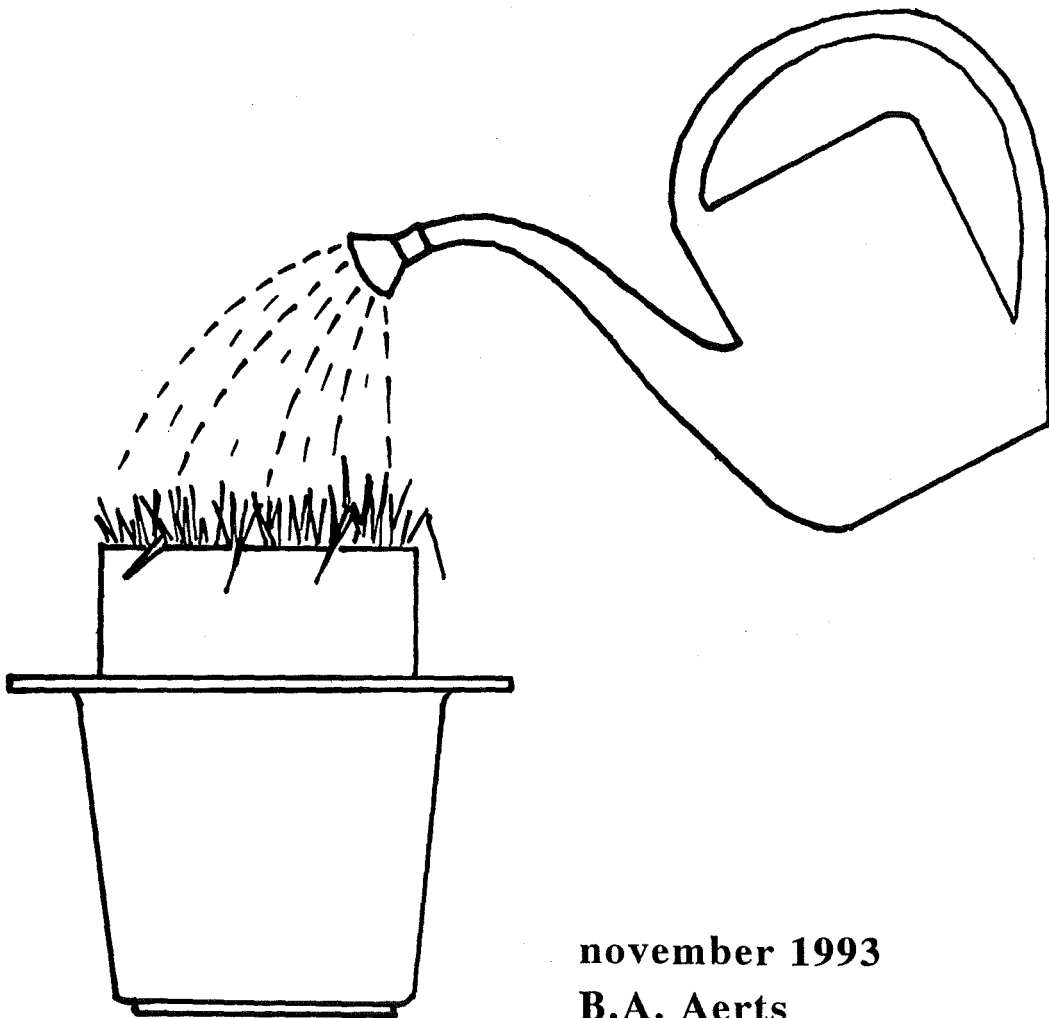


Vernatting en het effect op de nutriëntenbeschikbaarheid



november 1993

B.A. Aerts

Vernatting en het effect op de nutriëntenbeschikbaarheid

*een onderzoek naar het effect van vernatting van
verdroogde laagveenbodems op de nutriënten-
beschikbaarheid voor de vegetatie*

door: B.A. Aerts

begeleiding: drs. I. van Duren

Lab. voor Plantenoecologie

Rijksuniversiteit Groningen

november 1993

Overname of gebruik van gegevens is slechts toegestaan
na overleg met de auteur of begeleiders.

VOORWOORD

Het voor U liggende rapport is het resultaat van een doctoraal onderwerp, uitgevoerd op het Laboratorium voor Plantenoecologie van de Rijksuniversiteit Groningen. Dit onderzoek vormt een onderdeel van de studie naar maatregelen die mogelijk kunnen leiden tot herstel van (half-)natuurlijke graslanden in beekdalen (BION-project "Scenarios for the restoration of wet meadows by rewetting dessicated brook valley grasslands").

Tijdens mijn onderzoek heb ik enkele prachtige referentie gebieden in het voormalige Oost-Duitsland en Polen kunnen bezoeken. Bij deze wil ik de personen die mij hiervoor in de gelegenheid hebben gesteld hartelijk bedanken.

De directe begeleiding was in handen van Iris van Duren, terwijl ik met vragen ook terecht kon bij Dick Pegtel en anderen leden van de vakgroep. Hiervoor mijn dank. Tot slot wil ik de mensen van het "lab" bedanken voor hun hand en span diensten.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	4
2 Materiaal en Methoden	6
2.1 Het onderzoeksgebied	6
2.2 Bemestings-experiment	6
2.3 Bouma-Janssen experiment	9
3 Resultaten	11
3.1 Bemestings-experiment	11
3.2 Bouma-Janssen experiment	12
4 Discussie	18
4.1 Bemestings-experiment	18
4.2 Bouma-Janssen experiment	18
Literatuur	20
Bijlage	
I vegetatie opnames	23
II voorschrift humus-percentage bepaling	24
III tabel kalkfactor bepaling	25
IV voorschrift fosfaatfixatie bepaling	26
V samenstelling voedingsoplossingen	29

SAMENVATTING

In de (half-)natuurlijke graslanden van beekdalen zijn, door bemesting en ontwatering, veel soortenrijke vegetaties verdwenen. In een groot aantal van deze graslanden wordt al 20 jaar herstelbeheer (maaïen en afvoeren) toegepast. Dit verschrallend beheer heeft in veel gevallen niet tot het beoogde resultaat geleid. Indroging van de veenbodems lijkt de hoofdoorzaak van dit mislukken. Voor de regeneratie van (half-)natuurlijke graslanden lijkt het herstel van de hydrologie dan ook een eerste vereiste.

In dit onderzoek wordt gekeken naar het effect van vernatting van verdroogde laagveenbodems op de nutriënten beschikbaarheid voor de vegetatie. Er zijn twee experimenten uitgevoerd. De eerste is een factoriële bemestingsproef, waarbij een intact Calthion (referentie) en een verdroogd Calthion bemest zijn met o.a. N, P en K of combinaties daarvan. Door verschillende factoren is er bij dit experiment nog geen effect van de toegediende nutriënten opgetreden. Wel is gebleken dat de bovengrondse fytomassaproductie van het referentie perceel significant hoger is ($p < 0.05$), dan de productie van het verdroogde perceel.

Het tweede experiment is een Bouma-Janssen (dubbele-pot) experiment, waarvoor uit de geschetste vegetaties plaggen zijn gestoken. Deze plaggen zijn in de kas op voedingsoplossingen gezet waarbij stapsgewijs één nutriënt is weggelaten. De helft van de plaggen uit het verdroogde perceel zijn op een emmer met de voedingsoplossing gezet. De plaggen uit het referentie perceel zijn, evenals de helft van de plaggen uit het verdroogde perceel, door middel van een speciale constructie in de emmer gehangen. Op deze wijze konden de plaggen vernat worden.

Bij de drie behandelingen zijn N en K de limiterende nutriënten, terwijl P in geen enkel geval limiterend is. Vernatting van verdroogde plaggen geeft over de gehele proef genomen, geen verschil in fytomassaproductie. Wel treedt er een verschuiving op in het aandeel van een aantal soorten. Vernatting leidt voor de huidige vegetatie niet tot een effect op de nutriënten beschikbaarheid.

1 INLEIDING

De beekdalen in het noordelijk gedeelte van Nederland bestaan voor het grootste deel uit (half-)natuurlijke graslanden. Deze graslanden behoren veelal tot het Lolio-Cynosuretum, Festuco-Cynosuretum, Calthion palustris, Caricion nigrae, en Juncion acutiflori. Daarnaast komen hier veel plantengemeenschappen voor met *Holcus lanatus*.

Doordat het landbouwkundig gebruik na de oorlog sterk is geïntensiveerd (bemesting en ontwatering) zijn veel karakteristieke vegetatietypen verdwenen. Door gebieden uit de agrarische productie te nemen en vervolgens een verschrallend beheer (maaïen en afvoeren) toe te passen, probeert Staats Bos Beheer deze soortenrijke vegetaties te herstellen. Dit beheer heeft tot resultaat dat in de bovenloop van een beekdal op de zogenaamde Broekeerd gronden de bovengrondse biomassa productie afneemt (Pegtel, 1987; Bakker, 1989; Olff & Bakker, 1991; Olff & Pegtel, 1994). Factoriële bemestingsproeven tonen aan dat de productie in het begin van de verschralling N gelimiteerd is, terwijl K en P bij verdergaande verschralling ook limiterende factoren worden (Olff, 1991; van der Woude et al., 1993). De bovengrondse biomassa bleef hoog in Made- en Vlietveen gronden in de midden-loop van de beek. Vegetaties met *Caltha palustris* veranderde lokaal in vegetaties waar veel *Holcus lanatus* in voorkomt. In andere percelen ontwikkelde zich *Festuca rubra/Agrostis capillaris* vegetaties (Everts et al., 1990). Beheer in de vorm van maaïen en afvoeren alleen, is blijkbaar niet genoeg om de, hier van oorsprong voorkomende, soortenrijke plantengemeenschappen te herstellen.

Indroging van de veenbodems lijkt de hoofdoorzaak van dit mislukken. Door ontwatering en de daarmee samenhangende toename van de mineralisatie zijn de bodems zowel fysisch als chemisch veranderd. Voor de regeneratie van (half-) natuurlijke graslanden lijkt het herstel van de hydrologie dan ook een eerste vereiste.

In dit onderzoek wordt gekeken naar het effect van vernatting van verdroogde laagveenbodems op de nutriënten beschikbaarheid voor de vegetatie. Het kader waarbinnen het onderzoek wordt verricht is de studie naar maatregelen die mogelijk kunnen leiden tot herstel van (half-) natuurlijke graslanden in beekdalen.

De mate van nutriënten-limitatie van soorten of van plantengemeenschappen, wordt normaal gesproken bepaald aan de hand van de beschikbaarheid en de behoefte aan

nutriënten. Diverse methoden zijn in gebruik om de beschikbaarheid en behoefte te bepalen. Analyse van de beschikbaarheid in de grond houdt vaak in extracties (o.a. Troelstra et al. 1990) en metingen van mineralisatie niveau's (o.a. Raison et al. 1987). Bepalingen van de nutriënten concentraties in de verschillende plantendelen, zijn gebruikt om de kritieke niveau's te bepalen, waar onder de groei van de plant, door die nutriënten gelimiteerd zou zijn (Bates 1971; Wentworth & Davidson 1987). De balans tussen beschikbaarheid en behoefte kunnen door middel van bemestingsproeven (DiTamasso & Aarssen 1989) en phytometertesten (o.a. Pegtel 1983; Pegtel 1987; van der Woude et al., 1993) onderzocht worden.

Elke methode heeft zo zijn nadelen. De beschikbaarheid van nutriënten in de bodem is vaak zeer variabel in de tijd. Verschillende extracties geven verschillende resultaten, dit maakt het moeilijk te besluiten, welke extractie de beschikbaarheid voor een plantesoort het beste karakteriseert. Een ander probleem is dat de meeste extractie-methoden ontwikkeld zijn voor de landbouw. Ze zijn daarom niet geschikt om bij lage gehalten verschillen aan te geven. Ook verschillen planten in de mogelijkheden om hun wortelmilieu te beïnvloeden. Tot slot kunnen in bemestingsproeven toegediende nutriënten door anorganische adsorptieprocessen (fixatie) en chelatie sterk gebonden worden. Vooral voor fosfaat lijken deze processen van groot belang (Chapman et al., 1989; van der Woude et al., 1993).

Om de geschetste problemen te ontwijken is er naast een factoriële bemestingsproef in het veld, in de kas een zogenaamde Bouma-Janssen (dubbele-pot) experiment uitgevoerd.

2 MATERIAAL en METHODE

2.1 Het onderzoeksgebied

Het onderzoekgebied ligt aan het 'Oudemolense diepje' in de middenloop van het stroomdal van de Drentsche A (53°02'N, 6°39'O) (Fig. 1).

Het gebied is in 1970 uit agrarische gebruik genomen en wordt sindsdien niet meer bemest. Het perceel wordt één keer per jaar gemaaid waarna het maaisel wordt afgevoerd.

Doordat de grondwaterstand in de loop van de jaren is gedaald zijn de hogere delen van de langs de beek gelegen graslanden verdroogd. De lagere delen zijn nog wel voorzien van voldoende (kalkrijk)grondwater.

De vegetatie op de lagere delen is een goed ontwikkeld Calthion en wordt gedomineerd door *Filipendula ulmaria*, *Caltha palustris*, *Ranunculus repens*, *Scirpus sylvaticus* en *Carex acutiformis*. Deze vegetatie wordt als "referentie" beschouwd. De vegetatie op de hogere delen is een verdroogd Calthion en deze wordt gedomineerd door *R.repens*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata* en *Rhinanthus angustifolium* (voor vegetatie-opnames zie bijlage I).

2.2 Bemestingsexperiment

In elk van de hierboven beschreven percelen (verdroogd en referentie) zijn een zestigtal plotjes (0.6 × 0.6 m) uitgezet, waarbinnen op 29 april "at random" bemest is met respectievelijk N; P; K; NP; NK; PK; NPK; kalk; kalk NPK. Een aantal plotjes zijn niet bemest. Er is 200 kg N, 80 kg P₂O₅ en 200 kg K₂O per hectare opgebracht. De proef werd in vijf-voud uitgevoerd.

Er is bemest met een meststof waarbij de nutriënten geleidelijk over het groeiseizoen vrijkomen, de zogenaamde "Osmocote-korrels". Het voordeel hiervan is dat de vegetatie niet in één

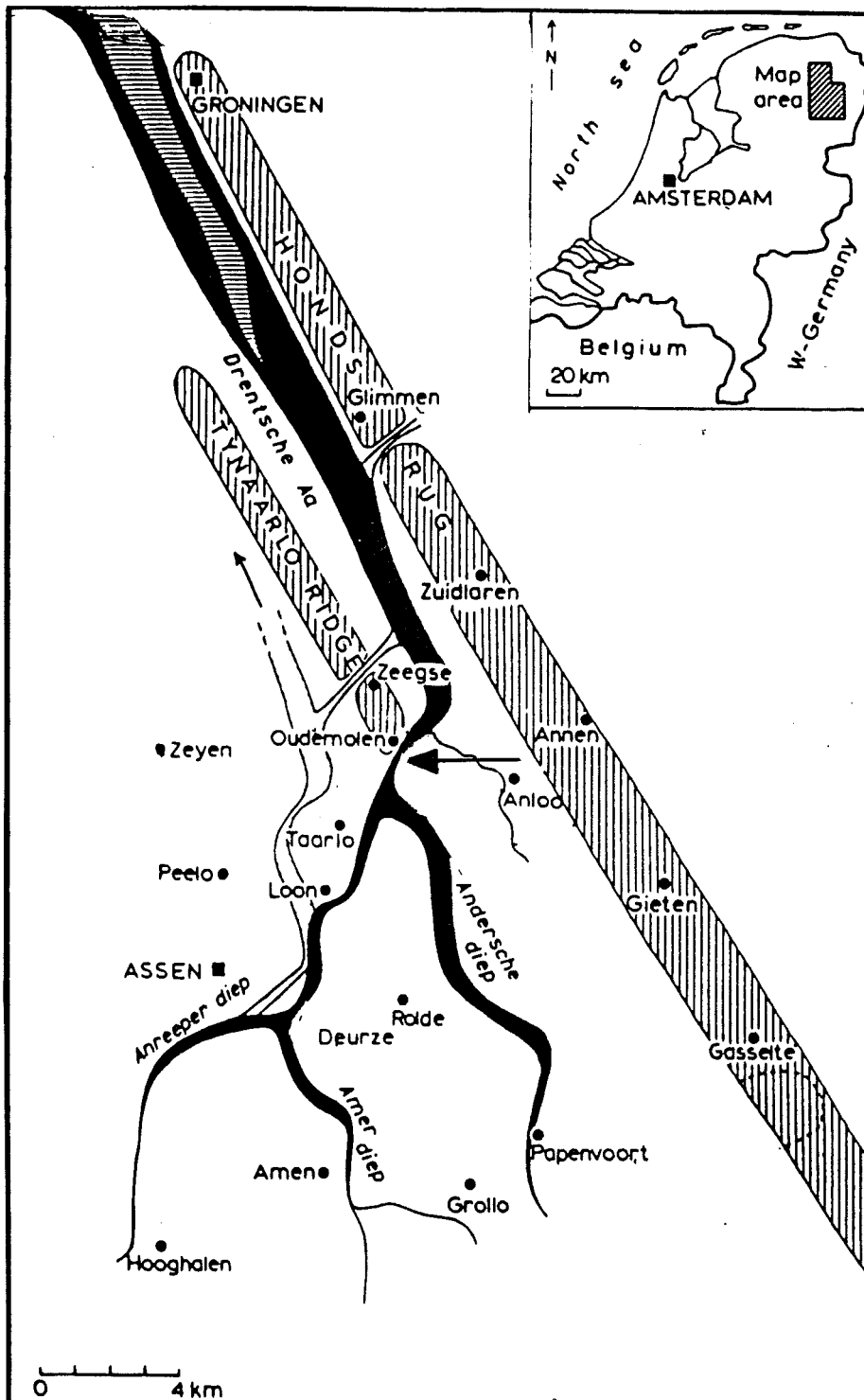


Fig. 1 Stroomdal van de Drentsche A ($53^{\circ}02'N$, $6^{\circ}39'O$). Het onderzoeks-gebied is met een pijltje aangegeven.

keer alle nutriënten ter beschikking krijgt, zodat de kans op uitspoeling en verbranding klein is. Stikstof is gegeven in de vorm van $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (ureum), fosfaat in $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ en kalium in de vorm van K_2O .

Bekalking

Samenhangend met verdroging speelt ook verzuring een rol. De pH van het verdroogde perceel licht gemiddeld 0.5 eenheden lager dan de pH van het referentie perceel (respectievelijk 4.8 en 5.3). Om het effect van een pH verhoging (tot 5.5-6.0) te testen, is in deze bemestingsproef ook een bemesting met kalk (calcium carbonaat) uitgevoerd. De hoeveelheid kalk werd bepaald aan de hand van de "kalkfactor", dit is de hoeveelheid zuurbindende bestanddelen die nodig is om de pH van de grond (1 m² en een bouwvoor van 10 cm.) met 0.1 eenheid te verhogen. Het is mogelijk om in een tabel via het humus percentage van de grond (bijlage II), de kalkfactor af te lezen (bijlage III). De kalkfactor van het referentie perceel, is door het hogere humus percentage, hoger dan die van het verdroogde perceel. De kalk-plotjes in het verdroogde perceel zijn bemest met 4250 kg/ha. Op de plotjes in het referentie perceel is 4600 kg/ha kalk gebracht.

Fosfaatfixatie

Omdat deze gronden sterk ijzerhoudend zijn en dus een hoge mate van fosfaatfixerend vermogen zullen bezitten, is het waarschijnlijk, dat het toegediende fosfaat niet voor de planten beschikbaar komt (Pegtel 1987, van der Woude et al. 1993). Om deze reden is getracht de plotjes die bemest zijn met fosfaat, van te voren met fosfaat te verzadigen. Hiervoor is van beide percelen het fosfaatfixerende vermogen bepaald (voorschrift bijlage IV), waarna de hoeveelheid toe te dienen fosfaat berekend kon worden. Ter controle zijn er per perceel drie plotjes ingezet die alleen met fosfaat verzadigd zijn.

Oogst

Van alle plotjes is op 3 juli 1993 een oppervlakte van 0.2 × 0.2 m. afgeknipt tot een hoogte van drie cm. De monsters zijn op soort gesorteerd, gedroogd (24 uur bij 70°C) en gewogen.

2.3 Bouma-Janssen experiment

In het onderzoeksgebied zijn in april, in de niet verdroogde situatie (referentie), 20 plaggen gestoken. Dit gebeurde met behulp van plastic ringen (\varnothing 20 cm, hoogte 10 cm). In het "verdroogde" perceel werden 40 van deze plaggen gestoken. De plaggen werden overgebracht naar de kas. De helft van de 40 plaggen uit het verdroogde perceel is op een geperforeerde plaat (\varnothing 2 mm) bovenop een 12 l. emmer geplaatst (Fig. 2, rechter opstelling). De andere helft werd, evenals de plaggen uit het referentie perceel, in andere speciaal gemaakte ringen overgebracht en in een emmer gehangen zodat ze vernat konden worden (Fig. 2, linker opstelling). Ook deze ringen zijn aan de onderkant voorzien van een geperforeerde plaat.

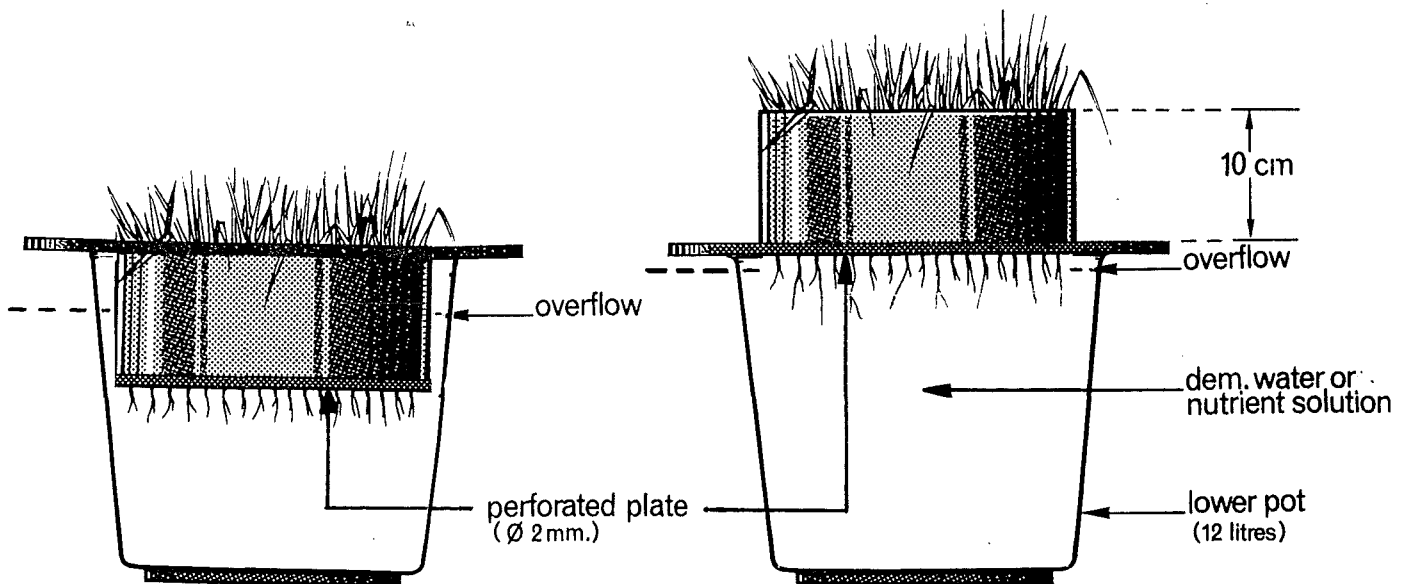


Fig. 2 Proefopstelling Bouma Janssen experiment. De vegetatie wortelde in zowel de grond als de voedingsoplossing, waaruit staps-gewijs één nutriënt werd weggelaten. Rechts de opstelling zoals die doorgaans gebruikt wordt. Links een opstelling waar bij de plaggen in een emmer hangen zodat ze vernat kunnen worden. Hier is de overloop verlaagd om te voorkomen dat de plaggen "plas-dras" komen te staan.

De eerste twee weken stonden de plaggen op demi-water totdat de plantewortels door de geperforeerde plaat groeiden. Na deze periode werd het demi-water vervangen door verschillende voedingsoplossingen (Tabel 1). Alle behandelingen zijn in viervoud uitgevoerd. Als controle zijn er in totaal 12 plaggen (4 per behandeling) op demi-water gezet.

Bij de samenstelling van de voedingsoplossingen is uitgegaan van:

- (1) een equivalent verhouding van de macro-ionen van 35 K^+ , 45 Ca^{2+} , 20 Mg^{2+} , 60 NO_3^- , 5 $H_2PO_4^-$ en 35 SO_4^{2-} ;
- (2) een totale ion concentratie van 20 mmol.l⁻¹, hetgeen theoretisch overeenkomt met 0,48 atm. bij 20°C;
- (3) een variabele, niet ingestelde pH.

Micro-ionen (in $\mu\text{mol.l}^{-1}$) waren: 35 Fe (als Fe-DTPA), 10 Mn (als $MnSO_4 \cdot H_2O$), 3 Zn (als $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), 20 B (als $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$), 0.5 Cu (als $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) en 0.5 Mo (als $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$). Voor een uitgebreider overzicht zie bijlage V.

De plaggen werden elke dag begoten met demi-water om indroging te voorkomen.

Alle plaggen zijn om de zes weken afgeknipt tot een hoogte van drie cm. Na elke oogst zijn de monsters 24 uur gedroogd bij een temperatuur van $\pm 70^\circ\text{C}$ en is per plag, per soort de bovengrondse fyto-massa bepaald. In totaal is er vier keer geoogst.

herkomst	behandeling	com-pleet	-N	-P	-K	demi-water
referentie	nat					
verdroogd	droog					
	vernat					

Tabel 1 Schematische weergave van herkomst en behandeling van de plaggen. Alle plaggen uit het referentie perceel hebben een natte behandeling gekregen evenals de helft van de plaggen uit het verdroogde perceel. De andere helft is droog gehouden.

3 RESULTATEN

3.1 Bemestingsexperiment

In het referentie perceel is de fyto-massaproductie van de vegetatie, bij een volledige (NPK) bemesting niet hoger dan de productie in de controle-plotjes (Fig. 3a). De productie is hier bij elke andere bemesting lager dan de controle.

In het verdroogde perceel is de productie bij een NP bemesting laag, K lijkt dan de beperkende factor (Fig. 3b). De fyto-massaproductie bij een K bemesting ligt echter niet significant hoger ($p>0.05$).

De fyto-massaproductie van de vegetatie in het referentie perceel is significant hoger dan die van het verdroogde perceel.

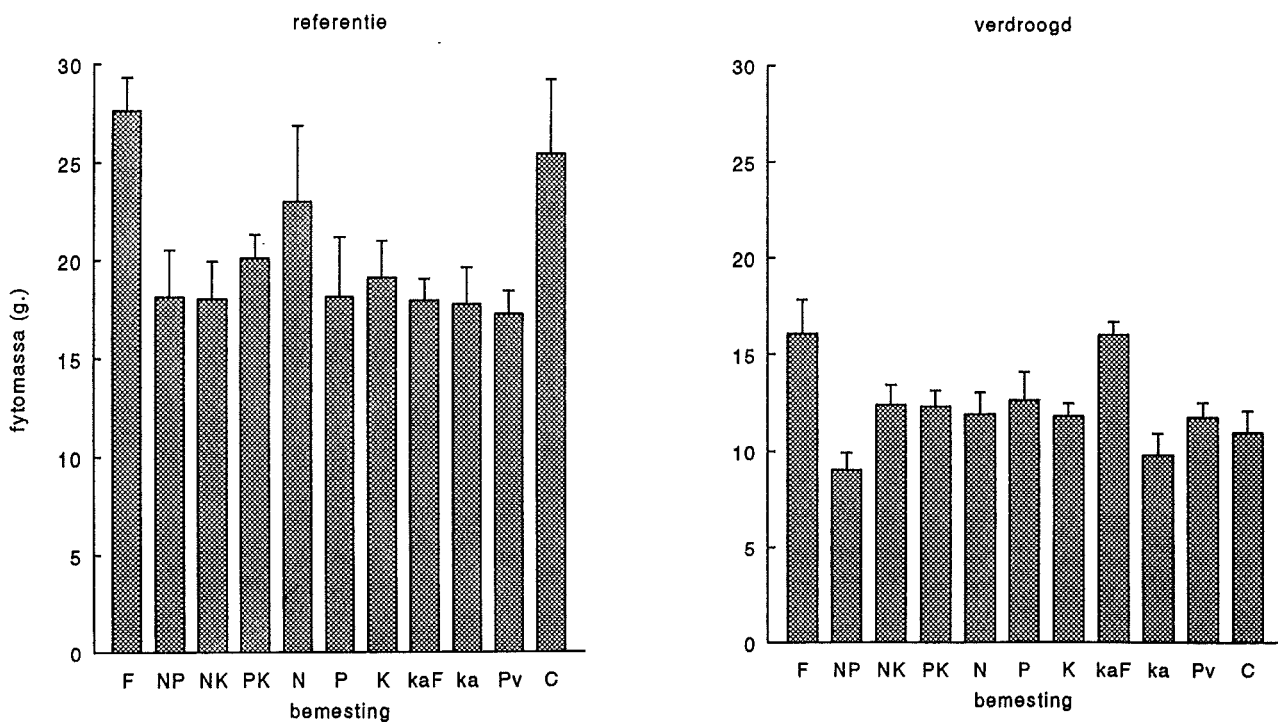


Fig. 3 Het effect van het toedienen van nutriënten aan twee verschillende percelen (referentie en verdroogd) op de fyto-massaproductie. F=volledige bemesting (NPK); C=onbemest; ka=kalk; kaF=kalk met NPK; Pv=plotjes die alleen verzadigd zijn met P en verder betekent b.v. NP: alleen bemest met N en P.

3.2 Bouma-Janssen experiment

Fytomassa productie

De cumulatieve bovengrondse fytomassaproductie (gemiddeld per pot, n=4) is van de drie behandelingen (referentie, droog en vernat) ongeveer gelijk (Fig. 4). Bij zowel de droge als de vernatte behandeling is de fytomassaproductie bij -N en -K lager dan de productie bij een complete voeding (NPK). De productie bij -K verschilt in beide gevallen niet van de controle (-NPK), terwijl de productie bij -N wel significant hoger ligt ($p < 0.05$). De fytomassaproductie bij -P ligt niet significant lager dan de productie bij een complete voeding.

Bij de referentie potten is een zelfde trend waarneembaar. Ook hier zijn de nutriënten N en K limiterend terwijl -P geen productie verlaging geeft. Hier lijkt echter (hoewel niet significant) de fytomassaproductie bij -K hoger dan de productie bij -N.

De resultaten van de afzonderlijke oogsten zijn weergegeven in figuur 5. Hier is een duidelijke trend waarneembaar. Bij de eerste oogst lijkt de totale fytomassa productie van de vegetatie in de referentie potten veel hoger dan de productie van respectievelijk de vegetatie uit de vernatte en de droge potten. Bij de vierde oogst lijkt de productie van de vegetatie uit de droge potten het hoogst en uit de vernatte potten het laagst. Er treedt een verschuiving in de tijd op.

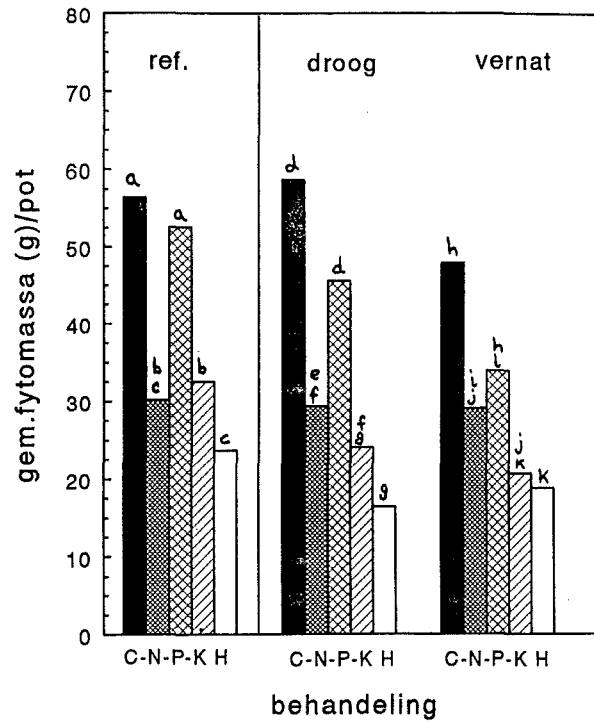


Fig. 4 Het effect van het stapsgewijs weglaten van specifieke nutriënten op de over vier oogsten gesommeerde fyto massa-productie (gem. per pot, $n=4$) bij drie behandelingen (referentie, droog en vernat). C betekent een volledige voeding, H betekent alleen H_2O en b.v. -N betekent een voedingsoplossing zonder N. Een zelfde letter boven twee balkjes betekent dat deze balkjes niet significant (Tukey na log transformatie, $p>0.05$) van elkaar verschillen.

Tabel behorend bij Fig. 4 In de onderstaande tabel wordt het groepsgemiddelde (met s.e.) gegeven, waarbij binnen één colom wordt aangegeven of de gemiddelden voor de drie behandelingen significant ($p<0.05$) van elkaar verschillen. Een zelfde letter achter twee gemiddelden betekent dat deze niet significant ($p>0.05$) van elkaar verschillen.

	C	-N	-P	-K	H_2O
Ref.	56.4 4.7 a	30.1 1.5 a	52.6 2.2 a	32.5 1.1 a	23.7 1.1 a
Droog	58.6 8.3 a	29.4 4.3 a	45.6 5.9 ab	24.1 1.4 b	16.4 1.3 b
Vernat	47.8 4.9 a	29.2 2.1 a	34.0 2.3 b	20.7 1.5 b	18.8 1.1ab

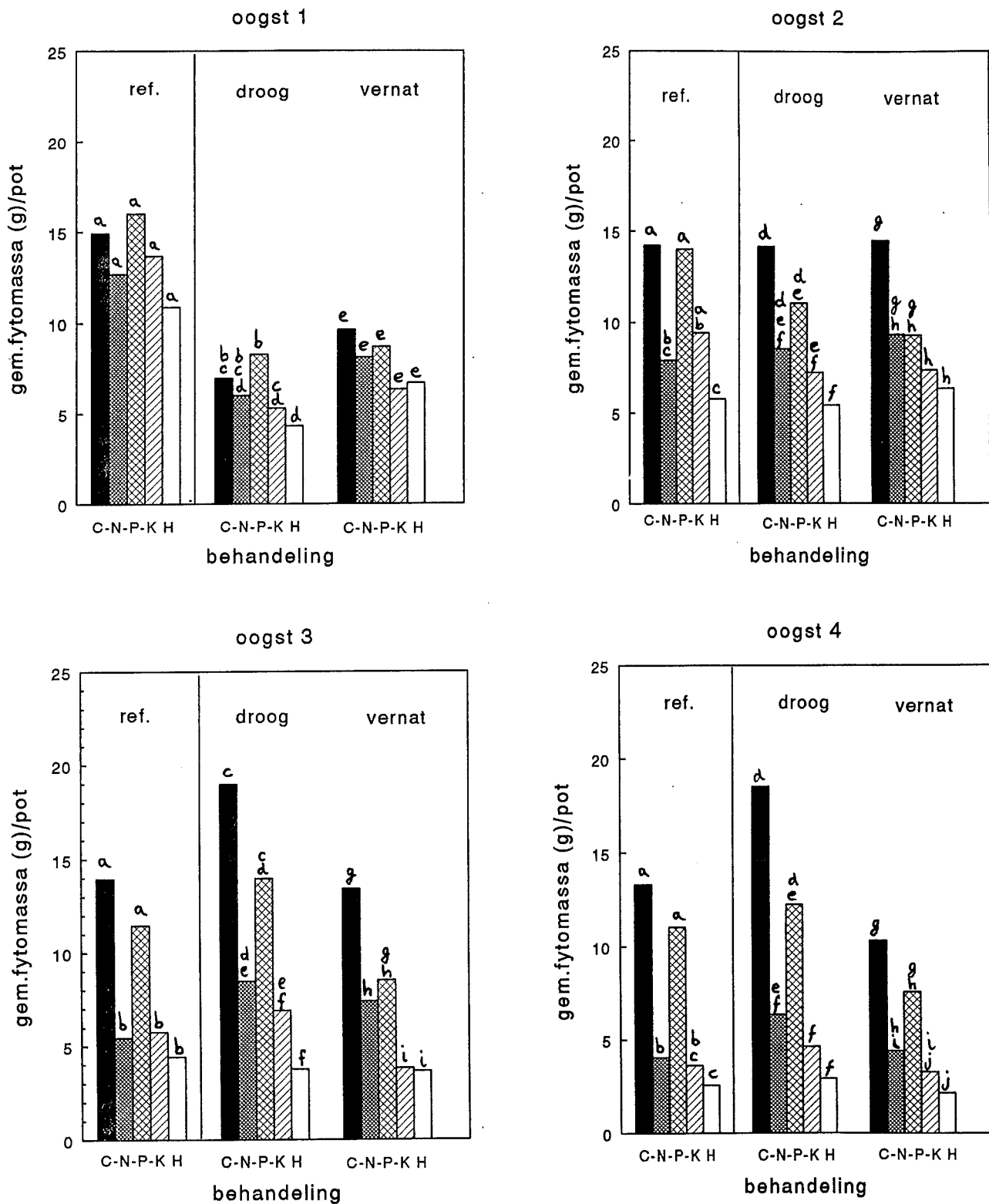


Fig. 5 Het effect van het stapsgewijs weglaten van specifieke nutriënten op de fytomassaproductie van de oogsten afzonderlijk. C betekent een volledige voeding, H betekent alleen H₂O en b.v. -N betekent een voedingsoplossing zonder N. Een zelfde letter boven twee balkjes betekent dat deze balkjes niet significant (Tukey na log transformatie, $p > 0.05$) van elkaar verschillen.

Tabel behorend bij Fig. 5 In onderstaande tabel worden de groepsgegevens (met s.e.) gegeven, waarbij binnen één kolom en per oogst wordt aangegeven of de gemiddelden van de drie behandelingen significant ($p < 0.05$) van elkaar verschillen. Een zelfde letter achter twee gemiddelden betekent dat deze niet significant ($p > 0.05$) van elkaar verschillen.

	C	-N	-P	-K	H ₂ O
1 Ref.	14.9 1.8 a	12.7 1.4 a	16.0 1.3 a	13.7 1.0 a	10.9 1.2 a
Droog	7.0 0.5 b	6.0 0.2 b	8.3 0.4 b	5.3 0.3 b	4.3 0.4 b
Vernat	9.6 1.1 ab	8.1 0.8 b	8.7 0.8 b	6.3 0.5 b	6.7 0.4 c
2 Ref.	14.2 2.0 a	7.9 0.2 a	14.0 2.0 a	9.4 0.7 a	5.8 0.3 a
Droog	14.1 1.2 a	8.5 1.1 a	11.0 1.0 a	7.2 0.7 a	5.4 0.6 a
Vernat	14.5 3.0 a	9.3 0.8 a	9.3 0.2 a	7.3 0.8 a	6.3 0.6 a
3 Ref.	14.0 2.0 a	5.5 0.2 a	11.5 0.7 ab	5.8 0.2 a	4.4 0.2 a
Droog	19.0 3.1 a	8.5 1.7 a	14.0 2.1 a	6.9 0.3 a	3.8 0.3 a
Vernat	13.4 1.2 a	* 7.4 0.9 a	8.5 0.8 b	3.8 0.3 b	3.7 0.2 a
4 Ref.	13.3 0.9 a	4.1 0.3 a	11.1 1.2 a	3.6 0.3 a	2.6 0.1 ab
Droog	18.5 3.9 a	6.4 1.5 a	12.3 2.8 a	4.6 0.5 a	2.9 0.2 a
Vernat	10.32 1.1 a	4.4 0.3 a	7.6 1.0 a	3.3 0.2 a	2.2 0.2 b

Soorten

In figuur 6 is per oogst van de vijf belangrijkste soorten, *Ranunculus repens*, *Plantago lanceolata*, *Caltha palustris*, *Filipendula ulmaria* en *Holcus lanatus*, het aandeel (in %) van de totale productie weergegeven.

In de referentie-potten komen andere soorten voor dan in de overige potten. *C.palustris* en *F.ulmaria* nemen hier in tegenstelling tot de droge en de vernatte potten een groot deel van de fytoomassa voor hun rekening. Terwijl *P.lanceolata* hier niet of nauwelijks in voorkomt. Het aandeel in de fytoomassa van de soorten *C.palustris* en *F.ulmaria* neemt in de loop van de tijd af, terwijl *H.lanatus* toe neemt. Ook het aandeel van de groep "overige soorten" neemt toe.

Bij de potten die een droge behandeling hebben gekregen neemt het aandeel van *R.repens* af en neemt het aandeel van *H.lanatus* en *P.lanceolata* toe.

De vernatte behandeling geeft een lichte toename van *H.lanatus* en een sterke toename van *P.lanceolata* te zien. Het aandeel van *R.repens* neemt hier licht toe.

In tabel 2 zijn de resultaten samengevat weergegeven.

	referentie	droog	vernat
R. repens	0	-	+
P. lanceolata		+	++
C. palustris	-		
F. ulmaria	-		
H. lanatus	+	++	+
rest	+	+	-

Tabel 2 Schematische weergave van sterke toename (++), toename (+), geen toe- of afname (0) of afname (-) van de fytoomassa-productie per behandeling van een vijftal soorten die het grootste aandeel hebben in de totale productie. Staat er niets vermeld dan komt die soort bij die behandeling niet of nauwelijks voor.

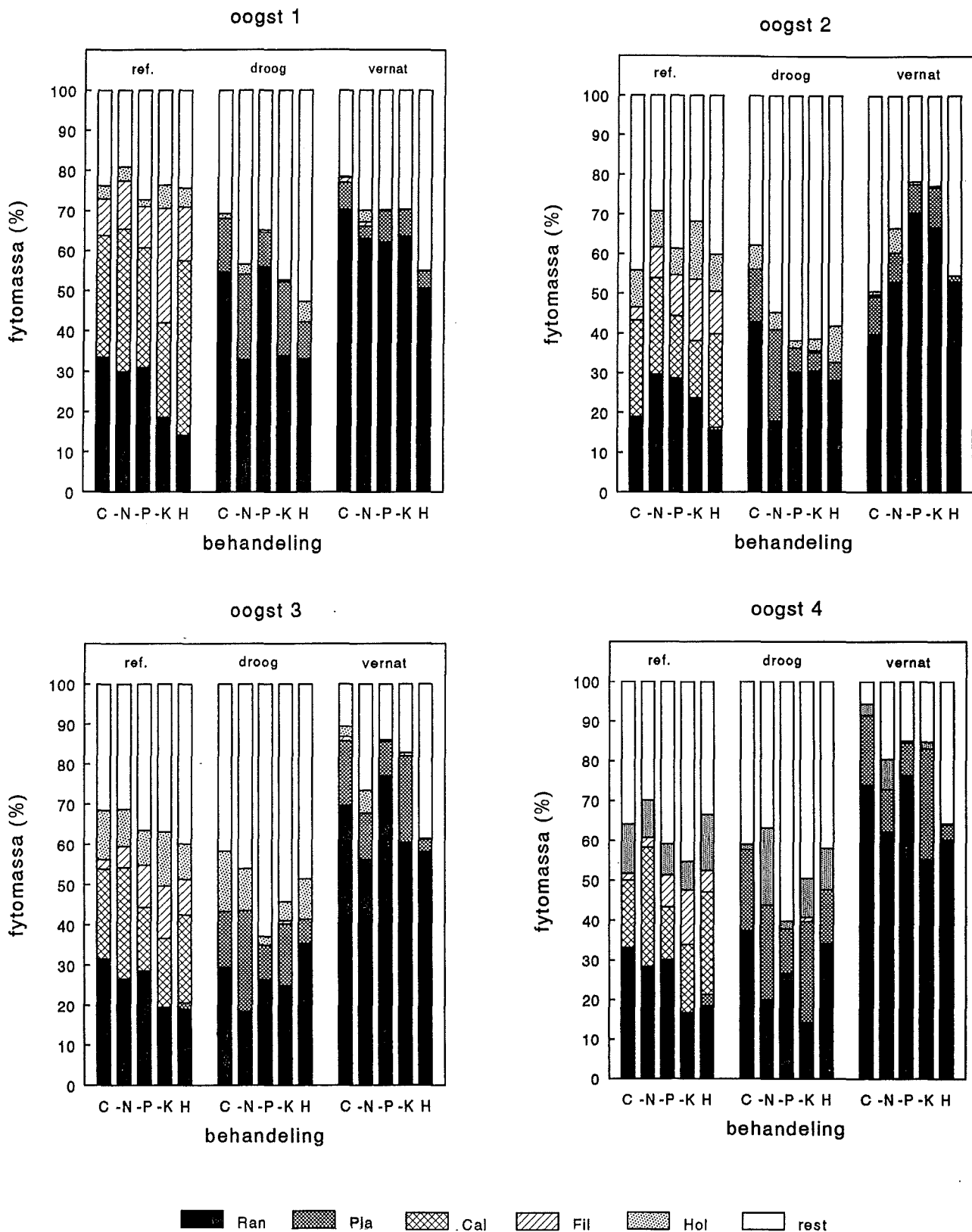


Fig. 6 Het effect van het stapsgewijs weglaten van specifieke nutriënten op het procentuele aandeel van de fyto­massa­productie van een vijftal soorten van de afzonderlijke oogsten. Ran = *Ranunculus repens*, Pla = *Plantago lanceolata*, Cal = *Caltha palustris*, Fil = *Filipendula ulmaria*, Hol = *Holcus lanatus*.

4 DISCUSSIE

4.1 Bemestingsexperiment

Er is nog geen effect van de toegediende nutriënten waarneembaar. De bemesting is uitgevoerd na het begin van het groeiseizoen. Bovendien is gebruik gemaakt van "slow release fertilizer", daardoor heeft de vegetatie niet optimaal gebruik kunnen maken van de toegediende nutriënten.

De grote spreiding in de uitkomsten is het gevolg van de grote heterogeniteit van de vegetatie. De oppervlakte (20 × 20 cm.), die voor de fyto-massabepaling geoogst is, is niet groot genoeg geweest om deze heterogeniteit te ondervangen. De enige conclusie die getrokken kan worden is dat de fyto-massaproductie van het referentie perceel hoger ligt dan de productie van het verdroogde perceel. De vraag welke nutriënten in meerdere of mindere mate limiterend zijn is nog niet beantwoord. Voortzetting van dit experiment is nodig.

4.2 Bouma-Janssen experiment

Over de gehele proef genomen, geeft vernatting van verdroogde pluggen geen verandering in fyto-massaproductie (Fig. 4). In het begin zijn er wel verschillen te zien, maar die worden in de loop van de tijd genivelleerd.

Fosfaat is in tegenstelling tot N en K in geen enkel geval limiterend, wel is duidelijk dat fosfaat na een aantal keren oogsten in steeds mindere mate beschikbaar is, de verschillen zijn echter niet significant ($p > 0.05$). Een mogelijke verklaring is de mobiliteit van de nutriënten in de bodem. N en K zijn in de grond mobiel terwijl P door adsorptieprocessen nauwelijks mobiel is. P komt in de bodem geleidelijk vrij en komt daardoor langzaam beschikbaar voor de vegetatie. Een andere verklaring kan zijn dat de aanwezige vegetatie aangepast is aan een lage beschikbaarheid van P, waardoor er geen grote afname in fyto-massaproductie valt waar te nemen. De vegetatie in het referentie perceel lijkt iets meer door N dan door K gelimiteerd te zijn. Dit in tegenstelling tot het verdroogde perceel waar K meer limiterend lijkt dan N. In het laatste perceel lijkt er

minder K beschikbaar dan in het referentie perceel. Dit verschil kan verklaard worden door het feit dat in droge grond verzuring een grotere rol speelt, hierdoor is er waarschijnlijk meer K uitgespoeld.

Er is geen verschil in fytoomassaproductie van de vegetaties in de droge en de vernatte potten. Vernatting heeft in dit experiment, bij de vegetatie die in de potten aanwezig was, geen effect op de nutriëntenbeschikbaarheid.

Er vindt een verschuiving plaats in het aandeel van een aantal soorten in de totale fytoomassaproductie. Deze verschuiving kan het gevolg zijn van drie factoren, te weten een veranderde concurrentie verhouding tussen soorten om nutriënten, het al of niet bestand zijn van een soort tegen het herhaaldelijk knippen (per 6 weken) en of een soort uit een droge situatie tegen vernatten kan.

Omdat het aandeel van *R.repens* licht toe neemt bij de vernatte behandeling en afneemt bij de droge lijkt deze soort goed bestand tegen vernatten. Dit is te verwachten aangezien *R.repens* in het referentie perceel één van de dominerende soorten is. De soort *P.lanceolata* neemt zowel bij de droge als de vernatte behandeling toe. De soort lijkt goed bestand tegen vernatten en het herhaaldelijk knippen. De toename bij de vernatte behandeling is voornamelijk te danken aan de grote toename daar waar geen K wordt toegediend. Blijkbaar neemt de concurrentie kracht toe door de combinatie van herhaaldelijk knippen, vernatten en een gebrek aan K. In een later stadium is te verwachten dat de soort weer afneemt (Ellenberg 1979) aangezien in de potten uit het referentie perceel *P.lanceolata* niet of nauwelijks voorkomt. Een soort die bij alle behandelingen toeneemt is *H.lanatus*. De soort lijkt goed bestand tegen natte omstandigheden en regelmatig knippen. Het aandeel van de groep met de overige soorten neemt ook toe. De soorten *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra* en *Cirsium palustre* hebben het grootste aandeel in deze groep.

Vernatting leidt voor de huidige vegetatie niet tot een effect op de nutriëntenbeschikbaarheid. Wel treedt er een verschuiving op in het aandeel van een aantal soorten. Als op de lange termijn de karakteristieke soorten zich kunnen vestigen, treed er wellicht wel een effect op de fytoomassaproductie op.

LITERATUUR

- Bakker, J.P. (1989)** *Nature management by cutting and grazing*. Dr. W. Junk, Dordrecht.
- Bates, T.E. (1971)** Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a review. *Soil Science* **112**, 116-130.
- Chapman, S.B., Rose, R.J. & Basanta, M. (1989)** Phosphorus absorption by soils from heathlands in southern England in relation to successional change. *Journal of Applied ecology* **26**, 673-680.
- DiTamasso, A. & Aarsen, L.W. (1989)** Resource manipulations in natural vegetation: a review. *Vegetatio* **84**, 9-29.
- Ellenberg, H. (1979)** Indicator values of vascular plants in Central Europe. *Scr. Geobot.* **9**, 122 pp.
- Everts, F.H., Schipper, P.C. & De Vries, N.P.J.** Verdroging in de Drentse A: een ecologische verkenning. Rapport Staatsbosbeheer/Bureau Everts & De Vries, Utrecht/Groningen.
- Olf, H. (1991)** Mechanisms of succession: interactions between nutrient availability and vegetation structure. In: Mechanisms in vegetation dynamics. Abstracts 34th symposium of the IAVS, Egar:22.
- Olf, H. & Bakker J.P. (1991)** Long term dynamics of standing crop, vegetation composition and species richness after the cessation of fertilizer application to hay-fields. *Journal of Applied Ecology* **28**, 1040-1052.
- Olf, H. & Pegtel D.M. (1994)** Characterisation of the type and extent of nutrient limitation in grassland vegetation using a bioassay with intact soils. *Plant and Soil* (MS-submitted).
- Pegtel, D.M. (1983)** Ecological aspects of a nutrient-deficient wet grassland (*Cirsio-Molinietum*). *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **10**, 217-228.
- Pegtel, D.M. (1987)** Soil fertility and the composition of semi-natural grassland. *Disturbance in Grasslands* (Eds J. van Andel & J.P. Bakker), pp. 51-66. Dr. W. Junk, Dordrecht.

- Raison, R.J., Connell, M.J. & Khanna, P.K. (1987)** Methodology for studying fluxes of soil mineral-N in situ. *Soil Biology and Biochemistry* **19**, 521-530.
- Troelstra, D.R., Lotz, L.A.P., Wagenaar, R. & Sluimer, L. (1990)** Temporal and spatial variability in soil nutrient status of a former beach plain. *Plant and Soil* **127**, 1-12.
- Van der Woude, B., Pegtel D.M. & Bakker J.P. (1993)** Nutrient limitation after long-term nitrogen fertilizer application in cut grasslands. *Journal of Applied Ecology* (MS-submitted).
- Wentworth, T.R. & Davidson, E.A. (1987)** Foliar mineral elements in native plants on contrasting rock types: multivariate patterns and nutrient balance regulation. *Soil Science* **144**, 190-201.

Bijlagen

Bijlage Ia Overzicht van de vegetatie-opnames, die van de onbemeste vakken (controle plots) van het goed ontwikkelde Calthion zijn gemaakt. Er is gewerkt volgens de schaal van Londo (2x2 m). Datum: 17.06.93

Opname-nummer	2.2	2.6	2.18
Hoogte	50-60 cm	20-60 cm	40-60 cm
Totale bedekking	98%	98%	98%
Dood	<1%	<1%	<1%
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	a.2	a.2	a.2
<i>Caltha palustris</i>	2	2	2
<i>Cardamine pratensis</i>	a.4	m.1	m.1
<i>Carex acutiformis</i>	a.4	a.2	a.2
<i>Cerastium fontanum</i>	m.1	m.1	p.1
<i>Cirsium palustre</i>	m.1	1+	m.2
<i>Epilobium spec.</i>	p.1	m.1	m.1
<i>Equisetum fluviatile</i>			m.1
<i>Equisetum spec.</i>	m.1	m.1	
<i>Festuca rubra</i>			m.1
<i>Filipendula ulmaria</i>	4	3	4
<i>Galium palustre</i>			m.1
<i>Holcus lanatus</i>	a.2	a.2	a.2
<i>Lotus uliginosus</i>	2		
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	m.1	m.1	m.1
<i>Mentha aquatica</i>	a.2	m.1	
<i>Myosotis cespitosa</i>	m.1	p.1	
<i>Plantago lanceolata</i>	m.2	m.2	
<i>Poa trivialis</i>			m.1
<i>Ranunculus acris</i>	m.4	m.2	m.1
<i>Ranunculus flammula</i>		p.1	
<i>Ranunculus repens</i>	1+	2	1+
<i>Rhinanthus angustifolium</i>	1+	a.4	
<i>Rumex acetosa</i>	m.1	a.1	m.1
<i>Scirpus sylvaticus</i>	1+	1+	1+
<i>Taraxacum spec.</i>	m.1	m.1	m.1
<i>Veronica spec.</i>	p.1		
<i>Vicia cracca</i>	p.1		

Bijlage Ib Overzicht van de vegetatie-opnames, die van de onbemeste vakken (controle plots) van het verdroogde Calthion zijn gemaakt. Er is gewerkt volgens de schaal van Londo (2×2 m). Datum: 17.06.93

Opname-nummer	1.1	1.6	1.15
Hoogte	15-35 cm	20-50 cm	20-45 cm
Totale bedekking	98%	98%	98%
Dood	<2-3%	<2-3%	<1%
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	a.4	a.4	a.4
<i>Caltha palustris</i>			m.1
<i>Cardamine pratensis</i>	a.2	m.1	a.2
<i>Carex acutiformis</i>	m.1	m.4	
<i>Cerastium fontanum</i>	p.1		
<i>Cirsium palustre</i>	p.1	m.1	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	m.1		
<i>Equisetum spec.</i>	m.4	m.2	a.2
<i>Festuca pratensis</i>			m.1
<i>Festuca rubra</i>	2	1+	1+
<i>Filipendula ulmaria</i>	m.4		a.4
<i>Galium palustre</i>	m.1	p.1	a.2
<i>Holcus lanatus</i>	m.2	a.2	m.2
<i>Juncus effusus</i>			m.1
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>			p.1
<i>Plantago lanceolata</i>	2	1+	1+
<i>Poa pratensis</i>		m.1	m.1
<i>Poa trivialis</i>		m.1	
<i>Ranunculus acris</i>		m.1	m.1
<i>Ranunculus repens</i>	4	4	4
<i>Rhinanthus angustifolium</i>	2	m.4	1+
<i>Rumex acetosa</i>	m.2	a.2	a.4
<i>Scirpus sylvaticus</i>		m.2	m.1
<i>Taraxacum spec.</i>			p.1
<i>Trifolium repens</i>	p.1		

Bijlage II Voorschrift humus-percentage bepaling.

HUMUS (Gloeiverlies)

Weeg gloeischaaftje vooraf in 3 decimalen (4) nauwkeurig.

Balans vooraf op nul.

Nummers gebruiken die op schaaftjes staan.

10.00 g droge grond afwegen in gloeischaaftje.

Gloeischaaftjes in gloeioven, gloeien 3 uur bij 950°C

Na afkoelen tot ± 150°C schaaftjes in exsicator, afsluiten en verder tot kamertemperatuur laten afkoelen.

Wegen. (balans op nul stellen)

Berekening:

Gloeischaaftje + droge grond = a gr	Gloeischaaftje + droge grond = a gr
" = <u>b gr</u>	" + gegloeide grond = <u>c gr</u>
droge grond = (a-b) gr	Gloeiverlies = (a-c) g

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

$$\text{Humus \%} = \text{Gloeiverlies \%} - \text{CO}_2 \%$$

Opmerking : Als de pH van de grond lager is dan pH = 6 (zuurder)
dan is CO₂ % = 0

Bijlage III Tabel kalkfactor bepaling.

De vereiste hoeveelheid kalk uitgedrukt in kg z.b.b.¹⁾ per ha voor zand- en veengronden bij verschillende bouwvoordikten en humusgehalten ter verhoging van de pH met 0.1 eenheid.

¹⁾ onder z.b.b. wordt verstaan het gehalte aan zuurbindende bestanddelen die zoutzuur kunnen neutraliseren, uitgedrukt in het equivalente gehalte aan calciumoxyde.

% humus	Aantal kg z.b.b. ¹⁾ bij een bouwvoordikte van				% humus	Aantal kg z.b.b. ¹⁾ bij een bouwvoordikte van			
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm		5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
1	25	50	75	100	26,0	170	340	510	680
1,5	30	60	90	120	27,0	175	350	525	700
2,0	35	70	105	140	28,0	180	360	540	720
2,5	40	80	120	160	29,0	183	365	548	730
3,0	45	90	135	180	30,0	185	370	555	740
3,5	50	100	150	200	31,0	188	375	563	750
4,0	55	110	165	220	32,0	190	380	570	760
4,5	60	120	180	240	33,0	192	385	577	770
5,0	65	130	195	260	34,0	195	390	585	780
5,5	70	140	210	280	35,0	200	400	600	800
6,0	72	145	217	290	36,0	203	405	608	810
6,5	77	155	232	310	37,0	205	410	615	820
7,0	80	160	240	320	38,0	207	415	622	830
7,5	85	170	255	340	39,0	210	420	630	840
8,0	88	175	263	350	40,0	213	425	638	850
8,5	90	180	270	360	41,0	215	430	645	860
9,0	95	190	285	380	42,0	217	435	652	870
9,5	98	195	293	390	43,0	220	440	660	880
10,0	100	200	300	400	44,0	223	445	668	890
11,0	108	215	324	430	45,0	225	450	675	900
12,0	112	225	337	450	46,0	228	455	683	910
13,0	118	235	353	470	47,0	230	460	690	920
14,0	122	245	367	490	48,0	230	460	690	920
15,0	128	255	383	510	49,0	233	465	698	930
16,0	133	265	398	530	50,0	237	475	712	950
17,0	138	275	413	550	55,0	248	495	742	990
18,0	142	285	427	570	60,0	257	515	773	1030
19,0	147	295	442	590	65,0	268	535	802	1070
20,0	150	300	450	600	70,0	277	555	833	1110
21,0	155	310	465	620	75,0	288	575	862	1150
22,0	158	315	473	630	80,0	295	590	885	1180
23,0	162	325	487	650					
24,0	165	330	495	660					
25,0	167	335	503	670					

Bron: Ministerie van Landbouw en Visserij
 Bodemvruchtbaarheid akker- en weidebouw
 Adviesbasis bemesting Landbouwgronden.

Bijlage IV Voorschrift fosfaatfixatie bepaling.

P totaal in planten materiaal/grond

Weeg 1.0000 gr. stoofdroog gemalen plantenmateriaal af in een destructie kolf van 100 ml.

Voeg 10 ml. destructie vloeistof toe en wacht tot alle stof goed bevochtigd is. Destruueer eerst bij lage temperatuur stand 5, en na 10 minuten verhitten tot geen bruine dampen meer ontstaan.

Druppel gec. HNO_3 bij de inhoud van de kolf zolang deze donker is.

Als het destruaat blank is nog 20 minuten verhitten met ontwikkeling van witte dampen. Afkoelen, destruaat moet nu nagenoeg kleurloos zijn.

Voeg 20 ml. a.d. toe en laat even koken (st. 5) Pas op voor stoten.

Na afkoelen het geheel over spoelen in een maatkolf van 100 ml.

Aanvullen ,mengen, filtreren over filter Mn 640 in potje van 100 ml.

In dit filtraat kan men nu P bepalen. Echter het is nu ook mogelijk in dit zelfde filtraat ionen als Ca, Mg, K, Na te meten.

Pipetteer m.b.v. de diluter 0.1 ml. filtraat 4.9 ml. a.d. en 5 ml. reagens

Ook andere verdunningen zijn mogelijk als b.v. 0.5 +4.5+5 mengr.

Minder dan 5 x verdunnen kan niet daar er dan geen blauw kleuring ontstaat.

De verhouding filtraat, mengreagens moet 1+1 zijn. (verdunde filtraat)

Meng het geheel goed en laat het 20 minuten staan alvorens de meting te verrichten

Meet de licht absorptie bij een golglengte van 882 mu. op een spectrofotometer met doorstroom cuvet.

$$\text{Berekening: } (E_m - E_{bl}) \times \frac{\text{factor} \times \text{verdunning} \times 1000}{\text{Mol. gew.} \frac{142}{2} \text{ gew. gewas}} = \text{meq } \text{P}_2\text{O}_5/\text{kg. dr. gr.}$$

De factor wordt berekend $\frac{\text{mg. in 100 ml st.}}{E_{st.} - E_0}$

$$E_{st.} - E_0$$

Reagentia:

Destructie mengsel: Voeg voorzichtig 400 ml. zwavelzuur gec. bij 600 ml.

salpeter gec. onder afkoeling. Na afkoelen voege men 25 ml. perchloorzuur toe.

Het geheel mengen . VOORZICHTIG!!!!

Standaardreeks

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

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

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

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

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

Bereiding van het mengreagens.

De benodigde oplossingen hiervoor zijn :

H_2SO_4 5n. 140 ml. gec. /L (zwavelzuur bij water voegen, niet anders om !!!!)

Mo opl. 40 gr. $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ per liter. (bewaren in bruine fles)

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

K. Antimonyltartraat 0.2743 gr. per 100 ml. (ca. week houdbaar)

De volgende hoeveelheden worden nu gemengd:

<u>H_2SO_4</u>	<u>Mo opl.</u>	<u>Asc. zuur</u>	<u>K Ant. tartr.</u>	<u>A.D.</u>	<u>Totaal vol.</u>	
42 ml.	12.5 ml.	25 ml.	4.2 ml.	177 ml.	260 ml.	50 bepalingen
83 ml.	25 ml.	50 ml.	8.3 ml.	353 ml.	520 ml.	100 "
167 ml.	50 ml.	100 ml.	16.6 ml.	707 ml.	1040 ml.	200 "

Bepaal vooraf hoeveel meng reagens nodig is.

Berekening Fosfaat-verzadiging.

Bereken eerst de ijklijn. Dit is een lijn met de formule:

$$\text{Extinctie} = a * \text{aantal mg P2O5} + b$$

In een eerdere bepaling was a ongeveer 32 en b -0.0094.

Nu kan per monster het aantal mg P2O5 als volgt worden bepaald:

$$\text{mg P2O5} = \frac{\text{Extinctie} - b}{a}$$

Deze hoeveelheid zat in 0.2 ml of, indien er 2 maal verdund moest worden, in 0.1 ml.

Vervolgens is het aantal mg P per kg droge stof te berekenen:

$$\text{mg P2O5/kg dr st} = \frac{500 \text{ (1000 indien verdund)} * \text{mg P2O5} * 1000}{\text{afgewogen grond (in g.)}}$$

$$\text{mg P/kg dr st.} = \frac{\text{mg P2O5/kg dr st} * 2 * 31}{142}$$

Ten slotte kan de fosfaat-verzadiging in kg per hectare berekend worden. Dit geldt voor een diepte van 10 cm.

$$\text{P-verz.} = \frac{\text{mg P/kg dr st} * \text{bulkdensity} * 10000}{1000000}$$

Bijlage V Voedingsoplossingen.

	Compleet	-N	-P	-K
Stamoplossing		ml	per	liter
1 M KNO ₃	2.00			2.00
1 M NaNO ₃				2.00
1 M KH ₂ PO ₄	0.67	0.67		
1 M NaH ₂ PO ₄				0.67
0.5 M K ₂ SO ₄	2.00	2.00	2.00	
1 M Na ₂ SO ₄				1.00
1 M KCL		2.00	0.67	
1 M Ca(NO ₃) ₂	3.00		3.00	3.00
1 M CaCL ₂		3.00		
1 M MgSO ₄	1.33	1.33	1.33	1.33

Aan alle oplossingen worden ook sporenelementen toegevoegd.
 IJzer wordt toegevoegd in de vorm van FeDTPA: 0.2 ml per l.