VERSLAGEN VAN PROEVEN EN ONDERZOEKINGEN

DEEL IV B

DE BEMESTINGSPROEFVELDEN OP GRASLAND 1947 TOT EN MET 1950

ir. A.E.R. Mes (I.B.)
met medewerking van
ir. D. van der Schaaf (I.B.V.L.)

Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder
Groningen 1964

INHOUD

		blz.
VOORWOORD		
I.	INLEIDING	1
II.	GEGEVENS	3
III.	DE IN 1947 EN 1948 IN HET RANDGEBIED VOORKOMENDE PRODUKTIE- EN GROEIOMSTANDIGHEDEN	7
IV.	MAATREGELEN TER VERHOGING VAN DE OPBRENGST	13
	A. Algemeen	13
	B. Produktie en infiltratie	15
	C. Produktie en structuurverbeterende meststoffen	18
	1. Het eerste proefjaar 1947	19
	2. De proefjaren 1948, 1949 en 1950	22
	a. Kalkmergel	22
	b. Schuimaarde, strokartonslib en cacao-afval-kalk	33
	c. Compost (Lemmer- en VAM-compost)	40
	d. Vergelijking der opbrengstresultaten	44
	e. Stalmest	45
	f. Ammoniakgas	48
V.	PRODUKTIE EN GRONDVERRIJKENDE MESTSTOFFEN	52
	A. Algemeen	52
	B. Fosforzuur	52
	C. Koper	65
	D. Stikstof	69
VI.	VEENSOORT	73
VII.	PROEFVELDEN EN PRAKTIJK	76
VIII.	SAMENVATTING	81
BIJLAGE		

VOORWOORD

De Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder werd in 1946 in het leven geroepen. Zij ontving opdracht de droogteverschijnselen, welke na de drooglegging van de Noordoostpolder in het aangrenzende oude kustgebied optraden, te bestuderen en middelen te beramen om de schade, welke hieruit voortvloeide, te verminderen of te voorkomen.

Om een inzicht te krijgen zowel in de bestaande omstandigheden, wat betreft bodem, waterhuishouding, bemestingstoestand, enz., als in de methoden tot herstel, werden uitgebreide onderzoekingen verricht. Dit onderzoek, waarvan de leiding was opgedragen aan ir. L.J.A. de Jonge, heeft door zijn resultaten in aanzienlijke mate bijgedragen tot een herstel en verbetering van het producerend vermogen der in het randgebied gelegen gronden.

Over de verrichte onderzoekingen verschenen tot en met 1950 drie verslagen. In deel I worden proefveldgewijs de ervaringen en resultaten, opgedaan op 35 graslandproefvelden, beschreven. Deel II is gewijd aan een aantal graslandproblemen. Behandeld worden o.a. de botanische samenstelling van het grasland en de invloed hierop van het bodemprofiel, de bemestingstoestand en de gebruikswijze. Deel III geeft een groot aantal waarnemingen en gegevens op het gebied van de waterhuishouding, zoals die gevonden werden op een twintigtal infiltratieproefvelden in de Binnenpolder "Het Bedijkte Rondebroek". Daarnaast worden o.a. besproken de reversibiliteitsgraad, de droogtebestrijding door middel van verschillende infiltratie-systemen en de invloed van de bodemkundige gesteldheid op de mate van verdroging.

Hoewel genoemde verslagen een schat van wetenswaardigheden bevatten, maakt de vorm, waarin deze gegoten zijn, het de niet-ingewijde lezer moeilijk zich een juist beeld te vormen van de bij de proefnemingen verkregen resultaten. Er werd dan ook behoefte gevoeld aan een overzichtelijke samenvatting.

Eind 1950 werd ir. D. van der Schaaf belast met de verwerking en samenvatting der in de loop van het onderzoek verzamelde gegevens. Van zijn hand verschenen meerdere rapporten, welke echter slechts ten dele in omloop werden gebracht. Daar dit laatste minder bevredigde, besloot de Commissie in 1957 aan deze rapporten meer bekendheid te geven. Alvorens hiertoe over te gaan werden de betreffende rapporten door ir. A.E.R. Mes opnieuw bewerkt. Een groot aantal aanvullingen en verbeteringen werd aangebracht. Een en ander is de rapporten zeker ten goede gekomen; het heeft het uitbrengen echter aanzienlijk vertraagd.

Eind 1961 verscheen als eerste in deze nakomende serie het rapport over de waterhuishoudingsproefvelden op grasland in de jaren 1947 tot en met 1950 (deel IV A). Hierin wordt de betekenis van de watervoorziening voor de produktie van het grasland behandeld, terwijl ook aan het systeem, dat het water van de sloot in het perceel moet brengen, de nodige aandacht wordt geschonken.

Lag in genoemd rapport het accent voornamelijk op de watervoorziening van het grasland, in het thans te behandelen verslag vormt de bemesting het hoofdthema. Vooral op de structuurverbeterende meststoffen, welke kalk en/of organische stof bevatten, wordt uitvoerig ingegaan. Hiernaast wordt aandacht besteed aan de fosfaatvoorziening, het stikstofrendement en de koperbemesting.

Bij het bemestingsonderzoek werd van diverse diensten, instituten en instellingen medewerking verkregen. De Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) was op velerlei gebied behulpzaam, o.a. door het beschikbaar stellen van arbeidskrachten en materiaal. De afdeling Onderzoek van de Noordoostpolderwerken te Kampen verleende steeds haar volle medewerking bij het onderzoek en heeft veel aan het werk bijgedragen. Vooral ir. H. Smits is daarbij een grote steun geweest. Verder werd bij het bemestingsonderzoek nauw samengewerkt met het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen. Hierbij werden vele waardevolle adviezen ontvangen van dr. S.B. Hooghoudt en ir. G.M. Castenmiller. Ook van de zijde van het voormalige Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen, de Stichting voor Bodemkartering te Bennekom en de Cultuurtechnische Dienst te Utrecht werd alle mogelijke medewerking verkregen.

Van het bij de Commissie werkzame personeel hebben vele een werkzaam aandeel gehad in het in dit rapport behandelde onderzoek. De veldwerkzaamheden werden in hoofdzaak uitgevoerd door de assistenten M. Haveman, P. Huizinga en D.H. Zijlstra. Verder moet worden genoemd hoofdassistent D. de Vries. Reeds in het randgebied was hij een belangrijke steun bij het onderzoek. Later, werkzaam bij de Stichting tot Ontwikkeling van Komgrondengebieden, was hij behulpzaam bij de samenstelling van dit rapport. Zijn opbouwende kritiek heeft veel aan de uiteindelijke redactie hiervan bijgedragen. Ook hoofdassistent H.T. Arkema, werkzaam bij het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen, heeft, vooral wat de grafische bewerking betreft, een belangrijk aandeel gehad aan de in dit rapport vermelde resultaten.

Het typografisch gedeelte van dit rapport werd verzorgd door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen.

maart 1964

I. IN LEIDING

Na het droogvallen van de Noordoostpolder trad in het aangrenzende gebied - de oude kuststrook tussen Lemmer en Blokzijl - een daling van de grondwaterstand op, met als gevolg een zekere indroging van het hier aanwezige klei-op-veenprofiel. Het produktievermogen van het in dit weidegebied aanwezige grasland daalde in sterke mate. Dit was aanleiding tot het naar voren brengen van vele, ernstige klachten.

In 1946 werd de Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder gevormd. Deze commissie kreeg tot taak een onderzoek in te stellen naar de mate van verdroging en tevens na te gaan welke methoden het meest tot een herstel van het produktievermogen der graslanden zouden bijdragen. Talrijke proefvelden, waarvan vele het karakter van een demonstratieperceel droegen, werden in de volgende jaren aangelegd. Naast de waterhuishoudingsproefvelden namen hieronder ook de bemestingsproefvelden een belangrijke plaats in.

Over de waterhuishoudingsproefvelden op grasland werd reeds een en ander medegedeeld in een voorgaand verslag [1]. Vooral één produktiefactor, het water, kreeg hierbij de volle aandacht. Thans echter zal een overzicht gegeven worden van de betekenis, die de verschillende bemestingen voor de produktie van het grasland in het randgebied hebben. Het water, als groeifactor, kan echter niet geheel onbesproken blijven. Temeer, waar in het verslag over de waterhuishoudingsproefvelden [1] geen aandacht besteed werd aan de botanische samenstelling van de grasmat. Daar de droge-stofopbrengst alleen niet identiek behoeft te zijn met de produktie van een perceel, is naast de kwantiteit ook de kwaliteit van belang. De kwaliteit zal daarom in dit verslag, voor zover mogelijk, bekeken worden aan de hand van de botanische samenstelling en de minerale gehalten van het gewas.

Bij de berekeningen wordt van relatieve opbrengstcijfers of van absolute opbrengsten gebruik gemaakt. In het laatste geval wordt een opbrengstverhoging dus niet uitgedrukt in procenten van een standaardopbrengst van een proefveld, maar in kilogrammen meeropbrengst, welke per are wordt verkregen.

In het volgende worden allereerst de verzamelde gegevens behandeld. Dit materiaal vormt het uitgangspunt voor het eigenlijke verslag.

Aan de behandeling van de bemestingsinvloeden gaat een beschouwing over de voornaamste produktiefactoren in het randgebied vooraf. Het is immers zo, dat eerst wanneer de produktiebepalende factoren bekend zijn, maatregelen genomen kunnen worden om die omstandigheden te verwezenlijken waarbij de hoogste produktie verkregen wordt. Deze maatregelen moeten dus tweeërlei effect sorteren, namelijk de optimale omstandigheden scheppen èn de produktie doen toenemen. Alhoewel dit graslandverslag slechts over vier jaren proefveldexploitatie handelt, is voldoende feitenmateriaal aanwezig om een oordeel te kunnen vellen over de waarde van de gebruikte meststoffen.

De beschrijving van de bij de verschillende bodemverbeterende kalkmeststoffen verkregen proefveldduitkomsten begint met een afzonderlijke behandeling van het jaar 1947. Zowel de weersomstandigheden als het tijdstip van bemesting waren dat jaar uitzonderlijk. De resultaten, met de diverse meststoffen verkregen, waren typisch verschillend van die der volgende jaren.

---

[1] Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IVA - De waterhuishoudingsproefvelden op grasland in de jaren 1947 tot en met 1950 en de slootmaaiproeven in 1950 en 1951, (1961).

De in de jaren 1948 tot en met 1950 verkregen uitkomsten worden voor de verschillende meststoffen afzonderlijk behandeld. Aan de hand van de door kalkmergel, schuimaarde en compost veroorzaakte pH-stijgingen wordt voor elk van deze meststoffen de kalkfactor berekend. Eveneens wordt nagegaan in hoeverre de fosfaattoestand van de grond zich wijzigt. Bij de behandeling van de opbrengstresultaten wordt gebruik gemaakt van relatieve cijfers. Aan de hand van deze cijfers en gesteund door een grafische bewerking wordt een indruk verkregen van de factoren, welke in het randgebied van belang zijn voor de opbrengst.

In het hoofdstuk over produktie en grondverrijkende meststoffen wordt uitvoerig ingegaan op de door fosfaat op de grondanalysecijfers uitgeoefende invloed. De door een bepaalde hoeveelheid fosfaat veroorzaakte stijging van P-citr en P-getal wordt vastgesteld. Eveneens wordt nagegaan in hoeverre deze gehalten worden beïnvloed door het in de organische meststoffen voorkomende P_2O_5. Met behulp van de opbrengstresultaten was het verder mogelijk de invloed van de P-toestand van de grond vast te stellen.

In genoemd hoofdstuk worden verder besproken de koperbemesting en de stikstofbemesting. Bij behandeling van de stikstof wordt voor een aantal proefvelden het N-rendement berekend. In het kort wordt nagegaan welke factoren hierop van invloed zijn.

Het hoofdstuk over veensoort behandelt de in 1950 op de mos- en zeggeveenproefvelden gevonden resultaten. Een nadere oplossing van het vraagstuk betreffende veensoort en verdroging wordt hierbij echter niet verkregen.

Tot slot wordt een beschouwing gewijd aan het in het randgebied in de jaren 1948 tot en met 1950 door de praktijk bereikte opbrengstniveau. Nagegaan wordt hoeveel groter de droge-stofopbrengst geweest had kunnen zijn, indien voldoende met stikstof en fosfaat was bemest.

II. GEGEVENS

Grondsoorten kan men volgens verschillende normen indelen. Een eenvoudige en toch geschikte indeling is die, welke slechte gronden tegenover goede gronden stelt en arme tegenover rijke [1]. De tegenstelling "slecht-goed" slaat op natuurkundige en biologische eigenschappen van de grond. Het woord structuur is passend bij deze onderscheiding. Ook met grondverbetering is dit het geval, want deze beoogt de slechte eigenschappen weg te nemen en daarvoor in de plaats goede hoedanigheden te stellen. "Arm en rijk" slaat meer op de voorraad aan mineraal plantevoedsel in de teelaardelaag. Het bemesten met fosfaat, kali, stikstof, koper, magnesium, enz. is hierop van toepassing. Het aanwenden van dergelijke meststoffen heeft immers ten doel de arme gronden te verrijken.

Naar bovenstaand schema kan men de handelingen, die in het randgebied op de proefvelden werden toegepast, groeperen in grondverbeterende en grondverrijkende methoden. Vooral aan het verbeteren van de grond werd in het randgebied veel aandacht geschonken. De waterhuishoudingsproefvelden stonden in het middelpunt der belangstelling. Verder die bemestingen, welke in staat geacht werden de structuur te verbeteren. Ook aan het verrijken van de grond werd aandacht besteed. Onder deze categorie vallen de fosfaat-, koper- en stikstofproefvelden.

Een meer gedetailleerd overzicht van de proeven wordt gegeven in tabel I. De middelen, die in de vier proefjaren toegepast zijn om de opbrengst te verhogen, staan hier vermeld. De tabel geeft tevens een globale indruk van de gegevens, die op de verschillende proefvelden verzameld werden.

Zoals in de verslagen IA en IB is medegedeeld [2], werden in het voorjaar van 1947 de zogenaamde "grote" proefvelden aangelegd volgens de schema's A, B en C (zie bijlage). Het grondplan van de proefvelden (schema A) bestond meestal uit twee akkers, waarvan slechts één een kalkgift ontving. Loodrecht op de lengterichting der akkers werd een strook geprojecteerd, die geen fosfaatbemesting kreeg. Voor het overige werd aan beide akkers een normale NPK-bemesting verstrekt. Het grondschema bestond dus uit vier objecten, te weten: een NK-bemesting met en zonder kalk, en een NPK-bemesting met en zonder kalk. De kalk werd toegediend in de vorm van kalkmergel, schuimaarde, strokartonslib of cacao-afvalkalk.

Het oorspronkelijke schema werd voor enkele proefvelden uitgebreid met een compostgift (schema C). Lemmer-compost en stadsvuilcompost V.A.M. zijn hiervoor gebruikt. Verder werd soms een object met een kopersulfaat-bemesting ingelast (schema B). Uit de eerder vermelde verslagen IA en IB zijn hieromtrent uitvoeriger inlichtingen te verkrijgen.

Het aantal in exploitatie zijnde "grote" proefvelden was vooral in de eerste proefjaren vrij groot. Een indruk hiervan krijgt men bij beschouwing van de in tabel I achter de eerste vier variërende factoren (kalkmergel, schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib) voorkomende getallen. Deze hebben namelijk alleen betrekking op de grote proefvelden.

---

1) Edelman, C.H. en J.A. Beukering. Over arme gronden in West-Europa en in de Tropen. Landbouwk. Tijdschrift, 60 (1948), 76-83.

2) Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IA en IB - De graslandproefvelden in 1947 en 1948, Kuinre, 1 juli 1949.

Tabel 1. De graslandbemestingsproefvelden in het randgebied in de jaren 1947 tot en met 1950, en de aantallen hiervan, waarop bij een bepaalde kalk- of andere bemesting bij de diverse sneden een bepaalde analysemethode werd toegepast.

Variërende factor	1e snede				2e snede				3e snede				4e snede			5e sn.	
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	C	D	A	D
	Opbr.analyse	Botan.analyse	Gewasanalyse	Grondanalyse													
	JAAR 1947																
Kalkmergel	15		11	17	4				6				2				2
Schuimaarde	4		4	6	1		1		2				1				3
Cacao-afvalkalk	2		2	2					1				1				
Strokartonslib	2		2	2	1								1				
Super- en slakserie																	
Stalmest (RaNOP 135)																	
VAM-compost	2		2						1				1				
Lemmer-compost																	
Zware kalkgift (kam v.Daalenveldje)																	
Zw.schuimaardegiften																	
Praktijkveldjes																	
Fosfaat	23		19		6		1		9	1			5				
Stikstof																	
Koper					1		1		3		3		3				
Totaal aantal proefv.	23		19	27	6		1		9				5				5
	JAAR 1948																
Kalkmergel	15	14	15		1	1			5			1	8		14	2	
Schuimaarde	7	6	7		1	1			2				4		8		
Cacao-afvalkalk	2	2	2		1				1				1		2		
Strokartonslib	2	2	2						1			1	1		1	1	
Opbrengstniveauveld.	26	24	26					26					6	6			
Super- en slakserie																	
Stalmest (RaNOP 135)																	
Ammoniakgasproefv.																	
Eensoortenproefv.																	
VAM-compost	3	3	3						1				3		3		
Lemmer-compost	7	5	7									1	6		7		
Stalmest	2	2	2										2		2		
Zware kalkgift (kam v.Daalenveldje)	10	3	10		2	1			4			2	4		8	2	
Fleine kalkgift (500 kg/ha kam)																	
Zw.schuimaardegiften																	
Praktijkveldjes	17	6	17		1				4				11		7	1	
Fosfaat	26	24	26		3	2			9			2	14		25	3	
Stikstof																	
Koper	5		4		1				2		1						
Totaal aantal proefv.	52	48	52		3	2		26	9			2	20	6	25	3	

Variërende factor	1e snede				2e snede			3e snede				4e snede			5e sn.		
	A	B	C	D	A	B	D	A	B	C	D	A	B	D	A	B	D
	JAAR 1949																
Kalkmergel	8	5			6	1		5				4			3		6
Schuimaarde	3	2			2	1		1	1			2		1	1		2
Cacao-afvalkalk	1				1							1					1
Strokartonslib	1				1							1					1
Super- en slakserie	21	2	4					4		1		16			16		5
Stalmest (RaNOP 135)	1				1							1		1			
VAM-compost	2				1							1		1	1		
Lemmer-compost	4				4			1				1		1	3		2
Zware kalkgift (kam v.Daalenveldje)	7	2			4	1		3	1			4					4
Zw.schuimaardegiften	3				3			1				2					2
Praktijkveldjes	10				7			3				6		1	2		3
Fosfaat	13	7			10	2		6	1			8		1	4		10
Stikstof	1				1							1					
Koper																	
Totaal aantal proefv.	35	9	4		11	2		10	1	1		25		2	20		15
	JAAR 1950																
Kalkmergel	6	1			3	1		5				3	1		4	1	
Schuimaarde	1				1			1				1			1	1	
Cacao-afvalkalk	1				1							1					
Strokartonslib	1				1							1			1		
Opbrengstniveauveld.																	
Super- en slakserie	9		5					8	2	4		8			6		5
Stalmest (RaNOP 135)	1				1							1			1		
Ammoniakgasproefv.	3			3	3		3	3			3	2			5		
Eensoortenproefv.	4				4	1		4	2			4	1		4		
VAM-compost	1																
Lemmer-compost	2				1							1			1		
Stalmest																	
Zware kalkgift (kam v.Daalenveldje)	4				3			1				1	1			1	
Fleine kalkgift (500 kg/ha kam)	8				5			4				4			4		
Zw.schuimaardegiften	4				3			1				2	1		1		
Praktijkveldjes	5				4			2				2			2		
Fosfaat	9	4			6	1		6				6			6		
Stikstof	3			2	3		2	2			2	2			2		
Koper																	
Totaal aantal proefv.	26	1	5	3	14	2	3	21	4	4	3	21	2		22	2	5

Opm.: Het totale aantal proefvelden, waarop een bepaalde analysemethode werd toegepast, wordt gevonden door sommatie van de in de betreffende kolom, boven de streeplijn voorkomende aantallen. De variërende factoren beneden de streeplijn bevinden zich alle op de reeds boven deze lijn voorkomende proefvelden.

De achter de verschillende factoren vermelde getallen geven het aantal proefvelden aan, waarop bij de betreffende analysemethoden de invloed van deze variërende factoren kon worden nagegaan.

Het grondonderzoek van 1947 heeft betrekking op het voor de aanleg van de proefvelden plaats gehad hebbende onderzoek.

In de herfst van 1947 werd van de grote proefvelden een tiental uitgebreid met een veldje, waarop een zware kalkgift naar 10.000 kg kalkmergel per ha (de z.g. "van Daalen-veldjes"). Voor vele proefvelden werden met ingang van het tweede proefjaar (1948) tevens de opbrengsten bepaald van aangrenzende, door de praktijk bemeste veldjes. Daarnaast werden dat jaar de grote proefvelden in aantal een weinig uitgebreid. Deze nieuw aangelegde grote proefvelden wijken in hun objecttoevoeging echter af van de reeds genoemde schema's. Het oorspronkelijke grondplan is evenwel steeds terug te vinden.

Naast deze grote proefvelden werd een groot aantal zogenaamde "opbrengst-niveauveldjes" aangelegd, waarbij op praktijkpercelen de opbrengsten werden bepaald en tevens grond- en gewasmonsters werden genomen.

In 1949 onderging het merendeel van de in exploitatie zijnde grote proefvelden een verandering. Het aantal kalktrappen, dat tot nog toe twee bedroeg (uitgezonderd de velden met zware kalkgift) werd voor het NPK-object uitgebreid tot drie. Daartoe ontving de bekalkte akker over de halve lengte, hierbij inbegrepen het object nul-fosfaat met kalk, opnieuw een kalkgift. De drie kalktrappen komen dus alleen voor bij een algemene NPK-bemesting. Bij de NK-bemesting is het aantal kalktrappen twee gebleven.

Enkele grote proefvelden werden verder uitgebreid met een drietal veldjes waarop verschillende schuimaardehoeveelheden, nl. 0, 25 en 50 ton schuimaarde per ha.

Uit het bovenstaande blijkt, dat men in het derde proefjaar op een proefveld maximaal kan aantreffen: het oorspronkelijke proefplan, nu met drie variaties in de kalkgift op de NPK-velden; een veldje met de zware mergelgift (het z.g. "van Daalen-veldje"); een veldje voor de praktijkopbrengst en de drie veldjes met schuimaardetrappen.

Vele percelen, waarop in 1948 de opbrengst-niveauveldjes lagen, zijn in 1949 benut voor de "super- en slak-serie". De hiertoe behorende proefvelden bestonden elk uit drie veldjes. Eén veldje was 0-object, terwijl de twee anderen een voorjaars-fosfaat-bemesting ontvingen in de vorm van resp. superfosfaat en thomasslakkenmeel. Alle drie veldjes werden verder bemest met kali en stikstof, waarbij als bijzonderheid vermeld dient te worden, dat niet alle proefvelden voor de eerste snede dezelfde stikstofhoeveelheid toebedeeld kregen. Sommige proefvelden ontvingen 40 kg zuivere stikstof per ha, andere 60 kg per ha. Hetzelfde was het geval met de fosfaatgift. Op een deel der proefvelden was deze naar 70 kg zuivere P_2O_5 per ha, andere kregen een bemesting naar 90 kg P_2O_5 per ha.

Een nieuw groot proefveld werd aangelegd in het Friesch Buitendijksveld. Dit proefveld (reg.no. 135) was van opzet totaal verschillend van de voorgaande proefvelden. Het oude grondplan is dan ook niet terug te vinden. Nagegaan werd in hoeverre het frezen van de zode, gevolgd door al of niet bezanden, na opnieuw inzaaien een betere grasmat zou geven. Op deze objecten werd als bemesting toegediend stalmest of Lemmer-compost, beide naar 45 ton per ha, terwijl ook objecten met enkel kunstmest aanwezig waren. In verslag IB wordt de opzet en het plan van dit nieuwe proefveld uitvoerig beschreven.

In het vierde proefjaar werd het aantal objecten op enkele grote graslandproefvelden weer met één uitgebreid. De helft van de tot dusver onbekalkte akker werd namelijk gebruikt voor het object: jaarlijkse mergelgiften naar 500 kg per ha. Daar de nul-fosfaatstrook deze jaarlijkse mergelbemesting niet ontving, bleef het aantal kalktrappen bij nul-fosfaat gelijk aan twee.

Voor een aantal proefvelden van de "super- en slak-serie"van 1949 werd de werking van de fosfaatbemesting nagegaan. Aangezien echter in 1950 precies dezelfde opbrengstveldjes gebruikt moesten worden als in 1949, zijn de uitkomsten van 1950 minder betrouwbaar. De veldjes werden in 1949 namelijk steeds (drie sneden achter elkaar) gemaaid voor jaaropbrengstbepaling. De super- en slak-serie van 1950 zal daarom zeer globaal behandeld worden.

Nieuw zijn de mos- en zeggeveenveldjes. Het doel hiervan was de jaarproduktie op mos- en zeggeveen te bepalen. Dit naar aanleiding van hetgeen Veenenbos hierover had gevonden [1]. Eveneens in 1950 aangelegd zijn de ammoniakgasproefvelden. Deze proeven zijn uitgevoerd, omdat bij laboratoriumonderzoek gevonden werd, dat dit gas de irreversibiliteit van sterk ingedroogde gronden verminderde. Ter vergelijking werden, naast de NH_3-gasobjecten, veldjes met kalkammonsalpeter-bemesting in het schema van deze proefvelden opgenomen. Het stikstofrendement op de graslanden in het randgebied is dus tevens te berekenen.

Al met al hebben de op de proefvelden verkregen resultaten in belangrijke mate stof geleverd voor een behandeling van de belangrijkste produktiefactoren in het randgebied. De betekenis van de grondverbeterende en grondverrijkende maatregelen is na te gaan, terwijl tevens aan de hand van de proefveldoogsten een oordeel kan worden gegeven over de praktijkopbrengsten. Een vergelijking tussen de opbrengsten op mos- en zeggeveen is eveneens mogelijk geworden.

---

1) Veenenbos, J.S., De bodemgesteldheid van het gebied tussen Lemmer en Blokzijl in het randgebied van de Noordoostpolder. Diss. Wageningen, 1950.

III. DE IN 1947 EN 1948 IN HET RANDGEBIED VOORKOMENDE PRODUKTIE- EN GROEIOMSTANDIGHEDEN.

Alvorens over te gaan tot een doelmatige verbetering van een bepaalde landstreek, dient men georiënteerd te zijn omtrent de belemmeringen, die de vooruitgang tegenhouden. Dit is een algemeen geldende waarheid. Voor de graslandproduktie in een bepaald gebied kan deze wetmatigheid daarom ook onveranderd gehandhaafd worden.

Uitgaande van dit principe, werd in het randgebied een onderzoek ingesteld naar de factoren die de produktie beïnvloedden. Vooral aan de bodemvruchtbaarheidstoestand werd de nodige aandacht geschonken. Zo werd bij de opbrengstveldjes van de graslandbemestingsproefvelden gezocht naar een object, dat zo veel mogelijk de bij de verschillende bodemfactoren voorkomende gebreken aan het licht zou doen treden. Het object, dat alleen een stikstof- en een kalibemesting ontving, werd, als het meest geschikte hiervoor, gekozen. De stikstofbemesting maskeert veelal geen gebrek, dat door een grondanalyse vastgesteld kan worden. Met de kalibemesting is het gevaar, dat een aanwijsbaar tekort ten aanzien van de kalitoestand weggewerkt wordt, wel aanwezig. In het randgebied is tot nog toe evenwel niet gebleken, dat de kalitoestand van de grond een remmende invloed heeft op de opbrengst. Dit is wel het geval met de fosfaattoestand. Door gebruik te maken van de NK-objecten op de z.g. "grote" proefvelden kon de betekenis van de fosfaattoestand echter ongehinderd tot uiting worden gebracht.

Voor een zo volledig mogelijke informatie is verder van belang, dat van de objecten voldoende opbrengsten bekend zijn, met een behoorlijke spreiding over de verschillende profieltypen. Deze eis heeft de keuze bij de graslandbemestingsproefvelden beperkt tot de eerste snede van 1947 en 1948 (zie tabel I).

Onder normale omstandigheden zou de aldus gevolgde werkwijze weinig inzicht gegeven hebben in de voor het randgebied belangrijkste groeifactoren. Een gelukkige omstandigheid was echter het abnormale karakter van het weer tijdens de voorzomer van 1947. Na een laat en koud voorjaar brak in genoemd jaar plotseling een, voor de groeiperiode van de eerste snede zeer warme en droge tijd aan. Het weer tijdens deze periode was bijna gelijk aan dat in de midzomer. Dit heeft er waarschijnlijk toe geleid, dat dat jaar als gevolg van grotere verschillen in bodemkundige omstandigheden, een goede spreiding in opbrengsten optrad. In tegenstelling met 1947, was in 1948 het weer tijdens de groei van de eerste snede koud. De resultaten in dat jaar verkregen, zijn dan ook vaak minder sprekend dan die van het voorgaande jaar.

Grondanalyses en profielhoedanigheden waren van elk proefveld bekend. De grondwaterstand werd aanvankelijk niet geregeld opgemeten. Later is getracht een indruk van dit belangrijke gegeven te verkrijgen, zodat men in de graslandverslagen IA en IB [1] de winter- en zomergrondwaterstanden vermeld vindt. Het gemiddelde van deze beide standen is genomen als maat voor de grondwaterstand op de desbetreffende proefvelden tijdens de eerste groeiperiode. Vanzelfsprekend kan aan deze gegevens niet meer waarde toegekend worden dan aan die van een aanwijzing. Ze bleken bij de bewerking echter veelal goed bruikbaar.

---

[1] Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IA en IB - De graslandproefvelden in 1947 en 1948, Kuinre, 1 juli 1949.

De bewerking van de opbrengstresultaten van beide jaren is grafisch geschied. De resultaten zijn weergegeven in een viertal grafieken (fig. 1 t/m 4). In 1947 is gewerkt met droge-stofopbrengsten in kg per are, in 1948 met dagprodukties in kg per are. Het verschil tussen beide jaren is opvallend. In 1948 bleek alleen de fosfaattoestand als opbrengstbepalende factor van belang te zijn (fig. 4). In 1947 daarentegen werd de opbrengst zowel door de fosfaattoestand beïnvloed (fig. 3) als door de pH (fig. 1) en de grondwaterstand (fig. 2).

Tussen de pH [1] en de grondwaterstand blijkt een fraaie wisselwerking op te treden. De droge-stofopbrengst blijkt steeds meer afhankelijk te worden van de grondwaterstand naarmate de pH lager is. Het is niet aannemelijk, dat de pH de wezenlijke groeifactor is. De pH is in het randgebied nl. streng gecorreleerd met het gehalte aan organische stof (o.a. veel onvolledig verteerde wortelresten); tussen beide bestaat een nauwe negatieve correlatie. Verder is de pH positief gekoppeld aan de dikte van het minerale dek. Ook het gehalte aan organische stof is gecorreleerd met de dikte van de kleilaag, maar dan in negatieve zin. In het volgende zal derhalve bij het noemen van de pH direct gedacht moeten worden aan het gehalte aan organische stof en de dikte van het minerale dek. Het brengen van deze drie grootheden onder één noemer kan het beste geschieden door het begrip "profieltoestand". Lage pH, hoog gehalte aan organische stof en dun mineraal dek komen dan overeen met een ongunstige profieltoestand [2]. Een oorspronkelijk goede opbouw van de grond zal onder dergelijke omstandigheden snel verloren gaan door vochtonttrekking aan de doorwortelde zône. Het contact tussen de wortels en de gronddeeltjes raakt zoek en het verband tussen de doorwortelde laag en de vocht bevattende ondergrond eveneens. Bij een gunstige profieltoestand daarentegen treden deze verschijnselen veel minder op. Uitvoerig wordt op deze kwestie ingegaan in het verslag over de beworteling van de grasmat in het randgebied [3].

Over de resultaten van 1947 kan verder het volgende medegedeeld worden. Toen bij de bewerking van de opbrengsten van 1948 de invloed van grondwaterstand en pH (profieltoestand) niet werd teruggevonden, werd betwijfeld of de uitkomsten van 1947 wel juist waren. Vooral omdat in het eerste jaar gewerkt werd met kilogrammen droge stof per are en dus de maaidatum niet in rekening werd gebracht. Verder wegens het feit, dat de grafische analyse in 1947 begonnen was met de beide groeifactoren pH en grondwaterstand, waarbij de restvariatie als een P-citr-invloed resulteerde. Daarom is na de bewerking van de eerste snede van 1948, het materiaal van 1947 nog eens onderhanden genomen. Nu met dagprodukties per are en aanvangende met de groeifactor het P-citr. De restspreiding rond de gemiddelde P-citr-lijn leverde evenwel weer de wisselwerking op tussen pH en grondwaterstand. Kwalitatief dus precies hetzelfde resultaat. Kwantitatief was er echter enig verschil. De P-citr-invloed was iets sterker dan figuur 3 aangeeft. Ook de betekenis van de grondwaterstand bij de lage pH's

---

1) Wordt in het volgende gesproken over pH, dan wordt hiermee steeds bedoeld pH-water.

2) Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IVA - De waterhuishoudingsproefvelden op grasland in de jaren 1947 tot en met 1950 en de slootmaaiproeven in 1950 en 1951, (1961).

3) Goedewaagen, M.J.A., C. van den Berg, D. van den Bosch, e.a. Wortelgroei in gronden, bestaande uit een bovengrond van klei en een ondergrond van zand; III. Beworteling van de grasmat in het Randgebied van de Noordoostpolder (D. van der Schaaf). Versl. Landbk. Onderz. no. 61.7 (1955).

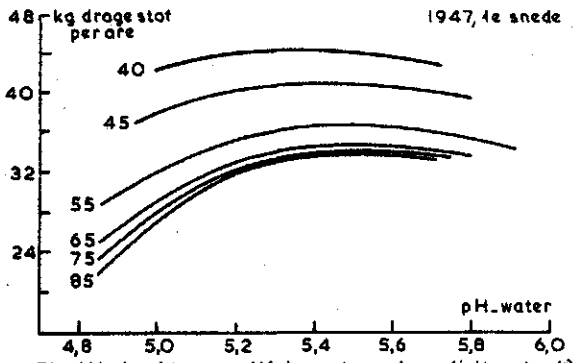


Fig. 1 Verband tussen pH (als maat voor de profieltoestand*) en droge_stofopbrengst van het NK_object, bij variërende grondwaterstand (in cm_mv.), na corr. op P_citr

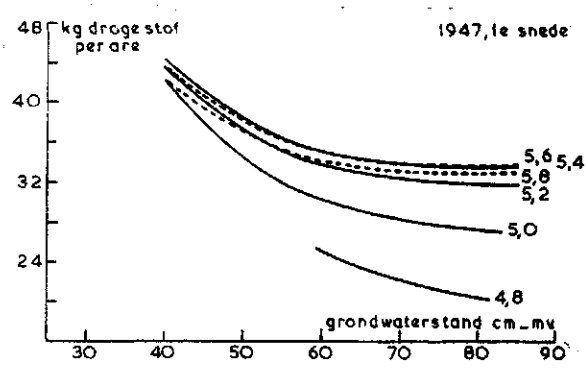


Fig. 2 Verband tussen grondwaterstand en droge_stofopbrengst van het NK_object bij variërende pH's, na corr. op P_citr

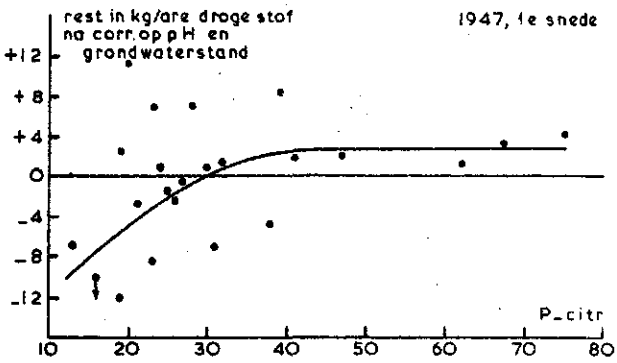


Fig. 3 Invloed van P_citr op de opbrengst van het NK_object

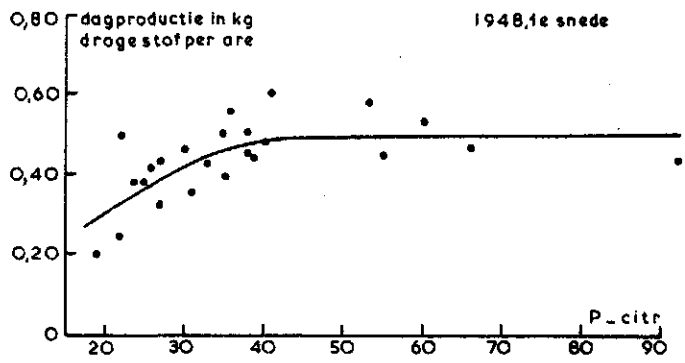


Fig. 4 Verband tussen P_citr en opbrengst van het NK_object

(ongunstige profieltoestanden) was een weinig groter. De figuren 1 t/m 3 geven de werkelijkheid derhalve enigszins verzwakt weer. De oorspronkelijke bewerking van 1947 is echter gehandhaafd, omdat een volledige tweede analyse veel tijd zou kosten en de uitkomst kwalitatief toch dezelfde zou zijn.

De droge-stofopbrengst van de eerste snede reageert volgens deze uitkomsten in beide jaren op de fosfaatrijkdom van de grond. Een hoog P-citr-cijfer schijnt op de kleiveengronden in het randgebied niet nodig te zijn. Boven een P-citr 40-50 neemt de opbrengst niet meer toe. Uit de stippenverdeling valt af te leiden dat, niettegenstaande de lage norm, het overgrote deel van de proefvelden een te lage fosfaattoestand heeft. Volgens fig. 4 is de opbrengstderving in 1948 bij P-citr 20 ruim 35%. Met P-citr-cijfers gelijk aan 25 en 30 corresponderen oogsttekorten van resp. 25 en 15%.

De dagprodukties in 1948 zijn laag, dit als gevolg van het grote aantal groeidagen (gemiddeld 79). Evenals bij de waterhuishoudingsproefvelden [1] werd als begindatum van de groei genomen de dag, waarna de gemiddelde dagtemperatuur slechts sporadisch beneden de 5°C daalde. In 1948 werd aldus 7 maart als aanvangsdatum van de groei verkregen. De totale opbrengst bedroeg bij een voldcende fosfaattoestand en met 24 mei als gemiddelde maaidatum 39,5 kg/are. De oogstdervingen bleken bij P-citr 20, 25 en 30 resp. te zijn: 13,8; 9,9 en 5,9 kg droge stof per are.

Over het verband tussen de grondwaterstand en de droge-stofopbrengst werden in het verslag over de waterhuishoudingsproefvelden [1] uitvoerige mededelingen gedaan. Op deze aangelegenheid zal hier dan ook niet nader worden ingegaan. Slechts zij er op gewezen, dat voor de vochthuishouding van het grasland, naar 't schijnt, twee mogelijkheden open staan. In directe zin kan men streven naar een beheersing van de grondwaterstand door infiltratie, indirect kan men de vochthuishouding trachten te regelen door te zorgen voor een goede structuur. Het beste zal zijn het ene te doen en het andere niet na te laten.

Over de kwantiteit van de produktie hebben de beide eerste proefjaren goede inlichtingen gegeven. Fosfaattoestand, grondwaterstand en "pH" (profieltoestand) waren de drie belangrijkste factoren die de droge-stofopbrengst bepaalden. Over de kwaliteit van de oogst kan de botanische samenstelling van de grasmat enig inzicht geven.

Voor het laatstgenoemde onderzoek bleken heel geschikt de opbrengst-niveauveldjes van 1948. Ook de NK-objecten van de grote proefvelden hebben, voor zover van deze laatste botanische analyses bekend waren, materiaal voor dit onderzoek geleverd. In totaal waren 33 proefvelden, waarvan én botanische- én grondanalyses bekend waren, beschikbaar. Hoge hoedanigheidsgraden zijn bij dit materiaal niet gevonden. De hoogst voorkomende hoedanigheidsgraad was 6,3. Ofschoon de verdroging hierop zeker van invloed is geweest, zal toch voor een groot deel de slechte toestand toegeschreven moeten worden aan de zeer matige verzorging en bemesting, die de percelen in het randgebied genoten. De 33 percelen tonen aan dat vooral de fosfaattoestand grote invloed heeft gehad op de grasmatsamenstelling (tabel II).

---

[1] Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IVA - De waterhuishoudingsproefvelden op grasland in de jaren 1947 tot en met 1950 en de slootmaaiproeven in 1950 en 1951, (1961).

Tabel II. De invloed van de fosfaattoestand op de hoedanigheidsgraad van de zodelaag (eerste snede, 1948).

P-citr-klasse	< 22 1/2	22 1/2 - 30	30 - 37 1/2	> 37 1/2
gemiddeld P-citr	20	26	33	42
gemiddelde hoedanigheidsgraad	4,2	4,6	5,1	5,5
aantal percelen	11	14	4	4

Uit de tabel blijkt, dat men in 1948 nog te kust en te keur fosfaatarme percelen in het randgebied kon aantreffen. Het hoogste P-citr-cijfer bij deze serie proefvelden was 49, het laagste 16. Achtentachtig procent van de 33 percelen had een onvoldoende fosfaattoestand.

Bij een nadere beschouwing van de botanische analyses bleek dat het ruwbeemdgras en in mindere mate het veldbeemdgras in percentage steeg bij toename van de fosfaatrijkdom van de grond. Engels raaigras reageerde niet op de fosfaattoestand. Reukgras vertoonde alleen hoge gewichtspercentages op de fosfaatarme percelen (P-citr < 30). Een vrij sterke samenhang bleek te bestaan tussen het P-citr en het onkruidpercentage van de grasmat. Zo kwam op de fosfaatarme percelen veel onkruid voor. Op de goed van fosfaat voorziene graslanden was daarentegen een voor het randgebied normaal percentage (10-15%) aanwezig.

De fosfaatvoorziening in het randgebied heeft volgens het bovenstaande nogal te wensen overgelaten en het is juist dit plantevoedende bestanddeel dat een zo voorname rol blijkt te spelen bij de produktie. Dit moge ook nog blijken uit de tweede maatstaf voor de kwaliteitsbeoordeling van de oogst. De fosfaatgehalten van het gewas corresponderen namelijk nauw met de fosfaatrijkdom van de grond. Op de grote proefvelden werd dit duidelijk vastgesteld bij de eerste sneden van 1947 en 1948. Bedoelde samenhang bleek eveneens aanwezig op de praktijk- en opbrengst-niveauveldjes van 1948 (tabel III).

Tabel III. De invloed van de fosfaattoestand van de grond op het fosfaatgehalte in het gewas.

	P-citr van de zodelaag							
	15	20	25	30	35	40	50	60
1e snede 1947 (grote prv)	0,48	0,52	0,57	0,61	0,63	0,65	0,68	0,69
1e snede 1948 (grote prv)	0,50	0,56	0,61	0,65	0,67	0,68	0,69	0,69
1e snede 1948 (praktijk- en opbr. niveauveldjes)	0,40	0,49	0,57	0,62	0,67	0,69	0,72	--

Opm.: De P_2O_5-gehalten stellen grafisch bepaalde waarden voor bij een grondwaterstand van 55 cm - mv.

Overduidelijk is bij alle drie series de samenhang tussen het fosfaat in de grond en het fosfaat in de plant. Bij de praktijk- en opbrengst-niveauveldjes verloopt het verband iets steiler dan bij de grote proefvelden. Mogelijk hebben hier de veldjes met iets hogere P-citr-cijfers een fosfaatbemesting van de praktijk gehad. Bij de opbrengstniveauserie zijn de veldjes namelijk in het voorjaar van 1948 willekeurig gekozen zonder op de hoogte te zijn van de hierop mogelijk reeds toegediende bemesting.

Naast het P-citr bleek ook de grondwaterstand van veel belang voor het P_2O_5-gehalte in het gewas. Grondwaterstanden dieper dan 40 cm - mv. bleken het P_2O_5-gehalte ongunstig te beïnvloeden. Hoe dieper de grondwaterstand des te lager het P_2O_5-gehalte. Een grondwaterstand van ± 40 cm - mv. lijkt voor het fosfaatgehalte in het gras het meest gunstig te zijn. Bij hogere grondwaterstanden vertoonde dit gehalte namelijk neiging tot een dalen [1].

Een P_2O_5-gehalte in het gewas van 0,65 - 0,70% bleek voldoende voor een maximale produktie. Dit gehalte wordt doorgaans bereikt bij een P-citr van 40-50. Hogere P-citr-cijfers doen het fosfaatgehalte in het gewas slechts onbeduidend stijgen.

Het kalkgehalte van het gras werd ook onderzocht. Evenals bij het fosfaatgehalte is ook hier de grondwaterstand van invloed. Een grondwaterstand van ± 50 cm - mv. lijkt het meest gunstig te zijn. Hogere en lagere grondwaterstanden doen het gehalte weer dalen. Ook van de pH en/of het humusgehalte - beide factoren waren nauw gecorreleerd - blijkt een invloed uit te gaan [1]. Dit werd zowel bij de eerste snede van 1947 op de NK-objecten waargenomen, als bij de eerste snede van de opbrengst-niveauserie van 1948. Vooral de laatstgenoemde proefvelden waren in deze overtuigend. Bij de grote proefvelden van 1948 was dit echter niet het geval. Bij de op de NK-objecten verkregen eerste snede bleek dat jaar namelijk geen bepaald pH-verband aan te wijzen. Waarschijnlijk heeft hier de bemesting en verzorging, welke in 1947 plaats vond, de botanische samenstelling reeds zodanig gewijzigd, dat de extreem lage kalkgehalten daardoor ontbreken.

Verder werd geconstateerd dat het kaligehalte van het gewas generlei samenhang vertoonde met de kalirijkdom (K-HCl) van de zode. Veel meer leek het humusgehalte de bepalende factor te zijn. De lage kaligehalten in het gewas kwamen namelijk vooral voor op humusrijke percelen. Het aantal analyses was echter te gering om na te gaan of niet andere met het humusgehalte gecorreleerde factoren (bv. de pH) invloed uitoefenden. Bij het kalkgehalte werd namelijk ook een dergelijke humusinvloed gevonden. Daar bleek een nauwe negatieve correlatie te bestaan tussen humusgehalte en pH.

Waarschijnlijk zijn de minerale gehalten in het gewas niet rechtstreeks en geheel van de verschillende genoemde bodemfactoren afhankelijk. In vele gevallen zullen de gehalten mede bepaald worden door de botanische samenstelling van de grasmat, welke op haar beurt ook beïnvloed wordt door diverse andere omstandigheden. Zo blijkt tussen het kalkgehalte en de botanische samenstelling een verband te bestaan. Ofschoon het voorkomen van goede grassen en vlinderbloemigen veelal samengaat met een hoog kalkgehalte in het gewas, is dit hier toch niet het geval. In het randgebied ontbreken deze twee groepen namelijk grotendeels. De hoge kalkgehalten, hier voorkomend, zijn meestal een gevolg van de vele onkruiden, terwijl ook de schijngrassen van invloed lijken te zijn. Daarentegen blijkt tussen het percentage matige grassen en het CaO-gehalte een duidelijk negatief verband op te treden. Daar dit percentage, vooral wat het kweekgras betreft, toeneemt met lagere grondwaterstand, zou hiermee de negatieve invloed van een diepe grondwaterstand op het CaO-gehalte gedeeltelijk te verklaren zijn.

Samenvattend kan geconcludeerd worden, dat, indien geen fosfaatbemesting gegeven wordt, de fosfaattoestand van de grond de produktie in sterke mate bepaalt. Voor opbrengst en kwaliteit is de fosfaatrijkdom van de zodelaag dan van grote betekenis. Zonder fosfaatbemes-

---

[1] De behandeling van dit onderwerp zal uitvoeriger geschieden in het volgende rapport, deel IVC.

ting zal voor een onbelemmerde produktie het P-citr van de zodelaag 40 à 50 moeten zijn.

In droge perioden is de droge-stofopbrengst bovendien afhankelijk van de grondwaterstand en de "pH" (profieltoestand). Tussen deze twee produktiefactoren kon voor de eerste snede van 1947 een fraaie wisselwerking worden aangetoond. Kwalitatief schijnt de grondwaterstand eveneens van betekenis te zijn. Grondwaterstanden van 40-55 cm - mv. zijn waarschijnlijk het gunstigst wat betreft de fosfaat- en kalkopname door het gras. Ook wat de botanische samenstelling van de grasmat aangaat, heeft genoemd grondwaterstandstraject waarschijnlijk voordelen.

IV. MAATREGELEN TER VERHOGING VAN DE OPBRENGST

A. ALGEMEEN

Aan de directe vochtvoorziening door middel van infiltratie, e.d. zal hier geen nadere beschouwing gewijd worden; evenmin aan de verrijking van de grond door bemesting met fosfaat, stikstof, koper enz. Wel zal, om een beeld te krijgen van wat er in dit opzicht te verwachten is, de bodemstructuur en wat daarmede samenhangt worden bekeken.

De volgende beschouwingen over de structuur zijn van enigszins theoretische aard. Ze worden evenwel niet tegengesproken door de proefveldduitkomsten, maar zijn integendeel mede aan deze uitkomsten te danken.

Het begrip structuur laat zich niet gemakkelijk definiëren. Onder structuur wordt verstaan de wijze waarop de gronddeeltjes zich rangschikken tot aggregaten. Hierbij is de geaardheid van het oppervlak van de aggregaten van belang. Verder blijkt de stabiliteit van de onderlinge rangschikking en samenhang van de gronddeeltjes van grote betekenis te zijn.

Stabiliteit zegt reeds, dat structuur geen statisch begrip is. Is in sommige gevallen een goede structuur verkregen, dan kan deze later, b.v. door onachtzaamheid, weer tot verval komen. Vooral de flora en fauna van de teelaardelaag zouden, naar werd verondersteld, een gunstige invloed op de structuur kunnen uitoefenen. In het randgebied heeft men hiervan gebruik willen maken om, mede met behulp van vocht en kalk, de slechte structuren te verbeteren en daarna de goede toestand te handhaven.

Zoals in het verslag over de waterhuishoudingsproefvelden [1] is beschreven, verkeert de zodelaag van de graslanden in het randgebied vaak in een slechte fysische en biologische toestand. Vooral bij de percelen met een dun kleidek en hoog humusgehalte is dit het geval. De hoge humusgehalten vinden hun oorsprong in de vroeger te natte omstandigheden, waardoor een onvolledige vertering van het afgestorven plantemateriaal plaatsvond. Na de drooglegging van de Noordoostpolder trad een snelle en diepe daling van het grondwater in, waardoor in vele gevallen de eerst te natte grond nu zeer droog werd. Een goed verlopend verteringsproces was hierdoor evenmin mogelijk. Enkele jaren na de drooglegging kon men nog op vele percelen de oude viltige zode van voor de drooglegging terugvinden. Onder zeer droge omstandigheden trad hier zelfs schimmelvorming op, waardoor de verdorde zode een muffe reuk kreeg. Een werkzame bacterieflora was niet aanwezig en een regelmatige afbraak van organisch materiaal had dan ook niet plaats. De op deze percelen voorkomende lage pH zal trouwens het zijne hiertoe hebben bijgedragen.

De vraag rijst, hoe komt een goede bodemflora en -fauna in de teelaardelaag tot stand? Natuurlijk kan dit door enting bevorderd worden. Daarnaast dient men het milieu aantrekkelijk te maken. Het scheppen van een goede pH is wel één van de voornaamste voorwaarden waaraan voldaan moet worden, omdat anders schimmelvorming optreedt.

Ook de vochttoestand van de grond is van betekenis. Deze kan zeer laag zijn, zonder direct schadelijk te worden voor het leven in

---

[1] Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IVA - De waterhuishoudingsproefvelden op grasland in de jaren 1947 tot en met 1950 en de slootmaaiproeven in 1950 en 1951 (1961).

de bodem. Overmaat vocht daarentegen is nadelig, omdat daardoor reductieprocessen optreden. De extreem hoge humusgehalten, die in het randgebied in vele klei-veengraslanden worden aangetroffen en die zijn veroorzaakt door te hoge grondwaterstanden in herfst, winter en voorjaar, zijn hiervan een voorbeeld. Een goede waterbeheersing is dus een vereiste.

Aangenomen dat het leven in de grond de structuur gunstig beinvloedt, is het voor een spoedige structuurverbetering wenselijk een enting met bacteriën gepaard te doen gaan met de toevoeging van gemakkelijk verteerbaar organisch materiaal ("voedingshumus"). Ook voedingsstoffen van anorganische herkomst kunnen bevorderlijk zijn voor de ontwikkeling van het bacterieleven.

Het tijdstip van toediening van organisch materiaal en de frequentie ervan vormden het sluitstuk van de handelingen tot verbetering van de structuur. Voor boomgaarden is het niet moeilijk het tijdstip van deze toediening vast te stellen. Augustus als regenrijke en warme maand is waarschijnlijk de meest geschikte tijd. Op grasland daarentegen zouden de meststoffen van organische aard mogelijk het best in september-oktober kunnen worden toegepast, tenminste wanneer het de bedoeling is de structuur te verbeteren. Toediening in augustus van stalmest en compost op grasland heeft natuurlijk wel een duidelijke stikstofwerking. Deze werking moet evenwel niet verward worden met het structuureffect. De vertering van organische mest kan namelijk ook te snel gaan, waardoor het effect voor de structuur gering is, niettegenstaande een duidelijke stikstofwerking optreedt.

Het sprekende verschil tussen boomgaard en grasland lig in het feit dat in een boomgaard de organische mest onder het gebladerte van de bomen beschut ligt. Op grasland is deze beschutting niet aanwezig. Een verschuiving van het tijdstip van bemesting naar september-oktober zou voor het grasland dan ook aan te bevelen zijn. De lucht is dan meer bedekt en de zon schijnt minder fel. Bij goede ontwatering kan de regen de organische mestdeeltjes enigszins in de teelaarde spoelen. De gelegenheid hiertoe is groter, omdat de vertering in september veel langzamer verloopt dan in juli en augustus.

Tenslotte de frequentie van de bemesting. Naderhand bevestigd door proefveldresultaten, werd verondersteld dat het bij slechte structuren gewenst is zeker elk jaar in de herfst een bemesting toe te dienen. De grootte van de gift zou hierbij misschien nog niet eens zo belangrijk zijn als de frequentie. Voor handhaving van een goede structuur zou eventueel volstaan kunnen worden met een bemesting om het andere jaar.

Resumerend hebben bovenstaande theoretische beschouwingen geleid tot de volgende punten, waarop moet worden gelet bij de structuurverbetering van de in het randgebied voorkomende gronden.

1. De waterbeheersing van het perceel moet voldoende in orde zijn. Vooral een goede ontwatering in de winter is een eerste voorwaarde. Een grondwaterstand hoger dan 40 à 50 cm - mv. mag niet voorkomen.
2. De op zure graslanden te gebruiken meststof moet:
   a. pH-verhogend werken en dus kalkrijk zijn.
   b. voldoende microben bevatten om een behoorlijke enting te kunnen bewerkstelligen.
   c. rijk zijn aan door microben gemakkelijk verteerbare organische stof, omdat niet verwacht mag worden dat dergelijk organisch materiaal in de zode aanwezig is.
   d. minerale voedingsstoffen bevatten, die de microben in eerste instantie kunnen gebruiken; de stikstof zal niet in overmaat aanwezig mogen zijn om onnodige verliezen van deze belangrijke voedingsstof te voorkomen.

3. Het tijdstip van toediening van organische mest moet bij voorkeur gekozen worden in september of oktober om te voldoen aan de voorwaarde van inspoeling en het effect van de schaduwwerking.

Het directe belang van bovenstaande overwegingen was gelegen in de beoordeling van de structuurverbeterende meststoffen. Het tweede punt geeft immers een opsomming van de eisen, waaraan de meststoffen moeten voldoen. Aan de hand hiervan zijn de meststoffen in vier groepen gesplitst:

a. Kalkmergel. Deze meststof bestaat grotendeels uit koolzure kalk (meer dan 70%) en voldoet dus slechts aan voorwaarde 2a.
b. Schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk. Deze drie meststoffen zijn bijprodukten, verkregen bij de industriële verwerking van landbouwprodukten. Ze bevatten kalk, organische stof en minerale voedingsstoffen. Vooral als ze lang gelegen hebben, bestaat de mogelijk dat een bacterieflora erin aanwezig is. Deze produkten voldoen dus bijna geheel aan de eisen.
c. Lemmer-compost en stadsvuilcompost V.A.M. Deze meststoffen worden speciaal voor bemestingsdoeleinden bereid, dit in tegenstelling met de produkten van de vorige groep. Niet alleen bezitten ze alle eigenschappen van die groep, maar ze zijn tevens nog rijk aan bacteriën. Ze voldoen derhalve aan alle gestelde eisen.
d. Stalmest. Uitgezonderd de pH-verhogende werking, voldoet stalmest, wat de macro-elementen aangaat, aan de gestelde eisen. Wat de sporenelementen betreft, hoe uitgestrekter het gebied van herkomst van de organische meststof is, des te geringer het gevaar voor eenzijdigheid. Compost is daarom te verkiezen boven stalmest. En VAM-compost weer boven Lemmer-compost, althans wat de sporenelementen aangaat.

De meststoffen van groep b en c komen volgens genoemde theoretische beschouwingen de ideale structuurverbeterende meststof het meest nabij. Stalmest en kalkmergel zullen een veel minder gunstige werking uitoefenen. De gebreken, die aan deze beide meststoffen kleven kunnen echter ondervangen worden door het toepassen van een gescheiden combinatie (ongemengd uitstrooien).

Aan de hand van bovengenoemde indeling zullen de resultaten, met de structuurverbeterende meststoffen op de diverse proefvelden verkregen, worden behandeld. Het eerste proefjaar 1947 wordt daarbij gescheiden van de andere jaren. 1947 was namelijk een uitzonderlijk jaar, zowel wat de weersomstandigheden aangaat als wat de uitvoering van de bemsting der proefvelden betreft. De data van toediening van de kalkmeststoffen waren dat jaar zeer laat als gevolg van de laat eindigende winter. Eerder strooien was niet mogelijk, omdat de proefveldschema's eerst in de winter 1946/1947 werden opgesteld.

B. PRODUKTIE EN INFILTRATIE

Het vraagstuk van de watervoorziening en de produktie zal in dit verslag zo kort mogelijk behandeld worden; een en ander werd namelijk reeds uitgebreid beschreven in het verslag over de waterhuishoudingsproefvelden [1]. Niet het geval was dit met de botanische samen-

[1] Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IVA - De waterhuishoudingsproefvelden op grasland in de jaren 1947 tot en met 1950 en de slootmaaiproeven in 1950 en 1951 (1961).

stelling van de grasmat. Hierop zal dan ook in het volgende uitvoeriger worden ingegaan.

In de jaren 1949 en 1950 werden de grondwaterstanden opgenomen bij twee gelijksoortige, z.g. grote proefvelden. Beide bemestingsproefvelden, welke in 1947 werden aangelegd, waren op hetzelfde perceel gelegen; het één werd wel, het andere niet geïnfiltreerd (reg. no's. 11 en 12). Eveneens bekend zijn de grondwaterstanden van reg. no. 137, een in 1950 aangelegd, éénjarig proefveld met NH_3-gas- en kalkammonsalpeter-hoeveelheden. Van dit proefveld, waarvan de veldjes in duplo lagen, werd van de beide parallellen slechts één geïnfiltreerd.

Voor het bepalen van het verband tussen grondwaterstand en opbrengst kon voor 1950 van alle drie genoemde proefvelden gebruik gemaakt worden. Het proefjaar 1949 levert uiteraard slechts de resultaten van de reg.no's. 11 en 12. Zoals uit tabel IV blijkt, werd op de desbetreffende proefvelden aan het eerste vereiste van een goede infiltratie, het verhogen van de grondwaterstand, voldaan.

Tabel IV. De door infiltratie veroorzaakte grondwaterstijging in cm's bij de verschillende sneden.

	1e sn.	2e sn.	3e sn.	4e sn.	5e sn.
proefjaar 1949	+ 7	+27	+20	+ 6	+ 5
proefjaar 1950	+10	+17	+16	+15	+ 7

In beide proefjaren was de grondwaterstand op de geïnfiltreerde velden hoger dan op de onbehandelde. De verhoging is weliswaar niet groot, maar bracht, vooral bij de nagroei van 1949, een belangrijke stijging in droge-stofproduktie met zich mee (tabel V).

Tabel V. De door infiltratie veroorzaakte opbrengststijging in kg droge stof per are bij de diverse sneden in 1949 en 1950.

	1e sn.	2e sn.	3e sn.	4e sn.	5e sn.
proefjaar 1949	-1,1	+9,1	+11,2	+10,1	+7,0
proefjaar 1950	-4,3	+4,4	+ 3,6	+ 0,2	-2,3[1)]

Opm.: [1)] Alleen reg.no. 137 had in 1950 een vijfde snede.

In beide jaren gaf de eerste snede een oogstdaling te zien op de geïnfiltreerde velden. Een in het voorjaar te vroeg begonnen infiltratie is dus schadelijk voor de opbrengst. In 1949 is de opbrengstverhogende werking bij de nagroei duidelijk groter dan in 1950. De verklaring hiervoor kan worden gezocht in de uiteenlopende weersomstandigheden. Het jaar 1950 was namelijk, in tegenstelling met 1949, zeer regenrijk, zodat bij de vijfde snede een negatief resultaat verkregen werd met infiltratie. Een te langdurige infiltratieperiode werkt derhalve in regenrijke zomers ongunstig op de herfstproduktie. Over het algemeen dient men dus in het voorjaar niet te vroeg te beginnen met de opvoering van het freatisch vlak, in het najaar niet te laat aan te vangen met de verlaging hiervan. Hetzelfde werd ook reeds in het verslag over de waterhuishoudingsproefvelden geconcludeerd.

Vooral in de jaren 1948 en 1950 werd in het randgebied veel botanisch onderzoek verricht op de graslandproefvelden met diverse watervoorzieningssystemen. Volgens de schattingscijfers en het gewichtsanalytisch onderzoek bleek de betekenis van de watervoorziening voor de botanische samenstelling van de grasmat niet bijzonder groot zijn. Wel werd vastgesteld, dat de zodebezetting op de geïnfiltreerde objecten bijna altijd groter was dan op de onbehandelde gedeelten. Dit moge blijken uit tabel VI. Hierin worden namelijk gegeven de gemiddelde resultaten van de schattingscijfers, die in 1948 verzameld werden bij een beoordeling van de verschillende op de waterhuishoudingsproefvelden voorkomende objecten. Daar het verkregen materiaal op schattingen berust en er dus niveau-verschillen tussen de proefvelden onderling kunnen voorkomen, is de grootte van de verandering niet vermeld, wel de richting.

Tabel VI. De door verschillende watervoorzieningssystemen veroorzaakte wijzigingen van de grasmat, gebaseerd op schattingswaarden in het proefjaar 1948 [1].

Grasmat-beoordelings-grootheden	Buisinfiltratie met reeksafst. van resp.				Riet-streng infil-tratie (één reeks)	Buis-mol-infil-tratie (gec. syst.)	Molinfiltr. met gangafstanden van			Be-vloei-en
	15m - 18m	10m - 12m	6m - 8m	3m			9m 12m 18m	6m	3m - 4m	
zodebezetting	+	+	+	+	+	+	-	0	+	+
hoedanigheidsgr.	-	-	-	-	0	-	-	+	+	0
Engels raaigr. (Lp)	-	-	+	0	0	0	0	0	+	0
Veldbeemdgras (Pp)	+	+	+	-	+	0	+	0	+	-
Ruwbeemdgras (Pt)	0	0	+	+	+		0	+	+	+
Fioringras (As)	0	-	+	+			0	0	+	0
Kweekgras (Trit)	+	+	+	0	-	+			0	-
Gew. Struisgras (At)			0		0				0	
Roodzwenkgras (Fr)			0		0					
Witbol (Hl)			0		0					
onkruiden	+	+	+	+	+	+	+	-	0	+
aantal proefvelden	5	3	18	5	7	1	3	2	11	1

Opm.: 1) Het, ten opzichte van de overeenkomstige niet behandelde objecten, hoger resp. lager zijn van de schattingswaarden wordt aangegeven met + en -. De mate van verschil is niet aangegeven. De verandering bij de diverse grassen is opgemaakt aan de hand van de typering der objecten.

De hoedanigheidsgraad is slechts bij twee objectgroepen toegenomen. Merendeels daalde de hoedanigheidsgraad; dit waarschijnlijk als gevolg van het grotere percentage onkruid op de geïnfiltreerde objecten. Het percentage engels raaigras veranderde vrijwel niet. Ruwbeemdgras nam meestal toe. Een daling is in ieder geval niet aanwezig. Overigens geeft de tabel geen belangrijke veranderingen in de samenstelling van de grasmat te zien.

Ook in 1950, toen in de zomer en nazomer een botanisch onderzoek op de waterhuishoudingsproefvelden werd verricht, bleek het percentage ruwbeemdgras gestegen door infiltratie (zie tabel VII).

Tabel VII. De door verschillende watervoorzieningssystemen veroorzaakte wijzigingen van de grasmat (1950).

Grasmat-beoordelings-grootheden	Monstername circa 1 juli				Monstername nazomer			
	Buis-infil-tratie reeks-afst. 10-15m	Mol-infil-tratie gang-afst. 3-4m	Buis-mol-infil-tratie (gec. syst.)	Be-vloei-en	Buis-infil-tratie reeks-afst. 10-15m	Mol-infil-tratie gang-afst. 3-4m	Buis-mol-infil-tratie (gec. syst.)	Be-vloei-en
hoedanigheidsgr.	+ 0,9	+ 0,1	0	0	+ 0,2	- 0,2	- 0,5	- 0,1
Eng. raaigras (Lp)	+15	0	+ 2	- 3	-11	-7	- 8	- 6
Veldbeemdgr. (Pp)	+ 6	0	- 9	- 1	+ 7	-6	- 2	- 5
Ruwbeemdgras (Pt)	0	+ 6	+11	+12	+ 8	+5	+ 4	+12
Fioringras (As)	- 3	0	0	-28	+ 1	+4	+12	- 5
Kweekgras (Trit)	-12	+ 9	- 8	+ 2	+ 2	+4	- 1	0
Witbol (Hl)	- 3	-11	+ 7	+ 3	- 4	+6	+ 6	+11
Roodzwenkgr. (Fr)	+ 1	0	- 4	- 1	0	-9	-18	-10
Gekn. Vossest. (Ag)	0	+ 1	0	0	0	+1	0	0
onkruiden	0	- 2	- 2	+ 3	- 2	+1	+ 6	- 1
aantal monsters	3	5	2	2	3	5	2	2

Opm.: Het, ten opzichte van de overeenkomstige onbehandelde objecten, hoger of lager zijn van de beoordelingsgrootheden wordt aangegeven met resp. + en -. De zodebeoordeling vond via bemonstering gewichtsanalytisch plaats.

Dit is dus in overeenstemming met de geaardheid van deze grassoort; ruwbeemdgras is immers vochtminnend. De hoedanigheidsgraad nam toe door een niet te intensieve infiltratie. Men krijgt de indruk dat overmaat vocht de samenstelling van de grasmat in ongunstige zin beïnvloedt. Het engels raaigras begon te verdwijnen en witbol kwam naar voren. Tenslotte bleek fioringras eveneens neiging te hebben zich uit te breiden bij overmaat vocht. Roodzwenkgras en veldbeemdgras werden teruggedrongen. De uitkomsten van het botanisch onderzoek van 1950 demonstreren duidelijk, dat vochtovermaat de zode schaadt.

Resumerend blijkt infiltratie de grondwaterstand te verhogen, waardoor de produktie aanzienlijk tot goed stijgt, al naar gelang de zomer droog is of vochtig. Een korte infiltratieperiode in de zomer heeft voordelen boven één van langere duur. Bij lange infiltratieperioden treden meestal oogstdepressies op in de eerste snede, terwijl ook schade in de herfst-opbrengst kan voorkomen. De zodebezetting wordt door infiltratie bevorderd. Bij een te intensieve infiltratie wordt de samenstelling van de grasmat echter slechter. Vooral het engels raaigras gaat verdwijnen. Ruwbeemdgras, fioringras en witbol daarentegen treden op de voorgrond, terwijl ook het onkruidpercentage iets toeneemt.

C. PRODUKTIE EN STRUCTUURVERBETERENDE MESTSTOFFEN.

De beschrijving van de proefveldduitkomsten zal beginnen met een afzonderlijke behandeling van het jaar 1947. Dit was, zoals reeds eerder werd medegedeeld, een proefjaar onder uitzonderlijke omstandigheden. De resultaten zijn dan ook navenant. De volgende proefjaren zullen daarna beschreven worden.

1. Het eerste proefjaar 1947.

Door het bijzondere voorjaar gaf de eerste snede van 1947 een goed inzicht in de wisselwerking, die er bij sterke droogte optreedt tussen de "pH" (profieltoestand) en de grondwaterstand ten aanzien van hun invloed op de opbrengst (zie pag. 8 e.v.). Wat de resultaten van de diverse structuurverbeterende meststoffen aangaat, deze zijn typisch verschillend van die der volgende jaren. Voor het merendeel is dit te wijten aan het zeer laat aanwenden van de bemestingen. Uit de verslagen IA en IB [1] valt bijvoorbeeld te lezen, dat de meststoffen het groeiende gewas soms geheel bedekten. De lage opbrengsten van de eerste snede zijn hierdoor over het algemeen te verklaren. Ofschoon het gewas van de eerste snede wel werd geanalyseerd, zullen wegens bovengenoemde omstandigheden de resultaten hiervan voor de met deze meststoffen behandelde velden onbetrouwbaar zijn. De analysecijfers van dit jaar zijn daarom alleen gebruikt, wanneer het de niet behandelde velden (NK- en NPK-objecten) betreft. Botanische monsters en grondmonsters van de diverse objecten zijn in het eerste proefjaar niet genomen. Voorzover in het volgende sprake is van bepaald grondonderzoek, heeft dit steeds betrekking op de vóór de aanleg van de proefvelden plaats gehad hebbende bemonstering.

Voor een beschouwing komen alleen de droge-stofopbrengsten in aanmerking. Het gemiddelde resultaat is, wat de eerste snede betreft, niet rooskleurig. De opbrengstdaling is bij de kalkmergel nog het kleinst (tabel VIII). De compostgiften leverden de grootste oogstdepressies op. Vergelijking van deze depressies met de grootte der

Tabel VIII. Opbrengstverhoging (+), resp. -verlaging (-) in kg droge stof per are per snede, bij verschillende in het voorjaar toegediende structuurverbeterende meststoffen (1947).

Meststofgroep	Gem. bemesting kg/ha	1e snede		Aant. prv.	2e en 3e snede [1]		Aant. prv.
		NK-bem.	NPK-bem.		NK-bem.	NPK-bem.	
kalkmergel	2000	- 0,3	- 0,4	15	+2,5	+0,3	12
schuimaarde, strokartonslib, cacao-afvalkalk	5650	- 2,7	- 0,7	8	+1,5	+1,7	8
VAM-compost	40000 tot 100000	-10,2	-16,2	2	+4,2	+4,6	2

Opm.: [1]) Daar het aantal proefvelden per snede niet voldoende groot was, zijn de opbrengstverschillen bij de tweede en derde snede gemiddeld.

giften, wekt het vermoeden dat tussen beide een verband bestaat. Dit zou verklaard kunnen worden uit het door de meststoffen meer of minder afdekken van het groeiende gras, waardoor een vrij plekkerige open grasmat kan ontstaan. Mogelijk heeft een te geringe stikstofbemesting eveneens een aandeel in deze opbrengstdaling gehad. Grote hoeveelheden organisch materiaal vragen namelijk, om in het begin geen opbrengstdepressie teweeg te brengen, een naar verhouding grote stikstofbemesting.

[1]) Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IA en IB - De graslandproefvelden in 1947 en 1948; Kuinre, 1 juli 1949.

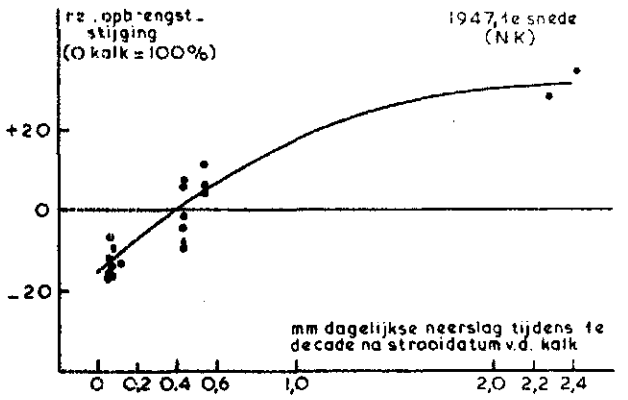


Fig. 5 Invloed van de na de bekalking gevallen neerslag op de door de kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij weglating van de P-bemesting (gecorr. op grondwaterstand 53 cm-mv. en P-citr 23)

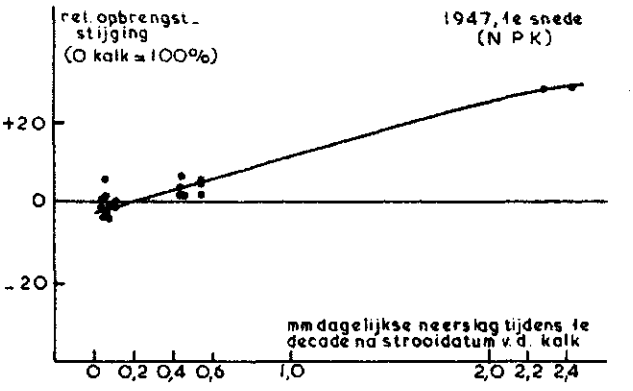


Fig. 6 Invloed van na de bekalking gevallen neerslag op de door de kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stof-opbrengst bij volledige NPK-bemesting (gecorr. op grondwaterstand 53 cm-mv. en P-citr 23)

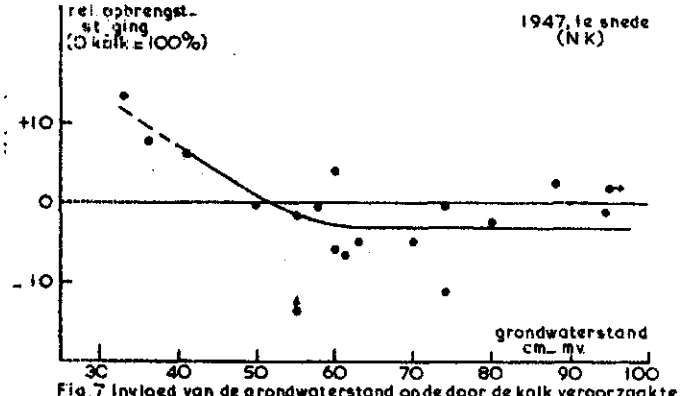


Fig. 7 Invloed van de grondwaterstand op de door de kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij weglating van de P-bemesting (gecorr. op P-citr 23 en 0,35 mm dagelijks, gedurende 10 dagen na de bekalking gevallen neerslag)

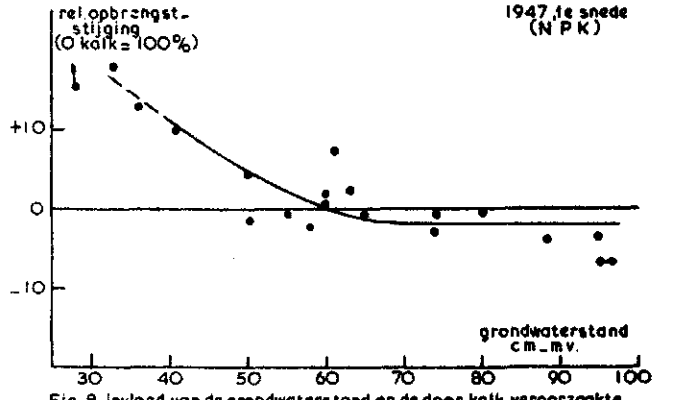


Fig. 8 Invloed van de grondwaterstand op de door kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij volledige NPK-bemesting (gecorr. op P-citr 23 en 0,35 mm dagelijks, gedurende 10 dagen na de bekalking gevallen neerslag.)

De nagroei blijkt voor alle meststofgroepen gemiddeld tot een positief resultaat te leiden. De opbrengsttoename is echter niet groot. VAM-compost gaf nog de beste resultaten. Niet onmogelijk is evenwel, dat het effect van de nagroei gezien moet worden als een reactie op de uitkomsten der eerste snede.

In het volgende zullen alleen de eerste twee, in tabel VIII genoemde meststofgroepen, d.w.z. de kalkmergel en de groep schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk, worden behandeld. Bij de bewerking is onderscheid gemaakt tussen de niet en wel met fosfaat bemeste objecten. De door de kalk (gemiddeld 1550 kg/ha $CaCO_3$, de eerste helft van mei toegediend) veroorzaakte opbrengstreactie werd uitgedrukt in procenten van de zonder kalk verkregen droge-stofopbrengst.

Bij de eerste snede werd de invloed van de bekalking op de opbrengst in sterke mate beheerst door de na de aanwendingsdata (over een periode van 10 dagen na de bekalking) gevallen hoeveelheid neerslag (fig. 5 en 6). Zowel met als zonder fosfaat - ofschoon bij eerstgenoemd object minder sprekend - bleek bij een grotere hoeveelheid neerslag de door de kalk veroorzaakte opbrengstreactie groter te zijn.

Behalve de neerslag was ook de grondwaterstand van invloed [1]. Bij beide bemestingsobjecten, NK en NPK, bleek de grondwaterstand tijdens de groei van de eerste snede hoger dan 50 à 60 cm - mv. te moeten zijn om een gunstig kalkeffect te verkrijgen (fig. 7 en 8). De optimale grondwaterstand leek zelfs minder dan 30 à 40 cm - mv. te bedragen. Waarschijnlijk moet dit gunstige effect van zeer hoge grondwaterstanden geweten worden aan de bijzonder droge weersomstandigheden in de voorzomer van 1947. Bij de behandeling van de volgende jaren zal namelijk blijken dat de optimale grondwaterstand over het algemeen lager is dan hier gevonden wordt. Zoals uit de figuren blijkt, was in 1947 tijdens de groeiperiode van de eerste snede, slechts bij enkele proefvelden een voldoend hoge grondwaterstand aanwezig. Veelal waren dit proefvelden welke gefnfiltreerd of bevloeid werden.

Naast de grondwaterstand en de hoeveelheid neerslag oefende ook de P-toestand van de zodelaag invloed uit. Zoals uit figuur 9 blijkt, treedt bij de nul-fosfaatobjecten een goed verband op tussen het kalkeffect en het P-citr van de zodelaag. Bij lage P-citr-toestand reageerde opbrengst ongunstig op de kalkbemesting. Bij een P-citr van 25 en hoger trad daarentegen een positieve reactie op. De gunstigste kalkreactie bleek op te treden bij P-citr 30 à 40.

Bij de objecten, welke 100 kg P_2O_5 per ha kregen toegediend, was eveneens een verband tussen het P-citr en de relatieve opbrengststijging aanwezig (fig. 10). Het verband is bij lage P-citr-cijfers, in tegenstelling met de verwachting, zelfs scherper begrensd dan bij nul fosfaat het geval was. Waarschijnlijk is dit een gevolg van een nog onvoldoende tot zijn recht gekomen fosfaatbemesting; in zeer veel gevallen werd deze bemesting pas eind april toegediend (gemiddelde maaidatum 3 juni). Toch heeft deze bemesting klaarblijkelijk nog wel invloed gehad. Op de NPK-objecten was het door de kalk verkregen opbrengsteffect namelijk groter dan op de NK-objecten. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat ook het tussen de diverse objecten voorkomende verschil in botanische samenstelling van de grasmat voor dit uiteenlopende resultaat verantwoordelijk kan zijn.

---

[1] Daar in het eerste proefjaar geen grondwaterstandswaarnemingen werden verricht, werd gebruik gemaakt van de in de winter en zomer van 1948 opgenomen gegevens hieromtrent. Het gemiddelde van deze beide waarnemingen diende als maat voor de tijdens de eerste groeiperiode voorkomende grondwaterstand. Eventueel werd nog een correctie aangebracht aan de hand van de in de proefveldverslagen vermelde, gedurende deze groeiperiode gedane waarnemingen.

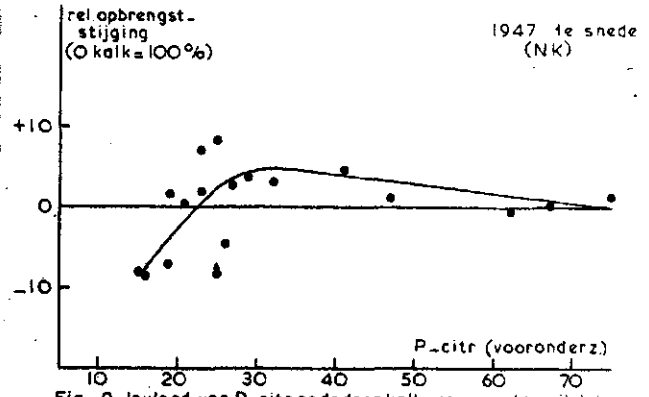


Fig. 9 Invloed van P-citr op de door kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij weglating van P-bemesting en na corr op grondwaterstand 53 cm-mv. en 0,35 mm dagelijks, gedurende 10 dagen na de bekalking gevallen neerslag (gemiddelde droge-stofopbrengst van het NK-object 35 kg/are)

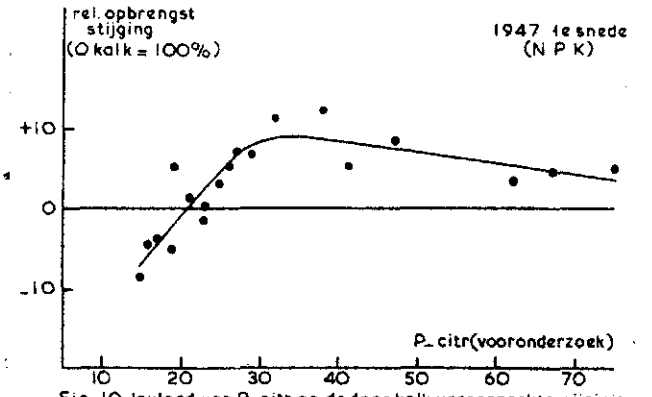


Fig. 10 Invloed van P-citr op de door kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij volledige N P K-bemesting en na correctie op grondwaterstand 53 cm-mv en 0,35 mm dagelijks, gedurende 10 dagen na de bekalking gevallen neerslag. (gemiddelde droge-stofopbrengst van het N P K-object 36 kg/are)

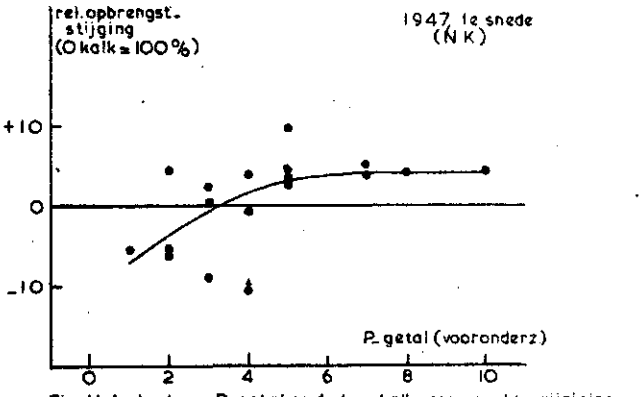


Fig. 11 Invloed van P-getal op de door kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij weglating van de P-bemesting (gecorr op grondwaterstand 53 cm-mv. en 0,35 mm dagelijks, gedurende 10 dagen na de bekalking gevallen neerslag)

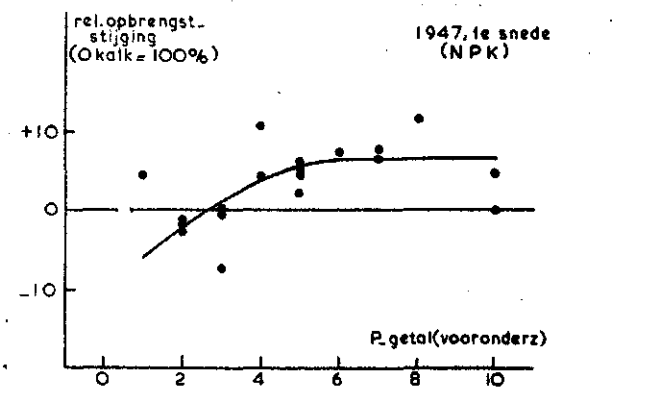


Fig. 12 Invloed van P-getal op de door kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij volledige NPK-bemesting (gecorr op grondwaterstand 53 cm-mv. en 0,35 mm dagelijks, gedurende 10 dagen na de bekalking gevallen neerslag)

Het relatieve opbrengsteffect gaf, uitgezet tegen het P-getal, bij de nul-fosfaatobjecten een goed verband hiermee te zien (fig. 11). Ook bij de fosfaatobjecten was dit het geval (fig. 12). Over het algemeen is het verband met het P-getal echter minder duidelijk dan dat met P-citr.

Bij de nagroei trad eveneens een invloed van de grondwaterstand op (fig. 13 en 14). Het freatisch niveau moest, om een positief kalkeffect te verkrijgen, ongeveer even hoog zijn als bij de eerste snede. Over het algemeen was een grondwaterstand boven 60 cm - mv. nodig voor een positieve opbrengstreactie.

Evenals bij de eerste snede bleek ook bij de nagroei het kalkeffect te worden beïnvloed door de P-toestand van de zodelaag (fig. 15 en 16). Het verband is echter minder sprekend dan bij de eerste snede. Vooral op de NPK-velden is dit het geval. Hier kan namelijk, in tegenstelling met de eerste snede, niet van een bepaalde P-citr-invloed gesproken worden. Waarschijnlijk heeft hier de fosfaatbemesting de ongunstige werking van een te lage P-toestand gedeeltelijk teniet gedaan. Opvallend is verder, dat, in tegenstelling met de eerste snede, het kalkeffect door de fosfaatbemesting niet wordt begunstigd. Vergeleken met de NK-objecten, is het effect op de NPK-objecten namelijk geringer.

Bij beschouwing van de verschillende voor 1947 gevonden figuren (fig. 5 t/m 16) blijkt dat de spreiding der punten soms aanzienlijk is. Waarschijnlijk moet deze spreiding voor een groot deel toegeschreven worden aan verschillen in botanische samenstelling van de grasmat tussen de te vergelijken objecten (nul- en kalkobjecten). In 1948 en 1949 bleek namelijk dat dit verschil in botanische samenstelling een zeer belangrijke invloed kan hebben op de grootte van de aan de kalkmeststof toegeschreven opbrengstreactie. Daar in 1947 slechts enkele proefvelden botanisch werden onderzocht, was het voor dit jaar niet mogelijk een correctie op dit botanische verschil aan te brengen.

Samenvattend blijkt, dat voor de eerste snede van het eerste proefjaar de vochtigheid van de grond een voorname rol heeft gespeeld bij het tot stand komen van het bekalkingseffect. Bij weglaten van de fosfaatbemesting werd een duidelijke neveninvloed gevonden in de fosfaatbeschikbaarheid van de grond. De ongunstige werking van een lage P-toestand werd dit eerste proefjaar weinig of niet opgeheven door een fosfaatbemesting. Daarentegen lijkt de fosfaatbemesting zelf wel een gunstige invloed te hebben uitgeoefend.

Bij de nagroei bleek, om positieve resultaten van de kalkbemesting te verkrijgen, de grondwaterstand, evenals bij de eerste snede, hoger dan 60 cm - mv. te moeten zijn. De fosfaattoestand oefende op de NK-objecten een overeenkomstig effect op de kalkreactie uit als bij de eerste snede. Op de NPK-objecten lijkt de ongunstige werking van een te lage P-toestand door de fosfaatbemesting te worden opgeheven.

Ofschoon de grond in het najaar van 1947 niet werd onderzocht, lijkt het zeer waarschijnlijk, ook gezien de in 1948 gevonden resultaten, dat de bekalking een pH-stijging heeft bewerkstelligd. Een pH-invloed is dus waarschijnlijk opgetreden. De neveneffecten bepalen echter voor een belangrijk deel het resultaat. Waarschijnlijk verstoren de calcium-ionen de goede verhouding van de in het grondwater opgeloste andere voedingszouten, met o.a. een nadelig gevolg voor de fosfaatarme percelen. Misschien is dit ook wel het geval met kaliarme percelen. Wegens het voorkomen van bepaalde correlaties, o.a. een negatieve met de grondwaterstand, bleek dit echter niet nauwkeurig vast te stellen.

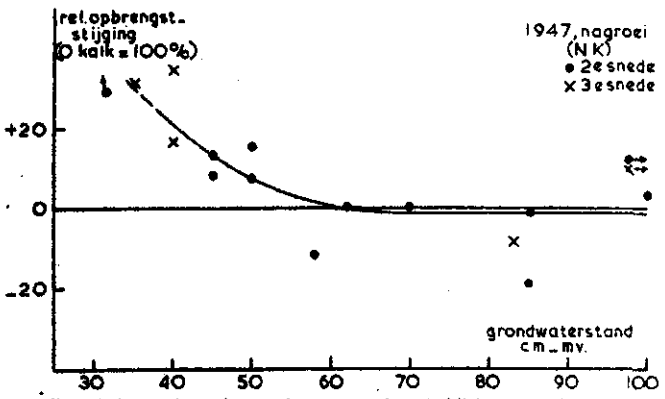


Fig. 13 Invloed van de grondwaterstand op de bij de nagroei door kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij weglating van de P-bemesting (gecorr. op P-citr 25)

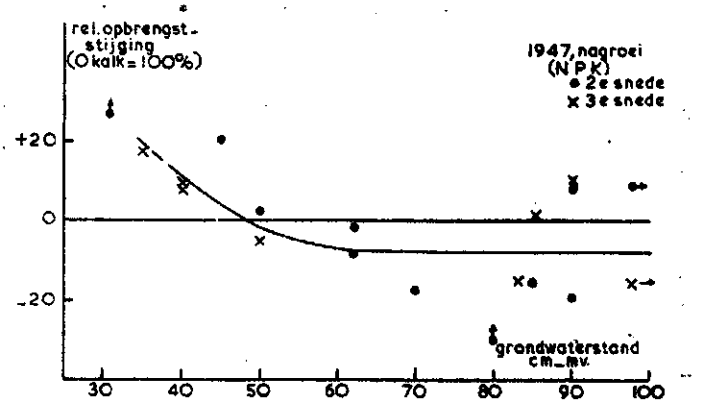


Fig. 14 Invloed van de grondwaterstand op de bij de nagroei door kalk veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij volledige NPK-bemesting. (gecorr. op P-citr 25)

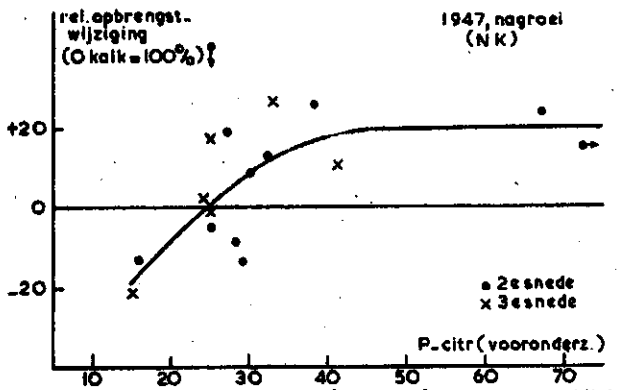


Fig. 15 Verband tussen P-citr (0-object) en de door kalk bij de nagroei veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst, bij weglating van de P-bemesting en na corr. op grondwaterstand 50 cm-mv. (gem. droge-stofopbrengst van het NK-object 15,5 kg/are)

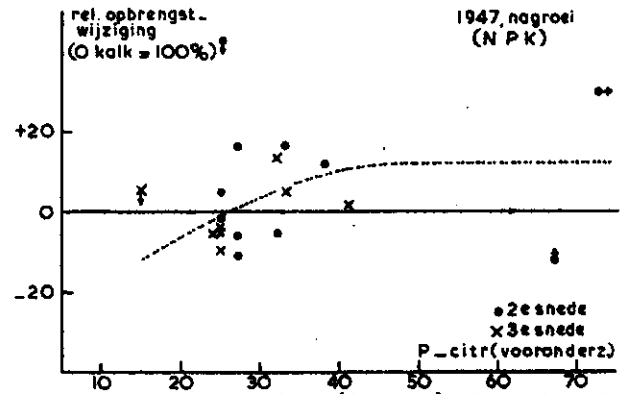


Fig. 16 Verband tussen P-citr (0-object) en de door kalk bij de nagroei veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst bij volledige NPK-bemesting en na corr. op grondwaterstand 50 cm-mv. (gem. droge-stofopbrengst van het NPK-object 18 kg/are)

2. De proefjaren 1948, 1949 en 1950.

Voor deze proefjaren zullen de resultaten van elke meststoffengroep afzonderlijk behandeld worden.

a. Kalkmergel.

Op grond van de algemene beschouwingen over de structuur en de meststoffen, die er toe bijdragen deze te verbeteren, werd kalkmergel niet direct tot de beste structuurverbeterende meststof gerekend. De belangrijkste functie van de mergel zou de pH-verhogende werking zijn. Hierdoor wordt het milieu voor bodemflora en -fauna namelijk gunstiger. De hieruit voortvloeiende verhoogde biologische activiteit zou er verder toe bijdragen dat de kalk inniger met de gronddeeltjes in aanraking komt. Door de biologische activiteit zou namelijk de aantasting der kluiten worden bevorderd. Op deze wijze zou een verandering in de onderlinge rangschikking der gronddeeltjes plaats hebben, waardoor een betere structuur ontstaat.

Om vast te stellen hoeveel kalkmergel nodig is om de pH van de zodelaag (0-5 cm) met 0,1 eenheid te verhogen, zijn de bij het grondonderzoek verkregen analysecijfers van de jaren 1948 en 1949 gebruikt. In beide jaren werden van een groot aantal proefvelden de veldjes afzonderlijk bemonsterd. De grootheid, die in dit verband gebezigd wordt is de z.g. kalkfactor. Aangezien in het bemestingsadvies voor grasland alleen de laag 0-5 cm in beschouwing genomen wordt, definiëren we hier de kalkfactor als het aantal kilogrammen zuivere $CaCO_3$ dat per ha nodig is om de pH van de zodelaag met 0,1 eenheid te verhogen [1].

De kalkfactor is berekend aan de hand van de analysecijfers van de laag 0-5 cm. Deze laag werd zowel in 1948 als in 1949 in de nazomer bemonsterd. In 1948 is in een aantal gevallen de laag 5-10 cm eveneens bemonsterd. Zoals uit tabel IX blijkt is de pH in deze laag bijna niet gestegen, terwijl het gehalte aan vrije koolzure kalk praktisch gelijk is gebleven. Het korte tijdsbestek tussen de toediening van de kalkmergel en de bemonstering is er oorzaak van dat nog betrekkelijk weinig kalk tot in deze laag is doorgedrongen.

De variaties in pH-stijging op gelijksoortige percelen en bij gelijke mergelgiften bleken groot te zijn. Er werd daarom niet tot een nadere bepaling van de grootte-orde van de kalkfactor overgegaan. Wel is gebleken dat de grootte van de kalkfactor beïnvloed wordt door het humusgehalte (kleihumus) en de pH. Hoe groter deze zijn, des te groter de kalkfactor is. Volgens tabel IX schijnt de kalkfactor ook enigszins samen te hangen met de grootte van de mergelgift. Deze samenhang is echter vermoedelijk slechts indirect aan de grootte van de mergelgift toe te schrijven. Bekend is namelijk dat de kalkfactor in grootte toeneemt met het hoger worden van de pH.

De kalkfactor blijkt in 1949 iets kleiner te zijn dan in 1948. Zo werd voor 12 proefvelden (gemiddelde gift 5100 kg $CaCO_3$ per ha) gevonden, dat de kalkfactor in 1948 gemiddeld 735 was. In 1949 was de kalkfactor op deze proefvelden (bij dezelfde kalkbemesting) 660. Waarschijnlijk is, dat de pH-stijging zich na de bekalking nog niet direct geheel voltrekt en eerst na één of meer jaren een evenwicht tot stand komt.

De zeer grote giften van 10 ton kalkmergel en meer buiten beschouwing latend, is de kalkfactor voor de jaren 1948 en 1949 gemid-

---

[1] Wordt in het volgende gesproken over pH, dan wordt hiermee steeds bedoeld pH-water. De kalkfactor, met behulp van deze grootheid berekend, is groter dan die berekend met behulp van de tegenwoordig gebruikte grootheid pH-KCl. Een verschil van 1 pH-KCl-eenheid komt bij zeeklei en veen nl. overeen met 0,75-0,85 eenheden pH-water.

Tabel IX. De invloed van een kalkmergelbemesting op de pH(-water) en het gehalte aan koolzure kalk.

	Totale mergel-gift in kg/ha 1)	Aantal mon-sters	Bemon-sterde laag in cm	pH bij 0 kalk	gem. pH-stij-ging 2)	Kalk-factor laag 0-5 cm	gem. stijging % $CaCO_3$
augustus 1948	2000[a]	6	0-5	5,59	0,37	378	0,08
	2000[a]	6	0-5 5-10	5,51 5,41	0,38 0,38	368	0,08 0
	5000[b]	3	0-5	5,48	0,68	515	1,39
	5800[ab]	4	0-5	5,40	0,78	521	0
	7152[ab]	5	0-5	5,48	0,71	705	0,63
	7152[ab]	5	0-5 5-10	5,44 5,43	0,68 0,07	736	0,80 0
	10000[b]	8	0-5 5-10	5,45 5,31	0,78 0,26	896	1,62 0,03
november 1949	2000[a]	2	0-5	5,35	0,38	368	0
	4000[ad]	4	0-5	5,36	0,60	468	0,30
	6690[ab]	5	0-5	5,51	0,81	578	0,82
	10000[b]	6	0-5	5,57	0,88	793	1,51
	10760[abd]	6	0-5	5,38	0,94	800	1,77

Opm.: 1) In het voorjaar 1947 werd 2000 kg kalkmergel toegediend (a). Deze hoeveelheid werd in het najaar 1947 (b) en/of in het najaar 1948 (d) aangevuld tot de hier vermelde totale hoeveelheid.

2) Een stijging van 1 pH-eenheid(water) komt overeen met gemiddeld 1,25 eenheden pH-KCl (zie voetnoot op pag. 22).

deld 550 kg $CaCO_3$. Dit bij een gemiddelde kalkmergelgift naar 3275 kg $CaCO_3$ per ha. De nog betrekkelijk geringe pH-stijging (gemiddeld 0,60 eenheden) bij deze grote kalkgift in aanmerking nemend, mag verondersteld worden dan de kalkfactor in het randgebied op de kleiveengraslanden ongeveer 400 à 500 kg $CaCO_3$ groot is (gemiddeld humusgehalte 24%, gem. slibgehalte 42%). Om de pH(-water) van de zodelaag met 0,1 eenheid te verhogen is dus ± 450 kg $CaCO_3$ per ha nodig. Dit komt overeen met ongeveer 650 kg kalkmergel per ha [1].

Zoals uit bovenstaande blijkt kan de grootte van de kalkfactor slechts zeer globaal worden aangegeven. Vooral bij de zware giften van ruim 10 ton mergel per ha bleek de spreiding in pH-stijging aanzienlijk te zijn. Er is zelfs een waarneming, waarbij het veldje met de zware mergelgift een lagere pH heeft dan het overeenkomstige onbekalkte veldje. De grote onregelmatigheden in profiel, die soms op de langgerekte proefvelden voorkomen, kunnen gevoeglijk voor deze variaties aansprakelijk gesteld worden. Bovendien is bij de grootste giften de toestand nog niet gestabiliseerd.

---

1) Per 0,1 pH-KCl-eenheid is dit ruim 500 kg kalkmergel per ha. Dit is hoger dan de officiële adviesbasis aangeeft.

Naast het pH-effect blijkt de kalkmergel ook invloed uit te oefenen op andere vruchtbaarheidsfactoren van de grond. Vooral de fosfaattoestand wordt gewijzigd (tabel X).

Tabel X. De invloed van een mergelgift op het gehalte aan humus, kali en fosfaat van de grond.

Jaar	Totale mergelgift in kg/ha 1)	Aantal prv.	Bemonsterde laag in cm	Aantal eenheden dat de betreffende grootheid is toe-(+) of af-(-) genomen 2)							
				P-getal		P-citrcijfer		K-HCl 0,001%		Humusgehalte	
				Bemestingsobject							
				NK	NPK	NK	NPK	NK	NPK	NK	NPK
1948	2000[a]	7	0-5	-1,3	-1,4	+7,3	+5,6	+0,3	+1,3	-0,07	-0,14
			5-10		+0,1		+1,7		-0,3		+0,21
	5533[ab]	3	0-5	-2,0	-2,3	+12,7	+9,3	+1,3	+3,3	+1,33	+0,17
			5-10		0		-0,3		-1,0		-0,83
	7152[ab]	5	0-5	-2,2	-5,6	+5,0	+2,4	+3,8	+1,8	+3,50	+1,00
			5-10		-0,4		-2,2		-0,4		+1,20
	10000[b]	9	0-5		-5,3		+9,6		-0,3		-0,84
			5-10		-0,3		-2,4		+0,1		+0,06
1949	4000[ad]	2	0-5			+7,5	+11,5			-0,5	-1,2
	6383[ab]	3	0-5		-4,3		+14,3		+2,3		+0,33
	10000[a]	5	0-5				+32,2				-0,50
	10760[abd]	3	0-5	-2,3	-4,3	+5,0	+22,3	-2,7	-2,7	+0,67	+0,67

Opm.: 1) In het voorjaar 1947 werd 2000 kg kalkmergel toegediend (a). Deze hoeveelheid werd in het najaar 1947 (b) en/of in het najaar 1948 (d) aangevuld tot de hier vermelde totale hoeveelheid.
2) De bemonstering had plaats in de nazomer 1948, resp. het najaar 1949.

De stijging van het P-citr is overtuigend. Zoals later zal blijken (zie pag. 55 e.v.) is dit verschijnsel van min of meer belang voor de plantevoeding. Aan de andere kant wordt het in het bodemvocht oplosbare fosforzuur door de kalkbemesting geringer. Zo is het P-getal op de bekalkte objecten gemiddeld lager dan op de niet bekalkte. In tegenstelling met het P-citr, waar de grootte van de mergelgift van geringe invloed lijkt te zijn, wordt op het P-getal een duidelijke invloed hiervan waargenomen. Hoe groter de mergelgift is, des te lager het P-getal namelijk wordt. Globaal genomen blijkt het P-getal na correctie op P-getal (onbekalkt) - hoe hoger het P-getal is, des te sterker de daling - per 1000 kg $CaCO_3$ 1 eenheid te dalen.

Het humusgehalte veranderde volgens deze analysecijfers vrijwel niet. Ook het kaligehalte onderging praktisch geen wijziging. Het eerste doel, een verhoging van de pH, is bereikt. Het P-citr nam enigszins toe, maar het P-getal daalde.

Thans rijst de vraag, hoe reageert de opbrengst op de bemergeling. Om dit vast te stellen, zijn de resultaten van de tot dezelfde proefvelden behorende NK- en NPK-objecten gescheiden gehouden, en werd voor elke groep, zowel bij lage als bij hoge pH, het gemiddelde bekalkingsresultaat bepaald (tabel XI). Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen de eerste snede en de nagroei. In het laatste geval zijn de

Tabel XI. De opbrengstverhogende werking door bekalking met kalkmergel, uitgedrukt in procenten van de zonder kalkmergel verkregen droge-stofopbrengsten.

	Een algemene NK-gift				Een algemene NPK-gift			
	pH ≤ 5,4 [1])		pH > 5,4		pH ≤ 5,4		pH > 5,4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
	EERSTE SNEDE							
1948	+1,4	3/6	+5,4	4/5	+1,5	2/3	-2,4	2/8
1949	-2,4	1/4	+2,1	2/3	+3,0	2/4	+2,5	3/3
1950	+20,1	3/3	+3,7	2/3	-1,6	1/3	+8,0	3/3
	NAGROEI (2e, 3e, 4e en 5e snede)							
1948	+4,6	3/6	-3,8	2/6	+15,1	4/5	-3,6	3/7
1949	+3,0	5/8	+8,4	3/4	+5,0	5/8	+0,3	3/4
1950	+5,7	4/7	-8,6	0/3	+4,2	3/7	+4,4	2/3

Opm.: Per jaar werd voor zowel het NK- als het NPK-object van dezelfde kalkmergel-objecten gebruik gemaakt.
[1]) Voor de indeling in genoemde pH-groepen is de pH van het nul-kalkobject gebruikt.
I - relatieve opbrengstwijziging door kalkmergel.
II - verhouding van het aantal positieve verschillen tot het totale aantal opbrengstverschillen.

door kalkmergel ontstane opbrengstverschillen gemiddeld, onverschillig of ze tot de tweede dan wel tot de derde, vierde of vijfde snede behoorden. Daar, vooral bij de nagroeisneden, de opbrengsten sterk uiteenliepen werd bij het samenstellen van tabel XI geen gebruik gemaakt van absolute opbrengstverschillen, maar werden de door bekalking veroorzaakte opbrengstwijzigingen uitgedrukt in procenten van de droge-stofopbrengsten, verkregen zonder kalkmergel. In de tabel worden naast deze opbrengstwijzigingen tevens aangegeven de verhoudingen van het aantal positieve tot het totaal aantal opbrengstverschillen, dat bij het middelen werd betrokken. Soms treft men een positieve opbrengstreactie aan terwijl de genoemde verhouding kleiner dan een half is. Het geringe aantal proefveldduitkomsten, evenals de grote spreiding, is hier dan debet aan.

De tabel toont aan dat de mergelbemesting over het algemeen slechts geringe resultaten heeft opgeleverd. Er is een zwakke aanwijzing, dat de bekalkingsinvloed op de NK-velden bij lage pH in de loop der jaren iets gunstiger wordt. Op de NPK-velden ontwikkelt zich bij lage pH een tegengesteld verloop. Bij hogere pH is op de NPK-velden eenzelfde tendens aanwezig als op de NK-velden bij lage pH. Daar de voor de verschillende jaren bepaalde gemiddelden niet ieder jaar dezelfde bekalkingsobjecten vertegenwoordigen, kan een dergelijke jaarvergelijking echter weinig uitsluitsel geven.

Tussen de NK- en NPK-velden blijkt weinig verschil in reactie aanwezig te zijn. Bij de eerste snede is het bekalkingseffect op de NK-velden iets groter dan op de NPK-objecten; bij de nagroei is dit echter juist andersom. Daar bij de nagroei een groot aantal opbrengsten van de tweede snede voorkomt, moet dit laatste waarschijnlijk gezien worden als een reactie op de eerste snede.

Uit de tabel blijkt dat de opbrengstwijzigingen over het algemeen gering zijn. Wel geven de relatieve cijfers de indruk dat vooral bij de nagroei behoorlijke opbrengstverschillen aanwezig zijn; bij beschouwing

van de absolute cijfers blijkt hier echter weinig waarde aan gehecht te moeten worden. Bij de eerste snede komen veelal zelfs, absoluut gezien, grotere effecten voor dan bij de nagroei.

In vele gevallen blijkt het bekalkingseffect bij lage pH iets groter te zijn dan bij hoge pH. De grote variaties in opbrengst, welke tussen de bekalkingsproefvelden optreden en welke vaak ook nog door andere factoren worden beïnvloed, zijn er echter verantwoordelijk voor dat aan de hand van de in deze tabel voorkomende cijfers, wat dit betreft, geen bepaalde gevolgtrekking kan worden gemaakt. Het materiaal werd daarom ook grafisch bewerkt. Hierbij bleek bij de eerste snede in alle drie proefjaren de pH van invloed te zijn op het bekalkingseffect. Figuur 17, waarin voor alle drie jaren het met de pH gevonden verband wordt weergegeven, geeft hiervan een goed beeld. Uit het verloop der curven, welke door correctie op bepaalde waarden van diverse andere beïnvloedende factoren onderling goed vergelijkbaar zijn, blijkt dat het relatieve kalkeffect groter is naarmate de pH, waarbij wordt bekalkt, lager is. Veelal is het bekalkingseffect positief bij pH $< 5,4$. Bij pH $> 5,4$ heeft de bekalking vaak een negatieve werking.

De jaren 1948 en 1949 geven vrijwel een zelfde pH-verband te zien. In 1950 zijn de met bekalking verkregen resultaten iets hoger. Mogelijk wordt dit grotere effect veroorzaakt door een iets andere botanische samenstelling van de op de te vergelijken objecten voorkomende grasmat.

De botanische samenstelling van de grasmat is, zoals uit het nog volgende zal blijken, van grote invloed op het te verkrijgen opbrengstniveau. De tussen de te vergelijken objecten voorkomende verschillen in opbrengst zijn dientengevolge afhankelijk van het tussen deze objecten aanwezige verschil in botanische samenstelling. Zo was de in de figuren 17 e.v. voorkomende spreiding der punten rond de verschillende curven zeer groot, indien geen rekening gehouden werd met het tussen de bekalkte en onbekalkte veldjes (meestal reeds voor de aanleg) aanwezige verschil in botanische samenstelling. Werd op dit verschil gecorrigeerd, dan verminderde de spreiding aanzienlijk en bleek vaak een nauw verband te bestaan.

Om een indruk te geven van de in de verschillende proefjaren voorkomende spreiding (na correctie op o.a. het verschil in botanische samenstelling), zijn in de figuren 17 en volgende, naast de verschillende jaar-curven, steeds voor één jaar ook de op de verschillende proefvelden gevonden opbrengstreacties aangegeven.

Opgemerkt moet nog worden dat de pH negatief gecorreleerd was met K-HCl en humusgehalte. Met de dikte van het minerale dek trad een positieve correlatie op. De in bovenstaande behandelde pH-invloed moet dus in feite beschouw worden als een gezamenlijke invloed van een complex van factoren, waarvoor de pH als maat kan dienen (zie ook pag. 8).

Naast de pH bleek ook de grondwaterstand van invloed te zijn. In alle drie jaren was het kalkeffect het grootst bij een grondwaterstand van ongeveer 50 cm - mv. (fig. 18). Bij een diepere grondwaterstand nam het bekalkingseffect af en werd bij grondwaterstanden beneden $\pm$ 75 cm - mv. soms zelfs negatief. Niet alleen zeer diepe grondwaterpeilen oefenden een ongunstige invloed uit, ook met zeer hoge grondwaterstanden bleek dit het geval te kunnen zijn. Zo werd in 1948 een duidelijk geringere reactie gevonden bij een grondwaterpeil hoger dan 40 cm - mv. In 1949 was eveneens een neiging hiertoe aanwezig. In 1950 was dit beeld minder duidelijk.

Behalve door de pH en de grondwaterstand werd het bekalkingseffect ook beïnvloed door het P-citr van de zodelaag. Tot een P-citr

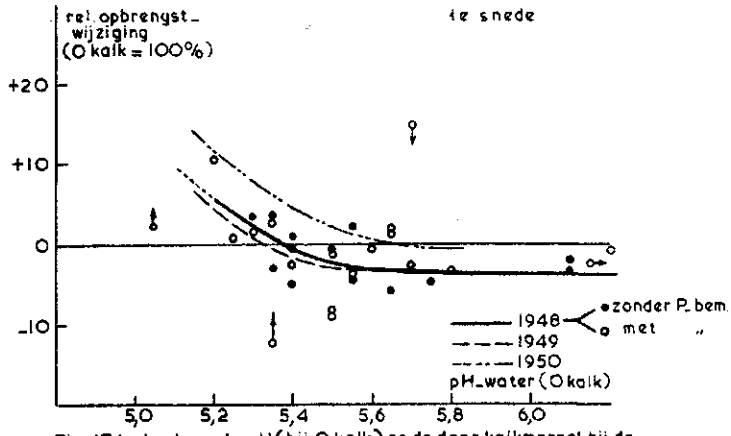


Fig. 17 Invloed van de pH (bij O kalk) op de door kalkmergel bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stof-opbrengst na corr. op grondwaterstand (75 cm-mv.) op P-citr 30, op 3000 kg/ha kalkmergel en op verschil in onkruidbezetting. (in 1948 als maat hiervoor het verschil in CaO-gehalte)

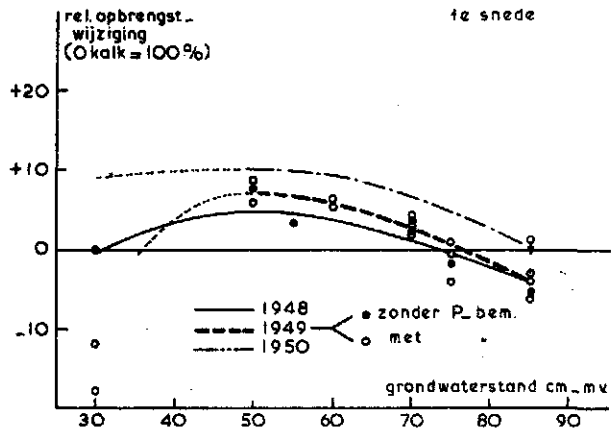


Fig. 18 Invloed van de grondwaterstand op de door kalkmergel bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stof-opbrengst na corr. op pH 5,4, op P-citr 30, op 3000 kg/ha kalkmergel en op verschil in onkruidbezetting.

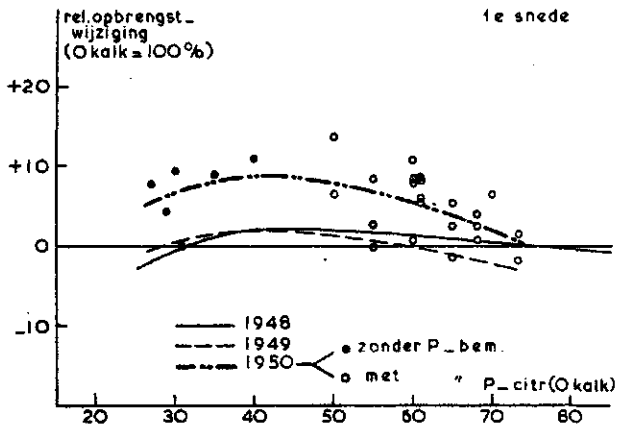


Fig. 19 Invloed van P-citr (bij O kalk) op de door kalkmergel bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op pH 5,4, op grondwaterstand 75 cm-mv., op 3000 kg/ha kalkmergel en op verschil in onkruidbezetting.

40 à 50 nam het kalkeffect een weinig toe, om bij hoger P-citr geleidelijk weer iets te dalen (fig. 19). Bij zeer lage en zeer hoge P-toestanden waren de door bekalking verkregen opbrengstreacties soms zelfs negatief. In alle drie proefjaren bleek genoemd verband aanwezig. Dat het bekalkingseffect geringer wordt naarmate het P-citr een grotere waarde dan ± 60 heeft, is niet geheel verklaarbaar. Mogelijk laat het op de NPK-objecten voorkomende, iets hogere opbrengstniveau een relatief geringere opbrengststijging toe. Zo werd op de NPK-objecten (zonder kalk) over de drie jaren gemiddeld 41 kg droge stof per are geoogst. Op de NK-objecten was de droge-stofopbrengst 37 kg/are groot. De door de kalk veroorzaakte opbrengstwijzigingen bedroegen gemiddeld resp. 1,2 en 2,1 kg droge stof per are.

Oorspronkelijk werd de grafische bewerking alleen uitgevoerd met de drie, hiervoor besproken factoren pH, grondwaterstand en P-citr. De spreiding der punten rond de curven was hierbij echter vaak buitengewoon groot. Zelfs tussen de op eenzelfde proefveld door een zelfde hoeveelheid kalkmergel veroorzaakte opbrengstwijzigingen (NK- en NPK-objecten) kwamen dikwijls bijzonder grote verschillen voor. Er werd daarom gezocht naar een factor, welke deze uiteenlopende resultaten zou kunnen verklaren. Voor zover op de proefvelden botanisch onderzoek had plaats gevonden, bleken tussen de bekalkte en onbekalkte veldjes vaak belangrijke verschillen te bestaan in de samenstelling van de grasmat. Deze verschillen, welke - voorzover hierover waarnemingen gedaan zijn - reeds grotendeels voor de bekalking (aanleg der proefvelden) aanwezig waren, zijn begrijpelijk. Op de veelal zeer grote proefvelden zijn de te vergelijken opbrengstveldjes namelijk vaak op grote afstand van elkaar gelegen. Daar bekend is, dat de botanische samenstelling van de grasmat de droge stof-opbrengst in belangrijke mate kan beïnvloeden, werd nagegaan of de in de grafische figuren voorkomende spreiding mogelijk aan een dergelijk verschil in botanische samenstelling (proeffout) was toe te schrijven. Dit bleek inderdaad het geval. Naarmate op het onbekalkte object de hoedanigheidsgraad van de grasmat hoger was dan op het onbekalkte object, nam het verschil in droge-stofopbrengst af. Of, wat hier op hetzelfde neerkomt, hoe meer onkruid op het kalkobject voorkomt, des te geringer de gevonden opbrengstverschillen zijn.

Er werd getracht te corrigeren op het tussen de bekalkte en onbekalkte veldjes (veelal reeds voor de bekalking) voorkomende verschil in onkruidbezetting. In 1948 bleek dit echter niet rechtstreeks mogelijk. Het aantal proefvelden, waarvan alle objecten botanisch waren onderzocht, was dat jaar namelijk te gering. Er werd daarom gezocht naar een factor, welke als maat voor het tussen bekalkt en onbekalkt voorkomende verschil in onkruidbezetting zou kunnen dienen. Daar bij de eerste snede van 1948 zeer veel gewasanalytisch onderzoek had plaats gevonden, waarbij ook het CaO-gehalte in de droge stof was bepaald, werd nagegaan of dit CaO-gehalte hiervoor bruikbaar was. Inderdaad bleek - voorzover op de proefvelden botanisch onderzoek was verricht - het tussen bekalkt en onbekalkt voorkomende verschil in onkruidbezetting in nauw positief verband te staan met het tussen deze beide objecten voorkomende verschil in CaO-gehalte. Een correctie op verschil in onkruid, met als maat hiervoor het tussen het bekalkte en onbekalkte object voorkomende verschil in CaO-gehalte werd hierdoor mogelijk. Het CaO-verschil is echter in ons geval niet alleen afhankelijk van het reeds bestaande verschil in onkruidbezetting. Ook de hoeveelheid toegediende kalkmergel kan van invloed zijn. Het verschil in CaO-gehalte werd daarom, alvorens als correctie-maat voor het verschil in onkruidbezetting te benutten, eerst gecorrigeerd op de hoeveelheid kalkmergel (3000 kg/ha). Gemiddeld bleek het CaO-gehalte in de droge stof per 1000 kg/ha kalkmergel met ± 0,02% te stijgen.

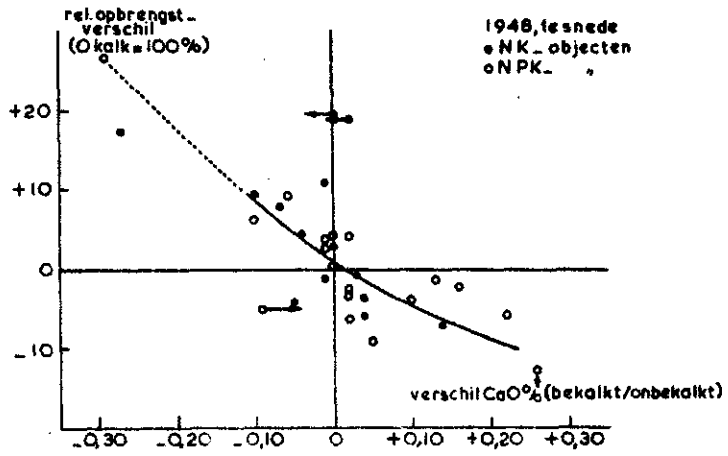


Fig. 20 Invloed van het verschil in onkruidbezetting tussen bekalkt en onbekalkt (uitgedrukt in CaO% van de droge stof) op het tussen deze beide objecten bij de eerste snede van 1948 aanwezige rel. verschil in droge-stofopbrengst (na correctie op pH, grondwaterstand, P-citr en hoeveelheid kalkmergel)

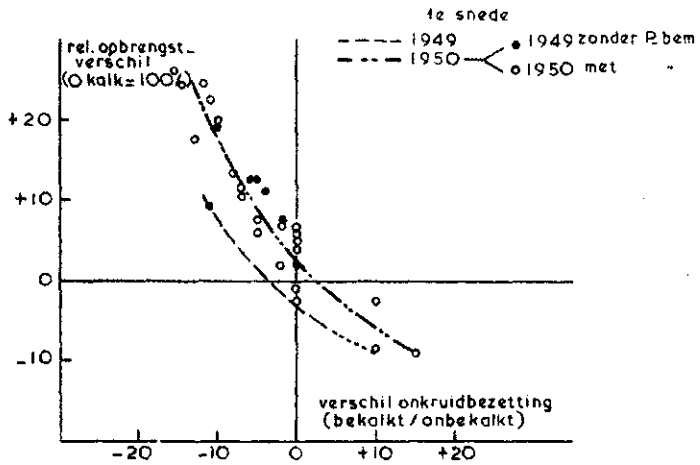


Fig. 21 Invloed van het verschil in onkruidbezetting tussen bekalkt en onbekalkt op het tussen deze beide objecten bij de eerste snede aanwezige relatieve verschil in droge-stofopbrengst (na corr. op pH, grondwaterstand, P-citr en hoeveelheid kalkme- jel.)

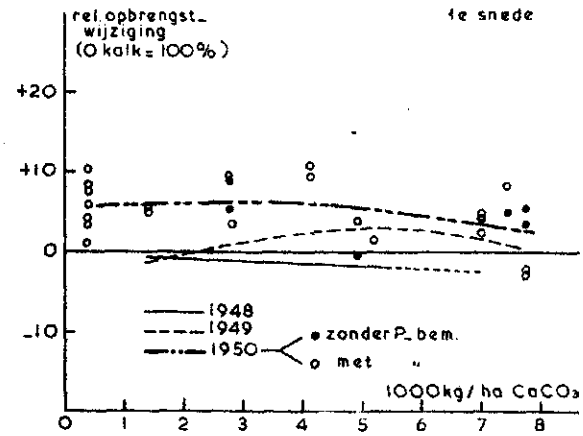


Fig. 22 De door kalkmergel bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op pH 5,4, op grondwaterstand 75 cm-mv., op P-citr 30 en op het verschil in onkruidbezetting.

Zoals uit figuur 20 blijkt wordt het tussen de bekalkte en onbekalkte objecten aanwezige verschil in opbrengst in sterke mate beheerst door het tussen deze beide objecten voorkomende verschil in onkruidbezetting. Naarmate de onkruidbezetting op het bekalkte object groter is, wordt met kalk een geringer opbrengstverschil verkregen. Omgekeerd kan men zeggen, dat hoe beter de hoedanigheidsgraad van de grasmat op het bekalkte object is, des te groter het opbrengstverschil tussen het bekalkte en onbekalkte object zal zijn.

Ook voor 1949 en 1950 werd nagegaan hoe groot de invloed was van het verschil in onkruidbezetting op het tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende verschil in droge-stofopbrengst. In tegenstelling met 1948 werd nu rechtstreeks gebruik gemaakt van het tussen de te vergelijken objecten aanwezige verschil in onkruidbezetting. Een bezwaar was echter, dat in 1949 en 1950 niet alle proefvelden volledig botanisch werden onderzocht. Met behulp van onderzoek dat in andere jaren werd verricht en verder aan de hand van mededelingen hieromtrent in de archiefverslagen [1] was het echter mogelijk van de in beide jaren, tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende verschillen in onkruidbezetting een tamelijk betrouwbare weergave te krijgen. Duidelijk blijkt dit uit figuur 21, waarin voor 1950 tevens de op de diverse proefvelden gevonden resultaten zijn aangegeven. De onkruidbezetting blijkt in beide jaren 1949 en 1950, evenals het geval was in 1948, een belangrijk aandeel te hebben in het tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende verschil in droge-stofopbrengst. Hierbij moet worden opgemerkt dat voor beide jaren van de grootte van de kalkbemesting geen invloed op het verschil in onkruidbezetting werd geconstateerd.

Na correctie op onkruidverschil kwam vast te staan dat van de hoeveelheid kalkmergel soms een zwakke invloed uitging (fig. 22). Zeer grote kalkgiften hadden vaak een negatieve uitwerking. Met uitzondering van 1948 waren de resultaten over het algemeen gunstig, indien de kalkmergelgift minder dan 7000 kg/ha bedroeg. In 1950 kwamen de kleine giften van 500 kg/ha kalkmergel, welke in het najaar van 1949 werden toegediend, in hun uitwerking praktisch overeen met de reeds eerder toegediende, grotere hoeveelheden van 2000 en 4000 kg kalkmergel per ha (zie fig. 22).

Als laatste factor, welke soms van invloed lijkt te zijn, moet worden genoemd de maaidatum. In 1948 (gem. maaidatum 23 mei) werd hiervan geen invloed geconstateerd. In 1949 (gem. maaidatum 14 mei) was dit wel enigszins het geval. Het duidelijkst trad deze invloed naar voren in 1950 (gem. maaidatum 22 mei). Het bekalkingseffect was iets groter, naarmate het maaien op een later tijdstip geschiedde.

Ook voor de nagroei werd nagegaan welke factoren van invloed waren op de grootte van de door de kalkmergel veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst. Daar van het jaar 1950 slechts weinig opbrengstgegevens beschikbaar waren, werd alleen gebruik gemaakt van de in 1948 en 1949 verzamelde gegevens. Een tweede beperking van het beschikbare materiaal was echter nodig. De tweede snede reageerde namelijk, als gevolg van een reactie op de eerste snede, in vele gevallen geheel tegengesteld aan wat bij de eerste snede werd gevonden. Verder waren van de derde en vijfde snede slechts enkele gegevens beschikbaar. Bij de bewerking werd daarom alleen gebruik gemaakt van de in 1948 en 1949 bij de vierde snede (maaidatum 15 augustus - 1 oktober) verkregen resultaten.

---

[1] Zie o.a.: Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IA en IB - De graslandproefvelden in 1947 en 1948 - van de Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder.

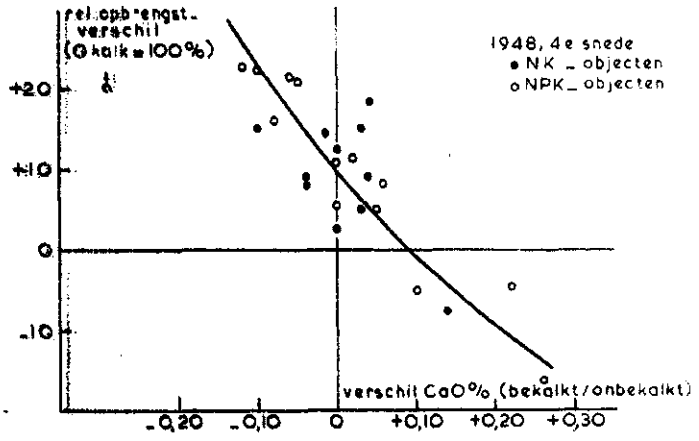


Fig. 23 Invloed van het verschil in onkruidbezetting tussen bekalkt/onbekalkt (uitgedrukt in CaO% van de droge stof) op het tussen deze beide objecten bij de vierde snede aanwezige rel. verschil in droge-stofopbrengst (na corr. op pH 5,4, op grondwaterstand 75 cm-mv. en op maaidatum 10 september)

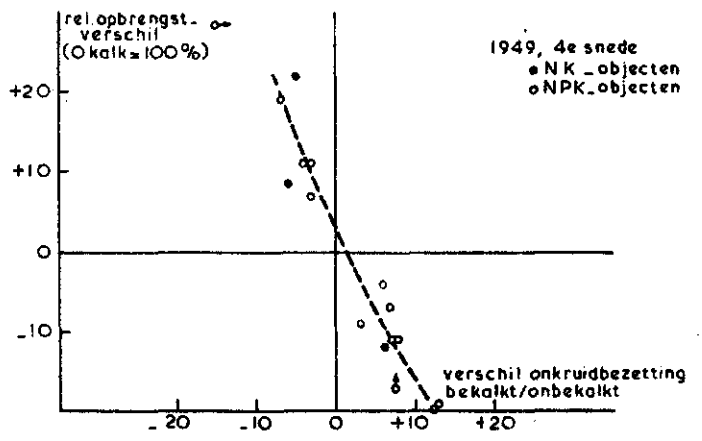


Fig. 24 Invloed van het verschil in onkruidbezetting tussen bekalkt en onbekalkt op het tussen deze beide objecten bij de vierde snede van 1949 aanwezige relatieve verschil in droge-stof-opbrengst (na corr. op pH 5,4 en op 10 september als maaidatum)

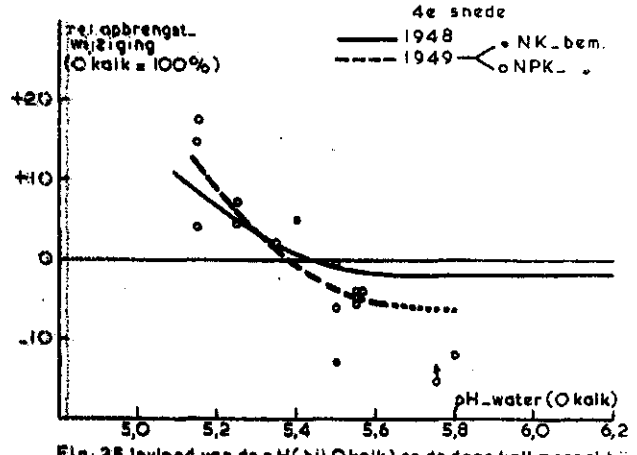


Fig. 25 Invloed van de pH (bij 0 kalk) op de door kalkmergel bij de vierde snede veroorzaakte wijziging van de droge-stof-opbrengst na corr. op grondwaterstand 75 cm-mv. (1948), op 10 september als maaidatum en op het verschil in onkruidbezetting.

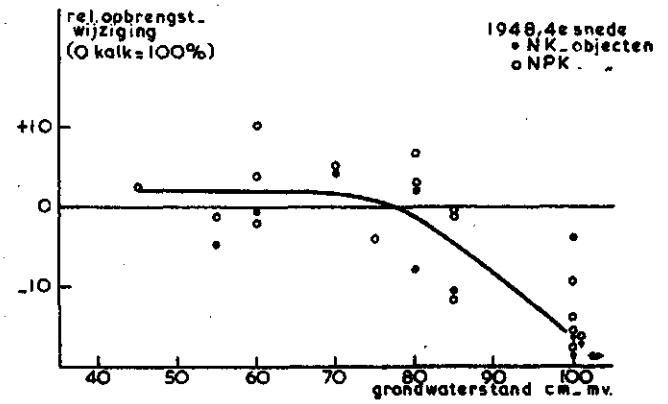


Fig. 26 Invloed van de grondwaterstand op de door kalkmergel bij de vierde snede van 1948 veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op pH 5,4, op 10 september als maaidatum en op verschil in onkruidbezetting.

Bij de vierde snede werden de tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende opbrengstverschillen vooral beheerst door de tussen deze objecten aanwezige, reeds grotendeels voor de bekalking bestaande verschillen in onkruidbezetting. In 1948 werd weer gebruik gemaakt van het tussen de bekalkte en onbekalkte objecten, bij de eerste snede gevonden verschil in CaO-gehalte om het verschil in onkruidbezetting aan te geven. Voor 1949 werd dit onkruidverschil aan de hand van het in de verschillende jaren gedane botanische onderzoek zo goed mogelijk vastgesteld. Uit de figuren 23 en 24 blijkt, dat het tussen bekalkt en onbekalkt voorkomende verschil in opbrengst in sterke mate afhankelijk is van het tussen de te vergelijken objecten aanwezige verschil in botanische samenstelling van de grasmat. De invloed van het verschil in onkruidbezetting lijkt zelfs sterker te zijn dan bij de eerste snede het geval was.

Zoals uit figuur 25 blijkt, is de pH ook weer van invloed. Ofschoon de spreiding der stippen tamelijk groot is, blijkt toch duidelijk dat ook hier, evenals bij de eerste snede het geval was, de grens tussen positieve en negatieve bekalkingsresultaten ligt bij een pH van $\pm$ 5,4.

Een invloed van de grondwaterstand kon alleen voor 1948 worden vastgesteld (fig. 26). Bij zeer diepe grondwaterstanden was het bekalkingseffect veelal negatief. Verder was het tijdstip van maaien nog van enige invloed. In beide jaren nam het kalkeffect met ongeveer 2% toe, indien 10 dagen later werd gemaaid.

Zoals op pagina 25 reeds werd medegedeeld zijn de in tabel XI opgenomen resultaten niet over de verschillende jaren vergelijkbaar. De diverse proefvelden ontvingen op het bekalkte gedeelte namelijk niet steeds een zelfde mergelgift. Zo werd bij de aanleg der proefvelden gestreefd naar pH-trappen-series, waarbij de te strooien hoeveelheden mergel werden vastgesteld aan de hand van grondanalyses. Vaak echter werd een aldus vastgestelde hoeveelheid later herzien en aangevuld tot een grotere totale gift. De mogelijkheid is derhalve niet uitgesloten, dat een overbekalking de gunstige reacties van een "juiste" kalkgift weer teniet gedaan heeft, waardoor de werkelijke toestand vertroebeld weergegeven wordt.

Om een vergelijking te treffen tussen de grootte van de totale gift en de opbrengstreactie, werd tabel XII samengesteld. Deze tabel, welke de invloed van de grootte der mergelbemesting op het hiermee verkregen opbrengstresultaat weergeeft bij een algemene NPK-bemesting, is bovendien zodanig opgesteld dat de resultaten ook naar jaar vergelijkbaar zijn. De onder een bepaalde mergelhoeveelheid voorkomende gemiddelde reacties hebben namelijk voor alle drie de jaren betrekking op dezelfde proefvelden. Dit zowel voor de eerste snede als voor de nagroei. Daar bij de nagroei soms meerdere sneden ter beschikking stonden, werd hier, alvorens over de verschillende proefvelden te middelen, voor elk proefveld afzonderlijk voor de nagroei één gemiddeld snede-effect vastgesteld.

Tabel XII geeft aan dat de grootte van de kalkmergelgift waarschijnlijk van weinig of geen invloed is. Slechts een enkele maal blijkt bij een lage kalkmergelgift een negatieve reactie aanwezig. Vaker het geval is dit bij zeer grote bemestingshoeveelheden. Mogelijk is dit laatste een gevolg van overmaat aan kalk. De in de tabel weergegeven resultaten zijn voor de diverse kalkgiften moeilijk vergelijkbaar. Andere factoren zullen namelijk ook invloed hierop hebben uitgeoefend. Zo werd bij de grafische bewerking gevonden, dat het bekalkingsresultaat in belangrijke mate kan worden beïnvloed door de pH, de grondwaterstand en de botanische samenstelling van de grasmat.

Tabel XII. Het relatieve effect van een kalkmergel-bemesting op de droge-stofopbrengst in 1948, 1949 en 1950, bij een algemene NPK-bemesting (nul kalk = 100%).

Kalk-mergel in t/ha		0,5	2	4	5	5,8	7,15	7,36	7,55	10,0	10,75
						EERSTE SNEDE					
1948	I		-4,8		+18,3	-5,7	+8,1	+19,7	-1,9	-13,2	
	II		1/2		1/1	0/2	1/1	1/1	0/1	0/4	
1949	I		+0,2	+0,2	+18,4	+2,1	+12,8	+8,7	-6,1	+0,8	-1,6
	II		1/2	1/2	1/1	1/2	1/1	1/1	0/1	2/4	1/3
1950	I	+5,6	+9,6	-0,4		+19,0	+3,6		-5,0	+13,9	+5,4
	II	5/8	2/2	1/2		2/2	1/1		0/1	3/4	2/3
						NAGROEISNEDE					
1948	I		+25,2		+39,6	+19,6	-35,4	+0,6		-7,2	
	II		2/2		1/1	0/2	1/1	1/1		1/3	
1949	I		-4,7	-8,4	+6,4	+4,4	+10,8		+20,0	-6,8	+2,9
	II		1/2	0/2	1/1	2/2	1/1		1/1	1/4	2/3
1950	I	+5,4	-8,6	+2,5		-2,4	+7,8		+23,9	-12,4	-5,2
	II	7/8	0/2	1/2		1/2	1/1		1/1	1/4	1/3

Opm.: De in de verschillende jaren onder een bepaalde mergelgift voorkomende relatieve opbrengstreacties hebben steeds betrekking op dezelfde proefvelden.
I = opbrengstverschil tussen bekalkt en onbekalkt.
II = verhouding van het aantal positieve verschillen tot het totale aantal, bij het middelen betrokken verschillen.

Bij vergelijking der jaren blijkt dat een zeer grote mergelgift, in één keer verstrekt, de eerste jaren min of meer nadelig kan zijn. De z.g. van Daalen-veldjes met 10 ton kalkmergel per ha, in de herfst van 1947 uitgestrooid, geven hiervan een goed beeld. Het eerste jaar na aanwending van de gift trad hierbij een depressie op, die, wat de eerste snede betreft, in 1950 veranderde in een goede opbrengstverhoging. De nagroei echter vertoonde constant een opbrengstdepressie.

Het laat zich aanzien dat giften van 4 à 6 ton kalkmergel per ha gunstiger perspectieven bieden dan zeer grote hoeveelheden van 10 ton en meer. In tabel XII zijn de resultaten, hiermee verkregen, in elk geval niet teleurstellend. Ook bij de grafische bewerking werd reeds geconstateerd dat de gunstigste resultaten voorkwamen bij hoeveelheden kleiner dan 7 ton kalkmergel per ha.

Tot slot zijn de opbrengsten nog gegroepeerd volgens de objecten: niet en wel opnieuw bekalkt (tabel XIII). In de herfst van 1948 werd immers op een aantal proefvelden de helft van het bekalkte gedeelte opnieuw van een kalkmergelgift voorzien.

Tabel XIII. De opbrengstreactie in 1949 en 1950, als gevolg van een opnieuw toedienen van kalkmergel in de herfst van 1948, uitgedrukt in procenten van de zonder kalk verkregen droge-stofopbrengst.

	Eerste snede		Nagroei	
	eenmaal bekalkt	opnieuw bekalkt	eenmaal bekalkt	opnieuw bekalkt
1949	-0,3 (2/5)	-0,9 (2/5)	+3,2 (2/5)	-3,7 (2/5)
1950	+10,4 (3/5)	+3,1 (3/5)	+2,1 (2/5)	-2,3 (2/5)

Opm.: Tussen haakjes staat vermeld de verhouding van het aantal positieve opbrengsten tot het totale aantal bij het middelen betrokken opbrengsten (proefvelden).

Het blijkt dat de overbekalking in de meeste gevallen tot een negatief resultaat heeft geleid. Dit zowel ten opzichte van eenmaal bekalkt als ten opzichte van niet bekalkt. Mogelijk dat dit ongunstige resultaat toe te schrijven is aan de hoge pH, welke op de reeds eerder bekalkte velden aanwezig is. Zo bleek volgens de analysecijfers van 1948 de pH op de niet bekalkte veldjes gemiddeld 5,4 te zijn. Na de eerste bekalking met giften variërend van 2000 tot 5800 kg kalkmergel bleek de gemiddelde pH 5,9 te zijn. In 1949, na de overbekalking, was de gemiddelde pH 6,2.

Opgemerkt moet worden, dat de nogmaals bekalkte objecten gebruikt zijn voor tabel XI. De cijfers in deze tabel zijn derhalve soms iets minder sprekend.

Men krijgt de indruk dat kalkmergel de grond niet direct verbetert. De kalk zal wel opgelost worden, maar kan onder daarvoor gunstige omstandigheden een verstoring van evenwichten veroorzaken bij de opname van voedingselementen. Zo werd meermalen een oogstdepressie geconstateerd bij bekalking van fosfaatarme en kaliarme percelen. Hierbij kwamen evenwel verschillende onregelmatigheden voor. Tengevolge van de geringe omvang van het materiaal konden deze echter niet nader worden geïnterpreteerd.

Terwijl de droge-stofopbrengsten in zeer zwakke mate door de bemergeling beïnvloed werden, trad er bij de samenstelling van de grasmat wel degelijk een verandering ten goede op. Het frappante was, dat bij het gras vooral de vochtminnende soort, het ruwbeemdgras, naar voren kwam. Zowel bij de mergelproefvelden als bij de met schuimaarde, cacao-afvalkalk of strokartonslib bemeste velden trad dit verschijnsel op. De uitkomsten van beide meststofgroepen worden daarom gemiddeld weergegeven, zodat dit onderdeel bij behandeling van de tweede meststoffengroep niet weer zal worden besproken.

Tabel XIV. Wijziging van de botanische samenstelling van de grasmat (gewichtsanalytisch bepaald) door een bekalking met kalkmergel, schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib.

		NK-object			NPK-object		
		1948	1949	1950	1948	1949	1950
hoedanigheidsgraad		0		+0,4	-0,1	+0,2	+0,3
Engels raaigras	(Lp)	-2		-1	-2	-3	+3
Veldbeemdgras	(Pp)	-2		+4	-0,4	+2	0
Ruwbeemdgras	(Pt)	+1		+8	+2	+8	+10
Fioringras	(As)	0		+1	+1,6	-1	-3
Kweekgras	(Trit)	+11,4		+8	0	-3	+5
Witbol	(Hl)	-1,5		-8	0	-3	-25
Reukgras	(Ao)	-1		0	-0,5	0	0
Roodzwenkgras	(Fr)	0		0	+3	+1	+11
onkruiden		-2		-8	-0,8	+2	-2
aantal proefvelden		6-9		2	6-9	6	2

Opm.: De verschillen zijn berekend door de gemiddeld gevonden bedragen op de bekalkte velden te verminderen met die van de niet bekalkte objecten.
b.v.: Hoedanigheidsgraad op het bekalkte object: 5,3
" " onbekalkte object: 5,4
de wijziging is dan: -0,1

De wijzigingen, die zich voordeden bij enkele der in het randgebied meest voorkomende grassen, worden in tabel XIV gegeven. Het blijkt dat de hoedanigheidsgraad gestadig beter wordt. De toename van het ruwbeemdgras is opvallend, die van kweekgras eveneens. Witbol en ook de onkruiden hebben neiging te verdwijnen. Gezien de resultaten van het botanisch onderzoek heeft bekalking een goede invloed. Dat het vochtminnende ruwbeemdgras toeneemt, stemt hoopvol.

Gewasanalytisch is er betrekkelijk weinig materiaal, dat inlichtingen kan verschaffen. De eerste snede van 1947 blijkt voor beoordeling niet altijd even geschikt. Het late toedienen van de kalkmeststoffen is er namelijk oorzaak van dat in het van de bekalkte veldjes afkomstige gras, als gevolg van aankleving, een te hoog CaO-gehalte werd geanalyseerd. Ook op de niet bekalkte objecten bleek soms een verdacht hoog CaO-gehalte voor te komen. Dit laatste moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan een tijdens het bemesten overwaaien van kalkdeeltjes. In het volgende zal daarom hoofdzakelijk gebruik gemaakt worden van de bij de eerste snede van 1948 gevonden analysecijfers.

Uit tabel XV blijkt dat het kalkgehalte van het gewas door de mergelbemesting iets wordt verhoogd. Ook het eiwitgehalte neemt toe. De stijging van het fosfaatgehalte is slechts gering. Over het algemeen treden er geen grote veranderingen op.

Tabel XV. Gehaltewijzigingen (+ stijging; - daling) in de droge stof van het gras door bekalking met mergel (1948, 1e snede).

	NK-velden	NPK-velden
wijziging eiwitgehalte	+0,3	+0,5
" P_2O_5-gehalte	+0,01	+0,02
" CaO-gehalte	+0,04	+0,02

Bij een grafische bewerking [1] bleek de stijging van CaO-gehalte het grootst te zijn bij grondwaterstanden boven 50 cm - mv. Gemiddeld nam hier het CaO-gehalte met 0,1% toe. Bij grondwaterstanden beneden 50 cm - mv. trad bijna geen stijging op. Het P_2O_5-gehalte, dat op zich zelf eveneens afhankelijk blijkt te zijn van de grondwaterstand, nam door de bekalking 0,01 - 0,02% toe. Waarschijnlijk moet deze stijging toegeschreven worden aan een hoger P-citr op de bekalkte veldjes.

Het voorgaande samenvattend kan geconcludeerd worden dat er over het algemeen **slechts een geringe stijging** van de droge-stofopbrengst te verwachten is van een bemesting met kalkmergel. De gunstigste resultaten werden verkregen bij een lage pH en een optimale grondwaterstand van ongeveer 50 cm - mv. Ook de fosfaattoestand moet zo goed mogelijk zijn.

Botanisch gezien trad er door de bekalking vooruitgang op. Een middel tot pH-verhoging is kalkmergel zeker; de meer gewenste oogsttoename bleef tot nog toe echter vrijwel achterwege. Wel is gebleken dat een grote gift niet aanbevelenswaardig is. Hoeveelheden tot 4000 à 6000 kg kalkmergel per ha leverden nog de beste resultaten op. Vermoedelijk is een mergelgift in de herfst beter dan één toegediend in het voorjaar; men loopt dan minder gevaar in het voorjaar een oogstdepressie te krijgen.

---

[1] De behandeling van dit onderwerp zal uitvoeriger geschieden in het volgende rapport, deel IVC.

b. Schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk.

De meststoffengroep, die thans behandeld zal worden, zou zich volgens de structuurbeschouwingen veel meer voor structuurverbetering moeten lenen dan de kalkmergel. Dit wordt dan toegeschreven aan de minerale en organische voedingsstoffen, die naast de kalk in deze meststoffen aanwezig zijn. In tegenstelling met mergel, waar minstens 70% wordt ingenomen door calciumcarbonaat, bevatten de meststoffen van deze groep, behalve kalk, tevens nog een behoorlijke hoeveelheid stikstof, kali en fosforzuur. Ook het gehalte aan organische stof is belangrijk (zie tabel XVI).

Tabel XVI. De samenstelling van de gebruikte industriële afvalprodukten, uitgedrukt in kg per 10 ton.

	N	P_2O_5	K_2O	$CaCO_3$	Org. stof
schuimaarde	25	100	20	5000	950
strokartonslib	65	30	15	2000	1700
cacao-afvalkalk	110	60	95	2000	2900

De voorraden kali en fosforzuur zullen de schadelijke werking van de bekalking op fosfaat- en kaliarme percelen zeker tegengaan. De niet onbelangrijke hoeveelheden stikstof, die in deze meststoffen voorkomen, bemoeilijken natuurlijk een juiste beoordeling. Tenslotte bevat de organische stof geschikt voedingsmateriaal voor de microörganismen van de grond. De kalkvoorraden zijn in staat de pH van de teelaardelaag te verhogen.

Evenals bij de kalkmergel is ook hier bij de berekening van de kalkfactor alleen gebruik gemaakt van de analysecijfers van de laag 0-5 cm (tabel XVII). Deze kalkfactor kan, zoals reeds bij de kalkmergel

Tabel XVII. De invloed van schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib op de pH en het gehalte aan koolzure kalk.

	Totale $CaCO_3$-gift in kg/ha 1)	Aantal monsters	Bemonsterde laag in cm	pH bij 0 kalk	gem. pH-stijging 2)	Kalkfactor laag 0-5 cm	gem. stijging % $CaCO_3$
augustus 1948	2220[a]	8	0-5	5,81	0,49	455	0,38
		4	5-10	5,80	0,09		0,18
	4295[c]	6	0-5	5,77	0,63	685	0,49
		3	5-10	5,95	0,30		0,07
	7190[ac]	4	0-5	5,38	1,14	630	0,87
		2	5-10	5,30	0,30	-	0
november 1949	3200[acd]	3	0-5	5,32	0,83	385	0,93
	4370[c]	8	0-5	5,90	0,98	455	1,26
	6970[ac]	2	0-5	5,32	0,83	845	0,46
	12750[d]	4	0-5	5,52	1,29	990	3,25
	25500[d]	4	0-5	5,52	1,39	1840	6,53

Opm.: 1) De $CaCO_3$-gift werd voor 1948 in het voorjaar 1947(a) en het voorjaar 1948(c) gegeven. Voor 1949 zijn ook de in het najaar 1948(d) toegediende hoeveelheden opgenomen.
2) Een stijging van 1 pH-eenheid(water) komt gemiddeld overeen met 1,25 pH-KCl-eenheden (zie voetnoot op pag. 22.).

werd geschreven, aan de hoge kant zijn. De in de laag 0-5 cm optredende pH-stijging behoeft zich namelijk de eerste jaren nog niet geheel te hebben voltrokken. Zo bleek bij 9 proefvelden in 1948 de gemiddelde pH-stijging 0,68 eenheden groot te zijn. In 1949 bedroeg deze stijging, bij dezelfde kalkbemesting, 0,85 eenheden. De kalkfactor was dienovereenkomstig in 1949 kleiner dan in 1948. In 1948 was de kalkfactor gemiddeld 695 kg $CaCO_3$ groot, terwijl in 1949 een kalkfactor van 560 kg $CaCO_3$ werd gevonden. Dit bij een gemiddelde kalkbemesting naar 4375 kg $CaCO_3$ per ha.

Ook nu weer lijkt de kalkfactor enigszins afhankelijk te zijn van de grootte der $CaCO_3$-bemesting. Vooral wanneer de kalkmeststof kort voor de bemonstering wordt toegediend is dit het geval. Zo leveren de hoge giften van 1949 een zeer grote kalkfactor op. De betreffende $CaCO_3$-hoeveelheden zijn gegeven op de "zware" schuimaardeveldjes, waar in het najaar van 1948 resp. 25 en 50 ton schuimaarde in één keer zijn uitgestrooid. Deze giften lagen dus bij de bemonstering pas één jaar. Waarschijnlijk is daarom niet de grootte der kalkgift, maar het zich nog niet ingesteld hebben van een stabiele kalktoestand in de grond oorzaak van dit effect.

Het pH-niveau, waarop bekalkt wordt, blijkt, evenals bij kalkmergel het geval was, een belangrijke invloed op de kalkfactor uit te oefenen. Hoe hoger de begin-pH is, des te groter kalkfactor wordt gevonden. Dit houdt tevens in, dat naarmate de pH meer wordt verhoogd, de kalkfactor in grootte toeneemt. Indirect oefent de grootte van de kalkbemesting dus wel enige invloed uit. Hoe groter de gift, dat wil zeggen hoe meer de pH verhoogd wordt, des te groter de kalkfactor wordt.

Evenals bij de kalkmergel is ook hier het humusgehalte (kleihumus) van invloed op de grootte van de kalkfactor. Naarmate het humusgehalte stijgt, neemt de kalkfactor in grootte toe.

Tot een nadere bepaling van de grootte-orde van genoemde pH- en humusinvloed kon niet worden overgegaan. De variatie in pH-stijging, welke op de weinig gelijkmatige proefpercelen optrad en het betrekkelijk geringe aantal beschikbare gegevens is hiervoor verantwoordelijk.

De zeer grote giften van 25 en 50 ton schuimaarde buiten beschouwing latend, blijkt de kalkfactor bij de hier behandelde meststoffen over beide proefjaren gemiddeld 540 kg $CaCO_3$ te zijn. Deze hoeveelheid komt geheel overeen met wat bij de kalkmergel is gevonden. Rekening houdend met het feit, dat de aldus berekende kalkfactor waarschijnlijk aan de hoge kant is, kan ook thans weer worden aangenomen, dat de kalkfactor voor de kleiveengraslanden in het randgebied 400 à 500 kg $CaCO_3$ zal bedragen (gem. humusgehalte 22,5%; gem. slibgehalte 40%). Om de pH(-water) van de zodelaag met 0,1 eenheid te verhogen is dus per ha ongeveer 450 kg $CaCO_3$ in de vorm van deze meststoffen nodig. Bij schuimaarde zou dit neerkomen op 900 à 1000 kg per ha [1].

Het ligt voor de hand, dat de bemestingen met schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk de P-citr-cijfers en kaligehalten van de grond beïnvloed hebben. In tabel XVIII staan de uitkomsten, die bij de bemonstering in 1948 en 1949 werden gevonden.

Het humusgehalte lijkt door deze meststoffen iets toe te nemen; de veranderingen zijn echter te gering om dit zeker vast te stellen. Het P-getal blijkt te worden verlaagd. Het P-citr daarentegen stijgt behoorlijk, terwijl ook het kaligehalte iets toeneemt. Letten we thans alleen op het P-citr, dan blijkt dit gehalte bij een gift van 100 kg P_2O_5

---

[1] Per 0,1 pH-KCl-eenheid is 700 à 800 kg schuimaarde per ha nodig.

per ha, in de vorm van de drie gebezigde meststoffen toegediend, in 1948 een verhoging van bijna 15 eenheden te ondergaan. In 1949, het jaar met de grote schuimaardegiften, bleek er bijna een rechtlijnig verband te bestaan tussen de grootte van de met de meststoffen toegediende hoeveelheid P_2O_5 en de stijging van P-citr. Volgens de gegevens van dat proefjaar ging een gift van 100 kg P_2O_5 per ha gepaard met een stijging van ruim 30 eenheden. Gemiddeld over beide jaren trad een stijging op van ruim 25 P-citr-eenheden per 100 kg met de kalkmeststof toegediende P_2O_5. Waarschijnlijk mag deze stijging van het P-citr niet geheel toegeschreven worden aan het in de kalkmeststof aanwezige fosfaat. Bij kalkmergel bleek namelijk het P-citr ook te stijgen. Een gedeelte van de P-citr-stijging, welke als gevolg van een bemesting met schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk optreedt, moet dus toegeschreven worden aan de in deze meststoffen aanwezige kalk en de daarmee gepaard gaande pH-stijging. Uit onderzoekingen is namelijk gebleken dat het P-citr stijgt met toenemende pH [1]. Het P-getal daarentegen bleek in dat geval juist te dalen (zie ook pag. 54).

Tabel XVIII. De invloed van schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk op de gehalten aan humus, fosfaat en kali in de grond (laag 0-5 cm) bij een algemene NK- en NPK-gift.

Jaar	Met de meststof gegeven hoeveelh. in kg/ha 1)			Aantal prv.	Aantal eenheden dat de betreffende grootheid is gestegen (+) of gedaald (-) 2).							
					P-getal		P-citr		K-HCl 0,001%		Humusgehalte	
	$CaCO_3$	P_2O_5	K_2O		NK	NPK	NK	NPK	NK	NPK	NK	NPK
1948	2220[a]	44	27	4	-2,0	-4,5	+12	+13	+3,3	-1,5	-0,8	-0,5
	4295[c]	63	19	3	-2,0	-2,7	+14	+10	+5,7	0	+1,8	-0,2
	7190[ac]	202	202	2	-1,5	-1,5	+19	+29	+6,5	+8,0	+1,5	+2,5
1949	3350[acd]	69	27	1	-2,0	-6,0	+12	+25	-4,0	-3,0	+0,5	+3,0
	4370[c]	85	19	4	-0,3	-2,5	+36	+49	+14,2	+12,8	+1,6	+0,6
	6970[ac]	255	435	1	0	-2,0	+19	+30	+9,0	+5,0	+4,0	+1,5
	12750[d]	263	50	4	.	.	.	+101	.	.	.	.
	25500[d]	525	100	4	.	.	.	+155	.	.	.	.

Opm.: 1) De kalkhoeveelheden werden geheel of gedeeltelijk toegediend resp. in het voorjaar 1947(a), in het voorjaar 1948(c) en in het najaar 1948(d).
2) De bemonstering had plaats in de zomer 1948, resp. het najaar 1949.

Evenals bij de bemergeling wordt het P-getal door toediening van deze meststoffen iets kleiner. Gemiddeld blijkt het P-getal 2,5 eenheid te zijn gedaald. Met deze fosfaathoudende meststoffen dus ook een afname van het in water oplosbare fosforzuur. Deze verlaging zet zich echter, in tegenstelling met wat bij kalkmergel het geval was, niet evenredig met de hoeveelheid meststof (kg $CaCO_3$) voort. Integendeel de gehalteverlaging blijft over het gehele bemestingstraject praktisch constant. Bij een grafische bewerking van het materiaal bleek, evenals

[1] Vries, O. de en F.J.A. Dechering - Grondonderzoek, derde druk, mei 1948.
Vries, O. de en C.W.G. Hetterschij- Der Phosphorsäure-Haushalt in moorkolonialem Bodem. Phosphorsäure, 5 (1935) 38.

bij de mergel het geval was, ook het P-getal zelf invloed uit te oefenen op de daling. Gemiddeld was de daling van het P-getal bijna 5 eenheden sterker, naarmate het P-getal op het nul-kalk-object 10 eenheden hoger was. Bij de mergel bedroeg deze daling ongeveer 4 eenheden. Na correctie op P-getal (onbekalkt) werd noch van de met de meststof toegediende hoeveelheid $CaCO_3$, noch van de in de meststof voorkomende P_2O_5 een invloed gevonden. Waarschijnlijk houden de positieve invloed van het fosfaat en de negatieve invloed van het $CaCO_3$ elkaar in evenwicht.

Het kaligehalte blijkt door deze kalkmeststoffen verhoogd te worden, al naar de hoeveelheid kali welke met de meststoffen wordt toegediend. Globaal genomen stijgt per 100 kg toegediende K_2O het K-HCl met 0,003 à 0,004%.

De drie hier behandelde meststoffen hebben de voedingstoestand van de teelaardelaag gunstiger beïnvloed dan de kalkmergel. Bij een mindere daling van het P-getal werd een grotere stijging van het P-citr waargenomen, terwijl het kaligehalte ook enigszins toenam. Bij gelijkblijvende hoeveelheden $CaCO_3$ blijkt cacao-afvalkalk het kaligehalte gunstiger te beïnvloeden dan schuimaarde en strokartonslib. Het humusgehalte stijgt bij schuimaarde minder dan bij cacao-afvalkalk en strokartonslib. Deze resultaten zijn in overeenstemming met de in deze meststoffen voorkomende gehalten.

Evenals bij kalkmergel is geschied, zijn de gemiddelde opbrengstresultaten, welke met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib in de drie proefjaren werden verkregen, in een tabel samengebracht (tabel XIX). De NK- en NPK-objecten zijn weer gescheiden gehouden en onderverdeeld naar pH [1]. Eveneens werd onderscheid gemaakt tussen de eerste snede en de nagroei, waarbij in het laatste geval de opbrengsten gemiddeld zijn, onverschillig of ze tot de tweede, derde, vierde of vijfde snede behoorden.

Tabel XIX. De opbrengstwijziging door bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib, uitgedrukt in procenten van de zonder kalk verkregen droge-stofopbrengsten.

Jaar	Een algemene NK-gift				Een algemene NPK-gift			
	pH ≤ 5,4 1)		pH > 5,4		pH ≤ 5,4		pH > 5,4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
	EERSTE SNEDE							
1948	+16,1	2/2	+ 3,6	4/5	+22,0	2/2	+1,4	2/5
1949	+ 3,9	1/2	- 3,0	0/1	+ 5,5	2/2	-5,2	0/1
1950	+16,5	1½/2	+14,9	1/1	+23,2	2/2	-0,5	0/1
	NAGROEI (2e, 3e, 4e en 5e snede)							
1948	+20,3	1/2	+ 1,0	4/6	+23,5	5/5	+1,6	2/3
1949	+17,2	2/4	- 3,4	2/4	+33,0	4/4	-6,4	1/4
1950	+11,7	2/3			+ 3,2	2/3		

Opm.: Per jaar werd zowel het NK- als het NPK-object van dezelfde kalk-objecten gebruik gemaakt.
1) Voor de indeling in genoemde pH-groepen is de pH van het nul-kalkobject gebruikt.
I- relatieve opbrengstwijziging door de kalkmeststof.
II- verhouding van het aantal positieve verschillen tot het totale aantal opbrengstwijzigingen.

1) zie voetnoot op pag. 22.

Zoals uit tabel XIX valt af te lezen, is de waarde van deze meststoffengroep voor de droge-stofproduktie belangrijker dan bij kalkmergel het geval was (vergelijk tabel XI). Gemiddeld over de drie jaren is het bekalkingseffect bij de eerste snede 8%. Bij de nagroei is dit ongeveer 10%. Tussen de NK- en NPK-velden blijkt weinig verschil in reactie aanwezig te zijn. Daarentegen treedt tussen de velden met lage pH en die met hoge pH wel een groot verschil in opbrengstreactie op. Zowel bij de eerste snede als bij de nagroei is het bekalkingseffect bij lage pH steeds groter dan bij hoge pH.

Ook bij de "zware" schuimaarde-bemestingen, welke in het najaar van 1948 werden toegediend, is het bekalkingsresultaat bij lage pH groter dan bij hoge pH (zie tabel XX). De met 25 ton schuimaarde verkregen effecten zijn bij de eerste snede veelal groter dan die, verkregen met 50 ton schuimaarde. Vooral het eerste proefjaar is dit het geval. Bij de nagroei is het juist andersom.

Daar tussen de bekalkingsproefvelden van de "schuimaardegroep" grote variaties in opbrengst voorkwamen, welke niet geheel aan pH-verschillen konden worden toegeschreven en mogelijk aan andere factoren waren te wijten, werd het materiaal aan een grafische

Tabel XX. De opbrengstwijziging door een bij een algemene NPK-bemesting toegediende zware schuimaardegift, uitgedrukt in procenten van de zonder schuimaarde verkregen droge-stofopbrengst (RaNOP 16, 26 en 20).

Jaar	25 ton/ha schuimaarde				50 ton/ha schuimaarde			
	pH ≤ 5,4		pH > 5,4		pH ≤ 5,4		pH > 5,4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
				EERSTE SNEDE				
1949	+ 4,3	2/2	-6,6	0/1	- 5,5	0/2	- 1,3	0/1
1950	+17,6	2/2	-1,5	0/1	+22/7	2/2	- 7,6	0/1
				NAGROEISNEDE				
1949	+24,5	2/2	+5,4	1/1	+36,0	2/2	+21,2	1/1
1950	+ 4,8	2/2	+0,5	1/1	+ 8,4	1/2	+14,5	1/1

Opm.: I - relatief opbrengstverschil tussen bekalkt en onbekalkt.
II - verhouding van het aantal positieve verschillen tot het totale aantal, bij het middelen betrokken verschillen (proefvelden).

bewerking onderworpen. Hierbij bleek de grootte van het gevonden opbrengstverschil in alle drie proefjaren in sterke mate afhankelijk te zijn van het tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende, niet aan de bekalking toe te schrijven verschil in botanische samenstelling van de grasmat. In 1948 werden slechts enkele proefvelden botanisch onderzocht. Bij de grafische bewerking werd daarom, om een maat te hebben voor het tussen de bekalkte en onbekalkte objecten aanwezige verschil in botanische samenstelling, gebruik gemaakt van het tussen deze beide objecten voorkomende verschil in CaO-gehalte (zie ook bij kalkmergel, pag. 27). Hierbij moet worden opgemerkt dat dit gehalte eerst gecorrigeerd werd op de toegediende hoeveelheid $CaCO_3$. Door een grotere kalkbemesting nam dit CaO-verschil namelijk toe en wel 0,010 à 0,013% per 1000 kg $CaCO_3$. Voor de jaren 1949 en 1950 waren voldoende botanische analyses beschikbaar om het verschil in onkruidbezetting als maat te kunnen gebruiken. Evenals bij de kalkmergel bleek hierbij geen correctie op de grootte van de kalkbemesting nodig te zijn.

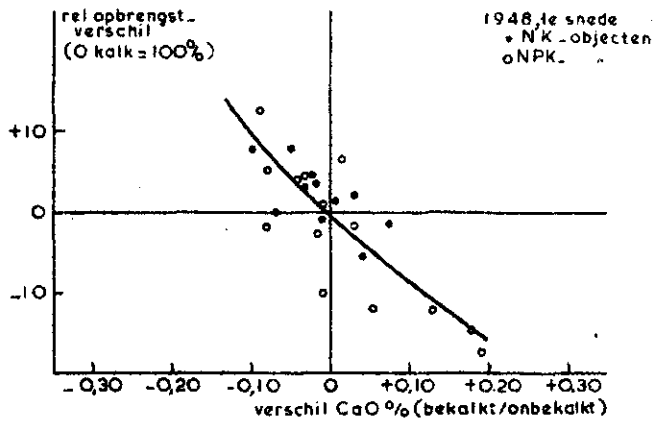


Fig. 27 Invloed van het verschil in onkruidbezetting tussen bekalkt (schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk) en onbekalkt (uitgedrukt in CaO% van de droge stof) op het tussen deze objecten bij de eerste snede van 1948 aanwezige relatieve verschil in droge-stofopbrengst (na corr. op pH 5,4, opgrondwaterstand 75cm-mv., op P-citr 30, op een hoeveelheid kalkmeststof van 2100 kg $CaCO_3$ en op 23 mei als maaidatum)

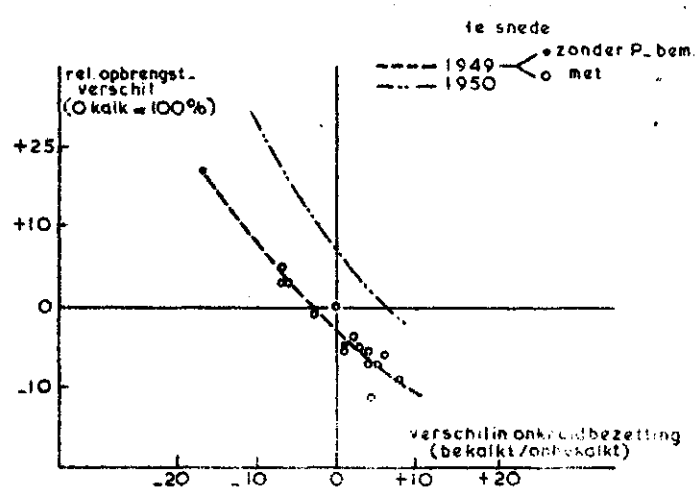


Fig. 28 Invloed van het verschil in onkruidbezetting tussen bekalkt (schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk) en onbekalkt op het tussen deze beide objecten bij de eerste snede aanwezige verschil in droge-stofopbrengst (na corr op pH 5,4, op grond-waterstand 75cm-mv. en op P-citr 30)

Zoals uit de figuren 27 en 28 blijkt, worden bij de eerste snede de tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende opbrengstverschillen in sterke mate beheerst door de tussen deze beide objecten voorkomende verschillen in botanische samenstelling. Naarmate de onkruidbezetting op de bekalkte objecten groter is dan op de onbekalkte objecten, wordt een geringer opbrengstverschil aangetroffen. Omgekeerd zal een groter opbrengstverschil worden gevonden indien op het bekalkte veld minder onkruid voorkomt.

Evenals bij kalkmergel is ook hier de pH van invloed op het bekalkingseffect. Hoe lager de pH is waarbij wordt bekalkt, des te groter de relatieve opbrengststijging (fig. 29). Verder is het freatisch niveau van belang. In alle drie proefjaren zijn de bekalkingsresultaten het gunstigst bij niet te diepe grondwaterstanden van 40 tot 60 cm - mv. (fig. 30). Bij grondwaterstanden van 70 cm - mv. en dieper treden vaak negatieve resultaten op. Mogelijk geven zeer hoge grondwaterstanden eveneens aanleiding tot minder goede uitkomsten.

De bij de eerste snede verkregen bekalkingsresultaten blijken verder nog afhankelijk te zijn van de fosfaattoestand van de grond. Deze invloed is echter zeer gering (fig. 31). Bij lage P-citr-cijfers is het bekalkingseffect vaak een weinig negatief. Bij P-citr 30 en hoger daarentegen positief. De optimale fosfaattoestand komt overeen met een P-citr van 40 à 50. Bij zeer hoge P-citr-cijfers wordt het effect vaak weer iets geringer. Opvallend is, dat de bij lage fosfaattoestand verkregen opbrengstreacties in 1948 kleiner lijken te zijn dan in 1949 en deze weer kleiner dan in 1950. Mogelijk vermindert de ongunstige werking van een lage fosfaattoestand in de loop der jaren door de in de kalkmeststoffen voorkomende hoeveelheden fosfaat.

De met de kalkmeststoffen toegediende hoeveelheden $CaCO_3$ blijken weinig of geen invloed uit te oefenen. Alleen bij zeer grote giften trad een geringe daling op. Zo waren de resultaten bij 25 ton schuimaarde, ofschoon nog wel positief, vaak zeer klein. Bij 50 ton schuimaarde was het effect, vooral het eerste jaar, veelal duidelijk negatief.

Ook het tijdstip van maaien is van betekenis. In 1948 (gem. maaidatum 25 mei) steeg het bekalkingseffect met bijna 2%, indien 10 dagen later werd gemaaid. In 1949 (gem. maaidatum 12 mei) trad deze toename eveneens op. In 1950 (gem. maaidatum 22 mei) werd geen invloed geconstateerd.

Van de nagroeisneden was alleen de vierde snede (geoogst tussen 15 augustus en 1 oktober) van 1948 en 1949 bruikbaar voor een grafische bewerking. De tweede snede bleek vaak een reactieprodukt van de eerste snede te zijn, terwijl bij de derde snede bijna geen opbrengsten werden bepaald.

Evenals bij de eerste snede, worden de tussen de bekalkte en onbekalkte veldjes voorkomende opbrengstverschillen in sterke mate beinvloed door de tussen deze veldjes aanwezige verschillen in botanische samenstelling (fig. 33 en 34). Ook hier is het bekalkingseffect afhankelijk van de pH (fig. 35). Hoe lager de pH, waarbij bekalkt wordt, des te beter de met de kalkmeststof te verkrijgen resultaten zijn.

Ook de grondwaterstand is van invloed. Wegens het ontbreken van voldoende waarnemingen hieromtrent, moest bij het beoordelen van deze invloed echter gebruik gemaakt worden van grove schattingscijfers. Het in figuur 36 weergegeven verband is daarom zeker niet betrouwbaar. De curven geven slechts een ruwe indruk van het waarschijnlijk bij de vierde snede optredende verband tussen grondwaterstand en bekalkingseffect.

Als laatste factor, welke bij de vierde snede het bekalkingsresultaat beïnvloedt, moet worden genoemd het tijdstip van maaien. Glo-

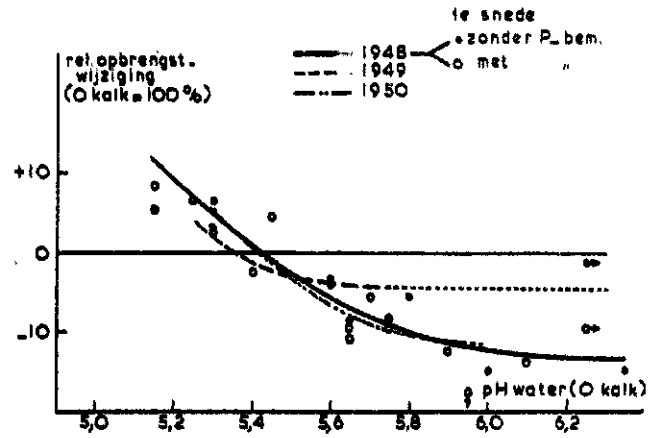


Fig. 29 Invloed van de pH op de door bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op grondwaterstand 75 cm-mv., op P-citr 30, op een gift van 2100 kg $CaCO_3$, op maaidatum en op verschil in onkruidbezetting (in 1948 als maat hiervoor het verschil in CaO-gehalte)

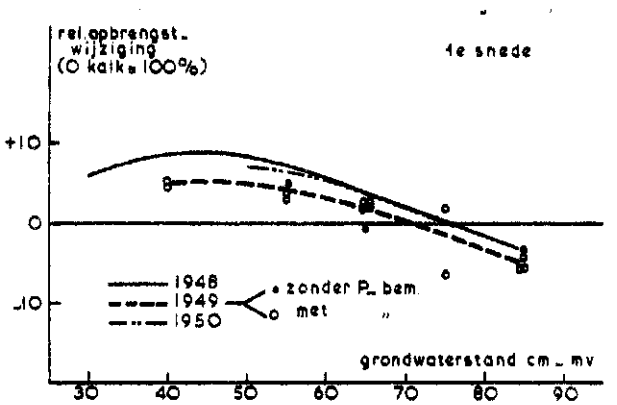


Fig. 30 Invloed van de grondwaterstand op de door bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op pH 5,4, op P-citr 30, op een gift van 2100 kg $CaCO_3$, op maaidatum en op verschil in onkruidbezetting.

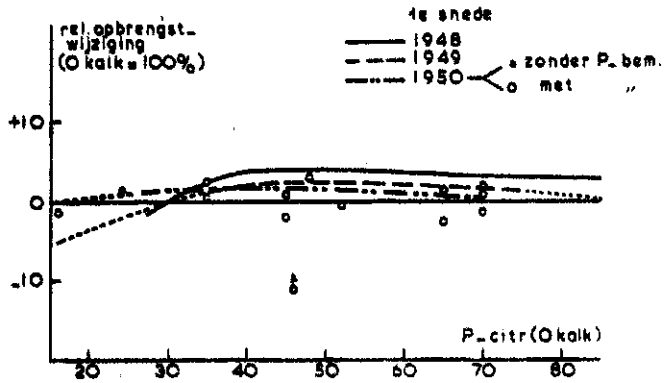


Fig. 31 Invloed van P-citr bij 0 kalk op de door bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op pH 5,4, op grondwaterstand 75 cm-mv, op een hoeveelheid van 2100 kg $CaCO_3$, op maaidatum en op verschil in onkruidbezetting.

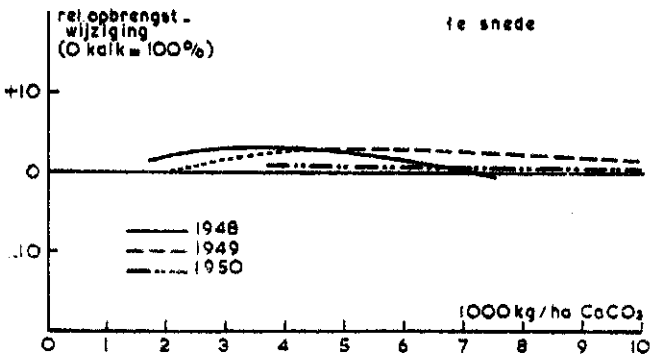


Fig. 32 Invloed van door de bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib bij de eerste snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op pH 5,4, op grondwaterstand 75 cm-mv., op P-citr 30 en op verschil in onkruidbezetting

baal genomen neemt de door de kalk verkregen opbrengstwijziging met ongeveer 3% toe indien het maaien 10 dagen later plaats vindt.

De in tabel XIX opgenomen resultaten zijn niet over de verschillende jaren vergelijkbaar. De diverse proefvelden ontvingen op het bekalkingsobject namelijk niet steeds dezelfde hoeveelheid kalkmeststof, terwijl ook in het tijdstip van toediening vaak grote verschillen voorkwamen. Om een vergelijking van de diverse jaren mogelijk te maken en tevens enigermate inzicht te krijgen in het verband tussen de grootte van de totale kalkgift en de hiermee gepaard gaande opbrengstwijziging werd tabel XXI samengesteld. Deze tabel geeft de opbrengstreacties, welke bij een algemene NPK-bemesting werden verkregen. De in deze tabel onder een bepaalde kalkgift voorkomende opbrengstcijfers hebben voor alle drie proefjaren betrekking op dezelfde proefvelden. Dit zowel voor de eerste snede als voor de nagroei. Daar bij de nagroei het aantal sneden niet steeds gelijk was, werd, alvorens over de verschillende proefvelden te middelen, eerst voor elk proefveld het gemiddelde nagroeieffect vastgesteld.

Tabel XXI. De opbrengstwijzigingen door schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk in de jaren 1948, 1949 en 1950 bij een algemene NPK-bemesting (droge-stofopbrengst bij nul kalk = 100%.

soort kalkmeststof		strok. sl	schuim	cafvk	schuim	schuim
kg/ha in meststof voorkomend	$CaCO_3$	3350	4600	6970	12750	25500
	P_2O_5	60	90	255	265	525
	N	172	25	440	65	130
		EERSTE SNEDE				
1948			-35,2(1)	+16,7(1)		
1949		+ 3,0(1)	+ 2,1(1)	+ 7,9(1)	+ 0,7(3)	- 4,1(3)
1950		+11,5(1)	- 0,5(1)	+34,8(1)	+14,5(3)	+12,6(3)
		NAGROEISNEDE				
1948			+ 4,3(1)	+40,9(1)		
1949		+33,5(2)	-12,2(2)	+32,5(2)	+18,1(6)	+31,1(6)
1950		+13,8(2)	+23,5(2)		+ 3,3(5)	+10,4(5)

Opm.: De in de verschillende jaren onder een bepaalde kalkgift voorkomende relatieve opbrengstwijzigingen hebben steeds betrekking op dezelfde proefvelden.
Het tussen haakjes geplaatste getal geeft het totale aantal geoogste sneden aan.

Uit tabel XXI blijkt dat de grootte van de $CaCO_3$-gift van weinig of geen invloed is. In 1949 en 1950 lijkt een maximaal effect aanwezig bij 7000 kg $CaCO_3$ in de vorm van cacao-afvalkalk. Dit is waarschijnlijk echter meer een gevolg van de in deze meststof voorkomende hoeveelheden fosfaat en stikstof, dan van de hoeveelheid $CaCO_3$. Een goede beoordeling is niet mogelijk. Gelukkig heeft de grafische bewerking ons reeds enigszins over dit aspect ingelicht. Bij deze bewerking bleek immers dat van de in de meststof voorkomende koolzure kalk geen bepaalde hoeveelheid als het meest gunstig kon worden aangewezen.

Volgens de in de tabel verzamelde gegevens neemt de opbrengstreactie bij de eerste snede in de loop der jaren in grootte toe. Bij de nagroei treedt dit nawerkingseffect niet op. Het is hier zelfs vaak tegengesteld.

Het jaar 1949 lijkt, wat de eerste snede betreft, een geringer opbrengsteffect te leveren dan de beide andere jaren. Dit zou kunnen worden toegeschreven aan de geringe hoeveelheid neerslag, welke in

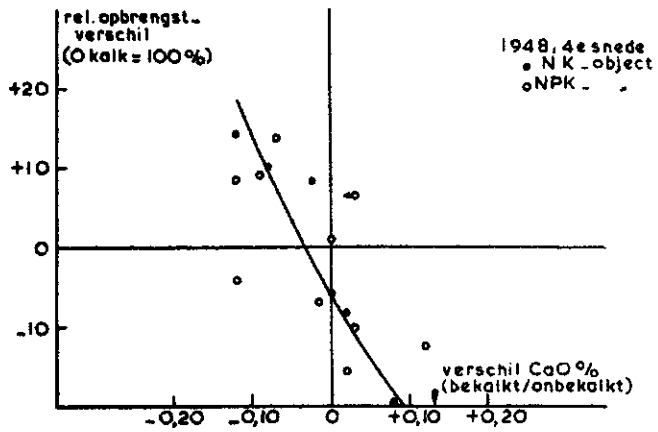


Fig. 33 Invloed van het verschil in botanische samenstelling van de grasmat tussen bekalkt (schuimaarde, cacao-afvalkalk en stokartonslib) en onbekalkt (uitgedrukt in CaO % van de droge stof) op het tussen deze beide objecten bij de vierde snede van 1948 voorkomende rel. verschil in de droge-stofopbrengst (na corr. op pH 5,4, op grondwaterstand 75 cm-mv. en op 10 september als maaidatum.)

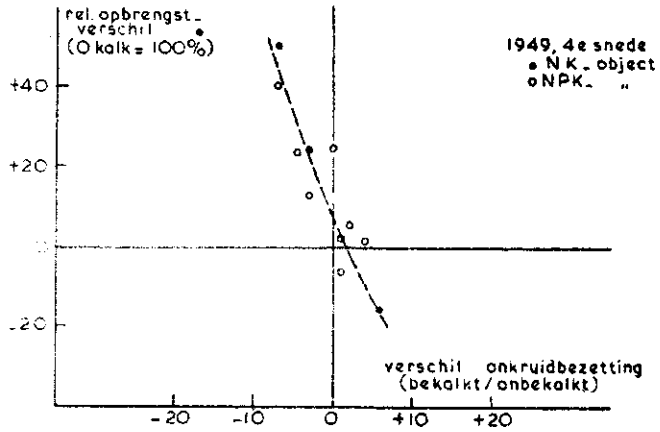


Fig 34 Invloed van het verschil in botanische samenstelling van de grasmat tussen bekalkt (schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib) en onbekalkt op het tussen deze beide objecten bij de vierde snede van 1949 voorkomende rel. verschil in de droge-stofopbrengst (na corr. op pH 5,4, op grondwaterstand 75 cm-mv. en op 15 september als maaidatum)

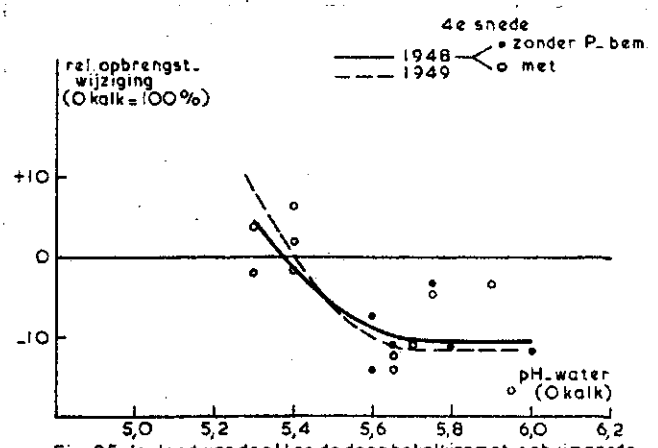


Fig. 35 Invloed van de pH op de door bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib bij de vierde snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op grondwaterstand 75 cm-mv., op verschil in onkruidbezetting en op maaidatum.

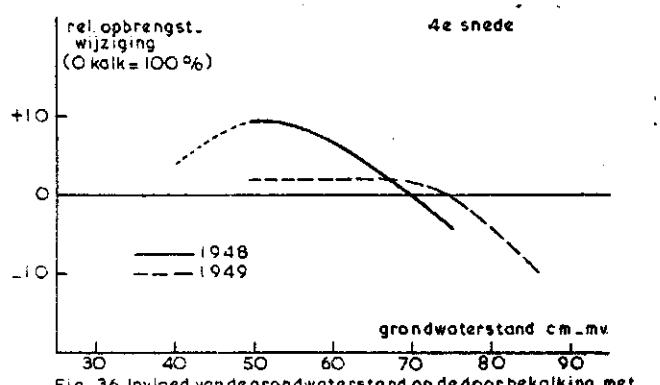


Fig 36 Invloed van de grondwaterstand op de door bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib bij de vierde snede veroorzaakte wijziging van de droge-stofopbrengst na corr. op pH 5,4, op verschil in onkruidbezetting en op maaidatum

de voorzomer van dat jaar is gevallen. Mogelijk is echter dat ook de botanische samenstelling, welke al naar jaar zeer verschillend kan zijn, hier een rol speelt. Bij de nagroei treedt juist een tegengesteld effect op. De in 1949 bij de nagroei verkregen resultaten zijn namelijk veelal beter dan in 1948 en 1950. Mogelijk is dit echter een gevolg van een zekere reactie op de eerste snede.

Concluderend kan gezegd worden, dat het bij de eerste snede tussen de onbekalkte en bekalkte objecten geconstateerde opbrengstverschil in belangrijke mate beheerst wordt door het tussen deze beide objecten voorkomende, veelal reeds voor de bekalking aanwezige verschil in botanische samenstelling van de grasmat. De grootte van de door schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk veroorzaakte opbrengstreactie is afhankelijk van de pH. Van minder belang zijn verder de grondwaterstand, de maaidatum en de fosfaattoestand.

Ook bij de nagroei (vierde snede) is het verschil in botanische samenstelling van de grasmat een belangrijke factor. Daarnaast treedt weer een negatieve pH-invloed op. Het met de kalkmeststoffen te verkrijgen resultaat is verder afhankelijk van de grondwaterstand.

Uit de opbrengst-aantallen valt op te merken, dat het aantal proefvelden van deze groep meststoffen gaandeweg is ingekrompen. Wel bieden de veldjes met een zware schuimaardegift enige compensatie, maar de kalkmergelproefvelden, inbegrepen de zwaar bemergelde veldjes, zijn toch steeds in de meerderheid gebleven. Met de structuurverbeterende meststof, welke de slechtste uitkomsten gaf, is derhalve het meest geëxperimenteerd. Dit valt te betreuren. Gezien de opbrengsteffecten kunnen schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk veel perspectief bieden. Zoals bij de behandeling van de kalkmergel-resultaten bleek (zie tabel XIV), reageerde de botanische samenstelling ook gunstig op deze kalkmeststoffen.

Wat de chemische gewasanalyse aangaat, hierover geeft de eerste snede van 1948 ons enige inlichtingen (tabel XXII).

Tabel XXII. De gehaltewijzigingen in de droge stof (+ stijging, - daling) door bekalking met schuimaarde, cacao-afvalkalk en strokartonslib (eerste snede, 1948).

	NK-velden	NPK-velden
wijziging eiwitgehalte	+0,3	-0,1
" P_2O_5-gehalte	+0,03	-0,01
" CaO-gehalte	+0,05	+0,08

Het eiwitgehalte en het fosfaatgehalte worden gemiddeld weinig beïnvloed. Het kalkgehalte is in beide gevallen door de bekalking iets verhoogd; de stijging is iets groter dan bij kalkmergel het geval was (zie tabel XV).

c. Compost (Lemmer- en VAM-compost).

De composten zouden, uitgaande van de beschouwingen over de structuur, iets hoger te waarderen zijn dan de meststoffen van de vorige groep. Er werd namelijk aangenomen, dat ze veel rijker aan bacteriën zijn. Dit geldt vooral voor de Lemmer-compost. Tegenover dit voordeel staat het nadeel, dat ze minder kalkrijk zijn. De gehalten van de gebruikte composten (tabel XXIII) tonen aan, dat met deze karakterisering het grote verschil eigenlijk wel is aangegeven (zie ook tabel XVI op pag. 33).

Tabel XXIII. De samenstelling van de composten, uitgedrukt in kilogrammen per 10 ton.

	N	P_2O_5	K_2O	$CaCO_3$	Org. stof [1]
Lemmer-compost	55	60	25	500	1970
VAM-compost	40	35	22	480	2200

Opm.: 1) Hierbij zijn koolresten inbegrepen.

Van de drie proefvelden, die in 1947 een VAM-compostgift ontvingen (proefveldschema C), is er slechts één in 1948 voortgezet om de nawerking te kunnen vaststellen. De grootte van de in 1947 toegediende gift was voor dit proefveld 100 ton per ha.

In 1948 werd op een aantal van de reeds bestaande z.g. "grote" proefvelden een object met Lemmer-compost aangebracht. De compost werd toegediend naar een hoeveelheid van 50 ton/ha. Tevens werd een tweetal nieuwe proefvelden aangelegd, waarop naast Lemmer-compost ook VAM-compost werd toegediend, eveneens naar een hoeveelheid van 50 ton/ha. In tegenstelling tot de vorige kalkmeststoffen is herhaling van de compostbemesting achterwege gebleven.

Het is te begrijpen, dat door de grote hoeveelheden compost, welke werden toegediend, de grondanalysecijfers niet onveranderd gebleven zijn. Het grondonderzoek, dat in augustus 1948 plaats vond, geeft hieromtrent inlichtingen. De gemiddelde resultaten zijn weergegeven in tabel XXIV.

Tabel XXIV. De invloed van compostbemesting (ong. 50 ton/ha) op enkele grondanalysegrootheden van de laag 0-5 cm (1948).

		Algemene bemestingsgift			
		NK	NKCa	NPK	NPKCa
gem. giften in kg/ha, met de compost toegediend	$CaCO_3$	2440	2820	2660	2760
	org. stof	9920	12120	11250	11960
	N	256	275	265	264
	P_2O_5	270	296	283	279
	K_2O	120	135	129	131
pH bij nul compost [1]		5,52	6,19	5,42	5,93
stijging(+), resp. daling(-) van:	pH	+0,19	+0,04	+0,46	+0,46
	P-getal	-0,2	+0,2	-1,3	+0,6
	P-citr	+17,0	+24,5	+30,9	+41,7
	K-HCl(0,001%)	+5,8	+7,0	+4,5	+12,9
	humusgehalte	+1,30	-0,17	+1,75	+2,36
	$CaCO_3$-gehalte	.	+0,55	.	+0,80
aantal monsters		5	6	10	7

Opm.: 1) Met pH wordt bedoeld pH-water. Zie voetnoot pag. 22.

Uitgezonderd het P-getal, zijn alle analysegrootheden toegenomen. Zelfs het humusgehalte ligt op de compostvelden hoger. Dit moet echter toegeschreven worden aan de koolresten, welke met de compost zijn aangevoerd. Zonder deze kool zou de stijging van het humusgehalte ten hoogste een 0,5% geweest kunnen zijn. Verder ziet men, dat met de

verstrekte hoeveelheden compost zware stikstof- en fosforzuurbemestingen gegeven zijn. De kalkgiften zijn niet hoog.

Met behulp van de analysecijfers is de kalkfactor berekend. Deze bedroeg voor de niet bekalkte veldjes gemiddeld 700 kg $CaCO_3$ (voor een bouwvoor van 5 cm dikte) en is dus groter dan bij de vorige meststofgroepen. Waarschijnlijk is deze kalkfactor aan de hoge kant, o.a. als gevolg van het feit dat het tijdsverloop tussen de toediening van de compost (voorjaar 1948) en de bemonstering (augustus 1948) kort is geweest.

Ook de hoeveelheid met de meststof aan te voeren zuiver fosforzuur, welke per ha nodig is om het P-citr van de laag 0-5 cm één eenheid te doen stijgen, liet zich berekenen. Deze bedroeg ruim 9,5 kg P_2O_5. Verder steeg het kaligehalte per 100 kg in de compost aanwezige K_2O met ongeveer 0,005%. Dit komt bijna overeen met wat bij schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk gevonden werd.

Om vast te stellen of de compostbemesting een opbrengststijging heeft bewerkstelligd, is voor alle vier verschillende bemestingsobjecten de gemiddelde opbrengstreactie berekend. Dit zowel voor lage pH als voor hoge pH (tabel XXV). Evenals bij de bemesting met schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk zijn de naast de kalk voorkomende voedingsstoffen hinderlijk om het zuivere bekalkingseffect te bepalen. Vooral de stikstof- en fosforzuurbemesting zijn storend. Met de fosfaatwerking kan desnoods rekening gehouden worden door het bemestingseffect in verband te brengen met de fosfaatrijkdom van de grond. Een dergelijke handelwijze kan evenwel niet voor de stikstof toegepast worden. Niettegenstaande deze bezwaren wordt de opbrengstverhogende werking van compost bekeken aan de hand van de op de verschillende objecten verkregen reacties.

Tabel XXV. De opbrengstwijzigingen door een compostbemesting (ong. 50 ton/ha) in de vorm van resp. Lemmer- en VAM-compost, uitgedrukt in procenten van de zonder compost verkregen droge-stofopbrengsten.

	Een algemene NK-gift				Een algemene NKCa-gift			
	pH ≤ 5,4 1)		pH > 5,4		pH ≤ 5,4		pH > 5,4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
	EERSTE SNEDE							
1948	+14,3	3/4	-17,9	0/5	.	.	+17,9	4/6
1949	+29,2	1/1	.	.	.	.	+28,8	1/1
	NAGROEI (2e, 3e, 4e en 5e snede)							
1948	+21,2	4/4	+16,7	3/5	.	.	+15,3	3/7
	Een algemene NPK-gift				Een algemene NPKCa-gift			
	pH ≤ 5,4		pH > 5,4		pH ≤ 5,4		pH ≥ 5,4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
	EERSTE SNEDE							
1948	+14,9	5/7	- 7,1	1/3	.	.	+ 4,2	3/7
1949	+31,4	4/4	- 9,2	0/1	.	.	+13,5	4/4
1950	+28,1	2/2	.	.	.	.	.	.
	NAGROEI (2e, 3e, 4e en 5e snede)							
1948	+16,2	5/7	- 9,5	1/3	.	.	- 1,3	4/8
1949	+42,0	3/4	.	.	.	.	+18,2	2/2
1950	+61,6	3/3	.	.	.	.	.	.

Opm.: 1) De pH van de objecten zonder compost is gebruikt voor de indeling in genoemde pH-groepen.
I - opbrengstverschil tussen wel en geen compost in procenten van de droge-stofopbrengst bij geen comp.
II - verhouding van het aantal positieve verschillen tot het totale aantal opbrengstverschillen.

Op de onbekalkte velden heeft de compostbemesting bij de lage pH een zeer gunstige invloed op de opbrengst. Bij de hoge pH treedt daarentegen, vooral bij de eerste snede, een vrij belangrijke oogstdepressie op. Waar de algemene bemesting een kalkgift omvatte, blijft de negatieve reactie bij hoge pH in de meeste gevallen achterwege. Hoe hier de reactie bij lage pH geweest zou zijn, is niet vast te stellen. Door de bekalking komen namelijk geen lage pH's meer voor.

De in de tabel weergegeven opbrengstreacties dienen wel met enige reserve in beschouwing genomen te worden. De reacties behoeven namelijk niet steeds geheel aan de compost te worden toegeschreven. Zoals bij de behandeling van de voorgaande meststofgroepen is gebleken, kan ook het tussen de al of niet behandelde objecten aanwezige verschil in botanische samenstelling van de grasmat hierop een belangrijke invloed hebben uitgeoefend. Wegens het ontbreken van voldoende gegevens hieromtrent, was het echter niet mogelijk dit nader te onderzoeken.

De nawerking van de compostbemesting, welke op enkele uitzonderingen na in het voorjaar van 1948 werd toegediend, blijkt zeer gunstig. De opbrengststijgingen in 1949 en 1950 zijn namelijk, zowel bij de eerste snede als bij de nagroei, groter dan in 1948.

De uitkomsten van de compostproeven stemmen in grote trekken overeen met die van strokartonslib, cacao-afvalkalk en schuimaarde. Ze zijn bij de lage pH's in hun effect zelfs zekerder dan de vorige groep. Het, in vergelijking met 1949 en 1950, geringere effect in 1948 moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan het feit dat de compost in het voorjaar van 1948 werd toegediend.

De opbrengstverhogende werking bij de eerste snede van 1948 kon niet worden toegeschreven aan een compensatie van de fosfaatarmoede der percelen. Het was meer zo, dat juist bij de hoogste P-citrcijfers de grootste oogststijgingen voorkwamen. Verder bleek tussen het kaligehalte van de zodelaag en de opbrengstreactie geen verband aanwezig te zijn. Er is daarom zeer veel voor te zeggen om de met compost verkregen resultaten toe te schrijven aan een verbeteren van de "structuur".

Het is jammer dat het onderzoek met compost op zo kleine schaal is toegepast en zo spoedig is beëindigd. Het aantal proefvelden met compost werd in de loop der jaren namelijk sterk ingekrompen, terwijl slechts op beperkte schaal opbrengstgegevens werden verzameld.

Ook wat het botanisch onderzoek betreft, zijn weinig gegevens voorhanden. Alleen het proefjaar 1948 verschaft cijfers over de samenstelling van de grasmat. Aan de hand hiervan werd tabel XXVI samengesteld. De in deze tabel opgenomen verschillen geven slechts een globale indruk van de door de compost op de botanische samenstelling uitgeoefende invloed. Niet alleen geeft de korte tijdsduur tussen compostaanwending en bemonstering weinig hoop, dat reeds veel in de botanische samenstelling is veranderd, daarnaast zullen ook de reeds vóór de composttoediening, tussen de te vergelijken objecten aanwezige verschillen hun invloed hebben doen gelden.

Tabel XXVI. Het verschil in botanische samenstelling (monstername in mei 1948) tussen de in maart 1948 met compost bemeste velden en de onbehandelde velden [1]).

hoedanigheidsgraad		0	Kweekgras	(Trit)	+6
Engels raaigras	(Lp)	-1	Witbol	(Hl)	-4
Veldbeemdgras	(Pp)	-1	Roodzwenkgras	(Fr)	+1
Ruwbeemdgras	(Pt)	0	onkruiden		-4
Fioringras	(As)	+2			

Opm.: [1]) Het aantal proefvelden dat bij het middelen werd betrokken bedroeg 4. Eén hiervan ontving VAM-compost in 1947.

Z oals blijkt uit tabel XXVI, was de hoedanigheidsgraad op de behandelde objecten gelijk aan die op de onbehandelde objecten. Bij de grassoorten werden slechts geringe verschillen waargenomen. Het kweekgras-percentage was op de met compost bemeste veldjes hoger dan op de overeenkomstige onbehandelde veldjes. Het onkruid-percentage en het percentage witbol waren lager. De waargenomen verschillen liggen wel in de te verwachten lijn. Een dergelijk verschil was er immers ook op de reeds eerder behandelde kalkproefvelden.

De chemische gewasanalyses van de eerste snede van 1948 geven een indruk van de invloed der compostbemesting op het ruw-eiwitgehalte, het fosforzuur-percentage en het kalkgehalte van het gewas (tabel XXVII).

Tabel XXVII. De invloed van compost op de chemische samenstelling van het gras (1e snede, 1948).

Algemene bemest. gift	Stijging (+), resp. daling (-) van het gehalte in de droge stof.		
	ruw eiwit	P_2O_5	CaO
NK	+3,1	+0,05	0
NPK	+1,8	0	+0,01
NKCa	+1,3	+0,07	-0,10
NPKCa	+2,3	+0,07	+0,01

Het blijkt dat het ruw-eiwitgehalte op de compostveldjes gemiddeld hoger is. Voor een deel is dit misschien te danken aan de zware stikstofgift, die met de compost werd toegediend. Het fosforzuurgehalte is slechts in geringe mate gestegen. Het kalkgehalte van het gewas is niet gewijzigd; het gemiddelde resultaat van alle objecten is hierbij zelfs negatief.

Over het geheel genomen, zal een compostbemesting goede resultaten opleveren. Deze conclusie vindt voornamelijk steun in de opbrengstresultaten. Juist op de slechte percelen waren deze gunstig. Het onderzoek is echter niet uitvoerig genoeg geweest om een definitief oordeel te kunnen vellen. Zo konden de opbrengstresultaten niet voldoende gestaafd worden door botanisch en chemisch gewasonderzoek. Beide laatste onderdelen zijn namelijk te beperkt gebleven. De voedselrijkdom van de grond werd door de zware compostgiften opgevoerd. De pH-verhoging voldeed aan de algemene eis en de stijging van de fosfaatrijkdom was duidelijk aanwezig.

d. Vergelijking der opbrengstresultaten.

De opbrengstresultaten, met de tot nu toe behandelde kalkmeststoffen verkregen en in de tabellen XI, XIX, XX en XXV weergegeven, vindt men onder figuur 37 uitgebeeld in een zestal grafiekjes.

In de genoemde tabellen wordt per pH-groep en per snede het gemiddelde relatieve opbrengstverschil aangegeven. Tevens wordt bij dit gemiddelde effect het bijbehorende percentage positief reagerende proefvelden genoemd. Indien 50% van de proefvelden positief

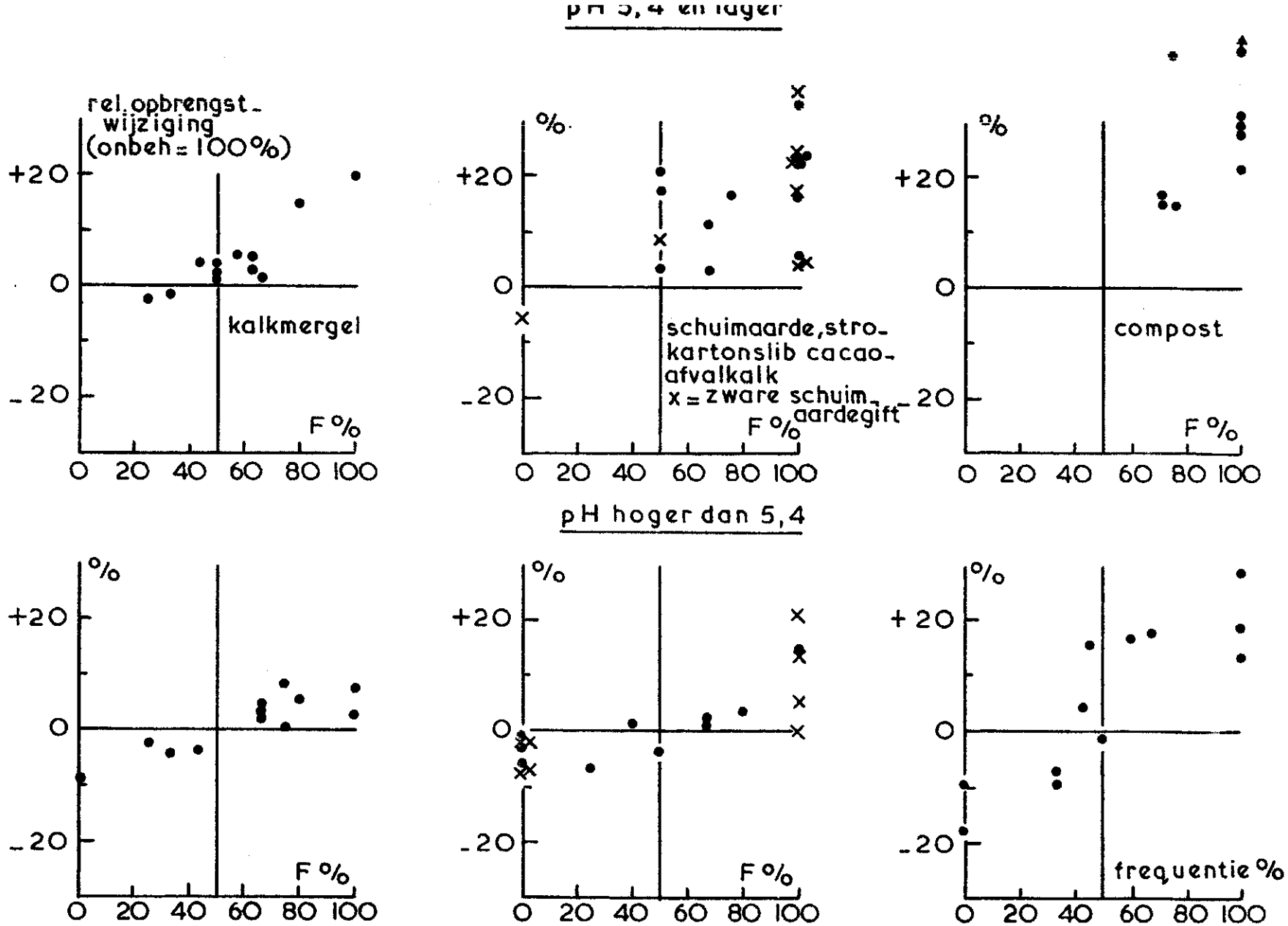


Fig.37 Gemiddeld opbrengsteffect per snede met bijbehorend percentage positief reagerende proefvelden.

reageert [1], mag als waarschijnlijk aangenomen worden, dat de gemiddelde opbrengstreactie ongeveer nihil is. Afwijkingen zullen dan verband houden met onregelmatigheden van de proefvelden. Reageren de meeste proefvelden van een snede positief dan is te verwachten, dat dit samengaat met een positief gemiddeld opbrengstverschil. Reageren de meeste proefvelden negatief, dan is er grote kans op een negatief gemiddeld opbrengstverschil.

In de grafiekjes van figuur 37 is het percentage positief reagerende proefvelden (F%) uitgezet op de horizontale as, de bijbehorende gemiddelde opbrengstreacties op de verticale as. De reactie van de bemesting valt nu af te leiden uit de spreiding van de stippen. Een gunstige reactie is namelijk aanwezig, indien alle stippen in het eerste kwadrant (rechts boven) liggen. Een ongunstig bemestingseffect brengt alle stippen in de linker benedenhoek. Is de invloed van de bemesting om het even, dan zijn de stippen ongeveer gelijk over de twee afdelingen verdeeld.

Het laatste geval treft men overwegend aan bij de drie onderste grafieken, welke het verband weergeven bij een pH van 5,5 of hoger. Dit betekent dat bij een hogere pH de invloed van de bekalking twijfelachtig wordt en meer van andere omstandigheden gaat afhangen.

Bij een lagere pH (pH $\leqslant$ 5,4) is het opbrengsteffect van schuimaarde beter dan dat van kalkmergel; de compost echter levert de beste resultaten.

e. Stalmest.

Stalmest staat, wat zijn werking betreft, eigenlijk op de grens van grondverbeteren en grondverrijken. Uit de resultaten in het randgebied verkregen, is gebleken dat stalmest, welbeschouwd, niet tot de grondverbeterende meststoffen gerekend kan worden. De grondverbeterende werking zal immers pas geconstateerd kunnen worden na een aantal jaren, dit in tegenstelling tot de grondverrijkende methoden, die vrijwel onmiddellijk effect sorteren. Zo zal stalmest reeds het eerste jaar van aanwending de grootte van de opbrengsten beïnvloeden, terwijl tevens in de volgende jaren nog van een nawerking gesproken kan worden. Van een structuurinvloed is hierbij echter nog geen sprake, het opbrengstverhogende effect kan nl. de eerste jaren geheel toegeschreven worden aan de grondverrijkende eigenschappen van deze meststof.

In totaal werden drie proefvelden met stalmest aangelegd; in 1948 twee éénjarige (reg.nos. 31 en 34), in 1949 één tweejarig (reg. no. 135). Het aantal proefjaren van deze proefvelden is, zoals uit bovenstaande blijkt, te gering om het structuureffect te bepalen. Slechts de bemestingswaarde van de gebruikte stalmest kan nagegaan worden.

Een indruk van de bemestingswaarde van de stalmest kan in de eerste plaats verkregen worden uit de chemische analyse van deze meststof. De organische stof en het vocht, kwantitatief ongeveer 95% van de stalmest, zullen niet nader bekeken worden. Van de overige 5% werd, volgens de analyse, 2% verklaard door aanwezigheid van stikstof, fosforzuur, kali en kalk. De overblijvende 3% werd niet nader gedefinieerd. Elke 10 ton stalmest kwam overeen met ongeveer 45 kg N, 25 kg P_2O_5, 55 kg K_2O en 60 kg CaO [2].

De stalmestgift, welke op de drie proefvelden werd toegediend, bestond uit resp. 40, 36 (reg.nos. 31 en 34) en 45 ton per ha (reg.no.

---

1) Daar de niet reagerende proefvelden (opbrengstreactie gelijk nul) voor de helft tot de positief reagerende proefvelden en voor de helft tot de negatief reagerende proefvelden werden gerekend, betekent dit dat 50% negatief reageert.

2) De in de stalmest aanwezige kalk is niet gelijkwaardig aan die in kalkmergel, schuimaarde e.d.

135). Met 40 ton kreeg het land dus een bemesting naar 180 kg N, 100 kg P_2O_5, 220 kg K_2O en ± 240 kg CaO per ha. Een zware bemesting derhalve, vooral wat kali, stikstof en fosforzuur betreft.

De stalmestgiften zijn steeds in het voorjaar aangewend. In hetzelfde jaar werden in de nazomer grondmonsters van de zodelaag genomen.

Bij vergelijking van de stalmestobjecten met de overeenkomstige objecten, die geen stalmest kregen, bleek dat op de stalmestveldjes vooral het kaligehalte en de fosfaattoestand hoger waren. Ook met de pH en het gehalte aan organische stof was dit het geval (zie tabel XXVIII).

Tabel XXVIII. Verandering van de grondanalysecijfers (laag 0-5 cm) door een stalmestgift van ong. 40 ton/ha, welke omstreeks een half jaar voor de bemonstering werd toegediend.

analysegrootheid	pH-H_2O	Humus %	Slib %	P-get.	P-citr	K-HCl
stijging (+) resp. daling (-) van de grootheden	+0,16	+0,9	-0,4	+1,6	+ 18	+0,019

Opm.: De cijfers zijn gemiddelden van 5 waarnemingen.

Beschouwd naar de met stalmest toegediende hoeveelheid fosfaat, is de stijging van het P-citr hoog. Een bemesting met 100 kg zuivere P_2O_5 per ha, in de vorm van superfosfaat, doet bij normaal gebruik het P-citr jaarlijks toenemen met ongeveer 10 eenheden (zie pag. 55). Bij deze proefvelden is de toename bijna twee keer zo groot (zie ook schuimaarde e.d.). Eensdeels kan dit verklaard worden door de kortere tijd tussen bemesten en bemonsteren, anderdeels zou dit toegeschreven kunnen worden aan een andere bindingsvorm van het fosfaat in de stalmest. De sterke stijging van het kaligehalte moet op rekening gesteld worden van de grote hoeveelheid kali, welke met de stalmest is toegediend. Opmerkelijk zijn verder de verhoging van de pH en van het humusgehalte; waarschijnlijk spelen vruchtbaarheidsverschillen hierbij echter een rol.

Hoewel de veranderingen veelal in een te verwachten richting gaan, moet men bedenken dat de objecten in enkelvoud liggen. Aan een gemiddeld resultaat van drie proefvelden kan derhalve geen grotere waarde gehecht worden dan aan de uitkomsten van een zeer ongelijkmatig proefveld (dus grote proeffout), waarop het desbetreffende object in drievoud aanwezig is. Aan kleine verschillen moet daarom geen al te grote waarde gehecht worden. Duidelijk is evenwel de belangrijke bemestingswaarde, die de 40 ton stalmest vertegenwoordigt. De stalmestanalyse en de grondanalyse zijn hierin overeenstemmend.

De droge-stofopbrengsten van de twee éénjarige proefvelden en van het tweejarige proefveld kunnen het beste gescheiden behandeld worden. Niet alleen zijn de oogsten van de éénjarige proefvelden van 1948, terwijl die van het tweejarige proefveld in 1949 en 1950 gewonnen werden, maar bovendien is het profiel van het laatstgenoemde proefveld veel droogtegevoeliger dan dat van de éénjarige velden.

Zoals uit tabel XXIX blijkt is in 1948 bij de 2 éénjarige proefvelden de stalmest waarschijnlijk te laat gestrooid. Het voorjaar van 1948 was bovendien niet bepaald warm. De negatieve uitkomsten bij de eerste snede moeten waarschijnlijk hieraan toegeschreven worden. Na de eerste

Tabel XXIX. Het opbrengsteffect van stalmest (ong. 40 ton/ha) in het jaar van aanwending, uitgedrukt in procenten van de zonder stalmest verkregen droge-stofopbrengst.

proefjaar	1948 [1]			1949
algemene bemesting	NPK	NPKCa	Gem.	NPK [2]
eerste snede (mei)	-23,6(2)	-11,4(2)	-17,5(2)	+46,7(1)
zomersnede (juli)				+ 0,3(1)
nazomersn. (sept.-okt.)	+17,2(2)	+10,0(1)	+14,8(1)	98? (1)

Opm.: 1) Het tussen haakjes geplaatste getal geeft het aantal proefvelden aan.
2) Op het stalmestobject werd een geringere kunstmestgift toegediend.

snede lag het stalmestobject op de beide proefvelden er namelijk steeds heel goed bij. Dit komt tot uiting in de gemiddeld hogere opbrengsten, die in de nazomer op de stalmestobjecten gevonden werden.

In 1949 was op het 2-jarige proefveld het effect van de stalmest de gehele groeiperiode zichtbaar. De opbrengststijging was op dit proefveld veel hoger dan bij de andere proefvelden. In het algemeen bleek het grasland van het Friesch Buitendijksveld, waar dit tweejarige proefveld was gelegen, zeer dankbaar voor stalmest. Ook met compost werden hier zeer gunstige resultaten verkregen. Op de in deze polder gelegen graslandpercelen werd slechts zelden een stalmestgift of een andere organische bemesting toegediend. De enige organische bemesting vormden de uitwerpselen van het weidend vee. Het gunstige effect met stalmest op dit proefveld verkregen, is dan ook te begrijpen.

Van het proefveld in het Friesch Buitendijksveld werden de opbrengsten niet alleen in 1949 bepaald, ook in 1950 was dit het geval. Het is dus voor dit proefveld mogelijk de nawerking van stalmest na te gaan. Daar op elk van de te vergelijken objecten een bepaalde strook een extra kunstmestgift ontving, kan deze nawerking bovendien nagegaan worden bij een normale en bij een zware kunstmestbemesting. Zoals uit tabel XXX blijkt, loopt het met stalmest verkregen opbrengstresultaat voor beide objecten sterk uiteen. Bij de zware NPK-giften is de opbrengstreactie negatief, terwijl deze bij de normale NPK-bemesting over het hele jaar steeds positief is.

Tabel XXX. Opbrengstverhogende (+), resp. verlagende (-) werking van stalmest, in procenten van de droge-stofopbrengst zonder stalmest, één jaar na aanwending (RaNOP 135).

proefjaar	1950	
algemene bemesting	normale NPK-gift	zware NPK-gift
eerste snede	+29,8	-18,1
tweede snede	+109,2?	- 4,5
derde snede	+ 8,5	- 8,8
vierde snede	-22,0	- 6,9
tot. prod. verschil	+23,5	-11,0

De negatieve reactie bij de zware NPK-gift moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan vruchtbaarheidsverschillen tussen de verschillende objecten. Niet aannemelijk is namelijk, dat de stalmest hier een negatieve invloed uitoefent.

De nawerking van de stalmest op de veldjes met een normale kunstmestgift is heel goed. Totaal werd een opbrengstverhoging verkregen van meer dan 1100 kg droge stof per ha. Een bemesting met stalmest zal in het Friesch Buitendijksveld daarom zeer zeker rendabel zijn.

De betekenis van de stalmest voor de botanische samenstelling werd nagegaan op de twee éénjarige proefvelden. Aan de analysecijfers kan niet veel waarde toegekend worden. De monsters werden namelijk genomen bij het oogsten van de eerste snede, d.w.z. ongeveer 1½ maand na het toedienen van de stalmest. Veranderingen in de botanische samenstelling zijn wegens het korte tijdsbestek dan ook niet te verwachten. Eventueel optredende verschillen kunnen bovendien nog toegeschreven worden aan een reeds vóór de stalmest-aanwending voorkomende, uiteenlopende botanische samenstelling van de grasmat. De beide analyses staan weergegeven in verslag IB [1]. Gemiddeld was er geen verschil in samenstelling van de grasmat.

Bij waarnemingen in de zomer bleek op één proefveld een aanmerkelijk geringer onkruidpercentage voor te komen op het stalmestveldje. De overige veldjes bevatten toen vrij veel onkruiden. Overigens valt er niet veel te vertellen over de wijziging van de grasmat door de stalmest-bemesting.

Volgens de chemische gewasanalyse van de eerste snede der beide eenjarige proefvelden was het fosforzuurgehalte van het gewas op de stalmestveldjes gemiddeld 0,04 eenheden hoger. Het CaO-gehalte werd door de stalmestgift niet gewijzigd.

De drie proefvelden hebben laten zien, dat de bemestingstoestand van de zodelaag door de zware stalmestgiften aanzienlijk verbeterd is. Het kaligehalte en het P-citr zijn aanmerkelijk gestegen. Dit is niet te verwonderen, gezien de grootte van de kali- en fosfaatbemesting, welke met de stalmest werd toegediend. Ook het geringe tijdsverloop tussen de bemesting en de bemonstering zal van invloed zijn geweest.

De opbrengsten worden door de stalmestgift positief beïnvloed, althans wanneer het weer meewerkt en de stalmest niet te laat in het voorjaar wordt aangewend. Vooral in het Friesch Buitendijksveld is de stalmestwerking voortreffelijk. Ook de nawerking is daar duidelijk. Bij een zware nevenbemesting met N, P en K trad hier evenwel een negatieve nawerking op. Waarschijnlijk moet dit aan vruchtbaarheidsverschillen toegeschreven worden.

f. Ammoniakgas.

De grondverbeterende meststoffen, die tot nog toe behandeld zijn, waren over het algemeen reeds als zodanig bekend. Van het ammoniakgas, dat thans aan de orde komt, kan dit niet gezegd worden. Niet alleen heeft deze meststof weinig bekendheid als verbeteraar van de grond, ook de wijze waarop hij toegediend wordt, namelijk in gasvormige toestand, is weinig gebruikelijk.

De toepassing van gasvormig ammoniak vond zijn oorzaak in een laboratoriumonderzoek. Hierbij werd gevonden dat ammoniak, vooral indien dit in gasvormige toestand werd toegediend, het karakter van

---

1) Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IA en IB. De graslandproefvelden in 1947 en 1948, Kuinre, 1 juli 1949.

een ingedroogde grond in gunstige zin wijzigde. Bij dit onderzoek bleek tevens, dat de hierbij benodigde hoeveelheden zeer groot waren. Bij een eventuele toepassing in de praktijk zouden de gebruikelijke stikstofgiften verre overschreden moeten worden.

Ter toetsing aan de praktijk zijn in het voorjaar van 1950 drie proefvelden aangelegd. Hierbij werden in enkelvoud twee objecten van ammoniakgas voorzien naar hoeveelheden van 50 en 100 kg N per ha. Tevens waren, ter vergelijking, enkele objecten met een kalkammonsalpeter-bemesting (0, 50 en 100 kg stikstof per ha) aanwezig.

De bemesting geschiedde in maart. Het ammoniakgas werd toegediend met behulp van een speciaal hiervoor geconstrueerde machine, welke enige gelijkenis vertoont met een gewone zaaimachine en waarbij het ammoniakgas vanuit een tank via pijpen in de grond wordt gebracht.

Naast de vijf genoemde objecten waren op één proefveld nog twee objecten aanwezig met een kalkammonsalpeter-bemesting, verdeeld over drie opeenvolgende sneden. De grootte der totale gift was hierbij weer naar 50 en 100 kg/ha N. De resultaten van deze "normale" stikstofbemesting zullen later worden behandeld. In totaal werden van dit proefveld drie sneden gewonnen, dit in tegenstelling met de twee andere proefvelden (zonder gedeelde gift), waar vijf sneden werden geoogst.

Tenslotte dient nog vermeld, dat van de drie proefvelden één geïnfiltreerd was. Aangezien evenwel niets van een wisselwerking tussen grondwaterstand en bemesting enerzijds en reversibiliteit anderzijds bleek, konden de resultaten van de drie proefvelden gemiddeld worden. Het bezwaar dat elk object per proefveld slechts in enkelvoud voorkomt, wordt hierdoor enigszins opgeheven.

Tabel XXXI. De invloed van ammoniakgas op de reversibiliteit van de grond (laag 5-15 cm).

	Kalkammonsalpeter (kg/ha N)			Ammoniakgas (kg/ha N	
	0	50	100	50	100
pH_{water}	4,37	4,47	4,35	4,35	4,35
R_t	104	107	106	106	111
R_o	63	62	62	61	63
R_{gr}	4,25	4,63	4,50	4,67	4,92

Opm.: R geeft het resterend vochtgehalte aan dat, na onderdompeling in water en vervolgens contrifugeren, in de grond achterblijft. R_o is het gehalte, dat achterblijft bij grond, welke alvorens te bevochtigen, bij 105°C wordt gedroogd; R_t het gehalte bij grond welke niet wordt gedroogd (veldmonster). R_{10} heeft betrekking op natuurlijke grond, welke nog nimmer aan een drogingsproces heeft blootgestaan. De reversibiliteitsgraad is nu:

$$R_{gr} = \frac{R_t - R_0}{R_{10} - R_0} \times 10 \quad ^{1)}$$

Naast genoemd bezwaar van het in enkelvoud aanwezig zijn der objecten, bleek naderhand aan genoemde proefveldopzet nog een fout te kleven. Bij het toedienen van het ammoniakgas beschadigden de toevoerpijpen, welke op een onderlinge afstand van 20 cm en met een diep-

1) Voor nauwkeuriger omschrijving der symbolen zie men: De verslagen van proeven en onderzoekingen van de Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder, deel IIIA, band 3, "De wateronderzoekingen in de binnenpolder "Het Bedijkte Rondebroek", pag. 263.

gang van 10 cm door de bovengrond sneden, de zode in aanzienlijke mate. Het niet aanwezig zijn van een object met 0 NH_3-gas, waarmede wordt bedoeld een behandeling met de machine zonder toediening van het gas, had namelijk tot gevolg, dat noch het effect van de ammoniak-toediening, noch het effect van de zodebeschadiging afzonderlijk was vast te stellen.

Om het effect van de behandeling van de grond met ammoniakgas te kunnen vaststellen werden op 12 mei en 26 juni grondmonsters genomen van de laag 5-15 cm. In deze monsters werd de reversibiliteitsgraad bepaald (tabel XXXI).

Volgens de tabel is er een zwakke aanwijzing, dat het ammoniakgas het vermogen van de grond om vocht op te nemen en vast te houden iets doet toenemen (R_t). De gevonden verschillen zijn echter te gering, om hier een nadere beschouwing aan te wijden.

De opbrengsten op de ammoniakgas-veldjes zijn typisch verschillend van die op de kalkammon-veldjes. Op laatstgenoemde objecten komt, bij voorjaarsaanwending van de stikstof, de opbrengstverhogende werking praktisch geheel ten goede aan de eerste snede. De opbrengstverhogende werking van de ammoniakgas-behandeling is daarentegen meer verdeeld en komt ook bij de volgende sneden tot uiting (zie tabel XXXII). Niettegenstaande dit laatste is de over het gehele jaar verkregen opbrengstverhoging bij kalkammonsalpeter groter dan die bij ammoniakgas. Ofschoon de zodebeschadiging op de ammoniakgas-objecten hierbij ongetwijfeld een rol zal hebben gespeeld, blijft toch nader onderzoek nodig ter opheldering van dit verschijnsel.

Tabel XXXII. De opbrengststijging door ammoniakgas resp. kalkammonsalpeter in kg droge stof per are (1950).

meststof	Ammoniakgas		Kalkammonsalpeter		Gem. opbr. in kg dr. stof v/h 0-obj.
N-gift in kg per ha	50	100	50	100	
eerste snede	+1,0	+1,8	+9,4	+17,2	28,2
tweede snede	+0,6	+4,0	-1,1	- 2,1	12,8
derde snede	+0,9	+1,6	+0,5	+ 0,6	6,3
vierde snede	-1,6	+0,6	-2,9	- 3,0	16,6
vijfde snede	+1,5	+1,3	+0,5	- 0,4	15,3
totaal	+2,4	+9,3	+6,4	+12,3	79,2

Opm.: Bij de 1e, 2e en 3e snede werden 3 opbrengsten gemiddeld, bij de 4e en 5e snede 2 opbrengsten.

Ook Mulder [2], welke in 1951 op een dertiental graslandproefvelden de invloed van een ammoniakgas-bemesting naging, vond dat het opbrengsteffect van kalkammonsalpeter zich hoofdzakelijk beperkte tot de eerste snede. De opbrengstverhogende werking van het ammoniakgas, welke in de eerste snede veel minder tot uiting kwam, trad vooral op bij de tweede snede.

Uit de proefveldresultaten blijkt dat een voorjaarsbemesting met kalkammonsalpeter bij de eerste snede een belangrijk grotere stijging in opbrengst teweeg brengt dan bij gebruik van ammoniakgas het geval is. Bij de volgende sneden is dit niet zo en zijn de opbrengststijgingen vaak zelfs iets geringer dan die met ammoniakgas. Over het gehele

[2] Mulder, E.G., Investigation on the agricultural value of nitrophosphate and anhydrous ammonia. The Fertiliser Soc. no. 25 (1953).

jaar beschouwd worden echter de gunstigste resultaten verkregen met kalkammonsalpeter.

De geringe verschillen, die ten aanzien van de vochtbinding werden gevonden, laten, mede gelet op de proefopzet, geen nadere beschouwing toe.

V. PRODUKTIE EN GRONDVERRIJKENDE MESTSTOFFEN

A. ALGEMEEN.

De hoofdmoot van dit onderdeel van het verslag wordt gevormd door de fosfaatproefvelden. Aan het fosfaat is in het randgebied zeer veel aandacht geschonken. Vooral omdat men dacht hiermede de verdrogingsverschijnselen, welke over grote oppervlakten van het hier aanwezige grasland optraden, enigszins te kunnen verminderen. Door fosfaat toe te dienen zou het gras namelijk een gezonder en krachtiger wortelstelsel verkrijgen, waardoor een droogteperiode beter te overbruggen zou zijn. De proefopzet is van het begin af dan ook zodanig geweest, dat de betekenis van het fosforzuur nagegaan kon worden.

Behalve de fosfaatbemesting, welke, met uitzondering van de "super- en slak-veldjes", op alle proefvelden in de vorm van superfosfaat werd toegediend, genoten ook de koper- en stikstofbemesting aandacht. De drie genoemde plantevoedende stoffen zullen in het volgende afzonderlijk behandeld worden.

B. FOSFORZUUR.

In één van de vorige hoofdstukken, waar de produktie bekeken werd in afhankelijkheid van de groeiomstandigheden, kwam duidelijk naar voren, welke grote betekenis aan de fosfaatrijkdom van de grond toegekend moest worden [1]. Zo bleek dat bij de eerste snede van 1948 zonder fosfaatbemesting opbrengstdervingen geleden werden van 13,8; 9,9 en 5,9 kg droge stof per are bij P-citr-cijfers van resp. 20, 25 en 30. Voor een ongestoorde groei bleek een P-citr van ± 40 gewenst. De vraag is nu, hoe die benodigde fosfaatrijkdom te krijgen. Om hierop een concreet antwoord te kunnen geven, zijn berekeningen uitgevoerd, waarbij de grootte van de fosfaatbemesting vergeleken is met de stijging van de fosfaatrijkdom van de zodelaag.

Tabel XXXIII geeft een indruk van de op de grote proefvelden door een superfosfaat-bemesting veroorzaakte wijziging van het P-citr-cijfer. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de al of niet met kalk bemeste objecten. Tevens zijn in de tabel opgenomen de veranderingen, welke bij het P-getal, de pH en het K-HCl-gehalte optreden. Daar bij de behandeling van de kalkmeststoffen een invloed hiervan op de fosfaattoestand van de grond werd waargenomen, worden in de tabel ook de verschillen tussen al of niet bekalkt gegeven. In verband met dit verschil werd bovendien onderscheid gemaakt tussen de proefvelden waarop kalkmergel werd toegediend en de proefvelden waarop met schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk werd bemest. Met laatstgenoemde meststoffengroep werd immers een zekere hoeveelheid fosfaat toegediend.

Volgens de uitslagen van 1948 deed 14,1 kg P_2O_5 per ha het P-citr van de zodelaag met één eenheid stijgen wanneer de kalk bij de algemene bemesting afwezig bleef. Met kalk was 12,1 kg P_2O_5 nodig. Gemiddeld dus 13,1 kg P_2O_5 per ha om een stijging van één eenheid te bewerkstelligen. De uitkomsten van 1949 leverden een iets kleinere gift op. Zonder kalk was toen 10,7 kg P_2O_5 per ha nodig, met kalk 9,2 kg P_2O_5 per ha. Gemiddeld 9,9 kg P_2O_5 per ha. Hierbij moet opgemerkt worden, dat bij het berekenen van deze hoeveelheden de onttrekking door het gewas verwaarloosd is. Vooral bij kleine P-giften kan deze onttrekking echter van invloed zijn en zal de hoeveelheid fosfaat, welke alleen dient ter verhoging van het P-citr-cijfer, in werkelijkheid geringer zijn dan hier gevonden wordt.

---

1) zie pag. 9.

Tabel XXXIII. Wijziging van enkele grondanalysegrootheden (laag 0-5 cm) onder invloed van een superfosfaat-bemesting, toegediend op objecten, welke al of niet met kalkmergel of een der meststoffen van de "schuimaardegroep" waren bemest.

Jaar van bemonstering	kalkmeststof 1)	tot. kg/ha P_2O_5-super fosf.	totaal met kalkmeststt toegediend kg/ha P_2O_5	$CaCO_3$	Algemene NK-gift bij 0 Super fosf.	wijziging door Super absoluut	wijziging door Super p. 100 kg P_2O_5	Algem. NKCa-gift bij 0 Super fosf.	wijziging door Super absoluut	wijziging door Super p. 100 kg P_2O_5	wijziging door kalkmest	aant. analyses
					pH-water							
948	kam	213	-	2990	5,70	-0,04	-0,02	6,23	-0,07	-0,03	+0,52	16
au-	sch	221	81	4235	5,63	-0,16	-0,07	6,29	-0,08	-0,04	+0,71	12
us-	gem.	216	35	3535	5,67	-0,19	-0,04	6,26	-0,08	-0,04	+0,60	28
is)	kam	367	-	5535	5,53	-0,06	-0,02	6,28	-0,05	-0,01	+0,76	6
949	sch	400	107	5805	5,54	+0,08	+0,02	6,45	-0,07	-0,02	+0,84	5
na-	gem.	382	48	5660	5,53	+0,01	+0,00	6,35	-0,06	-0,02	+0,79	11
ar												
					P-citr-cijfer							
948	kam	213	-	2990	39,8	+15,3	+7,2	47,2	+16,4	+ 7,7	+ 8,0	16
	sch	221	81	4235	37,0	+15,4	+7,0	49,0	+19,6	+ 8,9	+14,1	12
	gem.	216	35	3535	38,6	+15,3	+7,1	48,0	+17,8	+ 8,2	+10,6	28
949	kam	367	-	5535	30,8	+29,7	+8,1	38,7	+39,1	+10,7	+12,6	6
	sch	400	107	5805	28,4	+41,2	+10,1	49,6	+44,8	+11,2	+23,0	5
	gem.	382	48	5660	28,9	+35,7	+9,4	43,6	+41,7	+10,9	+17,7	11
					P-getal							
48	kam	213	-	2990	6,1	+2,7	+1,3	4,5	+ 1,5	+ 0,7	- 2,2	16
	sch	221	81	4235	6,3	+3,5	+1,6	4,6	+ 2,8	+ 1,3	- 2,0	12
	gem.	216	35	3535	6,2	+3,0	+1,4	4,5	+ 2,1	+ 1,0	- 2,1	28
49	kam	338	-	6350	5,3	+4,5	+1,3	3,5	+ 3,0	+ 0,9	- 2,5	4
	sch	417	138	4970	4,3	+5,3	+1,3	3,7	+ 2,3	+ 0,6	- 1,8	3
	gem.	371	59	5760	4,9	+4,9	+1,3	3,6	+ 2,7	+ 0,7	- 2,4	7
					K-HCl (0,001%)							
48	kam	213	-	2990	26,1	-1,0	-0,5	27,9	- 1,0	- 0,5	+ 1,8	16
	sch	221	81	4235	36,3	-3,5	-1,6	38,8	- 4,5	- 2,0	+ 2,0	12
	gem.	216	35	3535	30,5	-2,1	-1,0	32,6	- 2,6	- 1,2	+ 1,9	28
49	kam	338	-	6350	31,5	-3,5	-1,1	27,8	- 2,3	- 0,7	- 3,1	4
	sch	417	138	4970	35,3	-7,3	-1,8	37,7	- 3,0	- 0,7	+ 4,6	3
	gem.	371	59	5760	33,1	-5,1	-1,4	32,0	- 2,6	- 0,7	- 0,1	7

n. 1) De kalkmeststoffen zijn onderverdeeld in kalkmergel en de schuimaardegroep. Tot de laatste groep behoren schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk.

Op de bekalkte objecten is de stijging van P-citr iets groter dan op de niet bekalkte objecten. Waarschijnlijk is dit een gevolg van de hogere P-citr-toestand, welke op deze objecten voorkomt. Mogelijk speelt de op deze objecten voorkomende hogere pH hierbij ook nog een rol.

Door bekalking blijkt het P-citr te stijgen. Dat dit bij de kalkmergel minder het geval is dan bij de schuimaardegroep, kan worden

verklaard uit de met laatstgenoemde meststoffen toegediende fosfaathoeveelheden. Gemiddeld over beide jaren steeg bij kalkmergel het P-citr-cijfer per 1000 kg $CaCO_3$ met 2,56.

Veronderstellend dat deze $CaCO_3$-invloed ook bij de schuimaarde-groep optreedt, zouden van de stijging van P-citr, welke in 1948 bij deze meststoffengroep optreedt, ruim 3 eenheden (14,1 - 4,235 x 2,56) verklaard moeten worden uit de in deze meststoffen aanwezige fosfaat (gem. 81 kg P_2O_5). 100 kg van dergelijke fosfaat zou dus een stijging van bijna 4 P-citr-eenheden veroorzaken. Op overeenkomstige wijze valt dit ook voor 1949 te berekenen. Hier bleek 100 kg in de kalkmeststof voorkomende P_2O_5 het P-citr ruim 8 eenheden te verhogen. Gemiddeld over beide jaren een stijging van 5,2 eenheden per 100 kg P_2O_5. Dit is dus aanzienlijk minder dan bij de behandeling van schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk werd gevonden (zie pag. 35). Er werd daar namelijk geen rekening gehouden met de toegediende hoeveelheid $CaCO_3$.

Het P-getal stijgt door de superfosfaat-bemesting op de NK-objecten met 1,3 à 1,4 eenheden per 100 kg P_2O_5 per ha. Bij de bekalkte objecten is deze stijging geringer en bedraagt per 100 kg P_2O_5 per ha, gemiddeld over beide jaren, 1,0 eenheid. Deze geringere stijging op de bekalkte objecten moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan de hogere pH welke hier aanwezig is. Mogelijk speelt ook het op deze objecten voorkomende lagere P-getal hierbij nog een rol.

Bij een kalkmergel-bemesting daalt het P-getal per 1000 kg $CaCO_3$ in 1948 met 0,8 eenheden, in 1949 met 0,4 eenheden; gemiddeld over beide jaren met 0,7 eenheden.

Op dezelfde wijze als bij het P-citr-cijfer is gebeurd, kan men de invloed van $CaCO_3$ en P_2O_5 scheiden en berekenen dat in 1948 per 100 kg met schuimaarde e.a. aangevoerde P_2O_5 het P-getal met 1,1 stijgt. Voor 1949 werd een stijging van 1,2 gevonden. Gemiddeld over beide jaren stijgt het P-getal volgens deze berekening per 100 kg met schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk toegediende P_2O_5 met 1,2 eenheden. De daling van het P-getal, welke door de schuimaarde, e.a. wordt veroorzaakt, moet dus grotendeels worden toegeschreven aan de in deze meststoffen voorkomende kalk (zie ook pag. 35 en 36).

Het schijnt, dat de superbemesting de pH iets doet dalen. Het kaligehalte heeft ook de neiging lager te worden. Mogelijk moet dit laatste toegeschreven worden aan een meerdere onttrekking door het gewas.

Behalve de grote proefvelden hebben ook de "super- en slakveldjes" materiaal verschaft voor het berekenen van de P_2O_5-gift, nodig om het P-citr met één eenheid te verhogen. De gemiddelde verschillen, door fosfaatbemesting op deze proefvelden teweeg gebracht, worden in de volgende tabel gegeven.

Tabel XXXIV. De wijziging van enkele grondanalysecijfers (laag 0-5 cm) onder invloed van een fosfaatbemesting naar 82 kg/ha P_2O_5.

	Stijging(+), resp. daling(-) van:			Aantal analyse cijfers
	pH_{water}	P-citr	P-getal	
superfosfaat	+0,03	+11,0	+1,1	5
slakkenmeel	+0,06	+10,1	+0,3	5
gemiddeld	+0,05	+10,6	+0,7	

Opm.: De bemesting had plaats in het voorjaar van 1949, de bemonstering in de herfst van 1949.

Uit de resultaten van deze proefvelden blijkt, dat bij superfosfaat 7,5 kg en bij slakkenmeel 8,1 kg P_2O_5 per ha nodig was om het P-citr van de zodelaag één eenheid te verhogen. Gemiddeld 7,7 kg/ha P_2O_5.

Het P-getal werd door beide fosfaatmeststoffen slechts weinig verhoogd; gemiddeld ongeveer 0,9 eenheden per 100 kg/ha P_2O_5. De pH nam iets toe; bij slakkenmeel meer dan bij superfosfaat.

Gemiddeld over alle uitkomsten blijkt het P-citr door een hoeveelheid van 100 kg P_2O_5 per ha (superfosfaat) met bijna 9 eenheden te stijgen. Het P-getal neemt bij deze hoeveelheid met ruim 1,1 toe. Praktisch komt het er op neer dat elke 10 kg zuivere fosforzuur, per ha uitgestrooid, het P-citr van de laag 0-5 cm met één eenheid doet toenemen. Dit gegeven kan gebruikt worden om op een doelmatige wijze de fosfaatvoorraad van arme percelen op het gewenste peil te brengen.

Aan de orde is thans de vraag: "Verhoogt de fosfaatbemesting ook de opbrengst?" Deze kwestie kan door de opbrengstgegevens van vier proefjaren bevestigend worden beantwoord. De opbrengststijging is op de fosfaatarme percelen begrijpelijkerwijs groter dan op de graslanden, welke voldoende van fosfaat zijn voorzien. Bij de laatste groep heeft een fosfaatbemesting weinig of geen invloed meer.

Zoals reeds is vermeld [1], bleek bij de eerste snede van 1948 op de NK-objecten bij de P-citr-cijfers 20, 25 en 30, vergeleken met de optimale fosfaattoestand (P-citr ± 40) een opbrengstderving voor te komen van resp. 13,8; 9,9 en 5,9 kg droge stof per are. Werd echter een fosfaatbemesting toegediend, dan bleken deze opbrengstdervingen geheel teniet gedaan. Bij een gemiddelde P_2O_5-gift van 139 kg per ha waren de opbrengstverhogingen ten opzichte van de overeenkomstige niet met fosfaat bemeste veldjes voor genoemde P-citr-cijfers (op de NK-objecten) namelijk 16; 10,5 en 6,5 kg droge stof per are.

Ook op de bekalkte veldjes waren bij de eerste snede van 1948 de met fosfaat verkregen resultaten gunstig. De bij diverse P-citr-cijfers (van het NK-object), op de NKCa-objecten voorkomende opbrengstdervingen werden door de fosfaatbemesting geheel opgeheven. Hierbij trad evenwel verschil op met de onbekalkte veldjes. De bekalkte veldjes gaven nl. een kleiner oogstverschil te zien. Dit indien geen rekening werd gehouden met de door de bekalking veroorzaakte, reeds eerder besproken stijging van het P-citr [2]. Werden de opbrengstverschillen echter uitgezet tegen de op de bekalkte objecten (NKCa-objecten) voorkomende P-citr-cijfers, dan bleken deze verschillen praktisch gelijk aan die op de niet bekalkte velden.

Ook in 1947, 1949 en 1950 bleken, indien met de door bekalking veroorzaakte wijziging van het P-citr rekening werd gehouden, de opbrengstverschillen tussen de niet en wel met fosfaat bemeste objecten, bij de eerste snede voor bekalkt en onbekalkt praktisch gelijk te zijn.

Werd in het voorgaande reeds gewezen op de door bekalking veroorzaakte stijging van het P-citr en de invloed hiervan op de grootte van de verkregen opbrengstverschillen, thans moet nog aandacht geschonken worden aan de door fosfaatbemesting optredende stijging van het P-citr. De fosfaatbemesting kan nl. niet alleen een hogere opbrengst veroorzaken, maar zal veelal ook het P-citr van het fosfaatobject doen toenemen. Reeds het eerste proefjaar is dit het geval. In de volgende

1) zie ook pag. 9

2) zie o.a. pag. 53,54.

jaren mag daarom het tussen de wel en niet met fosfaat bemeste objecten geconstateerde opbrengstverschil niet altijd alleen aan de in het betreffende jaar gegeven fosfaatbemesting geweten worden. Ten dele zal ook het hogere P-citr op het met fosfaat bemeste veldje hiervoor verantwoordelijk zijn. Alleen bij éénjarige proefvelden kan het genoemde opbrengstverschil geheel aan de fosfaatbemesting worden toegeschreven. Bij meerjarige proefvelden, zoals hier het geval is, zal in de meeste gevallen reeds in het tweede jaar het P-citr op de met fosfaat bemeste objecten hoger zijn dan dat op de niet met fosfaat bemeste velden. In de volgende proefjaren kan het tussen de te vergelijken objecten voorkomende opbrengstverschil dientengevolge groter zijn dan in overeenstemming is met de in het voorjaar toegediende hoeveelheid fosfaat.

Als gevolg van een tussen de te vergelijken, wel en niet met fosfaat bemeste objecten ontstaan verschil in P-citr kan het opbrengstverschil in grootte toenemen. Deze toename, ook wel cumulatief fosfaateffect genoemd, behoeft evenwel niet altijd tot uiting te komen. In gevallen dat op de fosfaatobjecten steeds een maximale opbrengst wordt verkregen en het P-citr hierop dus niet van invloed is, zullen de opbrengstverschillen tussen de te vergelijken objecten niet vergroot zijn door de op de fosfaatobjecten voorkomende hogere fosfaattoestand. Dit bleek het geval bij de eerste snede van 1948 (zie fig. 38). Ofschoon het P-citr op de fosfaatveldjes, als gevolg van de in 1947 toegediende fosfaatbemesting, gestegen was, kwam deze stijging gemiddeld niet tot uiting in een groter opbrengstverschil. De op pag. 55 genoemde opbrengstverschillen, welke bij de eerste snede van 1948 bij de verschillende op de NK-objecten voorkomende P-citr-cijfers werden gevonden, geven dus het effect van de fosfaatbemesting juist weer.

Om een indruk te geven van de stijging van het P-citr door de jaarlijks toegediende fosfaatbemestingen, werd tabel XXXV samengesteld. Zowel op de onbekalkte als de bekalkte objecten is het P-citr gestegen door de in voorgaande jaren toegediende fosfaatbemesting. Op de bekalkte objecten is het P-citr hoger dan op de onbekalkte objecten.

Tabel XXXV. Het bij 8 proefvelden in vier proefjaren op vier verschillende objecten voorkomende gemiddelde P-citr (voorjaar, laag 0-5 cm).

Jaar	Gem. P_2O_5-bem. kg/ha	Objecten			
		NK	NPK	NKCa	NPKCa
1947	100	29	29	32	32
1948	150	31	38	35	43
1949	144	31	47	41	65
1950		31	63	41	86

Zoals uit bovenstaande is gebleken, zal het opbrengstverschil, dat bij een bepaald op het nul-fosfaatobject voorkomend P-citr tussen het wel en niet met fosfaat bemeste veldje voorkomt, alleen in het eerste proefjaar een juiste indruk geven van de met fosfaat te verkrijgen opbrengstreactie. In de volgende proefjaren mag dit opbrengstverschil niet altijd geheel aan de in het voorjaar gegeven fosfaatbemesting toegeschreven worden. Als gevolg van een cumulatief fosfaateffect, wat men kan beschouwen als een nawerking van de in voorgaande jaren toegediende fosfaatbemesting, bestaat de mogelijkheid dat het op ge-

noemde wijze bepaalde opbrengstverschil door een op het fosfaatobject gestegen P-citr groter is dan zonder deze stijging het geval geweest zou zijn. Slechts wanneer het P-citr op het nul-fosfaatobject gelijk is aan dat op het fosfaatobject (eerste proefjaar) of dat op het nul-fosfaatobject met de in het voorjaar toegediende fosfaatbemesting een maximale opbrengst te verkrijgen zou zijn, geeft het tussen de te vergelijken (met en zonder fosfaat bemeste) objecten voorkomende opbrengstverschil een juiste indruk van de met fosfaat, bij een bepaald (op het nul-fosfaatobject voorkomend) P-citr te verkrijgen opbrengstreactie. Is in het laatste geval de mogelijkheid van een te verkrijgen maximale opbrengst niet aanwezig, dan zal het desbetreffende opbrengstverschil, als gevolg van een cumulatief fosfaateffect, een te grote waarde aangeven voor de aan fosfaat toe te schrijven opbrengstreactie.

Om een juiste indruk te krijgen van de bij een bepaald P-citr, met fosfaat te verkrijgen opbrengstreactie, zal alleen voor het eerste proefjaar gebruik gemaakt kunnen worden van het opbrengstverschil tussen de wel en niet met fosfaat bemeste objecten. In de volgende proefjaren heeft een dergelijke bepaling van opbrengstverschil weinig zin. Als gevolg van een stijgend P-citr op de fosfaatobjecten zullen vooral de bij laag P-citr (van het nul-fosfaatobject) geconstateerde opbrengstverschillen een cumulatief fosfaateffect in zich bergen. Toch is het mogelijk ook voor de volgende proefjaren het fosfaat-bemestingseffect na te gaan. Hiertoe moet evenwel voor ieder der te vergelijken objecten afzonderlijk vastgesteld worden, welk verband aanwezig is tussen het op deze objecten voorkomende P-citr en de hierbij verkregen opbrengsten. Met dit voor ieder der te vergelijken objecten verkregen verband kan nu het bij een bepaald P-citr voorkomend fosfaat-bemestingseffect worden vastgesteld. De op het fosfaatobject bij een bepaald P-citr te verkrijgen opbrengst wordt daartoe verminderd met de opbrengst, welke op het niet met fosfaat bemeste object bij hetzelfde P-citr kan worden verkregen.

Het grafisch vaststellen van het verband opbrengst/P-citr bij de vier bemestingsobjecten leverde wat de grondanalysecijfers betreft, enige moeilijkheden op. Zo waren voor 1947 alleen de analysecijfers van het vooronderzoek bekend. In de volgende jaren werden de verschillende objecten meestal wel bemonsterd; dit geschiedde echter veelal in de zomer of het najaar. Om een indruk te krijgen van de op de verschillende objecten in de verschillende jaren in het voorjaar aanwezige bemestingstoestand, moest daarom het analysemateriaal, alvorens geschikt te zijn voor de uit te voeren bewerkingsmethode, een zekere vóórbewerking ondergaan.

Voor 1947 werd, wat de NK- en NPK-objecten betreft, gebruik gemaakt van de bij het vooronderzoek gevonden analysecijfers. Daarentegen werd voor de bekalkte objecten aangenomen dat zowel het P-citr als de pH door de in het voorjaar gegeven kalkbemesting waren gestegen. Aan de hand van de hoeveelheid toegediende kalk en met behulp van de reeds eerder beschreven effecten hiervan op P-citr en pH werd de grootte van deze stijging berekend. [1]

In 1948 werden alle objecten in de zomer bemonsterd. De hierbij gevonden analysecijfers behoeven dus niet in overeenstemming te zijn met de toestand in het voorjaar. Daar het P-citr op de NK-objecten in de zomer 1948 gemiddeld 2,4 eenheden (22 proefvelden) groter was dan in het voorjaar 1947, werd het gemiddelde van beide waarnemingen genomen als maat voor het in het voorjaar 1948 op de NK-objecten voorkomende P-citr. Ook voor de NPK-objecten werd gemiddeld;

---

[1] zie pag. 53 en 54.

hierbij werd echter rekening gehouden met de in 1947 en 1948 toegediende hoeveelheid fosfaat. Bij de bekalkte objecten was een vergelijking met het in het voorjaar 1947, bij het vooronderzoek gevonden P-citr niet mogelijk. Het op de bekalkte velden voorkomende P-citr is immers zowel door de in het voorjaar 1947 toegediende bekalking, als door die gegeven in najaar 1947 of voorjaar 1948 beïnvloed. Het op de NKCa-velden in de zomer 1948 gevonden P-citr werd daarom als maat voor de voorjaarstoestand genomen. Ook bij de NPKCa-velden werd van het in de zomer gevonden P-citr uitgegaan. In verband met de in het voorjaar toegediende fosfaatbemesting werd hierbij echter eerst een correctie aangebracht. Wat de pH betreft werd voor alle objecten uitgegaan van de in de zomer gevonden gegevens hieromtrent.

Ook voor 1949 en 1950 werd nagegaan hoe P-citr en pH in het voorjaar geweest zouden zijn op de verschillende objecten. Daar de hierbij gevolgde werkwijze in grote lijnen overeenkomt met die toegepast in 1947 en 1948, zal een nadere bespreking hiervan achterwege blijven.

Opgemerkt moet worden, dat de op genoemde wijze verkregen waarden, welke de voorjaarstoestand vertegenwoordigen, niet altijd in overeenstemming zullen zijn met de werkelijk in het voorjaar voorgekomen toestand. Diverse factoren kunnen voor deze onvoldoende benadering van de werkelijke toestand verantwoordelijk zijn. Zo kan de theoretisch gevonden pH een te hoge waarde hebben, doordat, als gevolg van weinig neerslag, niet alle toegediende kalk in de grond is doorgedrongen. Dit was in 1947 waarschijnlijk het geval. Evenzo kan het P-citr in werkelijkheid anders zijn dan hier aangenomen wordt, bv. door sterke onttrekking in het voorgaande jaar. Niettegenstaande deze bezwaren, zijn met behulp van op genoemde wijze verkregen cijfers gunstige resultaten verkregen.

Voor alle vier proefjaren kon voor ieder der vier objecten bij elk der verschillende sneden een redelijk betrouwbaar verband tussen opbrengst en P-citr worden vastgesteld. Daarnaast werd in de meeste gevallen een invloed van de pH en de grondwaterstand geconstateerd. Soms waren ook van belang het aantal groeidagen of de maaidatum. Op de fosfaat-objecten was het opbrengstresultaat bovendien afhankelijk van de grootte van de fosfaatbemesting.

Om een goede vergelijking tussen de zonder en met fosfaat, bij verschillend P-citr verkregen opbrengsten mogelijk te maken, werd voor ieder der te vergelijken objecten gecorrigeerd op dezelfde waarden van de naast het P-citr voorkomende, de opbrengst beïnvloedende factoren. Zo werd voor de pH veelal gecorrigeerd op pH 5,2 (onbekalkt) of pH 6,2 (bekalkt). Voor de grondwaterstand werd in de meeste gevallen 70 cm-mv. genomen. Daar de grootte van de fosfaatbemesting voor de verschillende jaren varieerde, werd voor deze grootheid gecorrigeerd op 100 kg P_2O_5 per ha.

De vraag is thans, zijn de bij de verschillende sneden geconstateerde opbrengstdervingen door een fosfaatbemesting op te heffen? Bij de eerste snede van 1948 bleek dit het geval te zijn (fig. 38). De met fosfaat verkregen opbrengsten kwamen namelijk voor ieder P-citr overeen met de bij de optimale P-toestand (P-citr $\pm$ 40) verkregen opbrengst. Bij de eerste snede van 1947 was dit niet het geval. De in dat jaar toegediende fosfaatbemesting (100 kg/ha P_2O_5) bleek niet voldoende groot om de bij laag P-citr voorkomende opbrengstdervingen geheel op te heffen (fig. 39). Mogelijk moet dit echter toegeschreven worden aan een nog onvoldoende werking van de toegediende superfosfaat. Het tijdstip van bemesten was in 1947 namelijk laat. Bovendien was de hoeveelheid neerslag in dat jaar zeer gering.

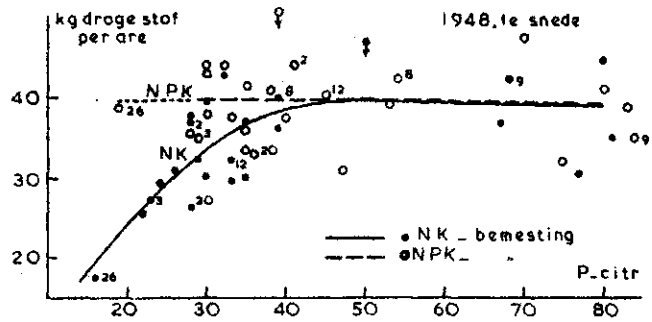


Fig. 38 Invloed van P_citr (op de betreffende objecten) op de bij een algemene NK_bemesting zonder en met fosfaat (na corr. op 100 kg/ha P_2O_5) verkregen droge_stofopbrengst (De bij de stippen geplaatste getallen zijn reg. no's van proefvelden.)

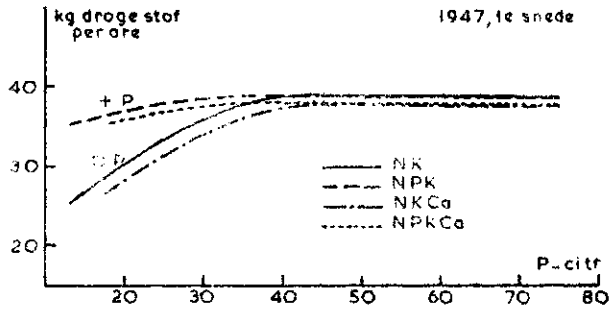


Fig. 39 Invloed van P_citr (op de betreffende objecten) op de zonder en met fosfaat (100 kg/ha P_2O_5) verkregen droge_stofopbrengst, na corr. op grondwaterstand 55 cm_mv., op pH 5,2 (onbekalkt) resp. 5,6 (bekalkt) en op maaidatum 4 juni

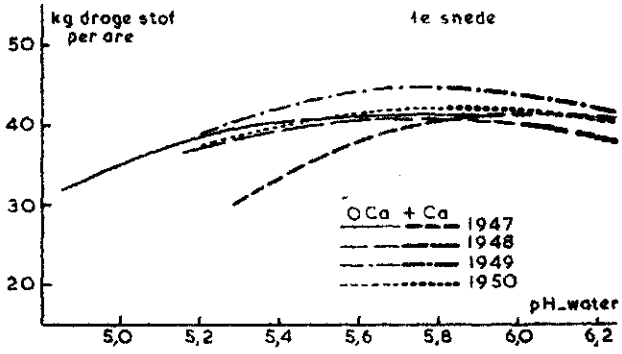


Fig. 40 Invloed van de op de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende pH op de op deze objecten, bij de eerste snede met en zonder fosfaat verkregen droge_stof_opbrengst, na corr. op P_citr 40, grondwaterstand en maaidatum. De in 1947 voor de bekalkte objecten aangenomen pH is klaarblijkelijk te hoog gewaardeerd.

In hoeverre de bij de eerste sneden van 1949 en 1950 voorkomende opbrengstdervingen worden opgeheven door een fosfaatbemesting, is niet na te gaan. Het op de fosfaatobjecten voorkomende P-citr is namelijk in de meeste gevallen, als gevolg van de in voorgaande jaren toegediende fosfaatbemesting, tot ver boven de optimale fosfaattoestand (P-citr ± 40) gestegen. Het fosfaateffect is daardoor voor deze jaren niet bij een lage fosfaattoestand vast te stellen [1].

Ook bij de nagroei werd het op de verschillende objecten aanwezige verband tussen opbrengst en P-citr nagegaan. Daar in 1947 geen vijfde snede werd geoogst en ook voor de daaropvolgende drie jaren slechts weinig gegevens van deze snede bekend waren, werd de vijfde snede niet in de bewerking opgenomen. Van de tweede, derde en vierde snede zijn daarentegen voor alle vier proefjaren de opbrengstresultaten grafisch bewerkt.

Werd in 1947 bij de eerste snede een te geringe fosfaatwerking geconstateerd, ook bij de tweede snede trad dit verschijnsel op. De bij laag P-citr voorkomende opbrengstdervingen werden namelijk door de in het voorjaar toegediende fosfaatbemesting niet geheel opgeheven. Bij de derde en vierde snede van 1947 was dit wel het geval.

In 1948 was de invloed van de in het voorjaar toegediende fosfaatbemesting bij de nagroeisneden zeer gering. De bij laag P-citr voorkomende opbrengstdervingen werden niet door het fosfaat opgeheven.

Bij de nagroeisneden van 1949 en 1950 was een opbrengstvergelijking tussen de zonder en met fosfaat bemeste veldjes bij laag P-citr niet mogelijk. Zoals reeds bij de eerste sneden werd geconstateerd, was het op de fosfaatobjecten voorkomende P-citr hiervoor te hoog.

Reeds is medegedeeld dat bij het vaststellen van het verband tussen opbrengst en P-citr werd gecorrigeerd op een aantal andere, eveneens de opbrengst beïnvloedende factoren. Van deze factoren bleek de pH bij alle sneden van invloed te zijn. In alle vier proefjaren was de opbrengst het grootst bij pH 5,6 à 5,9. Bij hogere en lagere pH werd een geringere opbrengst verkregen (zie fig. 40). Zo was bij de eerste snede de bij pH 5,2 verkregen opbrengst voor de jaren 1948, 1949 en 1950 gemiddeld bijna 5 kg droge stof per are lager dan die verkregen bij pH 5,8. Bij pH 6,2 bleek, vergeleken met de optimale pH, gemiddeld 2 kg droge stof per are minder geoogst te worden.

Volgens figuur 40 zouden de bekalkte objecten zich in 1947 afwijkend hebben gedragen; ten opzichte van de onbekalkte objecten treedt namelijk een verschuiving naar rechts op. Waarschijnlijk echter is de pH voor de bekalkte objecten te hoog gewaardeerd geweest. Verondersteld werd immers, dat na de in het voorjaar toegediende bekalking een pH-stijging zou optreden. Deze stijging heeft zich klaarblijkelijk bij de groei van de eerste snede nog niet voorgedaan of, wat ook mogelijk is, is nog niet effectief geweest voor het gewas. Ook bij de tweede en derde snede trad genoemd verschijnsel op. Bij de vierde snede bleken beide curven elkaar bijna te overlappen; de verwachte reactie is hier dus nagenoeg een feit geworden.

Ook voor de grondwaterstand was in de meeste gevallen een invloed hiervan op de opbrengst vast te stellen. Bij de eerste snede werd een grondwaterstand van 50 à 60 cm-mv. als het gunstigst aangemerkt. Een uitzondering hierop vormde het droge jaar 1947; de optimale grondwaterstand bleek toen 30 à 40 cm-mv. te zijn. Ook bij de volgende sneden was vaak een optimale grondwaterstand aan te wijzen. Bij een freatisch niveau op 50 à 60 cm-mv. waren de resultaten veelal het gun-

---

1) Bij vergelijking van de proefveldopbrengsten met de praktijkproduktie werd geconstateerd, dat de bij de eerste snede van 1949 en 1950 voorkomende opbrengstdervingen door een fosfaatbemesting waren op te heffen.

stigst. Al naar de weersomstandigheden trad hierbij een variatie naar boven of beneden op.

Behalve genoemde factoren. bleken in een aantal gevallen ook het tijdstip van maaien en/of het aantal groeidagen van invloed te zijn op de grootte van de opbrengst. Naarmate de groeiperiode langer was, werd een grotere produktie verkregen. Gemiddeld nam de droge-stof-opbrengst bij de eerste snede met 9 kg/are toe, indien 10 dagen later werd gemaaid. Bij de nagroei varieerde deze toename van 3 tot 8 kg/are.

Bij het bepalen van de door de fosfaatbemesting verkregen opbrengstreactie werd uitgegaan van een fosfaatbemesting naar 100 kg/ha P_2O. In gevallen dat een grotere hoeveelheid was toegediend, werden de hierbij verkregen opbrengsten gecorrigeerd. Globaal genomen bleken de snede-opbrengsten bij 200 kg/ha P_2O_5 4 kg droge stof per are groter te zijn dan bij 100 kg/ha P_2O_5.

De uitkomsten van de aan de fosfaatbemesting toe te schrijven opbrengstresultaten zullen in het thans volgende niet meer per snede maar per jaar beschreven worden. De bedoeling van dit onderdeel van het verslag is namelijk aan te geven, hoe groot de opbrengstvermeerdering in een jaar totaal kan zijn indien in het voorjaar met fosfaat wordt bemest. Zoals in het voorgaande reeds uitvoerig werd beschreven, moet hierbij uitgegaan worden van het bij de verschillende sneden op ieder der vier te vergelijken objecten geconstateerde verband tussen opbrengst en P-citr. De invloed van een onvoldoende fosfaattoestand van de grond op de produktie wordt namelijk slechts in enkele gevallen (o.a. de eerste snede 1948) opgeheven door de in het voorjaar toegediende fosfaatbemesting. Bij gebruik van de op de verschillende proefvelden tussen de wel en niet met fosfaat bemeste objecten geconstateerde opbrengstverschillen zal dan ook een onjuiste conclusie betreffende het fosfaateffect worden getrokken.

Voor het bepalen van de jaarlijks met fosfaat te verkrijgen opbrengstvermeerdering werd als volgt te werk gegaan. Voor ieder object afzonderlijk werden de bij een bepaald P-citr in één jaar verkregen snede-opbrengsten samengevoegd. De aldus bepaalde jaaropbrengsten zijn daarna in een grafiek uitgezet tegen de bijbehorende fosfaattoestand van de grond. Aan de hand van de aldus, voor elk der vier objecten verkregen jaar-curven kon vervolgens voor ieder P-citr vastgesteld worden, hoe groot in een bepaald jaar de met fosfaat te verkrijgen opbrengstvermeerdering was. Dit zowel voor bekalkt als onbekalkt.

De stijging van de jaarproduktie in kg droge stof per are, op de boven beschreven methode bepaald, wordt weergegeven in tabel XXXVI.

Tabel XXXVI. De door een jaarlijkse superfosfaatbemesting veroorzaakte stijging van de jaarproduktie (eerste 4 sneden) in kg droge stof per are, bij verschillende P-citr-cijfers van de zodelaag (na correctie op 100 kg/ha P_2O_5 per jaar).

P-citr bij 0 P	Een algem. NK-bemesting				Een algem. NKCa-bemesting			
	1947	1948	1949	1950	1947	1948	1949	1950
20	14,5	14,0			14,5			
25	10,0	9,0			10,5	11,5		
30	6,5	5,0			7,0	5,5		
35	3,5	1,5	1,5		4,0	3,5		
40	2,0	0	0,5		2,5	1,5	1,0	
45	1,5	0	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0	
50	1,5	0	0,5		1,5	1,0	0,5	
75	1,0	0	0,5		1,5	1,0	0,5	
100	1,0	0	0,5		1,0	1,0	0,5	

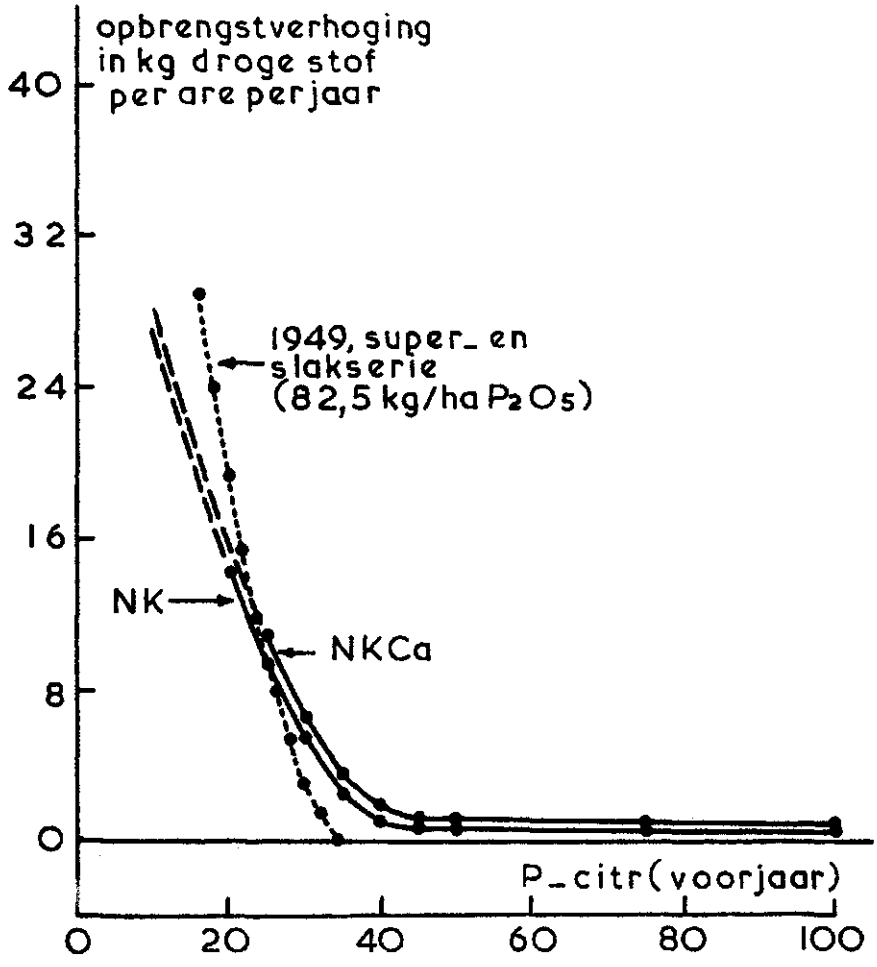


Fig. 41 De jaarlijks met superfosfaat (op de grote proefvelden van 1947 en 1948 jaarlijks 100 kg/ /ha P_2O_5; bij de super_ en slakserie van 1949 82,5 kg/ha P_2O_5) verkregen stijging van de opbrengst in afhankelijkheid van de vóór de bemesting aanwezige fosfaattoestand van de grond.
(NK_ algemene bemestingsgift: stikstof en kali
NKCa_ „ „ : „ , kali en kalk)

Zoals uit de tabel blijkt, was het fosfaateffect bij laag P-citr alleen in 1947 en 1948 te bepalen. In 1949 en 1950 is het P-citr op de met fosfaat bemeste objecten zo sterk gestegen, dat de op beide te vergelijken objecten voorkomende P-citr-trajecten elkaar bij laag P-citr niet meer overlappen. Een opbrengstvergelijking bij laag P-citr is dientengevolge niet meer mogelijk. In 1950 lopen beide P-citr-trajecten zelfs zover uiteen, dat ook bij hoog P-citr geen vergelijking meer mogelijk is.

Tussen de jaren 1947 en 1948 bestaat praktisch geen verschil in opbrengstreactie. Ook tussen bekalkt en onbekalkt blijkt slechts een gering verschil voor te komen. De bij een algemene NKCa-bemesting verkregen effecten zijn slechts iets groter dan die bij een algemene NK-gift. Dit geringe verschil moet toegeschreven worden aan het feit, dat bij de bekalkte objecten rekening werd gehouden met de door bekalking veroorzaakte stijging van het P-citr. Was dit niet gebeurd, dan zouden de bij bekalking verkregen fosfaateffecten belangrijk kleiner zijn dan thans het geval is. Gemiddeld over alle bij de bewerking gebruikte snede-opbrengsten bleek het P-citr in 1948 door de bekalking 9 eenheden te zijn gestegen. In 1949 en 1950 bedroeg deze stijging ongeveer 15 eenheden. Voor 1947, in welk jaar van de bekalkte velden geen analysecijfers bekend waren, werd aan de hand van de hoeveelheid toegediende kalk en met behulp van de reeds eerder beschreven effecten hiervan op het P-citr een stijging van bijna 4 eenheden berekend.

De gemiddelde in de jaren 1947 en 1948, op de "grote" proefvelden verkregen resultaten zijn in figuur 41 grafisch afgebeeld (getrokken lijnen). Zowel bij een algemene NK-gift, als bij een algemene NKCa-bemesting is de bij laag P-citr met fosfaat verkregen opbrengststijging aanzienlijk. Uit de figuur valt verder af te leiden, dat bij P-citr groter dan 40 geen belangrijke opbrengststijging van een fosfaatbemesting te verwachten is.

Een overeenkomstig resultaat werd gevonden bij de nog te behandelen "super- en slak-serie". Het hierbij geconstateerde verband tussen de door superfosfaat veroorzaakte opbrengststijging en het P-citr wordt in genoemde figuur door een stippellijn weergegeven. Deze lijn blijkt iets steiler te verlopen dan bij de grote proefvelden het geval is.

Het gedeelte van de voor de grote proefvelden getrokken curve, dat zich bevindt in het P-citr-traject 10 tot 20 werd geëxtrapoleerd en is als gebroken lijn ingetekend. Dit deel is nodig om een indruk te geven van de vermeerdering van de opbrengst bij zeer lage fosfaattoestand van de grond. Daar zeer fosfaatarme percelen nog veelvuldig voorkomen is bekendheid met de opbrengststijging in dit traject van belang. Zowel de tabel als de figuur demonstreren duidelijk de grote betekenis, die een goede fosfaatvoorziening heeft voor de opbrengst van het grasland.

Omdat bij de grote proefvelden de belangrijke werking van het fosfaat opviel, zijn, ter aanvulling, in 1949 de superfosfaat-slakkenmeel-proefvelden aangelegd. Van elk proefveld, bestaande uit drie veldjes, ontvingen twee veldjes resp. superfosfaat en slakkenmeel; het derde veldje kreeg geen fosfaatbemesting. Niet alle gegevens van de "super- en slak-serie" zullen de revue passeren. Van de opbrengstgegevens werden alleen de cijfers benut, welke afkomstig waren van velden, welke jaar-opbrengsten verschaften. Ofschoon reeds met drie keer maaien de gehele oogst van een jaar gewonnen was, kon dit aantal sneden toch niet bij alle van deze merendeels fosfaatarme proefvelden worden bereikt.

De op de verschillende proefvelden verkregen jaarlijkse opbrengstvermeerderingen zijn voor beide fosfaatmeststoffen uitgezet tegen

het P-citr van de zodelaag en vervolgens grafisch gemiddeld. Het alzo gevonden verband tussen P-citr en opbrengststijging wordt weergegeven in tabel XXXVII.

Tabel XXXVII. De door superfosfaat, resp. slakkenmeel verkregen verhoging van de jaarproduktie in kg droge stof per are, bij verschillende P-toestanden (1948).

	P-citr van het nul-veldje (laag 0-5 cm)									
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
superfosfaat	29,0	24,0	19,5	15,5	11,5	8,0	5,5	3,0	1,5	0
slakkenmeel	24,0	19,5	15,0	11,5	8,5	5,5	3,0	1,5	0,5	-0,5

Opm.: De gemiddelde P_2O_5-bemesting was 82,5 kg per ha.

De oogstvermeerdering door fosfaat is bij superfosfaat groter dan bij thomasslakkenmeel. De jaarlijkse droge-stofopbrengst is bij eerstgenoemde meststof 3 à 4 kg/are groter.

Het bij superfosfaat geconstateerde verband tussen opbrengststijging en P-citr wordt in figuur 41 door een stippellijn weergegeven. Een vergelijking met het gemiddelde in 1947 en 1948 op de grote proefvelden aangetroffen verband is hierdoor mogelijk. De curve van 1949 heeft een steiler verloop dan die van de grote proefvelden. Bij P-citr < 25 zijn de op de super- en slak-velden verkregen opbrengstreacties groter, bij P-citr > 25 kleiner. Het steilere verloop in 1949 is mogelijk een gevolg van tussen de proefvelden voorkomende verschillen in grondwaterstand, pH enz. Op deze eveneens de opbrengst beïnvloedende factoren werd nl. niet gecorrigeerd.

Bij P-citr groter dan 35 treedt geen opbrengstverhoging meer op. Deze grens ligt iets lager dan bij de grote proefvelden gevonden wordt. Mogelijk hangt dit samen met de iets geringere hoeveelheid fosfaat, welke op de super- en slak-velden werd toegediend. De hier gegeven hoeveelheid bedroeg namelijk 82,5 kg/ha P_2O_5, terwijl op de grote proefvelden met 100 kg/ha P_2O_5 wordt gerekend. Veiligheidshalve kan de grens, waar beneden het P-citr zich niet mag bevinden, op 40 à 50 gesteld worden.

In het hoofdstuk over de in 1947 en 1948 in het randgebied voorkomende produktie- en groeiomstandigheden is gebleken, dat de fosfaatrijkdom van de zodelaag een gunstige invloed uitoefent op de hoedanigheidsgraad van de grasmat. Als meststof blijkt fosfaat eveneens de samenstelling van de grasmat in gunstige zin te beïnvloeden. Tabel XXXVIII geeft dit weer voor een aantal "grote" proefvelden.

Tabel XXXVIII. Wijziging van de botanische samenstelling van de zode door een fosfaatbemesting.

		NK-object			NKC-object		
		1948	1949	1950	1948	1949	1950
hoedanigheidsgraad		+0,5	+0,3	+0,5	+0,3	-	+0,4
Engels raaigras	(Lp)	+3	+2	+1	+3	-	+6
Veldbeemdgras	(Pp)	+3	+1	+5	+2	-	+2
Ruwbeemdgras	(Pt)	+2	+1	+5	+4	-	-6
Fioringras	(As)	-2	0	+4	-1	-	+2
Kweekgras	(Trit)	+5	+4	0	-7	-	+4
Reukgras	(Ao)	-1	-5	0	-1	-	-1
Witbol	(Hl)	0	+3	-8	+1	-	-2
Roodzwenkgras	(Fr)	-1	-1	+1	+2	-	+5
onkruiden		-10	-8	-9	-7	-	-8
aantal proefvelden		6-9	5	2-4	6-9		2-4

Opm.: De stijging(+), resp. daling(-) is berekend door het gemiddeld gevonden bedrag op de met fosfaat bemeste velden te verminderen met dat van de niet met fosfaat bemeste objecten.

De hoedanigheidsgraad ondergaat klaarblijkelijk heel spoedig de invloed van het fosforzuur. In 1948 reeds was deze op de met fosfaat bemeste objecten hoger dan op de veldjes, welke geen fosfaat kregen. De verbetering heeft zich echter niet voortgezet. Dit is typisch verschillend met de reactie van het grasbestand op de kalkmeststoffen. Daar was in 1948 nog geen wijziging te bespeuren, in 1949 wel en in 1950 het duidelijkst.

Engels raaigras reageert gunstig op de fosfaatbemesting, evenzo veldbeemdgras en in mindere mate ruwbeemdgras. Verder blijkt het onkruidpercentage sterk te dalen, evenals de percentages witbol en reukgras. Vergeleken met de bekalking is de verandering in de samenstelling van de grasmat van een ander karakter. De kalk immers deed het ruwbeemdgras zeer sterk naar voren komen, terwijl ook het kweekgras in aanzienlijke mate toenam. Witbol daarentegen nam sterk af. In tegenstelling hiermede brengt een fosfaatgift over het algemeen alle goede grassen naar voren, doet de slechte grassen in percentages iets afnemen, terwijl het onkruid flink onderdrukt wordt.

Een analysering van de samenstelling van de zode op een drietal super- en slak-proefveldjes bleek met de boven beschreven resultaten overeen te stemmen (tabel XXXIX). Wanneer in aanmerking genomen wordt, dat de bemonstering tijdens de groei van de eerste snede in 1949 plaats vond, dus kort na de bemesting, is de uitkomst zeer goed te noemen. De hoedanigheidsgraad is iets gestegen. Het ruwbeemdgras-aandeel nam toe. Het kweekgras-percentage lag op de fosfaatveldjes hoger en de onkruiden zijn teruggelopen. De kwaliteit van het geoogste produkt stijgt derhalve door de fosfaatbemesting.

Tabel XXXIX. De invloed van fosfaat op de botanische samenstelling (eerste snede, 1949) van de grasmat bij 3 super- en slak-veldjes.

		Onbehandeld	Super-fosfaat	Thomas-slakkenmeel
hoedanigheidsgraad		4,5	4,7	4,8
Ruwbeemdgras	(Pt)	2	5	5
vlinderbloemigen		++	0	0
Kweekgras	(Trit)	38	47	43
Zachte Dravik	(Bm)	2	3	1
Witbol	(Hl)	29	19	27
Reukgras	(Ao)	7	5	3
Roodzwenkgras	(Fr)	8	8	7
onkruiden		14	12	9

Opm.: In de tabel zijn geen verschillen opgenomen, maar de gemiddelden van 3 objectveldjes.

Voor de "grote"proefvelden is de kwaliteit van het produkt, weergegeven door het chemisch gewasonderzoek, nagegaan aan de hand van cijfers die de eerste snede van 1948 daarover verschaft (tabel XL). De analysecijfers van de met compost bemeste veldjes zijn daarbij niet gebruikt. Hun aantal is trouwens niet groot, zodat dit geen nadeel oplevert.

Volgens de in tabel XL verzamelde cijfers is het ruw-eiwitgehalte door de fosfaatbemesting slechts weinig veranderd. Het fosfaatgehalte is toegenomen; gemiddeld over alle proefvelden met bijna 0,15%. Het kalkgehalte is praktisch gelijk gebleven.

Tabel XL. De door een superfosfaatbemesting veroorzaakte stijging (+), resp. daling (-) van de gehalten in de droge stof van gras bij een aantal "grote proefvelden" (eerste snede, 1948).

Algemene bemesting	Kalkmergelproefvelden			Schuimaarde-, strokar-kartonslib- en cacao-afvalkalkproefvelden		
	R.E.%	P_2O_5	CaO %	R.E.%	P_2O_5	CaO %
NK	-0,4	+0,14	+0,04	+0,[illegible]	+0,18	-0,05
NKCa	-0,9	+0,15	-0,01	-0,9	+0,11	-0,02

Opm.: Bij de berekening werden de analysecijfers van 16 kalkmergelproefvelden en 10 proefvelden van de schuimaardegroep gebruikt.

Zoals reeds eerder werd medegedeeld (zie pag. 11) heeft ook de grondwaterstand invloed op het P_2O_5- en CaO-gehalte in het gewas. Zo werd bij een grafische bewerking [1] van het bij de eerste snede van 1948 verkregen materiaal gevonden, dat bij grondwaterstanden van 40 à 50 cm-mv. de hoogste P_2O_5- en CaO-gehalten voorkwamen. Tevens bleek bij deze bewerking dat het P_2O_5-gehalte door de superfosfaatbemesting - in 1948 werd gemiddeld 140 kg/ha P_2O_5 toegediend - met bijna 0,15% steeg. Het CaO-gehalte onderging van deze fosfaatbemesting praktisch geen invloed; alleen bij hoge grondwaterstanden werd een geringe daling geconstateerd.

Was de grondwaterstand op zichzelf van weinig invloed op de door de fosfaatbemesting veroorzaakte stijging van het P_2O_5-gehalte, meer het geval was dit met de fosfaattoestand van de grond. Bij laag P-citr bleek het P_2O_5-gehalte door de fosfaatbemesting namelijk meer te stijgen dan bij hoog P-citr. Zo was bij P-citr 20 het P_2O_5-gehalte op de met fosfaat bemeste objecten ruim 0,25% hoger dan op de nul-fosfaatobjecten. Bij P-citr 25, 30 en 35 was de toename resp. 0,20%; 0,15% en 0,12%. Vanaf P-citr 40 werd de stijging constant en bedroeg ongeveer 0,10%.

Behalve het P_2O_5-gehalte reageerde ook het CaO-gehalte op de fosfaattoestand van de grond. Bij een P-citr kleiner dan 40 deed een fosfaatbemesting het CaO-gehalte namelijk dalen. De daling is echter zeer gering en bedraagt bij P-citr 20 ongeveer 0,02-0,04%.

Ook de "super- en slak-serie" geeft over deze aangelegenheid enig inzicht en wel door de analysecijfers die in 1949 en 1950 verzameld werden (tabel XLI).

Tabel XLI. De invloed van een fosfaatbemesting op de gehalten in de droge stof van gras bij de "super- en slakserie" in 1949 en 1950.

Jaar, snede	Geen P_2O_5-bem.	Super-fosfaat	Thomas-slakkenm.	aantal proefv.
1949, 1e snede a P_2O_5 %	0,50	0,60	0,52	3
CaO %	0,52	0,53	0,55	
1949, 1e snede b P_2O_5 %	0,54	0,69	0,59	4
CaO %	0,71	0,79	0,72	
1950, 2e snede P_2O_5 %	0,51	0,73	0,68	9

Opm.: Jaarlijks werd ruim 80 kg/ha P_2O_5 toegediend.

[1] De behandeling van dit onderwerp zal uitvoeriger geschieden in het volgende rapport, deel IVC.

Evenals bij de grote proefvelden is ook hier het P_2O_5-gehalte door de fosfaatbemesting gestegen. De stijging met superfosfaat is groter dan die met slakkenmeel.

In 1949 waren de kalkgehalten bij de in tabel XLI genoemde eerste drie super- en slak-proefvelden laag. Werd echter een vierde proefveld meegemiddeld, dan werd een aanzienlijk hoger gehalte gevonden; dit als gevolg van het feit dat het vierde perceel een zeer kalkrijk gewas bezat door de aanwezigheid van een hoog percentage vlinderbloemigen. Het blijkt dat de fosfaatbemesting het kalkgehalte van het gewas iets verhoogd, dit in tegenspraak met de resultaten, die de grote proefvelden te zien gaven. Het aantal proefvelden dat bij laatstgenoemde serie gemiddeld is, overtreft evenwel verre dat van de super- en slak-serie, zodat geen al te groot gewicht aan de tegenstrijdigheid gehecht moet worden. Het belangrijkste is, dat het fosfaat, als bemesting gegeven, door de plant wordt opgenomen en daarmede een betere kwaliteit van het produkt tot stand brengt.

Overzien we de resultaten van de bemesting met fosforzuur, dan kan gerust gezegd worden, dat de opbrengst op de fosfaatarme percelen sterk stijgt door een fosfaatbemesting. De grootte van de toename hangt af van de fosfaatrijkdom van de grond. Boven een P-citr 40-50 (van de laag 0-5 cm) behoeft het perceel slechts een onderhoudsbemesting. Genoemd P-citr-niveau dient echter voor alle percelen minstens nagestreefd te worden. Bij vergelijking van bekalkt met onbekalkt kwam naar voren dat het gewas blijkbaar reageert op de door kalk gewijzigde P-citr-toestand.

Per 10 kg zuiver fosforzuur per ha rekene men op een stijging van één eenheid van het P-citr. Het P-getal stijgt bij deze hoeveelheid met ruim 0,1 eenheid. De in schuimaarde, strokartonslib en cacaoafvalkalk voorkomende fosfaat is waarschijnlijk minder werkzaam dan die in superfosfaat. Per 10 kg in deze meststoffen voorkomende P_2O_5 werd voor het P-citr een stijging van 0,5 eenheid berekend. Het P-getal steeg bij deze hoeveelheid ongeveer 0,1 eenheid.

Niet alleen stijgt door de fosfaatbemesting de droge-stofopbrengst, ook met de kwaliteit van het oogstprodukt is dit het geval. Vooral in botanisch opzicht treden belangrijke wijzigingen op. Chemisch gezien stijgt het P_2O_5-gehalte van het gewas. Het CaO-gehalte wordt door de fosfaatbemesting soms iets verlaagd.

C. KOPER

Bij de aanleg van de graslandbemestingsproefvelden werden op een aantal hiervan ook objecten met een koperbemesting aangebracht. Gezien de toenmalige kennis over de koperhuishouding van grond en gewas werd namelijk verondersteld, dat op de in het randgebied voorkomende klei-op-veengraslanden kopergebrek niet tot de onmogelijkheden zou behoren. Vooral de laatste jaren is het inzicht in de met de koperhuishouding samenhangende problemen echter aanzienlijk toegenomen. Talrijke onderzoekingen hebben het hunne hiertoe bijgedragen. Alvorens de op de bemestingsproefvelden met koper verkregen resultaten te bespreken, zal daarom eerst een kort resumé gegeven worden van de tot heden opgedane ervaringen op dit gebied. Een beter begrip van de op de proefvelden gevonden resultaten wordt hierdoor mogelijk.

Hoewel koper noodzakelijk is voor de plantengroei, is slechts in enkele gevallen bij bemesting met koper een opbrengstverhoging geconstateerd. Bij ernstig kopergebrek verdwijnen de goede grassen uit het grasbestand.

Van zeer grote betekenis is de invloed op de gezondheistoestand van het vee. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen absoluut kopergebrek en geïnduceerd kopergebrek. Het eerste wordt door een te geringe opneming van koper veroorzaakt. Het optreden hiervan is afhankelijk van het kopergehalte van het gras. Daarentegen treedt geïnduceerd kopergebrek zowel bij een voldoende als een te laag kopergehalte van het gras op. Door een of andere oorzaak wordt het in het gras aanwezige koper dan onvoldoende door het dier benut. Een hoog kopergehalte van het gras is dus nog geen garantie, dat het rundvee vrij zal blijven van kopergebrek.

Uit onderzoekingen [1] is gebleken, dat het kopergehalte van het gras door middel van grondonderzoek is te voorspellen. Het kopergehalte van de grond wordt hierbij bepaald door de grond uit te trekken met 0,4 normaal salpeterzuur. Is dit z.g. koper-salpeterzuurgetal groter dan 5 (mg/kg grond), dan is het kopergehalte van het gras bij blijvend grasland weinig veranderlijk en bedraagt ongeveer 10 à 13 mg per kg droge stof. Bij een Cu-salpeterzuurgetal boven 5 heeft een koperbemesting dan ook weinig zin.

Algemeen wordt aangenomen, dat geen gevaar voor absoluut kopergebrek bestaat als het kopergehalte van het gras 6 à 7 mg/kg droge stof bedraagt. Dit gehalte wordt bereikt bij een koper-salpeterzuurgetal van de grond van ± 4. Een lager niveau is ongewenst, omdat in dat geval de kans op een te laag kopergehalte van het gras sterk toeneemt. Het huidige bemestingsadvies voor blijvend grasland beveelt dan ook een bemesting met 25 kg kopersulfaat aan, indien het kopergehalte van de grond kleiner dan 2 mg/kg is. Ligt het gehalte tussen 2 en 5 mg/kg, dan wordt een bemesting met 15 kg kopersulfaat geadviseerd. Bij een kopergehalte van de grond hoger dan 5 mg/kg kan een koperbemesting achterwege blijven.

De verticale verplaatsing van het koper in de grond blijkt gering te zijn [2]. Vooral bij blijvend grasland levert dit moeilijkheden op. De na de bemesting optredende, ongelijke verdeling van het koper door de bouwvoor kan namelijk tot gevolg hebben dat in droge perioden, wanneer de bovenste lagen uitgedroogd zijn, weinig koper ter beschikking staat aan de dieper zittende, nog actieve wortels. Op kleigrond bleek het koper in de eerste twee jaar na de bemesting nauwelijks dieper dan 2½ cm in de grond te zijn doorgedrongen.

De pH en het humusgehalte hebben een geringe invloed op het kopergehalte van het gras. Bij zeer lage pH (pH-KCl < 4,0) en bij zeer hoge pH (pH-KCl > 6,0) is het kopergehalte van het gras bij gelijk kopergehalte van de grond lager. De humus heeft alleen invloed bij humusgehalten kleiner dan 4%.

De waterhuishouding van de grond kan eveneens van belang zijn voor het optreden van kopergebreksverschijnselen bij het rundvee. Zo deelt Hartmans [3] mede, dat op gronden waar waterstagnatie optreedt veelvuldiger klinische verschijnselen worden waargenomen dan op gronden die goed doorlucht zijn. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door klimatologische invloeden (koude, natte grond). Ook kan een andere samenstelling van het weidebestand (botanische of chemische samenstelling) hiervoor verantwoordelijk zijn.

---

1) Henkens, Ch.H. - Sporenelementen op grasland - Kali, 51(1962), 42-48.

2) Henkens, Ch.H. - Verticale verplaatsing van koper in de grond - Landbouwk. Tijdschr. 74 (1962), 16-23.

3) Hartmans, J. - Kopergebrek en klinische verschijnselen bij het rund, mede in verband met de ontwikkeling van het dier en met de waterhuishouding van de bovengrond - Jaarb. I.B.S. (1962), 157-166.

Het koperonderzoek vond plaats op zeven van de in voorjaar 1947 aangelegde grote graslandbemestingsproefvelden. De met koper bemeste veldjes lagen op die gedeelten van de proefvelden, waar een algemen NPK- en NPKCa-bemesting werd toegediend. Naast elk veldje met een koperbemesting was een gelijksoortige partner zonder kopergift aanwezig (zie bijlage, schema B). Op 6 proefvelden werd de koperbemesting in de laatste decade van juni 1947 toegediend naar een hoeveelheid van 100 kg $CuSO_4.5aq$ per ha. Het zevende proefveld ontving 90 kg $CuSO_4.5aq$ per ha op 29 juli 1947. De bemestingen werden in 1948, het tweede en laatste jaar van dit soort proeven, niet herhaald. Het jaar 1947 levert dus de directe invloed van de koperbemesting en 1948 de nawerking.

Volgens het grondonderzoek, in 1947 op 5 proefvelden verricht, was de teelaarde niet arm aan koper. Het kopergehalte van de grond, dat bepaald werd volgens de Aspergillus niger-methode, varieerde bij deze proefvelden namelijk van 4 tot 6 mg Cu per kg droge grond. Vergeleken met de huidige salpeterzuurmethode komt dit neer op een Cu-HNO_3-getal van 6 tot 11. Daar reeds bij een Cu-HNO_3-getal groter dan 5 de kopertoestand van de grond als goed gekenmerkt wordt, is op de hier onderzochte proefvelden van een tekort geen sprake. Van de toegediende koperbemesting zullen dan ook weinig resultaten te verwachte zijn. Volgens de eerder vermelde onderzoekingsresultaten is het grondonderzoek evenwel niet geheel maatgevend, tenminste uit een oogpunt van veevoeding.

De kopergehalten van de grond lopen voor de onderzochte proefvelden weinig uiteen. Ze geven bovendien een goede toestand weer. Het is dan ook niet mogelijk aan te geven in welke mate er verband bestaat tussen de kopergehalten van de grond en het kopergehalte van het gewas resp. een ev. opbrengststijging door de koperbemesting.

Om vast te stellen of de koperbemesting een gunstige invloed uitoefent op de opbrengst, werden de met en zonder koper verkregen droge-stofopbrengsten in een grafiek tegen elkaar uitgezet. Hierbij kon voor 1947 (derde snede) niet van alle op de verschillende proefvelden verkregen opbrengstresultaten gebruik gemaakt worden. Een aantal van de met koper bemeste veldjes werd namelijk te hoog afgemaaid om grondbesmetting te voorkomen. Slechts voor 3 proefvelden (6 snede-opbrengsten) was dat jaar vergelijking mogelijk. In 1948 kon voor 13 snede-opbrengsten, afkomstig van 5 proefvelden, het verband worden nagegaan. Uit de stippenfiguur bleek, dat de punten voor beide jaren gerangschikt lagen rond de 45°-lijn. Een opbrengststijging als gevolg van de koperbemesting treedt dus niet op. Dit is ook in overeenstemming met de reeds genoemde, in later jaren verkregen onderzoekingsresultaten.

In beide proefjaren werd een onderzoek ingesteld naar de chemische samenstelling van het gewas. In 1947, het jaar dat de bemesting werd toegediend, bevatte het gewas op de met koper bemeste veldjes een buitensporig hoog gehalte aan koper. Het kleven van het koper aan het blad - de koperbemesting werd eind juni, gemiddeld 40 dagen voor de bemonstering toegediend - moet hiervoor aansprakelijk gesteld worden (zie tabel XLII).

Tabel XLII. Het kopergehalte van het gras, in mg Cu per kg droge stof, bij een bemesting met 100 kg/ha $CuSO_4.5aq$ in 1947.

Bemesting	1947 derde snede	1948 eerste snede	
NPK	16,3(3)	9,9(4)	9,9(3)
NPK + koper	37,3(3)	12,7(4)	11,3(3)

Opm.: (3) geeft het aantal veldjes aan.

Bij de eerste snede van 1948 bleek, dat de kopergift van 1947 het kopergehalte van het gewas slechts weinig heeft verhoogd. Slechts op 1 proefveld werd een belangrijk hoger gehalte gevonden. Met dit proefveld niet rekening houdend, blijkt het kopergehalte gemiddeld met 1,4 mg te zijn gestegen (zie tabel XLII). Deze geringe stijging van het kopergehalte is niet verwonderlijk. Het kopergehalte van de grond is voldoende hoog om weinig effect van een koperbemesting te verwachten. Bovendien zal het koper, als gevolg van de geringe verticale verplaatsing, nog niet diep in de grond zijn doorgedrongen.

De gewasbemonstering is te onvolledig geweest om een vergelijking tussen de met en zonder kalk bemeste objecten mogelijk te maken. Slechts in één geval werd van beide objecten het gewas op koper onderzocht. Daar dit onderzoek in 1947 plaatsvond, komen voor deze vergelijking bovendien alleen de niet met koper bemeste veldjes in aanmerking. Zonder kalk was het kopergehalte van het gras 17,2 mg, met kalk 14,6 mg/kg droge stof.

Wegens de zeer onregelmatige bemonstering is een nadere beschouwing van de verschillende sneden niet mogelijk. Wel bleek uit de gehalten, dat in 1947 op de onbemeste veldjes ruim voldaan werd aan de voor het kopergehalte gestelde minimum-eis van 7 mg/kg droge stof. De gehalten varieerden bij deze derde snede namelijk van 12,1 tot 19,6 mg/kg droge stof. De grote variatie is mogelijk toe te schrijven aan een verschil in ouderdom van het gras. De indruk werd namelijk verkregen, dat bij een langere groeiperiode een lager kopergehalte voorkwam (zie tabel XLIII).

Tabel XLIII. Het op de NPK-objecten gevonden kopergehalte van het gras, in mg Cu per kg droge stof, met bijbehorende grondwaterstand en aantal groeidagen.

	3e snede 1947			1e snede 1948			
Cu-gehalte (onbemest)	17,2	19,6	12,1	10,1	9,7	9,1	10,6
aantal groeidagen	39	46	51	75	80	83	83
grondwaterstand cm-mv.	40	90	65	40	65	50	70

In 1948 is het bij de eerste snede, op de onbemeste veldjes gevonden kopergehalte van het gras gemiddeld 9,9 mg. Dit is lager dan bij de derde snede van 1947. Ook dit zou kunnen worden toegeschreven aan een verschil in ouderdom van het gras. De groeiperiode van de eerste snede 1948 was namelijk ongeveer 35 dagen langer. Klimatologische verschillen kunnen hiervoor evenwel ook verantwoordelijk zijn. Het jaar 1947 was namelijk zeer droog.

Concluderend schijnt het gras in het randgebied geen behoefte te hebben aan een koperbemesting. Uit een oogpunt van veevoeding is echter een gewasnalyse, vooral in natte jaren, aan te bevelen. Wordt kopergebrek geconstateerd, dan kan in de weideperiode aan niet melkgevende koeien koper worden verstrekt door 2½ kg kopersulfaat per ha over het gras te strooien ("topdressing"). Het is evenwel niet raadzaam dit te doen bij melkgevende koeien. Via uier en tepels zou namelijk koper in de melk terechtkomen, wat in verband met de boterbereiding minder gewenst is. Het dagelijks verstrekken van koperkoekjes is dan aan te raden.

D. STIKSTOF

De kunstmeststikstof zou men de "versnellingshandle" van het graslandbedrijf kunnen noemen. De hoogte van de jaarlijkse gift is dan de versnelling, waarin het bedrijf loopt. Wanneer men de vergelijking tussen een automobiel en het grasland even vasthoudt, valt nog een parallel te trekken. Een slecht geconstrueerd voertuig kan namelijk een geringere snelheid verdragen dan een solide wagen. Voor graslanden geldt hetzelfde. Het volledig uitbuiten van de stikstof is slechts mogelijk indien de verdere conditie van het perceel volkomen in orde is en zo ook gehouden wordt. Als hier niet voldoende aandacht aan wordt geschonken neemt op den duur het stikstofeffect af en kan dit tenslotte zelfs tot nihil teruglopen. De toestand van het perceel is derhalve beslissend voor de toepassing van de stikstof. In het randgebied, waar vele percelen als slecht en arm gekwalificeerd kunnen worden, is dientengevolge de volledige hantering van de stikstof pas aan te raden, wanneer zowel het bemestingsniveau als de algehele toestand van de grond tot een redelijk peil opgevoerd zijn. Met name kan dit gezegd worden voor de humusrijke percelen.

Het navolgende wil een indruk geven van het stikstofbemestingseffect in het randgebied. Het effect wordt daarbij uitgedrukt in het aantal kg droge stof, dat per ha meer verkregen wordt door extra toediening van één kg zuivere stikstof. In het vervolg zal dit stikstofeffect ook wel N-rendement genoemd worden.

Tabel XLIV. Het stikstofrendement voor de eerste snede van 1950.

	RaNOP 136				RaNOP 137			
					niet geïnf.		wel geïnf.	
	N-gift in kg/ha							
	50/3[1]	100/3[1]	50	100	50	100	50	100
rendement[2] R_a	54,6	19,[illegible]	-3,6	18,2	19,[illegible]	15,2	13,4	13,4
R_b	54,6	37,2	23,6	20,9	19,2	17,2	13,4	13,4
grondwaterstand					52 cm-mv.		28 cm-mv.	

Opm.: 1) De stikstofgift van 50 resp. 100 kg N werd verdeeld over drie opeenvolgende sneden.

2) De berekening van het rendement R_a bij een gift van N_2 kg stikstof per ha is als volgt:

$$R_a = \frac{\text{opbrengst bij } N_2 - \text{opbrengst bij } N_1}{(N_2 - N_1)}$$

Hierbij stellen N_1 en N_2 de opeenvolgende stikstofgiften in kg/ha voor.

De berekening van R_b geschiedt ten opzichte van de nul N-gift en is bij N kg stikstof:

$$R_b = \frac{\text{opbrengst bij } N - \text{opbrengst bij } N_0}{N}$$

Over het algemeen waren op de in het randgebied voorkomende proefvelden geen stikstof-trappen aanwezig. Slechts bij enkele proefvelden kwam een variatie in de stikstofbemesting, welke werd toegediend in de vorm van kalkammonsalpeter, voor. Voor deze proefvelden kan dan ook de betekenis van de N-gift voor het rendement worden nagegaan. Zoals bekend is, neemt het rendement af bij toenemende grootte van de N-gift. De uitkomsten bij de eerste snede van

1950, op een tweetal proefvelden (RaNOP 136 en 137) verkregen, zijn, zoals uit tabel XLIV blijkt, hiermee in overeenstemming. Vooral de volgens R_b berekende rendementen geven een mooi verloop te zien.

Blijkbaar vermindert een te hoge grondwaterstand tijdens de groei van de eerste snede het effect van de stikstofbemesting. Het rendement op het geïnfiltreerde gedeelte van RaNOP 137 is namelijk geringer dan op het niet geïnfiltreerde gedeelte.

Ook voor een derde proefveld, RaNOP 135, liet zich het stikstofrendement berekenen. In 1950 bleek dit voor de eerste snede 20,8 te zijn. De beide opeenvolgende stikstofgiften waren hier 0 en 40 kg per ha (zie tabel XLV).

Tenslotte bood de super- en slak-serie van 1949 eveneens de mogelijkheid tot het berekenen van een rendement voor de eerste snede. Hierbij werd gebruik gemaakt van die veldjes, welke geen fosfaatbemesting ontvingen. Het rendement (R_a) bij deze serie was gemiddeld 22,5 kg droge stof, de twee opeenvolgende stikstofhoeveelheden 40 en 60 kg N per ha.

Alle waarden hebben blijkens bovenstaande, enkele afwijkingen daargelaten, vrijwel dezelfde orde van grootte. Onder normale omstandigheden kan men derhalve in het traject van 40 tot 100 kg N per ha bij de eerste snede een rendement verwachten van 18-20 kg droge stof.

Tabel XLV. Het stikstofrendement voor de verschillende sneden van RaNOP 135 en 136 in 1950.

Rendement 1)	RaNOP 136						RaNOP 135		
	Snede, maaidatum en aantal groeidagen								
	1e snede 24/5 + 60		2e snede 26/6 33		3e snede 13/7 17		1e sn 4/5 + 40	4e sn 23/8 32	5e sn 19/10 41
	N-gift in kg/ha per snede								
	50/3	100/3	50/3	100/3	50/3	100/3	40	20	10
R_a	54,6	19,8	-1,2	6,0	10,8	4,8			
R_b	54,6	37,2	-1,2	2,4	10,8	7,8	20,8	15,2	33,0
R_a/dag	0,91	0,33	-0,04	0,18	0,64	0,28			
R_b/dag	0,91	0,62	-0,04	0,07	0,64	0,46	0,50	0,48	0,81

Opm.: Voor de rendementsberekeningen zie tabel XLIV.
1) De rendementen zijn berekend zowel per snede, als per snede per dag.

Aan de hand van twee proefvelden werd getracht een indruk te verkrijgen van het N-rendement bij de verschillende in één jaar geoogste sneden. Volgens tabel XLV is het rendement van de voor de verschillende sneden toegediende stikstof het grootst bij de eerste snede. Bij de volgende sneden is het rendement geringer. Vooral bij de in de relatief droge zomermaanden geoogste sneden lijkt dit het geval te zijn. Zo heeft de tweede snede van RaNOP 136 een zeer gering stikstofeffect. Mogelijk moet dit echter gezien worden als een reactie op de eerste snede. Ook de uitgedroogde toestand, waarin zode- en teelaardelaag van dit proefveld verkeren, zal het zijne daartoe bijgedragen hebben. Vergeleken met de zomersneden lijkt in de nazomer weer een geringe stijging van het rendement op te treden. Bij RaNOP 135 stijgt het rendement bij de laatste snede zelfs tot boven dat van de eerste snede. De

gegevens van dit proefveld zijn echter voor de diverse sneden niet geheel vergelijkbaar, daar de voor de opeenvolgende sneden toegediende hoeveelheid stikstof geringer wordt. Het bij RaNOP 135 bij de laatste snede voorkomende grote rendement moet dan ook waarschijnlijk toegeschreven worden aan de geringe N-gift.

Bij beschouwing van de bij de verschillende sneden gevonden rendementen werd ook gedacht aan een invloed van het aantal groeidagen. Om een eventuele invloed hiervan te elimineren, werden bij de diverse sneden gevonden rendementen gedeeld door het aantal groeidagen. Het blijkt nu dat deze dag-rendementen minder variëren dan de "snede"-rendementen. Ofschoon ook hier bij de eerste snede een groter rendement aanwezig is, is het verschil met de nagroeisneden minder sprekend. Er volgt evenwel uit dat het aantal groeidagen van invloed is op de grootte van het N-rendement.

Tabel XLVI. De nawerking van een voorjaarsstikstof-bemesting in 1950.

		RaNOP 136 (totaal 3 sneden)		RaNOP 137 (totaal 5 sneden)			
				niet geïnf.		wel geïnf.	
		N-gift in kg/ha					
		50	100	50	100	50	100
rendement voor de 1e snede	R_a	23,6[1)]	18,2	19,2	15,2	13,4	13,4
	R_b	23,6	20,9	19,2	17,2	13,4	13,4
rendement voor totale prod.	R_a	22,8[1)]	13,8	13,6	19,0	6,6	4,6
	R_b	22,8	18,3	13,6	16,3	6,6	5,6

Opm.: 1) Dit rendement is, om beide proefvelden beter te kunnen vergelijken, berekend als R_b, d.w.z. ten opzichte van het 0-object. Zie overigens de opmerking onder tabel XLIV.

Een laatste verschijnsel dat bij deze proeven opviel, was dat de nawerking van een voorjaarsstikstof-bemesting vaak eerder iets negatief dan positief is. Bij twee proefvelden, welke hierover enig cijfermateriaal verschaften (tabel XLVI), blijkt namelijk het rendement van de totale produktie slechts in één geval hoger te zijn dan dat van de eerste snede (RaNOP 137, niet geïnfiltreerd, 100 N). In alle overige gevallen is het rendement van de totale produktie kleiner dan dat van de eerste snede. Dit verschijnsel zal bijna altijd optreden, indien de nagroeisneden geen stikstof krijgen toegediend. Het is namelijk het effect van grote produktie (bv. van de eerste snede) op snelheid van hergroei. Een in het voorjaar gegeven stikstofbemesting kan dus bij de nagroeisneden een opbrengstverlaging tot gevolg hebben en is voor de zomerproduktie van weinig of geen positieve betekenis. Ze heeft hoofdzakelijk betekenis voor de eerste snede. Elke snede heeft derhalve een stikstofgift nodig.

Het stikstofrendement in het randgebied blijkt overeen te stemmen met elders gevonden waarden. Tijdens de eerste snede ligt het rendement bij 18-20 kg droge stof, wanneer de bemesting varieert van 40 tot 100 kg zuivere stikstof per ha. Bij kleinere stikstofgiften is dit waarschijnlijk hoger. De weersgesteldheid en de zodetoestand, alsmede het aantal groeidagen, bepalen verder in grote mate het effect. In de maanden juni en juli is het rendement geringer dan in de maand mei.

De nawerking van een in het voorjaar toegediende stikstofbemesting is veelal zeer gering. Elke snede heeft een stikstofgift nodig. In het randgebied dient echter eerst de teelaardecnnditie in orde gebracht te worden, alvorens een volledige hantering van de kunstmeststikstof kan worden aanbevolen.

VI. VEENSOORT

Het onderzoek naar de betekenis van de veensoort voor de verdroging is opgezet naar aanleiding van het onderzoek van Veenenbos [1]. Deze achtte de ergste verdroging gebonden aan het zeggeveen; het profiel met mosveen in de ondergrond zou droogte-resistenter zijn. De opvallende voorbeelden, die hij hiervoor aanhaalde, zijn thans nog in het randgebied terug te vinden. De grenslijn tussen de mosveen- en zeggeveenondergrond wordt op de desbetreffende percelen door de grasmat soms fraai weergegeven. Veenenbos meent het onderscheid tussen mos- en zeggeveen te moeten toeschrijven aan het verschil in doorlatendheid van de beide veensoorten, tevens aan hun verschil in irreversibiliteit.

Naar aanleiding van bovenstaande werd een grote serie doorlatendheidsmetingen verricht op rietveen, zeggeveen en mosveen. Een duidelijk verschil tussen mos- en zeggeveen is toen niet geconstateerd. De mos-zeggeveenkwestie behoeft dus niet in de eerste plaats een geval van doorlatendheid van het veen te zijn. Er zijn nl. andere omstandigheden, die wellicht een betere verklaring kunnen geven voor de reactie van de twee onderscheiden profielen ten opzichte van de verdroging. De overgang van mosveen naar zeggeveen gaat nl. meermalen gepaard met een scherpe daling van het oppervlak van de diluviale ondergrond. Daar de grondwaterstand in grote trekken dit diluviale oppervlak volgt, zou hiermee de verdroging op het zeggeveen te verklaren zijn. Merkwaardig is in dit verband het feit, dat Veenenbos een mos-zeggeveenovergang aanhaalt, waar zeer weinig verschil in verdroging aanwezig is. Bekijkt men de bodemkaart van de diluviale ondergrond, dan mist men op die plaats de gewenste helling. De overige gevallen, door Veenenbos naar voren gebracht, zijn alle samengaand met een helling van de zandige ondergrond. Het mos-zeggeveenvraagstuk maakt derhalve de indruk in wezen z'n verklaring te vinden in het verloop van het diluviale oppervlak, dat bij de mosveenprofielen ondieper ligt dan bij de zeggeveenprofielen.

Tegen bovenstaande opvatting is in te brengen, dat vanwege het verloop van de zandige ondergrond juist een ernstige verdroging op de mosveenprofielen waargenomen zou moeten worden; de afzuiging door de zandige ondergrond gaat immers vlugger dan door veen. Mogelijk is daarom nog een andere factor in het spel, nl. het aanwezig zijn van ondoorlatende oerbanklagen in het onder het mosveen gelegen diluviale zand. Deze zouden dan bij het zeggeveen afwezig moeten zijn. Het ontbreken van de oerbank bij het zeggeveen kan worden verklaard door uit te gaan van de veronderstelling, dat de riviertjes deze laag weggevoerd hebben of wel dat daar ter plaatse zich een ander profiel ontwikkeld heeft. Op deze wijze zou dan èn de helling èn het afwezig zijn van de oerbank verklaard zijn, evenzo het aanwezig zijn van het zeggeveen. Helling en oerbanklaag worden bij deze gedachtegang de oorzakelijke factoren; het mos- en zeggeveen de begeleidende omstandigheden. Er zij opgemerkt, dat bovenstaande uiteenzetting louter hypothese is. Toetsing ter plaatse zal het bewijs moeten leveren.

De mos- en zeggeveenproefvelden zijn in 1950 aangelegd en wel op de percelen, waar Veenenbos de frappante verschillen tussen de beide veensoorten aantrof. Eén proefveld kwam te liggen in het Friesch Buitendijksveld, één in de Binnenpolder aan het Noordeinde van

---

1) Veenenbos, J.S. -.De bodemkartering van Nederland, deel V. De bodemgesteldheid van het gebied tussen Lemmer en Blokzijl in het randgebied van de Noordoostpolder. Verslagen Landbk. Onderz. 55.12 (1950).

Blankenham, terwijl er twee aangelegd werden in de Grote Veenpolder van Weststellingwerf.

De hogere ligging van het diluviale zandoppervlak onder het mosveen was op alle vier proefvelden aanwezig. Ook de grondwaterstand was op overeenkomstige wijze bij het mosveen hoger dan bij het zeggeveen. De diverse gegevens, op deze vier proefvelden verkregen, worden vermeld in de tabellen XLVII en XLVIII.

Tabel XLVII. De grondwaterstanden (tijdens de groei) en de opbrengsten op mos- en zeggeveen in 1950.

	1e snede	2e snede	3e snede	4e snede	5e snede
	GRONDWATERSTAND IN CM-MV.				
mosveen	53	72	71	64	43
zeggeveen	62	77	78	75	59
verschil mosveen t.o.v. zeggev.	+9	+5	+7	+11	+16
	DROGE-STOFOPBRENGST IN KG/ARE				
mosveen	30,9	15,6	13,8	12,3	13,7
zeggeveen	33,2	16,6	14,6	14,9	13,6
verschil mosveen t.o.v. zeggev.	-2,3	-1,0	-0,8	-2,6	+0,1

Opm.: De cijfers stellen gemiddelden voor van vier proefvelden. Bij alle 4 proefvelden was de helling van het diluviale oppervlak aanwezig. De dikte van het minerale dek was bij het mosveen 32 cm, bij het zeggeveen 29 cm.

Tabel XLVIII. De grasmatsamenstelling bij bemonstering in de zomer van 1950 op mos- en zeggeveen.

		Mosveen	Zeggeveen	Verschil mosv. t.o.v. zeggev.
hoedanigheidsgraad		5,6	6,0	-0,4
Engels raaigras	(Lp)	7	16	-9
Beemdlangbloem	(Fp)	13	7	+6
Veldbeemdgras	(Pp)	8	7	+1
Ruwbeemdgras	(Pt)	9	10	-1
klaver		1	1	0
Kamgras	(Cy)	1	1	0
Fioringras	(As)	10	6	+4
Kweekgras	(Trit)	8	5	+3
Witbol	(Hl)	11	8	+3
Reukgras	(Ao)	4	2	+2
Roodzwenkgras	(Fr)	3	17	-14
Kruip. struisgras	(Ac)	2	+	+2
Gewoon struisgras	(At)	1	+	+1
Zachte dravik	(Bm)	+	1	-1
Mannagras	(Gf)	+	0	+
onkruiden		22	19	+3

Opm.: De cijfers stellen gemiddelden voor van 4 proefvelden. De bemonstering vond plaats op resp. 2 juni, 1 aug., 3 aug. en 17 aug.

Zoals uit de eerste tabel blijkt zijn de droge-stofopbrengsten op het zeggeveen hoger dan op het mosveen. Dit niettegenstaande bij het mosveen de grondwaterstand gemiddeld iets hoger is geweest.

Het mosveen had, gezien dit verschil in grondwaterstand, dus de hoogste opbrengst moeten leveren. Dat dit niet het geval is kan mogelijk een gevolg zijn van de weersomstandigheden. Ook zou het verschil in droge-stofproduktie toegeschreven kunnen worden aan de betere grasmat op de zeggeveenprofielen; de hoedanigheidsgraad op het zeggeveen is immers beter.

Wat de grondwaterstanden betreft, opvallend is de sterkere fluctuatie hiervan op de mosveenprofielen. Dit kan worden toegeschreven aan een geringere waterberging van dit profiel.

Eigenlijk hebben de proefvelden geen nieuw licht op het veensoortenvraagstuk geworpen. Het vochtige jaar 1950 was wel zeer ongeschikt om verschillen in verdroging te doen uitkomen. De belangrijkste feiten zijn wel de iets hogere ligging van het freatisch vlak op de mosveenprofielen en de grotere fluctuaties hiervan.

Opgemerkt moet nog worden, dat het onderzoek in 1951 werd voortgezet. Mede aan de hand van de in dat jaar verkregen gegevens was het mogelijk een goede verklaring te vinden voor de tussen mos- en zeggeveen optredende verschillen. De beschrijving hiervan zal evenwel in een volgend rapport plaats vinden [1].

---

[1] De in 1951 verkregen resultaten worden beschreven in het volgende rapport, deel IVC.

VII. PROEFVELDEN EN PRAKTIJK

In aansluiting op de proefveldresultaten loont het thans de moeite na te gaan op welk niveau de praktijkopbrengsten zich bevinden. Daartoe kunnen de opbrengsten van de praktijkveldjes dienen. Deze veldjes werden begin 1948 bij een aantal proefvelden aangelegd.

Over het algemeen liggen de praktijkopbrengsten ver beneden de proefveldoogsten. Het verschil wordt veroorzaakt door verschillende factoren. In de eerste plaats is de stikstofbemesting bij de veehouders in het randgebied bijna nihil. Als tweede reden van de lagere opbrengsten kan genoemd worden de onvoldoende fosfaatbemesting. Verder treedt soms een cumulatief bemestingseffect op, waardoor een enigszins overdreven voorstelling van de grootte van het voorkomende opbrengstverschil kan worden verkregen. Tabel XLIX geeft aan in welke mate de proefveldoogsten boven de praktijkproduktie liggen. De opbrengstverschillen zijn grafisch bepaald; hierbij diende het P-citr van de NK-veldjes als basis van vergelijking.

Reeds werd opgemerkt dat de aldus, in een bepaald jaar geconstateerde opbrengstverschillen niet altijd geheel aan verschillen in de dat jaar toegediende bemesting toegeschreven mogen worden. De op de te vergelijken veldjes aanwezige bodemfactoren zullen namelijk in de meeste gevallen niet met elkaar overeenkomen. Door een verschillende bemesting in voorgaande jaren hebben ze veelal een ongelijke wijziging ondergaan. Zo zullen P-citr en pH op de bekalkte objecten hoger zijn dan op de onbekalkte (praktijk)veldjes. Evenzo kan het P-citr op de met fosfaat bemeste veldjes meer gestegen zijn dan op die met weinig of geen fosfaat. Bij beschouwing van de in de tabel verzamelde opbrengstverschillen zal met deze verschillen in bodemvruchtbaarheid rekening gehouden moeten worden.

Als vergelijkingsbasis werd uitgegaan van het P-citr op de NK-objecten. Evenwel, als gevolg van een ongelijk bemestingsniveau, zal het P-citr op de met fosfaat en/of kalk bemeste proefveld-objecten veelal hoger zijn. Dit kan eveneens het geval zijn met de praktijkveldjes. Ten aanzien van het P-citr op het NK-object zal hierdoor, zowel op de praktijkveldjes als op de hiermee vergeleken proefveld-objecten, een cumulatief bemestingseffect kunnen optreden [1]. Bij de praktijkvelden zal dit effect over het algemeen niet groot zijn. De door de praktijk toegediende bemesting was veelal gering en het P-citr zal als gevolg hiervan slechts weinig afwijken van dat op de NK-objecten. Daarentegen is een groter cumulatief effect te verwachten bij de met fosfaat en/of kalk bemeste objecten. Op deze objecten is het P-citr namelijk veelal aanzienlijk hoger dan op de NK-objecten (zie ook tabel XXXV). Vooral bij lage fosfaattoestand kan het cumulatief bemestingseffect aanzienlijk zijn. Alleen, indien maximale, van het P-citr onafhankelijke opbrengsten worden verkregen, komt dit effect niet tot uiting.

Zoals uit bovenstaande blijkt, kan als gevolg van een met het NK-object voorkomend verschil in fosfaattoestand van de grond, zowel op het praktijkveldje als op het hiermee vergeleken bemestingsobject een cumulatief bemestingseffect optreden. Gevolg hiervan is, dat het tussen het bemestingsobject en de praktijk geconstateerde opbrengstverschil niet in overeenstemming is met het P-citr van het NK-object. Door het veelal hogere P-citr op de bemestingsobjecten krijgt het met de praktijk geconstateerde opbrengstverschil een te grote waarde. Dit is vooral het geval indien de op het bemestingsobject verkregen opbrengst duidelijk reageert op het P-citr. Het op de praktijkveldjes voorkomende cumulatieve bemestingseffect kan zowel een positieve

---

1) zie pag. 55 e.v.

als een negatieve invloed uitoefenen, al naar het hier voorkomende P-citr lager of hoger is dan het P-citr op het NK-object. Veelal is laatstgenoemde invloed echter klein en van weinig betekenis voor de grootte van het met de praktijk geconstateerde opbrengstverschil.

Tabel XLIX. Opbrengstverschillen, in kg droge stof per are, tussen de proefvelden en de praktijkveldjes (eerste snede).

Proefveld	Bemesting v. h. proefveld in kg/ha			P-citr v.h. NK-veldje in het voorjaar laag 0-5 cm (als vergelijkingsbasis)									Aant. verschillen
	N	P_2O_5	K_2O	20	25	30	35	40	45	50	75	100	
Gemiddeld verschil tussen NK-opbrengst en praktijkopbr. bij de le snede													
1948	55	0	100	1,0	5,0	8,5	11,5	13,0	13,5	14,0	14,0	14,0	17
1949	60	0	115	1,5	5,0	7,5	9,5	11,0	11,5	11,5			10
1950	40	0	86	0	2,0	3,0	4,0	4,5	4,5	4,5			6
Gemiddeld verschil tussen NPK-opbrengst en praktijkopbr. bij de le snede													
1948	55	147	100	19,5	17,0	14,5	12,5	11,5	11,0	11,0	11,0	11,0	17
1949	60	155	115	17,5 [1]	15,5 [1]	14,5 [1]	14,0 [1]	14,0	13,5	13,5			11
1950	40	100	86	7,0 [1]	5,0 [1]	3,5 [1]	2,0 [1]	1,5	1,5	1,5			7
Gemiddeld verschil tussen NKCa-opbrengst en praktijkopbr. bij de le snede													
1948	55	0	100	2,0 *)	5,5 *)	8,5 *)	11,0 *)	13,0	14,0	14,5	14,5	14,5	17
1949	60	0	115	5,5 *)	8,5 *)	10,5 *)	11,5 *)	12,5	12,5	12,5			10
1950	40	0	36	4,5 *)	5,0 *)	5,0 *)	5,5 *)	5,5	5,5	5,5			6
Gemiddeld verschil tussen NPKCa-opbrengst en praktijkopbr. bij de le snede													
1948	55	147	100	18,5	15,5	13,0	12,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	17
1949	60	155	115	19,0 [1]	16,5 [1]	15,0 [1]	14,5 [1]	14,0	13,5	13,5			10
1950	40	100	86	10,0 [1]	7,5 [1]	6,0 [1]	5,5 [1]	5,0	5,0	5,0			6

Opm.: [1]) Geen cumulatief effect bij aanname dat de P-bemesting een maximale opbrengst geeft.

*) Cumulatief bemestingseffect inbegrepen; vooral in de latere proefjaren hierdoor een te grote waarde.

Uit voorgaande blijkt dat het met de praktijk gevonden opbrengstverschil slechts in enkele gevallen in overeenstemming zal zijn met het P-citr van het NK-object. Voor een zo nauwkeurig mogelijke benadering van de juiste waarde, zal het P-citr van het praktijkveld moeten overeenstemmen met dat van het NK-object. Geringe afwijkingen zijn hierbij echter toelaatbaar. Wat de bemestingsobjecten betreft, de hierop verkregen opbrengsten moeten zo weinig mogelijk op de fosfaattoestand van de grond reageren. Een uitzondering hierop is het NK-object; het P-citr van dit object wordt immers als uitgangstoestand gebruikt.

De opbrengstvergelijking met de praktijk werd alleen uitgevoerd bij de eerste snede. Hier toch is de kans op een maximale, van het P-citr onafhankelijke opbrengst het grootst. Zoals reeds werd beschreven (zie pag. 58,59) was dit in 1948 op de met fosfaat bemeste objecten het geval. Voor 1949 en 1950 kon dit, wegens een te hoge fosfaattoestand, niet worden vastgesteld. Uit de nog te bespreken resultaten zal evenwel blijken, dat ook in deze jaren bij laag P-citr met fosfaat een maximale opbrengst was te verkrijgen. Met het NK-object meegerekend zijn dus bij de eerste snede drie bemestingsobjecten beschikbaar voor opbrengstvergelijking met de praktijk. Het NKCa-object is hiervoor minder geschikt. Als gevolg van de bekalking is namelijk het P-citr enigszins

gestegen ten opzichte van dat op het NK-object, terwijl de opbrengst duidelijk reageert op de fosfaattoestand.

De bij de nagroeisneden geconstateerde opbrengstverschillen komen niet voor een beschouwing in aanmerking. Het aantal beschikbare gegevens was in de meeste gevallen onvoldoende hiervoor. Bovendien is gebleken, dat het fosfaat weinig of geen effect uitoefende op de opbrengst; bij laag P-citr trad door de fosfaatbemesting veelal slechts een geringe opbrengststijging op (zie pag. 58, 59).

Uit tabel XLIX blijkt, dat bij de NK- en NKCa-objecten het met de praktijk geconstateerde opbrengstverschil groter wordt bij stijgend P-citr. Dit betekent, dat de opbrengsten van de praktijkvelden minder op de fosfaattoestand van de grond reageren dan die van de proefvelden. Bij P-citr groter dan 40 à 50 wordt het opbrengstverschil constant. De fosfaattoestand van de grond heeft hier geen invloed meer en het nog resterende oogstverschil kan praktisch geheel worden toegeschreven aan een geringere N-bemesting bij de praktijk.

Bij beschouwing van de fosfaatobjecten blijkt het oogstverschil met de praktijk bij stijgend P-citr geringer te worden. Op de gronden met laag P-citr dient de praktijk klaarblijkelijk te weinig fosfaat toe om een als gevolg van een te lage fosfaattoestand van de grond optredende opbrengstderving te voorkomen. Op de fosfaat-objecten was dit immers wel het geval. Bij P-citr groter dan 40 à 50 is het opbrengstverschil weer constant. De dan nog voorkomende oogstverschillen zijn te wijten aan de lagere N-gift bij de praktijk.

In de loop der 3 proefjaren wordt het met de praktijk geconstateerde opbrengstverschil geringer [1]. Dit als gevolg van het feit, dat zowel de fosfaatbemesting als de stikstofgift in de loop der jaren door de praktijk zijn opgevoerd. Hierbij dient echter bedacht te worden, dat de keuze van de aangehouden preefvelden eveneens invloed op dit verschijnsel heeft. Immers het ligt voor de hand, dat de voortgezette proefvelden overwegend gelegen zijn bij de goede proefveldhouders. Deze zullen, gestimuleerd door de proefveldresultaten, zich bij hun bemestingsgiften gericht hebben op die van de proefvelden. Deze mening wordt bevestigd bij vergelijking van de grondanalysecijfers der praktijkveldjes met die van de NK-veldjes. Bij de bemonstering in de zomer 1949 was het P-citr op de praktijkveldjes namelijk gemiddeld iets hoger (± 4 eenheden) dan op de veldjes, die gedurende de proefjaren nooit een fosfaatbemesting ontvingen. Ofschoon de praktijk dus overging tot (zwaardere) bemestingen, zijn deze toch veelal niet opgevoerd tot het niveau, waarop de proefvelden (NPK-velden) werden bemest. De praktijkveldjes gaven namelijk, vergeleken met de NPK-velden, bij de eerste snede van 1950 nog steeds een opbrengstderving te zien.

Zoals eerder is medegedeeld (zie pag.57 e.v.) werd de invloed van het P-citr op de met en zonder fosfaat verkregen opbrengsten voor alle proefjaren grafisch vastgesteld (zie fig. 38 en 39). De op de vier bemestingsobjecten bij verschillende fosfaattoestand van de grond verkregen opbrengsten staan dus vast. Thans zijn ook de met de praktijk optredende oogstverschillen bekend (tabel XLIX). Met behulp van beide gegevens kan dus nagegaan worden op welk opbrengstniveau de praktijk zich heeft bewogen. Hiertoe werden de op de bemestingsobjecten verkregen droge-stofopbrengsten verminderd met de opbrengstverschillen, welke met de praktijk voorkwamen.

---

[1] Als gevolg van een toenemend cumulatief bemestingseffect treedt dit verschijnsel bij het NKCa-object minder duidelijk naar voren.

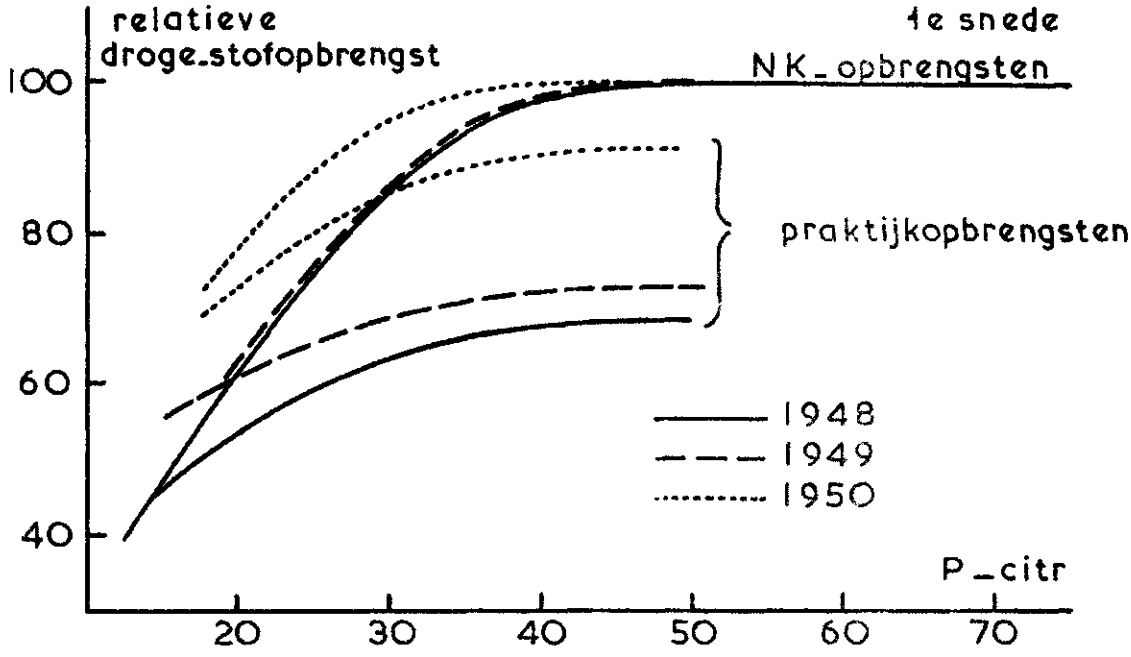


Fig. 42 De in de drie proefjaren 1948 t/m 1950 bij de 1e snede op de NK_objecten en de praktijkveldjes verkregen relatieve droge_stofopbrengst bij verschillend P_citr (voorjaar.)(droge stofopbrengst van het NK_object bij P_citr>40 is gelijk aan 100 %)

M 64027

Zoals werd opgemerkt, was het bij de eerste snede van 1949 en 1950 niet zeker of de bij lage fosfaattoestand van de grond voorkomende opbrengstdervingen opgeheven zouden worden door de fosfaatbemesting. Bij het vaststellen van het praktijkniveau werd daarom aangenomen dat dit in beide jaren het geval was. Deze veronderstelling wordt nu bevestigd. Voor beide jaren bleek nl. dat het praktijkniveau, afgeleid uit de met fosfaat verkregen opbrengsten, in nauwe overeenstemming is met dat afgeleid uit de zonder fosfaat verkregen opbrengsten. De aanname, dat bij de eerste snede van 1949 en 1950 de als gevolg van een te laag P-citr voorkomende opbrengstdervingen worden opgeheven door een fosfaatbemesting, is dus juist geweest. Opgemerkt moet worden dat het met behulp van de NKCa-opbrengsten verkregen praktijkniveau zich enigszins afwijkend gedroeg. Als gevolg van het cumulatief bemestingseffect kwam hier namelijk een sterkere reactie op het P-citr voor.

Om de drie proefjaren te kunnen vergelijken, werden de op de NK-objecten verkregen opbrengsten, evenals die verkregen door de praktijk, in relatieve waarden uitgedrukt. De in elk jaar bij P-citr groter dan 40 verkregen opbrengst werd hierbij op 100% gesteld. Gemiddeld over de drie jaren was deze maximale, van het P-citr onafhankelijke opbrengst bijna 41 kg droge stof per are. Zoals uit fig. 42 blijkt is het opbrengstverschil tussen proefveld en praktijk de eerste proefjaren groot. In 1950 is het verschil aanzienlijk kleiner. Duidelijk valt evenwel op, dat ook dat jaar de praktijk nog achterblijft.

Voor de jaren 1948 en 1949 kan wel aangenomen worden, dat de praktijk de eerste snede vrijwel geen stikstof meegaf. Wanneer immers geldt, dat per kg zuivere N de opbrengst toeneemt met 20 kg droge stof per ha, mag bij een proefveldbemesting van rond 55 kg N ten opzichte van de niet met stikstof bemeste veldjes een oogststijging van 1100 kg droge stof per ha verwacht worden. Zoals uit de tabel blijkt komt deze hoeveelheid overeen met het opbrengstverschil tussen de proefvelden en de praktijkveldjes. Bij de eerste snede van beide jaren blijken de proefvelden namelijk per ha 1100 tot 1400 kg meer aan droge stof op te brengen dan de praktijkveldjes. Dit geldt dan voor de fosfaatrijke percelen. Op de fosfaatarme percelen was het oogstverschil ten opzichte van de fosfaatobjecten nog veel groter, hetgeen toegeschreven moet worden aan de te geringe fosfaatbemesting van de praktijk.

In 1950 zijn èn de derving door de te geringen fosfaatbemesting èn het verlies door de te kleine stikstofgift sterk verminderd.

Het voorgaande geeft duidelijk aan, dat de bemesting van de graslanden in het randgebied, wat stikstof en fosfaat betreft, de eerste proefjaren zeer matig is geweest. Op de fosfaatrijke percelen zou, door het toedienen van een stikstofbemesting, de droge-stofopbrengst bij de eerste snede zeker 1000 kg/ha hoger hebben kunnen liggen. Bij een maximaal te verkrijgen produktie van 4000 kg droge stof per ha, zou dit neerkomen op een derving van circa 25%. Nog groter is deze produktiederving op de fosfaatarme percelen. Hier bleek namelijk een opbrengstderving van circa 1500 kg aanwezig, hetgeen neerkomt op ruim 35 procent.

Opgemerkt moet worden, dat de proefveldbemestingen in het randgebied vrij zwaar zijn geweest en stellig hoger waren dan de gemiddelde bemesting in de beste weidestreek van Nederland. Vergeleken met het landsgemiddelde komt het randgebied dan ook minder slecht voor de dag dan deze proefveld-praktijk-vergelijkingen doen vermoeden. Toch zal men de veehouders in dit gebied er op moeten wijzen,

dat het in hun belang is de fosfaatarmoede van de percelen zo snel mogelijk op te heffen.

Behalve aan de fosfaattoestand moet bovendien aandacht worden besteed aan de overige bemestingsfactoren. Door de algehele bemestingstoestand te verbeteren wordt namelijk de basis gelegd voor een zo volledig mogelijk hanteren van de kunstmeststikstof. Wordt dit nagelaten dan zal een stikstofbemesting waarschijnlijk nimmer ten volle renderen. Vooral voor percelen met een mineraal dek dunner dan 30 cm is een zo gunstig mogelijke bemestingstoestand onontbeerlijk.

VIII. SAMENVATTING

Aan de hand van de resultaten, in de jaren 1947 tot en met 1950 op de bemestingsproefvelden op grasland in het randgebied verkregen, was het mogelijk de voornaamste factoren op te sporen, die de produktie bepalen. Zo bleek bij de eerste snede in 1947 en 1948 dat de fosfaattoestand van de zodelaag van belang is voor de zonder fosfaatbemesting te verkrijgen opbrengst (fig. 3 en 4). Indien geen fosfaat wordt toegediend moet het P-citr tenminste 40 zijn om een maximale oogst van de beste kwaliteit te verkrijgen. De opbrengstdervingen als gevolg van een te lage fosfaattoestand zijn aanzienlijk. In 1948 bedroegen deze voor de opbrengst aan droge stof (zonder toediening van fosfaat) bij P-citr 20, 25 en 30 resp. 35; 25 en 15%. Daarnaast kwam in 1947 naar voren dat in droge perioden een wisselwerking optreedt tussen de grondwaterstand en de pH(-water) van de grond (fig. 1 en 2). De pH vertegenwoordigt hierbij de profieltoestand, d.w.z. een complex van factoren, waartoe o.a. behoren de dikte van het minerale dek en het humusgehalte van de zodelaag. Fosfaattoestand, grondwaterstand en "pH" (profieltoestand) behoren derhalve tot de voornaamste factoren die de produktie van het grasland in het randgebied beïnvloeden.

Bij beschouwing van de botanische analyses bleek ruwbeemdgras en in mindere mate het veldbeemdgras in percentage toe te nemen bij stijgende fosfaatrijkdom van de grond. Ook met het percentage onkruid was er een samenhang; op de fosfaatarme percelen kwam veel onkruid voor. Behalve op de fosfaattoestand reageerde de botanische samenstelling ook op de grondwaterstand. Naarmate de grondwaterstand ongunstiger, d.w.z. te laag of te hoog was, nam het percentage matige en minderwaardige grassen toe. Veldbeemdgras bleek drogere omstandigheden te prefereren dan ruwbeemdgras.

Bij de kwaliteitsbeoordeling van de oogst bleek het fosfaatgehalte van het gewas zowel in 1947 als in 1948 nauw met de fosfaatrijkdom van de grond te corresponderen. Eveneens van invloed was de grondwaterstand. Een grondwaterstand van ± 40 cm-mv. was het gunstigst voor de opneming van fosfaat. Ook het kalkgehalte van het gras was afhankelijk van de grondwaterstand; bij een freatisch niveau van ± 50 cm-mv. kwamen de hoogste gehalten voor. Daarnaast werd dit gehalte beïnvloed door de pH en/of het humusgehalte van de zodelaag.

Drie infiltratieproefvelden bewezen, in overeenstemming met de resultaten van de waterhuishoudingsproefvelden [1], dat infiltratie de grondwaterstand verhoogt en tevens de opbrengst doet stijgen. Te vroeg verhogen van de grondwaterstand in het voorjaar en te lang handhaven van een hoog peil in de herfst bleken echter schadelijk te zijn voor de opbrengst.

Aan de hand van een in 1948 en 1950 ingesteld botanisch onderzoek op een groot aantal infiltratieproefvelden bleek de zodebezetting door infiltratie toe te nemen. Bij te intensieve infiltratie werd de samenstelling van de grasmat echter slechter. Vooral engels raaigras ging verdwijnen. Ruwbeemdgras, fioringras en witbol daarentegen traden, evenals het onkruid, meer op de voorgrond.

In 1947 waren de bij de eerste snede met kalk verkregen opbrengstreacties, als gevolg van de bijzonder droge weersomstandigheden, over

---

[1] Commissie inzake Indrogende Gronden rondom de Noordoostpolder - Verslagen van proeven en onderzoekingen, deel IVA - De waterhuishoudingsproefvelden op grasland in de jaren 1947 tot en met 1950 en de slootmaaiproeven in 1950 en 1951 (1961).

het algemeen minder gunstig. De na het uitstrooien van de kalk gevallen neerslag, evenals de grondwaterstand bepaalden in belangrijke mate het resultaat (fig. 5 t/m 8). Daarnaast was ook de fosfaattoestand van de grond van belang (fig. 9 t/m 12). Bij de nagroei bleken zowel de grondwaterstand als de fosfaattoestand van invloed te zijn (fig. 13 t/m 16).

In 1948, 1949 en 1950 werd gevonden, dat kalkmergel de drogestofopbrengst van grasland weinig of niet doet stijgen. Zeer grote giften kalkmergel hadden de eerste jaren zelfs een negatieve werking. De gunstigste resultaten werden verkregen met hoeveelheden tot 4 à 6 ton kalkmergel per ha. Evenwel, in 1950 boden de kleine giften van 500 kg ook een gunstig perspectief (fig. 22).

De bij de eerste snede door kalkmergel teweeggebrachte opbrengstreactie werd in alle drie proefjaren voornamelijk beheerst door de pH en de grondwaterstand. Hoe lager pH bij het begin, des te groter was de met kalkmergel verkregen opbrengst (fig. 17). Zeer hoge en zeer lage grondwaterstanden waren ongunstig voor het bekalkingseffect; de optimale grondwaterstand bleek in alle drie proefjaren ongeveer 50 cm-mv. te zijn (fig. 18). Daarnaast was het tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende verschil in opbrengst in sterke mate afhankelijk van het tussen deze objecten aanwezige verschil in botanische samenstelling van de grasmat (proeffout). Naarmate op het bekalkte object minder onkruid voorkwam, was het opbrengstverschil met het onbekalkte object groter (fig. 20 en 21). Naast genoemde factoren was verder nog van belang de fosfaattoestand van de zodelaag; bij P-citr 40 à 50 waren de bekalkingsresultaten het gunstigst (fig. 19).

In 1948 en 1949 kon ook voor de nagroei (vierde snede) worden nagegaan welke factoren van invloed waren op de met kalkmergel bereikbare opbrengststijging. Vooral het tussen de te vergelijken objecten voorkomende verschil in botanische samenstelling was van belang (fig. 23 en 24). Daarnaast oefende de pH invloed uit (fig. 25). Van de grondwaterstand werd alleen in 1948 een invloed geconstateerd (fig. 26). Verder was het tijdstip van maaien nog van enige betekenis. Door tien dagen later te maaien nam het bekalkingseffect met ongeveer 2% toe.

In botanisch opzicht traden door kalkmergel belangrijke wijzigingen op. Het ruwbeemdgras nam op de bekalkte velden belangrijk toe; eveneens het kweekgras. Witbol en ook de onkruiden namen in hoeveelheid af.

Bij het chemische gewasonderzoek werd gevonden, dat het kalkgehalte van gras door bekalking wordt verhoogd; vocral bij hoge grondwaterstanden was dit het geval. Gemiddeld steeg het CaO-gehalte door bekalking met 0,03%; bij grondwaterstanden boven 50 cm-mv. was de toeneming ± 0,1%. Het gehalte aan fosforzuur (P_2O_5) bleek ook iets te stijgen; waarschijnlijk als gevolg van een op de bekalkte objecten voorkomende hogere fosfaattoestand van de zodelaag. Verder nam het gehalte aan ruw eiwit met ± 0,4% toe (tabel XV).

De kalkfactor, die werd berekend aan de hand van de in de laag 0-5 cm optredende pH-stijging bedroeg 400 à 500 kg $CaCO_3$ (voor een bouwvoor van 5 cm). De grootte van deze factor bleek afhankelijk van het humusgehalte (kleihumus) en de pH. Hoe hoger pH en humusgehalte waren, des te groter was de kalkfactor. Door de toediening van kalkmergel steeg het P-citr. Het P-getal daarentegen daalde met ongeveer 1 eenheid per 1000 kg $CaCO_3$.

Schuimaarde, strokartonslib en cacao-afvalkalk bleken als meststof een gunstiger effect op de opbrengst te hebben dan kalkmergel.

Van de in deze meststoffen voorkomende koolzure kalk ging evenwel een geringe invloed uit; bij zeer grote giften schuimaarde trad soms een negatief effect op. De gunstige opbrengstreacties moeten daarom voor een groot deel toegeschreven worden aan de in deze meststoffen naast de kalk voorkomende voedingsstoffen.

De bij de eerste snede tussen de bekalkte en onbekalkte objecten voorkomende verschillen in opbrengst waren in alle drie proefjaren sterk afhankelijk van het reeds voor de bekalking aanwezige verschil (proeffout) in botanische samenstelling van de grasmat (fig. 27 en 28). Naarmate op het bekalkte object een hogere hoedanigheidsgraad voorkwam, of een geringere onkruidbezetting aanwezig was, werd een gunstiger opbrengstverschil tussen bekalkt en onbekalkt geconstateerd.

De bij de eerste snede verkregen opbrengstwijzigingen reageerden sterk op de pH en de grondwaterstand. Naarmate de pH lager was, reageerde de opbrengst gunstiger op de bekalking (fig. 29). Het freatisch niveau bleek een optimale werking te hebben bij standen van 40 à 50 cm-mv. (fig. 30). Bij diepere grondwaterstanden was het resultaat geringer en soms negatief. Ook zeer hoge waterstanden leken minder gunstig.

Naast genoemde factoren was ook van invloed de fosfaattoestand van de zodelaag (fig. 31). Bij P-citr 40-50 waren de resultaten van de bekalking het grootst. Bij lage fosfaattoestand waren de reacties minder gunstig en soms zelfs negatief. Vooral in het eerste proefjaar was dit het geval.

De met de meststoffen toegediende hoeveelheden koolzure kalk waren van weinig belang voor de opbrengst (fig. 32). Alleen zeer grote hoeveelheden bleken een minder gunstige werking te hebben. Zo waren de met 25 ton schuimaarde verkregen opbrengstreacties veelal zeer klein; met 50 ton schuimaarde waren de uitkomsten vaak negatief.

Als laatste factor moet worden genoemd het tijdstip van maaien. Zowel in 1948 als in 1949 steeg het bekalkingseffect met bijna 2% indien tien dagen later werd gemaaid.

Bij de nagroei (vierde snede) werd, zowel in 1948 als in 1949, een invloed van het verschil in botanische samenstelling vastgesteld (fig. 33 en 34). Het bekalkingseffect werd weer beïnvloed door de pH (fig. 35). De met kalk verkregen opbrengstreacties waren verder afhankelijk van de grondwaterstand. Er werden aanwijzingen verkregen, dat grondwaterstanden dieper dan 70 cm-mv. een negatieve werking hebben (fig. 36). Ook het tijdstip van maaien was van belang. Gemiddeld steeg het bekalkingeffect met 3%, indien tien dagen later werd gemaaid.

In de botanische samenstelling van de grasmat traden door de meststoffen van de schuimaarde-groep belangrijke wijzigingen op. Het ruwbeemdgras nam toe, terwijl witbol en de onkruiden in percentage verminderden.

Het chemische gewasonderzoek leverde bij deze meststoffen geen nieuwe gezichtspunten op.

De kalkfactor bleek bij deze groep meststoffen, evenals bij kalkmergel, ongeveer 400 à 500 kg $CaCO_3$ te zijn. Ook hier was de grootte van de kalkfactor afhankelijk van de pH waarbij bekalkt werd, en van het humusgehalte (kleihumus).

Het P-citr bleek bij deze meststoffen van de schuimaarde-groep belangrijk toe te nemen. Gemiddeld over 1948 en 1949 steeg het P-citr met 25 eenheden per 100 kg met de kalkmeststof aangevoerd fosforzuur (P_2O_5). Waarschijnlijk mag deze stijging echter niet geheel op rekening van het in de meststof aanwezige fosfaat geschreven worden, maar zal ook de kalk zelf, direct of indirect, invloed op deze stijging hebben gehad.

Het P-getal daalde een zeker aantal eenheden, niettegenstaande het in de meststoffen aanwezige fosfaat. De verlaging zet zich echter, in tegenstelling met wat bij kalkmergel het geval was, niet evenredig met de hoeveelheid meststof ($CaCO_3$) voort. Waarschijnlijk houden de positieve invloed van het fosfaat en de negatieve invloed van de koolzure kalk elkaar ongeveer in evenwicht.

Het K-HCl nam iets toe. Globaal genomen trad een stijging op van 0,003 à 0,004% per 100 kg met de meststof toegediende kali (K_2O).

Over het algemeen wordt de voedingstoestand van de grond door deze meststoffen gunstiger beïnvloed dan door kalkmergel.

Van de drie groepen meststoffen, die ten doel hadden de structuur te verbeteren, gaven de composten de beste resultaten (fig. 37). Ook hier was de pH weer van invloed op de opbrengstreactie. De nawerking van de in 1948 toegediende compost was zeer gunstig.

De kalkfactor, berekend aan de hand van de in de zodelaag optredende pH-stijging, bleek ongeveer 700 kg $CaCO_3$ (voor een bouwvoor van 5 cm) te bedragen. Het in compost voorkomende fosfaat verhoogde het P-citr van de zodelaag met bijna 11 eenheden per 100 kg fosforzuur (P_2O_5) per ha. Ook het K-HCl steeg en wel 0,005% per 100 kg met de compost aangebrachte kali (K_2O).

Het botanische en chemische gewasonderzoek is zeer beperkt geweest en leverde dan ook weinig op.

Het effect van stalmest werd op drie proefvelden nagegaan. Hierbij bleek dat stalmest, in het voorjaar toegediend, bij de eerste snede een opbrengstdepressie kan veroorzaken indien het tijdstip van toediening laat is. Bij tijdige toediening trad een duidelijke opbrengststijging op. Bij de nagroei reageerde de opbrengst steeds zeer gunstig op stalmest.

Aan de hand van een in het Friesch Buitendijksveld gelegen proefveld kon de nawerking worden nagegaan. Deze bleek bij een normale nevenbemesting met N, P en K zeer gunstig te zijn. Bij een zware kunstmestgift daarentegen was de nawerking, mogelijk als gevolg van vruchtbaarheidsverschillen, negatief.

Door een gift van 40 ton stalmest per ha werd de vruchtbaarheidstoestand van de grond belangrijk verhoogd. Vooral de fosfaat- en kalitoestand van de zodelaag stegen.

Volgens laboratoriumonderzoek zou ammoniakgas het karakter van ingedroogde grond in gunstige zin wijzigen. Om dit na te gaan werden in 1950 drie proefvelden aangelegd, waarop ammoniakgas werd vergeleken met kalkammonsalpeter. Aan de verwachting dat ammoniakgas het reactievermogen van de grond ten opzichte van vocht in gunstige zin zou beïnvloeden, werd slechts in zwakke mate voldaan. De optredende verschillen waren te gering om er conclusies aan te verbinden.

Over het hele jaar genomen, was de door een voorjaars-bemesting verkregen verhoging van de opbrengst bij kalkammonsalpeter groter dan bij ammoniakgas. De opbrengstverhogende werking beperkte zich bij kalkammonsalpeter hoofdzakelijk tot de eerste snede; die bij ammoniakgas was meer verdeeld over alle sneden.

De als gevolg van een lage fosfaattoestand van de zodelaag voorkomende opbrengstdervingen werden door de toegediende hoeveelheden fosfaat niet altijd geheel opgeheven. Zo waren bij de eerste snede van 1947 de op de grote proefvelden met fosfaat verkregen opbrengststijgingen bij laag P-citr niet groot genoeg om tot een maximale opbrengst te geraken (fig. 39). Dit waarschijnlijk als gevolg van een nog onvol-

doende werking van de laat toegediende fosfaatbemesting. Bij de eerste snede van 1948 was dit nl. wel het geval (fig. 38). Evenzo bij die van 1949 en 1950. Wat de nagroeisneden betreft, hier waren de met fosfaat verkregen opbrengststijgingen veelal te gering om een opbrengstderving te voorkomen. Alleen bij de derde en vierde snede van 1947 waren de opbrengststijgingen voldoende groot hiervoor.

Om de grootte van de door een fosfaatbemesting veroorzaakte opbrengstreactie te kunnen vaststellen, werd voor elk der op de grote proefvelden voorkomende bemestingsobjecten in alle vier proefjaren en bij alle vier sneden het verband opbrengst/P-citr nagegaan. Hierbij bleken naast het P-citr, ook de pH en de grondwaterstand invloed uit te oefenen op de grootte van de opbrengst. Bij pH 5,6 à 5,9 was de al of niet met superfosfaat verkregen opbrengst maximaal (fig. 40). De grondwaterstand bleek veelal het gunstigst bij 50 à 60 cm-mv. Naast genoemde factoren waren verder soms van belang het tijdstip van maaien en/of het aantal groeidagen. Door tien dagen later maaien steeg de opbrengst per snede met 3 tot 8 kg droge stof per are.

Gemiddeld over de eerste twee proefjaren bleek de jaar-opbrengst door een jaarlijkse bemesting met superfosfaat naar 100 kg/ha P_2O_5, bij P-citr 20, 25, 30 en 35 te stijgen met resp. 15, 10, 6 en 3 kg droge stof per are (fig. 41). Bij P-citr $\pm$ 40 trad geen verhoging meer op. Zowel met als zonder kalk werden, indien rekening gehouden werd met de door bekalking veroorzaakte wijziging van P-citr, dezelfde resultaten verkregen.

De in de jaren 1947 en 1948 op de grote proefvelden met fosfaat verkregen opbrengststijgingen bleken in overeenstemming met die van de "super- en slak-serie". Bij deze proefvelden, welke in 1949 werden aangelegd, trad namelijk tussen opbrengstreactie en P-citr een overeenkomstig verband op (fig. 41).

Uit de resultaten van beide series proefvelden blijkt dat voor een onbelemmerde produktie van grasland gestreefd moet worden naar een P-citr in de zodelaag van tenminste 40 à 50.

De fosfaatrijkdom van de zodelaag oefende een gunstige invloed uit op de hoedanigheidsgraad van de grasmat. Ook als meststof beïnvloedt het fosfaat de grasmat in gunstige zin. Reeds het eerste jaar onderging de hoedanigheidsgraad de invloed van de bemesting met superfosfaat. Deze verbetering bleek zich echter in de daarop volgende jaren niet voort te zetten. Engels raaigras reageerde gunstig op het fosfaat, evenzo veldbeemdgras en in iets mindere mate ruwbeemdgras. Het onkruidpercentage verminderde sterk, terwijl ook de percentages witbol en reukgras afnamen.

Het fosfaatgehalte van het gewas nam toe; vooral bij laag P-citr was dit het geval. Het kalkgehalte daarentegen daalde door de bemesting met superfosfaat, echter alleen bij hoge grondwaterstanden. Bij lage waterstanden werd geen daling geconstateerd.

Op de grote proefvelden bleek door de jaarlijkse bemesting met superfosfaat het P-citr op de bekalkte objecten in 1948 met 8,2 eenheden per 100 kg in totaal toegediend fosforzuur (P_2O_5) te zijn gestegen. Op de niet bekalkte objecten was de stijging 7,1 eenheden. In 1949 steeg het P-citr met resp. 10,9 en 9,4 eenheden. De grotere stijging op de bekalkte velden is waarschijnlijk te wijten aan de hogere pH. Ook door kalkmergel stijgt namelijk het P-citr, en wel per 1000 kg $CaCO_3$ ongeveer 2,6 eenheden. In de veronderstelling dat deze kalkinvloed ook bij de meststoffen van de schuimaardegroep optreedt, werd voor beide proefjaren 1948 en 1949 berekend, dat door 100 kg in deze meststoffen voorkomend fosforzuur (P_2O_5) het P-citr gemiddeld met 5,2 eenheden zal stijgen.

Het P-getal steeg door de bemesting met superfosfaat op de NK-objecten van de grote proefvelden met 1,3 à 1,4 eenheden, op de NKCa-objecten was de stijging per 100 kg/ha P_2O_5 ongeveer 1 eenheid. Ook hier weer een invloed van de kalk op de stijging, thans echter in negatieve zin. Aangenomen dat 1000 kg $CaCO_3$ het P-getal met 0,7 eenheden verlaagt - dit werd bij kalkmergel gevonden - werd voor de schuimaarde-groep berekend dat per 100 kg met deze meststoffen toegediende P_2O_5 het P-getal 1,2 eenheden stijgt. De daling van het P-getal, die bij schuimaarde e.a. optreedt, moet dus aan de in deze meststoffen voorkomende kalk worden toegeschreven.

Bij de super- en slak-serie bleek het P-citr in het eerst proefjaar 1949 door superfosfaat met 13,3 eenheden per 100 kg/ha P_2O_5 te zijn gestegen. Door Thomasslakkenmeel steeg het P-citr met 12,3 eenheden. De stijging van het P-getal was bij deze serie proefvelden gemiddeld 0,9 eenheden per 100 kg/ha P_2O_5.

Op de grote proefvelden is de pH door superfosfaat iets gedaald. Bij de super- en slak-serie was dit niet het geval; wel kwam op de veldjes met Thomasslakkenmeel een hogere pH voor dan op die met superfosfaat.

Gemiddeld over alle uitkomsten steeg het P-citr door 100 kg/ha P_2O_5 met ruim 9 eenheden. Het P-getal nam door deze hoeveelheid fosfaat met 1,1 eenheden toe. Praktisch komt het erop neer dat elke 10 kg P_2O_5 per ha uitgestrooid, het P-citr in de laag 0-5 cm met 1 eenheid doet stijgen, terwijl het P-getal hierdoor met 0,1 eenheid toeneemt.

Het kopergehalte van de grond was op de onderzochte proefvelden te hoog om van de toegediende koperbemesting veel effect te kunnen verwachten. Bij de eerste snede van 1948 was het kopergehalte van het gras op de met koper bemeste objecten slechts weinig hoger dan dat op de niet met koper bemeste veldjes. Op de onbemeste veldjes werd ruim voldaan aan de voor het kopergehalte van het gewas gestelde minimum-eis van 7 mg/kg droge stof. Een opbrengstverhoging werd met de koperbemesting niet verkregen.

Het stikstofrendement in het randgebied stemde overeen met elders gevonden uitkomsten. Voor de eerste snede werd een rendement van 18-20 kg droge stof per kg stikstof berekend, indien de bemesting varieerde van 40 tot 100 kg stikstof per ha. Bij kleinere stikstofgiften was dit hoger. De weersgesteldheid, de toestand van de zodelaag, alsmede het aantal groeidagen bepaalden mede de grootte van het rendement. Het stikstofrendement was bij de nagroei veelal lager dan bij de eerste snede. De nawerking van een in het voorjaar gegeven stikstofgift bleek zeer gering. Elke snede heeft stikstof nodig.

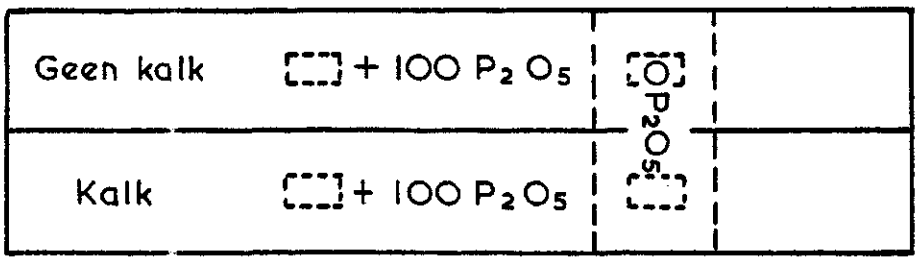
De mos- en zeggeveenproefvelden leverden weinig nieuws op betreffende het vraagstuk van veensoort en verdroging. Het vochtige jaar 1950 was nl. weinig geschikt om de verschillen in verdroging te doen uitkomen.

Bij vergelijking van de door de praktijk verkregen opbrengsten met die van de proefvelden bleek dat de bemesting van de graslanden in het randgebied, wat stikstof en fosfaat betreft, de eerste proefjaren geheel onvoldoende is geweest. Op de fosfaatrijke percelen zou de opbrengst aan droge stof bij de eerste snede ongeveer 25% hoger hebben kunnen liggen, indien voldoende stikstof was gegeven. Op de fosfaatarme percelen was de opbrengstderving nog groter; door een stikstof- en fosfaatbemesting bleek hier een opbrengststijging van ruim 35% mogelijk.

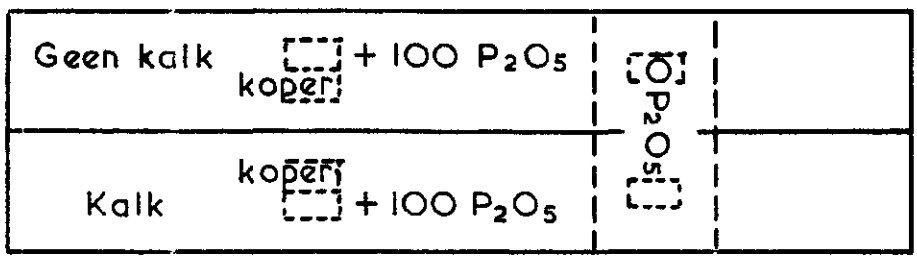
Bijlage

De schema's van de in het randgebied aangelegde „grote" proefvelden

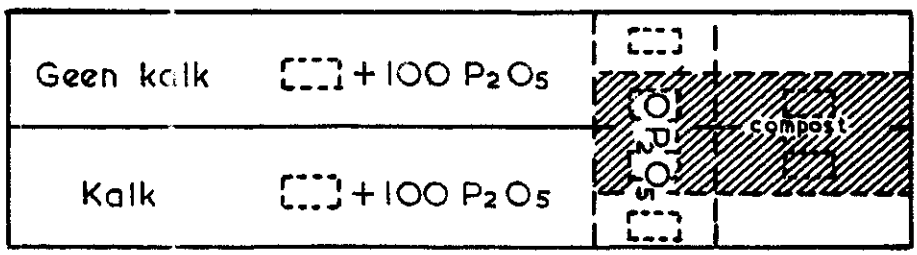
A



B



C



5 m 10 m opbrengstveldje

M 62002