

VERSLAG BETREFFENDE EEN PROEFNEMING MET
EEN BEKALKING OP EEN PERCEEL LAAGVEEN-
GROND, GELEGEN NABIJ HARKSTEDE, GEM. SLOCH-
TEREN (PROV. GRONINGEN) EN IN EIGENDOM VAN
DEN HEER J. H. FREIJE

DOOR

DR. D. J. HISSINK en DR. JAC. VAN DER SPEK,
met medewerking van M. DEKKER

I. Inleiding

De heer P. WEIJER, pachter van een landbouwbedrijfje op laagveengrond onder Harkstede, richtte zich in het jaar 1923 tot de toenmalige derde afdeling van het Rijkslandbouwproefstation met de vraag, of het mogelijk zou zijn, het groote stikstofkapitaal, dat van nature in zijn aan organische stof rijke gronden aanwezig was, door middel van een kalkbemesting beter voor de planten toegankelijk te maken, teneinde op deze wijze op de bemesting met stikstofhoudende meststoffen te kunnen bezuinigen. Aangezien voornoemde derde afdeling toentertijd niet over gegevens uit de praktijk over dit vraagstuk beschikte, werd met den heer WEIJER overeengekomen, op één zijner perceelen een proefveld aan te leggen. Op dit proefveld zou evenwel niet alleen het effect van een bekalking op het beschikbaar komen van het stikstofkapitaal en de omzetting van de organische stof, doch tevens op den zuurgraad (pH) van den grond en op de opneembaarheid van het phosphorzuur bestudeerd worden. Bovendien werd met deze proefneming de gelegenheid geschapen na te gaan, wat er op dit bodemtype — onder de omstandigheden van de proef — met de gegeven hoeveelheden kalk gebeurt, m. a. w. welk deel dezer bemesting door het klei-humus-complex als klei-humus-kalk wordt vastgelegd en welk deel als koolzure kalk in den grond achterblijft, resp. uit den grond wordt uitgespoeld of door de planten wordt opgenomen.

Het perceel, waarop dit proefveld aangelegd is, ligt in den Grooten Harksteder polder, tusschen den weg van Ruischerbrug over Harkstede naar Slochteren en het Slochterdiep, ten oosten van de Kanaalswijk, waaraan het grenst. Deze Kanaalswijk is een van de hoofdafwateringen van den Grooten Harksteder polder, die zijn overtollig water door middel van een stoomgemaal uitslaat op het Slochterdiep. In rechte lijn gemeten bedraagt de afstand van de Noordelijke grens van het Proefveld tot het Slochterdiep ongeveer 750 m. De Grooten Harksteder polder maakt deel uit van het

Groningsche laagveengebied, dat begrensd wordt door den Hondsrug en de veenkolonien in het westen en zuiden, door de zeekleigebieden Hunzingoo, Fivelingoo in het noorden en het Oldambt in het oosten. Langs de randen van dit laagveengebied worden overgangsbodemtypen aangetroffen, die den naam van Roodoorn dragen. De Grootte Harksteder polder is evenwel meer in het midden van dit gebied gelegen en bestaat uit een grondsoort, die als een typisch laagveen op te vatten is. De bouwvoor bevat ongeveer 45 % organische stof, 30 % klei en 25 % zand, terwijl de ondergrond uit een meer onverweerd veentype met ongeveer 70 % organische stof bestaat.

Het proefveld is aangelegd in den herfst van 1923. Twee jaar te voren was over een gedeelte van het betreffende perceel baggeraarde gekomen, die vermoedelijk vrij sterk zuur was. De in het jaar 1922 verbouwde aardappelen vertoonden althans een nadeeligen invloed van deze baggeraarde. In het voorjaar van 1923 heeft het geheele perceel een lichte kalkbemesting gekregen, bestaande uit 1200 kg kluitkalk per ha, gezaaid over rogge. Dit gewas leverde een goede oogst op, zonder waarneembare verschillen tusschen het wel en niet met baggeraarde bestrooide gedeelte. In 1925 ging het land in eigendom over aan den heer J. H. FRELJE, die de verzorging van het proefveld van den heer WELJER overnam tot het jaar 1936, toen het opgeheven werd.

II. Inrichting van het proefveld

Het proefveld bestond aanvankelijk uit drie parallelgedeelten, A, B en C, welke elk in 5 strooken van 8 bij 33 m waren onderverdeeld. Elk dezer strooken werd door een middenpad weer in twee gelijke deelen verdeeld, zoodat er in het geheel $3 \times 5 \times 2 = 30$ veldjes ontstonden. De 15 veldjes, gelegen op de westelijke helft van het proefveld, kregen de nummers A 1 t/m 5, B 1 t/m 5 en C 1 t/m 5, terwijl de 15 veldjes van de oostelijke helft met A 6 t/m 10, B 6 t/m 10 en C 6 t/m 10 genummerd werden. De veldjes 1 en 6 van alle drie gedeelten bleven onbekalkt. De andere veldjes ontvingen op 1 October 1923 schuimaarde, bevattende 30 % kalk (CaO), oplosbaar in verdund zoutzuur, volgens het onderstaande schema.

Gedeelte	Veldje	Kg schuimaarde per ha	Kg CaO per ha
A, B, C	1 en 6	geen	geen
Idem	2 en 7	5 000	1 500
Idem	3 en 8	10 000	3 000
Idem	4 en 9	15 000	4 500
Idem	5 en 10	20 000	6 000

Den volgenden dag is het land met een cultivator ongeveer 5 cm diep bewerkt, waarbij evenwel niet alle schuimaarde goed door den bovengrond heengewerkt werd. Vooral op de veldjes, die de grootste hoeveelheid ontvangen hadden, bleven nog lang brokken schuimaarde aan de oppervlakte liggen. In Februari 1924 is het perceel nog tweemaal bewerkt, nl. éénmaal met een cultivator en éénmaal met een eg. Wegens ongunstige weersomstandigheden kon pas einde Maart 1924 geploegd worden, waarna onmiddellijk haver werd gezaaid. Hier en daar waren toen nog restanten van de schuimaarde-bemesting zichtbaar.

Gedurende de geheele proefperiode ontvangen alle veldjes gelijke hoeveelheden phosphorzuur en kali. De westelijke helft van elk gedeelte (dus de veldjes A, B, C 1 t/m 5) ontving bovendien stikstof in den vorm van chilisalpeter naar 300 à 400 kg per ha, terwijl de oostelijke helft (veldjes A, B, C 6 t/m 10) van 1924 tot 1936 nimmer stikstof ontvangen heeft. Voor de eerste maal is deze verschillende behandeling op 8 April 1924 toegepast.

Bovengenoemde indeeling bleef tot 1929 bestaan. Toen begon een voortzetting van de proefneming in haar oorspronkelijken omvang op financieele bezwaren te stuiten. Bovendien werd de ligging van het proefveld minder gunstig in verband met plannen van den eigenaar tot herverkaveling van zijn land. Om deze redenen werden de gedeelten B en C in 1929 prijsgegeven en werd alleen gedeelte A aangehouden. De indeeling van dit gedeelte is evenwel tot 1936 geheel overeenkomstig den opzet gebleven.

III. Bemonsteringen en resultaten van het onderzoek der grondmonsters

a. *De gehalten aan organische stof, klei, humus en uitwisselbare kalk*

De gebruikelijke ploegdiepte was op het betreffende perceel als regel ongeveer 15 cm, zoodat een 15 cm dikke laag van het ingeklonken stoppeland als de bouwvoor te beschouwen is. Deze laag is dan ook steeds afzonderlijk bemonsterd. Voor zoover tevens van een tweede laag monsters genomen zijn, is dit steeds de laag van 15—30 cm geweest. Deze laatste is evenwel een tamelijk heterogene laag, die op één en hetzelfde veldje nu eens uit onverteerd veen, dan weer uit meer op de bouwvoor gelijkenden, verteerden, veenachtigen grond bestaat. Waarschijnlijk tengevolge hiervan liep het gehalte aan organische stof van in verschillende jaren genomen monsters van de laag van 15—30 cm vaak tamelijk sterk uiteen.

De eerste bemonstering is een paar weken vóór de kalkbemesting uitgevoerd. Toen werden zes monsters (B 1523 t/m 1528) genomen, nl. van de lagen van 0—15 cm en van 15—30 cm van de gedeelten A, B en C. De resultaten van het onderzoek van deze monsters zijn in tabel I opgenomen,

tenminste voor zoover het de drie monsters van de laag van 0—15 cm betreft. De kleigehalten, voorkomende in deze tabel, zijn niet bepaald, doch zijn op 29,2 % aangenomen, zijnde het gemiddelde kleigehalte van de in 1936 genomen monsters (zie tabel III).

Zie tabel I, blz 417.

Uit deze resultaten blijkt, dat de monsters van de afzonderlijke gedeelten een slechts weinig uiteenlopende samenstelling bezitten. Dit heeft destijds den indruk gewekt, dat het geheele proefveld een zeer homogene bouwvoor zou bezitten, zoodat een aparte bemonstering van de afzonderlijke veldjes vóór de bekalking niet noodig werd geoordeeld. Uit latere bemonsteringen is evenwel gebleken, dat deze veronderstelling niet juist geweest is, vooral wat de gehalten aan organische stof en uitwisselbare kalk betreft. Deze grootheden vertoonen binnen de grenzen van elk gedeelte tamelijk groote schommelingen en het is uitsluitend aan het toeval toe te schrijven, dat de gemiddelden van de afzonderlijke gedeelten vóór de bekalking onderling zoo weinig uiteenliepen.

Tegelijk met deze bemonsteringen is op een tweetal plekken van de bouwvoor het volumegewicht bepaald. Gevonden werd een volumegewicht van resp. 0,453 en 0,472, of gemiddeld 0,463. Dit getal wil zeggen, dat 1 dm³ van de bouwvoor in haar natuurlijke ligging 0,463 kg droge stof bevat. Voor 1 ha en een 15 cm dikke laag wordt dit $1\ 500\ 000 \times 0,463 = 695\ 000$ kg droge stof.

In een monster grond, bevattende 44,4 % organische stof, 29,2 % klei, 26,4 % zand en 50,8 % organische stof (+ klei) werd volgens de toentertijd gebruikelijke methode bepaald, hoeveel kalk deze grond zou moeten opnemen om een bepaalde pH te bereiken. Volgens deze methode werden aan een aantal evengroote gewichts-hoeveelheden grond opklimmende hoeveelheden natronloog toegevoegd, waarmede deze grond een zekeren tijd in aanraking bleef onder af en toe schudden. In het onderhavige geval bedroeg de inwerkingsduur 2 etmalen, waarna in de suspensie's de pH gemeten werd. De proef was zóó ingericht, dat aan 100 g organische stof + klei, resp. 10,24, 20,48, 40,96 en 61,45 cc normaal natronloog — in alle vier gevallen aanwezig in eenzelfde volume vloeistof — toegevoegd was, hetgeen equivalent is met resp. 0,288, 0,573, 1,147 en 1,721 g CaO. De gemeten pH's waren resp. 5,15, 5,73, 6,48 en 6,94. De hoeveelheden kalk, die op de verschillende veldjes gegeven zijn, waren op de resultaten van bovengenoemde potentiometrische natronloog-titratie gebaseerd. Zooals reeds opgemerkt is, ontvingen de veldjes 2/7, 3/8, 4/9 en 5/10 resp. 1500, 3000, 4500 en 6000 kg CaO per ha, in den vorm van schuimaarde. Deze kalkgiften, omgerekend op de droge

stof, aanwezig in de laag van 0—15 cm (695 000 kg), komen overeen met resp. 0,216, 0,432, 0,647 en 0,863 g CaO per 100 g droge stof. Per 100 g droge stof was in 1923 gemiddeld 51,2 g organische stof + klei (als org. stof) aanwezig (zie tabel I), zoodat per 100 g organische stof + klei (als org. stof) resp. 0,42, 0,84, 1,26 en 1,69 g CaO gegeven is. Wanneer de resultaten van de potentiometrische loog-titratie grafisch worden uitgezet en men zet de met de schuimaarde gegeven hoeveelheden CaO op de verkregen curve af, dan blijkt duidelijk, dat met de opklimmende kalkgiften het doel voor-gezetten heeft, de pH van den grond op de veldjes 2/7, 3/8, 4/9 en 5/10 op resp. ongeveer 5,5, 6,0, 6,5 en 7,0 te brengen.

In latere jaren is intusschen wel gebleken, dat een potentiometrische natronloog-titratie geen juiste methode is voor het berekenen van de hoeveelheid CaO, die een grond noodig heeft om een bepaalde pH te bereiken (1). Wanneer bijv. aan twee gelijke gewichtshoeveelheden van een zuur reageerenden grond gelijke volumina van equivalente oplossingen van resp. natronloog en kalk (calciumhydroxyde) worden toegevoegd, dan zal, na een even langen inwerkingsduur, in de natronloog-suspensie een vrij wat hoogere pH gevonden worden dan in de suspensie der kalkoplossing. Hieruit valt af te leiden, dat met een op een natronloog-titratie gebaseerde kalkgift steeds een lagere pH zal worden bereikt, dan op grond van deze titratie te verwachten ware. Op blz. 167 van de in noot 1 genoemde publicatie wordt voor dit verschijnsel een verklaring gegeven. Door een behandeling met NaOH, resp. Ca(OH)₂, vindt een omwisseling plaats tusschen waterstofionen uit den grond en Na-, resp. Ca-ionen, uit de oplossing. Na deze omwisseling is het adsorbeerend complex (klei en humus) van den grond derhalve rijker aan basen geworden. In het onderhavige geval, waarin het humusgronden betreft, ontstaat na een behandeling met natronloog een natriumhumaat en na behandeling met kalk een calciumhumaat. Calciumhumaat is minder oplosbaar en dus ook minder sterk gedissocieerd dan natriumhumaat; de hydrolyse is bij natriumhumaat grooter, waardoor het pH-getal, bij aanwezigheid van equivalente hoeveelheden CaO en Na₂O, bij natriumhumaat hooger is dan bij calciumhumaat (2).

De tweede bemonstering vond plaats in September 1924, dus ongeveer een jaar na de bemesting met schuimaarde, toen de laag van 0—15 cm van alle 30 veldjes afzonderlijk bemonsterd werd (B 1699—1728). Deze monsters zijn op dezelfde bestanddeelen onderzocht als die van de eerste bemonstering (zie tabel I). De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel II opgenomen. Evenals voor de monsters van 1923 is ook voor die van 1924 het kleigehalte aangenomen op 29,2 %. Voor elk van de drie gedeelten A, B en C, zijn gemiddelden berekend, die eveneens in tabel II opgenomen zijn. Deze

gemiddelden kunnen met de cijfers van tabel I vergeleken worden. Bij deze vergelijking blijkt, dat de gemiddelde gehalten aan organische stof van de gedeelten A en B in 1923 en 1924 nagenoeg gelijk waren, terwijl dat van gedeelte C in 1924 3 % lager was dan in 1923 (nl. 41,7 % tegen 44,7 %). De gemiddelden van 1924 zijn evenwel berekend uit tamelijk uiteenlopende cijfers, die bijv. bij gedeelte A van 37,2 % tot 49,1 % en bij gedeelte C van 35,8 % tot 48,9 % variëren. Uit deze variatie's valt een tamelijk groote heterogeniteit van de bouwvoor van de gedeelten A en C af te leiden, in welk opzicht gedeelte B een gunstige uitzondering maakt. Het ligt voor de hand, dat met de schommelingen in de gehalten aan organische stof van de verschillende veldjes, tevens de gehalten aan uitw. kalk, in % op grond, vrij groote verschillen zullen vertoonen. Dit zou echter nog niet zoo erg geweest zijn, als de rijkdom van het adsorbeerend materiaal aan uitwisselbare kalk — in de tabellen I en II aangegeven door het aantal g CaO per 100 g organische stof + klei (als organische stof) — in 1923 op alle veldjes ongeveer even groot geweest was, nl. gemiddeld 1,90 g (zie tabel I). In dit geval zou deze grootte in tabel II een regelmatige stijging moeten hebben vertoond in de richting van de veldjes 1 naar 5 en van de veldjes 6 naar 10, in welke stijging een zekere evenredigheid met de grootte van de kalkgift tot uitdrukking zou hebben moeten komen. Dit is evenwel niet het geval. Wel vertoont het aantal g CaO per 100 g org. stof + klei van tabel II een globale, doch geen evenredige stijging. Men zie bijv. de afwijkende cijfers van de veldjes A 4 (1,99), C 2 (1,92), C 5 (2,63) en de geheel afwijkende reeks A 6 tot A 10. Daarentegen geven de cijfers van het B-gedeelte een gunstiger beeld te zien. Uit deze cijfers blijkt intusschen wel, dat niet alleen het gehalte aan adsorbeerend materiaal en aan uitwisselbare kalk, maar ook de rijkdom van dit materiaal aan uitwisselbare kalk, vóór de bekalking op de verschillende veldjes niet gelijk geweest kan zijn. Dit is in dit geval een ongunstige omstandigheid, omdat de begintoestand van het proefveld nu onvoldoende is vastgelegd. Wel bezitten we in het cijfermateriaal van tabel I de gegevens van de drie afzonderlijke gedeelten, doch niet die van de 30 afzonderlijke veldjes. Onder deze omstandigheden is het niet mogelijk het lot van de kalkbemesting voor elk veldje afzonderlijk na te gaan. Het is echter wel mogelijk dit op een andere wijze te doen en hiervoor staan twee wegen open. In de eerste plaats door de gemiddelde cijfers van de gedeelten A, B en C van 1923 en 1924 met elkaar te vergelijken en in de tweede plaats door uit het cijfermateriaal van tabel II gemiddelden te berekenen van alle gelijk-bekalkte veldjes en deze te vergelijken met de gemiddelde cijfers van tabel I. Beide methoden van berekening worden hieronder nader uitgewerkt.

1°. *Berekening met de gemiddelden van de drie afzonderlijke gedeelten*

Elk gedeelte heeft, wat de bekalking betreft, vijf veldjes, waarop resp. 0, 1500, 3000, 4500 en 6000, is gemiddeld 3000 kg CaO per ha gegeven is. Per ha is in de laag van 0—15 cm 695 000 kg droge stof aanwezig, zoodat de gemiddelde kalkgift per 100 g droge stof $3000 : 6950 = 0,432$ g CaO bedraagt. Blijkens de tabellen I en II werd in 1923 en 1924 het volgende aantal grammen uitwisselbare CaO per 100 g droge stof gevonden:

	A	B	C
1924	1,270	1,356	1,283
1923	0,982	0,968	0,967
Toename	0,288	0,388	0,316

Deze toename is, in procenten van de kalkgift, op gedeelte:

A $100 \times 0,288 : 0,432 = 67 \%$;

B $100 \times 0,388 : 0,432 = 90 \%$;

C $100 \times 0,316 : 0,432 = 73 \%$.

Op de gedeelten A, B en C was één jaar nà de bekalking derhalve resp. 67, 90 en 73 %, of gemiddeld 77 % van de kalkgift als klei-humus-kalk door het adsorbeerend materiaal (org. stof en klei) van de laag van 0—15 cm vastgelegd. Het lot van de overige 23 % is niet bekend. Een deel hiervan zal toen nog in den vorm van koolzure kalk (kluitjes schuimaarde) in de bouwvoor aanwezig geweest zijn, doch hiernaar is geen onderzoek ingesteld.

2°. *Berekening met de gemiddelden van de gelijk-bekalkte veldjes*

Veldjes	1 + 6	2 + 7	3 + 8	4 + 9	5 + 10
Kg CaO per ha gegeven	0	1500	3000	4500	6000
is g CaO per 100 g droge stof	0	0,216	0,432	0,647	0,863

Grammen uitw. CaO, per 100 g droge stof, gevonden in:

1924	1,130	1,191	1,250	1,396	1,548
1923	0,972	0,972	0,972	0,972	0,972
Toename	0,158	0,219	0,278	0,424	0,576
Toename in % van de gift		100 %	64 %	66 %	67 %

Op de veldjes, waarop de kleinste hoeveelheid kalk gegeven is, is de gemiddelde relatieve opname door het adsorbeerend complex het grootst, nl. 100 %. De drie andere hoeveelheden vertoonen in dit opzicht geen geleidelijke daling in de richting van de grootere kalkgift, doch zijn onderling practisch gelijk en hebben gemiddeld 66 % of 2/3 deel van de kalkgift als klei-humus-kalk vastgelegd. De gemiddelde opname op alle bekalkte veldjes is 69 %.

Ook op de onbekalkte veldjes werd het gehalte aan uitw. CaO in 1924 gemiddeld hooger gevonden dan het gemiddelde cijfer voor deze veldjes in tabel I. Dit kan uiteraard een gevolg zijn van de heterogeniteit van het proefveld, doch ook van verplaatsing van grond van het eene veldje naar het andere, bijv. tijdens ploegen, eggen, enz. Nemen we aan, dat de op de onbekalkte veldjes gevonden toename aan kalk afkomstig is van de bekalkte veldjes, dan is de eerstgenoemde hoeveelheid afkomstig van een viermaal grootere oppervlakte. Verdeeld over een viermaal grootere oppervlakte zou deze 0,158 % gemiddeld 0,040 % CaO op alle bekalkte veldjes tezamen bedragen, hetgeen overeenkomt met 8 % van de gemiddelde kalkgift. De totale, gemiddelde opname van de kalkgift bedraagt derhalve $69 + 8 = 77\%$, zijnde eenzelfde uitkomst als volgens de eerste berekening (3).

Uit de kalkcijfers valt verder nog af te leiden, dat het adsorbeerend materiaal van de westelijke helft van het proefveld gemiddeld armer aan kalk is dan dat van de oostelijke helft. Dit verschil zal ongetwijfeld reeds vóór de bekalking bestaan hebben, doch hiervan hebben we geen gegevens. Het is moeilijk aan te nemen, dat een dergelijk verschil in één jaar zou zijn ontstaan, doordat de eene helft wel en de andere helft niet met chilisalpeter bemest is. In de monsters van 1924 is het volgende gemiddelde aantal grammen CaO per 100 g organische stof + klei gevonden:

Gedeelten	A	B	C	Gem.
Veldjes 1 tot 5 (westzijde)	2,22	2,27	2,48	2,32
Veldjes 6 tot 10 (oostzijde)	2,89	2,80	2,96	2,88

De laatste bemonstering vond plaats op 30 Juli 1936, toen alleen het A-gedeelte nog bestond. Van de 10 veldjes van dit gedeelte werd zoowel de laag van 0—15 cm als die van 15—30 cm bemonsterd (B 8058—8077). Ook deze monsters, althans voor zoover ze van de laag van 0—15 cm afkomstig

zijn, werden op dezelfde bestanddeelen onderzocht als die van de eerste en tweede bemonstering (tabel I en II). De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel III op blz. 418 opgenomen.

De gemiddelde gehalten aan organische stof, uitw. CaO op grond en uitw. CaO op organ. stof + klei van het geheele A-gedeelte werden in 1936 (tabel III) nagenoeg even hoog gevonden als in 1924 (tabel II). Een verdere kalkopname door het adsorbeerend complex uit de in den grond nog aanwezige restanten van de schuimaarde-bemesting heeft in deze 12 jaar derhalve niet plaats gevonden, evenmin een daling van de klei-humus-kalk, hetzij door uitspoeling, hetzij door opname door het gewas, of tengevolge van andere oorzaken. De gemiddelde kalkcijfers van de westelijke helft (met stikstof) zijn van 1924 tot 1936 iets gestegen, waartegenover een ongeveer evengroote daling dezer cijfers op de oostelijke helft (zonder stikstof) staat, hetgeen uit onderstaande cijfers blijkt.

Veldje	Stikstof	Uitw. CaO op grond		Uitw. CaO op org. stof + klei	
		1924	1936	1924	1936
Westzijde 1—5	met	1,070	1,134	2,22	2,37
Oostzijde 6—10	zonder	1,471	1,409	2,89	2,81

Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven. Indien de invloed van de bemesting met chilisalpeter hier in het spel geweest was, zouden we, voor zoover dit de westzijde betreft, een omgekeerd resultaat hebben mogen verwachten. Ook kan het verschijnsel vermoedelijk niet toegeschreven worden aan het gewas, want de met stikstof bemeste helft heeft vrijwel steeds een grootere oogst opgeleverd. We zijn eerder geneigd deze schommelingen aan de minder goede homogeniteit van het proefveld toe te schrijven. Ook de gemiddelde cijfers van de verschillend bekalkte veldjes vertoonen nu eens een stijging, dan weer een daling. In 1924 en 1936 bezaten deze veldjes van gedeelte A bijv. het volgende aantal g uitw. CaO per 100 g organische stof + klei.

Veldjes	1 + 6	2 + 7	3 + 8	4 + 9	5 + 10	Gem.
1924	2,45	2,52	2,62	2,36	2,84	2,56
1936	2,57	2,65	2,54	2,50	2,69	2,59

b. De gehalten aan stikstof

De stikstof is een bestanddeel van de organische stof en aangezien de betreffende gronden rijk aan organische stof zijn, is ook hun gehalte aan stikstof hoog.

De stikstofrijksdom van de organische stof is bij alle grondtypen niet even groot. In hoogveen wordt bijv. per 100 g org. stof gemiddeld ongeveer 1 g stikstof (N) gevonden (S-cijfer), terwijl deze grootheid S in laagveen zich ongeveer tusschen 2,5 à 3,5 beweegt. Hoe hoger dit cijfer is, des te beter zal in het algemeen de opneembaarheid van de stikstof voor de planten zijn.

De laag van 0—15 cm van het proefveld bevatte in 1923 gemiddeld per 100 g droge stof 44,8 g org. stof en 1,17 g stikstof (tabel I). Per 100 g org. stof was derhalve gemiddeld $100 \times 1,17 : 44,8 = 2,61$ g stikstof aanwezig. Uit dit cijfer blijkt, dat de betreffende grond tot het, uit een landbouwkundig oogpunt, betere laagveentype gerekend moet worden, waarvan de stikstof in een voor de planten behoorlijk opneembaren vorm aanwezig is. De in 1923 voor de afzonderlijke gedeelten gevonden stikstof-cijfers loopen onderling weinig uiteen.

De gehalten aan stikstof, in procenten op grond, van de in de jaren 1924 en 1936 afzonderlijk bemonsterde veldjes (tabellen II en III) vertoonen wel onderlinge verschillen, doch deze loopen vrijwel parallel met de gevonden verschillen in het gehalte aan organische stof. Men kan deze cijfers derhalve beter beoordeelen, indien ze op organische stof omgerekend worden. De onderlinge verschillen worden dan geringer en de gemiddelde waarden van de gedeelten A, B en C blijken in de jaren 1923, 1924 en 1936 steeds ongeveer even hoog te zijn. Voor het A-gedeelte waren deze waarden in deze drie jaren bijv. resp. 2,63, 2,69 en 2,58. Het is in dit geval van belang te weten, of uit het beschikbare cijfermateriaal eenige invloed van de kalkbemesting, en van de wel of niet gegeven stikstofbemesting, op de stikstofhoeveelheid afgeleid kan worden. Onderstaande cijfers geven een overzicht van de gemiddelden van de met verschillende hoeveelheden CaO bekalkte veldjes, gevonden in de jaren 1924 en 1936.

Kg CaO per ha	0	1500	3000	4500	6000
Veldjes	1 + 6	2 + 7	3 + 8	4 + 9	5 + 10
g stikstof (N) per 100 g organische stof:					
1924 (gedeelten A, B en C) . .	2,66	2,63	2,63	2,72	2,69
1924 (gedeelte A)	2,67	2,66	2,66	2,81	2,67
1936 (gedeelte A)	2,54	2,49	2,65	2,65	2,57

In 1924 is het gemiddelde aantal g stikstof per 100 g org. stof van alle drie gedeelten op de sterkst bekalkte veldjes (4, 5, 9 en 10) het hoogst. De verschillen zijn evenwel gering. Bovendien doet zich dit verschijnsel in de jaren 1924 en 1936 op gedeelte A niet voor. Met eenige zekerheid kan derhalve geen invloed van de bekalking op den stikstofrijksdom van de org. stof waargenomen worden.

De invloed van de stikstofbemesting op de hoeveelheid stikstof is alleen na te gaan uit de in de jaren 1924 en 1936 gevonden cijfers van gedeelte A. De hieruit berekende gemiddelden zijn de volgende:

g stikstof per 100 g organische stof			
Veldje	Chili	1924	1936
A 1 t/m 5	met	2,74	2,61
A 6 t/m 10	zonder	2,65	2,54

Zowel op de met chili als zonder chili bemeste helft daalt het stikstofcijfer van 1924 tot 1936 ongeveer even sterk, waaruit blijkt, dat de chili-bemesting op dit cijfer geen invloed uitgeoefend heeft.

c. De gehalten aan phosphorzuur

Het gehalte aan phosphorzuur, dat in de tabellen I, II en III opgenomen is, is het zoogenaande totaal-phosphorzuur, d.w.z., het phosphorzuur, dat in 12½ %-ig salpeterzuur oplosbaar is, nadat de grond vooraf zacht gegloeid is. Van dit phosphorzuur is slechts een gedeelte direct voor de planten opneembaar. In 1923 werd als gemiddelde voor het geheele proefveld 0,277 % totaal phosphorzuur (P₂O₅) gevonden (tabel I), welke gehalte voor een in goeden cultuurtoestand verkeeren grond van het laagveentype een normale waarde is. Na 1923 is de grond geleidelijk rijker aan P₂O₅ geworden. In 1924 was het gemiddelde percentage P₂O₅ van alle drie vakken bijv. 0,287 en in 1936 dat van gedeelte A gemiddeld 0,377. Voor deze stijging kunnen twee verklaringen gegeven worden, nl. de bemesting met schuimaarde en met kunstmeststoffen. In zijn werkje over bemestingsleer geeft *Otten* op, dat in schuimaarde 0,5 à 1 % P₂O₅ aanwezig is. Er is op het proefveld gemiddeld 10 000 kg schuimaarde per ha gegeven, waarin 50 à 100 kg P₂O₅ aanwezig geweest zal zijn. Omgerekend op 695 000 kg droge stof, die de bouwvoor van 0—15 cm bevat, wordt dit 0,007 à 0,014 g P₂O₅ per 100 g droge stof. In den herfst van 1923 is bovendien als bemesting gegeven 67 kg P₂O₅ per ha, hetgeen overeenkomt met 0,010 g P₂O₅ per 100 g droge stof. Er is derhalve

in beide vormen 0,017 à 0,024 g P_2O_5 per 100 g droge stof toegediend. Van 1923 tot 1924 is het P_2O_5 -gehalte van den grond met de volgende percentages gestegen (zie de tabellen I en II).

Gedeelte	A	B	C
P_2O_5 in 1924	0,303 %	0,279 %	0,280 %
P_2O_5 in 1923	0,294 %	0,259 %	0,277 %
Stijging	0,009 %	0,020 %	0,003 %

Deze drie cijfers variëren nogal, hetgeen op dit weinig homogene proefveld blijkbaar iets onvermijdelijks is. Gemiddeld bedraagt de stijging van 1923 op 1924 0,011 % P_2O_5 tegen een gift van 0,017 à 0,024 % P_2O_5 . Het verdere verloop van de phosphorzuurcijfers is alleen op gedeelte A na te gaan. Van 1924 tot 1936 werd gemiddeld per jaar ongeveer 85 kg P_2O_5 per ha gegeven, dat is in 12 jaar 1020 kg P_2O_5 , of $1020 : 6950 = 0,147$ g P_2O_5 per 100 g droge stof. In deze jaren is het aantal grammen P_2O_5 per 100 g droge stof van gedeelte A met gemiddeld $0,377 - 0,303 = 0,074$ g gestegen (zie de tabellen II en III). Van het gegeven phosphorzuur is derhalve ongeveer de helft uit de bouwvoor verdwenen, hetzij door opname door de planten hetzij door uitspoeling door het regenwater naar diepere lagen, terwijl de andere helft door de bouwvoor werd vastgelegd. Uit dit laatste feit kan wel met zekerheid geconcludeerd worden, dat het proefveld in de laatste twaalf jaren een onnoodig groote phosphorzuurbemesting ontvangen heeft en in de eerstvolgende jaren zeker wel met minder, misschien wel met de helft, phosphorzuur zal kunnen volstaan. Indien de stijging van het P_2O_5 voor de westelijke en oostelijke helft van gedeelte A afzonderlijk uitgerekend wordt, krijgt men de volgende resultaten.

Westzijde (chili) $0,384 - 0,313 = 0,071$ % P_2O_5 stijging;

Oostzijde (geen chili) . . $0,369 - 0,292 = 0,077$ % P_2O_5 stijging.

Dit kleine verschil in stijging van het totaal phosphorzuurgehalte tusschen west- en oostzijde kan een toevalligheid zijn, doch is mogelijk ook een gevolg van de omstandigheid, dat de westzijde gemiddeld betere oogstresultaten opgeleverd heeft.

In de monsters van 1936 is ook het gehalte aan in 1 %-ig citroenzuur bepaald en uit dit gehalte en het gehalte aan totaal-phosphorzuur de relatieve oplosbaarheid van het phosphorzuur berekend (4). Als gemiddelde van het geheele gedeelte A werd 0,106 % in citroenzuur oplosbaar P_2O_5 en een relatieve oplosbaarheid van 28,1 gevonden. Dit zijn hooge waarden, in het

bijzonder het percentage in citroenzuur oplosbaar P_2O_5 , hetgeen eveneens op een onnoodig sterke P_2O_5 -bemesting gedurende de proefjaren wijst. De gemiddelde waarden voor de wel en niet met chili bemeste helft en voor de verschillend bekalkte veldjes zijn de volgende.

	% P_2O_5 , oplosbaar in 1 %-ig citr.zuur	Relatieve oplosbaarheid van het P_2O_5
Westzijde (met chili)	0,105	27,2
Oostzijde (zonder chili)	0,107	29,0
geen CaO	0,101	27,6
1500 kg „	0,106	29,0
3000 „ „	0,106	28,0
4500 „ „	0,109	27,6
6000 „ „	0,106	28,4

De verschillen tusschen de wel en niet met chili bemeste helften zijn slechts gering en wijzen niet op invloed in eenigerlei richting. Alle bekalkte veldjes zijn rijker aan in 1 %-ig citroenzuur oplosbaar P_2O_5 dan het onbekalkte object, ofschoon de bekalkte veldjes in dit opzicht geen verband met de sterkte van de bekalking vertoonen. Het gemiddelde verschil valt evenwel binnen de gemiddelde hoeveelheid P_2O_5 , die met de schuimaarde gegeven is (0,007 à 0,014 %, zie blz. 403) en mag derhalve niet zonder meer toegeschreven worden aan eenigen invloed van de toegediende kalkmeststof op de oplosbaarheid van het in den grond aanwezige phosphorzuur. Indien dit laatste werkelijk plaats gevonden had, zou de relatieve oplosbaarheid van het phosphorzuur op de bekalkte veldjes iets meer hebben moeten stijgen, dan thans het geval is.

d. Veranderingen in den zuurgraad (pH)

Het proefveld had vóór de bekalking een gemiddelde pH-waarde van 4,7. In 1924 was deze grootte tot gemiddeld 5,0 gestegen en in 1936 bezat gedeelte A een gemiddelde pH-waarde van eveneens 5,0. In de eerste plaats is het van belang na te gaan, welke verandering de bekalking in den zuurgraad van den grond teweeggebracht heeft. Voor dit doel worden hieronder de in de monsters van 1924 gevonden gemiddelde pH-waarden van de met verschillende hoeveelheden CaO bekalkte veldjes vermeld.

Bemest met kg CaO per ha:	0	1500	3000	4500	6000
Gem. pH's van alle gelijk bemeste veldjes . . .	4,63	4,73	4,87	5,23	5,48
Idem op de met chili bemeste helft	4,67	4,73	4,90	5,13	5,43
Idem op de helft zonder chili	4,60	4,73	4,83	5,33	5,53

Uit deze cijfers blijkt duidelijk een verband tusschen de grootte van de kalkgift en de stijging van de pH-waarde. Deze stijging is evenwel slechts gering en blijft ver beneden het in 1923 met de bekalking gestelde doel, n.l. het bereiken van een pH-waarde op de bekalkte veldjes van resp. 5,5, 6,0, 6,5 en 7,0 (zie blz. 397). Het foutieve van de bepaling van de kalkbehoefte in een humusrijken grond, met behulp van een potentiometrische titratie met natronloog wordt hiermede wel duidelijk gedemonstreerd.

Voor een verklaring hiervan wordt naar blz. 397 verwezen. Hieraan zij nog toegevoegd, dat de gewenschte pH's op het land meestal evenmin verkregen worden bij aanwending van een hoeveelheid kalk, berekend uit een potentiometrische titratie met een kalkoplossing, al wordt in dit geval het gewenschte doel dichter benaderd. De oorzaak van dit laatste verschijnsel moet onder meer hieraan worden toegeschreven, dat de kalkgift als regel nooit in zijn geheel als klei-humus-kalk door de klei-humus-substantie opgenomen wordt. Bij aanwending van kalk in den vorm van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ zal een deel er van, door den invloed van het koolzuur uit de bodemlucht, in CaCO_3 overgaan. In het onderhavige geval, waarin de kalk als schuimaarde, dus in den vorm van CaCO_3 , gegeven werd, is een gedeelte van deze CaCO_3 als zoodanig in den grond achtergebleven. Als alle andere factoren, zooals grondsoort, grootte van de kalkgift, vermenging door den grond, enz., gelijk zijn, zal het percentage van de kalkgift, dat als klei-humus-kalk gebonden wordt, grooter zijn, naarmate het klei-humus-complex vóór de bekalking minder met basen verzadigd was, m. a. w. naarmate de grond vóór de bekalking een zuurdere reactie bezat. De bovengrond van het proefveld reageerde vóór de bekalking tamelijk sterk zuur (pH = 4,7), zoodat een vrij sterke kalkopname door het klei-humus-complex te verwachten was. Inderdaad bleek een jaar nà de kalkgift een hoog percentage van de kalkgift, n.l. gemiddeld 77 %, als klei-humus-kalk opgenomen te zijn.

Ten aanzien van de pH-waarden van de monsters van tabel II kan nog opgemerkt worden, dat de gemiddelde pH's van de westelijke en oostelijke helft practisch gelijk zijn, n.l. resp. 4,97 en 5,00. Daarentegen is, zooals bekend, de kalkrijkdom van het adsorbeerend materiaal op beide helften tamelijk verschillend, n.l. resp. 2,32 op de westelijke helft (met chili) en 2,88 g CaO op de oostelijke helft (zonder chili) per 100 g org. stof + klei (zie blz. 400). Hiervan uitgaande, zouden we op de met chili bemeste westelijke helft een duidelijk lager pH-gemiddelde hebben moeten vinden, dan op de oostelijke helft, die geen chili ontvangen heeft, wat niet het geval blijkt te zijn. Of deze eigenaardigheid reeds vóór den aanleg van het proefveld bestond is niet bekend, doch het is zeer goed mogelijk, dat de pH op de westelijke helft door de bemesting met natriumnitrat (chili) omhoog gedreven is. Een verklaring

voor de stijging van het pH-getal, na een bemesting met chilisalpeter is reeds vroeger gegeven (5). De chemische werking, die natriumnitrat en grond op elkaar uitoefenen, is een uitwisselingsreactie. Het Na-ion van het NaNO_3 kan bijv. uitwisselen tegen een H-ion van het adsorptiecomplex, in welk geval dit complex rijker aan basen wordt. Zoodra het bij dit uitwisselingsproces gevormde, vrije HNO_3 door de planten opgenomen of door den regen uitgeloozd zal zijn, zal de grond derhalve een hoogere pH gekregen hebben. De Na-ionen kunnen evenwel ook tegen andere positief geladen ionen, bijv. tegen Ca-ionen uitwisselen, in welk geval de equivalente basenrijkdom van het klei-humus-complex gelijk blijft, doch een gedeelte van de Ca-klei-humus-verbinding overgaat in een Na-klei-humus-verbinding. Op blz. 397 is reeds uiteengezet, dat ook deze omzetting met een verhooging van de pH-waarde gepaard gaat.

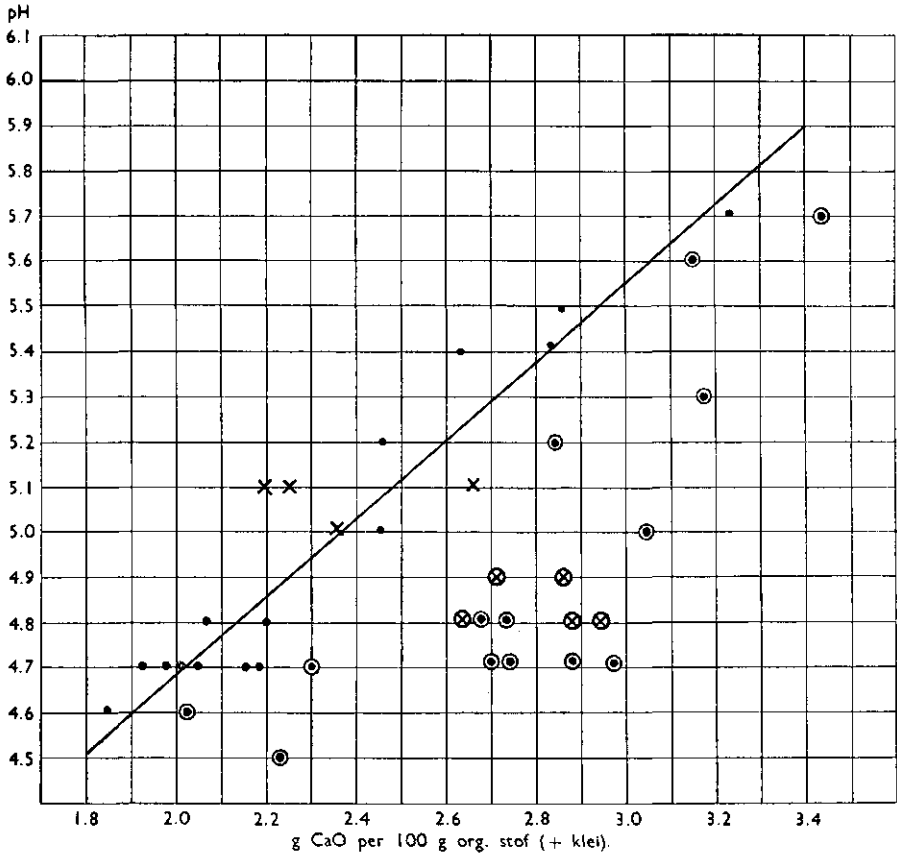
Niet alleen de gemiddelde, doch ook de individueele pH-waarden van alle in 1924 en in 1936 genomen monsters van de bouwvoor vertoonen het bovengenoemde verschijnsel. Dit moge blijken uit de grafiek (Bijlage I), aangevende het verband tusschen de pH en het aantal g CaO per 100 g org. stof (+ klei). In de op deze grafiek gegeven toelichting wordt de beteekenis van de punten voldoende duidelijk weergegeven. Dat er op de afzonderlijke helften van het proefveld verband tusschen beide grootheden bestaat, blijkt uit deze grafiek duidelijk, ofschoon toegegeven moet worden, dat dit verband niet bepaald fraai is. Voor een fraai verband is de verspreiding van de punten op de horizontale lijnen soms wel wat groot. De punten van de niet met chili bemeste helft liggen op de grafiek, bij gelijke hoogte (= gelijke pH) meer naar rechts (= meer grammen CaO per 100 g org. stof/+ klei/). Opgemerkt dient nog te worden, dat de pH-verschillen tusschen de wel en niet met chili bemeste helften gedurende de jaren 1924 tot 1936 practisch niet grooter geworden zijn. Opmerkelijk is evenwel, dat de pH-waarden van 1936 (tabel III) practisch geen verband met de grootte van de kalkgift meer vertoonen.

e. Onderzoek van de ondergronden

Zooals hierboven reeds opgemerkt is, bestaat de laag van 15—30 cm tendeele uit meer verweerden veenachtigen grond en voor een ander deel uit onverweerd veen. De in de verschillende jaren van deze laag genomen monsters zijn om deze reden gekenmerkt door groote variatie's in hun gehalte aan organische stof. Uit den aard der zaak loopen ook de bestanddeelen, die van de organische stof deel uitmaken of daaraan gebonden zijn — zooals stikstof en uitwisselbare kalk — in deze monsters sterk uiteen, althans voorzover dit de absolute waarden, omgerekend in procenten op grond, betreft. De relatieve waarden, omgerekend in procenten op organische stof, zijn daar-

PROEFVELD HARKSTEDE
 VERBAND TUSSEN HET AANTAL g CaO PER 100 g ORGANISCHE STOF
 (+ KLEI EN DE pH IN DE BOUWVOOR VAN 0—15 cm

- • bemonstering 1924 van de helft met stikstof;
- × bemonstering 1936 van de helft met stikstof;
- ⊙ ⊙ bemonstering 1924 van de helft zonder stikstof;
- ⊗ bemonstering 1936 van de helft zonder stikstof.



entegen aan minder sterke schommelingen onderhevig en met behulp van deze cijfers is het mogelijk iets van de ondergronden van vóór en nà de bekalking te zeggen. Een bemonstering van den ondergrond, zoowel vóór als nà de bekalking, is alleen op gedeelte A uitgevoerd. De individueele cijfers van de

afzonderlijke veldjes zijn onderling vrij sterk uiteenlopend en vertoonen niet het geringste verband met de grootte van de kalkbemesting. De gemiddelde cijfers van het geheele A-gedeelte zijn de volgende:

g uitw. CaO per 100 g org. stof in	1923 — 2,15 ;
idem	1936 — 2,19 ;
g stikstof (N) per 100 g org. stof in	1923 — 2,08 ;
idem	1936 — 1,98 ;
g totaal-P ₂ O ₅ per 100 g drogen grond in	1936 — 0,163;
g citr.opl.-P ₂ O ₅ per 100 g drogen grond in	1936 — 0,031;
relatieve oplosbaarheid van het P ₂ O ₅ in	1936 — 19 ;
pH in	1923 — 4,3 ;
pH in	1936 — 4,5 .

Uit deze cijfers valt af te leiden, dat de laag van 15—30 cm practisch niet van de kalkking geprofiteerd heeft. Weliswaar is de pH iets omhoog gegaan, doch de kalkrijkdom van de organische stof is practisch niet toegenomen. De organische stof van deze laag is armer aan stikstof dan die van den bovengrond, nl. ongeveer 2,0 tegen 2,6 g stikstof per 100 g org. stof. Dit lagere stikstofcijfer wijst op een minder ver gevorderden verweeringstoestand van de org. stof van den ondergrond. Alle phosphorzuurcijfers van den ondergrond zijn belangrijk lager dan die van de bouwvoor. De opneembaarheid van het P₂O₅ voor de planten zal in de laag van 15—30 cm dan ook vrij wat geringer zijn.

IV. Oogstresultaten

In de jaren 1924, 1925, 1927, 1928 en 1929 zijn oogstbepalingen gedaan. Soms gebeurde dit met alle afzonderlijke veldjes, doch meestal slechts met enkele der meest uiteenlopende veldjes. De resultaten hiervan zijn in tabel IV verzameld, waarin de gegevens uitgedrukt zijn in procenten van de opbrengst van het veldje met de hoogste opbrengst. In 1924 werd bijv. op de veldjes 4 met chilisalpeter van de gedeelten A, B en C gemiddeld de grootste gewichtshoeveelheid haver — zoowel korrels als stroo — geoogst en deze hoeveelheid is gelijk 100 gesteld. Het onderste gedeelte van de tabel geeft de gemiddelde waarden van de met chili en zonder chili bemeste helften. Na 1929 hebben geen oogstbepalingen meer plaats gevonden, doch werden wel aantekeningen omtrent den stand van het gewas gemaakt. Aan deze aantekeningen wordt het volgende ontleend.

In 1933 stond een graangewas op de stikstofhelft er weelderig voor en had op de helft zonder stikstof kort stroo. Toch was dit laatste nog een vrij goed gewas.

In 1934 hebben de aardappelen veel van nachtvorstschade geleden, waardoor de stand overal onregelmatig was. De helft zonder stikstof droeg toen een schraal gewas. Parallel met de grootte van de kalkgift was de pokkigheid van de knollen (op de onbekalkte veldjes kwam geen pokkigheid voor).

In 1935 vertoonde de wintertarwe op de stikstofhelft een goed gewas, zonder eenig waarneembaar verschil, wat de sterkte van de bekalking betreft. Op de helft zonder stikstof stond daarentegen een schraal gewas, dat op het onbekalkte veldje nog het minst slecht was.

Tenslotte vertoonde de rogge in 1936 geen verschil tusschen de met verschillende hoeveelheden bekalkte veldjes. De stikstofhelft was goed, de helft zonder stikstof matig.

Uit deze oogstgegevens valt allereerst de conclusie te trekken, dat deze grond — die van nature toch rijk aan stikstof is — voor graangewassen beslist behoefte aan een stikstofbemesting heeft. Het sterkst komt dit nà 1927 tot uiting. Blijkbaar heeft het gewas gedurende de jaren 1924 en 1925 nog van oudere stikstofgiften geprofiteerd, terwijl de gegevens van 1926 niet bekend zijn. De oogstcijfers van 1927 vertoonen een afwijkend beeld, veroorzaakt door legering en ontginningsziekte op de met stikstof bemeste helft. De stroopbrengst van dit jaar wijst er echter wel op, dat de haver zich op de helft met chili weelderiger ontwikkeld heeft, waaruit toen al de behoefte aan stikstof bleek. Gedurende de geheele proefperiode hebben de graangewassen op de helft met chili zich weelderiger ontwikkeld, doch dit kwam in de korrelopbrengst niet altijd geheel tot zijn recht, omdat deze weelderige ontwikkeling wel eens tot vroegtijdig legeren aanleiding gaf. Verschillen van betekenis tusschen de met verschillende hoeveelheden CaO bekalkte veldjes konden bij graangewassen, noch op de helft met chili, noch op de helft zonder chili vastgesteld worden.

Van aardappelen zijn slechts oogstopbrengsten van één jaar bekend, nl. van het jaar 1929. Deze wijzen voor dit gewas niet op een stikstofbehoefte van den grond. Uit de aantekeningen over het jaar 1934 zou men wel tot eenige stikstofbehoefte mogen besluiten, doch het gewas had toen door vorstschade geleden. Beide proefjaren geven evenwel in een ander opzicht een overeenkomstig resultaat, nl. dat de bemesting met schuimaarde de opbrengst eerder ongunstig dan gunstig beïnvloedt en tevens oorzaak is van pokkigheid der knollen, hoewel de grond op het meest bekalkte veldje slechts een pH van ongeveer 5,7 bezit. Deze pokkigheid neemt met de sterkte van de kalkgift toe. Op de onbekalkte veldjes met een pH van ongeveer 4,7 à 5,0 komt practisch geen pokkigheid voor.

Deze resultaten kort samenvattend komt men tot de conclusie, dat de betreffende grond voor graangewassen stikstofbehoefstig is, doch dat een

jaarlijksche gift van 300 à 400 kg chili per ha, in verband met het gevaar voor legering, wel wat veel is. Gunstige resultaten van de bekalking konden bij deze gewassen niet waargenomen worden. Op aardappelen heeft de bekalking een ongunstigen invloed uitgeoefend, zich uitende in het optreden van pokkigheid.

V. Overzicht

Op een perceel laagveengrond, met ongeveer 45 % org. stof, 30 % klei, 25 % zand en een zuurgraad (pH) van 4,7 in de bouwvoor van 0—15 cm werd in 1923 een doseerings-bekalkings-proefveld met schuimaarde aangelegd. De eene helft van dit proefveld ontving geregeld chili; de andere helft niet. Phosphorzuur en kali werden overal in gelijke hoeveelheden gegeven.

Uit de resultaten van het onderzoek van grondmonsters van een vóór de bekalking uitgevoerde, globale bemonstering, werd de indruk gekregen, dat het proefterrein zeer homogeen van samenstelling was, waarom bij den aanleg van het proefveld van een bemonstering der afzonderlijke veldjes werd afgezien. Bij latere bemonsteringen is evenwel gebleken, dat het proefveld toch minder homogeen was dan aanvankelijk verondersteld werd, met als gevolg, dat later niet nagegaan kon worden, wat er op de afzonderlijke veldjes met de kalkbemesting gebeurd is. Ofschoon hieromtrent op andere wijze wel berekeningen gemaakt konden worden, blijkt uit deze ervaring toch wel, dat bij den aanleg van een nieuw proefveld de begintoestand steeds nauwkeurig dient te worden vastgesteld, door alle veldjes afzonderlijk, en nauwkeurig te bemonsteren. Indien men de veranderingen, die tengevolge van een bemesting in de samenstelling van den grond optreden, wensch na te gaan, is het maken van mengmonsters van duplofeldjes steeds te ontraden. Laat de beschikbare tijd geen omvangrijk onderzoek toe, dan moet er de voorkeur aan gegeven worden, het aantal te bemonsteren objecten of het aantal te bemonsteren veldjes per object te verminderen. In dit verband wordt er tevens op gewezen, dat tusschen de afzonderlijke veldjes minstens 1 meter breede paden dienen te worden aangelegd, om te voorkomen, dat, bij de bewerking van het land, grond van het eene op het andere veldje terecht komt.

Met de aangewende hoeveelheden schuimaarde werd beoogd de bekalkte veldjes op een pH van resp. 5,5, 6,0, 6,5 en 7,0 te brengen; deze hoeveelheden schuimaarde waren vastgesteld volgens de destijds gebruikelijke potentiometrische titratie van den grond met natronloog. Van deze schuimaarde was na één jaar gemiddeld op het geheele proefveld niet minder dan 77 % van de kalkgift in den vorm van uitwisselbare kalk door het adsorbeerend klei-humus-complex vastgelegd. Op de veldjes met de kleinste kalkgift was dit resultaat vermoedelijk ongeveer 100 %, tegen gemiddeld 66 % op de andere veldjes. Ondanks dit, uit een bodemkundig oogpunt, gunstig resultaat van de

kalkbemesting, steeg de pH toch slechts weinig, nl. op de met opklimmende hoeveelheden CaO bekalkte veldjes tot resp. 4,73, 4,87, 5,23 en 5,48. Dit groote verschil met den oorspronkelijken opzet van het proefveld kan vrijwel geheel toegeschreven worden aan het foutieve karakter van de potentiometrische titratie met natronloog ter bepaling van de benodigde hoeveelheid kalk om den grond op een bepaalde pH te brengen.

Noch door de bekalking, noch door het verschil in stikstofbemesting kon bij het beëindigen van de proef in het jaar 1936 eenig verschil van beteekenis in de stikstofgehalten van den grond aangetoond worden. De door den heer WEYER oorspronkelijk gestelde vraag, of door middel van een kalkbemesting het stikstofkapitaal van laagveengrond beter toegankelijk voor de planten kan worden gemaakt, wordt door deze proefneming derhalve in ontkennenden zin beantwoord. Indien zich een dergelijk verschijnsel wel voorgedaan had, zou dit o.i. hebben moeten plaats vinden door een versnelde omzetting van de organische stof op de bekalkte veldjes, tengevolge waarvan de gehalten aan organische stof en stikstof, in procenten op grond, op deze veldjes zouden hebben moeten dalen. De stikstofrijksdom van de organische stof zou bij dit proces onveranderd hebben kunnen blijven. Blijkens het cijfermateriaal van de tabellen I, II en III, ondergaan de gemiddelde gehalten aan organische stof en stikstof op grond en aan stikstof op organische stof in de jaren 1923, 1924 en 1936 geen verandering van beteekenis. De cijfers van de afzonderlijke veldjes zijn voor onderlinge vergelijking minder goed bruikbaar wegens de heterogeniteit van het terrein. Doch in 1936 bezaten de sterkst bekalkte veldjes 4, 5, 9 en 10, van gedeelte A de hoogste gehalten aan organische stof en stikstof op grond, hetgeen niet op een versnelde omzetting van de organische stof op deze veldjes wijst. Ook uit den groei der gewassen op de niet met stikstof bemeste, oostelijke helft kan een overeenkomstige conclusie getrokken worden. Het stikstof-tekort, waaraan de gewassen op deze helft van het proefveld gedurende meerdere proefjaren geleden hebben, vertoonde niet het minste verband met de grootte van de bekalking.

Dit resultaat is in tegenstelling met een ander onderzoek op laagveengrond van hetzelfde type, waarover vroeger reeds gepubliceerd is (6). Hier kon berekend worden, dat uit de bouwvoor van het bekalkte perceel in 20 jaar tijds ruim 1200 kg stikstof meer verdwenen was dan uit de bouwvoor van het onbekalkte perceel. In deze 20 jaar was het gehalte aan organische stof door de bekalking gedaald van 41,8 % tot 35,3 % en dat aan stikstof op grond van 1,09 % tot 0,95 %. De stikstofrijksdom van de organische stof was gedurende dien tijd betrekkelijk weinig gestegen, nl. van 2,60 tot 2,69 g N per 100 g organische stof. Hierbij is evenwel in aanmerking te nemen, dat de bekalking in dit laatste geval veel sterker geweest is en de pH van het

bekalkte perceel tot 7,1 opgevoerd was, terwijl de pH bij de onderhavige proef als regel niet hoger steeg dan 5,7. Men kan hieruit de gevolgtrekking maken, dat van een versnelling van de omzetting van de organische stof in deze laagveengronden en van het beschikbaar komen van de stikstof niets te merken is, zoolang de pH niet boven 5,7 stijgt. Bij toevoeging van zeer groote hoeveelheden kalk aan deze zure laagveengronden, zoodat de pH zelfs boven 7 stijgt, was dit wel het geval. Voor de meeste gewassen zijn evenwel aan een dergelijke snelle en intensieve omzetting van de organische stoffen van deze laagveengronden nadeelen verbonden (losse graszode van grasland en te geile groei van graangewassen op bouwland), waarbij nog de nadeelen van een alkalische bodem-reactie komen (pokkige aardappelen, alkalische haverziekte). Mogelijk dat de optimum pH-waarde voor het omzettingsproces van de organische stoffen van deze gronden tusschen 5,7 en 7 inligt, ofschoon de pokkigheid van aardappelen reeds bij een pH van 5,5 in sterke mate optrad.

De gehalten aan phosphorzuur, oplosbaar in 12½ %-ig salpeterzuur, ondergingen van 1923 tot 1936 een belangrijke stijging, overeenkomende met ongeveer de helft van de hoeveelheid P₂O₅, die in deze jaren met de schuimaarde en de kunstmeststoffen per 100 g drogen grond gegeven is. In 1936 was de bouwvoor rijk aan in 1 %-ig citroenzuur oplosbaar P₂O₅ en had het totaal-P₂O₅ een tamelijk hooge relatieve oplosbaarheid. Op grond van deze feiten is de conclusie getrokken, dat het proefveld tijdens de proefjaren een phosphorzuurbemesting ontvangen heeft, die voor de verbouwde gewassen onnoodig groot was.

Behalve de veranderingen, die de zuurgraad van den grond tengevolge van de bekalking ondergaan heeft, valt er ook een verschil in zuurgraad tengevolge van de bemesting met chilisalpeter waar te nemen. Op de met chilisalpeter bemeste helft was in 1924 en 1936 de pH van de bouwvoor, in verhouding tot den kalkrijkdom van het adsorbeerend klei-humus-complex, hooger, dan op de niet met chilisalpeter bemeste helft. Ofschoon de begin-toestand in het jaar 1923 niet bekend is, mag toch wel aangenomen worden, dat dit verschijnsel aan de bemesting met chilisalpeter moet worden toegeschreven. Een verklaring voor den invloed van chilisalpeter op de pH van den grond wordt op blz. 407 gegeven.

De veranderingen, die door de bekalking in de samenstelling van den grond teweeggebracht zijn, hebben uitsluitend betrekking op de bouwvoor van 0—15 cm. De ondergrond heeft door de kalkbemesting practisch geen verandering ondergaan.

Uit een landbouwkundig oogpunt heeft de bekalking eerder nadeel dan voordeel gebracht. De gewassen, die hier als regel verbouwd worden, zijn

rogge, haver, tarwe en aardappelen. Op de graangewassen heeft de bekalking geen invloed van beteekenis uitgeoefend, terwijl de aardappelen op de bekalkte perceelen, zelfs bij een pH van den grond van 5,5, pokkig werden en eerder een kleinere dan een grootere opbrengst gaven. Het is, met het oog op de mogelijkheid tot verbouw van aardappelen, van weinig praktische beteekenis om zich af te vragen, welke de invloed van een zwaardere kalkbemesting op de ontwikkeling der graangewassen zou zijn geweest.

De oogstresultaten van de graangewassen hebben duidelijk aangetoond, dat deze grond, ondanks zijn natuurlijke rijkdom aan stikstof, toch behoefte aan een stikstofbemesting heeft. De jaarlijks gegeven hoeveelheid van 300 à 400 kg chili per ha is waarschijnlijk echter een te groote gift, omdat hierdoor het legeren der graangewassen al te zeer in de hand gewerkt wordt, waardoor de opbrengst vermindert.

Tenslotte wordt er nog op gewezen, dat het publiceeren van de resultaten dezer proefneming door allerlei omstandigheden groote vertraging onderhouden heeft. De actueele beteekenis, vooral wat betreft de uit een bodemkundig oogpunt bereikte resultaten van de bekalking, zou vrij wat grooter geweest zijn, indien deze resultaten bijv. reeds in 1926 gepubliceerd waren. Toch achten wij de met deze proefneming bereikte resultaten van voldoende belang om er met de thans verschenen mededeeling meerdere bekendheid aan te geven.

Groningen, 2 Maart 1938.

NOTEN

- (1) Zie bijv. de publicatie: „Titratiecurven van humusgronden” en „De hoeveelheid kalk, welke de grond moet vastleggen, om in het algemeen een bepaalden zuurgraad (pH) en in het bijzonder de neutrale reactie (pH = 7) te bereiken”, door Dr. D. J. HISSINK en Dr. JAC. V. D. SPEK, *Versl. van Landbk. Onderzoek. der Rijkslandbouw-proefstations*, N°. XXXI, 1926, blz. 164—197.
- (2) TENDELOO (H. J. C. TENDELOO en C. A. NIERSTRASZ, *Landbouwk. Tijdschrift* 47, 268/69 (1935)) heeft later een andere verklaring voor dit verschijnsel gegeven. Volgens diens oorspronkelijke opvatting zou het pH-verschil, dat ontstaat wanneer humuszuur respectievelijk Ca-ionen en Na-ionen in equivalente bezetting opneemt, toegeschreven moeten worden aan de omstandigheid, dat een tweewaardig Ca-ion meer waterstof-ionen uit de elektrische dubbellaag in de vrije vloeistof kan brengen dan twee één-waardige Na-ionen. En volgens TENDELOO zouden het juist de waterstofionen in de vrije vloeistof zijn, die potentiometrisch bepaald worden. Hieruit zou dan af te leiden zijn, dat toevoeging van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en NaOH , in equivalente verhouding, aan humuszuur in beide gevallen een pH-stijging tengevolge zal hebben, doch dat deze stijging bij toevoeging van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ het geringst zal zijn. Deze opvatting heeft TENDELOO later (*Chemisch Weekblad* 35, blz. 79 (1938)) in dezen zin gewijzigd, dat hij aanneemt, dat de pH van een grondsuspensie niet alleen bepaald wordt door de H-ionen van de intermicellaire vloeistof, maar ook door de H-ionen in de dubbellaag van de micellen (zie in dit verband: D. J. HISSINK en JAC. VAN DER SPEK „Het wezen van den zuurgraad van den grond”, *Chem. Weekblad* 22, 500 (1925)). Deze uitwisselbare H-ionen in de dubbellaag van de micellen zouden niet allemaal even sterk gebonden in de dubbellaag voorkomen. Sommige zouden sterk, andere los gebonden zijn met alle mogelijke daartusschen liggende variaties. De los gebonden H-ionen zouden tot de bepaling van de pH van de grondsuspensie bijdragen en bij toevoeging van een base het eerst tegen metaal-ionen uitgewisseld worden. Bij neutralisatie tot pH=7 met NaOH zouden minder H-ionen van een sterke binding in een lossere binding overgaan dan bij neutralisatie met $\text{Ca}(\text{OH})_2$, omdat het tweewaardige Ca-ion sterker gebonden wordt dan het eenwaardige Na-ion. Voor neutralisatie tot pH=7 heeft men dus minder NaOH dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ noodig.
- (3) Zooals reeds opgemerkt is, wordt bij beide methoden van berekening gebruik gemaakt van gemiddelde waarden, die uit tamelijk sterk uiteenlopende cijfers van de in 1924 afzonderlijk bemonsterde veldjes berekend zijn. Voor de eerste berekening geldt dit bezwaar niet zoozeer, omdat hierbij tenslotte een eindcijfer verkregen wordt, dat op het geheele proefveld betrekking heeft, terwijl de gemiddelde aanvangstoestand van het geheele proefveld voldoende nauwkeurig bekend is. Dit laatste is evenwel niet het geval met de verschillend bekalkte veldjes, zoodat de tweede wijze van berekening minder betrouwbaar is. Dit blijkt bijv. wel, wanneer men de gemiddelden van de westelijke en de oostelijke helft afzonderlijk berekent, in welk geval onderstaande cijfers verkregen worden:

Westelijke helft (met chili):					
Veldje	1	2	3	4	5
g uitw. CaO per 100 g droge stof (1924)	1,031	0,998	1,098	1,193	1,379
Oostelijke helft (zonder chili):					
Veldje	6	7	8	9	10
g uitw. CaO per 100 g droge stof (1924)	1,228	1,384	1,402	1,599	1,716

Wil men uit deze gemiddelden een berekening van de kalkopname maken, dan moet voor beide helften van een verschillenden uitgangstoestand uitgegaan worden,

waaromtrent geen gegevens bekend zijn. Wel kan men voor dit doel een aanname maken, bijv., dat de uitgangstoestand van de oostelijke helft 1,228 g CaO per 100 g droge stof was, zijnde de gemiddelde waarde van de onbekalkte veldjes 6, gevonden één jaar na de bekalking. Op de bekalkte veldjes 7, 8, 9 en 10 zou de procentische opname van de kalkgift dan resp. 72, 40, 57 en 56 geweest zijn. Deze cijfers zijn lager dan die, gevonden voor beide helften volgens de tweede berekening (zie blz. 399), doch de onderlinge cijfers vertoonen ongeveer eenzelfde beeld. Bij beide berekeningen is de procentische opname op de minste bekalkte veldjes 7 het grootst (resp. 100 en 72); de laatst gevolgde berekening levert voor de veldjes 8 evenwel een abnormaal lage waarde van slechts 40 % op. De voor de oostelijke helft gemaakte aanname brengt evenwel de consequentie met zich mede, dat de uitgangstoestand voor de westelijke helft op $2 \times 0,972 = 1,944 - 1,228 = 0,716$ g CaO per 100 g droge stof aangenomen moet worden, terwijl in 1924 op de onbekalkte veldjes 1 gemiddeld 1,031 g CaO per 100 g drogen grond gevonden is. De procentische kalkopname op de bekalkte veldjes 2, 3, 4 en 5 zou dan resp. 131, 88, 74 en 77 zijn. Deze resultaten zijn zoowel voor de onbekalkte veldjes 1, als voor de minst bekalkte veldjes 2 absoluut onaannemelijk. Als gemiddelde voor beide helften van het proefveld komt men uiteraard op dezelfde procentische kalkopname als volgens de tweede berekening gevonden werd. Tegen laatstgenoemde berekening (zie blz. 399) mogen dan aanmerkingen gemaakt kunnen worden, zij is in het onderhavige geval toch de meest aangewezen en levert bovendien aannemelijke waarden op. Het ligt immers toch wel voor de hand, dat de kalkopname door het adsorbeerend complex, uitgedrukt in procenten van de kalkgift, het grootst zal zijn op die veldjes, die de kleinste kalkgift ontvangen hebben.

- (4) Zie voor de beteekenis van deze waarden „De bodemkundige gesteldheid van de achtereenvolgens ingedijkte Dollardpolders” door Dr. D. J. HISSINK, *Versl. Landbk. Onderz.*, 1935, N^o. 41B, blz. 125.
- (5) Zie o.m. een publicatie van Dr. D. J. HISSINK in *De Veldbode* van 8 December 1928 over de „Verandering van den zgn. kalktoestand van den grond na een bemesting met natriumnitrat”.
- (6) Zie „De invloed van de kalk op de omzetting van den humus in laagveengronden” door Dr. D. J. HISSINK, *Groninger Landbouwblad* van 23 Februari en 1 Maart 1924.

TABEL I

Resultaten van de bemonstering in het jaar 1923 (vóór de bekaliking)

N ^o . B	Ge-deelte	De droge grond bevat in procenten							gr. uitw. CaO per 100 g org. stof + klei (als org. stof)	g N per 100 g org. stof	Zuur- graad (pH)
		Org. stof	Klei	Zand	Org. stof + klei (als org. stof)	Uitw. CaO	Stik- stof (N)	P ₂ O ₅ (to- taal)			
1523	A	43,0	29,2	27,8	49,4	0,982	1,13	0,294	1,99	2,63	4,7
1524	B	46,7	29,2	24,1	53,1	0,968	1,22	0,259	1,82	2,61	4,6
1525	C	44,7	29,2	26,1	51,1	0,967	1,15	0,277	1,89	2,57	4,7
	Gem.	44,8	29,2	26,0	51,2	0,972	1,17	0,277	1,90	2,61	4,7

TABEL II

Resultaten van de bemonstering in het jaar 1924 (één jaar na de bekaliking)

N ^o . B	Ge-deelte en veldje	De droge grond bevat in procenten							gr. uitw. CaO per 100 g org. stof + klei (als org. stof)	g N per 100 g org. stof	Zuur- graad (pH)
		Org. stof	Klei	Zand	Org. stof + klei (als org. stof)	Uitw. CaO	Stik- stof (N)	P ₂ O ₅ (to- taal)			
1699	A 1	44,7	29,2	26,1	51,1	1,025	1,211	0,318	2,01	2,71	4,7
1700	2	41,3	29,2	29,5	47,7	0,985	1,154	0,317	2,07	2,79	4,8
1701	3	38,4	29,2	32,4	44,8	0,986	1,045	0,307	2,20	2,72	4,8
1702	4	37,2	29,2	33,6	43,6	0,868	1,045	0,318	1,99	2,81	4,7
1703	5	46,1	29,2	24,7	52,5	1,484	1,221	0,307	2,83	2,65	5,4
1704	6	40,9	29,2	29,9	47,3	1,360	1,075	0,288	2,88	2,63	4,7
1705	7	41,2	29,2	29,6	47,6	1,413	1,046	0,287	2,97	2,54	4,7
1706	8	42,8	29,2	28,0	49,2	1,496	1,111	0,299	3,04	2,60	5,0
1707	9	48,8	29,2	22,0	55,2	1,509	1,369	0,299	2,73	2,81	4,7
1708	10	49,1	29,2	21,7	55,5	1,575	1,314	0,287	2,84	2,68	5,2
	Gem.	43,1	29,2	27,7	49,5	1,270	1,159	0,303	2,56	2,69	4,9

TABEL II (vervolg)

N ^o . B	Ge- deelte en veldje	De droge grond bevat in procenten							gr. uitw. CaO per 100 g org. stof + klei (als org. stof)	g N per 100 g org. stof	Zuur- graad (pH)
		Org. stof	Klei	Zand	Org. stof + klei (als org. stof)	Uitw. CaO	Stik- stof (N)	P ₂ O ₅ (to- taal)			
1709	B 1	45,6	29,2	25,2	52,0	0,958	1,158	0,280	1,84	2,54	4,6
1710	2	44,6	29,2	26,2	51,0	1,040	1,172	0,277	2,04	2,63	4,7
1711	3	44,8	29,2	26,0	51,2	1,118	1,185	0,272	2,18	2,65	4,7
1712	4	46,8	29,2	24,0	53,2	1,301	1,258	0,296	2,45	2,69	5,0
1713	5	47,5	29,2	23,3	53,9	1,543	1,259	0,306	2,86	2,65	5,5
1714	6	48,3	29,2	22,5	54,7	1,220	1,247	0,260	2,23	2,58	4,5
1715	7	47,4	29,2	23,4	53,8	1,470	1,258	0,265	2,73	2,65	4,8
1716	8	45,8	29,2	25,0	52,2	1,413	1,187	0,259	2,71	2,59	4,7
1717	9	49,7	29,2	21,1	56,1	1,763	1,278	0,275	3,14	2,57	5,6
1718	10	48,3	29,2	22,5	54,7	1,734	1,262	0,296	3,17	2,61	5,3
	Gem.	46,9	29,2	23,9	53,3	1,356	1,226	0,279	2,54	2,61	4,9
1719	C 1	44,9	29,2	25,9	51,3	1,111	1,268	0,306	2,17	2,82	4,7
1720	2	44,2	29,2	26,6	50,6	0,970	1,217	0,303	1,92	2,75	4,7
1721	3	42,0	29,2	28,8	48,4	1,189	1,038	0,277	2,46	2,47	5,2
1722	4	37,4	29,2	33,4	43,8	1,411	0,976	0,273	3,22	2,61	5,7
1723	5	35,8	29,2	35,0	42,2	1,110	0,984	0,266	2,63	2,75	5,4
1724	6	48,3	29,2	22,5	54,7	1,104	—	—	2,02	—	4,6
1725	7	48,9	29,2	21,9	55,3	1,270	1,185	0,281	2,30	2,42	4,7
1726	8	41,9	29,2	28,9	48,3	1,296	1,154	0,279	2,68	2,75	4,8
1727	9	36,8	29,2	34,0	43,2	1,526	1,049	0,272	3,53	2,85	5,7
1728	10	36,6	29,2	34,2	43,0	1,840	1,023	0,265	4,28	2,80	6,1
	Gem.	41,7	29,2	29,1	48,1	1,283	1,099	0,280	2,67	2,69	5,2

TABEL III

Resultaten van de bemonstering op 30 Juli 1936

N ^o . B	Ge- deelte en veldje	De droge grond bevat in procenten							gr. uitw. CaO per 100 g org. stof + klei (als org. stof)	g N per 100 g org. stof	Zuur- graad (pH)
		Org. stof	Klei	Zand	Org. stof + klei (als org. stof)	Uitw. CaO	Stik- stof (N)	P ₂ O ₅ (to- taal)			
8058	A 1	36,7	29,6	33,7	43,2	0,974	0,950	0,373	2,26	2,59	5,1
8060	2	38,7	28,7	32,6	45,0	1,061	0,986	0,382	2,36	2,55	5,0
8062	3	39,7	30,8	29,5	46,5	1,028	1,097	0,401	2,21	2,76	5,1
8064	4	44,2	29,3	26,5	50,6	1,198	1,166	0,393	2,37	2,64	5,0
8066	5	46,0	30,1	23,9	52,6	1,407	1,166	0,372	2,67	2,53	5,1
8068	6	40,5	28,6	30,9	46,8	1,348	1,009	0,360	2,88	2,49	4,8
8070	7	41,4	27,8	30,8	47,5	1,398	1,006	0,354	2,94	2,43	4,8
8072	8	42,2	29,0	28,8	48,6	1,396	1,066	0,358	2,87	2,53	4,9
8074	9	47,1	29,1	23,8	53,5	1,408	1,253	0,400	2,63	2,66	4,8
8076	10	48,7	29,0	22,3	55,1	1,494	1,272	0,374	2,71	2,61	4,9
	Gem.	42,5	29,2	28,3	48,9	1,271	1,097	0,377	2,59	2,58	5,0

TABEL IV

Opbrengstcijfers van de gewassen in 1924, 1925, 1927, 1928 en 1929, uitgedrukt in procenten van de opbrengst van het veldje met de hoogste opbrengst

Chili- sal- peter	Kg CaO per ha ge- geven	1924			1925			1927			1928			1929		
		Haver			Winterrogge			Haver			Winterrogge			Aardappelen		
		kor- rels	stroo	opn.	kor- rels	stroo	opn.	kor- rels	stroo	opn.	kor- rels	stroo	opn.	kor- rels	opn.	
met	1	0	99	99	100		100						100		100	met de sterkte van de kalkgift neemt de pokkig- heid toe
	2	1500	99	97	—		—						—		95	
	3	3000	98	92	—		hl-ge- wicht	89	100				—		98	
	4	4500	100	100	—		—	—	—				—		89	
	5	6000	97	96	90	97	67,5						98	85	90	
zonder	6	0	91	78	80	70							50	35	95	als boven
	7	1500	—	—	—	—							—	—	91	
	8	3000	88	79	—	—	hl-ge- wicht	100	76				—	—	89	
	9	4500	—	—	—	—							—	—	91	
	10	6000	83	80	99	86	72						54	44	88	
Gemid- delden	met chili		99	97	95	99		89	100				99	93	94	
	zonder chili		87	79	90	78		100	76				52	40	91	