De nieuwste vorderingen op het gebied van het

Onderzoek der humuszand- en kleigronden

in Noord-Gelderland

door

Ir. O. J. CLEVERINGA
Rijkslandbouwconsulent te Zutphen.

Voordracht met projectie
gehouden op de 87ste Algemeene Vergadering van de Geldersch-Overijselsche Maatschappij van Landbouw te Zutphen op 24 September 1929.

BIJLAGE VAN DE MEDEDEELINGEN EN BERICHTEN DER GELDERSCH-OVERIJSELSCHE MAATSCHAPPIJ VAN LANDBOUW OVER 1929, DEEL II.

Inhoud.

HOOFDSTUK I. blz.

Inleiding 1

HOOFDSTUK II.

HOOGHALENSCHE ZIEKTE OP ZWARE KLEI . . . 2

HOOFDSTUK III.

HET VERBAND TUSSCHEN DEN GROEI VAN EEN GEWAS EN DEN KALKTOESTAND 4

Afd. I. De groeikurve 4

„ II. De keuze van den vorm der meststoffen op de kleigronden 5

„ III. Het kalkvraagstuk der kleigronden volgens de oude opvatting en de nieuwe inzichten . . 5

A. De oude opvatting 5

B. De nieuwe opvatting 7

I. De opbouw der gronden 7

II. De structuur 8

III. Toelichting van de oude opvatting . . 9

IV. De structuur van grofkorrelige gronden . 10

„ IV. De kalktoestand en de plantenvoeding . . 11

a. de kalivoeding 12

b. de fosforzuurvoeding 12

c. de stikstofvoeding 13

„ V. De invloed der meststoffen op den kalktoestand 14

„ VI. Samenvatting 17

„ VII. Gevoeligheid der planten voor den kalktoestand 18

Het verschil in gevoeligheid tusschen landrassen en zuivere variëteiten 18

De gevoeligheid van landrassen en variëteiten voor den vorm der meststoffen bij bepaalde kalktoestanden 20

„ VIII. Het kweeken der meest productieve rassen in verband met den kalktoestand 21

HOOFDSTUK IV.

FOTOGRAFISCH VERSLAG VAN EENIGE PROEFVELDEN.. 23

a. inzake de ontginningsziekte 24

b. inzake de Hooghalensche ziekte . . . 28

c. inzake groeikurven 30

d. de structuur 61

HOOFDSTUK V.

EENIGE OPBRENGSTCIJFERS VAN KLEIPROEFVELDEN 64

HOOFDSTUK VI.

DE RENTABILITEIT VAN ZWARE BEKALKINGEN . . 69

HOOFDSTUK VII.

EENIGE OPMERKINGEN OVER DE PRACTISCHE VERBETERING VAN DEN KALKTOESTAND 73

HOOFDSTUK VIII.

ONDERZOEK NAAR DE UITSPOELING VAN DE KALK IN HET RIVIERKLEIGEBIED V. NOORDELIJK GELDERLAND 78

I. Inleiding.

In het volgende zal een overzicht worden gegeven van de jongste resultaten, welke aan de hand van grondonderzoek omtrent de regeling van den bodemtoestand, zoowel op lichte als zware gronden in Noord-Gelderland zijn verkregen. In herinnering wordt gebracht, dat aansluitende bij de onderzoekingen van prof. ir. J. Hudig het onderzoek der Geldersche humuszandgronden is aangevat in 1922. Het onderzoek van den bodemtoestand op de zwaardere gronden werd ter hand genomen in 1926, toen het eerste proefveld in Gendringen werd aangelegd. Het aantal proefvelden is thans opgevoerd tot 12 op de klei-, tegenover 25 op de humuszandgronden. Alle hebben betrekking op de regeling van den kalktoestand dezer gronden en de juiste keuze van den vorm der te gebruiken meststoffen. Reeds meermalen werden hierover door ons mededeelingen gedaan. Over de zwaardere gronden spraken wij het eerst te Elst in Mei 1926, waar den landbouwers werd verzocht het onderzoek te steunen door monsters op te zenden, opdat wij ons hierdoor zouden kunnen orienteeren. Daarna behandelden wij het vraagstuk opnieuw in September 1927 te Deventer, waar wij konden mededeelen, dat de voorloopige resultaten duidelijk aantoonden, dat in tegenstelling met de gangbare meening dit vraagstuk voor de zwaardere gronden van minstens even groot belang is, dan voor de lichtere gronden, terwijl aan de hand van de onderzochte monsters tevens een overzicht kon worden gegeven van den algemeenen toestand der zwaardere gronden in Noord-Gelderland. Deze bleek in het algemeen zeer teleurstellend te zijn, slechts in enkele kleine gebieden werd voldoende kalk aangetroffen, al de overige gronden zijn te kalkarm en dit dikwijls in erge mate, zoodat zij voor de cultuur vrijwel ongeschikt zijn. Thans, juist twee jaren na de laatste voordracht, zijn de resultaten van het verdere onderzoek reeds weer zóó verrassend en belangrijk, dat de tijd gekomen schijnt hiervan een overzicht te geven. Uit den aard der zaak zijn de grootste vorderingen gemaakt ten aanzien van de zwaardere gronden. Bij deze is immers de achterstand van onze kennis zeer groot, in vergelijking tot die der humuszandgronden.

II. Hooghalensche ziekte op zware klei.

Het belangrijkste resultaat, dat in 1928 en 1929 kon worden geboekt, is dat door ons werd voorspeld en door proeven aangetoond, dat de Hooghalensche ziekte, die gepaard gaat met kalkgebrek en die in de gewone practijk zoo veelvuldig op de humuszandgronden voorkomt, evengoed kan voorkomen op de zwaarste kleigronden, ofschoon deze ziekte daarop in de practijk nooit is gezien, zoodat aangenomen werd, dat deze aangelegenheid op de zware gronden geen rol speelt.

De gedachtengang, die tot deze ontdekking heeft geleid, is de volgende. Tot ongeveer 1925, toen wij nog niet over eigen onderzoekingen beschikten, waren wij, evenals alle andere landbouwkundigen in ons land beladen met de denkbeelden, die tot dusverre algemeen inzake de cultuur op de zwaardere gronden worden gehuldigd. Door onze onderzoekingen op de humuszandgronden werden wij echter doordrongen van de overtuiging, dat de verhouding tusschen de zure bestanddeelen in den grond, met name humus en de alcalische invloeden, met name kalk, beslissend is voor de cultuurwaarde, die aan een humuszandgrond kan worden toegekend.

De groei der gewassen wordt onder meer beheerscht door de verhouding of het evenwicht tusschen zuren en basen, hetwelk eenvoudigheidshalve wordt uitgedrukt in een kalktoestandcijfer, dat ook voor leeken begrijpelijk is. Nu vindt men in de zwaardere gronden eveneens zuren, met name klei en humus en ook basen, waarvan wederom kalk de belangrijkste is. Men kan hier dus ook een kalktoestandschaal maken.

Onder den indruk van de groote beteekenis, die deze kalktoestand bij de humuszandgronden blijkt te hebben, hebben wij moeilijk kunnen aannemen, dat dezelfde cultuurgewassen op zwaardere gronden niet gevoelig zouden zijn voor het daar optredende evenwicht van basen en zuren. Allerlei gegevens uit de practijk en van de eerste proefvelden versterkten ons in de meening, dat dit wel degelijk het geval is. Wij troffen o.a. op zeer lichte kleigronden, die men bijna even goed bij de zandgronden zou kunnen indeelen, de Hooghalensche ziekte bij zeer lage kalktoestanden even typisch aan als bij de humuszandgronden. Hieruit bleek dus, dat indien naast geringe hoeveelheden humus, afkomstig van organische stoffen, geringe hoeveelheden kleibestanddeelen, afkomstig van verweerde gesteenten voorkomen, bij een zeker evenwicht van basen en zuren gelijksoortige bodemtoestanden optreden op lichtere en zwaardere gronden.

Nu trof het ons door een statistisch onderzoek van monsters van kleigronden met kleigehalten schommelend van ongeveer 15% tot 85%, dat in de practijk lagere kalktoestanden voorkomen, naarmate de gronden lichter zijn. Onder de lichtste gronden komen er voor met kalktoestanden van —30, —40 en lager, terwijl gronden met 80% en 85% klei niet verder zijn ontkalkt dan tot —8. Indien de Hooghalensche ziekte eerst gaat optreden bij een kalktoestand van —25 tot —40, is het begrijpelijk, dat men deze ziekte op de zwaardere gronden in de practijk nooit te zien kan krijgen. Omgekeerd moet dan echter blijken, dat ook op de zwaarste gronden deze ziekte optreedt, wanneer slechts de kalktoestand tot het daarvoor typische gebied is verschoven. Het is ons nu gelukt door opzettelijke toevoeging van berekende hoeveelheden bloem van zwavel, welke door bac-

teriën in den grond snel worden omgezet tot zwavelzuur, de hoeveelheid zuren in de kleigronden zoodanig te vergrooten, dat kalktoestanden van —30 en —40 worden verkregen en het gevolg bleef niet uit. Op een drietal proefvelden met kleigehalten van ongeveer 20%, 45% en 55% trad bij overeenkomstige lage kalktoestanden de Hooghalensche ziekte in haver en gerst zoo typisch mogelijk op.

Door dit belangrijke resultaat is naar onze overtuiging het bewijs geleverd, dat op alle Nederlandsche humuszand- en kleigronden het evenwicht tusschen de zure en alcalische bodembestanddeelen een der machtigste invloeden is, die den groei der gewassen beheerscht.

Hoe men dit evenwicht bepaalt, doet hier minder terzake. Tot dusverre wordt het uitgedrukt in een schaal van kalktoestandcijfers met een aangenomen nulpunt in de omgeving van het neutrale punt, zoodat wanneer er meer zuren dan basen aawezig zijn, gesproken wordt van negatieve (—) kalktoestanden en in het tegengestelde geval van plus (+) kalktoestanden.

Door verschil in de onderzoekingsmethoden dekken de kalktoestandschalen van humuszand- en zwaardere gronden elkaar nog niet. **Het wordt hoog tijd, dat voor alle gronden naar één methode van onderzoek wordt gezocht.** De tegenwoordige wijze van uitdrukken in twee verschillende schalen van kalktoestanden leidt tot allerlei verwarring en misverstand.

Het belangrijkste resultaat van de ontdekking van de Hooghalensche ziekte ook op de zwaarste gronden is nu echter, dat wij alle **gronden vanuit denzelfden gezichtshoek, nl. het evenwicht tusschen zuren en basen (kalktoestand) kunnen beschouwen,** zoodat de humuszandgronden en kleigronden niet meer tegenover elkaar behoeven te worden gesteld als twee totaal verschillende typen van gronden, die door geheel uiteenloopende invloeden worden beheerscht.

Voor ons staat thans behoorlijk vast, dat de groei der gewassen op alle gronden in natuurkundig, scheikundig en biologisch opzicht door dezelfde wetten wordt beheerscht. De grondslag voor alle processen, die zich op dit terrein in den grond afspelen, is hetzelfde evenwicht tusschen zuren en basen uitgedrukt in den kalktoestand. Men kan in dezen zin spreken van een kalktoestandswet, die voor alle gronden geldig is. Dit is thans behoorlijk aangetoond voor de humuszandgronden, de hoogveengronden, de laagveengronden en thans ook voor de gewone kleigronden. De groep, die nog het slechtst is onderzocht, zijn de veenachtige kleigronden. Er zijn echter reeds proeven, waaruit blijkt, dat ook deze zich volkomen in het verband schikken.

III. Het verband tusschen den groei van een gewas en den kalktoestand.

I. DE GROEIKURVE.

De wijze, waarop alle gewassen op de schommelingen in den kalktoestand reageeren, is nu in het algemeen de volgende. Er moet een bepaald evenwicht (kalktoestand) bestaan om bij overigens gelijke groeiomstandigheden (bewerking, bemesting, ontwatering, enz.) de beste ontwikkeling van het gewas, welke in het algemeen samengaat met de hoogste opbrengst, te verkrijgen. Elke afwijking van dit evenwicht (kalktoestand) hetzij door toevoeging van zuren, hetzij door toevoeging van basen, doet de opbrengst dalen. Aanvankelijk blijft het gewas hierbij oogenschijnlijk gezond, het ontwikkelt zich alleen minder welig, het stroo en loof blijft korter en de zaadopbrengst daalt. Overschrijdt de verschuiving van het evenwicht (kalktoestand) echter een zekere grens, dan gaat met de verdere daling van de opbrengst gepaard het optreden van typische ziekteverschijnselen, de Hooghalensche ziekte bij gebrek aan basen (kalk) tegenover zuren (lage kalktoestand) en de veenkoloniale ziekte bij een te veel aan basen tegenover zuren (hooge kalktoestand). Tenslotte kan naar weerszijden een zoodanige verschuiving van het evenwicht (kalktoestand) optreden, dat het gewas door ziekte sterft. Men krijgt dus een zgn. **groeikurve en de landbouwer heeft te zorgen het evenwicht tusschen zuren en basen (kalktoestand) zoodanig te regelen, dat hij onder overigens gelijke omstandigheden de hoogste opbrengst verkrijgt.** Verkeert zijn grond in een afwijkenden kalktoestand, dan is het zelfs bij de zwaarste bemesting en overigens voortreffelijke behandeling buitengesloten de hoogste opbrengst te verkrijgen.

Op de humuszandgronden komen beide ziekten veelvuldig en zelfs het sterven van een gewas meermalen in de practijk voor en is het dus mogelijk deze op proefvelden onder zuiver practische omstandigheden op hetzelfde perceel te laten zien met alle overgangen, dus ook de hoogste opbrengst, daartusschen. Op de zwaardere gronden ziet men echter alleen den top van de kurve met de hoogste opbrengst en de oogenschijnlijk gezonde dus minder verre afwijkingen daarvan. De afwijking wordt in de practijk niet zoo groot, dat men ziekteverschijnselen ziet optreden. Dit gelukt eerst wanneer men kunstmatig den kalktoestand buiten voor die gronden practische grenzen verschuift. Dit is op onze proefvelden in 1929 nu overtuigend bewezen voor de kalkarme zijde van de kurve. Men ziet op de kalkrijkste perceelen de mooiste gewassen, die men kan wenschen; op kalkarmere perceelen veel slechtere en oogenschijnlijk gezonde gewassen; op de nog kalkarmere perceelen Hooghalensch zieke gewassen en op de kalkarmste sterven de planten na de kieming, wanneer zij voor het eerst met den kalktoestand in den grond voor de voeding te maken krijgen. Hoe de kurve op de kleigronden naar de te kalkrijke zijde verloopt, zal thans nader door ons worden onderzocht op de proefvelden, die daartoe in dezen herfst de noodige uitbreiding ondergaan.

Vast staat, dat deze zijde van de kurve voor de practijk op de zwaardere gronden van veel minder belang is, dan de kalkarme zijde.

Een zware grond wordt niet licht overkalkt. In de vrije natuur komen dergelijke gevallen vermoedelijk niet of nauwelijks voor, terwijl het gevaar voor overkalking door opzettelijke bekalking tevens

niet erg groot is. Voorloopig spreken wij dus alleen over de kalkarme helft van de groeikurve op de kleigronden.

II. DE KEUZE VAN DEN VORM DER MESTSTOFFEN OP DE KLEIGRONDEN.

Nu uitgemaakt is, dat het evenwicht tusschen basen en zuren, zoowel voor lichte als zware gronden een beheerschende factor voor de cultuur is, zoodanig, dat elke verschuiving daarvan zich afspiegelt in den oogst, behoeft het niet te verwonderen, dat ook voor de kleigronden in wezen dezelfde regels gelden bij de keuze van den vorm der meststoffen, als voor de humuszandgronden.

Op onze proefvelden zijn tot dusverre de uitersten onder de stikstofmeststoffen, nl. kalksalpeter en zwavelzure ammoniak vergeleken op kleigronden wisselend van zeer licht tot zeer zwaar en overal blijkt overtuigend, dat zwavelzure ammoniak, hetwelk het evenwicht naar de kalkarme zijde verschuift, ongeschikt is zoolang de gunstigste kalktoestand, waarbij gemiddeld de hoogste opbrengst wordt bereikt, niet aanwezig of naar de kalkrijkere zijde overschreden is. **Zwavelzure ammoniak en andere zure meststoffen dienen dus op alle meer of mindere kalkarme kleigronden te worden afgeschaft.** De meststoffen, die op deze gronden het eerst in aanmerking komen, zijn 40% kalizout en zwavelzure kali, slakkenmeel en kalksalpeter. De prijsverschillen met andere vormen zijn in het algemeen van geringe beteekenis tegenover de verschillen in opbrengst, die zij te weeg brengen. Vast staat, dat daartoe geprikkeld door den lagen prijs, nog veel te veel landbouwers op kalkarme kleigronden gebruik maken van de voor hen zoo nadeelige zwavelzure ammoniak. Wij komen op deze aangelegenheid nog nader terug.

III. HET KALKVRAAGSTUK DER KLEIGRONDEN VOLGENS DE OUDE OPVATTING EN DE NIEUWE INZICHTEN.

Nu op onze proefvelden is aangetoond, dat de cultuur op de kleigronden door dezelfde wetten beheerscht wordt dan op de humuszandgronden — niettegenstaande in de eerste de humus en in de laatste de kleibestanddeelen de voornaamste rol spelen — moeten tevens de opvattingen, die tot heden over het kalkvraagstuk der kleigronden werden gehuldigd, grondig worden herzien.

De oude opvatting inzake de beteekenis van het kalkvraagstuk voor de kleigronden, berust niet op proefnemingen, maar op allerlei feiten, die in de practijk zijn waargenomen. Uit deze waarnemingen zijn allerlei ervaringen geboren en uit deze verzamelde ervaringen is op den duur een zeker inzicht verkregen. Zoodra echter goed opgezette proeven worden genomen, blijkt gewoonlijk spoedig, hoe gebrekkig en in vele opzichten foutief onze ervaringskennis is. Dit is ook zeer goed te verklaren. Een algemeen verschijnsel is nl., dat wie een feit in de practijk waarneemt, dit gemakkelijk aan geheel onjuiste oorzaken toeschrijft, omdat het directe verband tusschen oorzaak en gevolg gewoonlijk niet te zien is. Dit leert men eerst kennen, wanneer men bij opzettelijke proeven eenzelfde oorzaak in wisselende mate laat optreden. Proeven stellen ons tevens in staat onbekende oorzaken op te sporen en de verschijnselen in hun onderling verband te leeren zien en begrijpen. Ervaringskennis is niet alleen zeer onwetenschappelijk, maar bovendien gevaarlijk, omdat zij leidt tot verkeerde inzichten en daardoor voor hen, die daartoe zijn geroepen tot verkeerde voorlichting. Het kalkvraagstuk van alle gronden, dat tot voor korten tijd slechts door ervaringskennis is bekeken, vormt daarvan een mooi voorbeeld.

Een kalkvraagstuk zooals wij dat thans door proeven leeren begrijpen, bestond vroeger niet. Men kan alleen zeggen, dat er vroeger wel eens werd gekalkt, doch dat de ervaringen hiermede zeer uiteenloopend en zelfs geheel tegengesteld waren, nl. zoowel gunstig als slecht. Niemand kon deze verschillen verklaren. Van de beteekenis van het evenwicht tusschen zuren en basen in den grond was niets bekend, omdat men daarvan in de practijk niets bemerkt. Het eenige, dat opviel, was, dat de bewerkbaarheid der zwaardere gronden door kalk dikwijls verbeterde. Zij kwamen in beter structuur, werden meer doorlatend en leverden tevens betere opbrengsten. De hiermee opgedane ervaringen zijn verwerkt tot het onjuiste inzicht, dat deze zoo opvallende structuurverandering zelf de oorzaak was van de waargenomen betere groei der gewassen. Men beredeneerde, dat de wortels den kalkrijkeren kruimeligen grond gemakkelijker konden doordringen, evenals men dat uit ervaring van de ploeg wist en daarmee was grootendeels de betere groei verklaard. Daarbij kwam dan nog, dat de kalkrijke grond beter water doorliet en tevens meer water vasthield en ook dit was een gunstige factor.

Hoe kalkarmer de kleigrond, hoe taaier, meende men, want dit bleek in de practijk. Veel later is men door laboratoriumonderzoek zonder proeven tot de ervaring gekomen, dat de structuur slechter gaat worden wanneer de grond het neutrale punt nadert en vooral wanneer de reactie daaronder daalt tot zuur. Meer krijgt men in de practijk niet te zien en daarmede is de ervaringskennis uitgeput. De voorlichting, die op deze ervaringskennis steunt, kan dus volstaan met tot eenige bekalking te adviseeren, indien een kleigond iets zuur is geworden.

Op de kleigraslanden was het kalkvraagstuk nog minder ingewikkeld, omdat daar de structuur en bewerkbaarheid van minder of geen belang zijn, terwijl de ervaring leert, dat er heel wat kalkarme graslanden zijn, waarop toch behoorlijk gras groeit.

Op de humuszandgronden was alles nog eenvoudiger, omdat daar volgens de ervaring de bewerkbaarheid heelemaal geen rol speelt, zoodat er dus blijkbaar hier ook geen structuurvraagstuk bestaat en nog minder een kalkvraagstuk.

Deze ervaringskennis beheerscht ook heden nog den gedachtengang van de groote menigte. Men meent te weten wat men ziet en wat men niet ziet, bestaat niet en weet men niet.

De eerste stoot is aan dit op zulke ondeugdelijke fundamenten rustende ervaringsgebouw toegebracht door het wetenschappelijk en proefondervindelijk onderzoek van bepaalde verschijnselen, die zich voordeden op de humuszandgronden. Door hun betrekkelijk gering gehalte aan zure humusbestanddeelen zijn deze nl. door aanvoer of verlies van basen (kalk) zeer gemakkelijk uit hun evenwicht te brengen onder gewone bedrijfsomstandigheden. Eenerzijds vertoonen zij dan de Hooghalensche, anderzijds de Veenkoloniale ziekte. Deze ziekten trokken zoodanig de aandacht, dat zij proefondervindelijk werden behandeld. Men leerde hun verband vinden en hieruit ontstond in de laatste jaren het inzicht, dat het kalkvraagstuk, waaraan vroeger vooral voor de zandgronden geen beteekenis werd toegekend, veel minder dan voor de kleigronden, hier juist van de allergrootste beteekenis is, zelfs zoodanig, dat het evenwicht tusschen basen en zuren in een humuszandgrond een van de voornaamste grondslagen voor de geheele productie van het verbouwde gewas vormt. Het gevolg is geweest, dat het kalkvraagstuk juist tegengesteld aan de

vroegere opvatting, gedurende de laatste jaren voor de humuszandgronden van veel grooter belang is geacht dan voor de zwaardere gronden. Hier zou het immers volgens de ervaring slechts beteekenis hebben voor de structuur.

Uit onze proeven met kleigronden komt nu aan het licht, dat ook de rest van het ervaringsgebouw moet instorten, omdat is gebleken, dat op de zwaardere gronden dit evenwicht van basen en zuren, niettegenstaande hier in hoofdzaak minerale zuren optreden, van minstens even groot belang voor den groei der gewassen is dan op de zandgronden.

Op de zwaardere gronden trekken deze groeiverschillen echter in de practijk nauwelijks de aandacht, omdat de schommelingen in het evenwicht van basen en zuren door de veel grootere hoeveelheden, waarin beide voorkomen, zooveel geringer zijn bij een bepaalde kalktoevoer of -verlies, in vergelijking tot de humuszandgronden. Erge ziekteprocessen komen in de practijk zelfs niet voor, omdat daarvoor de schommelingen binnen te nauwe grenzen blijven.

Het is dan ook volkomen begrijpelijk, dat de beteekenis van den kalktoestand voor de zwaardere gronden eerst aan het licht kon komen, nadat deze voor de humuszandgronden voldoende was bestudeerd. Deze blijkt nu voor alle gronden in zijn wezen precies dezelfde te zijn, ongeacht of de daarin aanwezige zuren van organischen (humus), of van mineralen (klei) aard zijn. De base, die in alle Nederlandsche gronden den toestand beheerscht is de kalk. De groei der gewassen blijkt op alle gronden te worden beheerscht door den kalktoestand, zoodanig, dat bij wisselende kalktoestanden een kurve ontstaat. De nieuwe kennis, geput uit proeven, stelt ons nu tevens in staat om de fouten, die in de oude ervaringskennis schuilen aan het licht te brengen en tevens te verklaren hoe het mogelijk was, dat deze gemaakt konden worden. Wij kunnen dit het best doen door thans de beteekenis van den kalktoestand zoowel voor de humuszand-, als de kleigronden volgens onze nieuwe inzichten te belichten.

De nieuwe opvattingen inzake de beteekenis van het kalkvraagstuk voor ALLE gronden.

De opbouw der gronden. Alle gronden bestaan uit een zekere hoeveelheid fijn gesteente, dat meer of minder is verweerd (grind, zand, leem en klei) en vermengd is met een zekere hoeveelheid organische stof, welke meer of minder is verrot (humus). De grovere bestanddeelen, grind, zand en niet verrotte organische stof kunnen worden beschouwd als onwerkzaam materiaal, dat alleen massa levert en op den duur door verweering kan overgaan tot fijn materiaal, dat aan allerlei processen deelneemt. Het fijnere zand, kleiner in hoofdzaak dan 0.1 m.M., speelt een rol bij de watervoorziening, omdat het zulke fijne holten openlaat, dat daarin water kan worden vastgehouden door capillaire krachten. De zeer fijne bestanddeelen echter, de zgn. colloïde stoffen, wier doorsnede in hoofdzaak kleiner is dan 0.0001 m.M., afdalende tot ongeveer 0.000001 m.M., hebben duidelijke natuurkundige en scheikundige eigenschappen, die hun tot de belangrijkste bestanddeelen van een bouwgrond maken. Deze stoffen zijn voornamelijk de echte kleibestanddeelen en de humus. Hun merkwaardig gedrag is een gevolg van hun buitengewone fijnheid. Daardoor hebben zij een naar verhouding zeer groot oppervlak en zijn zij tevens gevoelig voor scheikundige inwerkingen. Hun gedrag in den grond is het eenvoudigst te begrijpen, wanneer men ze vergelijkt met de even fijne kaasstofdeeltjes, die in versche melk zweven. Het verschil is alleen, dat deze alcalisch (kalkrijk) zijn en de klei en de

humus juist zuur (kalkarm). Alles is dus tegengesteld. Door een bepaald evenwicht tusschen zure en alcalische stoffen, waarvan in versche melk de alcalische (kalk) in de meerderheid zijn, verkeert de kaasstof hier in uiterst fijne verdeeling. Verschuiven wij nu echter dit evenwicht door zuren toe te voegen, dan ontstaan aanvankelijk zeer kleine vlokjes van los aaneengehechte kaasstofdeeltjes, die zichtbaar worden en zweven. Naarmate meer zuur wordt toegevoegd, worden de vlokjes grooter en tevens vaster van bouw. Door het kleiner worden van hun oppervlakte gaan zij geleidelijk bezinken en vormen onder in een poreus gebouwde koek van kaasstof, die zeer waterhoudend is. Hetzelfde proces speelt zich af in onze zand- en kleigronden.

De structuur van humuszand- en kleigronden. In zeer kalkarmen toestand zijn de zure klei- en humusdeeltjes uiterst fijn verdeeld, evenals kaasstof in melk. Zij worden dan ook gemakkelijk door water meegevoerd, zooals blijkt uit de bruine kleur van beekwater, dat van zure heidevelden afkomstig is. Ook kalkarme klei geeft troebel slootwater. Naarmate nu kalk wordt toegevoegd, gaan deze fijne kleideeltjes zich vereenigen tot aanvankelijk zeer fijne en los gebouwde vlokjes, die een zekere slijmerige taaiheid hebben. Met meer kalk neemt de vastheid toe. Is de verhouding tusschen zuren en basen zoodanig, dat ongeveer de neutrale toestand bestaat, dan zijn deze stoffen taai, hetgeen het best bij de kleigronden is waar te nemen. Een zeer vaste en mooi poreuse bouw, min of meer als die van een spons, treedt echter eerst op bij nog veel kalkrijker toestanden. Voor de klei ligt deze ongeveer bij een kalktoestand +30 volgens de tegenwoordige schaal. De klei verkeert in dezen toestand in een zeer mooie kruimelstructuur. De kruimels zijn zeer poreus en stevig van bouw, waardoor zij het best tegen allerlei nadeelige invloeden bestand zijn. Deze poreusheid is tevens zeer gunstig voor een goede verhouding van voldoende water naast voldoende lucht, welke beide voor de plantenwortels even onmisbaar zijn. Is de verhouding van water en lucht gunstig, dan is de grond tevens het minst gevoelig voor temperatuurschommelingen, hetgeen eveneens voor het gewas uiterst belangrijk is.

De **humus** gedraagt zich soortgelijk. Bij kalktoestanden boven nul wordt deze eveneens poreuser en vaster, doch hierbij treedt het nadeel op, dat de grond te weinig water en te veel lucht gaat vasthouden. Een overkalkte humusgrond is „puffig". Een iets minder kalkrijke toestand is hier dus voor de verhouding van lucht en water en daardoor voor de temperatuurregeling gunstiger. Een zeer goede toestand bestaat bij kalktoestanden van 0 tot —10. De structuur kan zich dus bewegen tusschen vast en kruimelig tot taai en minder vast, tot slijmerig en tenslotte tot volkomen los en ongebonden (enkelkorrelstructuur).

Bij de kleigronden treedt de enkelkorrelstructuur op bij kalktoestanden van —30 tot —40. De zwaarste kleigrond is dan in drogen toestand als meel. Elk verband ontbreekt. De bewerking is uiterst gemakkelijk. Men spit er in als in een bak met meel. Het is zelfs mogelijk een metalen staaf van enkele m.M. dikte zonder eenige moeite een meter diep in de zwaarste klei te steken. Bij kalktoestanden van —20 tot +20 wordt de grond eerst slijmerig, daarna erg taai, ongeveer bij 0 en tot +20 steeds vaster en geleidelijk poreuser. Bij +30 wordt een zeer groote poreusheid en vastheid bereikt. De weerstand in dezen grond wordt dus feitelijk grooter naarmate de kalktoestand hooger is. Toch is de grond bij +30 beter te

bewerken dan bij 0, omdat de poreusheid veel grooter is. Het onderlinge verband der gronddeeltjes is daardoor ruimer. Zij laten zich dan ook door een indringend voorwerp gemakkelijker op zij dringen en scheiden. Een kalkarmere taaie grond daarentegen is veel dichter opgebouwd, zoodat de deeltjes nauwelijks kunnen uitwijken, terwijl zij toch flink aaneenkleven. In de zeer kalkarme klei is ook de kleefkracht verdwenen en is de weerstand dus zeer gering. Men kan de drie toestanden vergelijken met gerezen deeg, dat zich in den vorm van wittebrood zeer gemakkelijk laat snijden, met niet gerezen deeg, dat zeer taai is en zich moeilijk laat snijden en met los meel, dat hoegenaamd geen weestand biedt. Dit merkwaardige gedrag blijkt ook zeer duidelijk, wanneer men graanplanten uitgraaft. Op een —40 perceel valt alle grond van de wortels af, zoodat deze te voorschijn komen, alsof zij gewasschen zijn. Op een kalkrijk perceel blijft aan de wortels een kruimelige kluit hangen, die zich moeilijk laat verwijderen.

Ten aanzien van water, lucht en de temperatuur gedraagt deze kleigrond zich in deze drie toestanden zeer verschillend. In den kalkrijken grond (+30) is ruimte voor veel lucht en water beide, zoodat ook de temperatuurregeling mooi is (warme grond). In den kalkarmen taaien grond (0) is de verdeeling tusschen lucht en water zeer slecht, nl. te veel water tegenover te weinig lucht en daardoor een zeer slechte temperatuurregeling (koude grond). Droogt deze grond erg uit, dan wordt het een harde vaste massa, die evenals deeg en stijfsel krimpt en daardoor uiteenvalt in brokken gescheiden door zeer wijde scheuren. In deze brokken is geen plaats meer, noch voor water, noch voor lucht. De kalkrijke grond daarentegen blijft ook bij uitdrogen zijn poreuse bouw bewaren. Er blijft dus ruimte voor lucht en water en zelfs na langdurige droogte is deze grond nog vochtig. De zeer kalkarme grond (—30) is uiterst waterzuchtig. In vochtigen toestand zijn de nauwe ruimten alle gevuld met water en is er geen plaats voor lucht; in drogen teostand is alles meel. De temperatuurregeling is hier buitengewoon slecht. Deze toestand openbaart zich dan ook door het optreden van moerasplanten onder de onkruiden op deze kalkarme perceelen.

Bij de humuszandgronden is alles precies hetzelfde, alleen wat zwakker, zoodat het minder de aandacht trekt. Kalkrijke zandgronden zijn echter ook poreus, waterhoudend en „warm". Kalkarme zandgronden (—20 en —30) zijn taai, moeilijker te bewerken, waterzuchtig en „koud". Zeer kalkarme zandgronden (—30 en —40) zijn wederom zeer los maar uiterst waterzuchtig, zoodat dezelfde onkruiden ook hier optreden. De humus is zoo fijn verdeeld en mist zoodanig kleefkracht, dat zij de zandkorrels niet meer omhuit, zoodat deze schoon en wit aan het oppervlak liggen, doordat de humus er afspoelt. Op kalkrijken grond zijn de zandkorrels ingehuld door humus en ziet men een bruine kleur, die ook na regen onveranderd blijft door de vaste bouw van de uitgevlokte humus.

Toelichting van de fouten van de ervaringskennis inzake de beteekenis van de structuur. Keeren wij thans tot de oude ervaringskennis terug. De practijk kent alleen kalkrijke kruimelige kleigronden en zoodanig kalkarme, dat zij taai zijn. De melige zeer kalkarme toestand treedt bij de zware gronden in de practijk niet op, omdat de kalktoestand hier zoo laag niet daalt. Men zag nu dus, dat het gewas op de taaie klei slechter groeide dan op de kruimelige en heeft daaruit de conclusie getrokken, dat de structuur de oorzaak van dit groeiverschil is. De wortels zouden in den taaien grond min-

der indringen, te veel hinder van water hebben, enz. en daardoor zou de groei slecht zijn. Op onze proefvelden beschikken wij echter ook over nog kalkarmere perceelen, die niet meer taai, maar volkomen melig zijn. De ervaringskennis hierop toepassende, zou men dus moeten verwachten, dat hierop het gewas weer veel beter moest groeien, want de wortels ondervinden hoegenaamd geen weerstand. Weliswaar is de water- en luchtvoorziening niet schiterend, maar bij gunstig weer behoeft dit toch geen zoodanig bezwaar te vormen, dat de plant daardoor niet zou kunnen groeien. In tegenstelling met deze verwachting blijkt nu echter, dat de groei hier blijft afnemen met het dalende evenwicht tusschen zuren en basen. Wij zien zelfs in verband met dit evenwicht de Hooghalensche ziekte in haar zuiversten vorm optreden, terwijl bij de laagste kalktoestanden de dood intreedt.

Op grond van onze proeven kunnen wij dan ook niet meer aannemen, dat de structuur als zoodanig oorzaak is van den wisselenden groei van het gewas. De diepere oorzaak hiervan zit in den kalktoestand, die tegelijk de oorzaak is van het optreden van de groeikurve en van het verschil in structuur.

De structuurveranderingen zijn min of meer als de temperatuurveranderingen (koorts) bij ziekte. De koorts is geen oorzaak van de ziekte, maar slechts een erg de aandacht trekkend verschijnsel. Indien een dokter alleen over ervaringskennis beschikte, zou hij ongetwijfeld ook de koorts als de oorzaak aanzien. Dit was vroeger ook inderdaad het geval. Onze kennis van de groeiprocessen op de kleigronden stond tot dusver op precies hetzelfde lage peil.

Het is nu ook begrijpelijk, waarom men meende, dat taaie kalkarme kleigronden ongeveer neutraal moeten worden gemaakt. De ergste taaiheid is dan inderdaad verdwenen, de structuur wordt dan behoorlijk. Men heeft echter uit ervaring niet gezien, dat bij dezen kalktoestand de maximale groei van het gewas nog volstrekt niet is bereikt. Deze treedt eerst op bij ongeveer +30.

Tenslotte zulen wij nu dus ook het **structuurvraagstuk op grasland** geheel anders moeten zien. De structuur moge op neutraal kleigrasland met een oude goed bewortelde zode in de bovenlagen behoorlijk zijn, de kalktoestand is dan echter nog geenszins op zoodanig peil, dat de beste groei van goede grassen kan worden verkregen, terwijl bovendien ook de structuur nog zeer veel verbeterd zal worden, wanneer de kalktoestand tot +30 wordt opgevoerd.

Eindelijk kunnen wij vaststellen op grond van vele proeven, dat het structuurvraagstuk op de humuszandgronden even belangrijk is als op de kleigronden. De gevolgen zijn even nadeelig, vooral ten aanzien van de water- en luchtvoorziening, alsmede van de temperatuurregeling. Alleen de hinder, die men practisch bij de bewerking ondervindt, is veel geringer omdat de kleefkracht van de geringe hoeveelheid humus hier zoo zwak is.

De beteekenis, die echter tot heden aan de structuur is gehecht voor den groei der gewassen, is door ons onderzoek tot vrijwel nul terug gebracht. Er is in hoofdzaak een verschijnsel overgebleven.

De structuur van grofkorrelige gronden. Wij wezen er reeds op, dat onder het uitvlokken door kalk de klei- en humusdeeltjes de grovere zanddeeltjes omhullen en daardoor deze tot een poreus geheel samenbinden. Op deze wijze ontstaan zoowel bij zand- als kleigronden kluitjes, die weer worden aaneen gekleefd tot grootere kluiten, die inwendig poreus zijn. Het is begrijpelijk, dat de wijze van opbouw dezer kluiten tevens in hooge mate zal afhangen van het materiaal, dat

daarin is opgenomen. Vooral de grofheid van het zand zal hierbij een groote rol spelen. Hoe grover het zand, hoe grooter ruimten tusschen de korrels en hoe minder deze worden opgevuld door de aanklevende klei- en humusdeeltjes. Grofkorrelige klei- en zandgronden zijn daardoor minderwaardig. Zij bevatten te weinig water en te veel lucht en verdrogen eerder. Vrijwel alle Geldersche kleigronden lijden in vergelijking met zeekleigronden aan meerdere of mindere grofkorreligheid, omdat zij in stroomend onrustig water zijn afgezet. De meeste zeekleigronden zijn daarentegen op de wadden in zeer rustig water bezonken en bevatten daardoor in hoofdzaak mooi fijn en gelijkmatig zand. De grofkorrelige gronden zullen daardoor nooit die mooie structuur bereiken, als de fijnkorrelige. Hieraan is niets te veranderen. Men zou dus ook geneigd kunnen zijn op de grofkorrelige gronden aan een structuurverbetering door bekalking minder waarde te hechten. Dit inzicht is echter onjuist. De waarde van de bekalking schuilt nl. in de regeling van den kalktoestand en deze is onafhankelijk van een grofkorreligheid. Het ergst treedt deze grofkorreligheid op in de bekende heibanen, die overal in strooken langs de rivieren te vinden zijn.

IV. DE KALKTOESTAND EN DE PLANTENVOEDING.

De beteekenis van het evenwicht tusschen basen en zuren (kalktoestand) voor de overige scheikundige en biologische processen in den bouwgrond.

In het voorgaande hebben wij besproken hoe de wijze van opbouw van de bouwvoor (structuur) kan veranderen onder invloed van de wijzigingen, die in den kalktoestand kunnen optreden. Hieruit is gebleken, dat de inrichting van het gebouw ten aanzien van de water-, lucht- en warmtevoorziening de beste is wanneer de kalktoestand behoorlijk hoog wordt opgevoerd, nl. voor zandgronden ongeveer tot —10 à 0 en voor kleigronden ongeveer tot +30. **In dit gebouw moeten zich nu alle voedingsprocessen voor de plant afspelen.** Hierbij spelen de zure klei en humus, alsmede de basische kalk en tenslotte de verhouding tusschen beide wederom een overwegende rol.

In de eerste plaats **binden zij het voedsel van de plant zoodanig,** dat het tegen uitspoeling vrij goed bewaard is, terwijl de plant het toch kan opnemen. De alcalische voedingsstoffen, waarvan de belangrijkste zijn de kalk, kali en ammoniak, worden door de zure klei en humus gebonden, terwijl het zure fosforzuur vooral door de kalk wordt vastgehouden. Alleen de verbindingen van salpeterzuur (chili) zijn steeds oplosbaar, zoodat deze kunnen uitspoelen. Dit betreft echter alleen het voedsel, dat reeds in een voor de plant opneembaren vorm verkeert. Een groot deel van het voedsel is echter voorloopig nog in onopneembare vormen aanwezig en moet nog allerlei omzettingen ondergaan om opneembaar te worden. Wij noemen bijv. stalmest, groenbemesting, doch ook verschillende kunstmeststoffen, zooals ammoniak, dat kan worden omgezet in salpeterzuur en slakkenmeel, dat beter oplosbaar moet worden gemaakt in door rotting gevormd koolzuurhoudend water.

Bij al deze omzettingen speelt het leven in den grond (wormen, mollen, insecten en larven, schimmels, bacteriën, enz.) een overwegende rol. Zij breken moeilijk oplosbare ingewikkelde stoffen af tot beter oplosbare enkelvoudige verbindingen. Nu mag wel als vaststaande worden aangenomen, dat ook deze levende wezens alle een zekere gevoeligheid hebben voor den kalktoestand, die in hun omgeving heerscht. Elke soort zal haar eigen eischen hebben. Het gevolg is,

dat een wijziging in den kalktoestand invloed heeft op dit leven. Sommige soorten worden teruggedrongen, andere treden op den voorgrond. In zeer kalkarme gronden bijv. vindt men geen wormen. Het gevolg is echter, dat ook de omzettingen veranderen. Bepaalde producten verdwijnen, andere worden in grootere hoeveelheden voortgebracht. Deze kunnen zoowel nuttig als schadelijk voor de plant zijn. Men kan dus met voldoende zekerheid aannemen, dat de **geheele voeding van de plant** onafhankelijk van de voldoende aanwezigheid van grondstoffen, **sterk wordt beïnvloed door dezen kalktoestand.** Dit blijkt dan ook ten duidelijkste op alle proefvelden. Terwijl alle perceelen dezelfde overvloedige bemesting ontvangen met kali, fosforzuur en stikstof, blijkt de plant niet te willen groeien indien de kalktoestand niet juist is geregeld. Zelfs een exra-bemesting kan hieraan niets veranderen, zooals bijv. blijkt uit jaarlijksche giften van 40.000 K.G. stalmest naast een volledige bemesting met kali en fosforzuur.

Ook de plant zelf reageert op dezen kalktoestand, in de eerste plaats met haar **wortelstelsel,** dat zich bij ongunstige kalktoestanden abnormaal ontwikkelt. Een duiveboon bijv. ontwikkelt op zware klei bij +30 een lange krachtige penwortel, bij 0 is deze veel korter en bij —30 vormt zich slechts een kort stompje met wat bijwortels, niettegenstaande de melige bouw van den grond. De granen daarentegen vormen abnormaal veel zeer fijne en gebrekkige zijwortels, die min of meer een pruik vormen, alsof zij moeten dienen om in alle richtingen voedsel te zoeken. Op een kalkrijk perceel ontstaan slechts weinige, doch krachtige wortels. In bijzonderheden is van deze voedingsprocessen nog uiterst weinig bekend. Toch zijn er verschillende aanwijzingen, die in dit verband even genoemd moeten worden:

a. de kalivoeding. Uit onze proeven blijkt, dat op zeer kalkarme gronden de aanwezige kali zelfs na ruime bemesting niet wordt opgenomen. Ten deele kan dit misschien worden verklaard uit de omstandigheid, dat kalkarme gronden de kali sterk binden. Voegt men daarbij een verzwakt opnemend vermogen van de plant met haar gebrekkig wortelstelsel, dan behoeft het niet te verwonderen, dat de kalivoeding spaak loopt. Hieruit laat zich tevens met groote waarschijnlijkheid afleiden, dat de rentabiliteit van de kalibemesting evenzeer onvoldoende is bij kalktoestanden, die minder sterk afwijken, zooals dat in de practijk veelvuldig het geval is. **Voldoende kalkrijke gronden verwerken de kalibemesting het best.**

b. de fosforzuurvoeding. De Duitsche onderzoeker Johannes Görbing te Rellingen bij Hamburg heeft er in den laatsten tijd de aandacht op gevestigd, dat de fosforzuurvoeding meer of minder gebrekkig wordt, zoodra de gunstigste kalktoestand wordt gestoord. Door gebrek aan bacteriën en onvoldoende omzetting van organische stoffen zouden de moeilijk oplosbare fosfaten niet voldoende meer worden omgezet. Op zeer kalkarme gronden is zelfs van fosforzuurvoeding geen sprake meer. Een van de eerste uitingen hiervan is dat de geslachtelijke organen van de plant gebrekkig of niet meer gevormd worden, zoodat de bevruchting uitblijft, of aanleiding geeft tot **een zeer gebrekkige korrelzetting.** Men oogst geen of weinig en dan nog veel te licht zaad.

Op onze proefvelden van 1929 deden wij waarnemingen, die deze meening schijnen te ondersteunen. De haver op de voldoende kalkrijke (+ 30) perceelen der kleiproefvelden vertoonde een zware en prachtig gevormde korrel en een overvloedige opbrengst, die op de 0 tot —20 perceelen was veel minder gevuld, terwijl bij —30 en —40 de vegetatieve deelen wel klein maar toch normaal gevormd werden.

nl. stengel, blad en het bloemdek, maar de vruchtzetting liet alles te wenschen over. Vrijwel al het zaad was loos. Het lijdt dan ook geen twijfel, dat de fosforzuurvoeding bij een meer of minder ongunstigen kalktoestand te wenschen overlaat, zoodat met groote waarschijnlijkheid mag worden gezegd, dat **onze kostbare bemestingen met slakkenmeel alleen voldoende tot hun recht komen, indien de grond in een goeden kalktoestand verkeert.**

c. **de stikstofvoeding.** Dat tenslotte de kalktoestand voor de stikstofvoeding van de allergrootste beteekenis is, staat onomstootelijk vast. In de eerste plaats leven in den grond bacteriën, die zelf stikstof uit de lucht kunnen verzamelen en voor den landbouwer dus van groote beteekenis zijn. De „Azotobacter" leeft vrij in den grond en het is bekend, dat deze op kalkarmere gronden slecht groeit en dus weinig of geen stikstof verzamelt. Een groote groep andere bacteriën leeft in de knolletjes der vlinderbloemige gewassen en op onze proefvelden blijkt telkenjare weer, dat deze talrijker en meer verspreid voorkomen naarmate de goede kalktoestand meer benaderd wordt. Op kalkarmere perceelen ontbreken de knolletjes geheel, of men vindt slechts een enkele grootere knol, blijkbaar toevallig gevormd op een plekje in den grond waar de kalktoestand nog iets gunstiger was. **Een landbouwer, die dus zooveel mogelijk voordeel wil trekken van de natuurlijke stikstofverrijking van zijn grond door bodembacteriën, is verplicht alleen reeds daarom den kalktoestand van zijn grond op de juiste wijze in te stellen.** Doet hij dit niet, dan kan hij nog wel vlinderbloemigen verbouwen, maar hij moet deze de stikstofvoeding evenals bij elk ander gewas kunstmatig verstrekken.

In dit verband moeten wij melding maken van een verrassend resultaat, dat in 1929 op onze proefvelden op humuszandgrond in Warnsveld en Harfsen werd verkregen. Op beide proefvelden werden bij allerlei kalktoestanden erwten verbouwd. Die in Warnsveld ontvingen echter 30 K.G. zuivere stikstof per H.A. naast een overigens volledige bemesting en die in Harfsen ontvingen geen stikstof.

In Harfsen trad nu **zonder stikstofbemesting het bekende beeld op van de groeikurve van erwten.** Bij —30 mislukten zij volkomen, bij —20 groeide een arm gewasje, bij —10 was dit reeds redelijk en bij 0 en eenige overmaat was de ontwikkeling eenvoudig schitterend. De oogst was dan ook overvloedig, zoowel aan stroo als zaad en toch stonden deze erwten in een zeer droog jaar op een ouden hoogen eschgrond met slechts 6 à 7% humus.

In Warnsveld echter was **met stikstofbemesting het beeld totaal anders.** De beste erwten en ook tuinboonen groeiden hier bij ongeveer —20 met ureum, terwijl die met chili bij 0 bepaald slecht waren. Andere perceelen bemest met zwavelzure ammoniak, kalksalpeter en kalkstikstof bij verschillende kalktoestanden gedroegen zich geheel in overeenstemming hiermede. Ook de tuinboonen op dit proefveld reageerden desgelijks. **Uit deze zeer merkwaardige proef viel af te leiden, dat deze vlinderbloemigen als zoodanig bij volledige voeding het best groeien bij vrij lage kalktoestanden, nl. ongeveer —15 op humuszandgronden.** Hier ligt de top van hun groeikurve. Deze daalt naar weerskanten, zoodat de opbrengst zoowel bij hoogere (0) als bij lagere kalktoestanden (—25) minder is. De bacteriën echter waarmede deze planten kunnen samenleven stellen andere eischen aan den kalktoestand en groeien het best bij een kalkrijken toestand (voor zandgronden 0, voor zwaardere gronden +30). **Wil men dus de vlinderbloemigen zelf stikstof laten verzamelen en dat is een van de voordeelen van de teelt, dan dienen zij bij hooge kalktoestanden te worden verbouwd.**

Geheel in overeenstemming met dit verrassende resultaat is de ervaring in de practijk, dat bij een flinke bemesting met stalmest boonen en erwten zelfs op vrij slechte gronden behoorlijk willen groeien. Ook prof. Hudig deed reeds vroeger waarnemingen, die in dezelfde richting wijzen.

Niet alleen echter wordt de eigen stikstofvoorziening van den grond geheel door den kalktoestand beheerscht, doch ook bij de kunstmatige voeding door bemesting met stalmest en kunstmest is dit niet minder het geval.

Behalve in de gier, waarin de stikstof reeds in den ammoniakvorm voorkomt, zit zij in de oorspronkelijke stalmest nog in onopneembare eiwitten gebonden. Door rotting komt hieruit de ammoniakstikstof vrij. Deze rotting verloopt ten deele in de mestvaalt en wel des te meer naarmate de stalmest ouder is. Voor het overige moet deze echter plaats hebben in den grond door rottingsbacteriën. Nu staat het vast, dat deze een zeer kalkrijke omgeving noodig hebben en wel een kalktoestand, die ongeveer overeenstemt met den gunstigsten toestand, die wij voor den groei der gewassen noodig achten. Op zeer kalkarme gronden treedt zelfs geen rotting op, de daarin gebrachte stalmest wordt hier gesteriliseerd en geconserveerd. Men vindt ze later vrijwel onveranderd terug. Bij minder afwijkende kalktoestanden verloopt deze rotting gebrekkig, zoodat de ammoniakvorming veel te wenschen overlaat. De stalmest werkt hier niet of gebrekkig. De ammoniakstikstof is echter niet het eindproduct. Dit is het salpeterzuur, dat ook door de plant verkozen wordt boven de andere. In een grond in volmaakten cultuurtoestand wordt waarschijnlijk alle stikstof omgezet tot het eindproduct salpeterzuur. Vast staat nu ook alweer, dat de nitrificeerende bacteriën, die dit moeten bewerkstelligen, veel talrijker zijn en veel actiever werken naarmate de door ons gewenschte kalktoestand meer is benaderd. **Het lijdt dan ook geen twijfel, dat de werking onzer stikstofmeststoffen geheel beheerscht wordt door den kalktoestand van den grond. Voldoet deze niet aan de door ons gestelde eischen, dan is het nuttig effect der stikstofmeststoffen geheel onvoldoende.** Het is zelfs waarschijnlijk, dat onder omstandigheden bepaald giftige omzettingen de overhand krijgen, o.a. de vorming van salpeterigzuur uit ammoniak.

V. DE INVLOED DER MESTSTOFFEN OP DEN KALKTOESTAND.

Niet alleen echter is de omzetting der meststoffen van den bestaanden kalktoestand in den grond afhankelijk, maar verschillende meststoffen brengen zelf een verschuiving in dat evenwicht teweeg op het moment, dat zij door de plantenwortel worden opgenomen en dus in de onmiddellijke omgeving daarvan. Het evenwicht kan hier dus in een kleine omgeving, maar juist daar waar zich de directe voeding van de plant afspeelt aanmerkelijk worden verstoord, zoodat de verdere omzetting en opname bij ongunstigen kalktoestand moet plaats hebben. De oorzaak hiervan is, dat alle toegediende meststoffen zouten zijn, dit zijn verbindingen van zuren en basen. Gewoonlijk is slechts óf het zuur óf de base noodig voor de plantenvoeding, zoodat de overblijvende helft als ballast in den grond achterblijft en eenzijdig medewerkt het evenwicht te verschuiven. Geven wij bijv. zwavelzure ammoniak op een grond met een onvoldoenden, dus te lagen kalktoestand en wordt de ammoniak omgezet tot salpeterzuur, zooals dat behoort, dan brengen wij een flinke hoeveelheid salpeterzuur en zwavelzuur in den grond, zeer ten nadeele van den toch reeds te kalkarmen toestand. Wordt de ammoniak direct door de plant als

zoodanig, of als salpeterzuur opgenomen, dan blijft toch in de naaste omgeving van de wortel zwavelzuur achter. **Onze proefvelden leeren, dat een grond wel zeer kalkrijk moet zijn om zonder bezwaar deze zure schok te kunnen doorstaan. Zelfs op zeer zware kleigronden,** waaraan wij reeds 20.000 en zelfs 30.000 K.G. kalk per H.A. hadden gegeven, doch die daarmede nog nauwelijks den +30 toestand bereikt hebben, wordt deze meststof niet verdragen.

Nu is het duidelijk, dat de gunstige of de nadeelige invloed, die de overgebleven helft van een meststof kan hebben, des te duidelijker aan het licht treedt naarmate de betreffende grond zelf in totaal armer aan zuren en basen is, of m.a.w. minder fijne bestanddeelen (klei en humus) bevat, of in practische termen naarmate deze lichter is. Een millionair gevoelt zich weinig rijker of armer, indien hij f 10.000 wint of verliest. Voor een armen drommel is dezelfde schok in zijn vermogen echter een gebeurtenis, die hem rijk, of dood ongelukkig kan maken. Vandaar dus, dat **onze lichte zandgronden zoo gevoelig zijn voor deze stooten der meststoffen.** Op humusrijkere eschgronden is de merkbare invloed reeds kleiner en op zeer zware kleigronden wordt deze eerst bij voortdurend verkeerd gebruik van meststoffen gevoeld. **Vandaar dat op de kleigronden de fouten minder snel aan het licht treden. De fouten zelf blijven er echter precies dezelfde om en niemand is verantwoord wanneer hij deze willens en wetens blijft maken.**

Het ligt verder voor de hand, dat de nadeelige invloed minder aan het licht treedt indien de betreffende meststof eerst met de geheele bouwvoor is gemengd, zooals op bouwland meermalen het geval is. De schok wordt dan over 2 à 3 millioen K.G. grond verdeeld en valt niet of weinig op. Geeft men echter dezelfde meststof als overbemesting, dan wordt dezelfde schok in een dunne bovenlaag opgevangen en over veel minder grond verdeeld. Dit verklaart waarom de **nadeelige werking van het natrium uit chili op de structuur van te kalkarme kleigronden zoo duidelijk aan het licht treedt bij overbemestingen.** Daardoor treedt de gevreesde slempigheid met zijn korstvorming op.

Hetzelfde effect kan men echter waarnemen bij grasland, dat steeds de geheele bemesting aan de oppervlakte moet opvangen. Zelfs op zware klei (55% afslibbare deelen) te Wehl kon door ons worden aangetoond, dat na twee jaren gebruik van zwavelzure ammoniak tegenover kalksalpeter op grasland de bovenste 5 c.M. aanmerkelijk was ontkalkt, natuurlijk ten nadeele van den grasgroei. **Zelfs na zeer zware bekalkingen, die echter den grond nog niet boven +30 hadden gebracht bleef de werking van zwavelzure ammoniak duidelijk achter bij kalksalpeter. Dezelfde slechte ervaringen worden in de practijk opgedaan,** doch door velen niet, of te laat waargenomen, ni indien de slechte gevolgen voor niemand meer verborgen blijven. Een zeer misleidende factor is hierbij gewoonlijk, dat wanneer men voor het eerst tot het gebruik van zwavelzure ammoniak op grasland overgaat, de bovenste grondlagen door rijke bemestingen met slakkenmeel in de voorgaande jaren dikwijls vrij kalkrijk zijn; terwijl de diepere lagen tot bijv. 20 c.M. veel kalkarmer zijn. Deze bovenlaag vangt dus gedurende en paar jaren de zure schok van de zwavelzure ammoniak op, doch boet daarbij haar gunstigen kalktoestand in, zoodat na een paar jaren de geheele bouwvoor kalkarm is en deze heelemaal geen zwavelzure ammoniak meer blijkt te verdragen. Wie echter tot zoolang zwavelzure ammoniak gebruikt, heeft aan zijn grasland reeds groote schade toegebracht, die slechts moeilijk en geleidelijk weer is

te herstellen. Het aantal practici, dat tot deze teleurstellende ervaring komt, wordt elk jaar grooter. **Wij achten het onjuist op onvoldoende kalkrijke kleigronden het gebruik van zwavelzure ammoniak te blijven aanbevelen,** omdat het oogenschijnlijk het goedkoopst is. De practijk zal de schade lijden en deze dikwijls eerst zien wanneer reeds groote verliezen zijn geleden. **Scherpe waarnemers ontdekken meermalen reeds na twee jaar, dat de fijne betere grassen uit de zode verdwijnen,** terwijl de grovere, sterkere, maar minderwaardige grassen toenemen. Dit klopt volkomen met onze opvattingen over de aangebrachte verschuiving in den kalktoestand.

Wat voor zwavelzure ammoniak, dat sterk ontkalkend werkt, in erge mate het geval is, geldt voor alle andere meststoffen, zij het ook in zwakkere mate. Alle geven verschuivingen in den kalktoestand en bij de keuze van de meststoffen moet dus veel meer dan met den prijs rekening worden gehouden met den invloed, die zij op den kalktoestand uitoefenen. Reeds vanaf 1923 hebben wij dit op de zandgronden en vanaf 1926 op de kleigronden voor de uitersten chilisalpeter en kalksalpeter tegenover zwavelzure ammoniak nagegaan. In 1929 zijn nu op de zandgronden tevens een 4-tal uitgebreide proefvelden aangelegd om dit voor verschillende andere stikstofmeststoffen tevens te laten zien (zoutzure ammoniak, ureum, kalkammon, kalkstikstof naast de drie bovengenoemde) en het ligt in ons voornemen dit ook op de kleigronden te demonstreeren.

Geheel in overeenstemming met bovenstaande beschouwingen en steunende op vele proeven, luidt het advies dus om te gebruiken op:

te kalkarme zandgronden: 40% kalizout (patentkali op aardappelen), slakkenmeel en chilisalpeter;

te kalkarme kleigronden: alsvoren, doch chilisalpeter te vervangen door kalksalpeter;

voldoende kalkrijke humuszand- en kleigronden: 40% kalizout (patentkali voor aardappelen) (voor kleigronden zoo noodig), slakkenmeel of superfosfaat, kalksalpeter en onder gunstige omstandigheden ook chilisalpeter, ureum en kalkammon;

te kalkrijke zandgronden en kleigronden met een flinken voorraad koolzure kalk (de laatste minstens ½-1½% al naar het kleigehalte). 40% kalizout en desgewenscht ook laagprocentige zouten (op de kleigronden zoo noodig), superfosfaat en zwavelzure ammoniak, terwijl onder omstandigheden ook zoutzure ammoniak, ureum, kalksalpeter en kalkammon kunnen worden gebruikt Dit kan aan de hand van het grondonderzoek het best door een deskundige worden uitgemaakt, mede in verband met de eischen van elk gewas.

Kalkstikstof hebben wij opzettelijk niet genoemd, omdat onze proeven gedurende twee jaren ons geleerd hebben voorloopig voorzichtig met deze meststof te zijn. Een der merkwaardige ervaringen met deze meststof op de humuszandgronden is, dat zij bij kalktoestanden tusschen —30 tot zelfs bij 0 de Hooghalensche ziekte erg in de hand werkt, oogenschijnlijk nog meer dan zwavelzure ammoniak. Het gewas wordt daardoor zeer achterlijk in groei en wordt (te) laat rijp, terwijl de opbrengst achterblijft bij die van chilisalpeter en kalksalpeter. Geheel in overenstemming met deze ervaring schijnt de tegengestelde werking, die deze meststof op ons met stikstof bemeste proefveld met erwten in Warnsveld in 1929 vertoonde. Hier werkte zij juist bij de betere kalktoestanden uitstekend, blijkbaar omdat de erwt bij kunstmatige stikstofvoeding juist een lagen kalktoestand verdraagt. Wij zullen verdere proeven moeten afwachten

voor wij een beslissend oordeel kunnen vellen. **Op grond van de voorloopige resultaten onzer proeven** en de zeer uiteenloopende ervaringen in de practijk, waarvan een niet onbelangrijk aantal evenmin gunstig zijn, naast andere, die blijkbaar bevredigend zijn, **achten we ons voorloopig nog niet verantwoord kalkstikstof aan te bevelen.**

De waarde, die deze meststof heeft als onkruidverdelger en die wel vaststaat, blijft hier buiten beschouwing.

VI. SAMENVATTING VAN DE BETEEKENIS VAN DEN KALKTOESTAND VOOR DE PLANTENVOEDING.

Voor een goed begrip willen wij thans onze voorgaande beschouwingen als volgt samenvatten en daaraan nog eenige opmerkingen vastknoopen.

De verhouding tusschen de zure stoffen in den grond, met name **klei, leem, humus** en het uit de laatste door rotting vrij komende koolzuur eenerzijds en de basische stoffen, nl. geheel overwegend de kalk, anderzijds, **is van zoodanig overheerschenden invloed op vrijwel alle processen, die zich bij de cultuur van de gewassen in den bouwgrond afspelen, dat elke landbouwer** na een behoorlijke droogleggingvan zijn gronden, **verplicht is** allereerst hieraan zijn aandacht te schenken en ***dit evenwicht op het gewenschte punt in te stellen.*** Hierdoor bereikt hij in de eerste plaats, dat de bestanddeelen van zijn grond een zoodanig poreus en stevig geheel vormen, dat een goede groeiplaats voor de plant wordt gevormd en dat zij behoorlijk tegen allerlei weersinvloeden, in het bijzonder tegen den slag van den regen bestand zijn, zoodat de grond ***zoo weinig mogelijk dicht slaat*** en doorlatend blijft, terwijl de vereischte **trekkracht** bij de bewerking de gunstigste is, die bij een overigens goeden cultuurtoestand kan worden verkregen. De stevige uitvlokking van den grond brengt verder mede, dat deze onder alle weersomstandigheden zoo goed mogelijk begaanbaar blijft.

Het optreden van deze mooie **kruimelstructuur** heeft tengevolge, dat de verhouding tusschen **lucht** en **water** in den grond bij een voldoende lagen grondwaterstand zoo gunstig mogelijk is, terwijl daardoor weer de **temperatuur** zooveel mogelijk op een vast peil wordt gehouden.

Alles tezamen blijkt dus, dat **een grond in goeden kalktoestand veel ongevoeliger is voor weersinvloeden** dan een grond in slechten kalktoestand. Dat dit van onberekenbaar voordeel voor de practijk is, behoeft geen betoog.

Wij moeten hieraan nog toevoegen, dat de **vorst** op de structuur van alle gronden zeer gunstig werkt. **Alleen de gronden in goeden kalktoestand zijn echter in staat,** juist dank zij hun op een goeden kalktoestand berustende mooie kruimelstructuur **de gunstige uitwerking van de vorst langen tijd te bewaren.** Gronden in slechten kalktoestand missen de stevigheid om poreus te blijven staan, zoodat hier de uitwerking van de vorst veel eerder verdwijnt.

Hetzelfde geldt voor de **bewerking,** die naast onkruidbestrijding vooral ten doel heeft door meerdere luchttoetreding de vorming van de kruimelstuctuur te bevorderen. **Een grond in goeden kalktoestand geniet hiervan veel grootere en veel langduriger voordeelen** dan een grond met een ongunstigen kalktoestand.

Wanneer deze grond in mooie kruimelstructuur nu zoonoodig door bemesting van voldoende plantenvoedsel wordt voorzien, vormt hij niet alleen wat de beschikbare ruimte, de water- en luchtverzorging,

alsmede de temperatuur betreft, maar juist ook wat de kalktoestand betreft een **gunstige verblijfplaats voor levende wezens** met inbegrip van de plantenwortels.

Deze kunnen zich niet alleen binnen ruime grenzen sterk vermeerderen, maar zij zijn hier bovendien in een passende omgeving, zoodat hun levensfuncties zoo krachtig mogelijk verloopen.

Dit is voor de cultuur van overwegende beteekenis, omdat zij door hun omzettingen de voeding van de plant voorbereiden en beheerschen. **Gemiddeld verloopen alle voor de plantenvoeding onmisbare processen blijkbaar zoo gunstig mogelijk. Bij afwijkende toestanden wordt deze voeding gestoord** en bij groote afwijkingen zelfs zoodanig, dat zij geheel achterwege blijft, zoodat de plant sterft en een misoogst geeft.

Alleen bij een bepaalden kalktoestand wordt het hoogste nuttig effect der bemesting verkregen. **Wie bij verkeerde kalktoestanden bemest, werkt onvoordeelig.**

Waar nu de gevoelige plant zelf in dit in gunstigen kalktoestand verkeerend milieu tevens haar gunstigste groeivoorwaarden aantreft, behoeft het niet te verwonderen, dat deze hier de hoogste opbrengst levert door volkomen gezond en normaal uit te groeien.

Een gezond gaaf gewas kan alleen groeien bij den voor dat gewas vereischten kalktoestand. Elke afwijking daarvan beteekent verzwakking van de plant en afnemende productie bij overigens gelijke voeding. Groote afwijkingen leiden tot ziekte en eindelijk tot den dood.

VII. GEVOELIGHEID DER PLANTEN VOOR DEN KALKTOESTAND.

Dat de gevoeligheid der planten bij slechte kalktoestanden aanmerkelijk grooter wordt is zeer mooi gebleken na den strengen winter van 1928-1929. Op eenige onzer **graslandproefvelden** bleek duidelijk, dat de **vorstschade op de kalkarme perceelen veel grooter** was dan op de kalkrijke perceelen. Zeer duidelijk was dit in Wehl op zware klei en op zandgrond in Vorden. Het zeer kalkarme perceel, bemest met zwavelzure ammoniak, had zelfs nog zichtbaar meer geleden dan het parallelperceel bemest met kalksalpeter. Soortgelijke waarnemingen zijn door den heer Görbing met gerst gedaan. Wintergerst op kalkarmen grond winterde uit, terwijl die op kalkrijken grond niet de geringste schade vertoonde.

Ook de gevoeligheid voor plantenziekten openbaart zich soms op dezelfde wijze. De kalkarmste perceelen bemest met zwavelzure ammoniak en de te kalkrijke bemest met chilisalpeter worden soms het ergst door ziekten aangetast. Zoo werden bijv. boonen op kalkarmeren grond erger door luis geteisterd, terwijl suikerbieten op overkalkten grond erg leden aan hartrot, dat op andere perceelen in goeden en lagen kalktoestand heelemaal niet optrad. Jonge bieten op kalkarme perceelen worden dikwijls het ergst geteisterd door de bietenbrand.

Het verschil in gevoeligheid voor den kalktoestand bij verschillende landrassen en zuivere variëteiten van planten.

Op de proefvelden blijkt telkens weer, dat de ééne variëteit en het ééne gewas gevoeliger is voor bepaalde kalktoestanden, dan het andere. Dit is volstrekt niet verwonderlijk. Hetzelfde blijkt ook op ander terrein. Men kan zelfs veilig aannemen, dat ook in dit opzicht elk individu van het andere verschilt.

Bij de op raszuiverheid gekweekte rassen zijn de eigenschappen der individuen tamelijk gelijk, zoodat het begrijpelijk is, dat het geheele gewas eenzelfde reactie op den kalktoestand vertoont.

Bij landrassen is de toestand echter veel ingewikkelder. Deze bevatten meermalen eenige honderden onderrassen, die onderling in eigenschappen zeer sterk uiteenloopen kunnen. Groeit een dergelijk mengsel dus bij een bepaalden kalktoestand, dan zal het eene ras zich zeer goed ontwikkelen, doch het andere wellicht zeer slecht. Bij elken anderen kalktoestand komen weer andere onderrassen op den voorgrond. Het gevolg is, dat men hier nooit een groeikurve krijgt te zien. Bij elken kalktoestand is wel een groep van onderrassen te vinden, die een zekere opbrengst geeft, zoodat de kurve in hoofdzaak een vlak verloop heeft.

Alleen wanneer de kalktoestand zoo sterk afwijkt, dat alle onderrassen er de nadeelen van ondervinden, zal de opbrengst merkbaar dalen, terwijl tenslotte de dood van alle zal intreden.

Dit verschil in gedrag tusschen raszuivere en onzuivere rassen wordt dikwijls niet begrepen en geeft daardoor tot misverstand aanleiding. Hieruit volgt ook, dat landrassen, die overwegend bij zeer slechte kalktoestanden worden verbouwd, in hoofdzaak nog zullen bestaan uit onderrassen, die tegen dezen slechten bodemtoestand meer of minder bestand zijn. De onderrassen, die betere kalktoestanden vragen, zijn er langs natuurlijken weg uitgeselecteerd. In dezen toestand verkeeren ongetwijfeld de oude kruiprogge, de evene haver en de roode Geldersche ristarwe, die sedert lange jaren steeds in zeer kalkarme gebieden zijn verbouwd. Hierbij moeten echter tevens worden genoemd de grassen en klavers, die op zeer kalkarme graslanden de zode vormen. Worden daaronder toch goede grassoorten, zooals bijv. Engelsch raaigras aangetroffen, dan moet men aannemen, dat dit de slechte onderrassen zijn van het landras, dat ook het Engelsch raaigras nog is. Op kalkrijke gronden, waar ook Engelsch raaigras groeit, hebben wij ongetwijfeld met andere en meer productieve onderrassen te doen.

Verkeert een landras in een dergelijken eenzijdigen toestand, dan is het zeer begrijpelijk, dat het voor een beteren kalktoestand niet eens dankbaar is en het is zelfs niet verwonderlijk, dat het door een groote verbetering van den kalktoestand in opbrengst achteruitgaat. Reeds omstreeks 1923 is ons dit met de kruiprogge gebleken. Deze is geenszins dankbaar voor bekalking en groeit het best bij kalktoestanden in de omgeving van —25 tot —30. De Rijkslandbouwconsulent ir. W. C. van der Meer heeft in de laatste jaren op hooge zeer kalkarme gronden in Overijsel soortgelijke waarnemingen gedaan.

De talrijke in de laatste jaren door ons genomen bekalkinksproeven op grasland bevestigen deze opvattingen eveneens. De resultaten zijn nl. zeer verschillend.

Een weide in Vorden met een kalktoestand van —25 à —30 op zandgrond droeg zoodanig hard slecht gras, dat het vee dit niet meer wilde eten. Door toegediende bekalkingen op een aldaar aangelegd proefveld is de grasgroei slechter geworden. Het kalkarmste perceel levert het meeste gras, maar ook nu wordt het niet of nauwelijks gegeten. Daarentegen ziet men op het tot 0 gekalkte perceel na twee jaren de zode zeer langzaam veranderen. De zeer grove grassen verdwijnen eenigszins, terwijl fijnere grassen beginnen op te treden. Zeer opvallend is nu, dat het vee groote voorkeur toont voor het kalkrijkste perceel, ofschoon 't in hoofdzaak nog 't zelfde bestand vertoont.

Twee zeer kalkarme proefvelden te Nijbroek en Oene toonen zich ook slechts weinig dankbaar voor de bekalking. Er is hier weliswaar een positieve werking te zien, doch deze had veel grooter mogen zijn. Ook hier ziet men echter dezelfde voorkeur van het vee en het zich zeer geleidelijk wijzigen van de zode.

Daarentegen vertoont een proefveld te Steendereh op matig kalkarmen grond een zeer sterke reactie op de gegeven bekalking, die varieert van 0, tot 3000, 6000 en 12.000 K.G. vrije kalk per H.A. op zwaren kleigrond. Groen gewogen verbeterde hier in het tweede jaar de opbrengst reeds als volgt:

Zonder kalk	16.800 K.G. gras (100%),
3.000 K.G. vrije kalk	16.930 K.G. gras (101%),
6.000 K.G. vrije kalk	20.470 K.G. gras (122%),
12.000 K.G. vrije kalk	22.670 K.G. gras (135%).

De oorspronkelijke opbrengst is dus reeds met een derde verhoogd. Het verschil is hier zoo groot, dat het bij het doorloopen van het gras terstond opvalt, terwijl tevens duidelijk zichtbaar is, dat de zode van de gekalkte perceelen beter wordt. De op den voorgrond tredende grassen worden fijner, terwijl de klaver weer te voorschijn komt. Toch is nog niet meer dan twee derde van de vereischte kalkgift toegediend. Opvallend was hier ook, dat de Pinksterbloemen trapsgewijze afnemen met toenemende bekalking.

Op een proefveld in Wehl op kalkarme zware klei, waarin een jaar tevoren nieuw gras was ingezaaid, zoodat dus zoowel meer als minder gevoelige soorten voorkomen, was het effect van de bekalking eveneens zeer duidelijk.

Het blijken juist de kalkarmste graslanden met de slechtste harde grassen te zijn, die niet of zelfs negatief op een bekalking reageeren. Graslanden met een betere zode kunnen zeer sterk reageeren.

Dat ook **zuivere grassen** volkomen normaal op den kalktoestand reageeren en **een mooie groeikurve** leveren, werd nog onlangs door prof. Hudig aangetoond.

Dezelfde **tegenstrijdigheid** in de resultaten van bekalkingen op grasland is ook **bij oudere proeven** herhaaldelijk opgevallen. Bij deze proeven zijn echter waarschijnlijk ook fouten gemaakt, die thans niet meer behoeven voor te komen. Wij noemen als zoodanig:

a. dat de **gronden niet werden onderzocht**, zoodat men slechts een vaag vermoeden had omtrent het kalkgebrek en zich geen voorstelling kon maken van de werkelijke kalkbehoefte van de bouwvoor. Bij de dikwijls aangehaalde proeven van den heer Rauwerda in Friesland werd op kleigronden bijv. meermalen gewerkt met 1000 K.G. kalk. Het is zeer goed mogelijk, dat de werkelijke behoefte hier enkele tienduizenden K.G. kalk per H.A. heeft bedragen. Wij geven op sommige kleigronden 10.000 en 20.000 K.G. kalk per H.A. en bereiken dan wel resultaten.

b. Dat de **gronden ontginningsziek** waren. Thans is bekend, dat deze ziekte door bekalking wordt verergerd. En tenslotte dus:

c. dat de kalktoestand zoo laag was, dat alleen de **allerslechtste grassen nog aanwezig** waren. Ze groeiden door bekalking nog slechter.

De gevoeligheid van landrassen en variëteiten voor den vorm der meststoffen bij bepaalde kalktoestanden.

Het behoeft niet te verwonderen, dat zich bij het vraagstuk der zure en alcalische bemesting dezelfde verschijnselen voordoen. Ras-

zuivere variëteiten reageeren hierop zeer duidelijk, zooals steeds op de proefvelden blijkt. Landrassen daarentegen maken een veel ongevoeliger indruk, omdat binnen zekere grenzen bepaalde onderrassen zich niettegenstaande de voor andere onderrassen onjuiste keuze van de meststof, toch goed kunnen ontwikkelen. Ook hier bestaan echter grenzen. Wordt de verkeerde meststof nl. bij herhaling aangewend, dan verschuift de kalktoestand zoodanig, dat op den duur de opbrengst van alle onderrassen daalt. Dit blijkt echter eerst, nadat reeds een flinke en zeer nadeelige verschuiving binnen het landras heeft plaats gehad.

Verschijnselen, die zich hierdoor laten verklaren, doen zich uit den aard der zaak weer veelvuldig bij de bemesting van grasland voor. Herhaaldelijk blijkt, dat zwavelzure ammoniak op zeer kalkarm grasland uitstekend werkt, doch dan alleen dank zij de tegen lage kalktoestanden bestand zijnde grassen, die er groeien .Zet men echter deze bemesting enkele jaren voort, dan blijkt, dat ook deze grassen het opgeven. De opbrengst daalt en op den duur wordt de zode zelfs grondig vernield en wil er geen gras meer groeien. Wij hebben dit op een proefveld in Wehl duidelijk kunnen waarnemen en ook in Vorden, terwijl het eveneens is aangetoond door het proefstation te Rothamsted. Ook in de gewone practijk ondervindt men hetzelfde. Na een paar jaren gebruik van zwavelzure ammoniak verdwijnen de fijnere grassen en gaan de grovere overheerschen. Bevat daarentegen de zode ook nog grassen, die betere kalktoestanden vragen, dan ziet men direct een duidelijke reactie op de zure en alcalische meststoffen. Op het proefveld in Wehl bleef op jong grasland zwavelzure ammoniak zoowel bij —10, 0 als ongeveer +30 bij kalksalpeter ten achter. Vooral bij —10 was het verschil zeer groot, hetgeen volkomen in onze beschouwingen past.

Onze conclusie is dus, dat voor landrassen en dus ook voor grasland precies dezelfde regels inzake den kalktoestand en de keuze der meststoffen gelden als voor zuivere rassen. Het is alleen veel moeilijker om het gedrag der landrassen te begrijpen en te ontleden.

In het algemeen moeten wij voor de vele karkarme graslanden zoowel op de zand- als kleigronden in Gelderland het gebruik van zure meststoffen ten zeerste ontraden.

VIII. HET KWEEKEN VAN DE MEEST PRODUCTIEVE RASSEN IN VERBAND MET DEN KALKTOESTAND.

In het voorgaande hebben wij steeds het te verbouwen gewas en zijn eischen als uitgangspunt voor onze beschouwingen genomen en den kalktoestand aan deze eischen aangepast. Men kan echter het vraagstuk ook omkeeren en uitgaan van den grond als vast punt, terwijl men dan bij bepaalde kalktoestanden gewassen en variëteiten kan zoeken, die zich onder deze omstandigheden het best ontwikkelen

Beschouwt men den grond als een levend organisme, dat uit grondstoffen plantenvoedsel weet te bereiden, dan komt men vanzelf tot de vraag: **bij welken bodemtoestand deze productie van voedsel het hoogst is.** Zonder de medewerking van onze bodembiologen is hierop het antwoord niet voldoende te geven. Zij zullen eerst in staat moeten zijn de door biologische factoren in den grond geproduceerde plantenvoedende stoffen quantitatief te bepalen.

Intusschen geven ook onze proefvelden daarvoor reeds zekere aanwijzingen. Men krijgt den indruk, dat het totaal der omzettingen in een grond het krachtigst verloopt, indien deze in een goeden kalk-

toestand verkeert. Hiervoor pleit vooral hetgeen wij opgemerkt hebben over de structuur der gronden. Bij een bepaalden kalktoestand is de grond zoodanig poreus, dat de voorziening met water, lucht en warmte van de levende wezens zeer gunstig is. Hiermede zijn reeds drie zeer belangrijke levensvoorwaarden in of nabij het optimum gebracht en is dus het vermoeden gewettigd, dat in dezen toestand de voedselproductie van den bouwgrond ook de grootste is. Indien dit juist zal blijken te zijn, kan men zich op het standpunt stellen, dat wij bij de keuze der gewassen moeten zoeken naar de variëteiten, die bij dezen bodemtoestand de hoogste opbrengsten geven en dus toonen het door den grond geleverde voedsel het voordeeligst te kunnen verwerken. Deze variëteiten zullen dan moeten worden gevonden door selectie van rassen op gronden, die in den gunstigsten kalktoestand voor de bodemproductie verkeeren.

Wanneer een kweeker rogge selecteert op een zandbedrijf met kalktoestanden van —20, is de kans groot, dat het ras, dat hier de hoogste productie geeft en tenslotte wordt gekozen, een geheel ander is dan de rogge, die een andere kweeker zou uitzoeken op een bedrijf met kalktoestanden in de omgeving van 0. Indien nu de bodemwerkzaamheid bij 0 veel grooter is dan bij —20, bestaat de kans, dat de rogge, die bij 0 gekweekt is, grootere hoeveelheden voedsel kan verwerken dan de andere en daardoor kan dan tevens de opbrengst grooter zijn. Het schijnt aannemelijk, dat er verband bestaat tusschen de omstandigheid, dat Petkuser rogge de hoogste opbrengst geeft bij —10 en alcalische bemesting en de kalktoestanden, die gemiddeld op het bedrijf van den kweeker von Lochow bestaan.

Zoo ook zal er verband bestaan tusschen de hooge eischen, die de rassen van onzen kweeker dr. Mansholt stellen en de uitstekende kalktoestanden, die nog in den Westpolder bestaan, en het is ongetwijfeld geen toeval, dat de Goudenregenhaver en de Gele haver van van Lochow minder hooge eischen stellen, maar op de beste gronden ook minder opbrengen.

Daar men zich in de toekomst als ideaal moet stellen, dat alle cultuurgronden in uitstekenden kalktoestand zijn gebracht, wil het ons voorkomen, dat het van groote beteekenis is, dat er bij het kweeken van nieuwe rassen op gelet wordt, dat de selectie plaats heeft op gronden, die eveneens in goeden kalktoestand verkeeren. Dit biedt ongetwijfeld de beste kansen voor het vinden van de hoogst productieve variëteiten.

In het bijzonder zouden wij hierbij nog willen wijzen op de selectie van grassen. Het laat zich aanzien, dat de productie onzer wei- en hooilanden nog zeer veel kan worden verbeterd, wanneer — nadat de betreffende gronden in den voor den bouwgrond als zoodanig gunstigsten kalktoestand zijn gebracht — daarop uitsluitend grassen en klavers kunnen worden gezaaid, die bij dezelfde gunstige kalktoestanden zijn geselecteerd.

IV. Fotografisch verslag van eenige proefvelden op humuszand-, klei- en leemgronden in 1928 en 1929.

Thans rest ons nog het voorgaande te verduidelijken door middel van een aantal fotografische opnamen van onze proefvelden gedurende 1928 en 1929. Het uitvoerige meer gedocumenteerde verslag kan eerst later verschijnen, zoodat wij ons thans beperken tot de groote lijnen zonder in bijzonderheden, o.a. omtrent de kalktoestanden, af te dalen.

Wij laten voorafgaan een paar overtuigende voorbeelden inzake de ontginningsziekte en hare bestrijding om daarna te laten volgen een aantal beelden betrekking hebbende op den invloed van den kalktoestand op den groei der gewassen, waarbij wij telkens zullen aantoonen, dat de reactie van een gewas op de humuszandgronden precies dezelfde is als op de kleigronden.

Daar kortheidshalve niet alle kalktoestanden zullen worden aangeduid, ten deele omdat nog niet eens alle zijn bepaald, volstaan wij met te vermelden, dat de kalktoestanden der humuszandgronden in het algemeen liggen tusschen —30 en 0 of licht overkalkt en die der kleigronden tusschen —30 en +30.

Achtereenvolgens zullen nu worden behandeld:

a. de ontginningsziekte (voorloopig alleen op humuszandgronden).

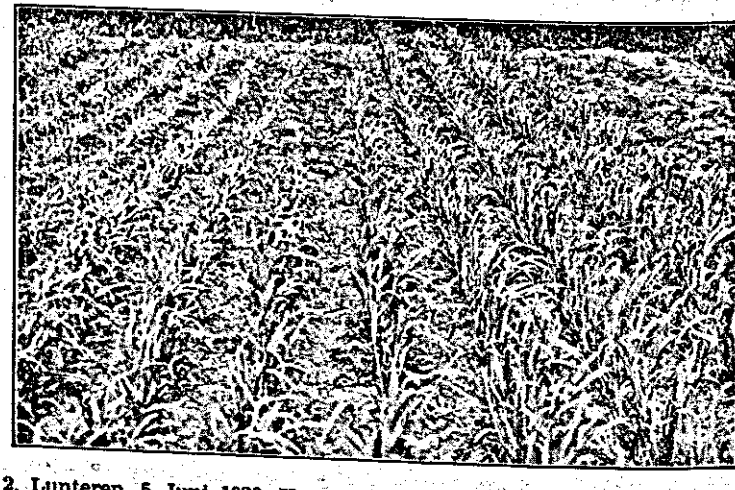
b. de Hooghalensche ziekte op zand- en kleigronden.

c. groeikurven bij gelijke bemesting, maar verschillende kalktoestanden, zoowel op de humuszand- als kleigronden.

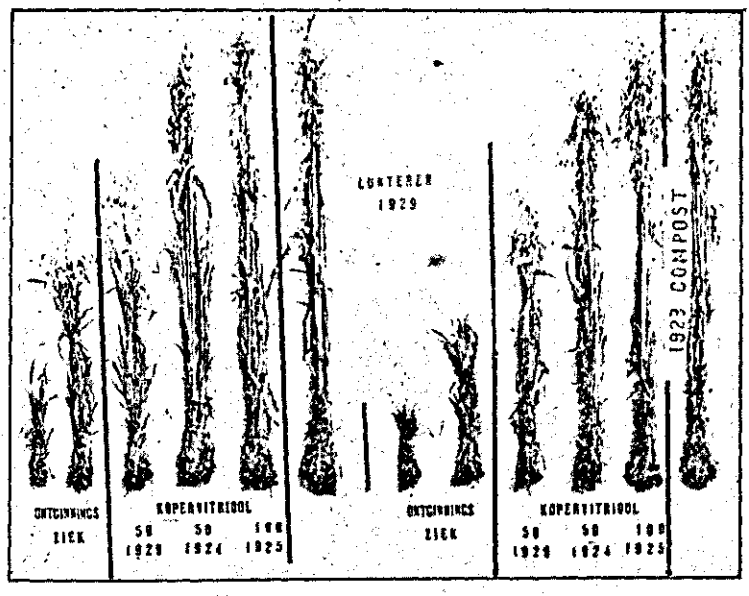
d. eenige structuurfoto's.

a. ONTGINNINGSZIEKTE. VERSCHIL IN GEVOELIGHEID TEGEN ONTGINNINGSZIEKTE TUSSCHEN WITTE EN ZWARTE HAVER.

1. Ontginningszieke witte haver op 5 Juni 1929 te Lunteren. Men ziet duidelijk de witte bladpunten, die als wimpeltjes neerhangen.



2. Lunteren, 5 Juni 1929. Verschil in gevoeligheid tusschen witte en zwarte haver tegen ontginingsziekte. Links een machineslag witte haver, rechts een machineslag zwarte haver (Zege- en Orionhaver). Voorgrond genezen door kopervitriool, achtergrond ontginningsziek. De zwarte haver is duidelijk beter ontwikkeld.



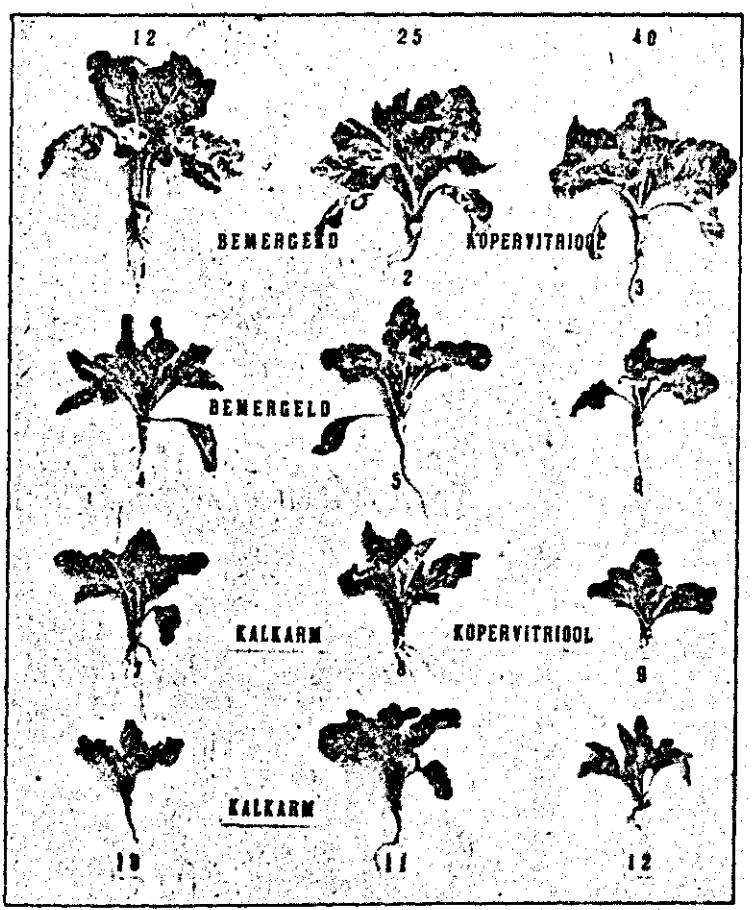
3. Lunteren, 22 Juli 1929. Links zwarte (Orion) en rechts witte (Zege) haver. Links 2 bossen in verschillende mate aangetast door ontginningsziekte. De witte haver is zieker en korter dan de zwarte. In het midden drie bossen, genezen door kopervitriool. Linker bos 50 K.G. kopervitriool bij het zaaien in 1929 ingeëgd. Door de droogte heeft het nog niet ten volle gewerkt. Tweede bos 50 K.G. kopervitriool in 1924; volkomen gezond. De rechter bos ontving eveneens 50 K.G. kopervitriool in 1924 en bovendien nog 50 K.G. in 1925. In 1925, '26, '27 en '28 werkte 100 K.G. niet beter dan 50 K.G. In 1929 was het gewas met 100 K.G. echter duidelijk langer. De rechter bos ontving in 1923 40.000 K.G. stadscompost. De ontwikkeling is evengoed als die met 100 K.G. kopervitriool.

EFFECT VAN MERGEL EN KOPERVITRIOOL OP KALKARMEN ONTGINNINGSZIEKEN GROND BIJ KRAJENBRINK, EIBERGEN.

4. Voederbieten op kalkarmen en ontginningszieken zandgrond; op den voorgrond bemest met kainiet, in het midden met patentkali en achter met 40% kalizout. Het gewas is zeer slecht.

5. Hetzelfde gewas rechts met kopervitriool genezen van ontginningsziekte, maar door kalkgebrek nog slecht ontwikkeld. Links met mergel, maar zonder kopervitriool en dus door ontginningsziekte nog slecht ontwikkeld. Het gewas is door één van beide geneesmiddelen dus slechts ten deele verbeterd.

6. Hetzelfde gewas met mergel en kopervitriool en dus genezen van Hooghalensche ziekte en ontginningsziekte. Prachtige ontwikkeling.

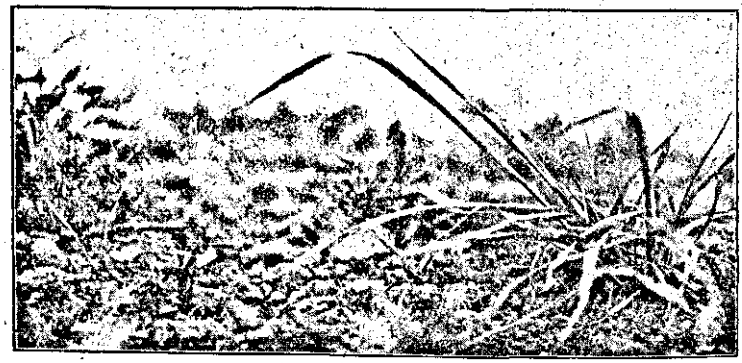


7. Monsters uit de gewassen, afgebeeld op afb. 4-6.

Onderste rij: slecht door Hooghalensche en ontginningsziekte.
Tweede rij: slecht door Hooghalensche ziekte. Derde rij: slecht door ontginningsziekte.
Bovenste rij: uitstekend gewas, genezen van Hooghalensche ziekte en ontginningsziekte.

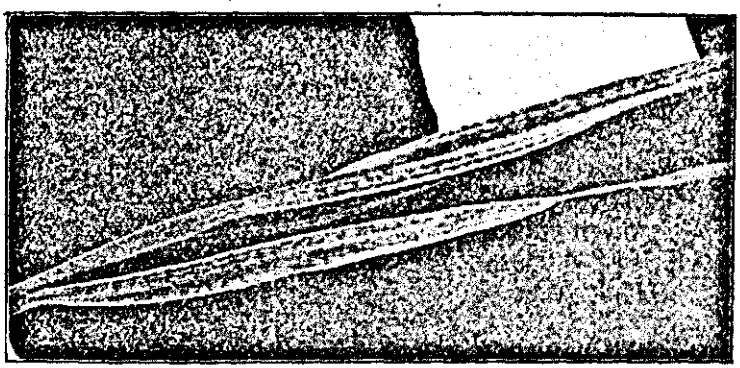
De linker rij ontving de kalibemesting in den vorm van kainiet, de midden rij in den vorm van patentkali en de rechter rij in den vorm van 40% kalizout. Gemiddeld heeft de patentkali het gunstigst gewerkt. Alleen op het gezonde gewas is kainiet de meerdere.

b. HOOGHALENSCHE ZIEKTE OP HUMUSZANDGROND EN OP MIDDELZWARE RIVIERKLEI (afb. 8-12).



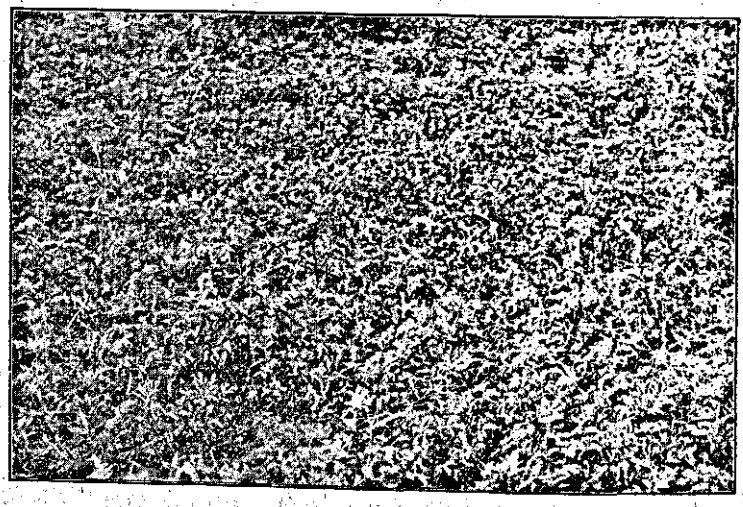
8. Hooghalensch zieke wintergerst op humuszandgrond bij ongeveer —25 te Teuge.

9. Hooghalensch zieke Zegehaver bij Metz te Rha op rivierklei met 43% klei (afslibbare deelen) en een kalktoestand van ongeveer —30. Men ziet de moppen en het gedraaide blad.



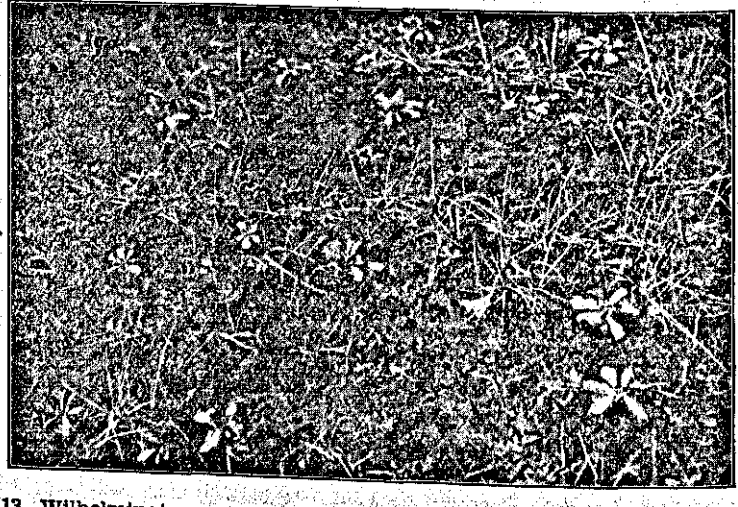
10. Twee typisch Hooghalensch zieke haverbladeren van afbeelding 9.

11. Hooghalensch zieke Roode Star op humuszandgrond bij —35 te Ede. Typische vouwing der bladranden.

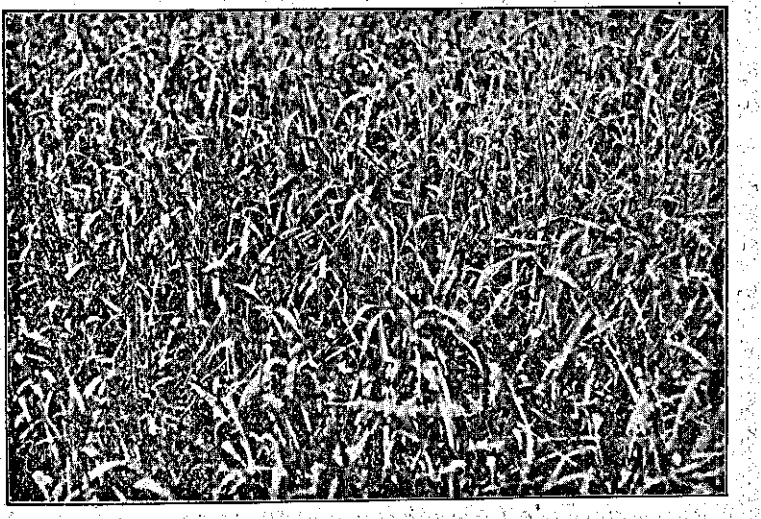


12. Een overzicht van het gewas van de hiervóór staande afb. 11.

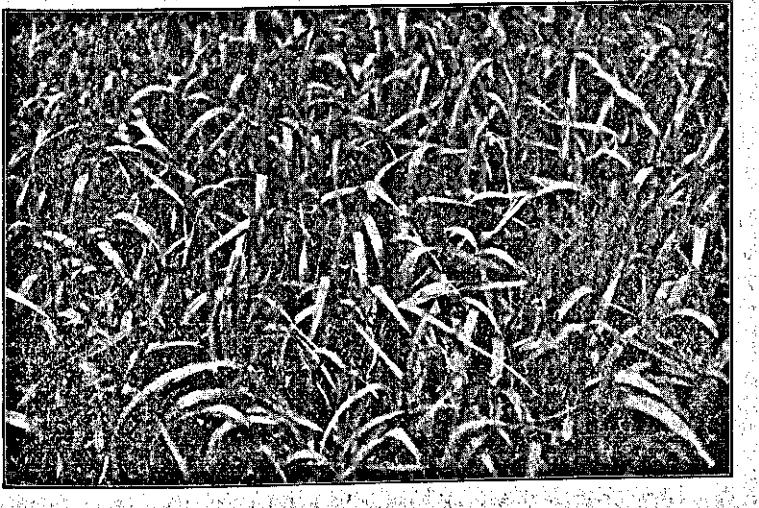
c. HET VERSCHIL IN ONTWIKKELING VAN JONGE PLANTEN BIJ VERSCHILLENDE KALKTOESTANDEN EN GELIJKE VOEDING ZOOWEL OP HUMUSZAND- ALS OP KLEIGROND. HET RESULTAAT IS OP BEIDE GRONDSOORTEN HETZELFDE (13-19).



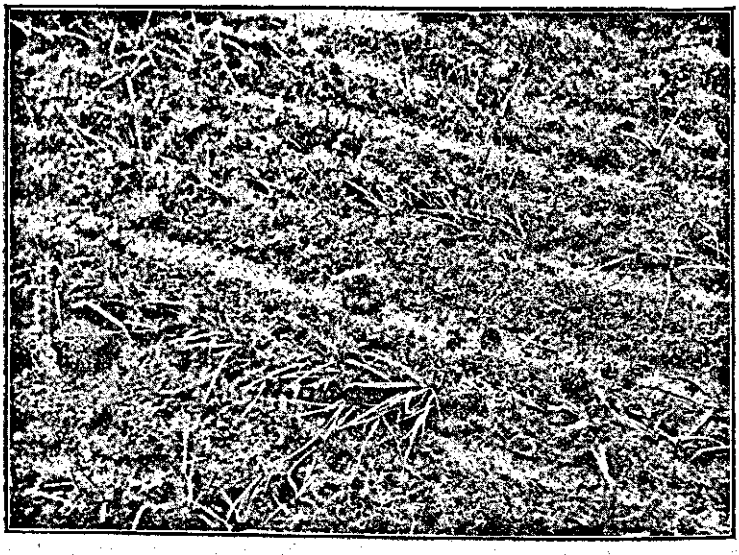
13. Wilhelminatarwe op zandgrond te Warnsveld bij ongeveer —25. Erg Hooghalensch ziek.



14. Dezelfde Wilhelminatarwe van afb. 13 bij beteren kalktoestand (ongeveer —15). Zwak Hooghalensch ziek en nog erg smalbladig.

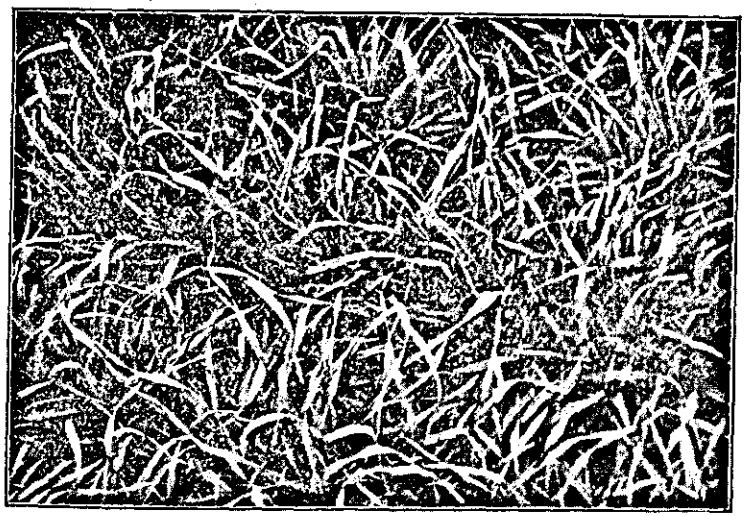


15. Dezelfde Wilhelminatarwe van afb. 13 en 14 bij goeden kalktoestand (0); breedbladig en gezond. Alleen hier heeft de bemesting het volle effect.



16. Erg Hooghalensch zieke zomergerst bij —30 op eschgrond bij van Til - Hummelo.

17. Hetzelfde gewas van afb. 16 bij ongeveer —20: beter ontwikkeld, maar nog erg Hooghalensch ziek.

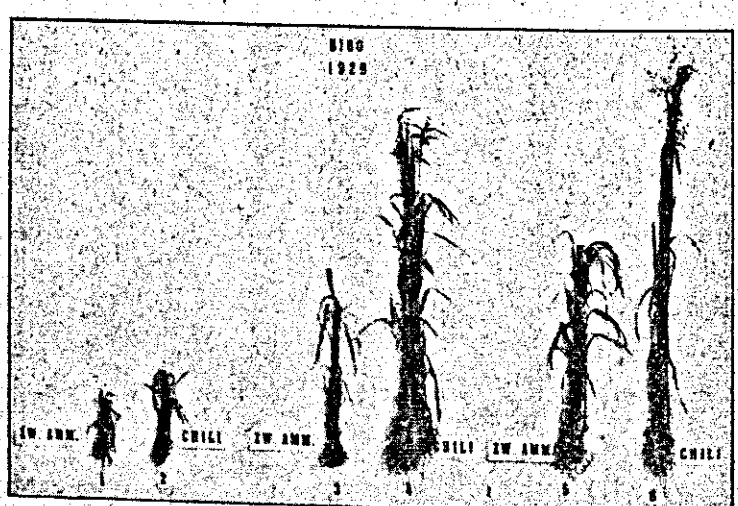


18. Hetzelfde gewas bij goeden kalktoestand (0): gezond en breedbladig. Hier heeft de bemesting het volle effect.

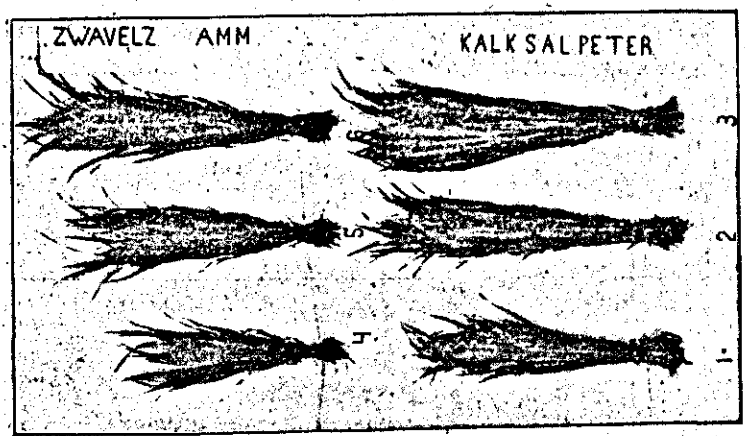
19. Zwaar Hooghalensch zieke haver bij Semmelink - Gendringen op zware klei (53% afslibbare deelen) bij —40.

GROEIKURVEN VAN HAVER, ZOMERGERST, TARWE, BIETEN, AARDAPPELEN, BOONEN, ERWTEN EN GRAS BIJ ZURE EN ALCALISCHE BEMESTING, ZOOWEL OP HUMUS-ZANDGRND ALS OP KLEIGRND. (Afb. 20-72.)

20. Bibo-Epe, 18 Juni 1929. Zegehaver op zandgrond van rechts voor naar links achter.
Voorgrond —28 met zwavelzure ammoniak: erg Hooghalensch ziek.
Tweede perceel tot eerste persoon —28 met chili: veel minder Hooghalensch ziek en met langer stroo.
Derde perceel tusschen eerste en tweede persoon —22 met zwavelzure ammoniak: erg Hooghalensch ziek.
Vierde perceel tusschen tweede en derde persoon —18 met chilisalpeter: veel beter dan perceel 2.
Vijfde perceel vóór de achterste persoon —11 met zwavelzure ammoniak: slechter dan perceel 4 met chili bij —18.
Zesde perceel achter de laatste persoon —8 met chili: een prachtig gezond gewas.



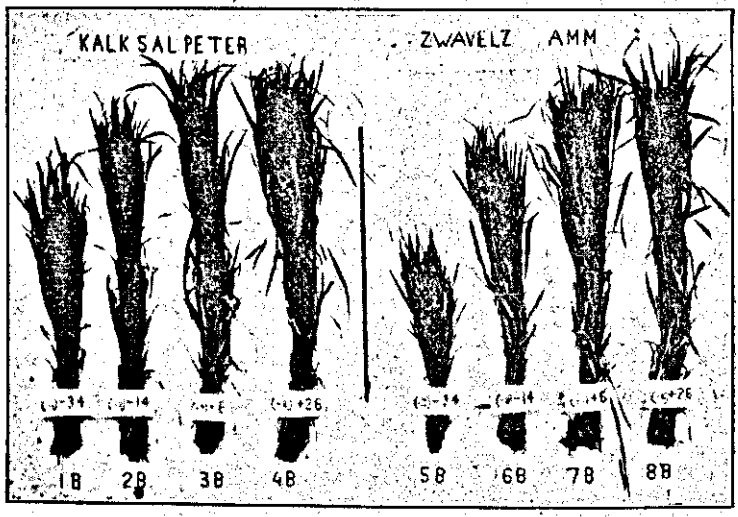
21. Monsters uit bovenstaand proefveld op 28 Juni 1929. Zoowel de zwavelzure ammoniak als de chilisalpeter vertoonen een mooie groeikurve bij gemiddeld —28, —20 en —10. De zwavelzure ammoniak blijft echter ver ten achter bij de chili.



22. Zegehaver op zware klei bij Derksen-Wehl (40% afslibbare deelen) bij ongeveer —10, +10 en +20 op 9 Juni 1926. Ook hier blijft de zwavelzure ammoniak belangrijk achter bij de kalksalpeter.

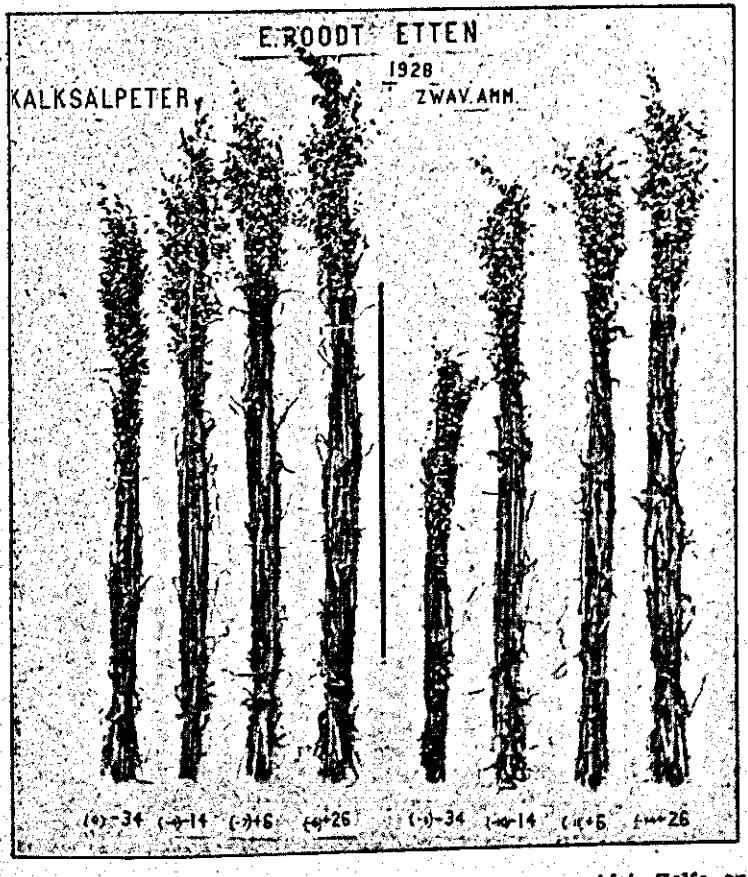
GROEIKURVEN VAN ZEGEHAVER IN 1928 BIJ POODT-ETTEN OP ZWARE KLEI (64% AFSLIBBARE DEELEN). (Afb. 23-27.)

23. Overzicht op 16 Mei. Voorgrond haver bij ongeveer +30 met kalksalpeter, zeer mooi ontwikkeld, tweede perceel zwavelzure ammoniak bij ongeveer —30, smalbladig, kort en zwak. Hooghalensch ziek. Derde perceel zwavelzure ammoniak bij ongeveer —10.

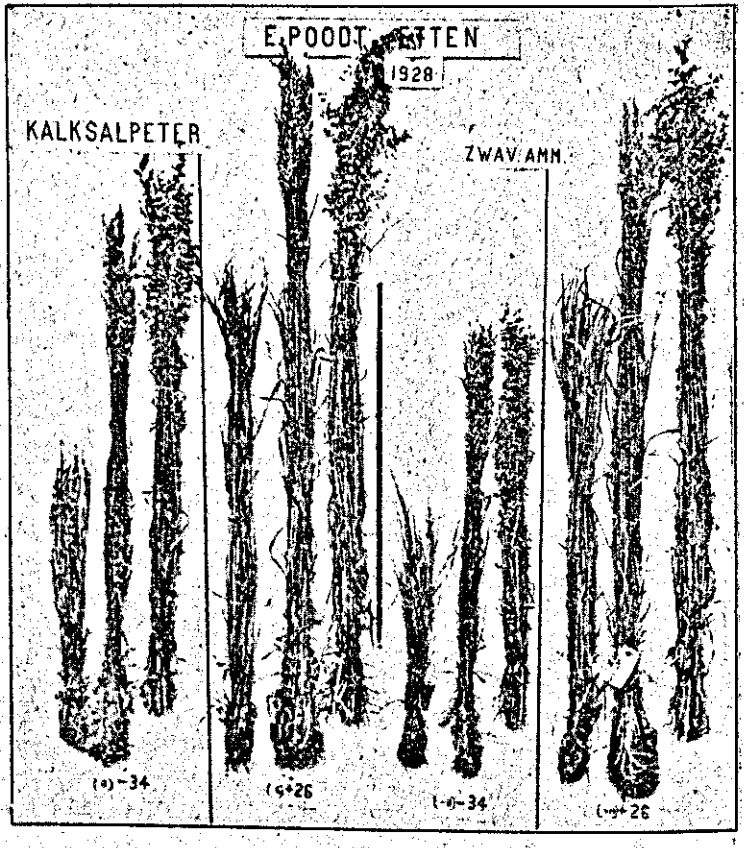


24. Groeikurven bij ongeveer —30, —10, +10 en +30 met kalksalpeter en zwavelzure ammoniak. Alleen bij +30 is zwavelzure ammoniak even bruikbaar als kalksalpeter.

25. Terreinoverzicht op 4 Juni 1928. De zeer groote verschillen in ontwikkeling komen duidelijk uit.
Voorgrond links —30 met zwavelzure ammoniak.
Tweede perceel links —10 met zwavelzure ammoniak.
Derde perceel links +10 met zwav. ammoniak (vóór tweede persoon). Men ziet duidelijk drie trappen. Rechts vóór kalkrijke perceelen met kalksalpeter. Daarachter weer —30 met kalksalpeter zeer slecht.

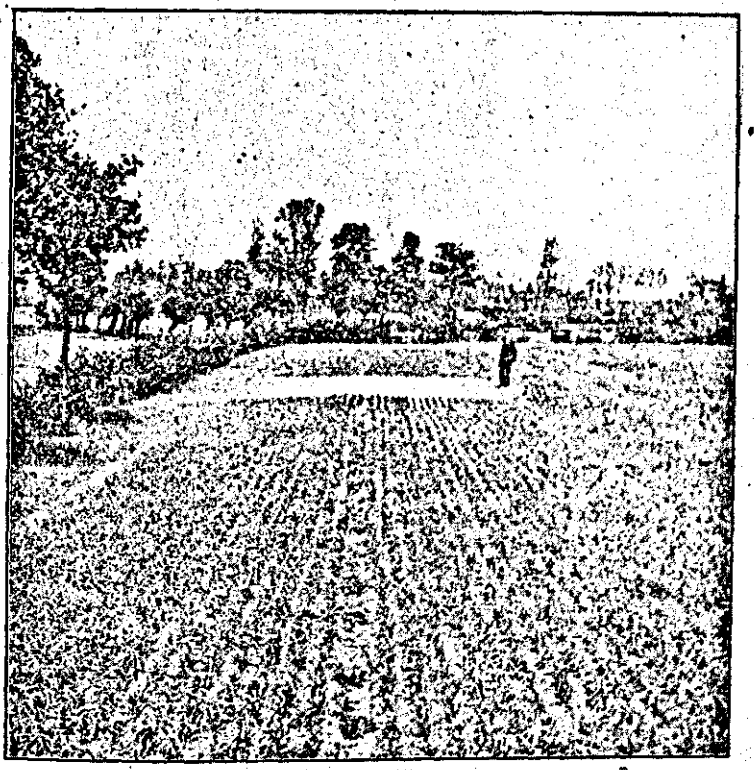


26. Groeikurve uit bovenstaand proefveld op zware klei. Zelfs op dezen zwaren grond blijft de zwavelzure ammoniak ver in de minderheid. Het verschil tusschen het kalkarmste en kalkrijkste perceel bedraagt 36.000 K.G. vrije kalk per H.A. en 20 c.M. bouwvoor. De oorspronkelijke kalktoestand was —5.

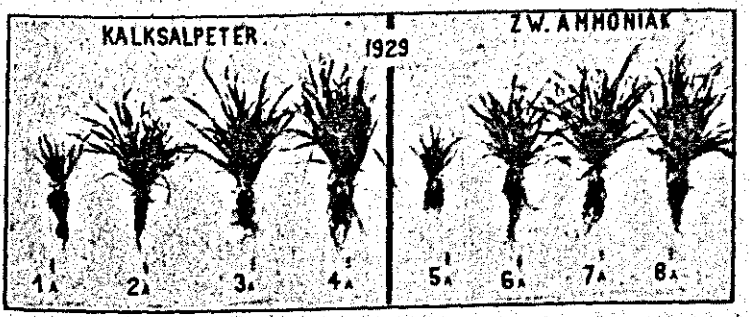


27. Drie stadia van ontwikkeling van Zegehaver op zware klei op het kalkarmste en kalkrijkste perceel bij zure en alcalische bemesting. In elke groep van drie links de ontwikkeling op 4 Juni 1928, de tweede bos is genomen, toen de haver juist in de pluimen kwam en de derde bos toen deze zijn grootste ontwikkeling had bereikt.
Links kalksalpeter bij —30 en bij ongeveer, +30.
Rechts idem met zwavelzure ammoniak.
Bij —30 is het verschil in ontwikkeling met kalksalpeter en zwavelzure ammoniak in alle groeistadia zeer groot, bij + 30 is het vrij gering, doch nog niet geheel verdwenen.

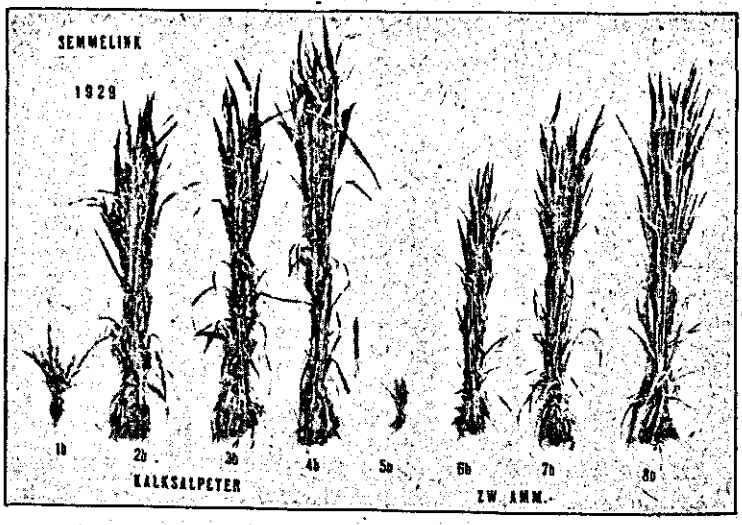
GROEIKURVEN VAN ZEGEHAVER IN 1929 OP IETS MINDER ZWARE KLEI (53% AFSLIBBARE DEELEN) BIJ SEMMELINK TE GENDRINGEN. (Afb. 28-31.)



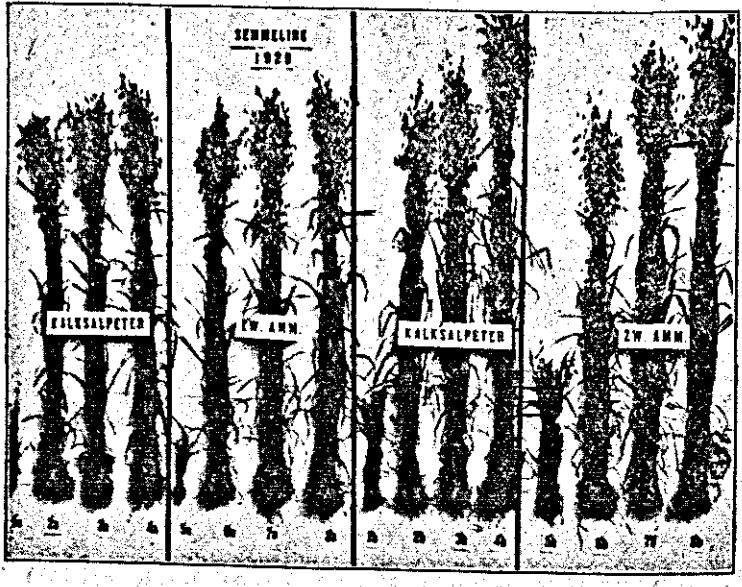
28. Terreinoverzicht op 4 Juni 1929. Midden —30: erg Hooghalensch ziek, voorgrond toenemend kalkrijker, achtergrond idem.



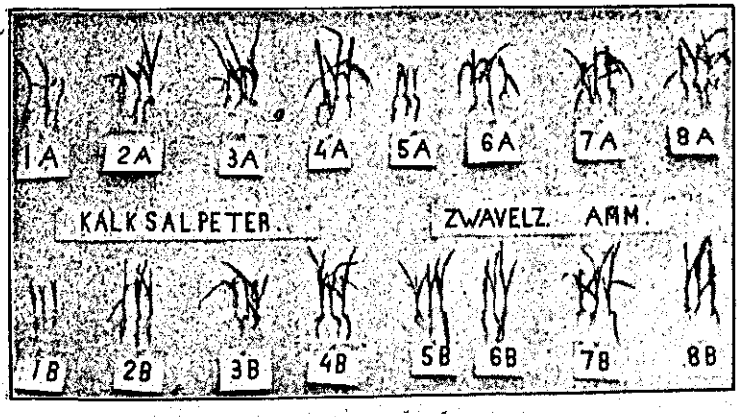
29. Groeikurven op 24 Mei 1929. Van links naar rechts is de kalktoestand ongeveer —30, —10, + 10 en +30. De uitersten verschillen 21.000 K.G. vrije kalk per H.A. en 20 c.M. bouwvoor.



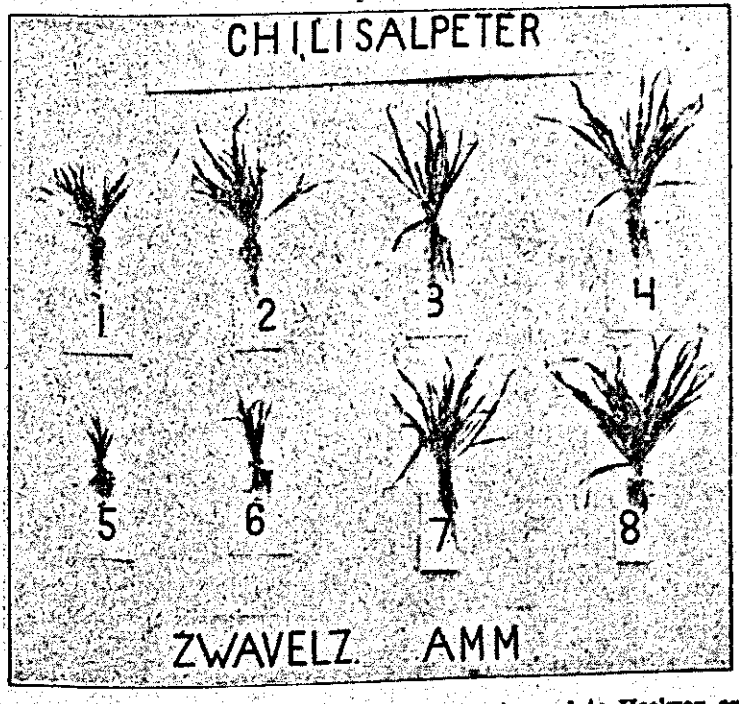
30. Dezelfde groeikurve op 21 Juni 1929. De zwavelzure ammoniak is bij alle kalktoestanden duidelijk de mindere. De tweede bos van links geeft de ontwikkeling weer zonder bekalking.



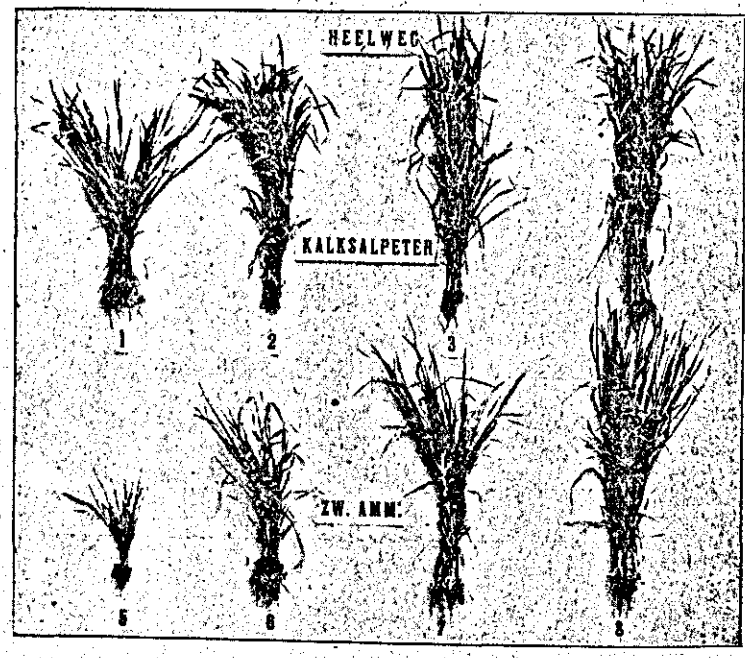
31. De groeikurven op 18 Juli 1929. Ook hier geeft telkens de tweede bos van links den toestand in de practijk zonder bekalking weer.



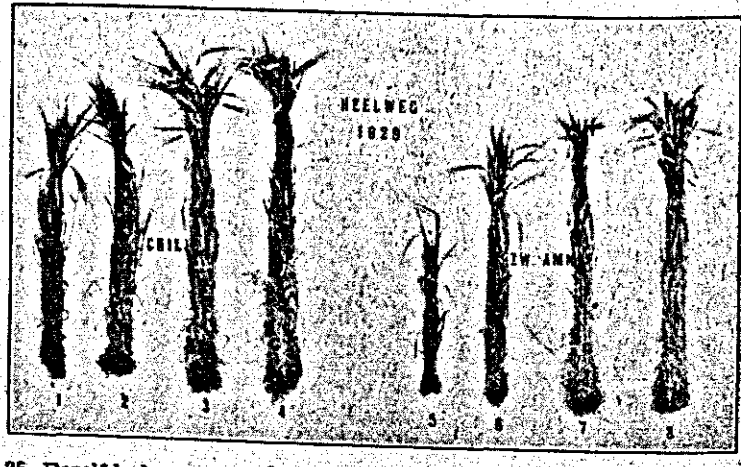
32. Groeikurven van Zegehaver op zware klei (43% afslibbare deelen) bij Metz te Rha op 17 Mei 1929 direct na de kiemingsperiode. Duidelijk blijkt, dat de jonge haver reeds op den kalktoestand reageert, zoodra de kieming is afgeloopen. De perceelen 1-4 en 5-8 vormen groeikurven. De verdere ontwikkeling was als in Gendringen en Etten.



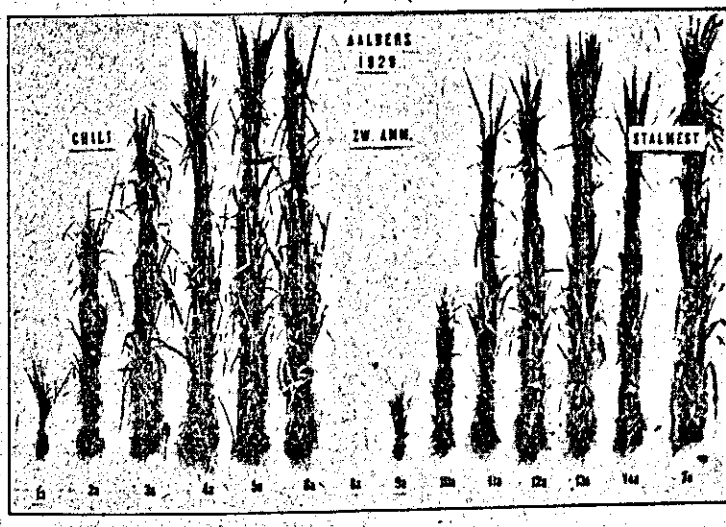
33. Groeikurve van zomergerst op hoogen eschgrond te Heelweg op 15 Mei 1929. Kalktoestanden oploopend van ongeveer —30 tot 0.



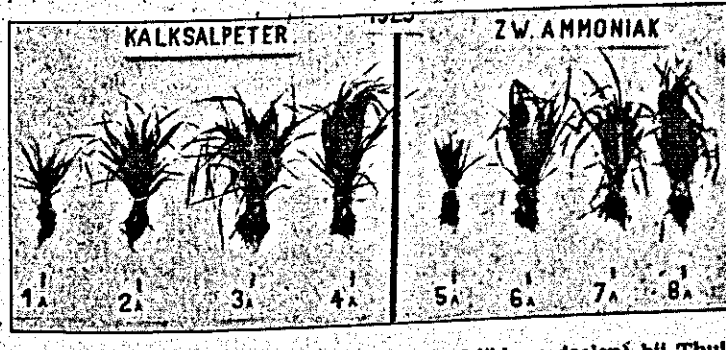
34. Dezelfde kurve op 12 Juni 1929.



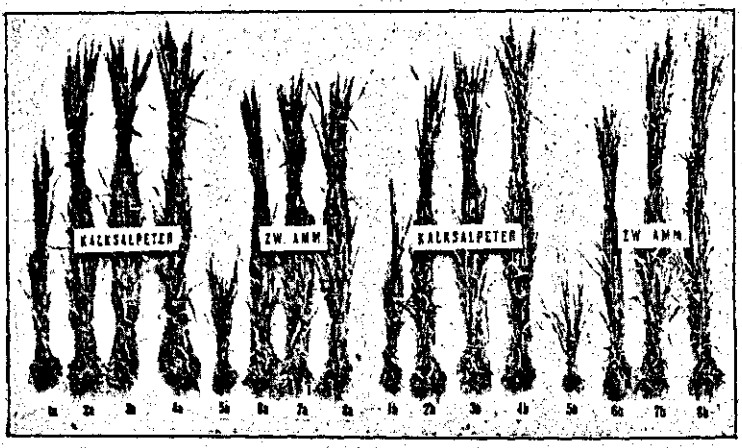
35. Dezelfde kurve op 15 Juli 1929. Telkens blijkt, dat de zwavelzure ammoniak belangrijk achterblijft bij de chilisalpeter. De opbrengst van perceel 4 was zeer goed.



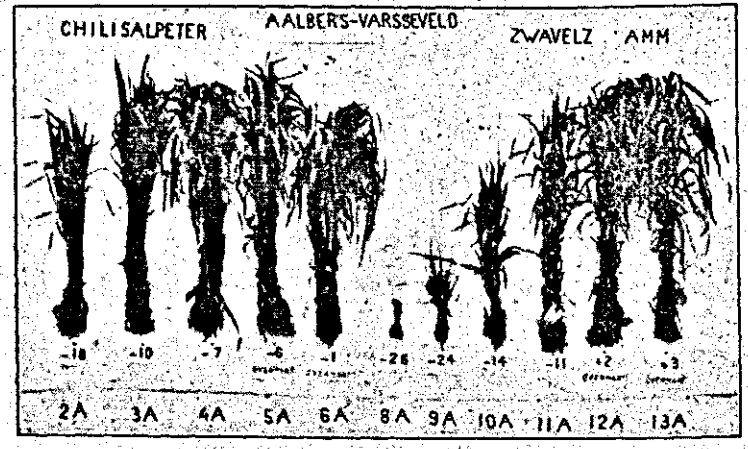
36. Groeikurve van zomergerst op zandgrond bij Aalbers - Varsseveld. Perceel 5a heeft ongeveer een kalktoestand 0, perceel 6a is overkalkt en daardoor reeds weer slechter dan 5a. Hiermede correspondeeren de perceelen 8a (—30) tot 13a (kalktoestand 0). Op 8a is het gewas door Hooghalensche ziekte volkomen mislukt. De perceelen 14a (—13) en 7a (+ 1) die reeds sedert 1923 elk jaar 40.000 K.G. stalmest per H.A. ontvangen, bewijzen zeer mooi, dat zelfs de zwaarste bemestingen niet in staat zijn den nadeeligen invloed van te lage kalktoestanden op te heffen.



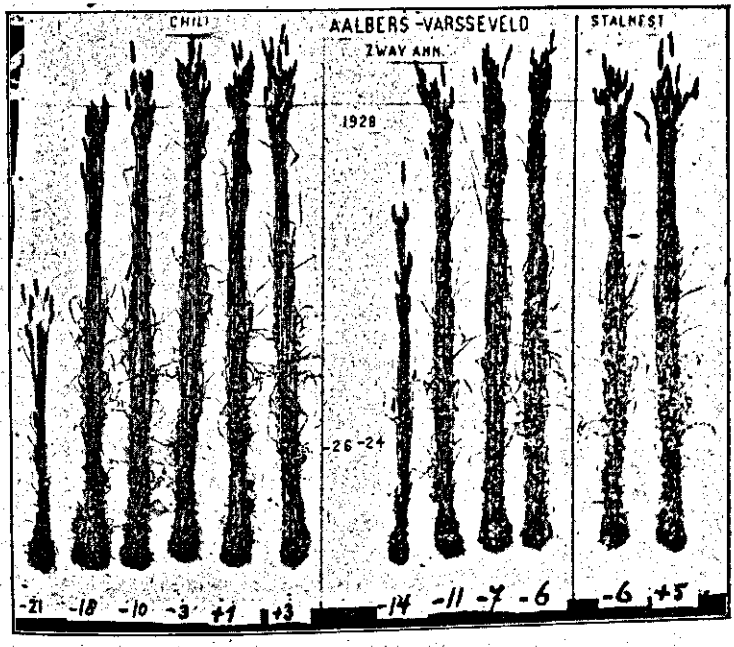
37. Zomergerst op lichten kleigrond (18% afslibbare deelen) bij Thuis te Didam in 1929. Groeikurve op 24 Mei van —30 tot +30. Het verschil in bekalking bedraagt hier 10.000 K.G. vrije kalk per H.A. tusschen de uitersten. Perceel 1a en 5a vertegenwoordigen den natuurlijken toestand.



38. Dezelfde groeikurven op 3 Juli 1929. Ook hier is de zwavelzure ammoniak duidelijk de mindere. De perceelen 1 en 5 vertegenwoordigen den natuurlijken toestand.

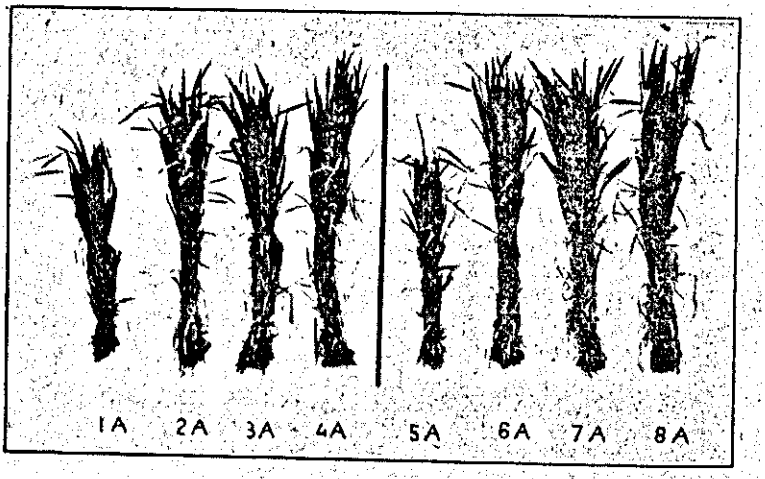


39. Wilhelminatarwe op zandgrond bij Aalbers-Varsseveld in 1928. De kurve met chilisalpeter vertoont bij 5a weer een top, evenals op afb. 33 en daalt bij 6a door overkalking. De treurende bladeren vormen een voorlooper van de Veenkoloniale haverziekte. Het perceel 13a met zwavelzure ammoniak verdraagt de overmaat van kalk nog dank zij de zure bemesting.

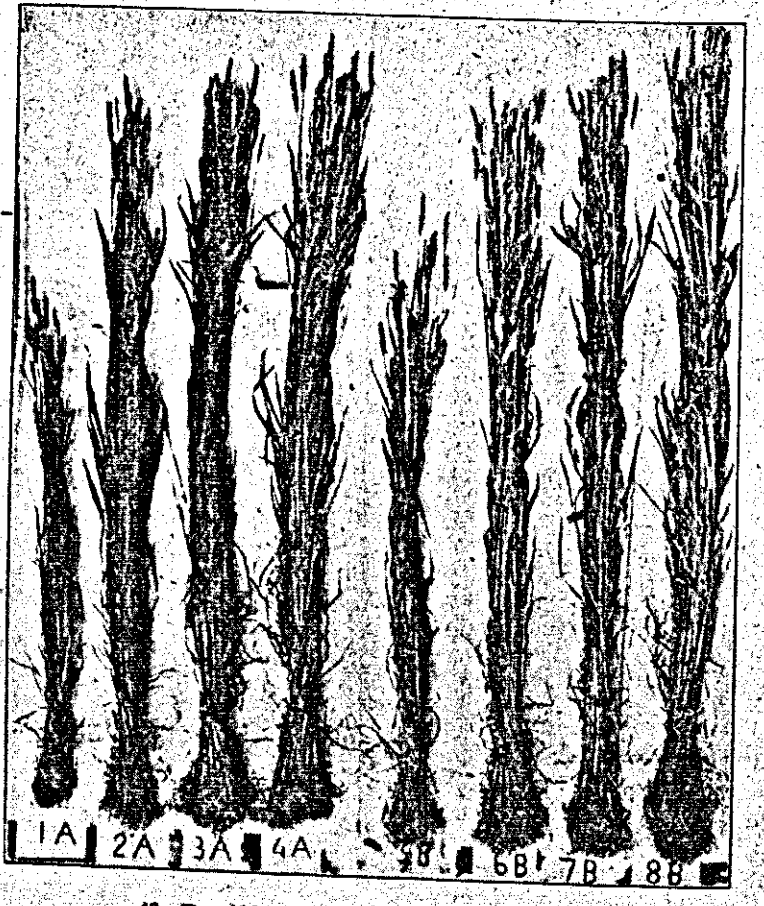


40. Dezelfde groeikurven in volwassen toestand.

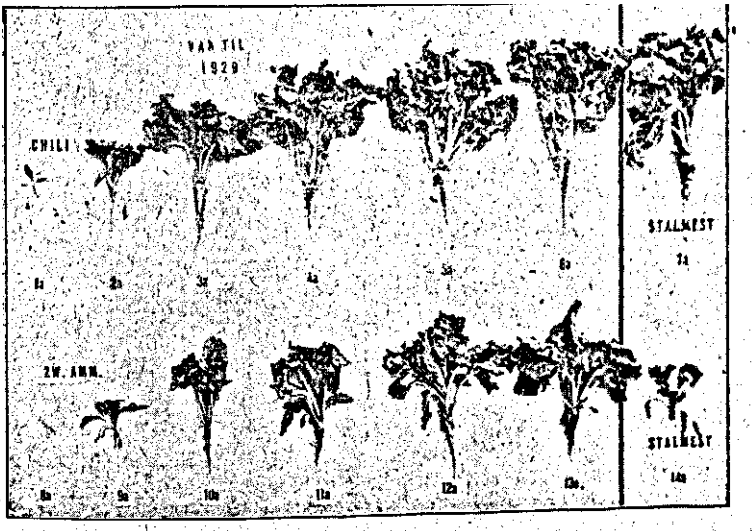
41. Wilhelminatarwe op zwaren kleigrond (53% afslibbare deelen) bij Semmelink - Gendringen op 2 Mei 1928. De slechte perceelen op den voorgrond hebben een kalktoestand van —30, daarvoor tarwe bij —10. Op den achtergrond kalkrijke (+30) perceelen met rechts kalksalpeter en links zwavelzure ammoniak. Men ziet duidelijk de slechtere ontwikkeling met zwavelzure ammoniak.



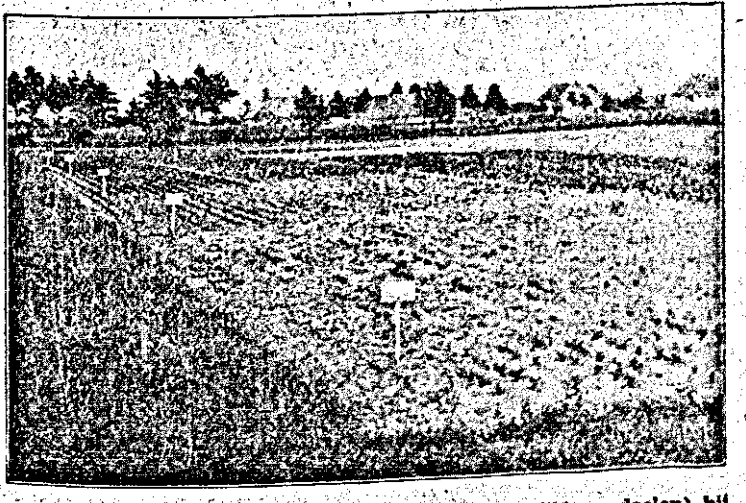
42. Groeikurven van Wilhelminatarwe van foto 41 op 4 Juni (—30, —10, +10, +30). Het verschil tusschen de uitersten bedraagt 21.000 K.G. vrije kalk per H.A. en 20 c.M. bouwvoor. Perceel 2 en 6 vertegenwoordigen den natuurlijken toestand zonder bekalking.



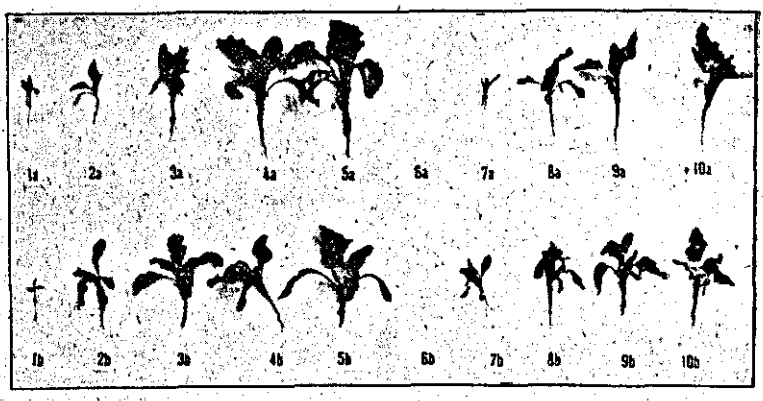
43. Dezelfde groeikurven op 5 Juli 1928.



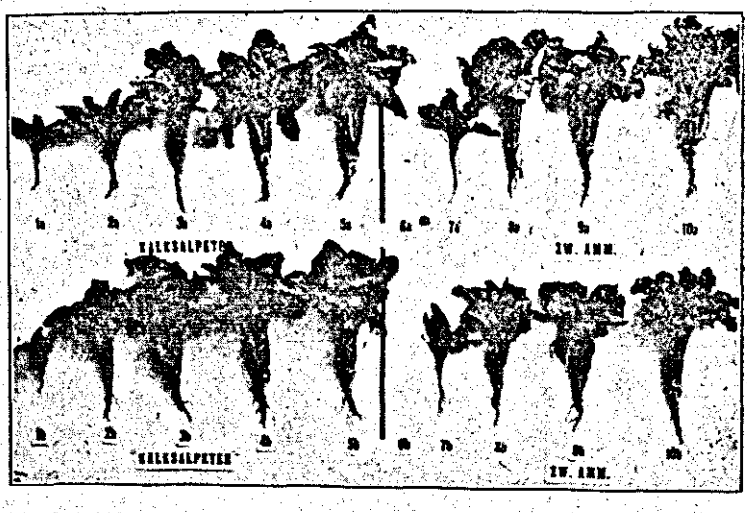
44. Suikerbieten-groeikurve op hoogen eschgrond bij van Til - Hummelo op 13 Juli 1929. Niet alleen 't blad, maar ook de wortels vertoonen een mooie kurve. De zwavelzure ammoniak is overal slechter. Zeer mooi is de tegenstelling tusschen de perceelen 7a (0) en 14a (—20), die beide sedert 1923 elk jaar 40.000 K.G. stalmest ontvangen en bovendien de volle gift kalizout en slakkenmeel. Niettegenstaande deze luxe-bemesting groeien de bieten bij —20 niet, terwijl de ontwikkeling bij 0 schitterend is.



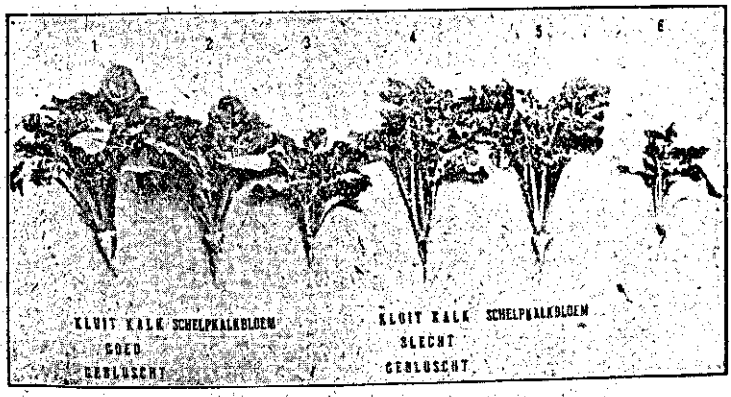
45. Suikerbieten op zeer lichten kleigrond (15% afslibbare deelen) bij Kluvers - Borculo in 1929 bij —30, —10, +10 en +30. Links vóór naar achter kalksalpeter bij oploopende kalktoestanden (borden). Rechts daarvan (eerste rij paaltjes) dezelfde perceelen met zwavelzure ammoniak, die alle een graad slechter zijn. Rechts daarvan de parallelperceelen, waarvan de kalkarmste achteraan liggen en de kalkrijkere vóór. Het beeld toont zeer mooi, dat de stand beheerscht wordt door den kalkstoestand en den vorm der meststoffen.



46. Groeikurve van suikerbieten der afb. 45, de perceelen 1-5 met kalksalpeter, 6-10 met zwavelzure ammoniak op 19 Juni 1929.



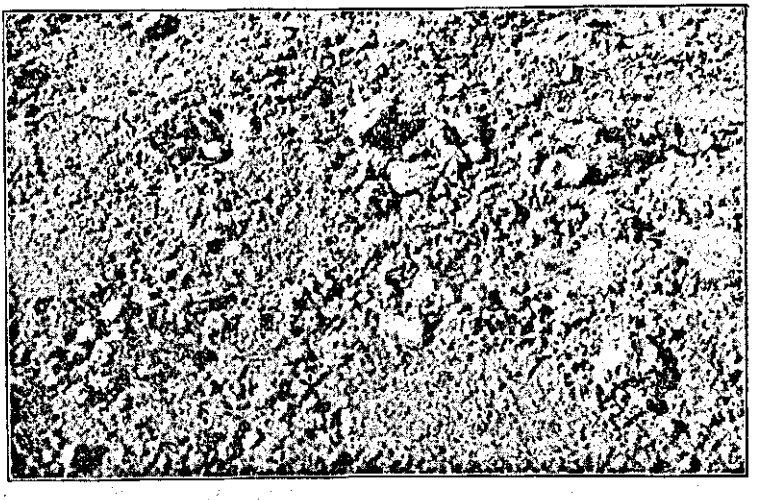
47. Dezelfde kurve op 15 Juli 1929. Het verschil der uitersten bedraagt 8000 K.G. vrije kalk per H.A. Merkwaardig is te vermelden, dat toen dit proefveld tot voor enkele jaren als zware zandgrond werd beschouwd en tot 0 werd gekalkt, het geen voldoende groeikurve vertoonde. Nu de kalktoestand tot +30, zooals bij kleigronden noodig is, is opgevoerd, is de kurve zeer mooi.



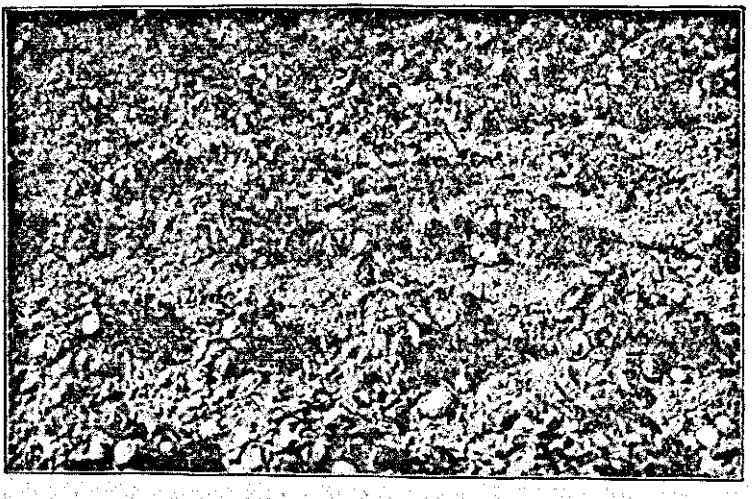
48. Suikerbieten op gescheurd kleiweiland bij Kloosterboer - Nijbroek (38% afslibbare deelen). De perceelen 3 en 6 ontvingen geen kalk. De kalktoestand is hier —16. De overige ontvingen 20.000 K.G. vrije kalk in den vorm van kluitkalk en schelpkalkbloem.

49. Eigenheimer op zandgrond bij Bauman - Sonsbeek - Arnhem bij oploopende kalktoestanden van —25 tot —10 in 1929.

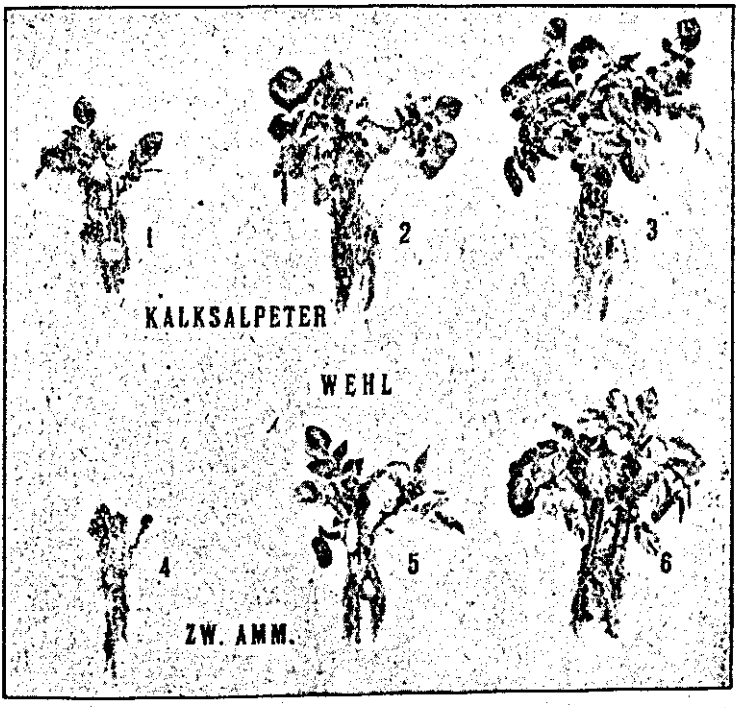
50. Bevelander aardappelen op zwaren kleigrond (40% afslibbare deelen) bij Derksen - Wehl op 11 Juni 1929. Van vóór naar achter —20, 0 en +20, links vóór naar achter zwavelzure ammoniak en rechts kalksalpeter. De grens ligt midden vóór op de afb. en is goed aan den stand te herkennen. De kalkarme voorgrond is slecht en links met zwav. ammoniak veel slechter dan rechts met kalksalpeter.



51. Detailfoto van het kalkarmste perceel met zwavelzure ammoniak op 11 Juni 1929. De planten komen juist boven den grond.

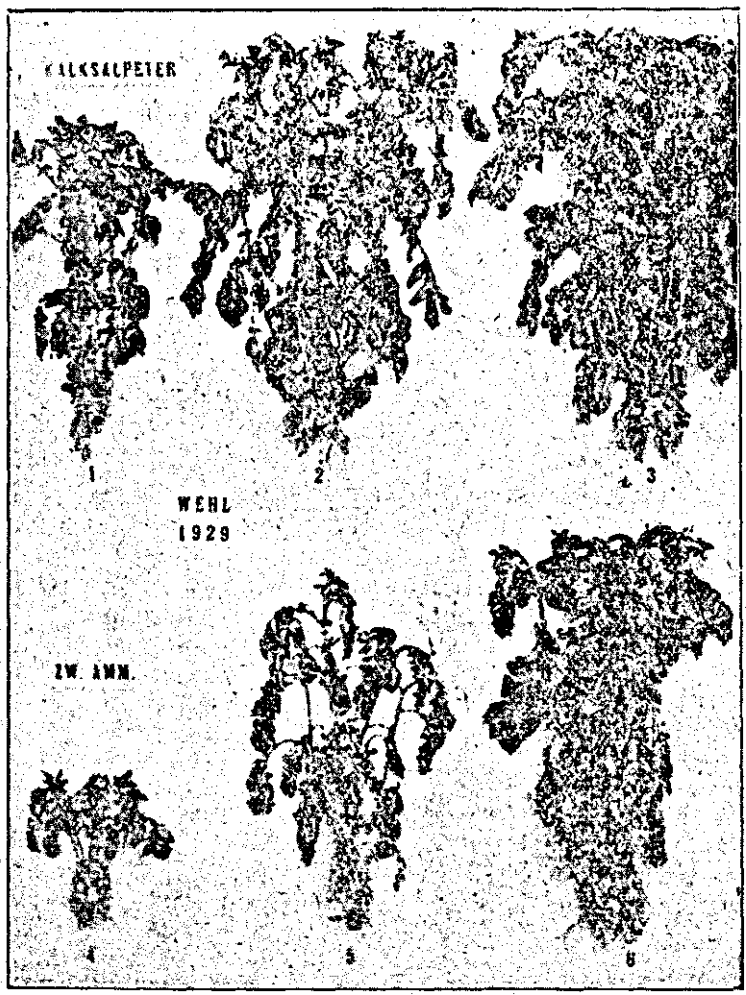


52. Detailfoto van het kalkrijkste perceel met kalksalpeter op 11 Juni 1929. De stand is uitstekend en het verschil met afb. 51 treffend.



53. Groeikurve van aardappels op zwaren kleigrond te Wehl op 11 Juni 1929. Ook hier blijft zwavelzure ammoniak vooral op de kalkarmere perceelen sterk in de minderheid. Perceel 2 en 5 vertegenwoordigen ongeveer den natuurlijken toestand. Hier is zwak gekalkt.

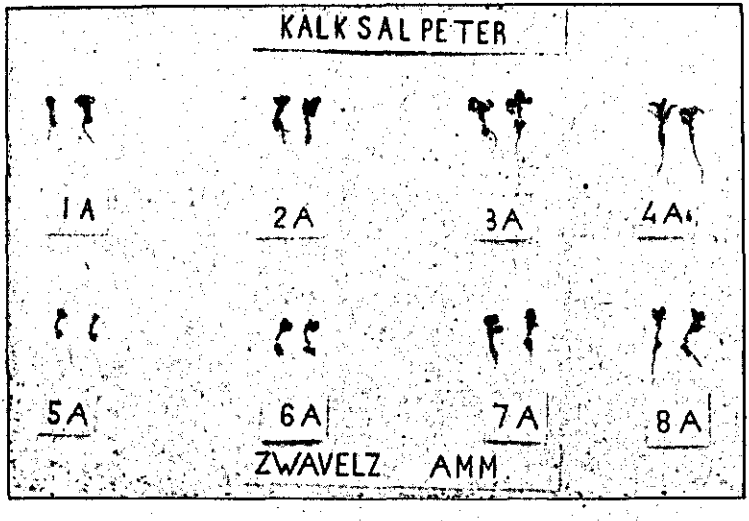
54. Hetzelfde proefveld op 13 Juli 1929 van terzijde gezien. Voorgrond zwavelzure ammoniak, achtergrond kalksalpeter. Rechts —20, midden 0 en links +20. De grenzen, aangeduid door de personen, vertoonen duidelijk trappen.



55. Groeikurve van dit proefveld op 13 Juli 1929. De opbrengsten waren in H.L. per H.A. en (in %) perc. 1 491 (85%), perc. 2 540 H.L. (93%), perc. 3 566 H.L. (98%), perc. 4 386 H.L. (66%), perceel 5 520 H.L. (90%) en perceel 6 580 H.L. (100%).

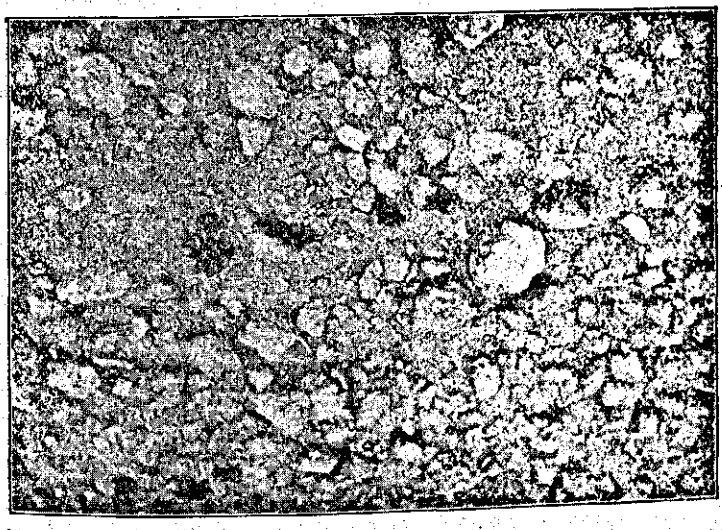
56. Duiveboonen op zandgrond te Teuge in 1928 zonder stikstofbemesting bij —25 tot 0.

DUIVEBOONEN OP ZWAREN KLEIGROND BIJ POODT - ETTEN.
(Alb. 57-65.)

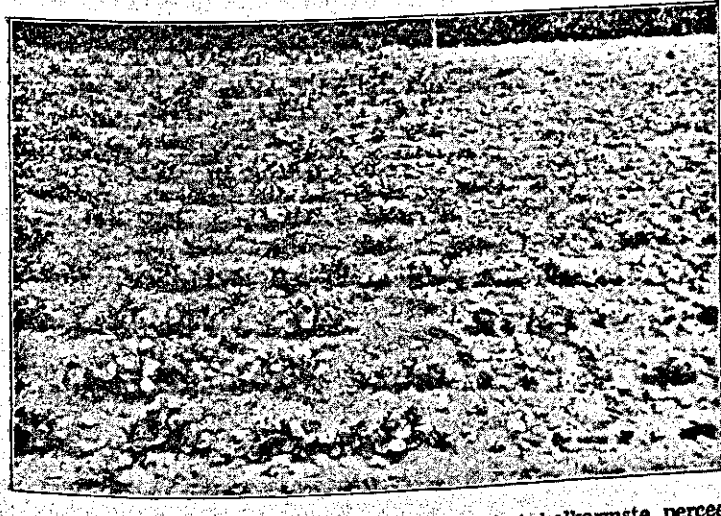


57. Duiveboonen op zwaren kleigrond (64% afslibbare deelen) bij Poodt - Etten zonder stikstof. De bovenste reeks krijgt op andere gewassen steeds kalksalpeter, de onderste zwavelzure ammoniak. De kalktoestand varieert van links naar rechts van ongeveer —30, —10, +10 tot +30. Men ziet op 6 Mei 1929 reeds het verschil in ontwikkeling der kiemplanten, zoowel wat betreft de stengel met blaadjes, als vooral ook de penwortel. Op het zeer kalkarme perceel 5a wordt zelfs geen penwortel gevormd, niettegenstaande de grond als meel is. Op 1a vormt zich een kort worteltje, dat spoedig zijn groei beëindigt en sterft of blijft kwijnen. De penwortels op 4a en 8a zijn zeer krachtig.

58. Overzicht van het proefveld Poodt - Etten met duiveboonen zonder stikstof op 24 Mei 1929.

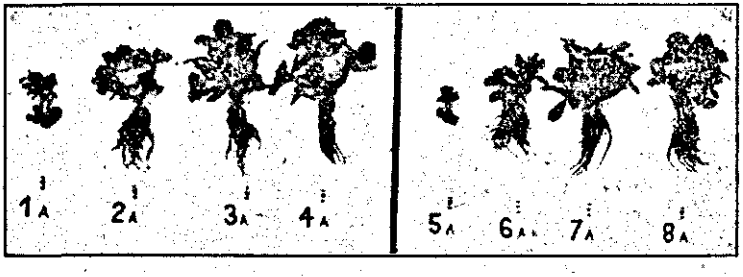


59. Detail uit het kalkarmste perceel 5a van bovenstaand proefveld op 24 Mei 1929.

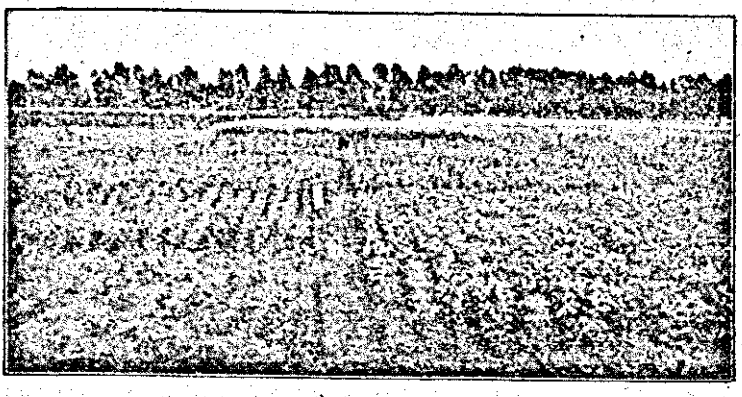


60. Links het kalkrijkste perceel 4a, rechts het kalkarmste perceel 5a op 24 Mei 1929.

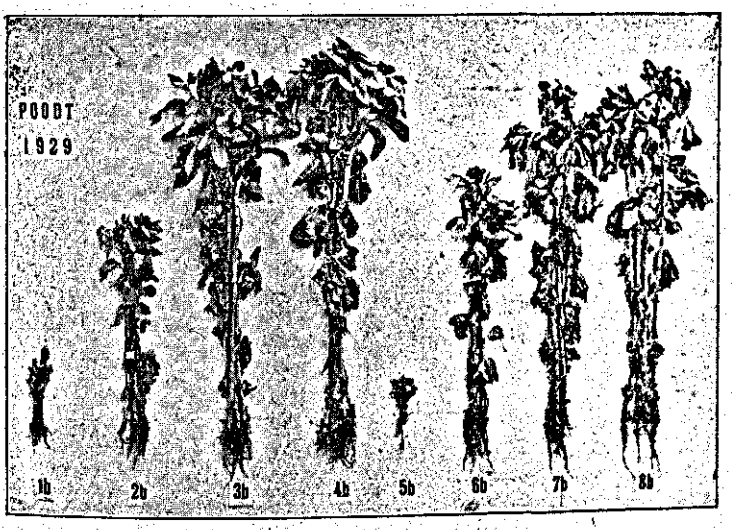
61. Detail uit het kalkrijkste perceel 4a op 24 Mei 1929.



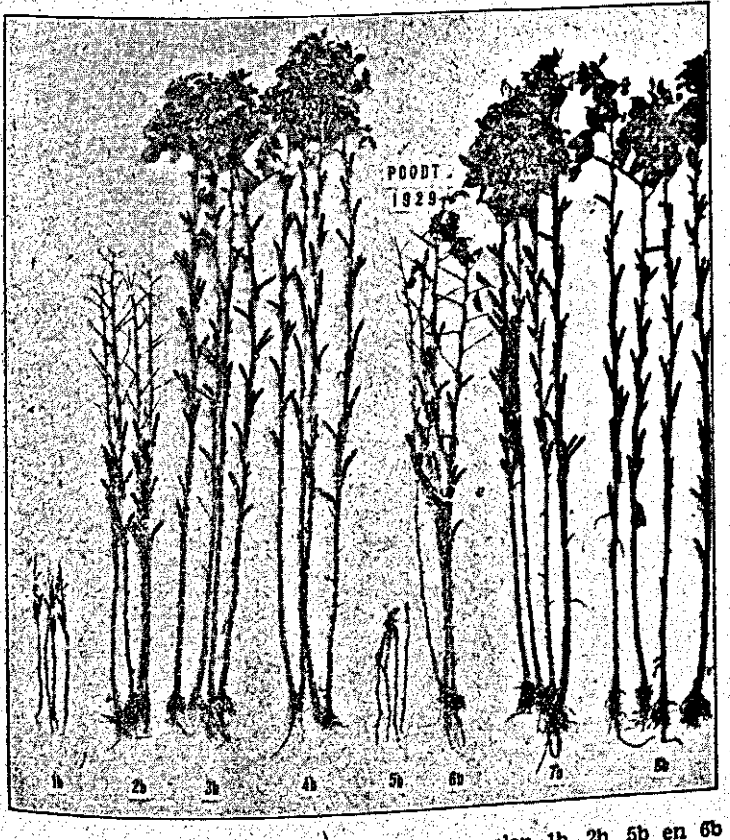
62. Groeikurve van bovenstaand proefveld op 24 Mei 1929. De perceelen 1-4 ontvangen met andere gewassen steeds kalksalpeter, de perceelen 5-8 steeds zwavelzure ammoniak. Perceel 2 en 6 vertoonen den natuurlijken toestand. De boonen op 1a en 5a hebben als penwortel slechts een stompje.



63. Overzichtsfoto van bovenstaand proefveld op 21 Juni 1929. Links vóór naar achter 2 × 4 perceelen (1a-8a) met oploopende kalktoestanden van 1-4 en van 5-8. Rechts vóór naar achter 7b (+10), 8b (+30), 5b (—30), 6b (—10), 3b (+10), 4b (+30), 1b (—30), 2b (—10).



64. De groeikurven van bovenstaand proefveld op 21 Juni 1929. Perceel 2 en 6 vertegenwoordigen den natuurlijken onbekalkten toestand.

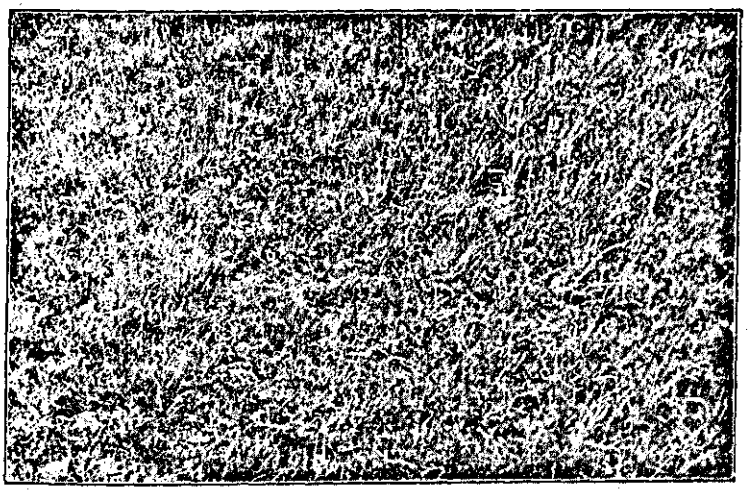


65. De groeikurve op 30 Aug. 1929. De perceelen 1b, 2b, 5b en 6b waren reeds bladerloos. Van de overige perceelen werden de groene bladeren verwijderd, voor zoover de peulen voorkwamen om deze te laten zien. De oogst van de kalkrijkste perceelen was overvloedig. Perceel 2 en 6 leveren een oogst, zooals deze in de gewone practijk zonder bekalking zou zijn verkregen.

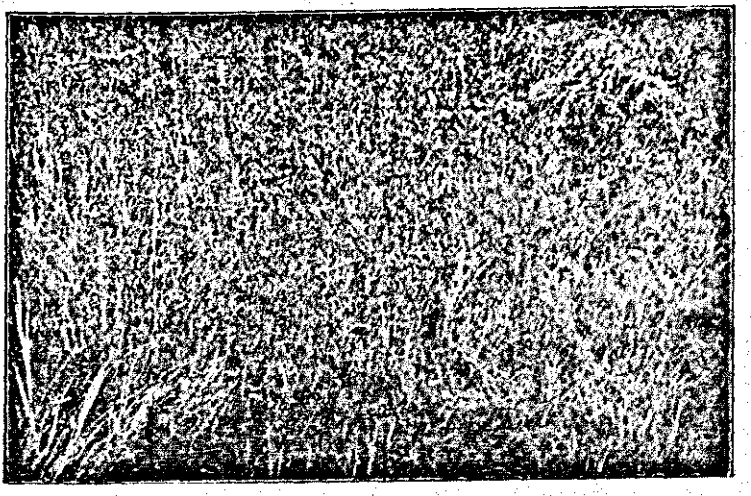
66. Groeikurve van Mansholt's gekruiste extra korte groene erwt op ouden hoogen eschgrond van Besselink - Harfsen, zonder stikstof op 25 Mei 1929. De perceelen 1-6 ontvangen op andere gewassen steeds chili, de perceelen 8-13 steeds zwavelzure ammoniak en de perceelen 7 en 14 steeds 40.000 K.G. stalmest. Perceel 6a is overkalkt.

67. Dezelfde groeikurve op 20 Juni 1929.

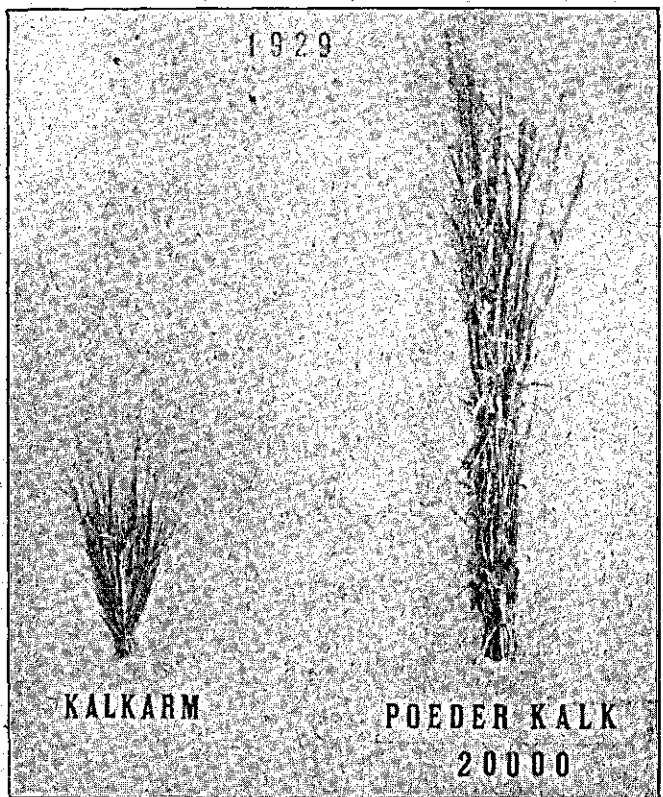
68. Groeikurve van Mansholt's gekruiste extra korte groene erwt op lichten kleigrond (15% afslibbare deelen) van Kluvers - Borculo op 7 Juli 1929. Zonder stikstof.



69. Zeer slechte zode met kort hard gras op zeer kalkarmen leemgrond (—35) van Hengeveld - Aalten, liggende beoosten het Zwarte Veen bij Varsseveld. De kalkbehoefte is ongeveer 20.000 K.G. vrije kalk per H.A. Foto van 19 Juni 1929.



70. Op den voorgrond hetzelfde kalkarme perceel en op den achtergrond met scherpen overgang het hooigras na bekalking met 12.000 K.G. vrije kalk per H.A. Foto van 12 Juni 1929.

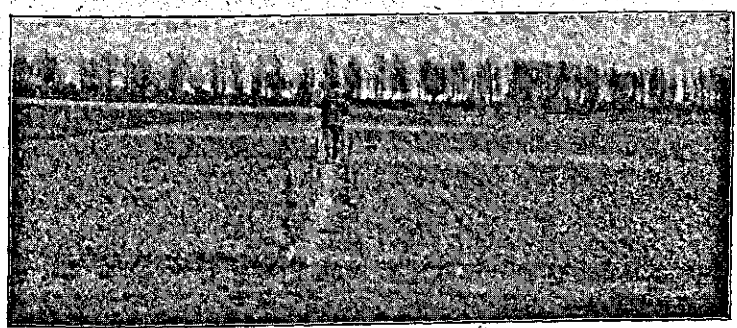


71. Een grasmonster van bovenstaanden kalkarmen leemgrond (links) en de opbrengst na scheuren en toevoeging van 12.000 K.G. vrije kalk. Foto van 19 Juni 1929 bij Hengeveld - Aalten.

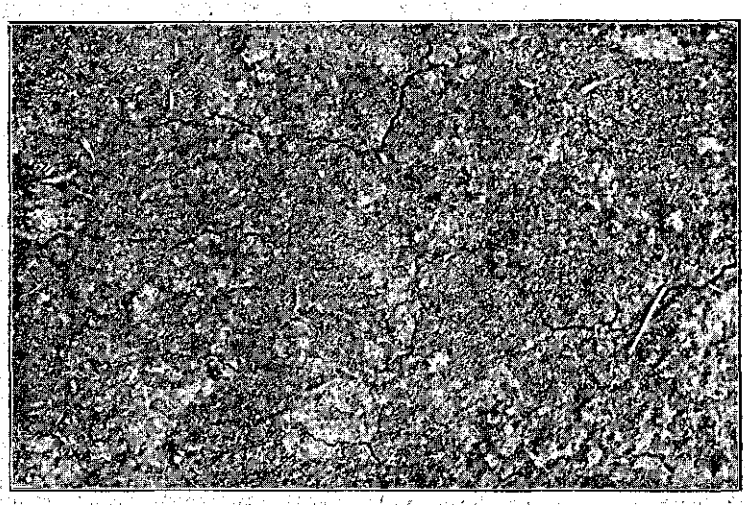
72. De hooiopbrengst op bovenstaanden leemgrond na bekalking. Het kalkarme deel was te slecht om te maaien.

STRUCTUURFOTO'S VAN KLEI- EN ZANDGRONDEN.
(Afbeeldingen 73¹77.)

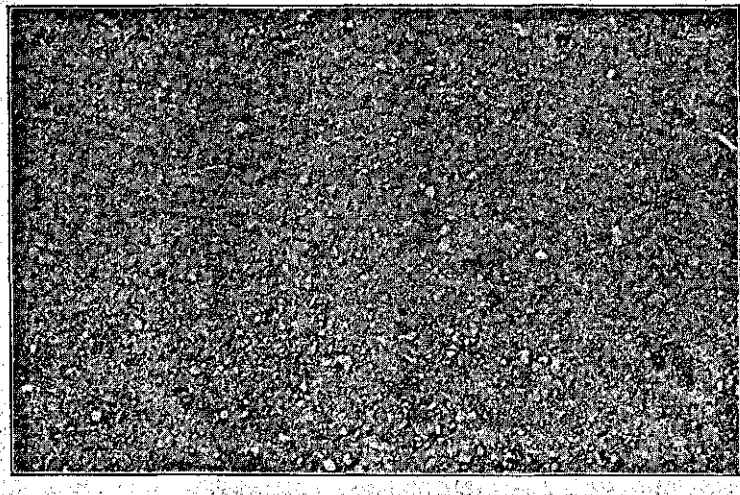
73. Structuurverschillen bij Metz - Rha op zwaren kleigrond (43% afslibbare deelen) op 30 April 1928. Het proefveld strekt zich uit tot de twee personen. De —30 perceelen teekenen zich in drogen toestand wit af, de —10 perceelen zijn iets donkerder van kleur, de +10 perceelen zijn nog donkerder en de +30 perceelen zijn het donkerst en het kruimeligst. Halfweg rechts ligt een —30 perceel en daarachter een —10 perceel, rechts vóór een +10 perceel en daarachter en vóór het kalkarmste perceel een +30 perceel. De vier kleuren zijn duidelijk zichtbaar.



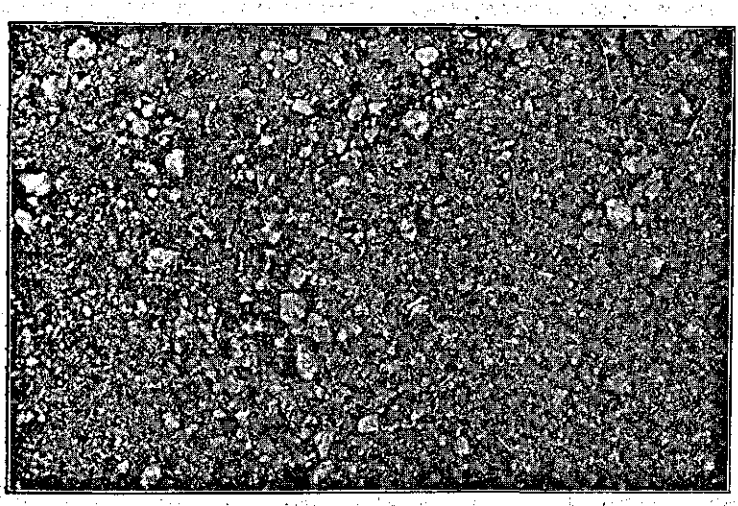
74. Structuurverschillen bij Poodt - Etten op zeer zwaren kleigrond (63% afslibbare deelen) op 7 Mei 1929. De kleurverschillen zijn als bij afbeelding 73.



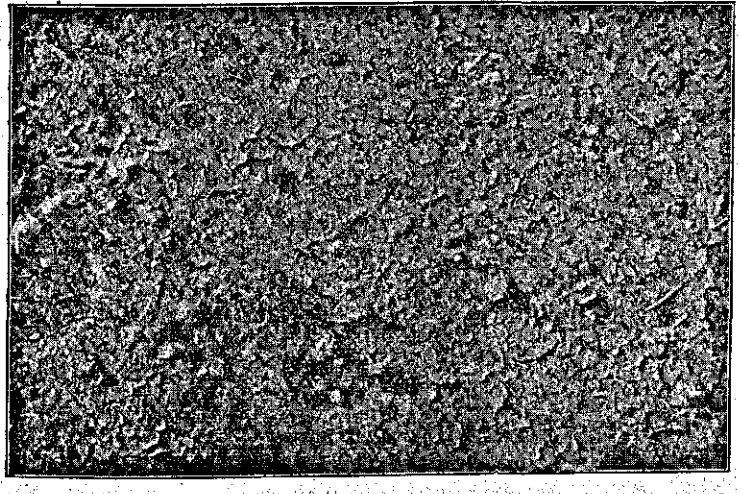
75. Enkelkorrelstructuur bij Poodt-Etten op 18 Juli 1929 na langdurige droogte. De grond vertoont smalle scheuren en is melig van aard. Kalktoestand —30.



76. Dezelfde grond van afb. 75 nadat deze oppervlakkig met een schop is los gemaakt. De grond is melig en wil daardoor geen kluit vormen.



77. Dezelfde grond van het kalkrijke (+30) perceel nadat deze is los gemaakt. De grond is kluiterig en zeer mooi van structuur.



78. De enkelkorrelstructuur van een kalkarmen (—30) humus-zandgrond van Aalbers - Varsseveld.

V. Eenige opbrengstcijfers van kleiproefvelden.

Aangezien de gegevens nog niet verwerkt zijn en zelfs nog een aantal gegevens van het grondonderzoek ontbreken, kunnen nog geen nauwkeurig gedocumenteerde opbrengstcijfers worden gegeven. Teneinde echter een indruk omtrent de groeikurven op de klei te geven, laten wij hier eenige opbrengsten, zoowel van beter als minder goed geslaagde proefvelden volgen. Bij de beoordeeling moet het volgende in aanmerking worden genomen:

Bij elk proefveld is vermeld het jaar van aanleg, het kleigehalte (het humusgehalte varieert van slechts 1-4%), de aanvankelijke kalktoestand voor den aanleg en de hoeveelheid vrije kalk in K.G. (kalkeenheid), die noodig is om theoretisch den kalktoestand per H.A. en 20 c.M. bouwvoor een punt te verhoogen. De aangegeven kalktoestanden hebben alleen betrekking op het doel, dat gesteld is. Men bedenke echter, dat zij in het algemeen geenszins zijn bereikt. Zij geven slechts een indruk van de variaties van den kalktoestand. In de opbrengstcijfers zitten groote fouten, vooral door het verschil in vochtgehalte van den oogst van verschillende perceelen, terwijl ook dikwijls plantenziekten storend hebben gewerkt. Men dient bij de beoordeeling hiermede dus ernstig rekening te houden.

De cijfers kunnen niet meer geven dan een globalen indruk. Zij zijn in het algemeen minder betrouwbaar dan de foto's, die gedurende den groei van het gewas te velde en van met zorg gekozen bossen, zijn genomen. De proeffouten van dit materiaal zijn veel kleiner dan van de oogsten.

Naast de werkelijke cijfers vermelden wij tevens **procentcijfers**, waarbij gewoonlijk de hoogste en soms ook de laagste opbrengst op 100% is gesteld. Hierdoor wordt de indruk van de groeikurve verduidelijkt.

De proefvelden zijn gerangschikt naar de gewassen en voor elk gewas nog weer naar toenemend kleigehalte.

WINTERROGGE.

Thuis - Didam, aanleg 1927, proefjaar 1927, 17.5% klei, kalkeenheid 150, kalktoestand bij aanleg —23.

Gewenschte kalktoestand	—20	—10	0	+10
Ongedorschen rogge-opbrengst:				
Kalksalpeter (in K.G.):	5600	6200	6500	6700
Zwav. ammoniak (in K.G.):	4450	5800	6000	6700
Kalksalpeter (in %):	86	93	97	100
Zwav. ammoniak (in %):	66	87	90	100

De zwavelzure ammoniak blijft op de kalkarmere perceelen achter bij de kalksalpeter.

V ERTARWE.

Semmelink - Gendringen, aanleg 1926, proefjaar 1928, 50.4% klei, kalkeenheid 350, kalktoestand bij aanleg —4.

Gewenschte kalktoestand	—20	0	+20	+40
Ongedorschen tarwe-opbrengst:				
Kalksalpeter (in K.G.):	1700	5450	6100	6000
Zwav. ammoniak (in K.G.):	2250	5550	5850	5600
Kalksalpeter (in %):	28	89	100	100
Zwav. ammoniak (in %):	37	91	96	92

Dit proefveld was wat onregelmatig.

ZEGEHAVER.

Derksen - Wehl, aanleg 1927, proefjaar 1928, 36.7% klei, kalkeenheid 330, kalktoestand bij aanleg —2.4.

Gewenschte kalktoestand	—10	+10	+30
Zaadopbrengst:			
Kalksalpeter (in H.L.):	100	106	116
Zwav. ammoniak (in H.L.):	88	98	106
Kalksalpeter (in %):	86	91	100
Zwav. ammoniak (in %):	76	84	91
Stroo-opbrengst:			
Kalksalpeter (in K.G.):	6800	7300	7900
Zwav. ammoniak (in K.G.):	6500	7100	8300
Kalksalpeter (in %):	82	88	95
Zwav. ammoniak (in %):	78	85	100

Metz - Rha, aanleg 1927, proefjaar 1928, 43% klei, kalkeenheid 300, kalktoestand bij aanleg —1.

Gewenschte kalktoestand	—30	—10	+10	+30
Ongedorschen opbrengst:				
Kalksalpeter (in K.G.):	4900	9800	8200	8300
Zwav. ammoniak (in K.G.):	2300	7700	8500	8500
Kalksalpeter (in %):	50	100	83	84
Zwav. ammoniak (in %):	23	78	86	86
Zaadopbrengst:				
Kalksalpeter (in K.G.):	1900	4200	4000	4000
Zwav. ammoniak (in K.G.):	700	3400	3900	3900
Kalksalpeter (in %):	45	100	95	95
Zwav. ammoniak (in %):	17	81	93	93

De welige kalkrijke perceelen met dichteren stand hebben veel geleden door vroegtijdig legeren.

Semmelink - Gendringen; aanleg 1926, proefjaar 1929, 50.4% klei, kalkeenheid 350, kalktoestand bij aanleg —4.

Gewenschte kalktoestand	—20	0	+20	+40
Zaadopbrengst:				
Kalksalpeter (in K.G.):	400	3400	3600	4000
Zwav. ammoniak (in K.G.):	200	3700	3900	3900
Kalksalpeter (in %):	10	85	90	100
Zwav. ammoniak (in %):	5	92	97	97
Stroo-opbrengst:				
Kalksalpeter (in K.G.):	500	3100	3400	4000
Zwav. ammoniak (in K.G.):	440	3200	3500	3300
Kalksalpeter (in %):	12	77	85	100
Zwav. ammoniak (in %):	11	80	87	82

Poodt - Etten; aanleg 1927, proefjaar 1928, 63.6% klei, kalkeenheid 450, kalktoestand bij aanleg —5.

Gewenschte kalktoestand	—30	—10	+10	+30

Ongedorschen havergewas:

Kalksalpeter (in K.G.):	4900	6250	7300	7500
Zwav. ammoniak (in K.G.):	3700	6300	7450	7500
Kalksalpeter (in %):	65	83	97	100
Zwav. ammoniak (in %):	49	84	99	100

Dit gewas reageerde bijzonder duidelijk, zooals uit de foto's blijkt. Het is echter vroegtijdig gaan legeren, zoodat de opbrengstcijfers veel minder duidelijk zijn.

ZOMERGERST-GOUDGERST.

Thuis - Didam; aanleg 1927, proefjaar 1929, 17.5% klei, kalkeenheid 150, kalktoestand bij aanleg —23.

Gewenschte kalktoestand	—20	0	+20	+40
Ongedorschen oogst:				
Kalksalpeter (in K.G.):	4500	7400	8200	8200
Zwav. ammoniak (in K.G.):	4100	6700	7800	7000
Kalksalpeter (in %):	55	90	100	100
Zwav. ammoniak (in %):	50	82	95	85

VOEDERBIETEN.

Thuis - Didam; aanleg 1927, proefjaar 1928, 17.5% klei, kalkeenheid 150, kalktoestand bij aanleg —23.

Gewenschte kalktoestand	—20	0	+20	+40
Kalksalpeter (in K.G.):	37200	75000	78500	80200
Zwav. ammoniak (in K.G.):	13300	65300	68000	73200
Kalksalpeter (in %):	46	93	98	100
Zwav. ammoniak (in %):	16	81	84	91

Poedt - Etten; aanleg 1927, proefjaar 1927, 63.6% klei, kalkeenheid 450, kalktoestand bij aanleg —5.

Gewenschte kalktoestand	—20	—10	0	+10
Kalksalpeter (in K.G.):	21700	44500	59200	81200
Zwav. ammoniak (in K.G.):	33800	37200	55300	70500
Kalksalpeter (in %):	27	55	73	100
Zwav. ammoniak (in %):	42	46	68	87

SUIKERBIETEN.

Kluvers - Borculo; aanleg 1923, in 1928 ingedeeld bij kleigronden, proefjaar 1929, 12.2% klei, kalkeenheid 130.

Gewenschte kalktoestand	—40	—20	0	+20	+40
Kalksalpeter (in K.G.):	7200	20300	30900	(29000)	(28200)
Zwav. ammoniak (in K.G.):	400	13800	28100	(27700)	(26000)
Kalksalpeter (in %):	23	67	100	(96)	(91)
Zwav. ammoniak (in %):	13	45	90	(89)	(84)

Het proefveld toonde een zeer mooie oploopende groeikurve, zooals uit de foto's blijkt. In Augustus werden echter de kalkrijkste perceelen zoodanig aangetast door hartrot, dat zij in opbrengst ver achter bleven.

Klooster boer - Nijbroek; aanleg 1928, proefjaar 1929, 38% klei, kalkeenheid 280, kalktoestand bij aanleg —18.

Gewenschte kalktoestand	—15	+20
Kalksalpeter (in K.G.):	33800	49000
Kalksalpeter (in %):	69	100

De opbrengst is met bijna de helft verhoogd.

AARDAPPELEN.

Derksen - Wehl; aanleg 1927, proefjaar 1929, 36.7% klei, kalkeenheid 330, kalktoestand bij aanleg —2.4.

Gewenschte kalktoestand	—10	+15	+40
Kalksalpeter (in H.L.):	491	540	566
Zwavelzure ammoniak (in H.L.):	386	520	580
Kalksalpeter (in %):	85	93	98
Zwavelzure ammoniak (in %):	66	90	100

DUIVEBOONEN (zonder stikstofbemesting).

Scmmelink - Gendringen; aanleg 1926, proefjaar 1927, 50.4% klei, kalkeenheid 350, kalktoestand bij aanleg —4.

Gewenschte kalktoestand	—15	—7	+1	+9
Ongedorschen opbrengst (in K.G.):	5900	7300	7800	9700
Ongedorschen opbrengst (in %):	61	75	80	100
Zaadopbrengst (in H.L.):	28	32	40	40
Zaadopbrengst (in %):	70	80	100	100

Pocdt - Etten; aanleg 1927, proefjaar 1929, 63.6% klei, kalkeenheid 450, kalktoestand bij aanleg —5.

Gewenschte kalktoestand	—40	—20	0	+20
Ongedorschen opbrengst (in K.G.):	600	6000	9400	10200
Ongedorschen opbrengst (in %):	6	59	92	100
Zaadopbrengst (in H.L.):	4	39	46	51
Zaadopbrengst (in %):	8	78	92	100

ERWTEN (zonder stikstofbemesting).

Kluvers - Borculo; aanleg 1923, in 1928 ingedeeld bij kleigronden, proefjaar 1928, 12.2% klei, kalkeenheid 130.

Gewenschte kalktoestand	—40	—20	0	+20	+40
Ongedorschen opbrengst.					
Kalksalpeterstrook (in K.G.):	5200	6000	7400	6800	7400
Zw. ammoniakstrook (in K.G.):	1100	4200	7600	6800	7300
Kalksalpeterstrook (in %):	68	79	97	90	97
Zw. ammoniakstrook (in %):	14	58	100	90	96

De kalkrijkste perceelen met te dichten stand hebben het meest van het weer geleden.

GRAS.

Derksen - Wehl; aanleg 1927, proefjaar 1927 en 1928, 36.7% klei, kalkeenheid 330, kalktoestand bij aanleg —2.4, oud grasland.

Gewenschte kalktoestand	—10	0	+3
Eerste snede (K.G. gras in 1927).			
Kalksalpeter (in K.G.):	33300	33900	33300
Zwav. ammoniak (in K.G.):	32800	33200	33000
Kalksalpeter (in %):	99	100	98
Zwav. ammoniak (in %):	97	98	97

De juist toegediende kalk vertoont reeds een zwak effect. De zwavelzure ammoniak blijft iets achter bij kalksalpeter.

Tweede snede (K.G. gras in 1927).			
Kalksalpeter (in K.G.):	22400	23000	22600
Zwav. ammoniak (in K.G.):	18400	19000	19600
Kalksalpeter (in %):	97	100	98
Zwav. ammoniak (in %):	80	82	85
Eerste snede (K.G. gras in 1928).			
Gewenschte kalktoestand	—10	+15	+40
Kalksalpeter (in K.G.):	14200	17700	18000
Zwav. ammoniak (in K.G.):	11600	15400	16500
Kalksalpeter (in %):	79	98	100
Zwav. ammoniak (in %):	64	85	92
Tweede snede (K.G. gras in 1928).			
Kalksalpeter (in K.G.):	5400	9800	11400
Zwav. ammoniak (in K.G.):	5200	9400	11000
Kalksalpeter (in %).	47	86	100
Zwav. ammoniak (in %):	45	82	97

De bekalking vertoont op dit in 1925 ingezaaid grasland een duidelijk effect, terwijl de zwavelzure ammoniak bij alle kalktoestanden de mindere is.

Derksen - Steenderen; aanleg 1928, proefjaar 1929, 61.7% klei, kalkeenheid 500, kalktoestand bij aanleg —2.2.

Gewenschte kalktoestand	0	+6	+12	+24
Eerste snede (in K.G. gras).				
Kalksalpeter (in K.G.):	16800	16930	20470	22670
Kalksalpeter (in %):	74	74	90	100

De opbrengst van het ongekalkte perceel is met ruim een derde (35%) verhoogd.

Terwijl het oude grasbestand bij Derksen te Steenderen zeer sterk reageert op bekalking en de in 1925 bij Derksen te Wehl aangelegde weide eveneens, reageeren de proefvelden in Heerde, Duiven en Oene met eenigszins lagere kalktoestanden zwakker en is in Nijbroek bij zeer lagen kalktoestand heelemaal geen reactie van het slechte grasbestand te zien, terwijl op denzelfden grond de suikerbieten door bekalking een zeer groote opbrengstvermeerdering geven.

Het volgende staatje geeft een overzicht van den toestand dezer graslanden:

Proefveld	Kleigehalte	Kalkeenheid	Kalktoestand bij aanleg	Jaar van aanleg
Derksen, Steenderen	61.7	500	—2.2	1928
Derksen, Wehl	36.7	330	—2.4	1927
Uyt den Bogaard, Heerde	43.9	290	—6.5	1928
Hooyman, Duiven	88.7	500	—7	1928
Riphagen, Oene	42.5	430	—7.5	1928
Kloosterboer, Nijbroek	38.0	280	—15.8	1928

Hoe kalkarmer de grond, hoe slechter het bestand, hoe geringer de eischen der planten, hoe minder dankbaar voor bekalking.

VI. De rentabiliteit van zware bekalkingen en de daaraan verbonden werkzaamheden.

De kosten, verbonden aan een afdoende verbetering van den kalktoestand, zijn in het algemeen niet onbelangrijk en het is begrijpelijk, dat velen daartegen op den eersten oogopslag groote bezwaren gevoelen. Het vereischt een voldoende inzicht in de beteekenis en de waarde dezer maatregelen om te beseffen, dat deze kosten tenslotte toch niet hoog zijn en dat de tijd er rijp voor is om te zeggen, dat het moet, niet in het minst, omdat de bedrijfsresultaten in den landbouw tegenwoordig weinig bevredigend zijn. Tenslotte hangt de rentabiliteit toch niet af van het absolute onkostencijfer, maar van het bedrag aan onkosten per 100 K.G. opbrengst van een zeker gewas.

Nu hebben wij in het voorgaande gezien, dat de bemesting op kalkarme gronden slechts gedeeltelijk effect heeft, m.a.w. het nuttig effect is onvoldoende en meermalen zelfs zeer gering. Hetzelfde geldt voor de bewerking, vooral op zwaardere gronden. Deze is onnoodig zwaar en dus zeer kostbaar, maar bovendien is het nuttig effect veel geringer dan op kalkrijke gronden, die er veel meer blijvend voordeel van genieten. Ook het voordeel, dat de vorst ons brengen kan, is veel geringer. Bovendien zijn kalkarme gronden waterzuchtig, dus koud en zeer gevoelig voor het weer, hetgeen tengevolge heeft, dat de bewerking dikwijls moet geschieden, terwijl de grond veel te nat is, bovendien is men gedwongen in het voorjaar veel te laat te bewerken, terwijl de gewassen zich te laat ontwikkelen. Tenslotte kan niettegenstaande alle goede zorgen, de opbrengst nooit zoo hoog worden als bij toepassing van dezelfde maatregelen op kalkrijkeren grond. Dikwijls oogst men slechts drie vierde of de helft van wat er zou kunnen groeien. Eindelijk zijn kalkarme gronden en de daarop verbouwde gewassen zeer gevoelig voor het weer. De gewassen zijn slap, legeren spoedig, vriezen veel meer uit en zijn gevoeliger voor plantenziekten, omdat zij verzwakt zijn. Gewoonlijk wortelen zij ondiep en verdrogen dus ook veel sneller. Het gevolg is, dat men periodiek een misoogst heeft, afgewisseld met gebrekkige oogsten. Een en ander heeft tengevolge, dat de onkruiden vrij spel hebben, zoodat de bestrijding niet alleen veel duurder, maar ook veel moeilijker is. Gronden, waarop steeds onvoldoende gewassen staan, zijn niet onkruidvrij te houden.

Wie dit alles overdenkt, moet tot de conclusie komen, dat de productiekosten op kalkarme bedrijven buitengewoon hoog zijn, terwijl de oogsten ver beneden normaal blijven. De rentabiliteit is daardoor zeer slecht. Een noodzakelijk gevolg is, dat men op de uitgaven gaat bezuinigen en daardoor de oogsten nog meer laat dalen. Toch schijnt dit economisch gezien de beste weg voor hem die den grond zelf niet wil aanpakken of niet weet, dat hierin de bron van alle ellende zit. Waarschijnlijk zullen nl. de uitgaven meer dalen dan de ontvangsten. Daardoor zal de winst iets minder snel dalen, terwijl ook het risico naar verhouding iets kleiner wordt. Het einde van alles is echter, dat de landbouwer door de vele teleurstellingen en geringe winsten de liefde voor zijn grond en bedrijf verliest, waardoor toestanden ontstaan zooals wij die in sommige deelen van 't rivierkleigebied kennen.

Dit resultaat moge begrijpelijk zijn, het is daardoor niet minder betreurenswaardig. Bovendien is het in strijd met de conjunctuur,

waaronder wij in ons overbevolkte land te midden van beschaafde groote volken leven, met wie wij door de beste verkeersmiddelen verbonden zijn. Al deze economische omstandigheden verplichten ons volk al zijn takken van volksvlijt zoo intensief mogelijk te beoefenen. Dit beteekent niet, dat wij onze productiekosten in volstrekten zin laag moeten houden, maar juist dat we deze met het grootste nuttig effect trachten aan te wenden.

Niemand zal ons betwisten, dat een fabrikant, die met verouderde en versleten machines werkt, zijn eigen ondergang bevordert. Hij werkt veel te duur en levert een slecht product, zoodat hij onvermijdelijk van de markt wordt gedreven. Hij zal zich de uitgaven voor nieuwe machines moeten getroosten en zijn fabriek moeten moderniseeren om de concurrentie vol te kunnen houden. Dit zal hem een belangrijke kapitaaluitgaaf kosten, doch hij zal hiertoe overgaan, indien hij de mogelijkheid ziet om door verbeterde productiewijzen een matige afschrijving plus de rente en nog een kleine winst terug te krijgen. Voor den landbouwer op kalkarme gronden is de toestand van geheel overeenkomstigen aard. Ook hij werkt veel te duur en levert een slecht product. De oorzaak van alles is, dat door eeuwenlange ontkalking zonder aanvulling zijn grond zoodanig versleten is, dat hiermede eenvoudig geen rendabele productie meer mogelijk is. **Hij moet zich een grootere of kleinere kapitaaluitgaaf getroosten om den kalktoestand weer te verhoogen en daarmede het productievermogen van den grond weer op het hoogst bereikbare peil te brengen.** Hij verkeert daarbij in veel gunstiger toestand dan de fabrikant met een versleten machine. Deze koopt een nieuwe machine, maar hij weet daarbij vooruit, dat deze, niettegenstaande voldoende onderhoud, na een beperkt aantal jaren weer versleten en ook verouderd zal zijn. Hij moet dus betrekkelijk snel afschrijven, zoodat hiervoor jaarlijks een groot offer wordt gevraagd.

Een kalkarme grond echter, die slechts één keer in den goeden kalktoestand wordt teruggebracht, is voor altijd hersteld en zal niet weer verslijten en verouderen, indien slechts voortaan de jaarlijksche kalkverliezen nu en dan weer worden aangevuld. Dit verlies kan echter gemiddeld wel met 1000 K.G. mergel of ongeveer evenveel poederkalk worden gedekt. Dat is dus een goedkoop onderhoud en hiermede wordt de toestand, menschelijkerwijs gesproken, voor altijd beheerscht. Hadden onze voorgeslachten dit ook geweten, dan hadden zij reeds voor dit onderhoud gezorgd toen de slijtage begon en hadden wij nooit voor een kapitaaluitgaaf gestaan.

Wij hebben dus **het groote voordeel, dat de afschrijving van het kapitaal, benoodigd voor de kalkaanwending,** over een zeer langen termijn — eigenlijk zelfs over een oneindig lang tijdperk — **verdeeld kan worden,** indien men in de toekomst slechts voor een geregeld onderhoud zorgt, zoodanig dat de verbruikte kalk nu en dan behoorlijk wordt aangevuld. Bovendien moet het aangewende kapitaal dus rente opbrengen. Indien men dus zelf niet over het benoodigde kapitaal beschikt, zal men dit op langen termijn tegen matige rente moeten leenen en daarvan jaarlijks een geringe afschrijving betalen. Wie zich goed rekenschap geeft van de besparing aan arbeid (grondbewerking), de beperking van het risico, de hoogere opbrengsten en het grooter nuttig effect van alle onkosten zal tot de slotsom komen, dat men moeilijk kapitaal in den landbouw zal kunnen aanwenden, dat meer rendement heeft dan het kapitaal besteed voor het weer op het hoogste peil brengen van de productiviteit van een versleten grond. Daar kan worden aangenomen, dat het hiervoor be-

noodigde kapitaal op onze boerenleenbanken ruimschoots voldoende aanwezig is, moet men op zuiver economische gronden tot de conclusie komen, dat het dringend noodig is tot deze verbetering in massa over te gaan.

Het is zeer te betreuren, dat er in ons land nog betrekkelijk groote gebieden versleten gronden liggen, waarop zeer oneconomisch wordt gewerkt, terwijl de totale opbrengst geheel onvoldoende is. Toch zijn al deze gronden door een éénmalige kapitaaluitgaaf, die zeer rendabel is, weer op volle productiviteit te brengen.

Het eerst noodige om tot deze verbetering in massa te geraken is, dat den belanghebbenden, nl. den grondeigenaren en pachters, 't noodige inzicht wordt bijgebracht, zoodat zij het nut en het noodzakelijke dezer verbetering gaan inzien. Zoodra de wil er is, zal ongetwijfeld de weg, waarop nog eenige hinderpalen staan, gebaand worden. Voor den grondeigenaar-gebruiker zijn naar onze meening de moeilijkheden al heel gering. Het is voor hem een kwestie van inzicht, vertrouwen en crediet, voor zoover hij zelf daartoe de kapitalen niet bezit. Voor den grondeigenaar-verpachter en zijn pachter zijn de moeilijkheden alleen in zooverre grooter, dat zij tot een overeenkomst moeten komen om gezamenlijk de lasten te dragen. De juiste weg is nl., dat de grondeigenaar het kapitaal verstrekt, terwijl de pachter hem daarvoor een vergoeding geeft in den vorm van rente en een vrij geringe afschrijving. Wordt de pacht binnen dezen afschrijvingstermijn beëindigd, dan dient de volgende pachter met de verdere betaling van rente en afschrijving te worden belast. Een pachter, die de beteekenis van de verbetering begrijpt, zal hiertegen geen bezwaar kunnen hebben, tenzij hij reeds een veel te hooge pacht betaalt, hetgeen in ons land nog wel eens voorkomt. In de kalkarme gebieden zijn echter in het algemeen de pachten nog vrij laag. Heeft de pachter, menschelijkerwijs gesproken, een onbeperkt gebruiksrecht, dan is er zelfs geen bezwaar, dat hij de kapitaaluitgaaf voor zijn rekening neemt, terwijl de oude pacht blijft gehandhaafd. Hij kan dan zelf afschrijven. Hij zal echter een regeling met den eigenaar moeten treffen voor het geval, dat door onvoorziene omstandigheden de pacht binnen den afschrijvingstermijn moet worden beëindigd. De eigenaar zal hem dan bij beëindiging van de pacht het nog niet afgeschreven kapitaal moeten uitbetalen. De nieuwe pachter zal dan voor de verdere afschrijving moeten zorgen. Het wil ons voorkomen, dat aldus voor alle gevallen een oplossing is te vinden.

Het is slechts noodig, dat men inziet, dat de verbetering onvermijdelijk en urgent is. Aan dit inzicht ontbreekt helaas nog zeer veel. Eenerzijds is bij verschillende grootgrondbezitters het landbouwkundig inzicht onvoldoende ontwikkeld en de wil om op hun bezittingen de cultuur tot het hoogst bereikbare peil op te voeren niet sterk genoeg. Anderzijds behooren de landbouwers in de kalkarme gebieden gemiddeld tot de minder goed ontwikkelde, hetgeen een logisch gevolg is van de omstandigheden en missen zij het inzicht en vooral ook het doorzettingsvermogen om tot dergelijke verstrekkende verbeteringen mede te werken. Er zijn echter ook aan beide zijden zeer gunstige uitzonderingen en van deze zal de stuwkracht moeten uitgaan. De andere zullen dan geleidelijk wel volgen.

De grootte van het bedrag dezer kosten loopt sterk uiteen, doch waar de afschrijvingstermijn zeer lang kan worden genomen, is dit een factor van ondergeschikt belang. Op de lichtere gronden loopt het uiteen van een duizend tot hoogstens een tienduizend K.G. kalkmergel per H.A. Op de zwaarste en kalkarmste kleigronden zal het

kunnen oploopen tot enkele tienduizenden K.G. poederkalk per H.A., zelfs in uiterste gevallen tot 30.000, 40.000 of 50.000 K.G. per H.A. Dit zijn echter min of meer uitzonderingen. In de groote massa der gevallen kan met 10.000 tot 30.000 K.G. poederkalk per H.A. het doel reeds worden bereikt. Neemt men als basis voor de berekening, dat de poederkalk thans af pakhuis midden in den Lymers ongeveer f 210 per 10.000 K.G. kost, dan gaat het hier dus in de groote meerderheid der gevallen om bedragen van f 200 à f 600, verhoogd met de vracht en de kosten van de menging. Voor een bedrag van gemiddeld f 500 per H.A. zal men dus reeds vele zware gronden geheel kunnen repareeren. Deze gronden brengen thans dikwijls zeer weinig op, er wordt ongetwijfeld herhaaldelijk met verlies op gewerkt. De koop- en pachtprijzen zijn eigenlijk naar de innerlijke waarde veel te hoog. Stelt men nu voor dergelijke kostbare gevallen de afschrijving op 50 jaar en de rente op 4½ %, dan moet in de toekomst de meeropbrengst minstens f 10 voor afschrijving + een steeds afnemend bedrag aan rente bedragen (gemiddeld f 15.30). Gemiddeld worden de jaarlijksche kosten dus f 25.30. Het is op grond van onze proeven onze vaste overtuiging, dat de ophrengstvermeerdering dikwijls het viervoudige en meer zal zijn. **Een verdubbeling van den oogst is in een zeer groot aantal gevallen verzekerd en zelfs meer dan dat.** Tenslotte leent zich deze aangelegenheid echter minder goed voor een berekening met gemiddelde cijfers. Men zal voor elk geval afzonderlijk de berekening moeten maken.

Het is naar onze overtuiging heel wat goedkooper kalkarme kleigronden weer op peil te brengen, dan kalrijke kleigronden van eenige meters zeewater te bevrijden. Het laatste wordt gedaan, doch laten wij vooral het eerste niet nalaten. Het betreft hier een kapitaalaanwending, die weinig risico oplevert en die te overzien is.

Het ideaal, waarnaar met kracht moet worden gestreefd is, dat alle Nederlandsche gronden in den juisten kalktoestand worden gebracht. Aangezien hieraan nog zoo ontzettend veel ontbreekt, is dit voorloopig naar onze overtuiging het prachtigste middel om de productiviteit van onzen bodem aanmerkelijk te verhoogen. Een verbetering van de afwatering zal hiermede in verschillende streken hand in hand moeten gaan. **Eigenaren en pachters, wier belangen in dezen parallel loopen, dienen samen te werken om dit doel te bereiken.**

VII. Eenige opmerkingen over de ten behoeve van de verbetering van den kalktoestand in de practijk te nemen maatregelen.

De grondslag voor het verbeteren van een te lagen kalktoestand is, dat de menging van grond en kalk zoodanig geschiedt, dat zooveel mogelijk elk gronddeeltje, hoe klein ook, in innige aanraking wordt gebracht met de hoeveelheid kalk, die voor dit deeltje bestemd is. Daar de werktuigen, die hiervoor in den landbouw beschikbaar zijn, geen van alle voor het innig mengen van kalk en grond in het bijzonder zijn ingericht, zal deze behandeling steeds in dit opzicht veel te wenschen overlaten. Dit verplicht ons des te meer om het mogelijke te doen, dat de andere omstandigheden, die verder voor een goede menging van beteekenis zijn, zoo gunstig mogelijk zijn. Het is duidelijk, dat hiervoor in de eerste plaats aandacht verdienen de grond en de kalk, de twee stoffen, die gemengd moeten worden.

De eerste eisch, die gesteld moet worden is, dat beide zooveel mogelijk fijn verdeeld zijn. Wie groote kluiten grond mengt met groote brokken kalk, zal allerminst bereiken, dat bij elk gronddeeltje een kalkdeeltje komt.

Een tweede eisch is, dat beide goed droog zijn. Natte grond kan niet fijn verdeeld worden en natte kalk evenmin, terwijl wanneer beide in natten toestand zullen worden gemengd, zij bij eerste aanraking reeds zoodanig aaneenkleven, dat van een menging zelfs geen sprake meer kan zijn. Daarbij komt nu nog, dat alle kalk in den grond en daarboven volop in de gelegenheid is koolzuur op te nemen. Hierdoor ontstaat uit alle kalksoorten, ook de gebrande en de gebluschte, aan de oppervlakte koolzure kalk, dat moeilijk oplost en dit alleen in voldoende mate doet, wanneer het uiterst fijn als slakkenmeel ligt uitgespreid. Grovere kalkdeeltjes hebben een te klein uitwendig oppervlak om met voldoende snelheid op te lossen.

Vandaar dat de fijnheidseisch voor alle kalksoorten de belangrijkste is, veel belangrijker dan het gehalte, de kleur, enz. De fijnheid moet minstens overeenkomen met die van slakkenmeel en hiermede mag in geen enkel opzicht de hand worden gelicht. Een zeer klein verschil in fijnheid beteekent nl. een reeds zeer groot verschil in uitwendig oppervlak der deeltjes en in verband daarmede een belangrijk verschil in oplosbaarheid. Men mag gerust aannemen dat kalkdeeltjes, die men met de hand als fijne korreltjes kan voelen, reeds veel te grof zijn om behoorlijk te kunnen oplossen. Omtrent de fijnheid van de voornaamste in den handel gebrachte kalksoorten kan het volgende worden opgemerkt.

Kalkmergel. Goed gemalen kalkmergel kan ten volle aan de fijnheidseischen beantwoorden. Men hoede zich voor ongemalen mergel, die door sommige kleine ondernemingen uit Limburg wordt geleverd en die afkomstig is van het afval van bouwsteenen, welke vroeger uit de kalkrotsen werden gezaagd. Het is grof en fijn zaagsel dooreen en is hetzelfde als het „roode zand", dat in den oorlogstijd werd geleverd. De goed gemalen Limburgsche mergel daarentegen is uitstekend en heeft zelfs het voordeel van een zeer hoog gehalte en een slechts geringe neiging om bij geringe vochtigheid tot vlokjes aaneen te klèven. Ze dient dan echter goed droog te worden geleverd, hetgeen

tot dusverre nog wel eens te wenschen overlaat. De Duitsche kalkmergel is eveneens uitstekend. Gewoonlijk heeft ze iets meer neiging om bij geringe vochtigheid aaneen te klonteren, maar zij is van nature droger. Ontstaan kluitjes, dan zitten deze vaster ineen dan bij de Limburgsche en vallen bij opdrogen minder gemakkelijk weer uit elkaar.

Kluitkalk. Deze vorm heeft, naar onze meening, **voor den landbouw afgedaan** en wel om twee redenen. In de eerste plaats is het goed blusschen van grootere hoeveelheden kluitkalk een zeer nauwkeurig werk, dat slechts door zeer zorgvuldige landbouwers behoorlijk kan geschieden. Men bedenke vooral, dat een fijnheid, die op de tast voldoende kan schijnen, inderdaad nog zeer onvoldoende kan zijn. Een tweede bezwaar vormen de steenen, die in minder zuivere kluitkalk voorkomen en die het uitstrooien met een kunstmeststrooier onmogelijk maken, terwijl dit toch in hooge mate gewenscht is voor een goede verdeeling. Het blusschen op het veld door regen is geheel af te keuren, omdat men het niet beheerscht. Het blusschen met afgemeten hoeveelheden water, nl. 1 L. water op 3 K.G. kalk, is beter, doch het best is geen kluitkalk te gebruiken.

Poederkalk. Zeer goed is de poederkalk, d.i. fabriekmatig gebluschte kluitkalk, die geen steenen bevat en ruimschoots aan den fijnheidseisch voldoet.

Schelpkalk. Ook de schelpkalk, zijnde na het branden gebluschte schelpen, is uitstekend.

Schelpkalkbloem. Dit is schelpkalk, welke door een bijzondere wijze van bereiden, nl. door sorteering in een luchtstroom, alle andere in fijnheid verre overtreft en in dit opzicht ideaal is. Deze fijnheid is echter zoo hoog opgevoerd, dat de deeltjes neiging gaan vertoonen om tot vlokjes aaneen te kleven, evenals fijne kleibestanddeelen. Men kan dit zeer mooi zien wanneer dit product met een kunstmeststrooier wordt gezaaid. De grond is dan bedekt met vlokjes, die door regen en eggen licht tot balletjes ineen worden gedrukt, zoodat van de ideale fijnheid in den grond niet veel overblijft en de oplosbaarheid en het effect beneden de hoog gespannen verwachting blijven. Onze proeven hebben tot dusverre dan ook de meerderheid van dit overigens mooie product niet kunnen aantoonen.

Gemalen kalk. Dit is gemalen kluitkalk, dus gebrande kalk. Verschillende fabrieken malen het strooibaar. Het is dan korrelig en het behoeft geen betoog, dat wij dit product sterf afraden. De korrels blusschen en omgeven zich met een laagje koolzure kalk, zoodat zeer grove mergel kan ontstaan, vrijwel gelijkwaadig met het uit den oorlogstijd bekende „roode zand". Men kan ook voldoende fijn gemalen kalk koopen. Deze is uitstekend, maar wegens de bijtende eigenschappen zeer onaangenaam bij het uitstrooien.

Daar kalk, welke niet aan hooge eischen van fijnheid voldoet, zeer gemakkelijk in een minderwaardig product overgaat, doordat de oplosbaarheid sterk daalt, wil het ons voorkomen, dat **bij de keuze der te gebruiken kalkmeststof de kwaliteit veel zwaarder moet wegen dan de prijs.** Een goedkoop product, dat onvoldoende oplosbaar is, is heel spoedig in werkelijkheid dubbel duur en daardoor in het gebruik veel duurder dan een kwaliteitsproduct, dat bij eerste aanschaffing duurder is.

Voor de humuszandgronden verdient steeds **fijne kalkmergel** de voorkeur. Deze laat zich met drogen zandgrond prachtig mengen en wordt door geen enkele kalksoort overtroffen.

Voor de kleigronden meenen wij voorloopig de voorkeur te moeten geven aan poederkalk. Of ook fijne kalkmergel hier goede resultaten kan geven is nog niet nader onderzocht.

Wie dus over fijne kalk (mergel) beschikt, dient er met de uiterste zorg op te letten, dat deze onder de gunstigste omstandigheden met drogen fijnen grond wordt gemengd. Dit is in de practijk niet gemakkelijk. In de eerste plaats zijn onze werktuigen voor dit doel zeer weinig geschikt. Alleen de freesmachine kan goed mengen. Daarna volgen de vleugel- en schijveneggen, die ook vrij goed werk leveren. In de tweede plaats is het echter niet steeds mogelijk de bekalking te geven als de grond het gunstigste vochtgehalte heeft. Wie hiermede echter de hand licht, loop groot gevaar de beste kalk vrijwel waardeloos te maken. Onder geen beding mag op natten grond worden gekalkt. Men is dan verzekerd, dat er hoegenaamd niets van terecht komt. Men dient een drogen tijd af te wachten en mag niets wagen. De beste gelegenheid doet zich doorgaans voor na den graanoogst in den zomer. Men dient eerst een losse fijnkruimelige laag te maken door den stoppel te schillen. Daarna wordt de kalk (mergel) met de kunstmeststrooier zeer gelijkmatig gestrooid en daarna wordt flink doorgeëgd. Op deze wijze kan men een zeer goede menging verkrijgen van ongeveer 4000 K.G. hoogstens per H.A. Grootere hoeveelheden in een keer gegeven vormen plaatselijk een te dikke laag om goed te mengen. De kalk wordt te veel als een laagje ondergebracht en zal zeer licht aaneenklonteren wanneer zij vochtig wordt.

Wie dus grootere hoeveelheden moet geven en dit komt vooral op kleigronden veelvuldig voor, moet zich de moeite getroosten de kalk in meerdere lagen met tusschentijdsche menging toe te dienen bijv. als volgt: Eerst wordt gestoppeld, daarna wordt 4000 K.G. kalk per H.A. gegeven en met de vleugelegge of cultivator gemengd. Daarna wordt iets dieper geploegd, bijv. 15 c.M., en weer 4000 K.G. kalk gestrooid. Daarna wordt opnieuw flink geëgd en weer dieper geploegd. bijv. ruim 20 c.M. Zoonoodig kan men dan nog 4000 K.G. kalk geven en weer eggen. Tenslotte wordt diep geploegd en blijft de grond op wintervoor liggen. Op deze wijze benadert men een ideale menging en kan men er van verzekerd zijn, dat het volgende gewas en de oogsten in de toekomst daarvan de zegenrijke resultaten ondervinden, zoodat de extra moeite ruimschoots wordt vergoed. Wie zich deze moeite wil besparen en onvoldoende zorgen aan de bekalking wijdt, zal waarschijnlijk spoedig ondervinden, dat hij niets of weinig heeft bereikt, zoodat kalk en arbeid beide verloren zijn en alles nog eens en dan beter moet worden overgedaan. Er zijn op deze wijze reeds groote kapitalen in den landbouw verloren gegaan.

De tot heden door ons genomen proeven hebben geleerd, dat verschillende gewassen zonder nadeel zeer zware bekalkingen verdragen. indien deze voor den grond noodig zijn. Wij hebben zelfs een keer 20.000 K.G. kalk per H.A. gegeven en direct daarna haver gezaaid in het mengsel van kalk en grond. Niettegenstaande een droog voorjaar heeft de haver hiervan niet geleden en een overvloedigen oogst gegeven. Dergelijke krachttoeren komen in de practijk echter niet voor. Meermalen zullen de weersomstandigheden niet toelaten drie of vier keer achtereen zoo noodig 4000 K.G. kalk per H.A. te geven. Men dient dan een volgende gelegenheid af te wachten en moet zich niet laten verleiden grootere hoeveelheen in één keer te geven, daar de menging dan onvoldoende zal plaats hebben.

Bijzondere moeilijkheden zijn verbonden aan de bekalking van grasland. Opzettelijk daarnaar ingestelde onderzoekingen hebben ons

geleerd, dat het jaren duurt voor dat de kalk tot behoorlijke diepte, bijv. tot 20 c.M., is doorgedrongen. De kalk blijft in de eerste jaren slechts tot een laagje van 3-5 c.M. beperkt. Deze laag is dan kruimelig en doorlatend, maar de verdere bouwvoor en ondergrond zijn nog even taai, waterzuchtig en ongeschikt voor bewerteling.

Wij willen thans onderzoeken, of het mogelijk is door bedekking met een zware laag stalmest direct na de bekalking zooveel koolzuurhoudend water in den grond te doen spoelen, dat daardoor de kalk sneller wegzakt.

Overigens verdient het ook hier aanbeveling de kalk(mergel) uitsluitend op droog grasland te strooien en onmiddellijk daarna te bewerken met een eg of weidesleep, opdat de kalk van de bladeren in de zode valt.

Op gronden, die daarvoor niet te zwaar zijn, kan men het indringen ook nog bevorderen door in het voorjaar de zode te vleugelen, daarna te kalken, zoodat de kalk in den open grond valt en daarna weer te rollen. Men kan dan tevens van de gelegenheid profiteeren om in de open zode goede grassen en klavers bij te zaalen. Indien de omstandigheden wat meewerken, kan dit zeer bevredigende resultaten opleveren en wordt de zode meteen verjongd.

Wie tenslotte afdoende resultaten wil bereiken, moet zich de moeite getroosten om ook op grasland de kalk opzettelijk met den grond te mengen. Daartoe moet worden gescheurd en een paar jaren gebouwd, terwijl gedurende het bouwen de kalk laagsgewijze wordt toegediend. Daar steeds de kans bestaat, dat het nuttig effect door gemaakte fouten onvoldoende is, verdient het ten zeerste aanbeveling den grond nogmaals te laten onderzoeken alvorens opnieuw wordt ingezaaid. Haast moet zooveel mogelijk worden vermeden. Men loopt dan gevaar, dat de grond en kalk nog onvoldoende zijn gemengd, zoodat men weer inzaait alvorens de gewenschte kalktoestand is verkregen. Het nieuwe grasmengsel zal daarvan terstond de nadeelen moeten ondervinden. Een niet te onderschatten voordeel van het scheuren van kalkarm grasland en in het algemeen van perceelen, wier plantenbestand den nadeeligen invloed van een slechten bodemtoestand verraadt, is, dat de oude slechte grassen worden vernietigd en nadat de bodemtoestand grondig is verbeterd, worden vervangen door betere grassen, die bij dien verbeterden toestand passen en dit door hoogere opbrengsten toonen. **Het wil ons dan ook voorkomen, dat de practijk de groote voordeelen van het scheuren van slechte weiden nog sterk onderschat en al te dikwijls probeert met lapmiddelen den toestand te verbeteren.** Tegelijk worden de bezwaren sterk overdreven. Men vreest vooral voor de **sukkeljaren**, die op zware gronden volgens de ervaring wel tien tot 20 jaren kunnen duren. Dit is echter een moeilijkheid, die bij de nieuwe wijze van werken grootendeels, zoo niet geheel, wordt ondervangen. **De sukkerperiode is juist een gevolg van de vroegere foutieve werkwijze.** Bij het scheuren heeft men tot dusverre nl. nooit goed begrepen, dat de slechte toestand van den grond de oorzaak is van de slechte kwaliteit van de zode. Men maakte nu steeds de fout, dat het nieuwe mengsel werd ingezaaid zonder dat de fouten in den grond waren opgeheven. Het gevolg was dan, dat een mengsel van goede grassen hier niet wilde groeien. De goede grassen verdwenen, de zode werd hol en eerst na jaren trad herstel in, doordat de open plaatsen werden ingenomen door slechte grassen, die hier wilden groeien. Men was dan echter vrijwel even ver als voor het scheuren, want tenslotte kunnen alleen die planten stand houden, die de fouten in den grond verdragen.

De nieuwe werkwijze is echter juist omgekeerd. Na het scheuren wordt eerst de grond van zijn fouten ontdaan en daarna wordt een goed mengsel ingezaaid. Ook nu zal eenige aanpassing noodig zijn, doch daar de toestand van den grond en de eischen der planten thans zooveel mogelijk overeenstemmen, blijft deze aanpassing (sukkeljaren) tot een minimum beperkt en bemerkt men daarvan heel weinig. Er bestaat nog een ander groot verschil tusschen de oude en nieuwe werkwijze. Wie vroeger een kalkarme weide scheurde, deze 1 of 2 jaren bouwde en het kalkgebrek niet wegnam, verbouwde slechte gewassen. Wie thans echter terstond de vereischte bekalkingen geeft, kan er van verzekerd zijn, dat hij groote opbrengsten verkrijgt, veel grooter dan ooit van het grasland werden verkregen. Vele graslanden zijn hiervoor vroeger juist bestemd, omdat ze als bouwland onbruikbaar waren. Hoofdfactoren hiervoor zijn steeds groote kalkgebreken, waardoor vooral zwaardere gronden niet te bewerken zijn, terwijl daardoor tevens de watervoorziening zeer slecht is en ook niet afdoende is te verbeteren door goede slooten en verderen afvoer. De perceelen zelf blijven waterzuchtig. Wie de nieuwe methode volgt, zal ervaren, dat na een voldoende bekalking de bewerkbaarheid ontzettend meevalt, terwijl de waterzuchtigheid verdwijnt. Het staat voor ons zelfs vast, dat meermalen de opbrengst van het bouwland zoodanig zal meevallen, dat menig perceel gescheurd grasland bouwland blijft. In dezen treurigen toestand verkeeren o.a. uitgestrekte uiterst kalkarme weidegebieden tusschen 's Heerenberg, Azewijn, Gendringen en de grens en in het uitgestrekte broeklandengebied tusschen Zevenaar, Duiven, Westervoort, Lathum, Angerlo en Didam, welke gronden alle zeer zwaar zijn, terwijl vrijwel alle graslanden in het dal van den Ouden IJssel, die veel lichter zijn, aan hetzelfde euvel lijden.

Tenslotte moeten wij nog wijzen op de **vernietiging der oude zode.** Een van de doeleinden van het scheuren is tevens de oude zode te dooden en deze door betere grassen te vervangen. De oude wijze van werken is, dat het grasland terstond diep geploegd wordt, zoodat de zode onder in de voor komt te liggen. Het volgend jaar worden dan alleen de bovenliggende lagen bewerkt en daarna wordt de oude zode, die nu meer of minder murw geworden is, weer boven geploegd en fijn gemaakt. Aan deze methode zijn groote bezwaren verbonden. Een zode, die zal rotten, moet ni. flink worden blootgesteld aan de lucht en het gevaar bestaat, dat de luchttoetreding in de diepte veel te traag geschiedt. Een ander bezwaar is, dat een dikke vilttige zode belet, dat de ondergrond sluitend bezakt. Daardoor loopt de bouwvoor groot gevaar in regenarme tijden snel te verdrogen. In de laatste jaren raden wij daarom steeds meer aan de zode eerst fijn te vleugelen en daarna door de bouwvoor te ploegen. Is de grond te zwaar om met de vleugelegge te beginnen, dan moet de zode eerst ondiep worden geploegd. Daarna wordt flink gekalkt en eindelijk in twee richtingen gevleugeld. Het goote voordeel is, dat op deze wijze de kalkarme zode zelf terstond met kalk wordt gemengd en daardoor veel sneller en beter verrot. Na het vleugelen wordt iets dieper geploegd en weer gekalkt en gemengd.

De nieuwe methode is bewerkelijker en daardoor iets duurder, doch de resultaten zijn ook zooveel beter, dat wij meenen dat zij tenslotte toch de goedkoopste is. Men bedenke, dat het hier niet gaat om een gewone bewerking, maar om een grondige en blijvende verbetering van de productiviteit van den grond.

VIII. Onderzoek naar de samenstelling en den kalktoestand der zwaardere gronden tot 2 à 3 M. diepte langs den Rijn van Lobith tot Arnhem, langs den IJsel van Arnhem tot Hattem, langs den Ouden IJsel van Gendringen tot Doesburg en langs de Zuiderzee van Hattem tot Nijkerk.

In 1927 hebben wij reeds een overzicht gegeven van den kalktoestand van de bouwvoor van 0—20 c.M. in dit gebied. Hierbij kwam aan het licht, dat alleen in de onmiddellijke omgeving van Rijn en IJsel nog een smalle strook voldoende kalkrijke gronden ligt, sommige zelfs met een flinke reserve (4-8%) aan koolzure kalk. In het overige gebied bleek, dat de koolzure kalk uit den bovengrond vrijwel overal geheel is verdwenen, terwijl bovendien de klei zelf nog veel kalk verloren heeft, nl. van + 30, zijnde de gewenschte toestand ongeveer tot soms —30 op de lichtste gronden en tot —10 op de zwaarste kleigronden. Ruim voldoende koolzure kalk vindt men onmiddellijk langs den Rijn van Lobith tot Westervoort, alsmede langs de oude riviervertakkingen, die hier nog bestaan, zooals de Oude Rijn, die den Polder Pannerden, Herwen en Aerdt omsluit en de Oude Waal langs de Bijlandsche Waard. Binnen de oude dijken langs Babberich, Oud-Zevenaar, Groessen en Loo tot Westervoort en Noordelijk daarvan is echter alle kalk uit den bovengrond uitgespoeld, behoudens zeer smalle stooken bij den dijk. Langs den IJsel van Arnhem tot Doesburg vindt men slechts een zeer smalle strook gronden langs den dijk van Lathum en Giesbeek, waarin nog eenige kalk zit en bovendien in sommige waarden zooals de Havikerwaard, die door een kronkeling van de rivier worden omslooten en nu en dan nog overstroomd worden. De rest van het rivierkleigebied van den Lijmers van Doesburg tot Gendringen is ontkalkt. Stroomafwaarts langs den IJsel is de strook kalkrijke gronden zeer smal en is het koolzure kalkgehalte in den bovengrond gemiddeld lager dan in het Zuiden langs den Rijn. Voldoende kalkrijke gronden vindt men in het Oostelijk deel van Cortenoever bij Brummen, de Voorsterklei bij Voorst, de Wilpsche klei en een smalle strook in Terwolde. Verder zijn alle kleigronden, vooral in Nijbroek en Oene, zeer verontkalkt. Hetzelfde geldt voor alle binnendijksche gronden langs de Zuiderzee bij Elburg, Harderwijk en Nijkerk.

Al deze kleigronden zijn eeuwen geleden ontstaan uit kalkrijk rivierslib met 10 à 15% koolzure kalk. Deze groote kalkvoorraden zijn in den loop der eeuwen geleidelijk uitgespoeld. Ten ruwste mag worden aangenomen, dat in 30 jaren ongeveer 1% koolzure kalk is uitgespoeld, zoodat na 3 à 4 eeuwen de geheele voorraad is verdwenen. De kalk spoelt, in koolzuurhoudend water opgelost, naar den ondergrond en het zal van de omstandigheden afhangen, wat er verder mee gebeurt. Naarmate de kalk naar de diepte zakt, wordt de omgeving armer aan koolzuur en neemt de oplosbaarheid af. Spoelt de kalk dus in meters dikke kleilagen, dan blijft zij in den ondergrond, gemiddeld reeds op 70 c.M. diepte onopgelost liggen en vormt daar een zeer kalkrijke laag. Deze vindt men in verschillende zeekleigebieden. Voor 50 jaren, in den tijd van lage arbeidsloonen, bracht men deze laag

met de schop weer boven (kleiwoelen) en spreekt daarom van woelklei. Nadat dit door hoogere arbeidsloonen een tijdlang onmogelijk was geworden, is dit woelen thans weer herleefd door de constructie van een woelmachine, waarop prof. Visser in ons land de aandacht gevestigd heeft.

Is de kleilaag dun en rust deze op grof diluviaal zaad, zooals in onze rivierkleistreken doorgaans het geval is, dan bestaat de mogelijkheid, dat de uitspoelende kalk het grove zand bereikt en hierdoor met het grondwater zijdelings naar de rivieren verdwijnt.

Toen wij ons in 1927 een beeld van de groote kalkarmoede van de bouwvoor in dit rivierkleigebied hadden gevormd, gevoelden wij tevens **de behoefte om een antwoord te verkrijgen op de vraag in hoeverre de uitgespoelde voorraad nog in den ondergrond aanwezig zou zijn.** De drang om hiervan meer te weten, werd nog grooter toen de aandacht op de woelmachine werd gevestigd in 1929. Volgens de berekening van prof. Visser zou het machinaal woelen even duur zijn als bekalken, indien de ondergrond ± 4% koolzure kalk bevat. Is het gehalte lager, dan kan men goedkooper kalken, is het gehalte hooger, dan is woelen voordeeliger.

In overleg met prof. Hudig is het ons nu gelukt door twee Wageningsche studenten, de heeren W. R. Sturms en W. L. Don Griot een onderzoek te doen instellen. Door hen zijn van 1 Mei-15 Sept. 1929 in het bovengenoemde gebied ongeveer 300 boringen verricht tot een diepte van 2 à 3 M. en volgens een door ons uitgewerkt sytematisch plan. De op verschillende diepten verzamelde monsters, tot een totaal van ruim 1200 stuks, zijn alle met de methode Scheibler op carbonaten onderzocht. Daar de koolzure kalk hierbij weer een overwegende rol speelt, kunnen de uitkomsten ons dus een behoorlijk beeld geven van het voorkomen van koolzure kalk in den ondergrond van dit kleigebied. Bij alle boringen zijn aanteekeningen gemaakt omtrent den aard der verschillende grondlagen, terwijl bovendien zooveel mogelijk landbouwkundige gegevens zijn verzameld. Dit onderzoek, dat in de toekomst nog verder kan worden uitgebreid, heeft een belangrijke bijdrage geleverd tot de kennis van den bodem in dit gebied en van den kalkrijkdom in het bijzonder. Het is tevens de eerste bescheiden poging om te geraken tot een landbouwkundig-geologische bodemkaart van de bovenste 2 M. van onzen vaderlandschen bodem. Aan het in kaart brengen der diepere lagen wordt door den Rijks geologischen dienst gewerkt. Dit is dan ook de aanleiding geweest, dat het Dagelijksch bestuur der Geldersch-Overijselsche maatschappij van landbouw op ons voorstel heeft goed gevonden dit onderzoek financieel te steunen.

Het resultaat is in tweeërlei opzicht belangwekkend. En wel eenerzijds omdat het ons een beeld geeft van de dikte van de kleilaag in dit gebied en anderzijds, omdat het ons inlicht over het uitspoelen van den kalkvoorraad.

a. De dikte van de kleilaag.

1. Langs den Rijn vindt men van Lobith tot Westervoort gemiddeld de dikste kleilaag, nl. 1-2.5 M. Daaronder ligt grof rivierzand.

2. In 't gebied ten westen van den Montferland tusschen Duiven en Angerlo ligt gemiddeld 1 à 2 M. klei met daaronder zand, terwijl zich in het Westen vermoedelijk in een oud IJseldal onder de klei gemiddeld 60 c.M. veen bevindt en daaronder weer zand.

3. Langs den geheelen IJsel ligt in het algemeen niet meer dan 0.5-1 M. klei, in enkele kleinere gebieden toenemend tot 2 à 2½ M.

Daaronder ligt zand, behalve op een enkele plek iets veen, doch dit is van geen beteekenis.

4. Langs de zee liggen slechts een paar kleine gebieden bij Nijkerk, Harderwijk en Elburg met klei aan de oppervlakte en wel gemiddeld 0.5-2 M. klei en daaronder zand, terwijl meerdere plaatsen voorkomen, waar onder de klei nog 0.30 tot 1.5 M. veen ligt en daaronder weer zand.

5. In het dal van den Ouden IJsel van Gendringen tot Laag-Keppel overweegt leemhoudend zand, of zand met leem in den ondergrond. In een paar gebieden, nl. bij Netterden tusschen Azewijn en Etten en tusschen Wehl en Laag-Keppel liggen zwaardere gronden, ten deele met een meer leemachtig, ten deele met een kleiachtig karakter. In het algemeen zijn de klei- en leemlagen hier niet dikker dan 1 M. tezamen, bijv. 0.50-1 M. klei op zand, of 0.50 M. klei op 0.50 M. leem op zand, of 0.50 M. zand op 0.50 M. leem en daaronder weer zand, terwijl op enkele plekken een dunne veenlaag onder 0.5 M. zand wordt gevonden, o.a. bij Gendringen en Laag-Keppel.

b. Het gehalte aan koolzure kalk.

1. Het gebied langs den Rijn, Ouden Rijn en de Oude Waal tusschen den Rijn, Lobith, Babberich, Oud-Zevenaar, Groessen en Loo smal uitloopend tot Westervoort is nog zeer kalkrijk en bevat gemiddeld van 0-50 c.M. 2-7%, van 50-100 c.M. 6-12% en van 100-200 c.M. 8-15% koolzure kalk. Hier ligt tevens de klei het dikst en blijkt dus duidelijk, dat in den ondergrond een ophooping van kalk heeft plaats gevonden. Zoodra men echter Noordelijk van de oude Rijndijken komt, verdwijnt de koolzure kalk ontzettend snel, eerst uit den bovengrond en daarna ook uit den ondergrond. Direct bij den dijk vindt men bijv. nog 4-6-11% naar de diepte en iets verder 0-5-9% en nog iets verder 0-0-0%. In den omsloten polder Pannerden, Herwen en Aerdt bevindt zich in den bovengrond gemiddeld niet meer dan 2-4% koolzure kalk. Deze polder is dus reeds weer verder ontkalkt, dan zijn omgeving, welke nog tot den laatsten tijd nu en dan met rivierwater is overstroomd.

2. In het zeer oude kleigebied tusschen Duiven en Angerlo bewesten den Montferland vindt men alleen nog geringe gehalten aan koolzure kalk onmiddellijk langs den IJseldijk bij Giesbeek, Lathum en Angerlo. Iets verder naar het binnenland is echter terstond alle koolzure kalk verdwenen. De grond is totaal ontkalkt. Zelfs uit de klei is zeer veel gebonden kalk verdwenen, dikwijls van + 35 tot —10.

3. Langs den IJsel van Arnhem tot Hattem vindt men slechts zeer kleine gebieden met nog 2-5% koolzure kalk in den bovengrond oploopend tot ongeveer 10% in den ondergrond. In het algemeen is de klei hier dunner en minder rijk aan koolzure kalk dan langs den Rijn. Reeds op zeer korten afstand van den IJseldijk verdwijnt echter deze koolzure kalk volkomen, zoowel uit den boven- als den ondergrond en is bovendien veel gebonden kalk uitgespoeld. Dit geldt reeds voor het Westelijk deel van Cortenoever, de Voorster klei, de Wilpsche klei en vooral in het breedere kleigebied van Nijbroek en Oene, dat zeer ver ontkalkt is.

4. Langs de Zuiderzee vindt men evenmin koolzure kalk. De oude klei is hier zeer kalkarm. Alleen komt hier en daar een schelpenbank voor, zoodat pleksgewijze onbeteekende uitzonderingen bestaan.

5. Tenslotte kan van het Oude IJseldal worden gezegd, dat het van Gendringen en Megchelen tot Laag Keppel alle koolzure kalk heeft verloren, terwijl ook het grootste deel van de gebonden kalk is uitgespoeld.

Samenvattend kan dus worden gezegd, dat het gebied langs den Rijn en Ouden Rijn nog zeer kalkrijk is, terwijl in een zeer smalle strook langs den IJsel matig kalkrijke gronden worden aangetroffen. Ook de uiterwaarden zijn grootendeels zeer kalkrijk en slechts bij uitzondering plaatselijk te kalkarm in den bovengrond. In dit gebied is bekalking overbodig, zelfs ongewenscht, terwijl in het algemeen met zure meststoffen kan worden gewerkt. Al de andere kleigebieden daarentegen zijn buitengewoon kalkarm. Dit gebied wordt begrensd door de oude rivierdijken. Binnendijks is zoowel uit den boven- als ondergrond alle koolzure kalk en bovendien nog zeer veel gebonden kalk verloren. De gronden zijn hier dus stug, waterzuchtig en moeten zwaar bekalkt worden, terwijl alcalische meststoffen en kalizouten noodig zijn. Hiertoe behoort de geheele Lijmers, alsmede alle gronden langs den IJsel en de Zuiderzee. Het overgangsgebied tusschen dit kalkrijke en zeer kalkarme gebied is buitengewoon smal, dikwijls niet meer dan enkele honderden meters, meermalen vormt de oude rivierdijk precies de scheiding.

Wij kunnen dus concludeeren, dat de woelmachine in dit geheele gebied geen taak heeft. In het kalkrijke gebied is ze niet noodig, omdat de bovengrond nog overvloed, of voldoende koolzure kalk bevat en in het kalkarme gebied niet, omdat hier in den ondergrond geen koolzure kalk meer wordt aangetroffen. Tenslotte is het overgangsgebied zoo smal, dat een zoo kostbare machine ook hier geen voldoende terrein aantreft om te werk gesteld te kunnen worden.

Wij zullen de kalkarme klei in dit gebied alleen weer in goeden cultuurtoestand kunnen brengen door aanvoer van zeer groote hoeveelheden aangekochte kalk. Hoe eerder de kalktreinen dit versleten kleigebied binnen rollen, hoe beter voor de landbouwende bevolking, doch ook voor de grondeigenaren en het geheele Nederlandsche volk.

Dat de door ons gegeven schets van den toestand, welke gekenmerkt is door een scherpen overgang tusschen een zeer kalkrijk en een zeer kalkarm gebied juist is, kan nog met een paar treffende voorbeelden worden geïllustreerd. Het is algemeen bekend, dat de buitendijksche gronden van doorgaans beste kwaliteit zijn, gemakkelijk te bewerken en zeer doorlatend. Daarentegen zijn de binnendijksche gronden van slechte kwaliteit, zeer moeilijk te bewerken en erg ondoorlatend. Dit verschil wordt uitsluitend beheerscht door het verschil in kalkrijkdom. Het verschil in kalkrijkdom wordt tevens sterk geaccentueerd door den verbouw van lucerne, een gewas, dat een hoogen kalktoestand vraagt, meer dan eenig ander in deze streek verbouwd gewas. De lucerneteelt wordt eigenlijk alleen met succes bedreven in het kalkrijke gebied langs den Rijn en Ouden Rijn. Veel minder ziet men het in het minder kalkrijke IJselgebied, terwijl de teelt geheel onmogelijk is in het kalkarme gebied van den Lijmers en binnen de oude rivierdijken. Ook het verschil in kwaliteit der binnen- en buitendijksche weilanden is in wezen alleen aan het verschil in kalkrijkdom toe te schrijven. De zeer slechte weidegebieden in den Lijmers zijn tevens de kalkarmste.

Tenslotte vindt men een treffende aanwijzing in de groote tegenstelling, die bestaat tusschen binnen- en buitendijksche boomgaarden langs den IJsel met zijn uitgebreide fruitteelt. De buitendijksche boomgaarden op kalkrijke boven- en ondergronden zijn welig, gezond en bestand tegen allerlei nadeelige invloeden, terwijl de binnendijksche slecht groeien, allerlei ziekten hebben en minderwaardig fruit leveren. Sommigen willen dit toeschrijven aan de kwel op de binnendijksche gronden. Het wil ons echter voorkomen, dat dit

slechts in schijn een oorzaak is. De ware oorzaak is het kalkgebrek. Daaruit vloeien alle verdere nadeelen voort en ook de gevoeligheid voor kwelwater, omdat dergelijke kalkarme gronden in hooge mate waterzuchtig zijn. Waren zij kalkrijk, dan zouden zij evenals de buitendijksche gronden doorlatend zijn en snel het kwelwater weer verliezen. Ook uit dit voorbeeld blijkt weer ten duidelijkste hoe de geheele cultuur gehandicapt wordt door dien alles beheerschenden factor: de kalktoestand van de gronden.

Mogen onze onderzoekingen er toe bijdragen, dat dit spoedig algemeen wordt ingezien en dat de daardoor vereischte verbeteringen tot stand komen. Daar elk perceel in verband met zijn gehalte aan klei en humus en de mate van ontkalking zijn eigen kalkbehoefte heeft, dient deze verbetering uitsluitend te geschieden aan de hand van herhaald grondonderzoek en op advies van deskundigen. Wie lukraak kalkt, kan er van verzekerd zijn, dat hij op de eene plaats geld wegwerpt door het gebruik van te veel kalk, terwijl hij elders slechts een deel van de benoodigde hoeveelheid geeft en daardoor slechts zeer onvoldoende het doel benadert.

De geheele Nederlandsche bodem dient perceel voor perceel te worden onderzocht, behalve in die kleigebieden, waarvan bekend is, dat zij nog een flink gehalte — gemiddeld minstens 1 à 2% — koolzure kalk in den bovengrond bevatten. Ook deze gebieden kunnen echter alleen door grondonderzoek worden opgespoord en begrensd.