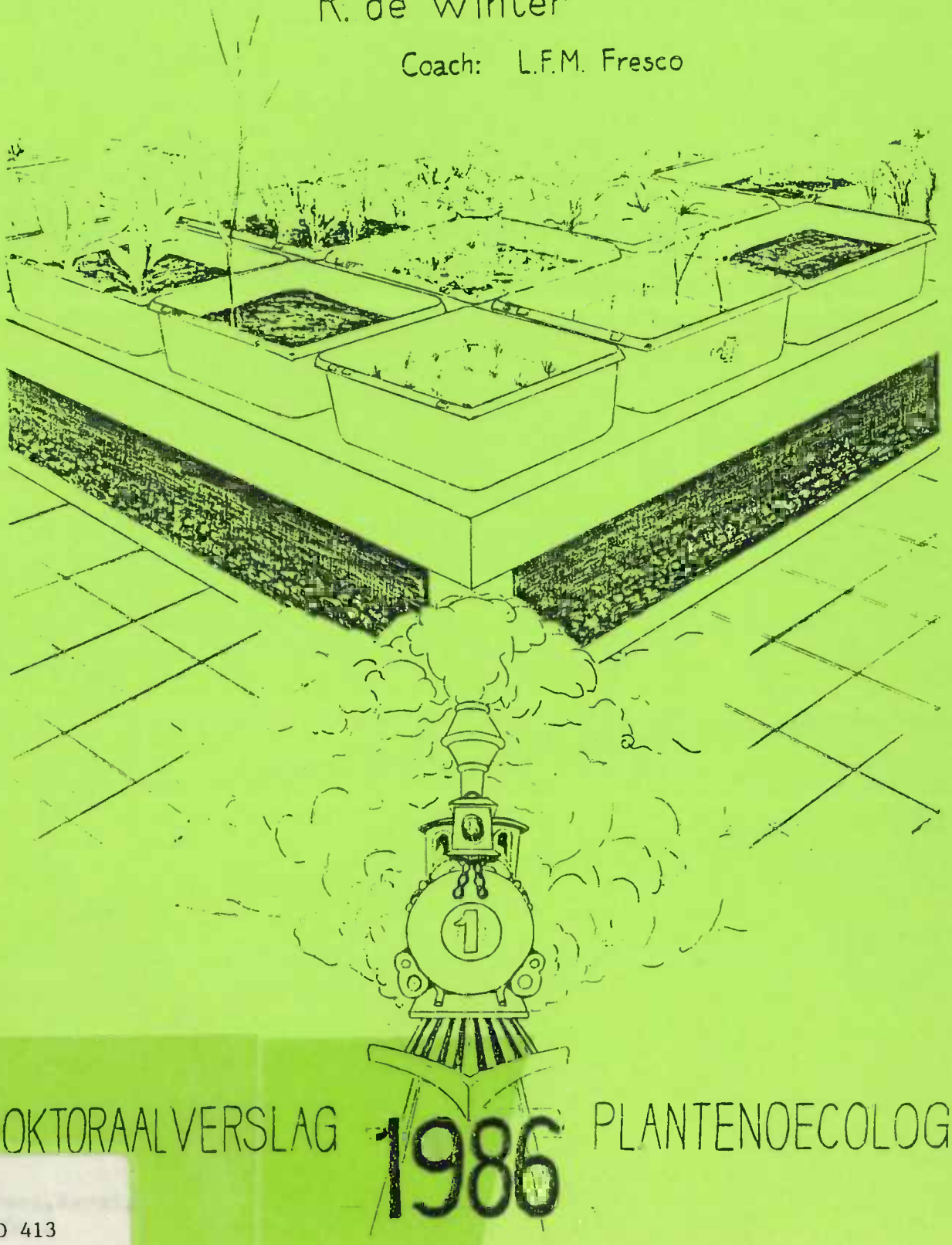
KWEEKEXPERIMENTEN EN GROEIANALYSE
met vijf soorten van het Schildhoek-Pampusplaat-gebied

E.J. Bunskoeke
R. de Winter
Coach: L.F.M. Fresco



DOKTORAALVERSLAG 1986 PLANTENOECOLOGIE

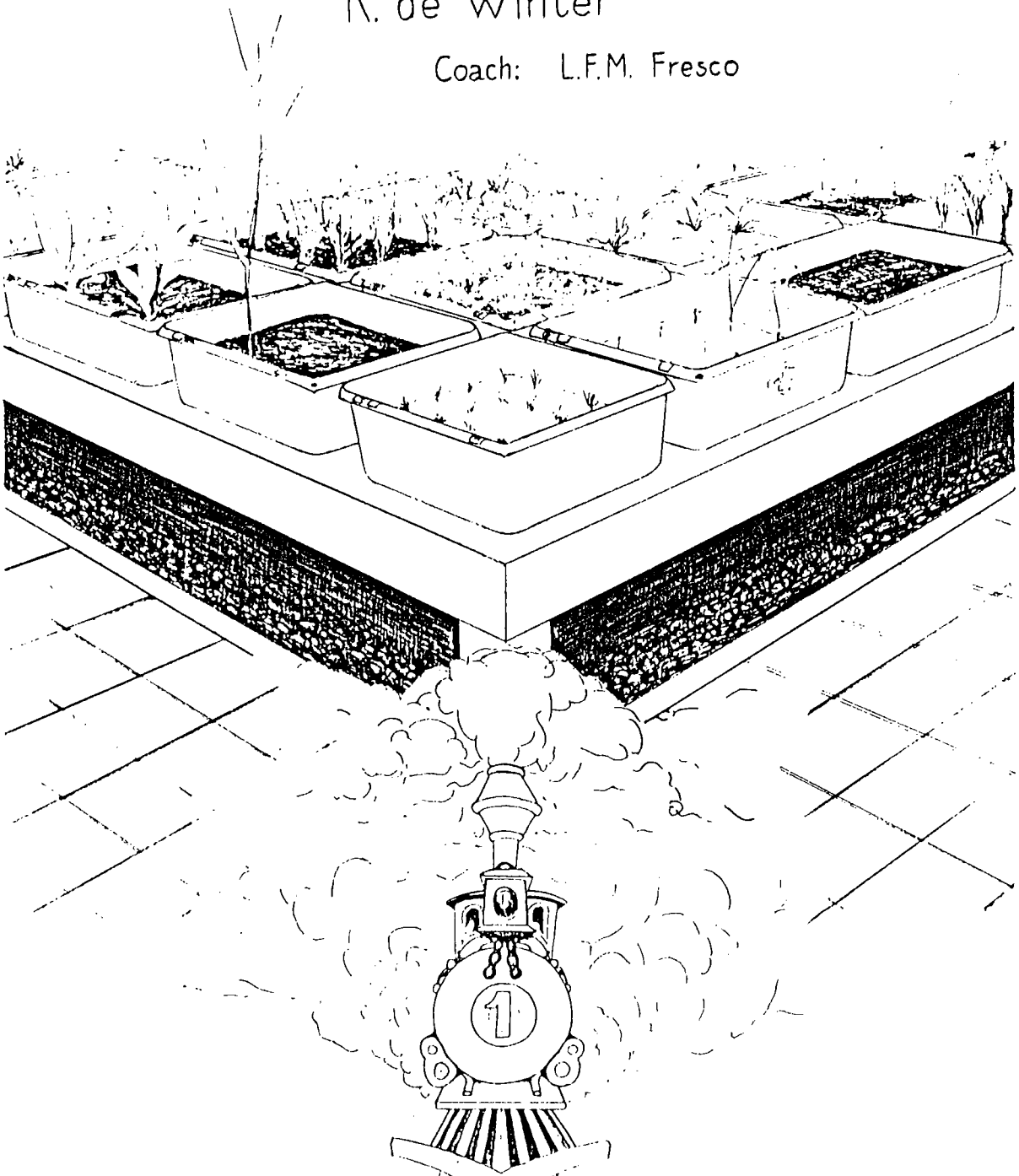
D 413

D 413

KWEEKEXPERIMENTEN EN GROEIANALYSE

met vijf soorten van het Schildhoek-Pampusplaat-gebied

E.J. Bunskoeke
R. de Winter
Coach: L.F.M. Fresco



DOKTORAALVERSLAG 1986 PLANTENOECOLOGIE

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

KWEEKEXPERIMENTEN EN GROEIANALYSE
met vijf soorten van het
Schildhoek-Pampusplaatgebied

E.J. Bunskoeke
R. de Winter

Coach:
L.F.M. Fresco

Driemaands doktoraalonderwerp Plantenoecologie

April 1986

1 Inleiding.....1

1.1 Begrazingsonderzoek en groeianalyse.....2
1.2 Doelstellingen..... 4

2 Materiaal & methoden.....5

2.1 Het plantenmateriaal.....6
2.2 Het substraat.....6
2.3 De planten in de bakken.....7
2.4 Kunstmatige begrazing.....9
2.5 Oogsten.....9
2.6 Monitoring.....9
2.7 De verwerking der gegevens.....11
2.7.1 De monitoring.....11
2.7.2 De groeianalyse.....11
2.7.2.1 Kurve-fitting.....11
2.7.2.2 Spruit-wortel verhoudingen.....14

3 Resultaten.....15

3.1 De monitoring.....16
3.1.1 Zout.....16
3.1.2 Stikstof.....16
3.1.3 Fosfor..... 17
3.1.4 Kalium.....17
3.1.5 Calcium.....18
3.1.6 Zuurgraad.....18
3.1.7 Elektrisch geleidingsvermogen.....18
3.1.8 Gloeibepaling.....18
3.2 Groeianalyse.....19
3.2.1 De waargenomen groei.....19
3.2.2 De kurve-fitting.....19
3.2.3 Spruit-wortel verhoudingen.....21
3.2.4 Sterfte.....21

4 Diskussie.....22

4.1 De monitoring.....,..... 23
4.2 Groeianalyse..... 29
4.3 Kunstmatige begrazing.....31

5 Konklusies.....33

5.1 Monitoring.....34
5.2 Groei en groeianalyse.....34
5.3 Algemeen.....35

6 Literatuur.....36

Bijlage 1: De voorschriften van de chemische analyse.

Bijlage 2: Meetresultaten van het monitoren.

Bijlage 3: Uitdraaien van de resultaten van de uitgevoerde two-way variantieanalyse.

Bijlage 4: De gegevens van de plantenoogsten.

Bijlage 5: De plantgegevens.

Bijlagen 2, 3, 4 en 5 worden niet bijgeleverd, doch zijn in te zien bij de heer Fresco.

1. Inleiding

1.1 Begrazingsonderzoek en groeianalyse

Reeds enige jaren wordt er aan de RUG gewerkt aan een begrazingsmodel van de invloed van koeienbegrazing op de vegetatie van de Schildhoek-Pampusplaat in de Lauwersmeer.
Dit gebied is sinds de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 onderwerp van onderzoek (o.a. Joenje, 1978).
Vanaf 1982 wordt het grootste deel van het gebied door pinken begraasd om verruiging van de vegetatie tegen te gaan, daar dit een ongunstige invloed heeft op het voorkomen van waterwild aldaar.
Het onderzoek betreft met name de kolonizatie en suksessie op de als gevolg van de afsluiting drooggevallen zandplaten en de gevolgen van de begrazing (Van Deursen & Strik, 1984; Dijkstra & Schulte, 1984).

Om de invloed van begrazing op de groeisnelheid van planten te bestuderen zijn reeds enkele proeven gedaan.
Van Donk & Visser (1982) hebben een groeianalyse uitgevoerd in kombinatie met een simulatie van de groei.
Dit is verder uitgewerkt door Friso & Van Esch (1983), Loonen & Moesker (1985) en Van Laarhoven (in prep), die de groei van de vegetatie, met uitwendige faktoren zoals begrazing en verstoringen in een komputer-simulatie model hebben vastgelegd (Frešco et al, in prep.).
Vele parameters zijn echter nog niet of onvoldoende ingevuld.
Hieraan hebben Smit (1985), Drent (in prep.) en Quené (1985) reeds enig werk verricht, doch er moet bijvoorbeeld nog nader gekeken worden naar konkurrentie onder variabele omstandigheden van stikstof, begrazing en zout.

In het verleden zijn er veel problemen geweest met de keuze van uitgangsmateriaal en -omstandigheden.
Veel tijd is verloren gegaan doordat experimenten als gevolg van langzame groei slechts gedeeltelijk lukten.

De gedachte is om de komende jaren levend materiaal, dat onder min of meer konstante omstandigheden is opgegroeid, te gebruiken voor groei- en konkurrentieproeven, zodat er sprake is van een langdurige proef waar mensen op willekeurige tijdstippen gedurende bepaalde tijd aan kunnen werken en er ook ieder moment mee kunnen stoppen.
Dit is het principe van 'de rijdende trein'.
Hiermee wordt tegemoet gekomen aan de toenemende behoefte aan korte onderwerpen als gevolg van de tweefasenstruktuur (subfase 3).

Dit onderzoek is de start van de rijdende trein, waarbij de belangrijkste soorten in de kas in monokulture worden gehouden onder verschillende nutriëntennivo's en knipregimes.
Door monitoring wordt de verandering van de bodemsamenstelling wat betreft macronutriënten in de gaten gehouden.
Het is de bedoeling dat het substraat min of meer konstant van samenstelling blijft, eventueel door bijmesting.

Als gevolg van het instellen van twee nutriëntennivo's, een arm en een rijk nivo, is er de verwachting dat er verschillen zullen ontstaan tussen de erop groeiende planten, onder andere blijkend uit spruitwortelverhouding en relatieve groeisnelheid (Jongman, 1984).
Ook het al dan niet begrazen zal hierop invloed hebben.

De start van het experiment is in een vrij ongunstige tijd van het jaar (najaar) gevallen wat betreft het plantenmateriaal.

Als gevolg hiervan zou dormancy bij bepaalde soorten eventueel een rol kunnen spelen (mond. med. D.M.Pegtel).
Ook is in het veld Agrostis stolonifera niet te onderscheiden van Alopecurus geniculatis en zijn er van Phragmites australis weinig jonge uitlopers beschikbaar.
Bij Agrostis stolonifera is onderscheid gemaakt tussen generatieve, normaal fertiel bloeiende, en vegetatieve planten die als gevolg van zodanig afwijkend chromosomenmateriaal geen normale reduktiedeling uit kunnen voeren, zodat fertiele bloei niet mogelijk is (mond. med. Chris Kik).
Dit onderscheid is in eerder veldonderzoek (o.a. Van Deursen & Strik, 1984) ook al gemaakt.

1.2 Doelstellingen

In dit onderzoek wordt het volgende beoogd:

- het opstarten van de rijdende trein, door plantenmateriaal in te zetten zodat dit beschikbaar is voor de vervolgproeven
- het uittesten van de proefopzet
- het beschouwen van de problematiek rondom de monitoring
- een groeianalyse van de gebruikte soorten in monokulture onder de beschreven regimes.

2. Materiaal & Methoden

2.1 Het plantenmateriaal

Gebruikt zijn de volgende vijf plantensoorten:

- Agrostis stolonifera
- Aster tripolium
- Calamagrostis epigejos
- Phragmites australis
- Puccinellia maritima

Deze soorten zijn dominante soorten op de Schildhoek-Pampusplaat en komen, op Calamagrostis ep. na, allen voor in het komputersimulatie model (zie Inleiding).

Op 5 en 10 september 1985 is plantenmateriaal verzameld van Puccinellia, Phragmites en Calamagrostis op de Schildhoek. Geprobeerd is het materiaal op zodanige wijze te verzamelen dat het een representatieve weergave geeft van het genenmateriaal op de Schildhoek.

Van Phragmites zijn wortelende stolonen uitgegraven en verzameld en van Puccinellia en Calamagrostis wortelende spruiten.

Aster is opgekweekt uit zaad, verzameld op 22 september 1983 van planten op de Schildhoek.

Het opkweken is in een kiemkast geschied (7.00-19.00 uur: 15°C; 19.00-7.00 uur: 25°C).

Agrostis stolonifera is via Chris Kik afkomstig van de Vlinderbalg, een met de Schildhoek vergelijkbare zandplaat in het Lauwersmeergebied.

Van deze soort zijn wortelende stengeldelen gebruikt. Bovendien zijn twee typen Agrostis onderscheiden, namelijk A. generatief en A. vegetatief. De selektie berust op onderzoek van Chris Kik.

2.2 Het substraat

In bakken van het zogenaamde V&D-type (30x30x11 cm) is vijf centimeter grondmengsel gebracht.

Dit peil leek aanvaardbaar met het oog op het oogsten van met name het wortelmateriaal (teveel grond betekent moeilijker oogsten).

Twee nutriëntennivo's werden verkregen door twee verschillende grondmengsels van potgrond en scherp zand te maken.
Het arme mengsel bestaat uit een grond-zand gewichtsverhouding van 1 : 15, terwijl het rijke bestaat uit 2 : 1.
Dit moet neerkomen op ongeveer 30 resp. 300 ppm stikstof (mond. med. Arjen Biere).
Het verschil tussen Arm en Rijk is dus ongeveer een faktor tien.

Per bak is er aan natgewicht gemiddeld voor Arm zo'n 3300 gram en voor Rijk ongeveer 2000 gram grond. Aan drooggewicht komt dit overeen met (gemiddeld) Arm: 3000 gram, en Rijk: 1775 gram stoofdroge grond per bak. Om een milieu na te bootsen dat enigzins te vergelijken met de situatie in het Lauwersmeergebied is er zout (NaCl) toegevoegd aan de grond.
Van Donk & Visser (1982) en Van Hoffen (1984) vonden in het Lauwersmeergebied B-cijfers variërend van ongeveer 0.02 tot 0.9 gram NaCl per 100 gram droge grond. Rekening houdend met deze metingen is besloten tot een zout-gehalte (B-cijfer) van 0.05 gram NaCl per 100 gram droge grond.
Dit zou naar verwachting voor alle soorten een lichte stress opleveren, doch geen zodanige dat de groei te veel gehinderd zou worden.
Aan de rijke bakken is 0.89 gram en aan de arme 1.50 gram NaCl per bak toegevoegd, nadat uit chemische bepalingen was gebleken dat de rijke grond een B-cijfer had van 0.012 en de arme grond 0.001 gram NaCl per 100 gram droge grond.

2.3 De planten in de bakken

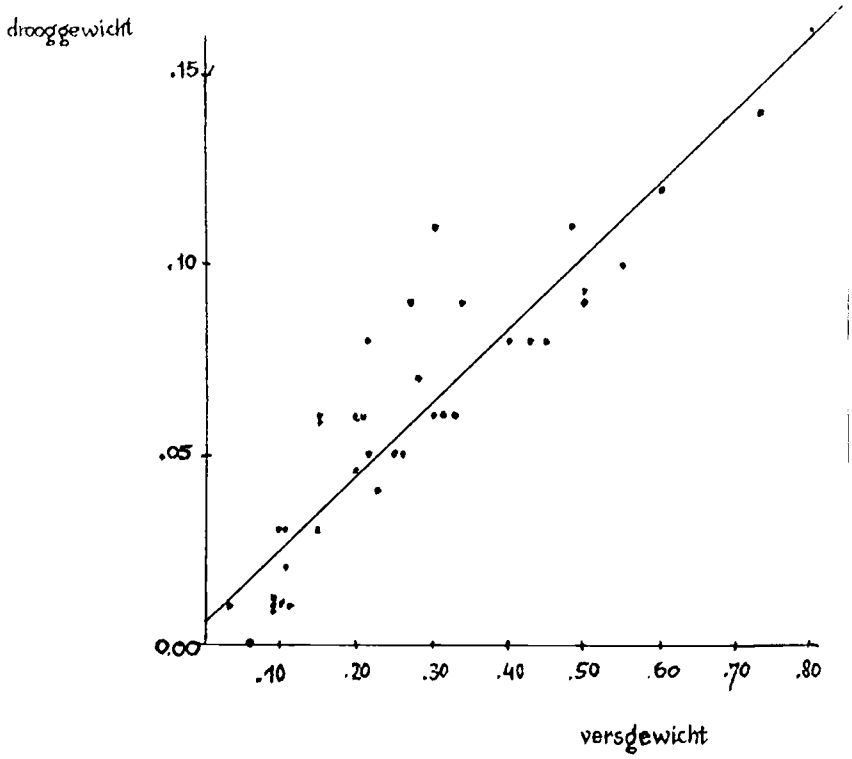
Voor iedere soort zijn 16 bakken gereserveerd. Er zijn vier regimes, wat betreft nutriënten (Arm-

Rijk) en begrazing (wel-niet geknipt).
Per regime per soort geeft dit dus vier bakken.

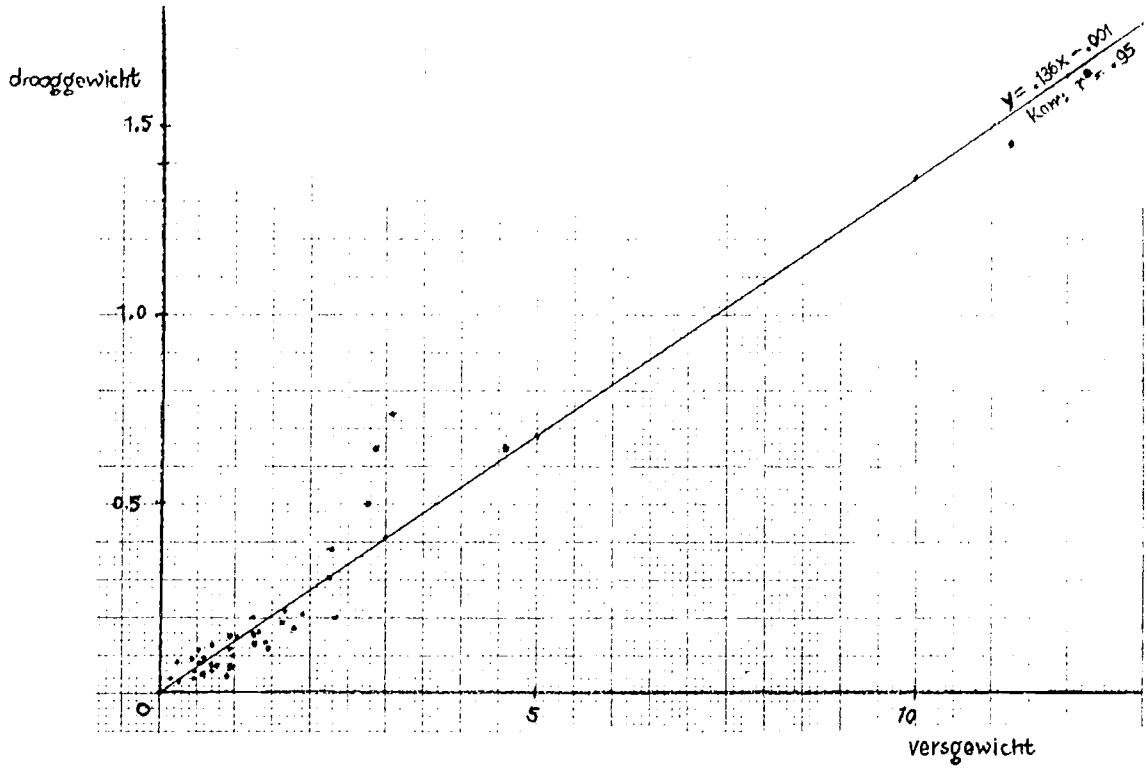
Alvorens in te planten is het begingewicht bepaald van de in te planten stekken.
Bij Agrostis is een steekproef genomen van iedere moederplant, die gedroogd en gewogen is.
Het gemiddelde stengeldrooggewicht geeft het begingewicht.
Voor Calamagrostis en Phragmites zijn ijklijnen gemaakt van de relatie vers - drooggewicht der in te planten worteldelen.
Via een steekproef van 34 resp. 39 zijn deze bepaald (figuren 1 en 2).
De ijklijnen blijken redelijk gekorreleerd ($r = .89$ en $r = .95$ voor C. ep. resp. Ph. aus.).
Het begingewicht wordt nu gevonden door via het versgewicht van de in te planten worteldelen met behulp van de ijklijn het drooggewicht af te lezen.
Van Puccinellia en Aster is een steekproef van enkele (15) individuen - deze soorten vertonen veel minder variatie in het stekdrooggewicht dan bijv. Phragmites - gedroogd en het gemiddelde hiervan is als begingewicht genomen.

De planten zijn volgens een roosterfiguur ingeplant (figuur 3), Agrostis en Puccinellia 16 en Aster, Phragmites en Calamagrostis 9 planten per bak.
De kodering der bakken met gekleurde plakstrip is eveneens aangegeven in figuur 3.

De bakken zijn in de kas geplaatst - de temperatuur variërend van 20 tot 25°C en besproeiing één keer per dag - in eerste instantie volgens een eigen blok-patroon (iedere replika in een blok, binnen een blok random verdeling).
In de loop der tijd is het blok-patroon vervaagd als gevolg van random verwisseling.



Figuur 1 : De relatie vers- - drooggewicht bij wortelstekken van Calamagrostis epigejos.
Gewichten in grammen; drooggewichten afgerond op twee cijfers.
Vergelijking van de ijklijn (n = 34):
$y = .1938x + .0068$ (korrelatie $r = .8943$)



Figuur 2 : De relatie vers- - drooggewicht bij stolondelen van Phragmites australis.
Gewichten in grammen.
Vergelijking van de ijklijn (n = 39):
$y = .136x - .001$ (korrelatie $r = .95$)

Er zijn tevens blancobakken (zonder planten) en bakken met reservemateriaal van Phragmites, Calamagrostis en Puccinellia ingezet.
De blancobakken dienen ter referentie.

2.4 Kunstmatige begrazing

Om de drie weken zijn de planten in de te begrazen bakken geknipt.
De planten zijn hierbij 2½ cm bovengronds afgeknipt, waarbij de bladeren in het vertikale vlak zijn geplaatst daar met name Agrostis de neiging vertoont te gaan 'kruipen'.
Van de afgeknipte delen is het drooggewicht bepaald (droogstoof 70°C, minimaal twee dagen).

2.5 Oogsten

Om de twee weken is uit elke bak één plant, random uitgekozen, geoogst zodat per regime voor iedere soort vier metingen beschikbaar zijn per twee weken.
Bij het oogsten is, rekening houdend met worteloverlap, het gebied om de plant doorsneden, hierbij een mediale afstand tot de naburige planten aanhoudend.
De wortels zijn zorgvuldig van grond ontdaan door schudden en spoelen.
De geoogste planten zijn gedroogd in een droogstoof (70°C, minimaal twee dagen), waarna het drooggewicht van de gehele plant, en bovengrondse en ondergrondse delen apart is vastgesteld (afgerond op het dichtstbijzijnde 0.001 gram).

2.6 Monitoring

Om de belangrijkste bodemnutriënten te kunnen monitoren zijn iedere 14 dagen grondmonsters genomen voor analyse.
Per soort, voor Arm èn Rijk, is random een bak

uitgekozen, waarbij bakken waar reeds een bodemmonster voor deze analyses was uitgenomen niet in aanmerking kwamen ('trekking zonder terugleggen').
Blancobakken zijn eveneens bemonsterd.
Reservebakken zijn nimmer bemonsterd.
De bodemmonsters zijn zoveel mogelijk genomen op een plaats waar tevoren was geoogst, op zodanige wijze dat in het vertikale vlak de gehele bodem werd bemonsterd.
De 'krater' die ontstaat als gevolg van het wegnemen van de grond (± 120 gram) is aangevuld vanuit één der blancobakken.

De grond is gedroogd (droogstoof 110°C, minimaal twee dagen) en gemalen, waarna bepaald werden:

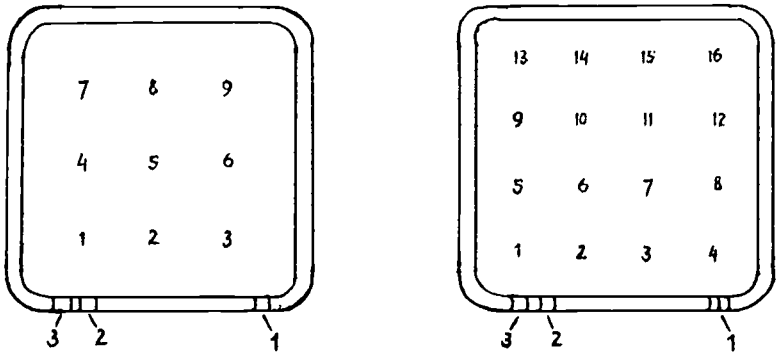
- fosfor-totaal
- stikstof-totaal
- kalium-uitwisselbaar
- chloride-beschikbaar (NaCl-gehalte)

Twee keer is ook calcium-uitwisselbaar gemeten.
De bepalingen zijn gedaan volgens lab-voorschrift (zie Bijlage 1).
Met een deel van het monster is ook het gloeiverbepaald (voorschrift: Bijlage 1) om eventuele algengroei, die onder andere Quené (1985) heeft gehinderd, te kwantificeren.
Bij de laatste twee bepalingen is extra hiervoor een monster van het toplaagje van de bodem genomen.

Naast deze bodemanalyses is iedere week de zuurgraad (pH) en het elektrisch geleidingsvermogen (EGV)gemeten.
Dit is gedaan om een verband te vinden met het calciumgehalte (pH) en het algemene nutriëntennivo (EGV).
Voor het efficiënt gebruiken van de bodemmonsters - immers deze verstoren het milieu in de bak vrij ingrijpend - is een standaardmethode gebruikt voor het meten van de pH en EGV (Bijlage 1), en is alleen de

Figuur 3 : De betekenis van de kleurkodering der bakken en de plaats van de planten in een bak.

Plakker no 1, geheel rechts geeft de plantensoort (Phr, Puc, etc.).
De beide plakkers links, no's 2 en 3 geven respektievelijk het knipregime en nutrientenniveau.



phr

puc

ast

agv

agg

cal

KNIPPEN:

n

w

NUTR. KLASSE:

rijk

arm

pH_{H_2O} gemeten.
Dit laatste ook omdat pH_{H_2O} en pH_{KCl} in de proefomstandi gheden sterk gekorreleerd lijken te zijn.
Voor iedere pH- en EGV-meting is voor iedere soort voor Arm en Rijk één bak random uitgekozen en bemonsterd (15 gram grond, in duplo); ook hier is gemonsterd volgens het 'trekken zonder terugleggen'-systeem.
Verwijderde grond werd aangevuld vanuit de blancobakken.

2.7 De verwerking der gegevens

2.7.1 De monitoring

Op de verkregen resultaten van de bodemanalyse is een two-way variantieanalyse (ANOVA) met berekening van interaktie uitgevoerd.
Dit is gedaan met behulp van de komputer (Cyber).

2.7.2 De groeianalyse

2.7.2.1 Kurve-fitting

De kurve-fitting is uitgevoerd op basis van de oogstgegevens en aan de hand van een groeimodel-simulatie systeem analoog aan Fresco (1982).
Hierbij wordt uitgegaan van onbelemmerde groei van de individuele plant volgens de logistische groeivergelijking. De groei van een individuele plant wordt berekend volgens:

$$\frac{dX}{dt} = RX \cdot X \cdot (1 - \frac{X}{MX}) \cdot \gamma \cdot \delta \cdot s$$

Hierbij is:

$RX \cdot X \cdot (1 - \frac{X}{MX})$ de faktor die de groei afhankelijk maakt van het bereikte gewicht - als $X = MX$, dan $1 - \frac{X}{MX} = 0$ en dus $\frac{dX}{dt} = 0$.
Hierbij is X het drooggewicht van een individuele

plant.
RX is de maximale relatieve groeisnelheid.
MX is het maximaal te bereiken drooggewicht.

γ is een limiterende faktor, veroorzaakt door een limiterende hoeveelheid nutriënt (lees: stikstof).
En: $\gamma = \frac{NU}{NO}$, waarbij NU = hoeveelheid beschikbaar nutriënt op die dag, en NO = minimale hoeveelheid nutriënt waarboven het beschikbaar is voor de plant.
Als $\gamma > 1$, dan $\gamma = 1$.

δ is een limeterende faktor als gevolg van de toxiciteit van het nutriënt.
En: $\delta = 1 - \frac{NU}{NL}$, waarbij NL = lethale dosis nutriënt.
Deze faktor is bij de hier beschreven proeven niet relevant en is buitenspel gezet door NL heel groot te kiezen zodat $\delta = 1$.

Steeds geldt:

$$NT = NU + NX$$

waarbij NT = totale hoeveelheid nutriënt aanwezig per plant; NU = beschikbare hoeveelheid nutriënt; NX = hoeveelheid nutriënt in de plant.
Hierbij geldt:

$$NX = PX \cdot X$$

waarbij $PX = PX1 + PX2 \cdot \ln(NU)$
Hier is PX de fraktie nutriënt in de plant, PX1 = minimale fraktie nutriënt die de plant opneemt per tijdseenheid, en PX2 = fraktie van de extra hoeveelheid nutriënt die opgenomen wordt per tijdseenheid.
NX is dus een faktor, die afhankelijk is van NU.

S ($0 \leqslant S \leqslant 1$) is een limiterende faktor, veroorzaakt door een groeiremmend effekt ten gevolge van een eventueel optreden van dormancy.

$$S = S_t = S_{t-1} + r$$

Hier is r een konstante, die afhankelijk is van SO, de dormancy op t=0, en ST, het tijdstip waarop weer geldt dat S=1.

Het verschil tussen de beide nutriëntennivo's (Arm, Rijk) komt tot uiting in de faktor γ.
Bij Rijk, waar verondersteld wordt dat er een toereikende, niet-groeiremmende hoeveelheid nutriënt aanwezig is, worden de faktoren NT en NO buitenspel gezet door ze zodanig te kiezen dat ze geen rol spelen bij de groei.
NT wordt dan zeer groot gekozen, NO zeer klein en PX1 en PX2 niet te groot.

Voor XO, het drooggewicht op t=0, wordt in principe het gemiddelde begindrooggewicht genomen (soortspecifiek).
Er is echter ook rekening gehouden met de wijze waarop de groei plaats heeft gevonden (zie figuur 12).
In enkele gevallen, Agrostis (generatief en vegetatief) en ook Calamagrostis en Phragmites (alhoewel deze beiden hier niet zijn gefit) lijkt het weinig logisch voor XO het drooggewicht van de ingeplante stek te nemen.
Alhoewel het start- en eindgewicht volgens Eagles (1969) hoog gekorreleerd zijn, moeten de verschillen volgens Bouke de Vries (mond.meded.) wel hoog zijn voordat dit invloed heeft op het eindgewicht.
Nu zijn de totale begingewichten (van de moeder=stek) van met name Phragmites en Calamagrostis sterk variërend, maar deze verschillen lijken niet relevant voor de nieuwe plant. Deze moet als het ware opnieuw beginnen, gebruikmakend van slechts een deel van de moeder. Bij Agrostis is dit de stengelknoop, bij Calamagrostis en Phragmites een 'wortelknoop'.

Vandaar dat gekozen is voor een arbitrair begindrooggewicht (Agrostis: 0.1 mg).

Ingetuned worden nu de faktoren RX en MX, en SO en ST.

S is buitenspel te zetten door SO=1 te kiezen (ST willekeurig).

Het intunen gebeurt door steeds sets van parameters in te voeren.

De hiermee berekende groeikurve wordt dan vergeleken met de eveneens ingevoerde meetwaarden (de gemiddelden van de plantgewichten op de verschillende tijden).

Deze kwantitatieve vergelijking vindt plaats door berekening van de squaires en korrelaties, zowel lineair (nadruk op de hoge waarden) en logarithmisch (kleinere meetwaarden hebben grotere invloed.

Door nu de parameters zodanig aan te passen dat de squaires zo klein en de korrelaties zo groot mogelijk worden wordt de bestpassende modelgroeikurve gevonden.

Op basis van de gevonden waarden voor RX en MX kunnen nu de arme kurves gefit worden door de parameters NT, PX1, PX2 en NO in te tunen.

2.7.2.2 Spruit-wortel verhoudingen

Aanvullend de groeianalyse met behulp van de komputer is met de metingen van het drooggewicht van de boven- en ondergrondse delen van de planten de gemiddelde spruit-wortel verhouding per soort voor iedere oogstdatum berekend, en wel op twee manieren.

p. Een gemiddelde van de afzonderlijke spruit-wortel verhoudingen per plant per oogstdatum.

q. Het quotiënt van de totale spruit en de totale hoeveelheid wortel per oogstdatum.

Procedure q. dempt de individuele fluktuaties en geeft bij kleine gewichten een beter beeld.

3. Resultaten

3.1 De monitoring

De twee-weg variantieanalyse is uitgevoerd met enerzijds de faktor tijd en anderzijds de meetresultaten van de bemonstering, en dit laatste steeds op twee manieren: toetsing van de afzonderlijke soorten en de blanco, èn toetsing van bakken met en zonder planten.
Er is in verband met de beschikbare tijd geen onderscheid gemaakt tussen al dan niet geknipt.
Signifikanties van de ANOVA-toets werden aanvaard bij $p < 0.05$, anders niet signifikant.
IN het onderstaande wordt de bemonstering uit de arme en rijke bakken aangegeven met resp. Arm en Rijk.

Hier volgt een overzicht van de figuren van de monitoring:

zout	fig. 4
stikstof	5
fosfor	6
kalium	7
calcium	8
pH	9/10
EGV	9/10
gloeiverlies	11

In de figuren zijn steeds apart uitgezet de bemonsteringen uit bakken mèt en zonder planten.
De meetresultaten en de resultaten van de variantieanalyse zijn te vinden respektievelijk in bijlage 2 en 3.
Een korte samenvatting van de variantieanalyse is te vinden in tabel 4.

In het volgende worden de resultaten van de monitoring per bepaling behandeld.

Tabel 4 : Beknopt overzicht variantieanalyse. Aangegeven is het wel of niet signifikant zijn van de verschillen in de tijd en de verschillen onderling voor elke getoetste eenheid.

Bl-Pl = Blanco tegenover planten
Srt = Soorten afzonderlijk

++ = $P < 0.01$, + = $P < 0.05$, - = $P < 0.10$,
-- = $P > 0.10$; +(+) = Signifikant.

Omschrijving			SIGNIFIKANTIE van de verschillen	
			in de tijd	onderling
Calcium	ARM	Bl-Pl	--	--
	RIJK	Bl-Pl	-	-
EGV	ARM	Srt	++	--
		Bl-Pl	++	--
	RIJK	Srt	++	--
		Bl-Pl	-	-
Fosfor	ARM	Srt	++	+
		Bl-Pl	++	--
	RIJK	Srt	+	--
		Bl-Pl	++	--
Kalium	ARM	Srt	--	--
		Bl-Pl	--	--
	RIJK	Srt	-	--
		Bl-Pl	+	-
pH	ARM	Srt	++	--
		Bl-Pl	+	--
	RIJK	Srt	+	--
		Bl-Pl	++	--
Stikstof	ARM	Srt	--	--
		Bl-Pl	+	--
	RIJK	Srt	++	--
		Bl-Pl	++	+
NaCl	ARM	Srt	--	--
		Bl-Pl	+	--
	RIJK	Srt	++	--
		Bl-Pl	++	--

3.1.1 Zout

Het eerste meetpunt van de grafiek (fig.4) geeft het zoutgehalte aan vòòr de zouttoevoeging op 15 september 1985.
Tijdens de bepaling van 28 oktober zijn wegens omstandigheden niet alle monsters gemeten.

Uit de variantieanalyse blijkt dat de afname in de tijd signifikant is.
Dit geldt niet voor de bemonsteringen van de soorten afzonderlijk op arme grond in de tijd.
Er blijkt geen signifikant verschil tussen de meetresultaten van de bakken met en zonder planten.

3.1.2 Stikstof

De variantieanalyse geeft aan dat er, uitgezonderd bij Arm - de bemonsteringen van de soorten afzonderlijk en de blanco - steeds signifikante verschillen zijn in de tijd.
Bij Arm is dit signifikante verschil in de tijd echter niet relevant, gelet op de schaal (fig.5).
De gemeten stikstof-waarden komen ongeveer overeen met 180 en 3000 ppm stikstof voor de arme cq. rijke grond.

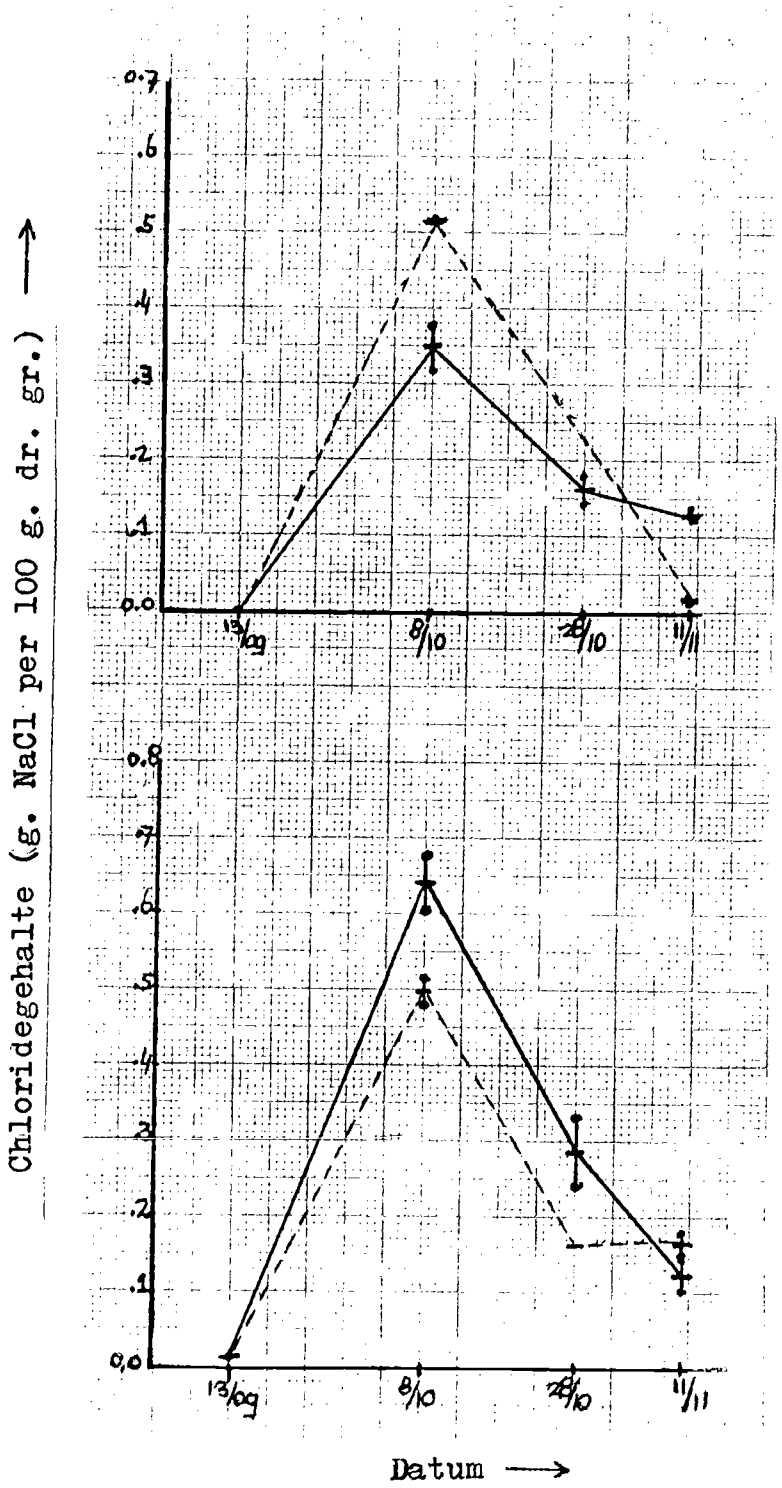
Bij Rijk is er een lichte afname te zien in de tijd, voornamelijk veroorzaakt daardat de eerste bepaling hoger ligt dan de daaropvolgende drie.
Dit eerste meetpunt heeft betrekking op één monster.
Alleen bij Rijk blijkt er een signifikant verschil te zijn tussen de meetresultaten van de bemonsteringen van bakken met en zonder planten.

3.1.3 Fosfor

Bij Rijk is er een signifikant verschil in de tijd, hoofdzakelijk veroorzaakt door een in vergelijking met de andere metingen lager liggende eerste meting (fig.6).
Bij Arm geeft de variantieanalyse een signifikant

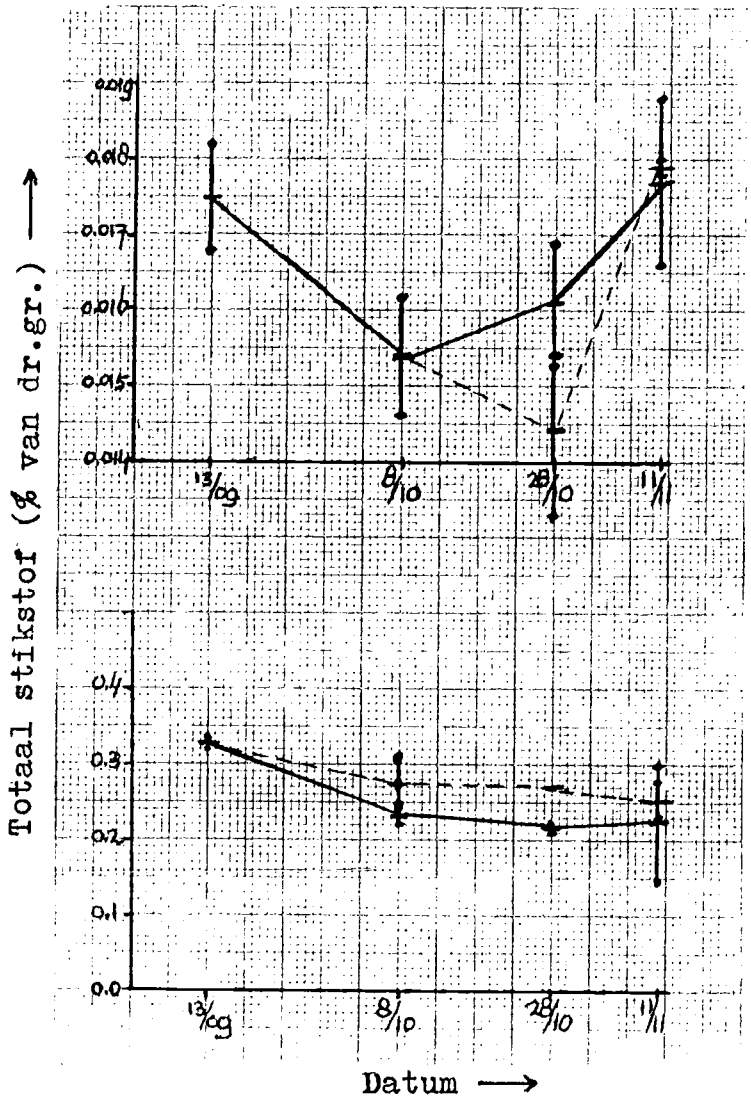
Figuur 4

Het zoutgehalte in de tijd. De bovenste (A) grafiek geeft dit aan voor de bakken met arme grond, de onderste (B) voor rijke grond. Horizontaal staat de datum , verticaal het chloridegehalte in gram NaCl per 100 gram droge grond (b-cijfer). In de grafieken staan gemiddelden van de blanco bakken (onderbroken lijn--) en bakken met planten (ononderbroken lijn ——) uitgezet. De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheidsinterval) is aangegeven (↕).



Figuur 5

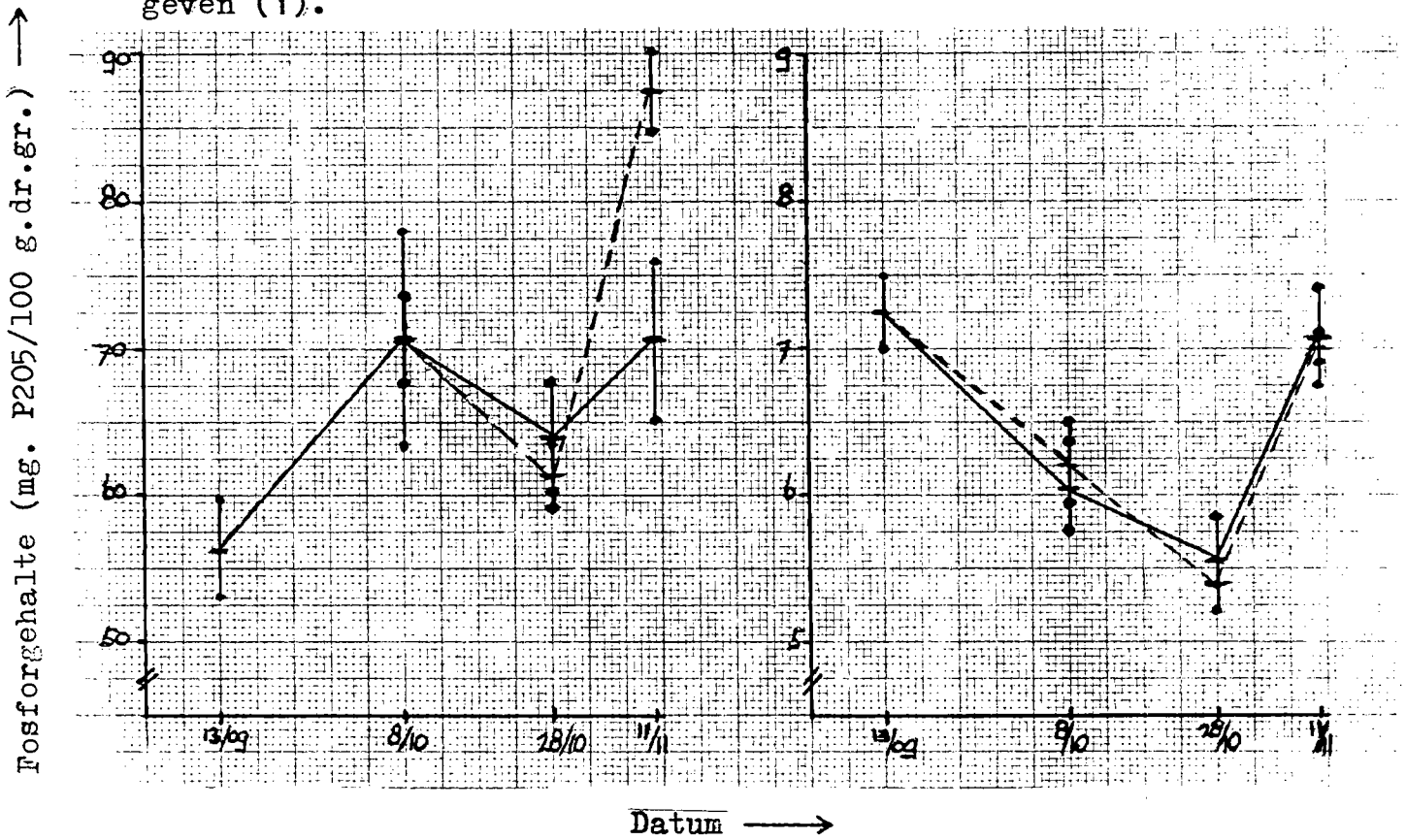
Het totaal stikstofgehalte in de tijd. De bovenste (A) grafiek geeft dit aan voor de bakken met arme grond, de onderste (B) voor rijke grond. Horizontaal staat de datum, verticaal het totaal stikstofgehalte uitgedrukt in % van droge grond. In de grafieken staan gemiddelden van de blancobakken (onderbroken lijn - - -) en alle bakken met planten (ononderbroken lijn——) uitgezet. De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheids interval) is aangegeven (↕) .



De waarden voor stikstof zijn waarschijnlijk een faktor 10 te hoog !!

Figuur 6

Het fosforgehalte in de tijd. De linker grafiek (A) geeft dit aan voor de bakken met rijke grond, de rechter (B) voor arme grond. Horizontaal staat de datum, verticaal het fosforgehalte in mg. P205 per 100 g. droge grond. In de grafieken staan gemiddelden van de blanco bakken (onderbroken lijn----) en alle bakken met planten (ononderbroken lijn ——) uitgezet. De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheidsinterval) is aangegeven (↕).



verschil tussen de metingen van de afzonderlijke soorten en de blanco.
Ook is er bij Arm een signifikant verschil in de tijd. Dit wordt veroorzaakt door het relatief hoger liggen van de eerste en vierde meting ten opzichte van de tweede en derde.

3.1.4 Kalium

Bij de bemonsteringen van de bakken met en zonder planten op rijke grond is er een signifikant verschil in de tijd, veroorzaakt door de sterke schommeling in de gemeten gehaltes.
Als de resultaten van de soorten afzonderlijk worden bekeken, is de schommeling niet meer signifikant (fig. 7).
Op de arme grond worden geen signifikante verschillen gevonden.

3.1.5 Calcium

Vanwege een gering aantal resultaten zijn slechts de meetresultaten van de bemonsteringen van bakken met en zonder planten getoetst.
Er blijken geen signifikante verschillen te zijn.

3.1.6 Zuurgraad

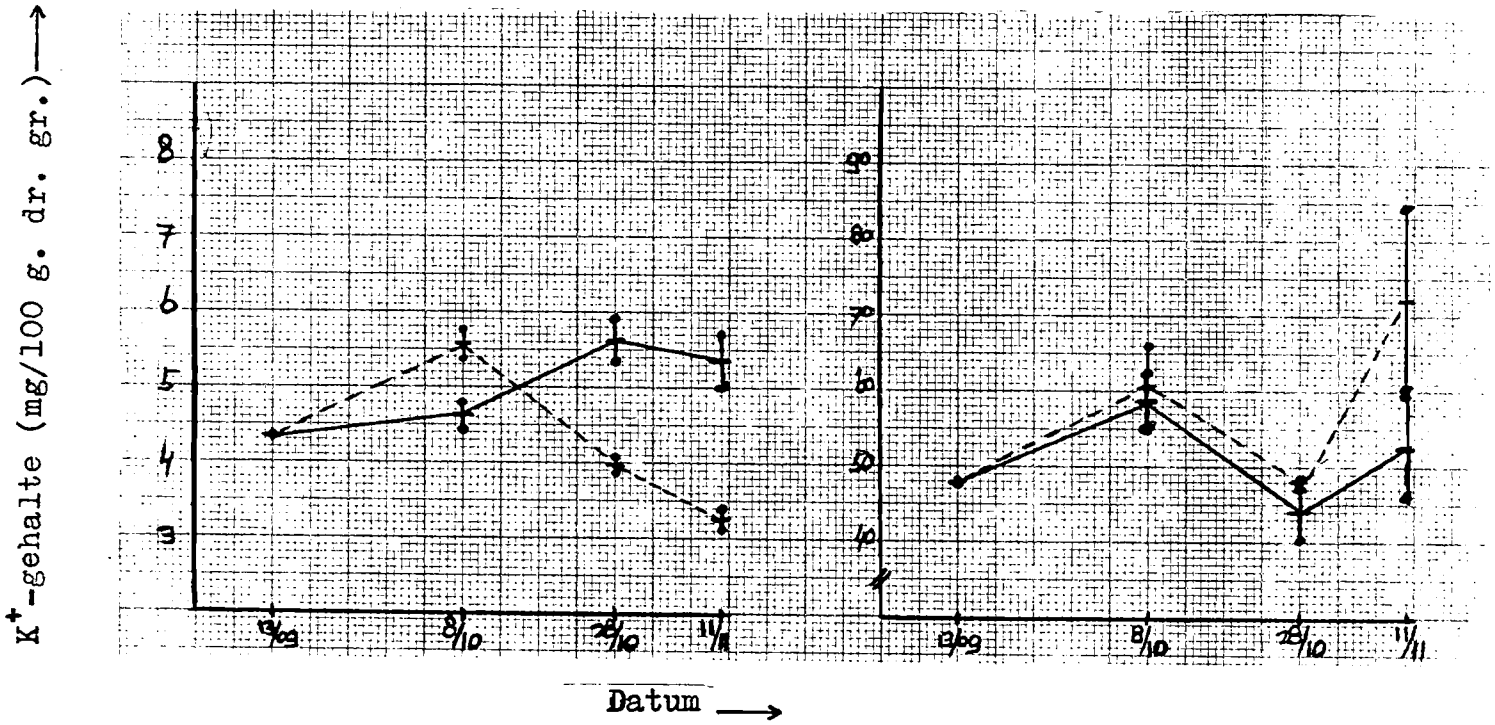
Er is in alle gevallen, Arm èn Rijk, een signifikant verschil in de tijd, veroorzaakt door de grote fluktuaties (fig. 9 en 10).

3.1.7 Elektrisch geleidingsvermogen

Er blijkt, evenals bij de pH (3.1.6) in bijna alle gevallen een signifikant verschil in de tijd, ook hier veroorzaakt door de vaak zeer grote fluktuaties.

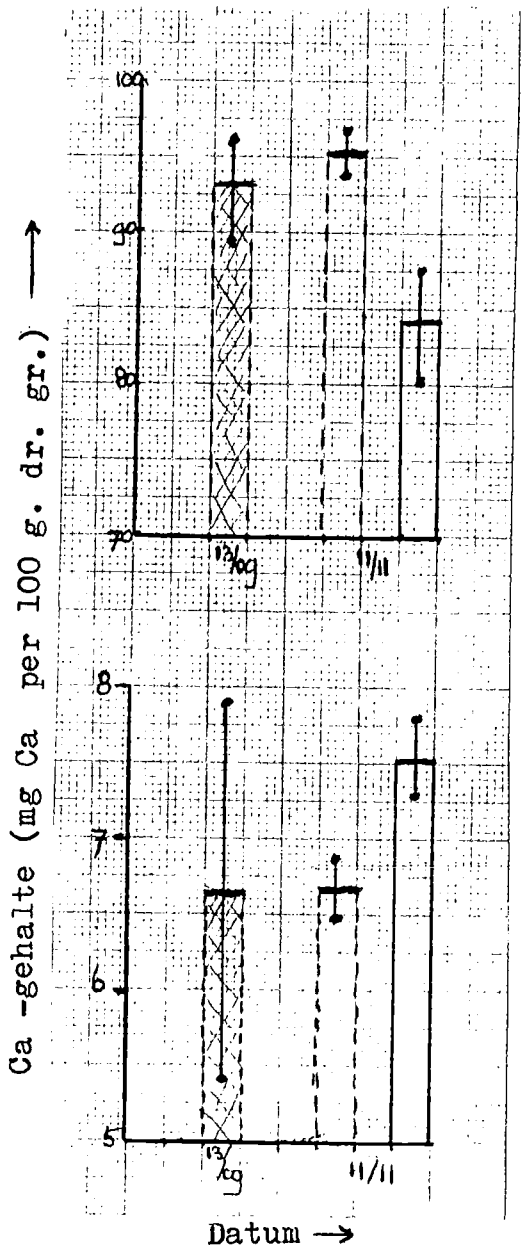
Figuur 7

Het gehalte uitwisselbaar Kalium in de tijd. De linker (A) grafiek geeft dit aan voor de bakken met arme grond, de rechter voor rijke grond. Horizontaal staat de datum, verticaal het gehalte uitwisselbaar kalium in mg. per 100 gram droge grond. In de grafieken staan de gemiddelden van de blanco bakken (onderbroken lijn--) en alle bakken met planten (ononderbroken lijn——) uitgezet. De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheidsinterval) is aangegeven (↑).



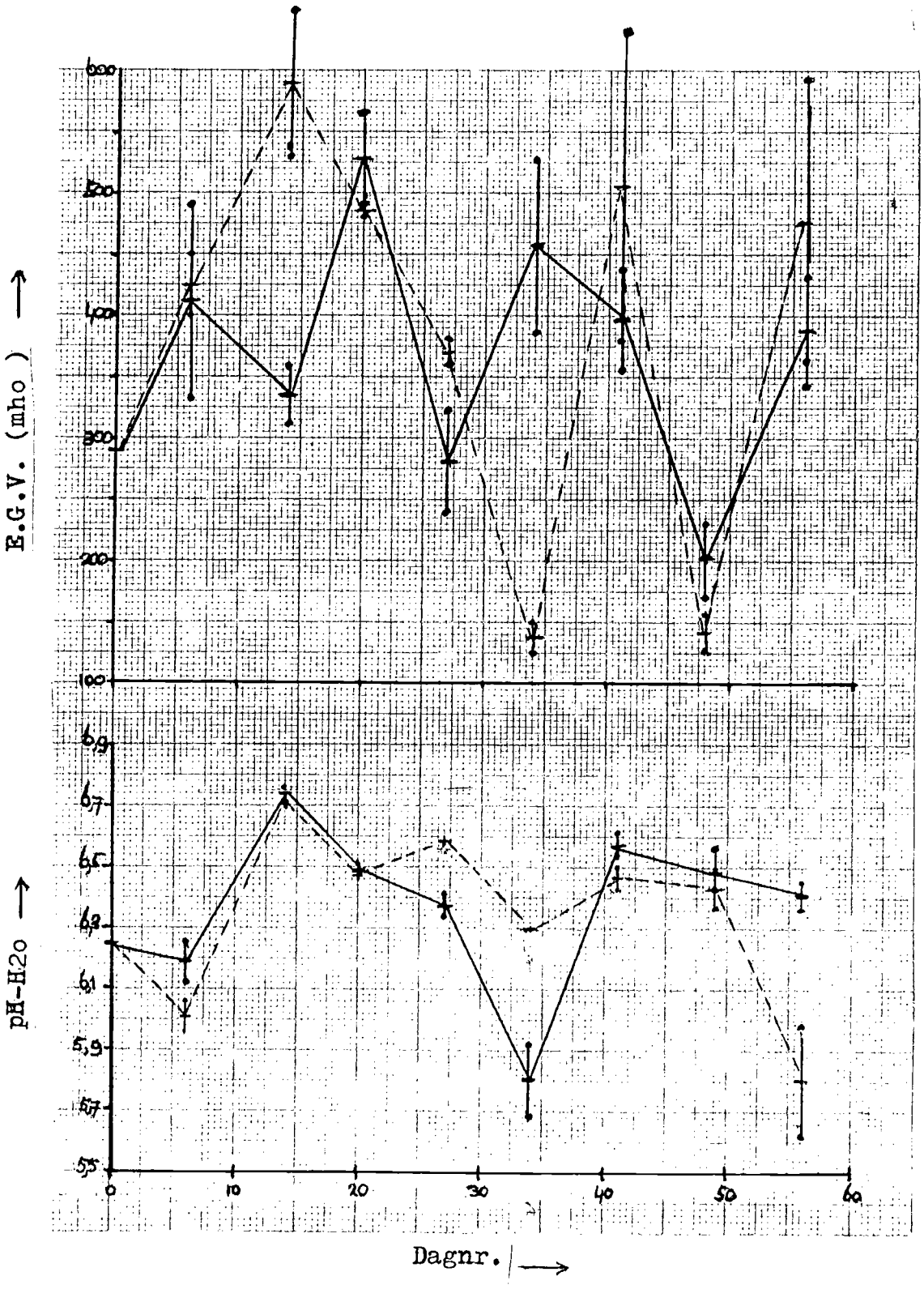
Figuur 8

Het gehalte uitwisselbaar calcium in de tijd. De bovenste grafiek (A) geeft dit aan voor de bakken met rijke grond, de onderste (B) voor arme grond. Horizontaal staat de datum, verticaal het gehalte uiwisselbaar Calcium in mg. Ca per 100 g. droge grond. In de grafiek staan gemiddelden van de beginsituatie (13/09, linker balk) en de laatst gemeten situatie (11/11) bij de blanco bakken (midden) en de bakken met planten (rechts). De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheids interval) is aangegeven.



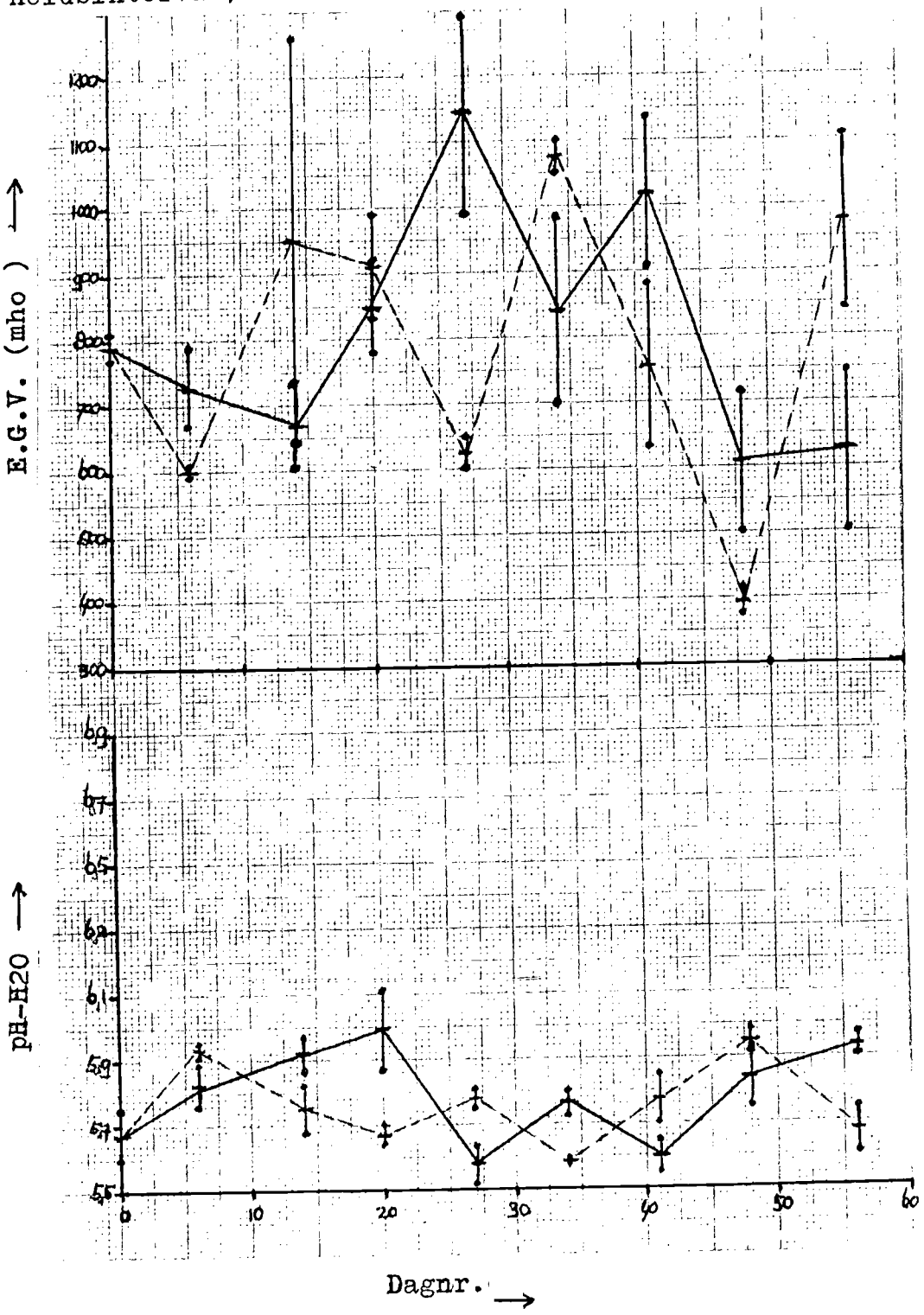
Figuur 9

De pH-H2O en het electrisch geleidingsvermogen (E.G.V.) in de tijd voor de bakken met arme grond. In de bovenste grafiek (A) staat horizontaal de tijd, aangegeven met dagnummers (24 september=0, 8 oktober=14, 4 november=41, etc.), en verticaal het electrisch geleidingsvermogen, uitgedrukt in mho. In de onderste grafiek (B) staat horizontaal weer de tijd aangegeven met dagnummers en verticaal de pH-H2O. In de grafieken staan gemiddelden van de blanco bakken (onderbroken lijn---) en alle bakken met planten (ononderbroken lijn——)uitgezet. De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheids interval) is aangegeven (↕).



Figuur 10

De pH-H2O en het electrisch geleidingsvermogen (E.G.V.) in de tijd voor de bakken met rijke grond. In de bovenste grafiek (A) staat horizontaal de tijd, aangegeven met dagnummers (24 september=0, 8 oktober=14, 4 november=41, etc.),en verticaal het electrisch geleidingsvermogen, uitgedrukt in mho. In de onderste grafiek (B) staat horizontaal weer de tijd aangegeven met dagnummers en verticaal de pH-H2O. In de grafieken staan gemiddelden van de blanco bakken (onderbroken lijn) en alle bakken met planten (ononderbroken lijn) uitgezet. De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheidsinterval) is aangegeven ( ).

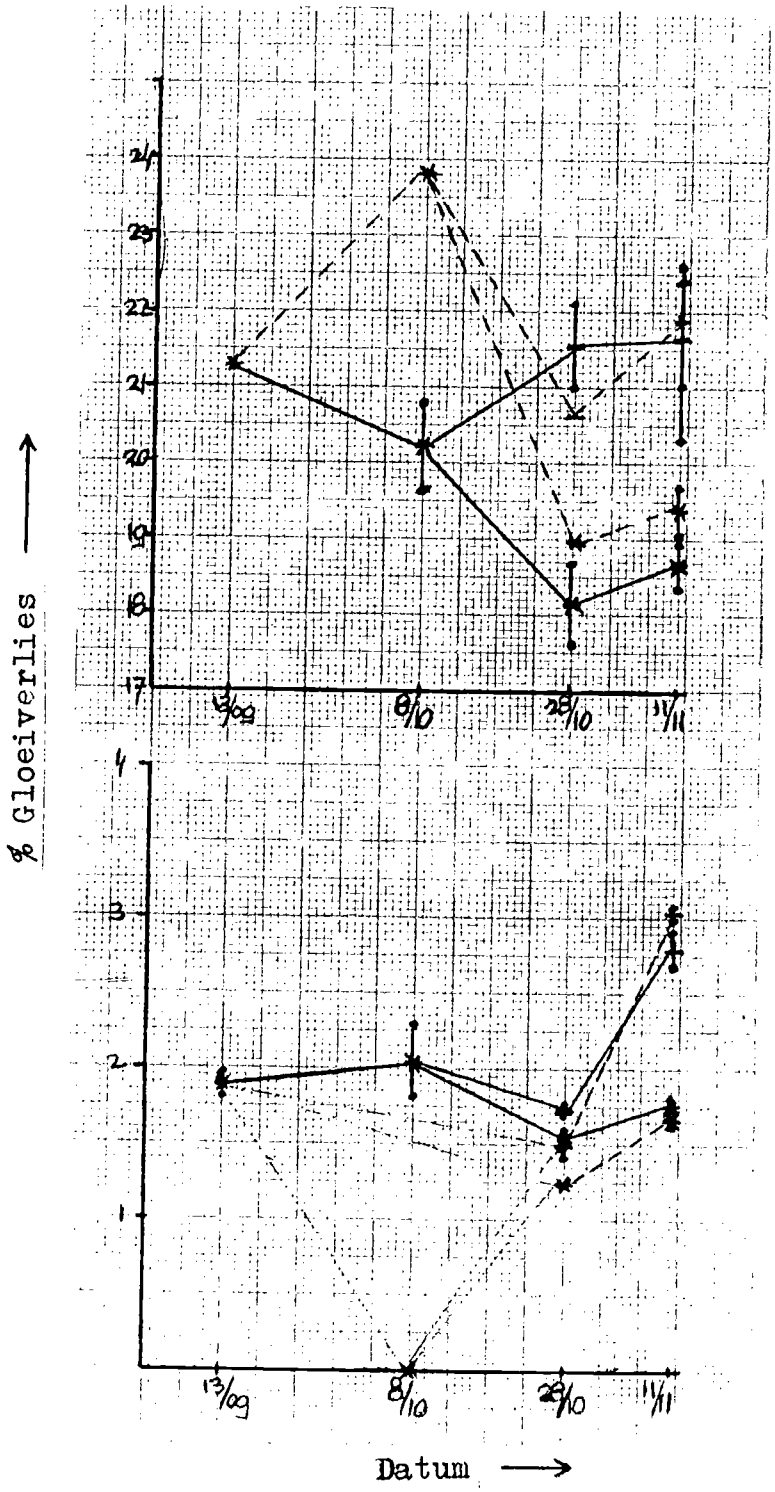


3.1.8 Gloeibepaling

Er is geen variantieanalyse toegepast op de resultaten van deze bepaling.
Naar de figuur kijkend (fig.11), lijkt het ongeveer gelijk te blijven in de tijd (met fluktuaties).
Wel lijkt het bovenste laagje grond af te wijken van het gemiddelde van de grond van de bak, wat betreft het gloeiverlies.

Figuur 11

Het gloeiverlies in de tijd. De bovenste (A) grafiek geeft dit aan voor de bakken met rijke grond, de onderste (B) voor arme grond. Horizontaal staat de datum, verticaal het % gloeiverlies. In de grafieken staan gemiddelden van de blanco bakken (onderbroken lijn- - -) en alle bakken met planten (ononderbroken lijn ——) uitgezet met onderscheid tussen het gemiddelde gloeiverlies over de gehele bak (✱) en over het bovenste laagje (—) . De standaarddeviatie van het gemiddelde (66% betrouwbaarheidsinterval) is aangegeven.



3.2 Groeianalyse

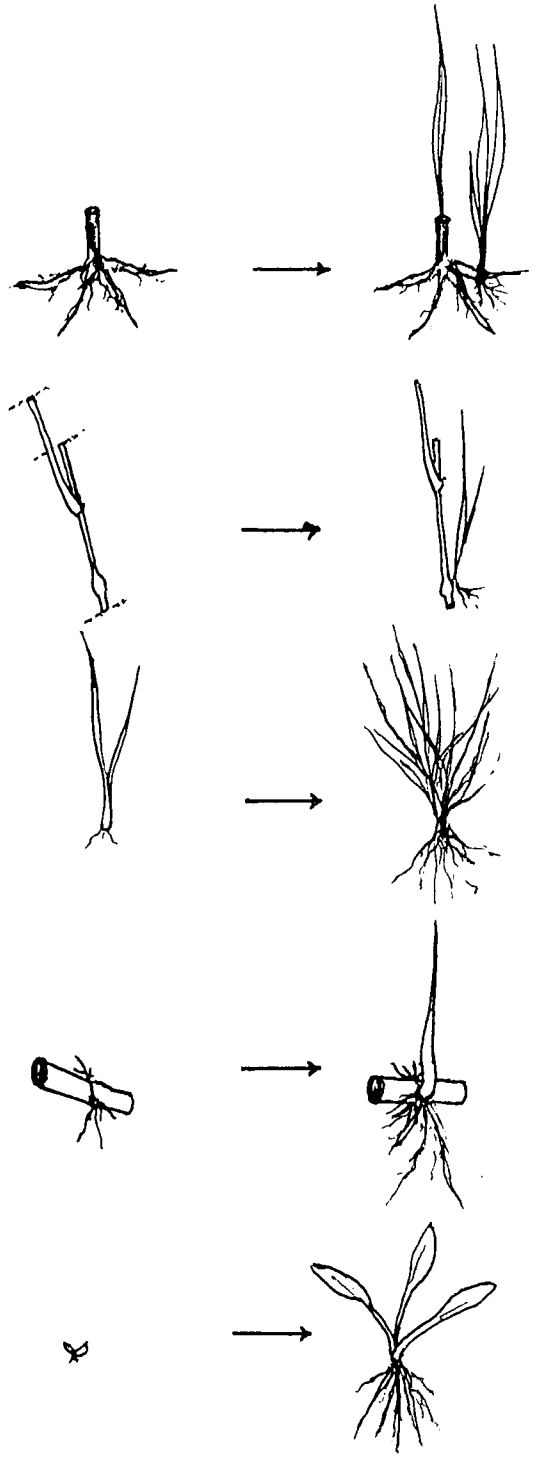
3.2.1 De waargenomen groei

Gedurende het onderzoek zijn stekken uitgegroeid op de in figuur 12 aangegeven wijze.

3.2.2 De kurve-fitting

Het fitten der 'rijke' kurves is steeds goed gelukt.
Het op deze basis fitten van de 'arme' kurves, door de waarden van de parameters NT, PX1, PX2 en NO in te tunen verloopt echter minder goed.
Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de gemiddelden der arme oogsten ongeveer gelijk of zelfs iets hoger liggen dan de rijke.
Blijkbaar is er bij beiden nog geen beperking aan nutriënten.
Als gevolg hiervan is er geen onderscheid te maken tussen Arm en Rijk.
Vandaar dat uiteindelijk de kurves aan de gemiddelde (Arme + Rijke) meetpunten gefit zijn.
Deze blijken in het algemeen ook beter te passen dan de afzonderlijke arme of rijke. Het verschil tussen Arm en Rijk, dat door de oogsten niet tot uiting komt, wordt medio december '85 wel gevonden in de kas: Rijk staat er in het algemeen (véél) beter wat biomassa betreft bij dan Arm. Slechts in één geval, Agrostis generatief, bleek het mogelijk te zijn een arme kurve te fitten.
De waarde voor NT is hier de reële waarde in de arme bakken. Per plant zal er ongeveer .475 g stikstof aanwezig zijn (berekend op basis van de chemische analyse), wat echter niet beschikbaar hoeft te zijn daar het berekend is op basis van een stikstof-totaal bepaling.

De resultaten van de kurve-fitting zijn te vinden in figuur 13.



Calamagrostis ep.

- nieuwe spruit uit stam
- nieuwe plant uit wortelknoop

Agrostis stol.

- nieuwe plant uit stengelknoop

Puccinellia mar.

- stek groeit door, pol-(zode-) vorming

Phragmites aus.

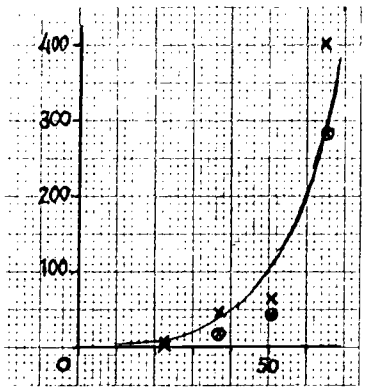
- vorming nieuwe plant uit stolonknoop

Aster trip.

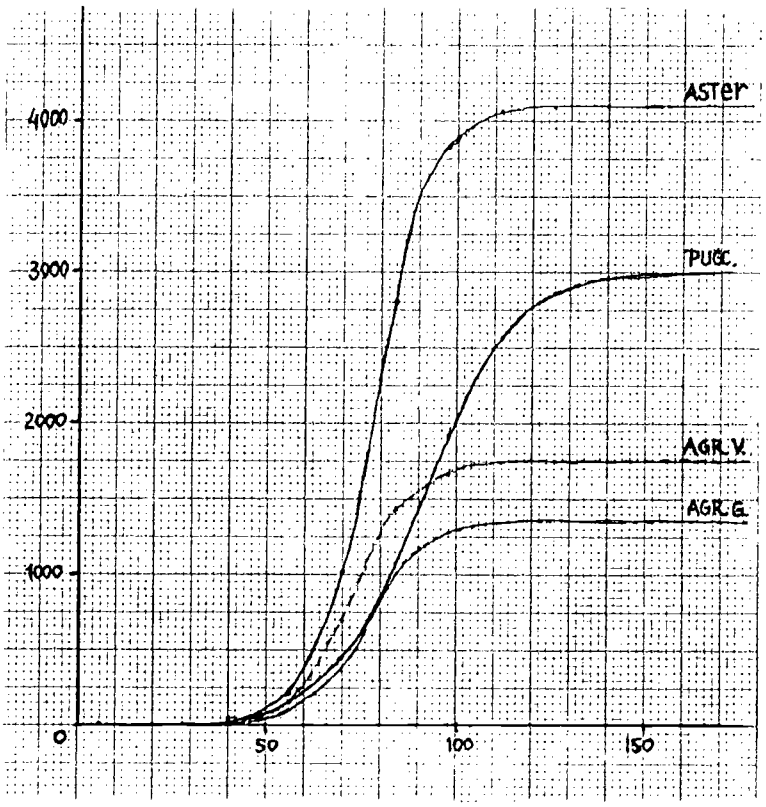
- plantje groeit door

Figuur 12 : De groei van de verschillende plantensoorten na ongeveer één maand.

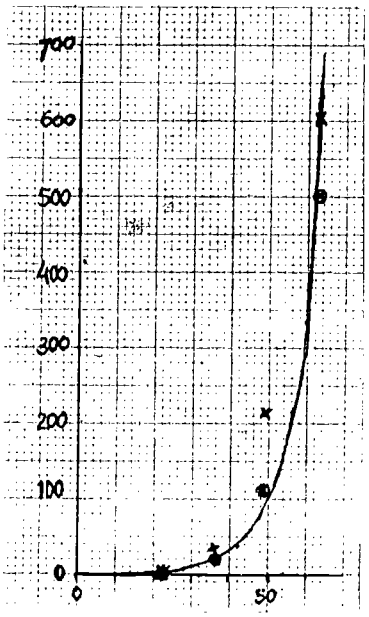
Figuur 13 : Resultaten van de curve-fitting aan vier soorten op basis van 4x8 oogsten per soort. In figuren b t/m e zijn de gefitte curves uitgezet over de eerste 65 dagen, samen met de gemiddelden van de oogsten.
⊗ = Rijk, × = Arm



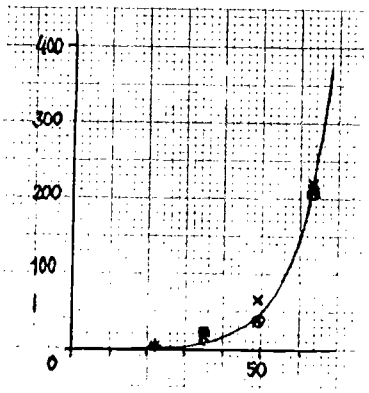
b. PUCC.



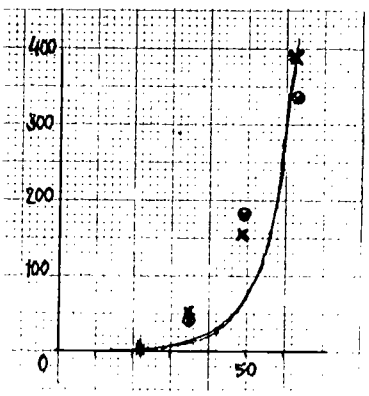
a. TOTAAL



c. ASTER



d. AGR. GEN.



e. AGR. VEG.

De bijbehorende parameters worden vermeld in tabel 1. De korrelaties variëren van .91 tot .99.
Wat dit aangaat is de ligging van de kurven ten opzichte van de meetpunten (gemiddelden der oogsten) goed. De squares, die wat zeggen over de afstand van de meetpunten tot de kurven zijn ook zeer redelijk tot goed: de lineaire in de meeste gevallen veel kleiner dan 0.1 en de logarithmische rond de 1.

Figuur 13a beschouwend vallen een aantal dingen op. Aster blijkt, als enige niet-Graminae in het gezelschap, uiteindelijk het hoogste gewicht te bereiken. Agrostis - vegetatief en generatief - ligt vrij laag, waarbij A. vegetatief hoger ligt dan A. generatief.

In twee gevallen bleek een darmancy-effekt. Puccinellia-totaal blijkt een begin-dormancy (SO) van .95 te vertonen, afnemende tot 1.00 na 35 dagen (ST). Het hoogste gewicht wordt in vergelijking met de andere soorten daardoor laat bereikt.
Agrostis vegetatief-totaal blijkt een korte doch hevige dormancy te vertonen van SO=.90 en ST= 20 dagen. Bij Agrostis vegetatief en in mindere mate Puccinellia maritima is het de vraag of de invloed van het laatste meetpunt wellicht niet te groot is.

In figuur 13b t/m e zijn per soort de gefitte kurves nogmaals uitgezet over de eerste 65 dagen. Tevens zijn uitgezet de korresponderende meetpunten.
Dit zijn gemiddelden, alhoewel de spreiding niet is aangegeven in de figuur.
Opvallend is dat in meerderheid (tien van de zestien gevallen!) de gemiddelden van de arme oogsten hoger liggen dan de rijke. In het algemeen vallen de meetpunten redelijk tot goed rond de kurve, iets wat al eerder gekonstateerd is uit tabel 1.
Agrostis vegetatief is de enige die slechts matig past. Dit blijkt ook uit tabel 1 waar met name de logarithmi-

Tabel 1 : De waarden van de parameters voor de best-passende modelgroeikurves van de verschillende soorten.

T = Totaal = Arm + Rijk (gemiddeld)
A = Arm R = Rijk

COR = Korrelatie
SQR = Squaire-waarde

Een punt (.) geeft aan dat de betreffende parameter zodanig is gekozen dat hij buiten spel is gezet. Voor de waarden van die parameters, zie Materiaal & Methode (blz. 11 ev.).

	Aster	Puccinellia			Agr.v	Agrostis generatief		
	T	T	A	R	T	T	R	A
X_0	0.2	2	2	2	0.1	0.1	0.1	0.1
R_x	0.134	0.084	0.075	0.075	0.144	0.133	0.132	0.132
M_x	4100	3000	5000	5000	1700	1350	1350	1350
S_o	.	0.95	.	.	0.90	.	.	.
S_t	.	35	.	.	20	.	.	.
N_t	.	.	.	.	.	.	.	0.475
P_{x1}	.	.	.	.	.	.	.	0.54
P_{x2}	.	.	.	.	.	.	.	0.024
N_{xo}	.	.	.	.	.	.	.	0.005
N_{xL}	.	.	.	.	.	.	.	.
COR:								
LIN	.9977	.9816	.9777	.9769	.9556	.9989	.9990	.9951
LN	.9975	.9793	.9593	.9586	.9101	.9987	.9922	.9955
SQR:								
LIN	.0400	.0615	.1936	.0825	.1197	.0163	.0120	.0291
LN	1.4474	.9168	1.3953	.8984	3.2325	1.5790	1.5251	1.7082

sche SQR-waarde zeer hoog is, in vergelijking met de andere soorten.

3.2.3 Spruit-wortel verhoudingen

Als gevolg van het feit dat bij Phragmites en Calamagrostis het zeer moeilijk / onmogelijk was het wortelmateriaal van 'moeder' en nieuwe plant te scheiden, is er geen spruit-wortel verhoudingen-berekening uitgevoerd bij deze soorten.
Van de andere soorten zijn de berekende spruit-wortel verhoudingen te vinden in tabel 2.
Deze zijn berekend op basis van de oogstgegevens (bijlage 3).
Er blijkt nauwelijks enige lijn in de cijfers te zijn, niet in de tijd, en niet in een vergelijking Arm - Rijk cq geknipt - ongeknipt.
Slechts bij Agrostis generatief is, en dan alleen nog bij Rijk, de spruit-wortel verhouding van geknipt duidelijk hoger dan van ongeknipt.

3.2.4 Sterfte

In tabel 3 is de gemiddelde sterfte per plantensoort uitgezet.
Het blijkt dat deze bij Phragmites en Calamagrostis zeer hoog is, met respektievelijk ongeveer 78 en 62 %.
Als gevolg hiervan zijn er aan het eind van de proef nog weinig of geen planten over.
De sterfte is in het algemeen het gevolg van het niet uitlopen en afsterven van de stek.
Hiernaast speelt bij Phragmites ook sterfte ten gevolge van de kunstmatige begrazing een rol.

De sterfte bij de overige soorten, Agrostis, Puccinellia, en Aster is aanvaardbaar, gezien het aantal planten aan het eind van de proef.
Het lage aantal Aster-planten op 26-11-'85 wordt veroorzaakt door een kleine inplant.

Tabel 2 : Overzicht van de op basis van de oogsten (zie bijlage 4) berekende gemiddelde spruit-wortel verhoudingen per regime-kombinatie per soort.

Tijd in dagen; p en q zijn de beide verschillende berekeningswijzen, zie 2.7.2.2.

		AGG		AGV		AST		PUCC	
	tijd	p	q	p	q	p	q	p	q
R +	21	6.3	6.0	19.0	19.0	6.0	5.3	1.2	0.9
	35	8.0	6.0	4.0	4.0	5.1	1.0	5.0	5.6
	49	17.0	6.6	10.3	5.8	4.1	3.4	8.7	5.7
	63	13.0	10.3	5.1	4.8	3.2	2.7	9.4	8.2
-	21	3.9	3.9	1.0	1.0	2.3	2.7	0.9	0.7
	35	4.5	4.9	13.5	6.7	5.7	6.1	2.1	2.2
	49	3.0	3.8	8.1	4.7	3.4	3.3	3.2	3.1
	63	3.5	2.5	6.5	1.2	3.5	2.0	4.0	3.8
A +	21	4.5	3.4	2.5	2.0	2.8	2.8	3.2	2.1
	35	6.1	1.5	5.0	4.0	3.9	3.3	4.7	2.3
	49	6.0	5.9	10.3	8.7	4.1	4.2	3.1	2.9
	63	5.8	4.3	8.7	6.8	5.4	4.0	7.1	4.6
-	21	13.5	14.0	4.0	4.0	4.0	1.5	2.8	1.7
	35	14.7	6.7	6.7	2.8	6.7	6.6	3.7	2.5
	49	7.0	6.9	8.4	8.4	2,9	2.7	4.6	4.4
	63	2.9	2.7	3.7	3.7	3.6	2.6	2.7	2.6

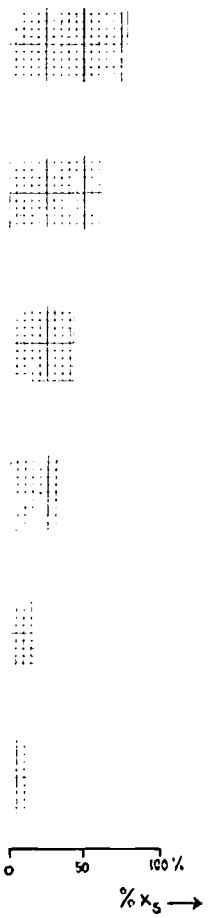
Tabel 3 : De sterfte percentages voor de verschillende soorten en regimes.

t_o - aantal planten aan het begin
t26 - aantal planten aan het eind (26 nov'85)

%x - sterfte percentage (per regime)
$\%x_s$ - gemiddeld sterfte percentage over de soort

N.B.: Naast de sterfte heeft ook het oogsten invloed op het aantal planten op 26.

soort	regime		t_o	t26	%x	$\%x_s$
PHR	A	+	36	0	56	77.8 ± 7.8
		-	45	0	82	
	R	+	36	0	83	
		-	45	0	87	
CAL	A	+	36	4	56	61.7 ± 4.4
		-	45	2	73	
	R	+	36	5	53	
		-	45	6	62	
AGG	A	+	64	29	31	42.2 ± 3.9
		-	64	20	47	
	R	+	64	23	42	
		-	64	20	48	
AGV	A	+	64	33	27	30.5 ± 2.3
		-	64	34	27	
	R	+	64	33	33	
		-	64	30	36	
PUC	A	+	64	36	16	16.4 ± 1.9
		-	64	34	22	
	R	+	64	40	13	
		-	64	39	16	
AST	A	+	26	8	12	10.7 ± 1.7
		-	26	8	15	
	R	+	25	7	8	
		-	26	8	8	



4. Diskussie

4.1 De monitoring

Tijdens de duur van de proef is gekonstateerd, dat er in de bakken ontmenging optrad; door waterstroming (besproeiing) ging het zand naar onderen en dreef de potgrond meer naar boven. Dit werd ook nog eens verergerd doordat de menging in het begin al niet optimaal was door klontering van de potgrond.
Dit heeft geleid tot fouten in de bemonstering.

Met betrekking tot de gemeten gehaltes, N- en P-totaal, K^+ en Ca^{++}, kan samengevat gezegd worden dat deze over het geheel genomen tijdens de betrokken periode (13-9 tot 11-11-1985) met soms grote fluktuaties vrij konstant zijn gebleven. Deze fluktuaties, die bij de variantie-analyse soms ook signifikant bleken, dienen te moeten worden toegeschreven aan bovengenoemde problemen in de monstering.
Er is getracht de bepalingen zo konstant mogelijk te doen, door deze steeds door dezelfde persoon te laten verrichten.

De NaCl-meting is de enige die een bepaalde trend te zien geeft. De eerste meting na de zouttoevoeging (op 15-9) geeft een chloride-gehalte dat ongeveer tien keer te hoog is dan verwacht op basis van de toegevoegde hoeveelheid zout.
Dit beeld treedt op bij alle bemonsterde bakken, zodat het onwaarschijnlijk is dat de oorzaak in de richting van een monsterfout te zoeken is. In de tijd wordt er een afname van het zoutgehalte gemeten, die signifikant blijkt te zijn, ook in de gesloten blancobakken.
Op 11-11 blijkt het zoutgehalte nog steeds ongeveer twee à drie keer te hoog te zijn.
Het is zeer onwaarschijnlijk dat er een fout is gemaakt bij de toevoeging van het zout aan de grond; mogelijk is echter een grove rekenfout de oorzaak (?!).
Een andere mogelijkheid is dat het zout zichin bepaalde delen van de bak ophoopt door de regelmatige besproeiing.

Het ontstaan van verschillende micromilieus in een bak als gevolg van ontmenging is reeds eerder genoemd.
Er is gekonstateerd dat langs de wand van de bak, iets onder het bodemoppervlak zich een wit randje vormde.
Bij een kleine steekproef, die gebeurde door uit een aantal bakken dit randje af te schrapen en te analyseren, werden daar zoutgehaltes gevonden van ongeveer 0.5 g NaCl per 100 g droge grond (B-cijfer).
Ook is er een steekproef (n=2) genomen om te checken of er zich een zoutkorst boven op het oppervlak vormde. Dit bleek niet zo te zijn (B-cijfer: 0.25).
Hoewel deze cijfers lager zijn dan was te verwachten in geval van zoutkorstvorming is dit toch een aanwijzing voor het plaatselijk ophopen van NaCl.

De gemeten stikstof-gehaltes blijken op een nivo te liggen van 180 ppm stikstof voor de arme, en 3000 voor de rijke grond. Dit is een faktor zes à tien hoger dan was verwacht.
Het is zeer onwaarschijnlijk dat dergelijke hoge konsentraties ontstaan door menging van potgrond en zand, zodat helaas de konklusie moet worden getrokken dat er een systematische rekenfout.
Waarschijnlijk zijn alle stikstofgehaltes een faktor tien te hoog.

Het gloeiverlies is bepaald met de bedoeling iets te kunnen zeggen over de verwachte (bijv. Quené, 1985) algengroei.
Er is gekonstateerd dat in elke bak (dus ook in de blancobakken) algengroei optrad, resulterend in een groenig worden van de bovenlaag.
Deze algengroei was niet zeer hevig en de algen-aanwezigheid bleef min of meer konstant zoals bij de verschillende bezoeken in de loop van de proef werd gekonstateerd.
Toch wordt er een beduidend verschil gevonden tussen het gloeiverlies van het bovenste laagje grond en het gemiddelde gloeiverlies over de gehele bak (dit verschil is alleen gemaakt voor de laatste twee metingen).
De oorzaak hiervan is de reeds eerder genoemde ontmenging van de grond.
Het bovenste laagje zal hierdoor meer potgrond bevatten, dus meer organisch materiaal dus een hoger gloeiverlies te zien geven.
Het bepalen van het gloeiverlies is hier dus geen goede methode voor het kwantificeren van de algengroei.
Echter doordat deze groei toch gering is gebleken kan de invloed van de algen gedurende het verloop van déze proef worden verwaarloosd.
De gloeibepaling is een vrij ruwe bepaling; te grof om hier de algengroei te kwantificeren.
Mocht kwantifikatie van algengroei in een later stadium toch nodig blijken dan moet aan andere methodes worden gedacht, zoals bijvoorbeeld het met behulp van de mikroscoop tellen van het voorkomen van algen in een oppervlaktemonster.
Tevens zal er een methode bedacht kunnen worden voor het kwantificeren van de groei van blad- en levermossen, die vooral tegen het einde van deze proef (november) niet onaanzienlijk was; in deze proef is dit probleem echter niet beschouwd.

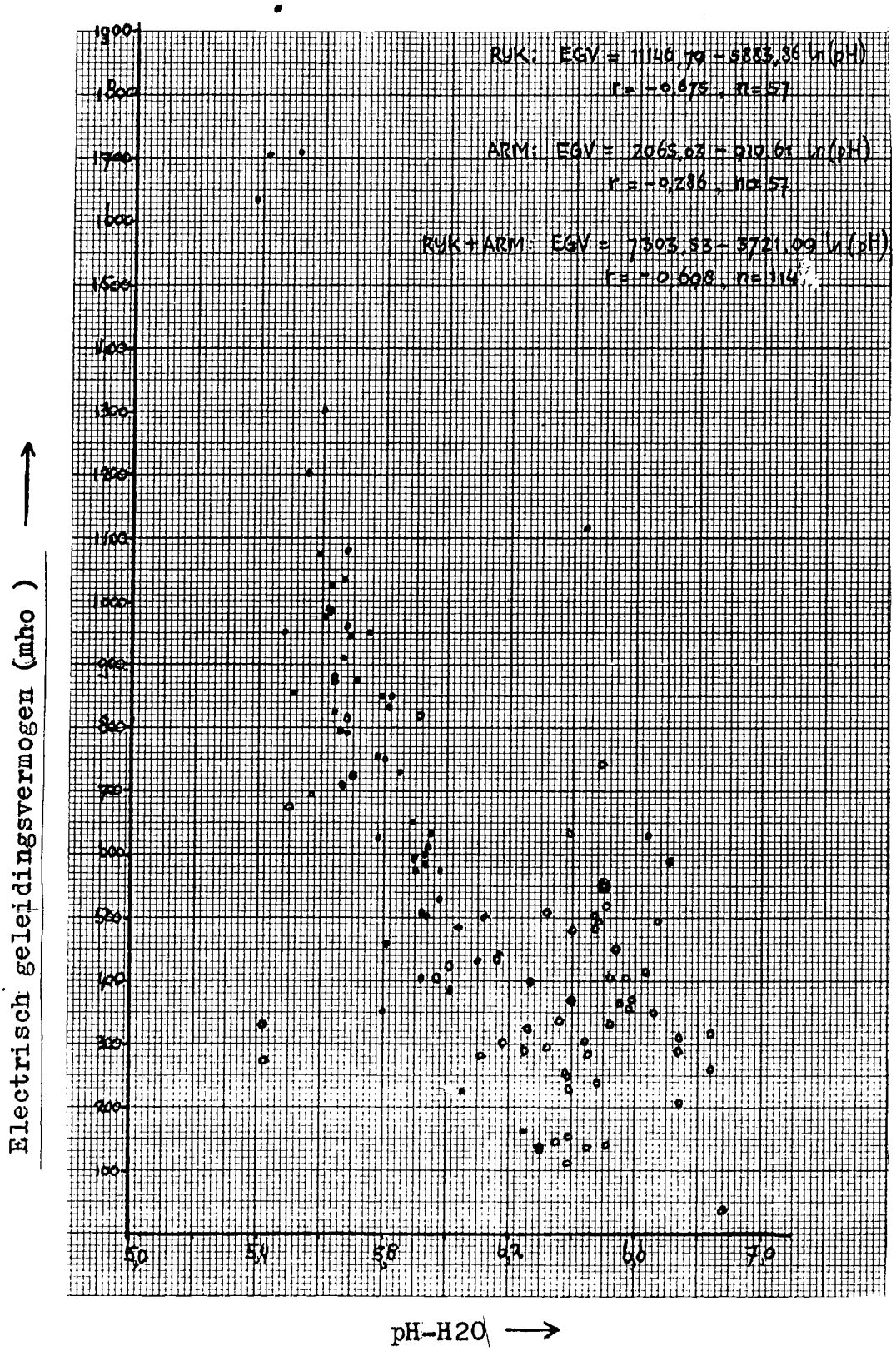
Aanvankelijk werd gehoopt door het meten van het elektrisch geleidingsvermogen en de zuurgraad iets te kunnen zeggen over respektievelijk de rijkdom van de bodem in het algemeen (aantal beschikbare voedingsionen) en het calcium-gehalte.
Reeds na enige metingen bleek dat de gemeten waarden enorme schommelingen te zien gaven, zowel binnen duplo's als tussen de verschillende monsters.
Hierdoor is de doelstelling van beide metingen, EGV en pH, niet haalbaar.
Voor geen der betrokken plantesoorten, noch voor de blanco-bakken is een duidelijke trend tot toe- of afname van EGV of pH zichtbaar in de tijd (figuur 9 en 10).
Gesteld mag worden dat deze, met grote (signifikante) fluktuaties ongeveer konstant blijven.

Tijdens de metingen werd er een negatief logarithmisch verband gevonden tussen EGV en pH (zie figuur 14).
De oorzaak van dit verband ligt hier vermoedelijk in de eigenschap van de potgrond: het is rijke grond (hoge EGV) en bevat humuszuren (lage pH).
Een monster met wat meer potgrond zal dus èn een hogere EGV èn een lagere pH hebben ten opzichte van een ander monster met minder potgrond.

Als gevolg van het feit dat EGV en pH niet of nauwelijks gebruikt kunnen worden om iets te kunnen zeggen over de toestand van de bodem, zal het noodzakelijk zijn om voor het monitoren gedurende het vervolg van de proef de bodemanalyses te blijven uitvoeren.
Het is ook aan te raden de calcium-bepaling in het pakket van bepalingen op te nemen, ook al omdat het een bepaling is die weinig tijd en grond vergt.
De chemische bepalingen kunnen wel wat minder vaak worden gedaan; in deze fase van de proef had een monitoringscyclus van eens in de drie à vier weken geen afbreuk gedaan aan het goed volgen van de ontwikkeling

Figuur 14

De relatie E.G.V. en pH-H2O . In de grafiek staat horizontaal de pH-H2O en verticaal het electrisch geleidingsvermogen in mho. Gebruik gemaakt is van gemiddelden van duplo-bepalingen (bijlage 2). De stippen (•) zijn afkomstig van bakken met rijke grond, de cirkeltjes (o) zijn afkomstig van bakken met arme grond.



van de bodemsamenstelling.

In de looptijd van deze proef is het niet noodzakelijk gebleken nutriënten toe te voegen; de planten waren nog in het begin van de groeifase en hadden nog weinig van de bodemnutriënten verbruikt.
Bij bezoeken halfweg december, toen de planten zichtbaar waren gegroeid, was bij sommige planten, met name Aster en Agrostis, in bakken met arme grond chlorose van de bladeren zichtbaar, wat op stikstof-gebrek zou wijzen (mondelinge mededeling D.M.Pegtel).
Het is dus mogelijk dat een volgende monitorronde reden zal geven voor nutriëntentoevoeging om zo de toestand van de bodem weer ongeveer in dezelfde toestand te brengen als in het begin.
Deze bijmesting zal zeer waarschijnlijk problemen geven.
Er is namelijk een grote kans dat de toegevoegde nutriënten helemaal niet in de bepalingen zijn terug te vinden of niet beschikbaar zijn voor de planten (Van Keulen, 1985).
Een voorbeeld van deze problematiek is wellicht de toevoeging van zout (NaCl) in deze proef.
Een mogelijkheid om dit probleem aan te pakken is door nader het verband te onderzoeken tussen wat wordt toegevoegd en wat wordt teruggevonden (m.b.v. ijkkurves).
Een andere mogelijkheid is om over te gaan op waterkultures waarbij het gemakkelijk is het medium in de hand te houden wat betreft nutriënten- en zoutkoncentraties (Pegtel, 1984).
Echter ook bij waterkultures zouden er verschillende microklimaten kunnen ontstaan door ophoping van nutriënten en of zout.
Bovendien is voldoende beluchten dan een probleem.

Indien niet tot waterkultures wordt overgegaan, verdient het in ieder geval aanbeveling meer grond in de bakken te doen dan de bij deze proef gebruikte

vijf centimeter.
De wortels kunnen dan langer vertikaal groeien zodat ze minder snel met de wortels van de buurplanten gaan overlappen, alhoewel het oogsten als gevolg van de grotere hoeveelheid grond wellicht wordt bemoeilijkt.
Ook is in overweging te nemen minder planten per bak te zetten.
Dit zal, naast de ondergrondse woekering (vooral bij Calamagrostis), ook de bovengrondse overwoekering (bij Agrostis) enige mate doen verminderen.

Een andere oplossing, waarvan het de bedoeling is dat die in vervolgonderzoek gebruikt zal worden, zal een aantal problemen vermijden.
Het plan is namelijk dat de individuele planten afzonderlijk in potten worden gehouden in plaats van meerdere individuen per bak zoals in deze proef.
De monstering wordt hierdoor gemakkelijker en de interferentie als gevolg van wortel- en bladoverlap zal zo voorkomen worden.
Het eventueel nemen van pH- cq EGV-monsters tussentijds zal echter bemoeilijkt worden.

Naast de chemische bepalingen zal echter de plant ook in de gaten moeten worden gehouden met het oog op bijvoorbeeld chlorose.

4.2 Groeianalyse

De tijdens de proefperiode gekonstateerde groei is in het algemeen relatief laag. Het blijkt dat alle onderzochte soorten (Aster, Puccinellia en Agrostis) nog in het begin van de logistische groeikurve verkeren. Dit is waarschijnlijk ook de oorzaak voor het feit dat er geen verschil is gevonden tussen de groei van de verschillende soorten op arme, en op rijke grond. Dit verschil is overigens wel gekonstateerd in december 1985 tijdens een bezoek aan de kas.

Voor de planten die uit het veld zijn gehaald is er mogelijk sprake geweest van groeiremming. Om dit te ondervangen is een dormancy-faktor gebruikt.
Men kan zich afvragen of deze faktor niets meer is dan een extra parameter, waardoor de kurves beter fitten. Echter, het is een logisch beredeneerde faktor. Het geeft groeiremming weer die mogelijk veroorzaakt wordt door najaarsdormancy. Men zal echter kritisch de resultaten moeten beschouwen, daar het een extra parameter blijft die automatisch een betere fitting kan geven.

De gevonden groeiremming bij Agrostis vegetatief lijkt geen geval van dormancy.
De kurve fit niet goed aan de meetpunten en het laatste meetpunt lijkt een te grote invloed te hebben op de ligging van de kurve. De dormancy-faktor wordt hier gebruikt als extra fittingsparameter.
Bovendien zijn de planten (zowel generatief als vegetatief) opgekweekt uit kasmateriaal. In die situatie lijkt de invloed van najaarsdormancy minder relevant.
Bij Puccinellia is de ligging van de kurve echter zodanig dat er wel van dormancy sprake lijkt te zijn.
Bovendien is dit materiaal verzameld in het veld.

In tabel 5 zijn de ingetunede waarden voor RX, de maximale relatieve groeisnelheid, vergeleken met die, gevonden door Smit (1985).

Tabel 5: Vergelijking van de gevonden waarden voor R_x, de maximale relatieve groeisnelheid, met die van Smit (1985) van drie soorten.

	R_x	Smit
Agrostis stol.		.244
Generatief	.133	
Vegetatief	.144	
Aster tripolium	.134	.133
Puccinellia mar.	.084	.156

Het blijkt dat de gevonden waarde voor Aster goed overeenkomt met de waarde voor RX gevonden door Smit.
Bij vergelijking van Puccinellia en Agrostis (zowel vegetatief als generatief) blijken deze echter in grote mate te verschillen van Smit (1985), waarbij de in dit onderzoek gevonden waarden voor RX veel lager liggen.
De oorzaak hiervoor zou kunnen liggen in het feit dat Aster is opgekweekt uit zaad en beide andere soorten, Agrostis en Puccinellia uit stekken.
Het is onwaarschijnlijk dat het gevonden verschil veroorzaakt wordt door een vorm van dormancy, geindiceerd door de tijd van het jaar (najaar). Toch vindt er een bepaalde groeiremming plaats in vergelijking met Smit (1985).

Ondanks het feit dat de groeianalyse verre van gekompleteerd is - slechts de resultaten van de genoemde drie soorten zijn onderzocht en dan alleen de ongeknipte - in verband met tijdgebrek, lijkt het aan te raden in vervolgproeven uit te gaan van zaad.
Het nadeel hiervan is dat men dan ook te maken kan krijgen met individuen die in het veld

Het nadeel hiervan is dat met dan ook te maken kan krijgen met individuen die in het vrije veld niet of minder levensvatbaar zouden zijn (mond.med. L.F.M. Fresco).
Dit bezwaar wordt juist ondervangen door het nemen van stekken.
Dit in overweging nemende zal hier een keuze genomen moeten worden.

De vergelijking van de soorten onderling wijst uit dat Aster het hoogste gewicht bereikt, gevolgd door Puccinellia en beide Agrostissen, die relatief het laagste maximumgewicht bereiken.
Hierbij moet gezegd worden dat het verschil tussen Agrostis vegetatief en A.generatief kleiner is dan de verschillen tussen de soorten onderling (n = 3

soorten!), maar toch doet A.vegetatief het beter dan A.generatief.
Dit blijkt niet alleen uit de groeianalyse, maar ook bij bezoeken aan de kas was dit verschil reeds opgevallen.

Het moet duidelijk gesteld worden dat de proef, zoals die is beschreven slechts gedeeltelijk is uitgevoerd.
De planten begonnen juist te groeien toen er gestopt werd.
Het is evident dat er met oogsten moet worden doorgegaan om tot een volledige groeianalyse te komen.
De konstatering dat de planten nog in het begin van de groeifase zijn wordt bevestigd door het ontbreken van duidelijke trends in de spruit-wortel verhoudingen.
Uit de literatuur (o.a. Brouwer, 1983; Van Keulen, 1985) blijkt dat de spruit-wortel verhouding verschuift in die richting
waar groeibelemmering plaatsvindt.
Bij arme grond bijvoorbeeld zou er dus relatief meer wortel verwacht worden.
Er is echter geen duidelijk verschil te vinden tussen Arm-Rijk en geknipt-ongeknipt.
Alleen bij Agrostis generatief is er bij geknipte planten ten opzichte van ongeknipte een iets hogere spruit-wortel verhouding te bemerken wat overeen zou komen met de verwachte hogere investering in de spruit bij geknipte planten.

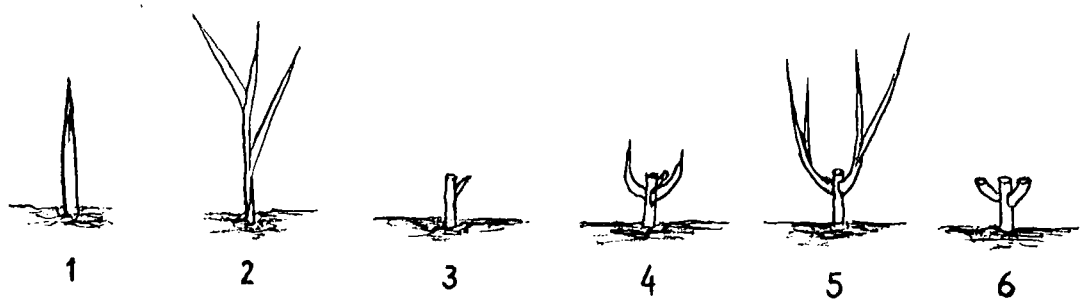
4.3 Kunstmatige begrazing

Wat betreft het knippen verdient het aanbeveling de planten minder kort af te knippen.
Quené (1985) vond al dat na tot één centimeter afknippen de planten slecht overleefden. Ook in deze proef, met een 2½ cm bovengronds knipregime (per drie weken)

overleefden met name Phragmites en Calamagrostis dit slecht.
De stolonen van Phragmites liepen kwantitatief gezien slecht uit, wellicht een gevolg van dormancy als gevolg van de tijd van het jaar.
Waarschijnlijk zal een opnieuw inzetten van Phragmites in het voorjaar met nieuw materiaal wat dit betreft betere resultaten geven.
De spruiten die opkwamen werden in veel gevallen dood geknipt.
De door Van Deursen & Strik (1984) gekonstateerde reaktie van deze soort op knippen/grazen, namelijk dat de standing crop lager en dichter wordt, is slechts een enkele maal waargenomen.
Zie figuur 15, waarin de waargenomen reaktie van Phragmites op knippen staat beschreven.

Een oplossing voor deze knipsterfte is wellicht het knippen op een verschuivend niveau.
De eerste maal knipt men dan gewoon op bijvoorbeeld twee centimeter.
De volgende keer echter knipt men één centimeter hoger, etcetera.
Eventueel kan men na een aantal keer knippen besluiten het niveau te handhaven en niet verder te verhogen.
De plant heeft op deze manier meer kans te overleven.
In hoeverre dit echter overeenkomst heeft met de veldsituatie kan men zich afvragen.

Bij Calamagrostis speelt het probleem heel anders.
Hier wordt de sterfte veroorzaakt door de manier van stekken.
De beoogde uitgroei (zie figuur 12) vindt onvoldoende (kwantitatief gezien) plaats.



Figuur 15 : De waargenomen reaktie van planten van Phragmites australis op een drie-wekelijkse kunstmatige begrazing (knippen) van twee-en-een-halve centimeter boven de grond.

1. uitloper
2. bladvorming
3. plant na begrazing

Na dit stadium legt het grootste deel van de planten het loodje. Mogelijk is echter:

4. vorming van een aantal nieuwe spruiten
5. bladvorming nieuwe spruiten; de oude 'stam' loopt niet meer uit
6. plant na begrazing

Zie voor vervolg de opmerking na 3.

Mogelijk is dit weer een gevolg van het optreden van de door D.M.Pegtel (mond. med.) genoemde faktor dormancy.
Een manier om dit te ondervangen is wellicht het hoger afknippen van de stekken, zodanig dat er een groter deel van de spruit aanwezig blijft.

De reaktie van de andere soorten, Aster, Agrostis (zowel vegetatief als generatief) en Puccinellia op de kunstmatige begrazing is bevredigend te noemen. Er vond weinig sterfte plaats, zodat er voldoende materiaal overbleef voor vervolgproeven.

5. Konklusies

5.1 Monitoring

- Uit de monitoring blijkt dat, met fluktuaties, de gemeten bodemnutriënten ongeveer konstant zijn gebleven tijdens de duur van de proef (drie maanden).
- Het zoutgehalte ligt, ondanks een door lokale ophoping veroorzaakte afname in de tijd, tijdens deze proef door niet opgehelderde oorzaken op een te hoog nivo.
- Metingen van de zuurgraad en het elektrisch geleidingsvermogen kunnen niet gebruikt worden om het monitoren te vergemakkelijken.
- De calcium-bepaling dient in het pakket monitoringbepalingen te worden opgenomen.
- Algengroei te kwantificeren door middel van een gloeibepaling blijkt een onzuivere methode voornamelijk veroorzaakt door de ontmenging van de grond.
- Het toevoegen van nutriënten aan de grond om de verschillende gehaltes wederom op peil te brengen, zal waarschijnlijk op problemen stuiten en zal zorgvuldig moeten worden benaderd.

5.2 Groei en groeianalyse

- Aan het einde van deze korte proef waren de planten pas in het begin van de groeifase, waardoor er geen verschillen zijn gevonden tussen de diverse ingestelde regimes.
- Er is geen plantenmateriaal meer voor-handen van Phragmites australis, waardoor dit voor vervolgproeven opnieuw verzameld en ingezet dient te worden.
- Het optreden van groeiremming heeft op twee nivo's invloed gehad, namelijk op
  a. het uitlopen van stekmateriaal van Phragmites australis en Calamagrostis epigejos, mogelijk ten ge-

volge van dormancy

b. de verdere groei van de planten van Agrostis stolonifera en Puccinellia maritima, waarschijnlijk als gevolg van het laten opgroeien van de planten uit stekmateriaal in plaats van zaad

Dormancy speelt hier slechts een zeer kleine rol

- Het verschil dat gevonden wordt tussen Agrostis stol. generatief en vegetatief is in vergelijking met de andere twee onderzochte soorten klein, maar toch is duidelijk dat Agrostis vegetatief het beter doet dan A.generatief.
- Met name om Phragmites australis en Calamagrostis epigejos dient het knipregime herzien te worden, behalve indien men beoogt zo weinig mogelijk planten over te houden.

5.3 Algemeen

- Ondanks de beperkte tijd dient aan subfase 3-studenten toch voldoende tijd te worden geboden voor enig degelijk literatuuronderzoek.

6. Literatuur

- Brouwer, R. 1983.

Kwantitatieve aspekten van de groei.
Uit: Plantenfysiologie; A. Quispel & D. Stegwee (red.).
2e druk, pp.395-404.
Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen.

- Deursen, M. van & W. Strik 1984.

De invloed van de beweiding met pinken op de vegetatie van de Schildhoek en de Pampusplaat.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Dijkstra, C. & W. Schulte 1984.

Pinkenbeweiding en vegetatie op de Schildhoek en Pampusplaat.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Donk, R. van & H. Visser 1982.

De werking van de responsanalyse en het dynamisch groeimodel, toegepast op vegetatiepatronen in de Lauwerszeepolder.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Eagles, C.F. 1969.

Time changes of relative growth-rate in two natural populations of Dactylis glomerata L.
Annals of Botany 33: 2, pp.937-946.

- Fresco, L.F.M. 1982.

An analysis of species response curves and of competition from field data: some results from heath vegetation.
Vegetatio 48, pp.175-185.

- Fresco, L.F.M., H.P.M. van Laarhoven, M.J.J.E. Loonen & T. Moesker (in prep.).

Ecological modeling of short-term plant community dynamics under grazing with and without disturbance.

- Friso, B. & J. van Esch 1983.

Een wiskundig model van de vegetatie dynamiek in een begraasd gebied.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Hoffen, D. van 1984.

Oppervlakverzilting van ontziltende gronden in de Lauwerszee-polder.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Hunt, R. 1982.
Plant growth curves.
Edward Arnold, Londen.

- Joenje, W. 1978.
Plant colonization and succession on embanked sand-flats.
Dissertatie RUG, Haren.

- Jongman, M. 1984.
Over de populatiebiologie van Agrostis stolonifera L.
IV: Relatieve groeisnelheid.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Keulen, H. van 1985.
Modelling of growth processes in plants.
Uit: Photosynthesis and physiology of the whole plant; pp.136-160.
Org. for Ec. Co-op. and dev., Parijs.

- Loonen, M.J.J.E. & T. Moesker 1985.
Een modelmatige simulatie van de vegetatie dynamiek in de Lauwersmeer onder invloed van begrazing.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Pegtel, D.M. 1985.
Variatie tussen plantenpopulaties.
Syllabus subfase 2-kursus Populatieoecologie I, RUG, Haren.

- Quené, E. 1985.
Negatieve interferentie in een konkurrentieexperiment met drie soorten van de Lauwersmeer.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

- Smit, M.D. 1985.
Een meerfaktoren interferentie experiment met Agrostis stolonifera, Puccinellia maritima en Aster tripolium.
Dokt.verslag Pl.oec. RUG, Haren.

Bijlage 1 : De voorschriften van de chemische analyse.

Inhoud:

P - totaal.....1
Stikstof - totaal.....3
Calcium.....4
Kalium.....5
Chloride.....6
pH en Electrisch geleidingsvermogen...8
Gloeiverlies.....9

Alle voorschriften: lab Plantenoecologie Haren, behalve pH & EGV.

>taal in grond

; 2.500 gram stoof droog gemalen grond af in een destructie kolf
100 ml. Voeg 10 ml. destructie middel toe, wacht tot alle grond goed bevochtigd
Destrueer bij hoge temperatuur (stand 10)
>pel gec. salpeterzuur bij de inhoud van de kolf zolang deze zwart is.
het destruaat blank is nog 20 minuten verhitten met ontwikkeling van
e dampen. (silicium korrels blijven over).
elen en voeg 20 ml. water toe zorg ervoor dat het neerslag gedeeltelijk
st.(Si blijft neerslag)
fkoelen overspoelen in maatkolfje van 100 ml. ,aanvullen en mengen.
tueel filtreren(Mn 640)
tteer m.b.v. diluter 1 ml. extract verdund met 4 ml. a.d. en voeg vervolgens
. reagens toe.
re verdunningen zijn mogelijk ,maar het filtraat minstens 5x verdunnen.
het geheel goed en laat minstens 20 minuten staan.
de lichtabsorptie m.b.v. een spectrofotometer met doorstroom cuvet
een golflengte van 882 mu.

kening:

$- e_{bl}) \times \text{factor} \times \text{verdunning} \times \frac{100}{\text{gew. gr.}} =$ mg. P_2O_5/ 100 gr. dr. grond.

$$>r = \frac{\text{mg. per 100 ml. st.}}{(e_{st.} - e_0)}$$

ntia: Destructie mengsel : giet 400 ml. zwavelzuur gec. bij
600 ml. salpeterzuur onder afkoeling .
Na afkoelen nog 25 ml. perchloorzuur toe voegen,mengen .

Z.O.Z.

ndaardreeks

oplossing: 1.9167 gr. KH_2PO_4 per liter 1ml. = 1 mg. P_2O_5

ruiks oplossing: 10 ml. ijkoplossing verdunnen tot 1 liter 1 ml. = 0.01 mg P_2O_5

etteer uit de gebruiks oplossing 0, 2.5, 5, 10, 20, 30, 40 ml. in maatkolfjes 100 ml. en vul aan met a.d.

e standaard oplossing bevatten resp. 0.0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 P_2O_5 per 100 ml.

etteer uit de maatkolfjes 5 ml. en voeg 5 ml. mengreagens toe.

eiding van het mengreagens.

enodigde oplossingen hiervoor zijn :

$_4$ 5n. 140 ml. gec. /L (zwavelzuur bij water voegen, niet anders om !!!!)

pl. 40 gr. $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4\ H_2O$ per liter. (bewaren in bruine fles)

rbinezuur 0.86 gr. per 50 ml. (elke dag bereiden)

ntimonyltartraat 0.2743 gr. per 100 ml. (ca. week houdbaar)

olgende hoeveelheden worden nu gemengd:

4	Mo opl.	Asc. zuur	K Ant. tartr.	A.D.	Totaal vol.	
l.	12.5 ml.	25 ml.	4.2 ml.	177 ml.	260 ml.	50 bepalingen
l.	25 ml.	50 ml.	8.3 ml.	353 ml.	520 ml.	100 "
ml.	50 ml.	100 ml.	16.6 ml.	707 ml.	1040 ml.	200 "

al vooraf hoeveel meng reagens nodig is.

Stikstof Totaal in Grond

Kjeldahl- Lauro.

Weeg 1.00 gram droge grond af (bij sterk humeuze en/of veen gronden 0.500 gram) in kjeldahl kolfjes van 250 ml.

Toevoegen 1.0 gram Seleen-mengsel en 3,5-4 ml. gec. zwavelzuur.

Destrueren ,waarbij eerst de grond goed bevochtigd moet zijn met het zuur en dan af en toe de kolf een halve slag draaien op de kookplaatjes Zuurkast aan (de afzuiging).

De kookplaatjes nu op het maximum aan.

Als de kolf inhoud helder (groen) is geworden nog dertig minuten door destrueren.

Afkoelen en verdunnen met a.d. tot de kolf voor ca. $\frac{1}{3}$ gevuld is.

Het destruaat in gekoelde vorm moet koud zijn alvorens men met de destillatie kan beginnen. (anders een heftige reactie bij toevoegen van het loog)

Afgepaste hoeveelheid kooksteentjes toevoegen en 10 ml. NaOH 50% voorzichtig toevoegen.

Direkt aansluiten aan het destillatie apparaat. Slijpstukken schoon (anders lekkage)

Minstens 10 minuten destilleren .De oplossing gaat op den duur stoten

Destillaat opvangen in 10 ml. boorzuur oplossing in een erlenmeijer van 100 ml.

Titreren met 0.0500 N zwavelzuur tot kleurloos -licht rood.

Neem een Blanco mee.

Berekening: $\frac{(\text{ml. monster getitr. -blanco}) \times 0.05 \times 14 \times 100\%}{\text{mg. droge grond}}$ = %N (droge grond)

Reagentia: Selenium mengsel vlg. Wieniger

Zwavelzuur gec.

Zwavelzuur 0.0500 N Titrisolampullen

Natriumhydroxide 50% 50 gr. NaOH oplossen in 50 ml. a.d.

Boorzuuroplossing. 25 gr H_3BO_3 tesamen met 10 mg methyl-rood en 15 mg broomkresolgroen in 2 liter a.d. ½ uur koken

Grond

Calcium en Magnesium

Uitwisselbaar

Weeg 5.000 gr. droge grond af in pillenflesjes van 100 ml.

Blanco's meenemen.

Voeg 50 ml. 1N NaCl toe. Roteer gedurende een nacht in de schudmachine.

Filtreer over vouwfilter Mn 640d.

Verdun in ieder geval 1+1 met $La(NO_3)_3$.

Meet met A.A.S. (Atomaire Absorptie).

Standaard serie

Compenseer de standaard reeks met de zelfde concentratie aan NaCl als in de monsters. Tevens moet men hier ook $La(NO_3)_3$ toevoegen.

Verdun een 0.1 mg. Ca,Mg / ml. standaard oplossing met a. d.

Voorbeeld

10 ppm 1.0 ml. standaard oplossing +4ml. 1N NaCL +5 ml. $La(NO_3)_3$.

Berekening

$$\text{Concentratie} \times \text{verd.} \times \frac{50}{1000} \times \frac{100}{\text{gew.}} = \text{mg. Ca,Mg/100 g dr. grond}$$

Concentratie = extinctie x factor

$$\text{Factor} = \frac{\text{ppm}}{\text{extinctie}}$$

Reagentia

NaCl 1N : 58.5 gr. /l

$La(NO_3)_3$ 6 H_2O: 24.938 gr. / 2 liter

Standaard oplossing 1mg. Ca,Mg /ml.

Verdun deze 10 x (0.1 mg. /ml.)

Grond

Kalium en Natrium.

Uitwisselbaar.

Weeg 5.000 gr. droge grond af in pillenflesjes van 100 ml. Blanco's meenemen.
Voeg 50.0 ml. HCL-oxaalzuur mengsel toe.
Schud gedurende 1 uur in de schudmachine.
Filtreer over filter Mn 640 en meet al of niet verdund het filtraat m.b.v. A.A.S. (Atomaire absorptie spectrometrie).
Maak een standaard serie , waarin de HCL -oxaalzuur concentratie overeenkomt met het monster.
De standaard serie moet gelijk met de monsters worden gemeten.

Voorbeeld :
St. opl. 0.1 mg. /ml. K,Na
10 ppm 1ml. st. opl. + 9 ml. HCL- oxaalzuur opl.

Berekening,

$$\text{conc.} \times \text{verd.} \times \frac{50}{1000} \times \frac{100}{\text{gr.gew.}} = \text{mg. K,Na / 100 gr.dr.grond.}$$

Reagentia:

HCL-oxaalzuur mengsel
per 10 liter : 1 ampul titrisol 1 N HCL
252,0 gr. $H_2C_2O_4$ $2H_2O$

Standaard oplossing Kalium en Natrium samen in een oplossing 0.1 mg./ ml.

hloride in grond.

eg 30 gr. veldvochtige grond af in potjes van 150 ml. (potje eerst leeg wegen)
ogen tot constant gewicht bij 105°C , 50 ml. a.d. toevoegen, 4-8 uur schudden
oeistof in centrifuge buis en 20 minuten laten centrifugeren
de nu heldere boven staande vloeistof m.b.v. de chlorocounter chloor meten.

hter in droge grond kan ook het chloor gehalte worden bepaald.
eg hiervoor 25 ,00 gr. grond af verder is de behandeling het zelfde als
erboven vermeldt.

king chlorocounter:
een bekerglaasje van 50 ml. 20 ml. basis oplossing , 1 ml. gelatine oplossing
).1 ml. standaard oplossing (0.1 ml. 0.1 n NaCl geeft ongeveer 1000 counters)
ats de electroden vrij van de glaswand en de twee detectie electroden zo
de vloeistof ,dat de vloeistof spiegel niet hoger komt dan de helft van de
e geisoleerde plastic electroden . De houders waarin de electroden zich bevinden
en niet in contact komen met de vloeistof.
c het knopje" roeren" in en vervolgens het knopje'titreren", het middelste
pje, nu moet ,soms na enige tijd , de teller van de chlorocounter lopen.
stil staan van de teller nu het meest rechtse knopje indrukken en de telling
geschied.Teller vervolgens op nul zetten alvorens een nieuwe telling begint.
an in de zelfde basis oplossing 0.1 ml. monster worden toegevoegd en de
de handeling,als boven vermeld, worden herhaald. (Let wel, het is niet nodig
asis oplossing te vernieuwen, tenzij de oplossing is uitgewerkt of het
rglaasje te vol dreigt te worden).
en bij toevoegen van het monster geen telling wordt verkregen meer monster
pegen .(0.5,1,3 ml.) en op stand 5 overschakelen (factor 2).
l van het bekerglaasje in een afval tankje opvangen.
rking:Bij het starten wil het nogal eens voorkomen dat dit niet geschiedt.
t geval moet men het bekerglaasje iets laten zakken en indien de teller
deze weer langzaam omhoog brengen tot de rode hulsjes.(de waarde is
r fout)

ntia: Basis oplossing, 10 % azijnzuur + 0.1 N HNO_3
n erlenmeyer van 2 liter toevoegen: 200 ml. ijsazijn + 16 ml. gec. HNO_3(60%)
nnen tot 2 liter en 10 gr. KF per 2 liter toevoegen ,koken gedurende 5 min.
O_2te verwijderen.
ine oplossing:Los op in 100 ml. 600 mg. gelantine, 10 mg. thymol (tegen
el vorming) en 10 mg. thymol blauw.
ne 1-2 uur voorweken,tot 85°C verwarmen tot alles opgelost is.
ard oplossing: 0.1 n NaCL 2922 mg. in maatkolf van 500 ml. oplossen
vullen to merkstreep. Z.O.Z.

ekeningen: A cijfer = gr. H_2O per 100 gr, stoofdroge grond %

Vocht = gr. H_2O per 100 gr. natte grond %

s + natte grond = a gr.

s + stoof dr. gr.=b gr.

ht = (a-b) gr.

fles + stoof dr. gr.= b gr.

fles = c gr.

stoof droge grond = (b-c) gr.

fles + natte grond = a gr.

fles = c gr.

natte grond = (a-c) gr.

$$\text{ijfer} = \frac{\text{Vocht}}{\text{Stoof dr. gr.}} \times 100\ \% = \frac{(a-b)}{(b-c)} \times 100\ \% = \%\ H_2O \text{ in stoof dr. gr.}$$

$$\text{ht} = \frac{\text{Vocht}}{\text{natte grond}} \times 100\ \% = \frac{(a-b)}{(a-c)} \times 100\ \% = \%\ H_2O \text{ in natte grond}$$

ijfer = gammen NaCl per 100 gram stoof droge grond.

$$\text{ijfer} = \frac{\text{counters bepaling}}{\text{counters standaard}} \times 0{,}5844 \times \frac{50}{\text{ml. monster}} \times \frac{100}{\text{gr. monster}} \times \frac{1}{1000} =$$

(0.1 ml. 0.1 n stand 10)

gr. NaCl per 100 gr.

ijfer = gr. Nacl per liter bodem vocht.

$$\text{ijfer} = \frac{1000\ B \text{ cijfer}}{A \text{ cijfer}}$$

PH-H2O en Electrisch geleidingsvermogen

PH-H2O

Weeg I5 g. veldvochtige grond af.Duplo's meenemen.
Doe dit in een ph-buis en voeg vervolgens hieraan 20 ml aqua dest toe.Goed schudden en I dag laten staan.
Schud nog één keer goed voor meting;de ph-h2o kan dan gemeten worden(met een voor grond geschikte electrode).

ELECTRISCH GELEIDINGSVERMOGEN

Doe de grond na de meting uit de ph-buis in een bekerglas(IOO ml).Meet hierna in een maatcylinder 40 ml aqua dest af.Doe deze aqua dest in de ph-buis en vervolgens bij de rest van de grond in het bekerglaasje.
De EGV kan hierin dan worden gemeten.(gebruik weer juiste electrode!!!)

HUMUS (Gloeiverlies)

Weeg gloeischaaltje vooraf in 3 decimalen (4) nauwkeurig.
Balans vooraf op nul.
Nummers gebruiken die op schaaltjes staan.
10,00 gr droge grond afwegen in gloeischaaltje.
Gloeischaaltjes in gloeioven, gloeien 3 uur bij 950°C
Na afkoelen tot ± 150°C schaaltjes in exsicator, afsluiten en verder tot kamertemperatuur laten afkoelen.
Wegen.(balans op nul stellen)

Berekening:

Gloeischaaltje + droge grond	= a gr	Gloeischaaltje + droge grond	= a gr
"	= b gr	" + gegloeide grond	= c gr
droge grond	=(a-b) gr	Gloeiverlies	=(a-c) gr

$$\text{Gloeiverlies} = \frac{\text{Gloeiverlies}}{\text{Droge grond}} \times 100\% = \%$$

Humus % = Gloeiverlies % - CO_2 %

Opmerking : Als de pH van de grond lager is dan pH = 6 (zuurder) dan is CO_2 % = 0