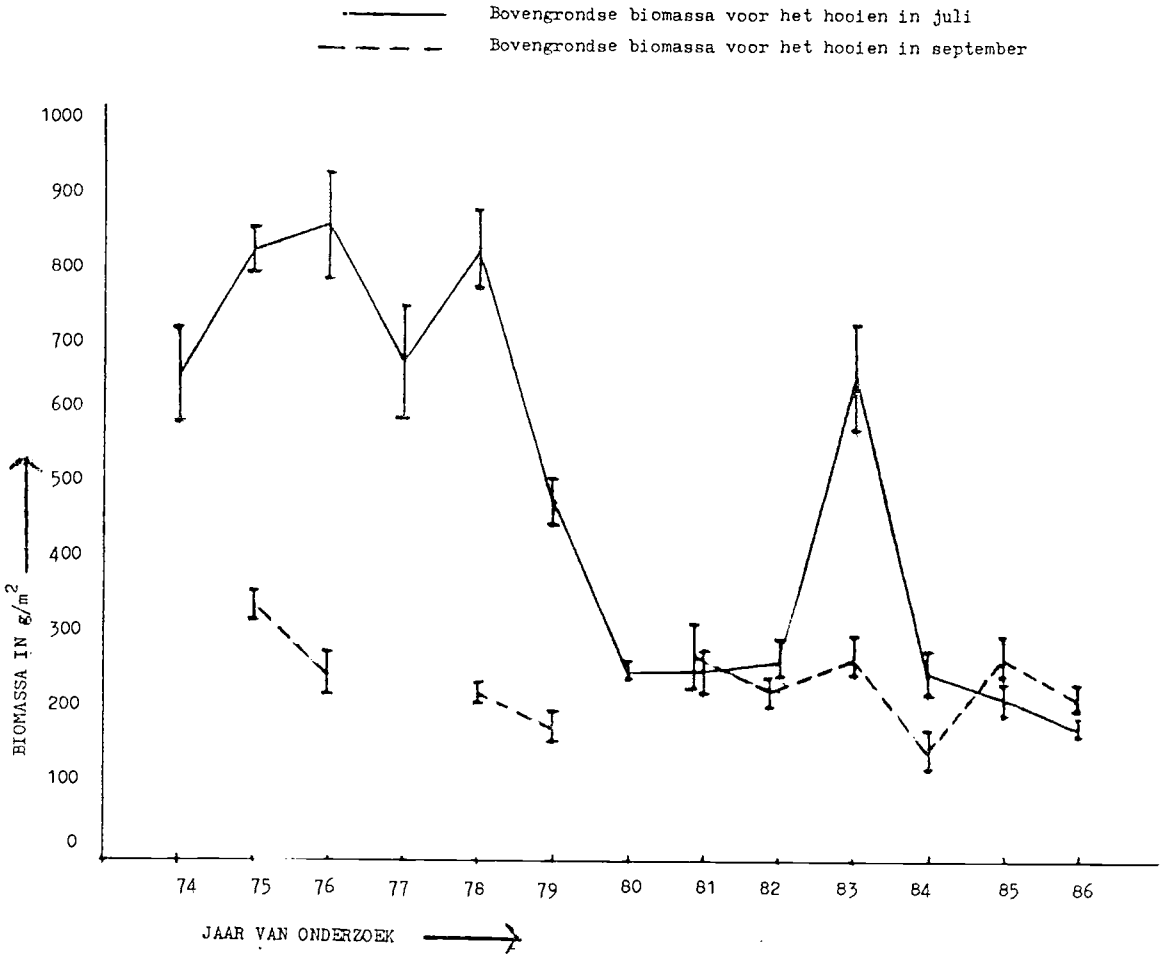
Al-uitw. (mg Al/100 g dg)	76,8	76,1	74,7	79,3
Al-tot. (mg Al/100 g dg)	548,4	554,5	654,8	691,7

Ca-uitw. (mg Ca/100 g dg)	119,7	133,6	223,1	210,2

BIJLAGE 2 : ENIGE GEGEVENS OVER DE VERANDERING IN DE VEGETATIE IN DE DEELPERCELEN "NIETS DOEN" EN"TWEE MAAL HOOIEN" IN DE PEIODE 74 - 85.

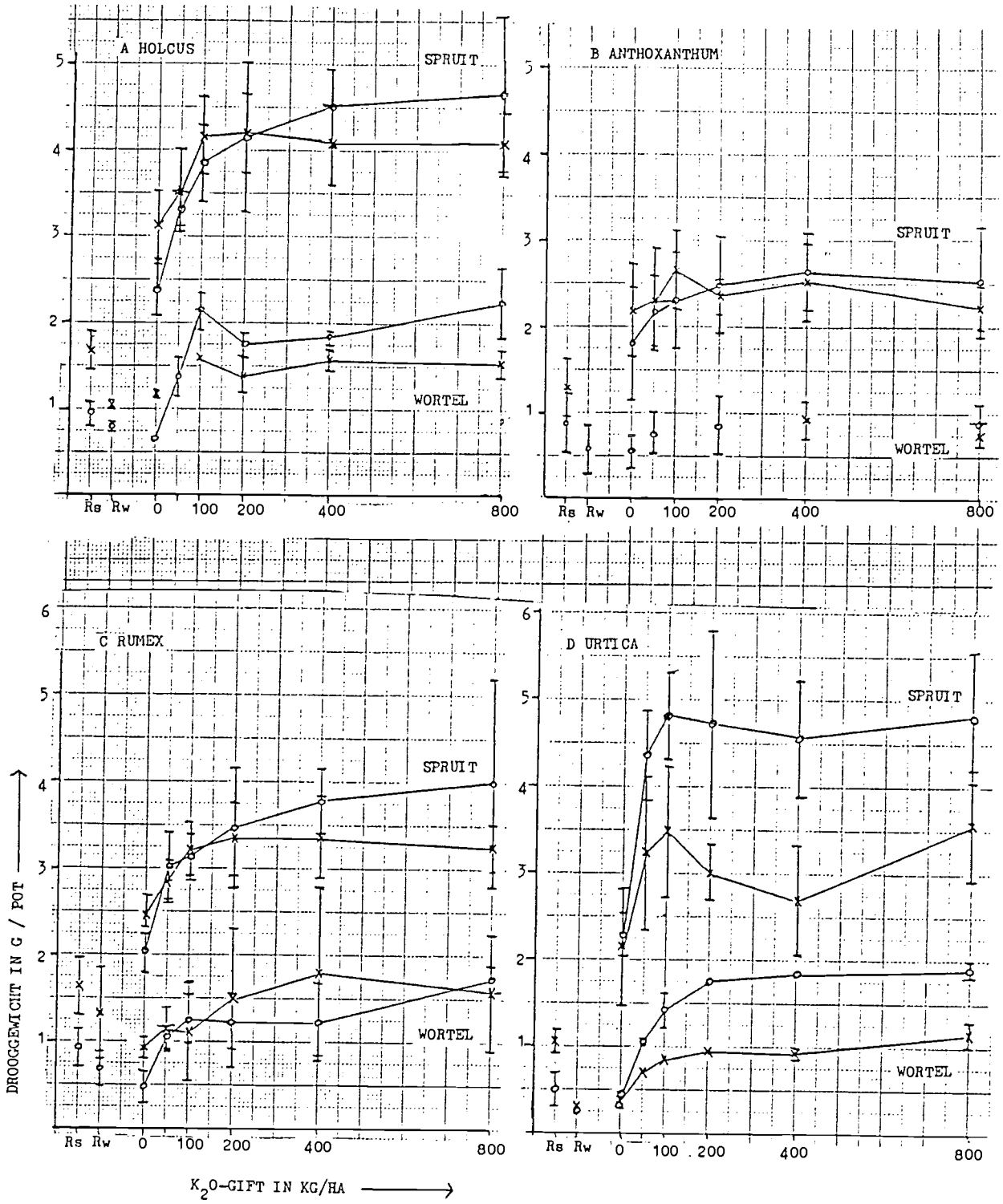
Tabel B.2.1 : Vegetatiesamenstelling van deelperceel "Niets doen" en "Twee maal hooien" in 74 en 85. Per deelperceel zijn vier opnams gemiddeld, twee aan de z.w. zijde en twee aan de n.o. zijde van de monsterplaats van het testplantexperiment. Bij een bedekking van niet meer dan r in 1 of 2 opnames is een gemiddelde bedekking van 0,1% genomen. Gegevens van Bakker en de Vries, ongepubliceerd.

Jaar	74		85	
Soort / Deelperceel	Niets doen	2 x hooien	Niets doen	2 x hooien
Holcus lanatus	52	53	30	18
Ranunculus repens	10	9	11	28
Agrostis spec.	6	6,5	16	8
Poa pratensis	4	1,5	3	3
Festuca rubra	1	3	1	0,5
Rumex acetosa	1	1	1	9
Juncus effusus	0,3		0,5	0,3
Cirsium arvense	8	0,5	0,1	
Galium palustre	0,3			
Glyceria fluitans	0,3			
Potentilla anserina	0,3		0,5	
Rumex obtusifolius	3		3	
Rumex crispus	0,1		0,1	
Heracleum sphondileum			15	
Rubus spec.			3	
Cirsium palustre			0,5	
Lotus uliginosus			0,3	
Galeopsis tetrahit			0,1	
Polygonum hydropiper			0,3	
Polygonum mite			0,1	
Holcus mollis			0,3	
Senecio sylvatica			0,1	
Epilobium tetragonum			0,5	0,1
Taraxacum spec			0,1	1
Poa trivialis	0,3	1		16
Festuca pratensis	2	1		4
Cardamine pratense	0,5	1		4
Ranunculus acris	0,3	0,5		1
Cerastium fontanum	0,5	0,5		0,5
Lolium perenne		0,5		
Stellaria media		0,3		
Equisetum palustre		0,5		0,5
Anthoxanthum odoratum				5
Rhinantus angustifolius				4
Alopecurus geniculatus				1,5
Leontodon autumnalis				0,5
Plantago lanceolata				0,5
Plantago major				0,1
Cynosurus cristatus				0,1
Trifolium repens	0,3			0,5
Polygonium persicaria	0,1			0,1

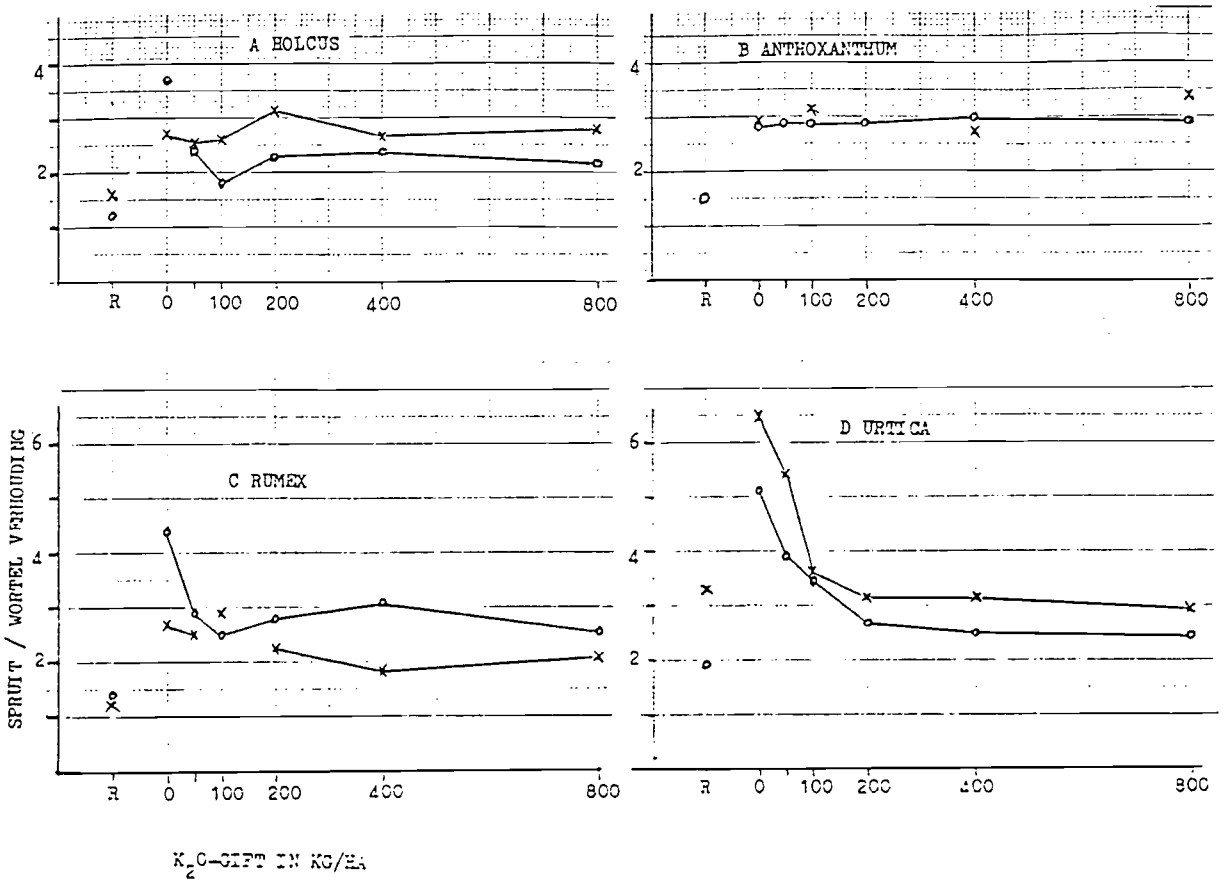


Figuur B.2.1 : Gemiddelde bovengrondse biomassa in g drooggewicht (± standaard deviatie) per m^2 voor het hooien van 10 random gekozen proefvlakjes van elk 20 x 20 cm^2 van de vegetatie van deelperceel "Twee maal hooien" (Bakker, 1982, aangevuld met nog niet gepubliceerde gegevens).

BIJLAGE 3 : DROOGEWICHT WORTEL BIJ K-REEKS.



Figuur 1 : Effekt van de grootte van de K_2O-gift op het gemiddeld drooggewicht per pot van de spruit (± 95% betrouwbaarheidsinterval ; bovenste deel van de grafiek) en de wortel (onderste deel van de grafiek) van Holcus (A), Anthoxanthum (B), Rumex (C) en Urtica (D) op grond uit deelperceel "Niets doen" (x) en "Twee maal hooien" (o). Bij het drooggewicht van de wortel van Holcus en Urtica n = 2, ± gemeten drooggewichten ipv betrouwbaarheidsinterval. Bij het drooggewicht van de wortel van Anthoxanthum en Rumex n = 4, ± 95% betrouwbaarheidsinterval. Ook weergegeven is het gemiddeld drooggewicht van de spruit (Rs) en de wortel (Rw) zonder toevoeging van nutrienten.



Figuur 2 : Effekt van de grootte van de K_2O-gift op de spruit/wortel verhouding van Holcus (A), Anthoxanthum (B), Rumex (C) en Urtica (D) op grond uit deelperceel "Niets doen" (x) en "Twee maal hooien". Ook weergegeven is deze verhouding van planten die op grond zonder toevoeging van nutrienten gegroeid hebben (R).

De spruit/wortel verhouding nam toe met de standaard gift van P en N. Bij Anthoxanthum bleef deze verhouding vrijwel gelijk bij de K giften. Bij Urtica nam de verhouding weer af tot ongeveer de hoogte bij de referentie grond. De grafiek van Holcus en Rumex hebben wat van beide : bij de planten die op grond uit deelperceel "Twee maal hooien" gegroeid hebben, een piek in de spruit/wortel verhouding bij de 0-gift als Urtica; bij de planten die op grond uit deelperceel "Niets doen" gegroeid hebben geen piek.

Er waren veel afwijkende waarden, zowel te laag als te hoog. Deze zijn niet gebruikt voor de grafieken. Veel gemiddelden hebben dan ook betrekking op 3 ipv 4 waarden.

BIJLAGE 4 : DROOGEWICHT VAN DE SPRUIT OP GROND MET EEN STANDAARD GIFT VAN N, P EN K.

Bij alle drie de nutriëntgift reeksen was een set potten die een standaard hoeveelheid van zowel N, P_2O_5 als K_2O toegediend kregen.

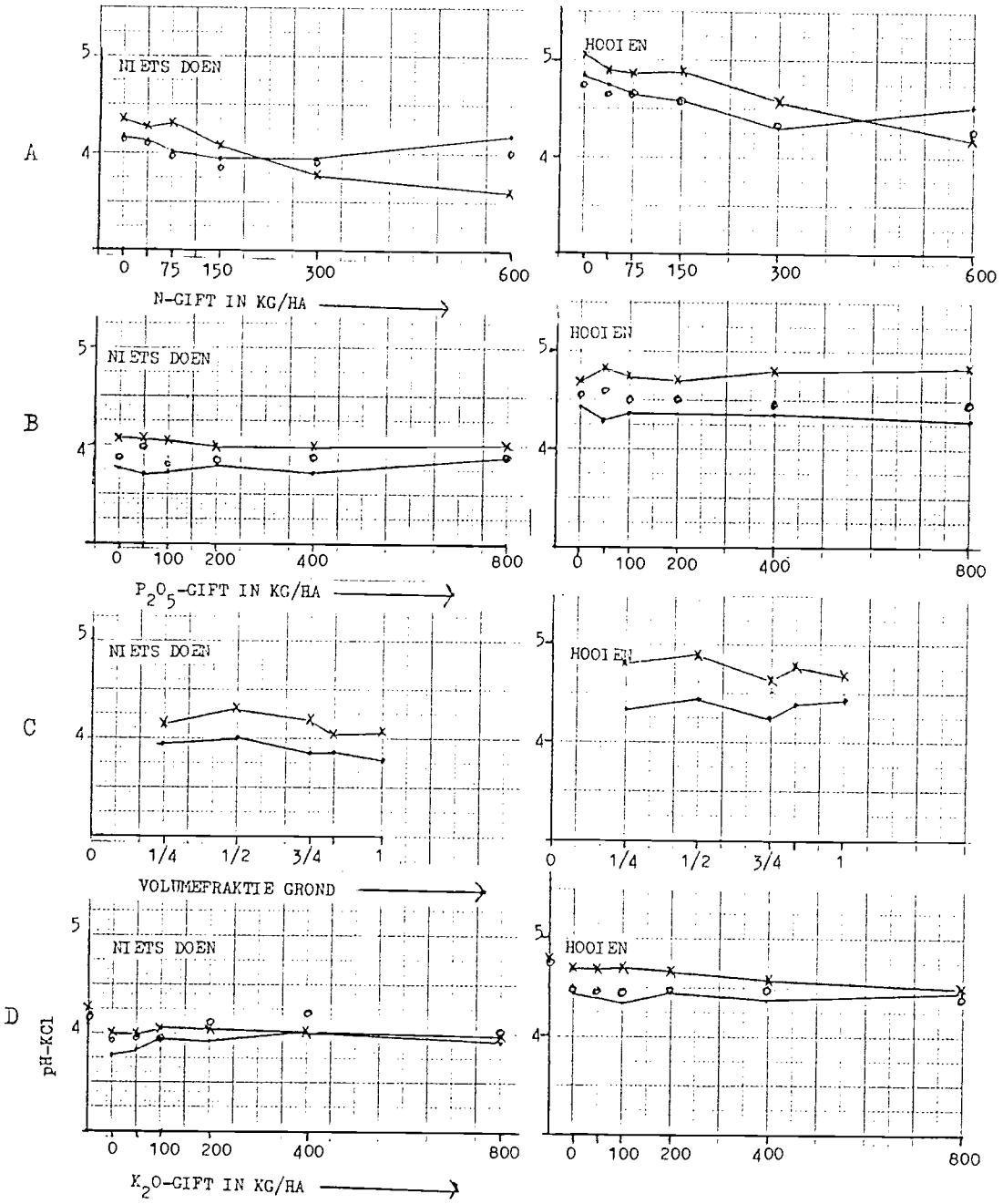
Tabel B.4.1 : Drooggewicht van de spruit van de testsoorten bij gelijke nutriënt gift (100 kg N/ha, 400 kg P_2O_5/ha, 100 kg K_2O/ha) op grond gemonsterd op drie tijdstippen in het jaar.

Deelperceel	Niets doen			Twee maal hooien		
Reeks	P	N	K	P	N	K
Monstermaand	maart	mei	oktober	maart	mei	oktober
Holcus lanatus	4,90	5,97	4,15	5,38	4,88	3,84
Anthoxanthum odoratum	5,06	5,90	2,66	4,53	4,71	2,29
Rumex acetosa	4,19	4,62	3,22	4,38	3,40	3,13
Urtica dioica	4,00	3,69	3,48	4,26	3,65	4,80

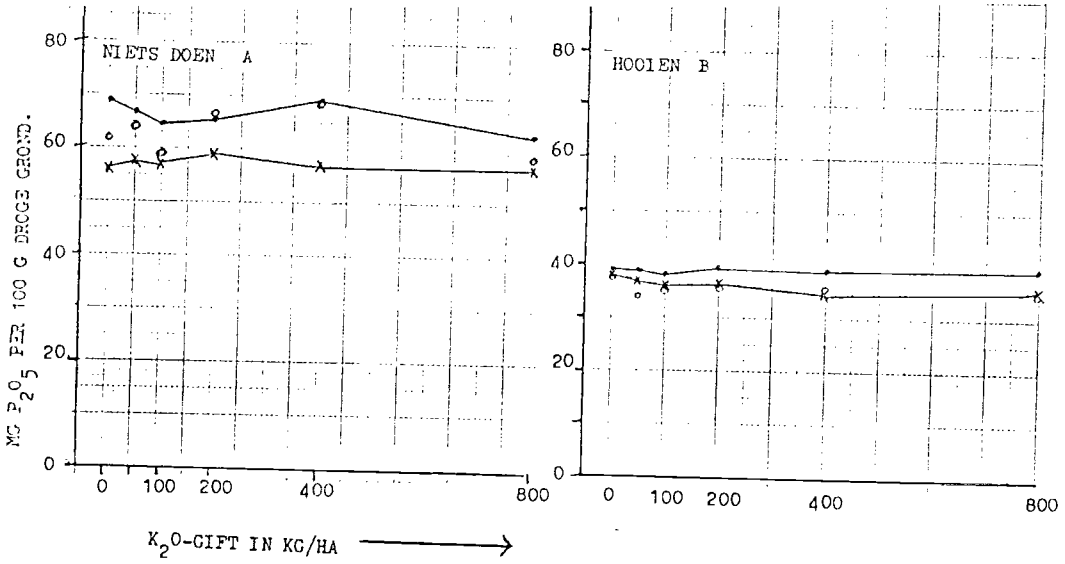
Tabel B.4.2 : Verhouding van het gemiddeld droogewicht van de spruit per pot van de testsoorten bij gelijke, standaard gift van resp. de P en de K reeks tov de N reeks.

Deelperceel	Niets doen		Twee maal hooien	
Reeks	P/N	K/N	P/N	K/N
Holcus lanatus	0,82	0,70	1,10	0,79
Anthoxanthum odoratum	0,86	0,45	0,96	0,49
Rumex acetosa	0,91	0,70	1,29	0,92
Urtica dioica	1,08	0,94	1,17	1,32

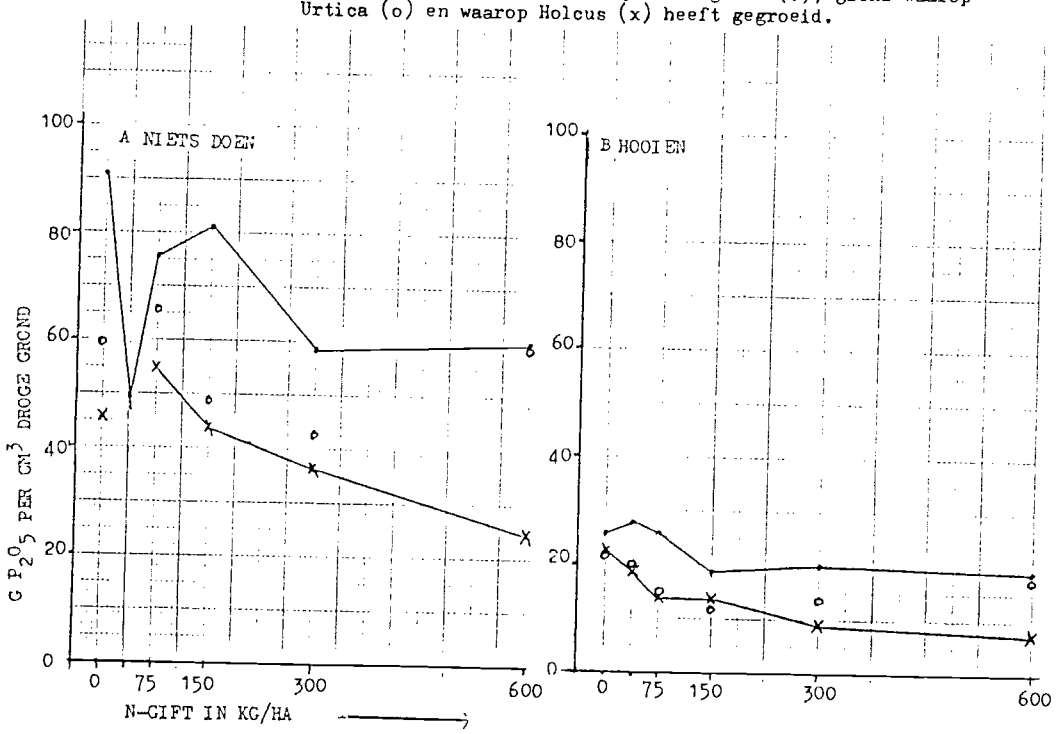
BIJLAGE 5 : AANVULLENDE BODEMCHEMISCHE GEGEVENS.



Figuur B5.1 : Verband tussen een nutrient-gift en de pH-KCl van grond uit deelperceel "Niets doen" en "Twee maal hooien"
Weergegeven is het verband bij blankogrond (.), grond waarop Anthoxanthum (x, bij K-reeks Holcus) en waarop Urtica (o) heeft gegroeid. A : N-reeks ; B : P-reeks ; C : P-reeks-doorverschralen ; D : K-reeks. De niet-variabele makronutrienten waren in standaardhoeveelheid toegediend



Figuur B5.2 : Verband tussen de K_2O-gift en het P-AL-gehalte van de grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). Weergegeven is het verband bij blankogrond (.), grond waarop Urtica (o) en waarop Holcus (x) heeft gegroeid.



Figuur B5.3 : Verband tussen de N-gift en het P-Water-gehalte van de grond uit deelperceel "Niets doen" (A) en "Twee maal hooien" (B). Weergegeven is het verband bij blankogrond (.), grond waarop Anthoxanthum (x) en waarop Urtica (o) heeft gegroeid.

Tabel B.5.1 : Resultaten van aanvullende K-uitwisselbaar bepalingen bij de N (A) en de P (B) reeks. Gemeten is het K-uitwisselbaar gehalte bij de 0-gift en de op één na hoogst gift van N resp. P_2O_5. Het gehalte is gemeten van blanko grond en grond waarop Anthoxanthum en Urtica hebben gegroeid. K-uitwisselbaar in mg K/100 g droge grond. - : niet bepaald.

A) N-reeks				
Deelperceel	Niets doen		Twee maal hooien	
N gift in kg/ha	0	300	0	300
Blanko grond	-	31,8	24,0	23,9
Anthoxanthum odoratum	13,7	8,0	12,2	7,8
Urtica dioica	12,4	-	12,4	10,0

B) P-reeks				
Deelperceel	Niets doen		Twee maal hooien	
P gift in kg/ha	0	300	0	300
Blanko grond	32,7	31,2	23,1	23,9
Anthoxanthum odoratum	11,3	10,5	10,3	10,4
Urtica dioica	15,3	11,9	15,9	-

BIJLAGE 6: FRAKTIE VAN HET TOEGEVOEGDE NUTRIENT DAT MET EEN EXTRAKTIEMETHODE AANTOONBAAR IS.

In deze bijlage zijn weergegeven de resultaten van de berekening van het percentage van de gift dat met een extraktiemethode aangetoond kon worden. Berekend per gift is de verhoging van het gehalte tov de 0-gift bij de blanko grond. Deze verhoging is door de gift veroorzaakt.

Het P-Water gehalte is omgerekend van ug/cm^3 naar mg/100g droge grond. 1 cm^3 Droge grond van deelperceel "Niets doen" woog 1,184 g (standaard deviatie 0,03), van deelperceel "Twee maal hooien" 1,159 g (standaard deviatie 0,03). De omrekeningsfaktor wordt dan

$\frac{100}{1,184} \times 10^{-3} \times$ P-Water gehalte bij grond uit deelperceel "Niets doen".

Tabel B.6.1 : Berekening van het percentage van de gift van een nutriënt dat het gehalte volgens een bepaalde extraktiemethode verhoogt. A) P_2O_5 gift en P-AL gehalte ; B) P_2O_5 gift en P-Water gehalte ; C) K_2O gift en K-uitwisselbaar gehalte.

A) P_2O_5 gift en P-AL gehalte

P_2O_5 gift kg/ha	P_2O_5 gift mg/100g droge grond	P-AL gehalte blanko grond mg/100g	Verhoging P-AL gehalte tov 0-gift	Verhoging procent van gift
Deelperceel "Niets doen"				
0	0	28,1	0	
50	13,1	33,7	5,6	43
100	26,2	35,1	7,0	27
200	52,5	47,3	19,2	37
400	104,9	67,7	39,6	38
800	209,8	104,9	76,8	37
Deelperceel "Twee maal hooien"				
0	0	20,5	0	
50	12,4	22,6	2,1	17
100	24,9	26,6	6,1	24
200	49,8	33,0	12,5	25
400	99,5	49,4	28,9	29
800	199,0	80,8	60,3	30

B) P_2O_5 gift en P-Water gehalte

P_2O_5 gift kg/ha	P_2O_5 gift mg/100g droge grond	P-Water gehalte blanko grond mg/100g	Verhoging P-Water gehalte tov 0-gift	Verhoging procent van gift
Deelperceel "Niets doen"				
0	0	1,33	0	
50	13,1	1,84	0,51	3,9
100	26,2	2,60	1,27	4,8
200	52,5	3,79	2,46	4,7
400	104,9	5,98	4,64	4,4
800	209,8	20,43	19,10	9,1
Deelperceel "Twee maal hooien"				
0	0	0,35	0	
50	12,4	0,37	0,03	0,2
100	24,9	0,61	0,27	1,1
200	49,8	1,33	0,98	2,0
400	99,5	1,75	1,41	1,4
800	199,0	5,57	5,22	2,6

C) K_2O gift en K-uitwisselbaar gehalte

K_2O gift kg/ha	K_2O gift mg/100 g droge grond	K-uitwisselbaar gehalte blanko grond mg/100g	Verhoging K-uitwisselbaar gehalte tov 0-gift	Verhoging procent van gift
Deelperceel "Niets doen"				
0	0	10,5	0	
50	10,0	17,8	7,3	73
100	19,9	23,3	12,9	65
200	39,9	39,4	29,0	73
400	79,7	70,0	59,6	75
800	159,5	141,0	130,6	82
Deelperceel "Twee maal hooien"				
0	0	7,9	0	
50	9,9	14,9	7,0	71
100	19,8	?	?	?
200	39,6	36,0	28,1	71
400	79,2	67,6	59,7	75
800	158,5	138,2	130,3	82