

De tegenwoordige Kalkmeststoffen *)

Hunne beteekenis voor en de wijze van gebruik in den landbouw, door
Ir. O. J. CLEVERINGA,
Rijkslandbouwconsulent te Zutphen

Paragraaf 1.

DE BETEKENIS VAN DE KALK VOOR DEN BOUWGROND, DE CULTUURGEWASSEN EN DEN VEESTAPEL.

De bouwvoor van een gemiddelden cultuurgrond bevat naast veel grover materiaal een grootere, of kleinere hoeveelheid fijne deeltjes, die in hoofdzaak bestaan uit kiezelzuur-aluminiumverbindingen (klei) en humusstoffen. Deze nu kunnen basen binden aan hun oppervlak, zooals kalk, kali, ammoniak en natron.

Kalk neemt in onze gronden tegenover de andere basen een overwegende plaats in, of behoort deze althans in te nemen, vandaar ook, dat de verhouding van zuren en basen in den grond kortheidshalve gewoonlijk wordt aangeduid met den term „kalktoestand”.

In gronden met een goeden cultuurtoestand wordt zelfs minstens 80 % van de gebonden basen ingenomen door kalk.

De kalk in den bouwgrond dient in de eerste plaats voor den opbouw van den grond zelf. Zoolang n.l. de klei- en humusdeelen met te weinig basen zijn bezet, verkeerden zij in fijne verdeling en daardoor in zwevende toestand, zoodat zij zich met het water in den grond kunnen verplaatsen, allerlei ruimten kunnen verstoppen (slem-pigheid, vorming van een ploegzool) en zelfs kunnen uitspoelen.

In natten grond zwellen dergelijke deeltjes op, zoodat de inwendige ruimten worden verkleind. Hiermede gaat gepaard een voor de plant en andere levende organismen in den grond ongunstige verdeling van lucht en water in de poriën. Bovendien is deze bouw zeer weinig standvastig.

Nemen deze deeltjes echter voldoende kalk op, dan vlokken zij samen tot grootere poreuze eenheden met stevigen bouw, die een plaats vinden tusschen de grovere bodembestanddeelen. Zij houden den grond poreus en belemmeren het dichtzakken (kruimelstructuur).

In dezen toestand bestaat er in den grond in het algemeen een gunstige verdeling tusschen vaste bodembestanddeelen, lucht en water. Gemiddeld kan deze worden gesteld op 50 % vaste bestanddeelen, 25—30 % lucht en 25—20 % water. In gronden met korrelstructuur kan deze verhouding veranderen tot 50 % vaste bestanddeelen, 10 % lucht en 40 % water, hetgeen zeer ongunstig is.

Verkeert de grond in goede kruimelstructuur, dan is hiermede tevens de grondslag gelegd voor allerlei andere gunstige eigenschappen. Met een goede water- en luchthuishouding gaat tevens gepaard een goede temperatuurregeling. De praktijk weet dan ook uit ervaring,

*) Deze brochure is gratis verkrijgbaar.

2102556



dat kalkrijke gronden, mits goed ontwaterd, in het algemeen warm zijn, terwijl kalkarme gronden koud zijn.

Verder is de bewerkbaarheid van een kruimeligen grond goed, terwijl dit milieu zich tevens leent voor een krachtig lager organisch leven.

Een deel dezer basen is tevens bestemd om de plant tot voedsel te dienen. De binding met den grond is van dien aard, dat voor de plant eerst hoeveelheden in eenigszins voldoende mate kunnen worden afgescheiden, wanneer de grond zelf tot een voldoende peil met basen is voorzien,

In gronden met een behoorlijk gehalte aan klei en (of) humus, bedraagt de hoeveelheid kalk, die door deze bestanddeelen wordt gebonden vele duizenden kilogrammen per h a. Daarentegen is de hoeveelheid noodig voor de voeding van een gewas, beperkt tot enkele tientallen kilogrammen (30—100 kg.) per ha.

Hieruit volgt dus, dat men reeds ruimschoots in de kalkbehoefte van de plant heeft voorzien, wanneer de kalktoestand naar behooren is geregeld.

Op kalkarme gronden verloopt de kalkvoeding van de plant gebrekkig. Bij lage kalktoestanden vonden wij dan ook in de droge stof van grasbestanden slechts kalkgehalten van 0,3 tot 0,4 %. Blijkens onze nog niet gepubliceerde proeven stijgt nu onder overigens normale omstandigheden het kalkgehalte in de droge stof met den kalktoestand van den grond en worden bij hooge kalktoestanden gehalten aangetroffen van 1,2 tot 1,5 % kalk in de droge stof van grasbestanden. Hetzelfde gehalte vindt men in het zoo beroemde hooi van onze kalkrijke uiterwaarden.

Het kalkgehalte van het plantaardig materiaal is nu op haar beurt weer van overwegende beteekenis voor de voeding van dieren. Door kalkrijk voedsel kan voldoende in de kalkbehoefte van het dierlijk organisme worden voorzien. Kalkarm voedsel leidt in de eerste plaats tot slechte ontwikkeling van het beenderengestel, doch bovendien tot groote gevoeligheid voor allerlei ziekten, terwijl een onvoldoende kalkvoeding van de moeder tevens nadeelige gevolgen kan hebben voor de fokkerij en voor de ontwikkeling der nakomelingen.

Uit bovenstaande korte opmerkingen moge voldoende zijn gebleken, hoe belangrijk en noodzakelijk het is, dat de landbouwer in de eerste plaats voor een goeden kalktoestand van zijne gronden zorgt.

Het is bekend, dat er nog groote gebieden zijn, waar deze te wenschen overlaat.

Paragraaf 2.

HET VOORKOMEN VAN KALK IN DE NATUUR.

Kalk (Ca) is een element, dat zich buitengewoon gemakkelijk met bepaalde elementen bindt. In de natuur komt hiervoor het allereerst in aanmerking zuurstof, waarmede het calciumoxyde (CaO), of ongebluschte kalk vormt. Dit op haar beurt bindt zich weer bijzonder gemakkelijk met water tot calciumhydroxyde [Ca (OH)₂], ook bekend als gebluschte kalk. Dit is een sterke base, die nogmaals groote neiging heeft om zich met allerlei zure stoffen te binden. De meest bekende verbindingen in de natuur zijn:

met kiezelzuur. Deze verbindingen bevatten dan in den regel tevens

aluminium, magnesium, ijzer en soms geringe hoeveelheden kalium en natrium;

met fosforzuur tot fosforzure kalk, zooals in ruwe fosfaten;

met zwavelzuur tot zwavelzure kalk, of gips;

met koolzuur tot koolzure kalk (CaCO_3) en

met salpeterzuur tot kalksalpeter.

De verbindingen met kiezelzuur en fosforzuur zijn in zwak koolzuurhoudend water betrekkelijk moeilijk oplosbaar, die met koolzuur is matig oplosbaar, die met zwavelzuur iets beter en die met salpeterzuur is zeer gemakkelijk oplosbaar.

Voor de verbetering van den kalktoestand is tot dusverre steeds de verbinding met koolzuur, dus koolzure kalk en de daaruit door verschillende industrieën bereide kalkmeststoffen, de belangrijkste geweest.

Koolzure kalk komt n.l. op vele plaatsen op de aarde in groote ophoopingën voor in den vorm van **kalkgesteenten**. Deze zijn gewoonlijk opgebouwd uit samengeperste zeer kleine schelpjes en geraamten van kleine organismen, die vroeger ter plaatse in water hebben geleefd en na hun afsterven aanleiding hebben gegeven tot de vorming van ophoopingën van koolzure kalk.

Deze skeletten komen eveneens in groote hoeveelheden voor in het slib van onze rivieren en van de zee. In onze streken vindt men hierin dikwijls 7% tot 15% koolzure kalk.

Deze kalkvoorraad is naar verhouding zeer werkzaam, omdat zij in uiterst fijn verdeelden toestand innig gemengd is met de slibbestanddeelen, die tevens rijk kunnen zijn aan organische stoffen, welke bij ontleding veel koolzuur leveren. Deze werkzame koolzure kalk vormt dan ook een zeer waardevol bestanddeel van rivierslib.

Eenigszins hiermede te vergelijken is de koolzure kalk in **schuimaarde**, het afvalproduct van suikerfabrieken. Hier wordt de kalk gebruikt voor zuivering van het bietensap. De kalk slaat hierin allerlei organische verbindingen neer en wordt daarmede dus tevens innig gemengd. Brengt men dit neerslag, dat als schuimaarde in den handel komt, in aanraking met de lucht, dan vergisten de organische stoffen en het daaruit ontwijkende koolzuur komt dus in innige aanraking met de zeer fijn verdeelde koolzure kalk, welke dan ook in schuimaarde een groot nuttig effect vertoont.

Geheel anders wordt echter de toestand, wanneer de fijne kalkresten van lagere organismen in vrij zuiveren toestand worden samengeperst tot kalkrotsen, die al naar hun samenstelling en wijze van opbouw weliswaar eenig verschil in dichtheid vertoonen, zoodat sommige meer zacht en poreus zijn en andere zeer hard en dicht, doch bij alle ontbreekt het groot uitwendig oppervlak, dat de kalkvoorraden in slib en schuimaarde vertoonen.

Het gevolg is, dat deze kalksteen in haar natuurlijke ligging moeilijk oplosbaar is.

Deze kalksteen nu kan op verschillende wijze fabriekmatig worden bewerkt om de oplosbaarheid te vergrooten en wel door daaruit producten terug te winnen, die een groote neiging hebben om zich als base met zuren te binden.

De eenvoudigste bewerking, die de kalksteen kan ondergaan is, dat zij wordt fijngemalen tot **kalkmergel**. Het uitwendig oppervlak wordt, indien een voldoende fijnheid bereikt wordt, zoodanig vergroot, dat

een voor landbouwdoeleinden toereikende oplosbaarheid wordt teruggewonnen.

Een ander middel is, dat de kalksteen wordt gebrand in kalkovens, waardoor het koolzuur wederom ontwijkt en het calcium oxyde (CaO), of **gebrande kalk** wordt teruggewonnen. Dit heeft, zooals gezegd, een groote neiging om zich met water te binden tot gebluschte kalk [Ca(OH)₂].

Het is nu mogelijk deze binding met water eerst na het mengen met grond tot stand te laten komen. Daartoe wordt dan in den handel gebracht **gemalen gebrande kalk (CaO)**. Dit product is echter zeer bijtend voor hen, die het uitstrooien en door zijn sterke neiging om water aan te trekken tevens moeilijk te bewaren. Indien de zakken in een vochtige omgeving worden gebracht, zal de gebrande kalk overgaan in gebluschte kalk, daarbij sterk uitzetten en de zakken doen scheuren.

Het is daarom doelmatig dit blusschen kunstmatig te verrichten. Vroeger geschiedde dit op de boerderij door aankoop van **kluïtkalk**, welke, hetzij door den regen, hetzij door bedekking met vochtigen grond, of door toevoeging van bepaalde hoeveelheden water, werd gebluscht. Wanneer de toegediende hoeveelheid water goed is afgemeten, verkrijgt men een product, dat van nature reeds een hooge fijnheid heeft. De bezwaren zijn echter, dat het in de praktijk niet zoo eenvoudig is om de juiste hoeveelheid water te bepalen, hetgeen er toe kan leiden, dat of de kalk onvoldoende wordt gebluscht en dus kluïterig blijft, of te nat wordt gebluscht en pap vormt. Beide producten laten zich geheel onvoldoende verdeelen in den bouwgrond.

Een verder bezwaar is, dat in kluïtkalk steenen, o.a. vuursteen, of silex voorkomen, die niet uiteenvallen met water en die dus als steenen in het gebluschte product aanwezig blijven, hetgeen zeer hinderlijk is bij het uitstrooien vooral met de kunstmeststrooier.

Het is daarom toe te juichen, dat de industrie deze behandeling van kluïtkalk met water heeft overgenomen bij de bereiding van z.g.n. **poederkalk**. In de fabriek toch kan men alle maatregelen treffen om het juiste product te winnen. Een dezer maatregelen is, dat na het z.g.n. voorblusschen, waarbij de kalk nog maar gedeeltelijk wordt gebluscht, gemalen wordt, terwijl het aldus verkregen product verder wordt gebluscht. Men spreekt daarom ook van **gemalen gebluschte kalk**, hetgeen echter voor den verbruiker feitelijk een overbodige aanduiding is, die bovendien verwarrend werkt tegenover de **gemalen (ongebaluschte) kalk**. Het komt hier slechts op het gebluscht zijn aan.

Wanneer men uitgaat van grondstoffen van groote zuiverheid, verkrijgt men vanzelf poederkalk, die alleen reeds door het blusschen aan de hoogste eischen van fijnheid kan voldoen en die zelfs de eischen, die in den codex voor meststoffen worden gesteld, verre overtreft.

In enkele fabrieken in ons land, die in plaats van kalksteen zeeschelpen verwerken, wordt de fijnheid zelfs nog extra opgevoerd door het gemalen product bloot te stellen aan een zachten windstroom, waardoor de allerfijnste deelen worden uitgezeefd. Dit buitengewoon fijne product draagt den naam van **schelpkalkbloem**, welk product uit zuiver technisch oogpunt bekeken kan beschouwd worden als het beste wat de kalkindustrie aanbiedt.

In het volgende zal echter blijken, dat fijnheidseigenschappen landbouwkundig geheel anders moeten worden beoordeeld dan zuiver technisch, zoodat de kalkmeststoffen, die technisch aan de hoogste eischen voldoen, landbouwkundig volstrekt niet boven aan behoeven te staan.

Behalve deze uit kalksteen bereide kalkmeststoffen, dus kalkmergel, gemalen ongebluschte kalk, gemalen gebluschte kalk, of poederkalk en schelpkalkbloem, komen nu tevens enkele **afvalproducten van industrieën** in den handel, die wegens hun hoog kalkgehalte eveneens voor kalkbemesting in aanmerking kunnen komen.

Wij noemden hiervan reeds de **schuimaarde** van de suikerfabrieken. Een voor ons land geheel nieuw product is nu de **silicakalk ***), welke thans door de N.V. Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken te IJmuiden wordt bereid.

Bij de productie van gietijzer wordt voor de zuivering der ijzerertsen kalk en zand, dus kiezelzuur toegevoegd. Hierbij scheidt zich de bekende hoogovenslak af, die o.a. gebruikt wordt voor wegenverharding en in de cement- en betonindustrie. Met dergelijke hoogovenslakken zijn in Amerika en thans ook in Duitschland vele proeven genomen om haar bruikbaarheid als kalkmeststof te onderzoeken. Het resultaat hiervan is in het algemeen gunstig geweest.

De door het Nederlandsche Hoogovenbedrijf te IJmuiden onder den naam van **silicakalk** in den handel gebrachte hoogovenslak **mag echter niet met de gewone hoogovenslak gelijk worden gesteld**, daar zij uit landbouwkundig oogpunt beschouwd, aan hoogere eischen voldoet.

Het is den ingenieurs van het Hoogovenbedrijf gelukt een in het bijzonder voor bemestingsdoeleinden geschikt product te bereiden. Terwijl men in het buitenland steeds heeft gewerkt met de gemengde slak van verschillende soorten van gietijzer, wordt hiervoor in ons land alleen gebruik gemaakt van de slak, die ontstaat bij de productie van bepaalde ijzersoorten.

Daar de hoogovenslak in gloeienden toestand wordt afgekoeld in water, ontstaat een poreus product met een zeer groot uitwendig oppervlak, hetgeen reeds een belangrijk voordeel is met het oog op het oplossen in den bouwgrond. Daarna wordt de slak gedroogd, gemalen en gezeefd.

In vergelijking tot de andere hier bedoelde kalkmeststoffen is nu het meest merkwaardige van deze slak, dat de kalk niet is gebonden aan koolzuur, maar aan kiezelzuur (SiO_2) en aluinaarde, of aluminiumoxyde [$\text{Al}_2 (\text{O}_3)$]. Zij bevat 85 % calcium-aluminium-silicaat, waarvan 42—45 % vrije kalk (CaO), 10—15 % aluinaarde [$\text{Al}_2 (\text{O}_3)$] en 32—35 % kiezelzuur (Si O_2).

Een bijzondere eigenschap is reeds in de eerste plaats, dat door de aanwezigheid van het kiezelzuur de kalk van silicakalk ook na de oplossing in den grond niet licht wordt gebonden aan koolzuur, dat altijd in een actieven grond aanwezig is, zoodat het dus ook niet neerslaat als onopgeloste koolzure kalk. Dit is juist een zwak punt van alle andere hier genoemde kalkmeststoffen, die dit zeer gemakkelijk doen.

*) De hier over silicakalk medegedeelde gegevens zijn ontleend aan nog niet gepubliceerde onderzoekingen van Prof. Ir. J. Hudig te Wageningen, die ons deze gegevens gaarne ter beschikking stelde.

Dit is een van de oorzaken van de omstandigheid, dat bij de andere kalkmeststoffen steeds grooter hoeveelheden moeten worden toegevend, dan volgens de berekening noodig zou zijn.

Een tweede belangrijke eigenschap, die de andere kalkmeststoffen missen is, dat in silicakalk kiezelzuur en aluminium voorkomen, welke zulke gewichtige bouwstoffen in onze bouwgronden zijn. Niet alleen de klei bestaat uit dezelfde aluminium-kiezelzuur-verbindingen, maar ook de oude bouwhumus, die in onze humuszandgronden dezelfde taak vervult, als de klei in de kleigronden, n.l., die van drager der plantenvoedende stoffen, komt kiezelzuur vereenigd met humus voor. Deze humus biedt grooten weerstand aan de krachten, die organische stoffen in den grond afbreken en kan daardoor haar taak als draagster der vruchtbaarheid blijvend vervullen.

In tegenstelling hiermede worden de organische stoffen, welke in den vorm van stoppels, wortelresten, groenbemesting en stalmest worden toegediend, in een gezonden bouwgrond volledig afgebroken, zoodat zij slechts een tijdelijke, zij het dan ook voor de functie van den bouwgrond zeer belangrijke rol spelen. Zij dienen in hoofdzaak tot voedsel van bacteriën en andere lagere organismen, terwijl tevens verschillende afbraakproducten de plant ten goede komen.

De in den grond blijvende, of stabiele humus is blijkbaar geconserveerd door kiezelzuur.

De silicakalk nu heeft het voordeel, dat zij de aluminium- en kiezelzuur-verbindingen bevat in ongeveer dezelfde verhouding, als waarin deze in onze goede bouwgronden voorkomen, n.l. ongeveer 1 deel aluminium-verbindingen tegenover 2 à 3 deelen kiezelzuur.

In jonge kleigronden is deze verhouding eveneens 1 : 3.

In een ouden reeds zeer sterk verweerden en afgebroken rivierkleigrond bij den heer E. Poodd te Etten bij Terborg, werd een verhouding van 1 : 2,6 gevonden.

In zeer sterk verweerde kleigronden, zooals men die vooral in de tropen vindt en in ons gematigd klimaat slechts bij wijze van hooge uitzondering, kan men zelfs verhoudingen van 1 : 1,5 en zelfs tot 1 aantreffen.

Behalve de kalk, welke een zoo belangrijke functie in den bouwgrond heeft te vervullen, levert de silicakalk dus tevens kiezelzuuren aluminium-verbindingen in een verhouding, die hun direct geschikt maken voor opbouw van den grond. Dit is voor de humuszandgronden wellicht nog belangrijker dan voor kleigronden, omdat zij tevens een deel van de humus in blijvenden toestand bindt en daardoor de vruchtbaarheid zal kunnen verhoogen.

De rol, die de andere kalkmeststoffen bij de omzettingen van organische stoffen in den grond spelen, vervult de silicakalk door haar kalkgehalte eveneens. Deze bestaat n.l. hierin, dat de toegevoegde kalk op gronden, die daaraan behoefte hebben, het leven van sommige organismen bevordert, in het bijzonder, omdat het door deze bij hun voeding gevormde zure afscheidingsproducten neutraliseert. Hierdoor kan de afbraak van organische stoffen regelmatig voortgang hebben. Een voorbeeld hiervan leveren b.v. de nitrificerende bacteriën, die uit ammoniak salpeterzuur maken.

Deze eigenschap van kalk om de afbraak van organische stoffen in den grond te bevorderen, wordt dikwijls als een gevaarlijke beschouwd. Men vreest, dat hierdoor het humusgehalte te veel kan dalen.

Deze veronderstelling is slechts ten deele juist. In de eerste plaats toch is de afbraak van organische stoffen in den grond noodig en nuttig voor de geheele werkzaamheid van den bouwgrond.

Een grond, die niet in staat is toegevoegde organische stoffen met voldoende snelheid af te breken, mist de noodige eigenschappen van een goeden bouwgrond.

Een andere zijde van hetzelfde vraagstuk is echter, dat voldoende kalkrijke gronden veel meer organische stof produceeren, niet alleen in den vorm van hogere oogsten van bovenaardsche deelen, maar vooral ook van de wortelmasse, die de gewassen in den grond achter laten. Deze vormt na de rijping van het gewas een zeer belangrijke bron van organische stof voor den bouwgrond, terwijl deze organische resten bovendien waardevolle minerale bestanddeelen leveren.

Een kalkarme grond, die daardoor tevens weinig organische stoffen kan afbreken, mist tegelijk de eigenschap om er veel te produceeren. Het gevolg is, dat in een grond met goeden kalktoestand veel meer wortelresten en andere organische stoffen in omloop worden gebracht dan op kalkarme gronden en dit is een van de factoren, waaraan zij hun grootere productiviteit ontleenen.

De werkelijke toestand is dus, dat gronden in goeden kalktoestand onder ook overigens gunstige omstandigheden in de eerste plaats belangrijke hoeveelheden organische stof produceeren en deze op een voor de cultuur nuttige en onmisbare wijze omzetten. Daarentegen produceeren de kalkarme gronden geringe hoeveelheden organische stof en missen zij bovendien door hun kalkgebrek niet zelden nog de eigenschap om deze voldoende om te zetten en dienstbaar te maken aan de plantenvoeding.

Indien het humusgehalte van deze gronden stijgt, hetgeen echter uiterst langzaam geschiedt, moet dit dus niet als een voordeel, maar als een nadeel worden opgevat.

Paragraaf 3.

HET KALKGEHALTE DER KALKMESTSTOFFEN.

Bij den aankoop van kalkmeststoffen let men onwillekeurig het eerst op het gehalte, dat gegarandeerd wordt. De waarde hiervan beperkt zich echter tot het vergelijken van de handelswaarde der verschillende producten.

Uit landbouwkundig oogpunt beschouwd is deze waardevergelijking echter niet de hoofdzaak. In den landbouw komt het tenslotte aan op het **nuttig effect**, dat met een kalkmeststof wordt bereikt en dit hangt veel meer af van de mogelijkheid om de betreffende meststof met den grond te mengen en voldoende tot oplossing te brengen, dan van het gehalte.

De landbouwer moet in de eerste plaats letten op de fijnheid der kalkmeststoffen. Deze toch kan beslissend zijn voor het nuttig effect, dat er mede kan worden bereikt.

Een kalkmeststof met hoog gehalte kan vrijwel waardeloos worden, zoowel door een te groote, als door een onvoldoende fijnheid, terwijl omgekeerd een kalkmeststof met een matig kalkgehalte, maar van goede fijnheid een zeer hoog nuttig effect kan hebben.

De kennis van het gehalte is in de eerste plaats gewenscht om een vergelijkende prijsberekening te kunnen maken per procent vrije

kalk. Bovendien worden de kosten voor transport en uitstrooien gunstig beïnvloed door een hoog gehalte.

Wanneer echter de kalkmeststof, die bij deze prijsvergelijking per kg. zuivere kalk het goedkoopste blijkt te zijn, niet tevens voldoet aan de beste fijnheidseischen, dan heeft men aan dit voordeel landbouwkundig niets.

Voor de **vergelijking van het kalkgehalte** der verschillende kalkmeststoffen dient men in de eerste plaats op de hoogte te zijn met de gewichtsverhouding van de reeds hierboven genoemde vormen, waarin de kalk kan voorkomen. Deze is de volgende:

Uit 100 kg. zuivere koolzure kalk (CaCO_3) wordt door verdrijving van koolzuur (CO_2) bij het branden 56 kg. zuivere gebrande kalk verkregen.

Door toevoeging van de berekende hoeveelheid water (H_2O) verkrijgt men gebluschte kalk [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] met een gewicht van 74 kg.

Indien men dus **kalkmeststoffen met gehalten van 100 %** zou kunnen koopen en met **eenzelfde nuttig effect**, dan zou **100 kg. kalkmergel** gelijkwaardig zijn aan **74 kg. poederkalk** en aan **56 kg. gebrande ongebluschte kalk**.

De **werkelijke gehalten** van de handels-kalkmeststoffen zijn door onvermijdelijke verontreinigingen lager. Hiervoor kunnen gemiddeld de volgende waarden worden aangenomen.

Kalkmergel moet volgens den codex minstens 80 % koolzure kalk (CaCO_3) bevatten, overeenkomende dus met $(80 : 100) \times 56 = 44,8$ % kalk (CaO). Het gehalte der handelsproducten ligt gemiddeld tusschen 80 en 90 % koolzure kalk.

Gemalen ongebluschte kalk moet volgens den codex minstens 75 % kalk (CaO) bevatten. Indien het van zuivere grondstoffen is gemaakt, bedraagt het werkelijke gehalte dikwijls minstens 90 %.

Poederkalk, of gemalen gebluschte kalk moet volgens den codex minstens 75 % gebluschte kalk [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] bevatten, overeenkomende met $(75 : 100) \times 74 = 55,5$ % kalk (CaO). Indien het product uit zuivere kalksteen wordt bereid, stijgt het gehalte meermalen tot 90 à 95 % gebluschte kalk.

Schelpkalkbloem is poederkalk bereid uit versche schelpen en heeft daardoor eveneens een zeer hoog gehalte aan gebluschte kalk.

Het afvalproduct **schuimaarde** heeft gemiddeld een gehalte van 45 % koolzure kalk (CaCO_3), overeenkomende met $(45 : 100) \times 56 = 25,2$ % kalk (CaO). Het gehalte van dit afvalproduct kan tamelijk uiteenloopen.

Silicakalk bevat, zooals boven reeds gezegd, 42 tot 45 % kalk (CaO), gebonden aan kiezelzuur.

Paragraaf 4.

DE OPLOSSINGSMOGELIJKHEDEN DER KALKMESTSTOFFEN IN DEN BOUWGROND.

In par. 2 werd reeds uiteengezet, dat door het branden en bluschen van koolzure kalk (kalksteen) de oplosbaarheid aanzienlijk wordt verbeterd. Dit heeft echter landbouwkundig beoordeeld wederom een geheel andere waarde dan zuiver scheikundig beoordeeld.

De gebrande kalk wordt, zooals ook in de praktijk alleszins bekend is, door water zeer heftig aangetast, waarbij gebluschte kalk ontstaat. Deze is in water tot beperkte hoeveelheden zeer goed oplosbaar.

Op en in den grond komt deze kalk echter zeer gemakkelijk in aanraking met koolzuur, dat zich niet alleen bevindt in de lucht boven den grond, maar dat ook in den regen is opgelost en in den bodem aanwezig is, zoowel opgelost in water als in de bodemlucht.

Koolzuur is een zwak zuur, dat zich gemakkelijk met kalk bindt. Komt het in geringere hoeveelheden, dus in zwakke oplossing in den grond voor, dan is het in staat het water uit de verbinding met kalk te verdringen en daarvoor in de plaats te treden, zoodat koolzure kalk ontstaat, welke in dit water onoplosbaar is en dus neerslaat.

Eerst wanneer de koolzuuroplossing sterker wordt, worden in plaats van één, twee deelen koolzuur gebonden door de kalk, zoodat z.g.n. dubbelkoolzure kalk ontstaat, welke in het omgevende koolzuurhoudende water oplosbaar is. Zoodra echter de hoeveelheid koolzuur afneemt in de omgeving staat het weer 1 deel koolzuur af en valt daardoor terug tot de onopgeloste koolzure kalk.

Aangezien nu bij de aanwending van kalkmeststoffen in den landbouw vrijwel steeds koolzuur in de omgeving aanwezig zal zijn, hebben wij hier bijna nooit blijvend te maken met de producten gebrande kalk en gebluschte kalk, maar steeds met de verbindingen van deze met koolzuur, welke alleen in een omgeving rijk aan koolzuur oplosbaar blijven en anders onopgelost in den grond voorkomen.

Het eindproduct van alle kalkmeststoffen, welke bereid zijn uit kalksteen (koolzure kalk) is in den grond dus steeds hetzelfde, hetgeen ook verklaart, waarom zij bij gelijke goede fijnheid, practisch vrijwel hetzelfde nuttig effect hebben.

Mergel, welke in de zode van grasland wordt gestrooid, of met de bouwvoor van bouwland wordt gemengd, gaat zoodra voldoende koolzuur in de omgeving geproduceerd wordt, over in oplosbare dubbelkoolzure kalk.

Gebrande kalk neemt op, of in den grond onmiddellijk water op, doch tevens, zoodra koolzuur in de omgeving is, ook dit en vormt dus koolzure kalk en bij grootere hoeveelheden koolzure dubbelkoolzure kalk, evenals mergel.

Hetzelfde lot deelt poederkalk, hetwelk reeds gebonden aan water wordt toegediend.

Schuimaarde gedraagt zich als kalkmergel.

Deze eigenschap van alle kalkproducten ontstaan uit kalksteen, vertegenwoordigt tevens hun gemeenschappelijke zwakke zijde.

Het zwakke koolzuur toch is slechts onder gunstige omstandigheden in staat om de koolzure kalk, die steeds bij aanwezigheid van weinig koolzuur ontstaat, in oplossing te brengen. Dit gebeurt alleen wanneer het uitwendig oppervlak dezer koolzure kalkdeeltjes zeer groot is, hetgeen alleen het geval is bij voldoende fijnheid.

Deeltjes grover dan 0,17 mm. *) middellijn komen slechts langzaam

*) Deze fijnheidseisch is oorspronkelijk gesteld voor thomas-slakkenmeel, doch heeft intusschen zijn praktische beteekenis voor deze meststof verloren, omdat het gehalte steeds bepaald wordt in citroenzuur. Veel later is dezelfde fijnheidseisch overgenomen voor kalkmergel, hoewel dit een geheel ander product is. Feitelijk is nog nooit een voldoende diepgaand onderzoek naar dit fijnheidsvraagstuk ingesteld, zoodat dit grenscijfer voor ieder geval slechts met het noodige voorbehoud kan worden aanvaard.

tot oplossing, terwijl het tempo bij grooter wordende middellijn buitengewoon snel afneemt, zoodat men mag aannemen, dat korrels van 1 mm. doorsnede practisch bijna niet meer oplossen. In elk geval duurt dit zoolang, dat men daarvan op korten termijn geen zichtbaar resultaat meer bemerkt.

Schuimaarde verkeert in dit opzicht in veel gunstiger omstandigheid, omdat de koolzure kalk in het warme bietensap uit gebluschte kalk is ontstaan onder het doorleiden van koolzuur en daardoor in uiterst fijne verdeling verkeert.

Gebluschte kalk is, indien goed behandeld, eveneens uiterst fijn, maar vertoont tevens voldoende kleefkracht om gemakkelijk vlokjes te vormen, die bij het mengen met den grond door druk overgaan in balletjes met een middellijn, die in vele gevallen grooter is dan 0,17 mm. Deze balletjes nemen aan hun oppervlakte koolzuur op en omgeven zich dus met een mantel van koolzure kalk, zoodat uitwendig beoordeeld een mergeldeeltje is ontstaan van zoodanige korrelgrootte, dat het practisch niet meer oplosbaar is.

In humuszandgronden kan dit nog worden verergerd, zoodat door deze oppervlakte humuszuren worden gebonden, waarbij uiterst moeilijk oplosbare kalkhumaten ontstaan, zoodat dergelijke kalkdeeltjes practisch waardeloos zijn geworden. De huid van humusstoffen verhindert het verder uiteenvallen.

Op zeer duidelijke wijze blijkt de juistheid van het bovenstaande, wanneer kluitkalk te nat wordt gebluscht en als pap met den bouwgrond wordt gemengd. Hoewel het in dezen toestand oplosbaar is in veel water, blijkt, dat het zich in werkelijkheid geenszins zoodanig gedraagt, maar als een ophooping bijeen blijft en spoedig omgeven wordt door een harde laag van koolzure kalk, welke het practisch ontoegankelijk maakt. Dergelijke stukken bieden zelfs jarenlang weerstand aan alle bewerkingen.

Hetzelfde kan men waarnemen, wanneer men uiterst fijne poederkalk, die dus oplosbaar is in water, met kluitrigen grond mengt. Een deel van de oppervlakte der kluiten wordt dan bedekt met een tamelijk dikke laag poederkalk. Ook deze gaat niet verder in oplossing, maar wordt spoedig omgezet in een korst van koolzure kalk, welke uiterst moeilijk weer oplost.

De oorzaak hiervan is, dat deze fijne poederkalk zoo gemakkelijk kleeft en daardoor korsten vormt. Gebruikt men in een dergelijk geval voldoende droge en fijne Limburgsche kalkmergel, dan zal dit euvel niet optreden. Deze kleeft niet en vormt dus bij het mengen geen ophooping door samenballing. De deeltjes blijven los van elkaar verspreid door den grond en behouden hun groot uitwendig oppervlak, hetwelk voldoende is om de oplossende krachten met gunstig resultaat te laten inwerken.

Vergeleken met de oplossingsmogelijkheden van de kalkmeststoffen bereid uit koolzure kalk, blijkt de silicakalk gunstiger mogelijkheden te bieden.

In de eerste plaats is dit product tengevolge van de koeling in water zeer poreus van bouw, waardoor het uitwendig oppervlak der deeltjes sterk wordt vergroot.

In de tweede plaats echter heeft deze verbinding van kalk met kiezelzuur geheel andere scheikundige eigenschappen dan kalk gebonden aan koolzuur.

Het product valt n.l. na de inwerking van zwakke zuren, zooals

die in den grond voorkomen uiteen en wordt dan door water verder ontleed (hydrolyse). Het gevolg is, dat grootere hoeveelheden kalk worden vrijgemaakt, dan in verband met de toegediende hoeveelheid zuren zou mogen worden verwacht. Deze hoeveelheid kan zelfs zoo groot zijn, dat de oplossing, welke na het toedienen van het zuur aanvankelijk zwak zuur is, spoedig daarna door het vrij komen van grootere hoeveelheden kalk, alcalisch reageert.

De kalk komt hierbij voor een klein deel in oplossing als gebluschte kalk $[Ca(OH)_2]$, en voor een ander deel als kiezelzure kalk, terwijl het kiezelzuur en de aluinaarde met water een colloïdale oplossing (gel) vormen. Van de andere kalksoorten gaat hoogstens zooveel kalk (base) in oplossing als overeenkomt met de toegediende hoeveelheid zuur.

Het belangrijke verschil met de andere kalkmeststoffen is nu verder, dat deze kalk in een omgeving van actief kiezelzuur zich niet kan binden aan koolzuur, daar het zwakke vluchtige koolzuur niet in staat is het kiezelzuur te verdringen.

De kalk van silicakalk blijft dus ook in een rijke koolzuromgeving en zelfs wanneer het koolzuurgehalte afneemt, zoodat andere kalkmeststoffen overgaan tot onopgeloste koolzure kalk, als werkzame gebluschte kalk in den grond aanwezig. De ervaring heeft geleerd, dat van in groote hoeveelheden toegediende gebluschte kalk zelfs na jaren nog een deel als onwerkzame koolzure kalk wordt teruggevonden. Bij het gebruik van silicakalk vindt men dit nooit.

Het gevolg is, dat het sneller en beter dan alle andere kalkmeststoffen, welke wel aan koolzuur kunnen worden gebonden, door de klei- en humusbestanddeelen van den bouwgrond wordt opgenomen en daardoor dus een grooter nuttig effect kan hebben dan de eerste.

Het geeft een voorsprong op gronden, die arm aan koolzuur zijn. Hier zal mergel moeilijk oplossen, omdat er niet voldoende koolzuur wordt ontwikkeld om dubbelkoolzure kalk te vormen, terwijl poederkalk gevaar loopt door de geringe hoeveelheden koolzuur tot onopgeloste koolzure kalk te worden neergeslagen.

Ook voor de bekalking van grasland is dit verschil in eigenschappen van beteekenis. De kalk toch moet hier als overbemesting worden toegediend en kan hoogstens eenigszins worden ingeëgd, maar niet volledig gemengd. De kalkmeststoffen moeten dus in de zode tot oplossing worden gebracht, in hoofdzaak door het koolzuur, hetwelk door de gistende zode wordt ontwikkeld. Ook hierbij treden dezelfde moeilijkheden op. Is de koolzuurontwikkeling tijdelijk krachtig, dan zullen kalkmergel en poederkalk in oplossing gaan, of blijven als dubbelkoolzure kalk. Neemt deze echter tijdelijk weer af, dan slaan zij onopgelost als koolzure kalk neer. Het grondonderzoek heeft duidelijk uitgewezen, dat deze kalk slechts uiterst langzaam naar diepere lagen doordringt, zelfs na een aantal jaren vindt men bijna de geheele toegediende bekalking nog terug in de bovenste 3 cm. zode, terwijl daaronder met een scherp overgang aanzienlijk kalkarmere lagen kunnen voorkomen. *)

Dit is betrekkelijk ongunstig voor de beworteling der gewassen. De dunne bovenste laag toch kan vrij gemakkelijk worden overkalkt, hetgeen nadeelig is.

*) Mededeelingen en Berichten der Geldersch-Overijsselsche Maatschappij over 1931, deel I, blz. 7, 8, 32 en 35.

Is nu de kalktoestand van de daaronder liggende laag onvoldoende, dan vinden de plantenwortels nergens de gewenschte omgeving, hetgeen zich wederom wreekt in de opbrengst en in de samenstelling van het bestand.

Wij hebben nu reeds meerdere jaren beproefd om het indringen van de kalk te bevorderen door deze na het uitstrooien direct te bedekken met een laag stalmest. Dit moet bij voorkeur geschieden in een tijd van het jaar, dat de temperatuur nog voldoende hoog is om deze stalmest te doen omzetten. Een gunstige tijd is de tweede helft van September.

Door de sterke koolzuurproductie van deze stalmest zal zooveel mogelijk kalk worden overgebracht in dubbelkoolzure kalk, welke met voldoende koolzuurhoudend water naar diepere lagen kan spoelen. De resultaten zijn gunstig geweest, zoodat wij dit middel reeds meerdere jaren hebben aanbevolen. Het doordringen van de kalk wordt ongetwijfeld bevorderd, maar ook nu nog blijft de diepte beperkt en het vraagstuk om de kalk bijv. 20 cm. in grasland te laten doordringen, is ook thans nog niet opgelost.

Het is van belang eens na te gaan, of ook in dit opzicht de silicakalk nuttige diensten kan bewijzen. Verdere proeven zullen moeten uitmaken, hoe groot het verschil bij bekalking van grasland zal zijn.

Wij meenen echter thans reeds de silicakalk als een belangrijke kalkmeststof ook voor grasland te mogen aanbevelen.

Paragraaf 5.

DE FIJNHEID DER KALKMESTSTOFFEN, LANDBOUWKUNDIG BEOORDEELD.

Zuiver technisch beoordeeld zal veelal de kalkmeststof met de hoogste fijnheid als het beste product worden aangemerkt. In verschillende industrieën, waar kalk voor scheikundige doeleinden wordt gebruikt, zal deze hooge fijnheid ook tot haar recht kunnen komen. In den landbouw zijn de verhoudingen echter anders.

Het vraagstuk wordt hier beheerscht door de omstandigheid, dat men verplicht is gemiddeld enkele duizenden k.g. kalkmeststof liefst innig te mengen met vele duizenden kg. grond.

Het gewicht van een bouwvoor van 20 cm. dikte kan per ha. ongeveer worden gesteld op 2½ millioen kg. Dient men dus in één keer bijv. 5000 kg. kalk toe, dan moet in elke 500 kg. grond 1 kg. kalk regelmatig verdeeld worden. Dit kan onder de in de praktijk heerschende omstandigheden in het algemeen slechts zeer gebrekkig geschieden. Zelfs onder de gunstigste omstandigheden en bij gebruik van de beste werktuigen kan een ideale menging nog slechts ten deele worden verkregen. Aangezien het effect van de bekalking, met welke kalkmeststof ook, steeds in overwegende mate afhankelijk is van een goede menging, moet hieraan onder alle omstandigheden de uiterste zorg worden besteed.

Geschiedt de menging niet regelmatig, dan kan dit voor de cultuur bedenkelijke gevolgen hebben. In dit geval is het n.l. onvermijdelijk, dat de kalk op sommige plaatsen wordt opgehoopt, terwijl op andere plaatsen onvoldoende komt. Beide toestanden zijn voor de cultuur nadeelig. De plantenwortel toch vindt op deze wijze nergens het meest gewenschte milieu om in te leven. Naast plaatselijk te lage kalk-

toestanden in de bouwvoor bevinden zich als andere uiterste overkalkte deelen. Beide zijn ongunstig en worden door de wortels het liefst vermeden. Bestaat daarvoor echter niet de gelegenheid, omdat slechte menging heeft plaats gehad, dan is het resultaat, dat de wortels zich tevreden moeten stellen met een ongunstige omgeving, hetgeen zich uit in een onvoldoende opbrengst. Hierdoor kan ook worden verklaard, dat van een slecht gemengde kalkgift op gronden die toch behoefte aan bekalking hebben, soms geen zichtbaar resultaat wordt waargenomen.

Ook uit een oogpunt van structuurverbetering treedt dikwijls geen resultaat op en wel, omdat overkalking evenzeer als kalkgebrek kan leiden tot structuurverval.

Een andere ongunstige omstandigheid is, dat juist de gronden, die behoefte aan bekalking hebben, in het algemeen in een onvoldoende structuur verkeer en dikwijls stijf en kluitiger zijn. Zijn dergelijke kluiten behoorlijk vochtig, dan laten zij zich moeilijk verkrumelen, omdat zij daarvoor te plastisch zijn; zijn zij daarentegen droog, dan worden zij meermalen zoo hard, dat verfijning evenmin mogelijk is. Juist kalkrijke, kruimelige gronden leenen zich het best voor menging met kalk, maar deze hebben daaraan geen behoefte.

De bekalking moet dus in het algemeen worden gegeven op gronden, die uit een oogpunt van goede menging juist in een slechten toestand verkeer en.

De allergrootste moeilijkheid schuilt echter tenslotte in de **fijnheid der kalkmeststoffen**.

Voor 10 en meer jaren, toen de landbouw nog bijna niet anders gebruikte dan **kluitkalk** en deze zelf bluschte, moest er altijd op worden gehamerd, dat aan dit blusschen de grootste zorg werd besteed om de noodige fijnheid te bereiken. Werd onvoldoende water toegevoegd dan bleven in de massa ongebluschte grootere stukken, die na het mengen met den grond niet goed meer verdeeld konden worden. Werd te veel water gebruikt, dan ontstond een kleverige pap, die zich heelemaal niet liet verdeelen op de gewenschte manier.

Toen daarna het gebruik van **kalkmergel** toenam, moest eveneens veelvuldig worden aangedrongen op verhooging van de fijnheid. In verband hiermede is jammer genoeg in de oorlogsjaren de **Limburgsche kalkmergel** berucht geworden. Deze werd toen in het geheel niet gemalen, had een zeer onvoldoende fijnheid en was daardoor zoo weinig werkzaam, dat de landbouw sprak van „rood zand”. Toch had deze mergel een zeer hoog gehalte aan koolzure kalk.

De daarna in den handel gebrachte fabriekmatig bereide **poederkalk** kon gemakkelijk aan zeer hoge fijnheidseischen voldoen, mits slechts uitgegaan was van grondstoffen met een hoog kalkgehalte. De fijnheid behoeft hier niet, zooals bij kalkmergel en gemalen gebrande kalk, te worden verkregen door malen. Zij treedt reeds op door het blusschen.

Ten deele gedwongen door de concurrentie tegen de poederkalk, is ook de fijnheid van kalkmergel steeds verder opgevoerd. Het gevolg is, dat thans alle kalkmeststoffen, voor zoover afkomstig van modern toegeruste industrieën, aan zeer hoge fijnheidseischen kunnen voldoen.

Het merkwaardige is nu, dat men in deze richting ook gemakkelijk te ver kan gaan en de ontwikkeling hierboven geschetst heeft het gevolg gehad, dat, terwijl 10 en 15 jaren geleden van landbouwkundige zijde steeds moest worden aangedrongen op meerdere fijnheid, thans

moet worden gewaarschuwd om de fijnheid niet te hoog op te voeren.

Het groote bezwaar van te fijne stoffen, is n.l., dat door het toenemen van het z.g.n. inwendige oppervlak, de aanrakingsvlakken zoodanig worden vergroot, dat het verschijnsel van „kleven” gaat optreden. Hierdoor kunnen vlokken ontstaan, die door druk (eggen) gemakkelijk overgaan tot verdichte grovere deeltjes, welke moeilijk aantastbaar zijn.

Door den codex van meststoffen wordt nu als fijnheidsgrens gesteld een minimum van fijnheid van 0,17 mm. doorsnede. Stelt men de grens, waarbij kleefkracht optreedt bij een doorsnede van 0,07 mm., dan blijft er voor den fabrikant dus een speelruimte van 0,1 mm. Nu is het technisch niet mogelijk om bij het malen alle deeltjes even fijn te maken, een deel wordt fijner en een deel blijft grover, zoodat men met een zeker gemiddelde moet werken. Daarom wordt in den codex de eisch gesteld, dat 75% van de deeltjes een fijnheid van minstens 0,17 mm. moet hebben.

Bij sommige kalkmeststoffen, vooral bij poederkalksoorten, bereid uit zeer zuivere kalksteen, worden nu echter fijnheden bereikt, die deze grens naar de fijnere zijde verre overschrijden. Terwijl voor de fijnheidsbepaling volgens de eischen van den codex gebruik wordt gemaakt van zeven met 35 vierkante mazen op 1 cm., wordt thans reeds poederkalk aangeboden, die vrijwel uitsluitend bestaat uit deeltjes, die nog door een tweemaal smallere maas kunnen passeeren.

Uit het bovenstaande blijkt, dat dergelijke poederkalk in landbouwkundig opzicht niet is verbeterd, maar in waarde is achteruit gegaan, omdat de neiging om bij het uitstrooien tot vlokjes samen te kleven zoo groot is geworden, dat een goede verdeling niet meer mogelijk is. *)

De kalkindustrie zal zich voortaan moeten toelagen op het bereiden van kalkmeststoffen van zoodanige fijnheid, dat deze eenzijdig voldoende fijn zijn om in den bouwgrond tot oplos sing te kunnen worden gebracht, terwijl anderzijds de grens, waarbij kleefkracht optreedt, welke leidt tot vlokvorming en slechte verdeling, zoo weinig mogelijk moet worden overschreden.

Aangezien juist een vloeistof als water een belangrijke rol speelt bij het optreden van vlokvorming, is het duidelijk, dat ook het **watergehalte van kalkmeststoffen** een belangrijke factor is.

Dit speelt vooral een rol bij de Limburgsche **kalkmergel**, omdat deze voor een groot deel in reeds vochtigen toestand uit onderaardsche gangen in de kalkrotsen wordt gehaald. Deze kalkmergel heeft overigens uitnemende eigenschappen. Niet alleen is het gehalte zeer hoog, maar ook de structuur van deze mergel is zoodanig, dat zij betrekkelijk weinig neiging heeft om vlokken te vormen. Zij voelt dan ook droog aan, in tegenstelling met de Duitsche mergels, die in ons land worden ingevoerd, die een vettigen indruk maken, hetgeen niet anders is dan een uiting van de betrekkelijk groote neiging, die deze kalkmergels hebben om kleefkracht te vertoonen. Deze „vettigheid” moet landbouwkundig dan ook niet als een voordeel, maar als een nadeel worden beschouwd.

Limburgsche kalkmergel, mits voldoende gemalen, voldoet aan vrij-

*) Zie ook Dr. Ir. G. H. A. Leijenaar. Fijnheid en verdeling van een als meststof toegediend natuurlijk fosfaat. 1932.

wel ideale eischen van strooibaarheid, wanneer het watergehalte wordt gebracht op 4,5 % — 6 %.

Is het watergehalte lager, dan ontstaat bij fijne stoffen een neiging tot stuiven, hetgeen niet alleen zeer hinderlijk, maar vooral ook ondoelmatig is. Is het watergehalte hooger, dan treedt, zelfs bij iets grovere korrels, gevaar voor vlokvorming op.

Het is technisch zeer moeilijk om het watergehalte op het juiste peil te handhaven. Bovendien zijn de prijzen van kalkmeststoffen niet zoodanig, dat daaraan groote kosten bij de bereiding kunnen worden besteed. Het gevolg is dan ook, dat meermalen het watergehalte vooral naar den te hoogen kant te wenschen overlaat.

Zeer bedenkelijk is in dit geval ook de verzending in niet waterdicht afgesloten wagons.

De verschillende **poederkalksoorten**, die in fabrieken met de gepaste hoeveelheid water zijn gebluscht, vertoonen dit bezwaar niet. Zij zijn voldoende droog, doch hun zwakke zijde is de neiging tot vlokvorming.

Wij hebben dit reeds eenige jaren geleden zeer duidelijk kunnen constateeren bij de schelpkalkbloem, die toen ook voor landbouwdoeleinden in den handel werd gebracht en die in dien tijd onder de poederkalksoorten de allerfijnste was. Bij het uitstrooien met den kunstmeststrooier bleek, dat deze zeer fijne kalkmeststof in vlokjes op de oppervlakte van den grond terecht kwam. Bij het mengen met werktuigen werden deze door stooten tot balletjes samen gesleept, welke zelfs na meerdere jaren nog in groote hoeveelheid konden worden teruggevonden. De hiernaast ter vergelijking gebruikte Limburgsche mergel met een gunstig watergehalte en een veel geringere, maar voldoende fijnheid, vertoonde dit bezwaar niet, liet zich goed verdeelen en mengen en hiervan kon later geen spoor worden teruggevonden.

Bij de **schuimaarde** is dit fijnheidsvraagstuk in zooverre anders, dat hier de uiterst fijn verdeelde kalk innig gemengd is met organische resten uit het bietensap. De bron, die koolzuur moet ontwikkelen voor het oplossen van de kalk, is dus overal in de nauwste aanraking met deze kalk.

Indien dus het watergehalte van schuimaarde bij het gebruik zoodanig is, dat deze kalkmeststof zich behoorlijk laat fijn eggen, mag men verwachten, dat deze een nuttig effect zal hebben.

Eenigszins grootere stukken zullen in den grond geleidelijk ook wel uiteenvallen, doch dan heeft men toch het bezwaar, dat deze een plaatselijke ophooping van opgeloste kalk zullen veroorzaken, hetgeen minder wenschelijk is.

De eigenschappen van de **silicakalk** geven ook in dit opzicht hoop op een gunstige werking. Reeds de poreusheid van dit materiaal veroorzaakt, dat ook betrekkelijk grovere deeltjes een naar verhouding groot oppervlak hebben en dus gemakkelijker worden aangetast.

Deze eigenschappen maken het mogelijk de fijnheid van silicakalk te beperken, zelfs tot beneden de grens, die in den codex voor andere kalkmeststoffen moest worden gesteld. Dit was bovendien uit technisch oogpunt noodig, omdat het broze materiaal bij dit malen reeds vanzelf zeer fijne deeltjes levert.

Voor de andere kalkmeststoffen wordt geëischt, dat minstens 75 % der deeltjes een zeef met 0,17 mm. zeefwijdte moet kunnen passeeren. Silicakalk is grover gemalen en bestaat uit een fijnere fractie,

die innig is gemengd met een iets grovere fractie, zoodat feitelijk de fijnere door de grovere wordt gedragen.

Het product laat zich goed strooien en met den grond mengen en kan geen aanleiding geven tot het vormen van moeilijk oplosbare korsten. Dit bleek ook zeer duidelijk bij door ons genomen mengproeven op kleigrond, welke tamelijk kalkarm en daardoor kluitiger was. Ook na herhaalde behandeling met de vleugelegge waren vele kluiten van het met poederkalk behandelde deel nog grotendeels omgeven met een witte korst van koolzure kalk. De silicakalk daarentegen was zoo gelijkmatig verdeeld, dat daarvan niets kon worden teruggevonden.

Paragraaf 6.

DE AANWENDING VAN KALKMESTSTOFFEN IN DE PRAKTIJK.

a. Op bouwland.

Uit het voorgaande is vooral gebleken, dat het nuttig effect van alle kalkmeststoffen met inbegrip ook van silicakalk in overwegende mate wordt beheerscht door de goede menging met den bouwgrond.

De mogelijkheid om een goed resultaat te verkrijgen wordt in hoofdzaak beheerscht door drie factoren, en wel:

1. Door de fijnheid van de gebruikte kalkmeststof (zie par. 5).

Mogelijk is, dat **silicakalk** in dit opzicht een voorsprong heeft, omdat zij met behoud van hare oplosbaarheid iets grover wordt gemalen dan kalkmergel.

Hierop volgt de **Limburgsche kalkmergel**, mits gemalen tot een fijnheid van ongeveer 75 $\%$, of iets daarboven en met een watergehalte van ongeveer 6 $\%$. Ook dit product is prachtig strooibaar, heeft weinig hinder van stuiven en geen neiging tot vlokvorming.

Door allerlei omstandigheden voldoen helaas verschillende partijen niet geheel aan deze ideale eischen; sommige partijen zijn te grof gemalen, of zelfs in het geheel niet gemalen en meermalen wordt een te hoog vochtgehalte aangetroffen.

De in ons land gebruikte **Duitsche kalkmergels** hebben in het algemeen een gunstig vochtgehalte, maar hebben een andere structuur dan de Limburgsche, terwijl zij ook soms te fijn worden gemalen. Door beide omstandigheden vertoonen zij een zwakke neiging tot vlokvorming, terwijl zij in zeer drogen toestand nogal kunnen stuiven. Door de vlokvorming wordt het mengen bemoeilijkt en is het nuttig effect dus lager.

Wordt **poederkalk** bereid van niet al te zuivere kalksteen, dan blijft de uiterst fijne gebluschte kalk gemengd met de onzuiverheden, die gemalen worden. Hierdoor wordt de neiging tot vlokvorming iets getemperd. Poederkalk echter bereid uit zeer zuivere kalksteen, bestaat vrijwel geheel uit zeer fijne gebluschte kalk, kleeft daardoor te gemakkelijk en geeft niet meer het hooge nuttig effect, dat in verband met haar overigens zoo bijzonder goede kwaliteit zou mogen worden verwacht.

2. De tweede factor is de toestand, waarin de grond verkeert (zie blz. 13). Wij wezen er reeds op, dat deze op zwaardere gronden soms ongunstig kan zijn, juist omdat gronden met een behoorlijk gehalte

aan klei bij onvoldoende kalktoestanden dicht en kluitiger zijn, zoodat zij in natten toestand smeren en in drogen toestand steenhard kunnen worden. Ook humuszandgronden kunnen hinderlijk kluitiger zijn. De gronden, die in een moeien, kruimeligen toestand verkeeren, danken dit o.a. aan hun goeden kalktoestand en komen dus voor bekalking in het algemeen niet in aanmerking.

Hieruit volgt dus, dat men kalkarme gronden bij voorkeur moet behandelen, wanneer het watergehalte juist zoodanig is, dat zij niet smeren en ook niet hard zijn. Men dient dan met daarvoor geschikte werktuigen zooveel mogelijk de kluiten te verfijnen en tegelijk met kalk te mengen.

Bij lichte zandgronden zijn de bezwaren uit den aard der zaak het kleinst, omdat hiervan het humusgehalte niet zoodanig is, dat stijve dichte kluiten in groot aantal zullen optreden.

Er moge hier nog op worden gewezen, dat het zeer is te ontraden om te **kalken op bevroren grond**. Het eerste bezwaar is, dat niet onmiddellijk na het uitstrooien kan worden gemengd, zoodat behalve silicakalk alle kalksoorten onherroepelijk zullen overgaan in koolzure kalk. Op plaatsen waar de kalk wat dik is gestrooid, zullen de ophoopingen zelfs in een vrijwel onoplosbaren vorm overgaan.

Een tweede gevaar is, dat gedurende vorstperiodes na het bekalken nog sneeuw zal vallen. Bij het later ontdooien zal dit de kalk tot een pap doen samenvloeien, waardoor de oplosbaarheid nog verder wordt benadeeld. Bovendien zal het smeltwater een deel van de kalk naar de laagste punten doen wegspoelen, zoodat de verdeeling over de oppervlakte reeds onregelmatig wordt. Deze fout kan bij de menging niet meer worden hersteld.

In het algemeen zijn de wintermaanden voor bekalking weinig geschikt, omdat in dien tijd het watergehalte der gronden te hoog is.

De gunstigste tijd is in de zomermaanden na den graanoogst, wanneer de verdamping voldoende sterk is om het watergehalte op een tamelijk laag peil te houden.

Verder komen nog in aanmerking een droog voorjaar en een droge herfst.

3. Een derde factor van beteekenis vormen de werktuigen, waarmede grond en kalk zullen worden gemengd.

Het meest geschikt hiervoor is de **greep**, wanneer althans de freesmachine buiten beschouwing wordt gelaten.

Van de greep kan doelmatig gebruik worden gemaakt, wanneer men voor het rooien van aardappelen in een voldoende drogen herfst op het vrijwel afgestorven loof de kalk uitstrooit en deze daarna bij het rooien meteen met de greep door den grond werkt.

De **ploeg** is weinig geschikt, daar deze niet mengt. Men kan haar alleen gebruiken om de kalk zeer ondiep onder te ploegen om daarna met een ander werktuig de menging te voltooien, bijv. met den cultivator.

Eveneens kan de ploeg worden gebruikt om graanstoppels te schillen, waarna de kalk wordt gestrooid en met een cultivator wordt gemengd.

Het is zeer af te raden om kalkmeststoffen diep onder te ploegen, daar zij dan gemakkelijk in een omgeving geraken, die onvoldoende rijk is aan koolzuur om ze in dubbelkoolzure kalk over te voeren en dus oplosbaar te houden, of te maken.

Het meest doelmatig is steeds de kalk eerst te mengen met een dunne laag drogen grond, zooals een stoppellaag, die geschild ligt. Daarna kan deze gemengde grond verder worden gemengd met daaronder liggende lagen van de bouwvoor. Op deze wijze wordt eenigszins de moeijelijkheid ondervangen, dat men kleine hoeveelheden kalk met zeer groote hoeveelheden grond, bijv. in een verhouding van 1 op 500, zou moeten mengen, hetgeen practisch vrijwel onuitvoerbaar is. Mengt men eerst bijv. 5000 kg. kalk met een stoppellaag van 4 cm., wegende ongeveer 500.000 kg., dan is de verhouding tusschen kalk en grond reeds 5 maal gunstiger, dan wanneer men in één keer de kalk zou mengen met een bouwvoor van 20 cm.

In het laatste geval zou de verhouding 1 op 500 zijn geweest en thans 1 op 100.

Bij de volgende menging van de stoppellaag met de verdere bouwlaag wordt de verhouding dan reeds 1 op 5.

Ook de **eg en cultivator** zijn betrekkelijk zeer weinig geschikt voor menging, omdat zij meer strijken dan mengen. De cultivator doet dit nog iets minder dan de eg.

Het meest geschikte werktuig is de **vleugelegge**, welke in de eerste plaats de kluiten stuk snijdt en daarna door den vorm van de messen deze wringend dooreenslaat, waardoor ze niet alleen verder worden verbrokkelde, maar tevens uitstekend met kalk worden gemengd.

Een nog beter werktuig is de z.g.n. **Spateneg**, welke reeds langeren tijd in den boschbouw bekend is. Deze bezit twee voor elkaar gemonteerde assen met messen, die los op de as zijn gemonteerd en daardoor op verschillende afstanden kunnen worden geplaatst. Ook dit werktuig snijdt, wringt en slaat op de wijze als een vleugelegge.

Prof. Ir. J. Hudig te Wageningen heeft aan het in den boschbouw gebruikte werktuig nog eenige wijzigingen en verbeteringen aangebracht, die het geschikt hebben gemaakt voor het mengen van kalk en grond, vooral ook op zware stijve kleigronden. Deze gewijzigde constructie is echter nog niet in den handel gebracht.

Een uitnemend middel om de werkzaamheid der toegediende kalkmeststoffen te verhoogen is steeds het gelijktijdig toedienen van liefst **korte stalmest**. Men verkrijgt reeds een gunstig effect, wanneer men deze eenvoudig uitstrooit en ook op bouwland aan de oppervlakte laat verteren. Veel beter wordt natuurlijk het resultaat, wanneer men ook deze koolzuurbron tegelijk mengt met kalk en grond. Dit geschiedt het best door na het uitstrooien van de kalk direct een dunne laag stalmest te geven en deze samen door den grond te vleugelen. Beschikt men hiervoor niet over de geschikte werktuigen, dan kan men stalmest en kalk ook ondiep onderploegen en daarna verder mengen met cultivator. De stalmest moet dan echter reeds behoorlijk verteerd (kort) zijn.

De **hoeveelheid kalk**, die moet worden toegediend, kan slechts door grondonderzoek worden bepaald. Deze is eenerzijds afhankelijk van de hoeveelheid kalkbindende stoffen (klei en humus), die de bouwvoor bevat en anderzijds van het kalk te kort, dat deze bestanddeelen per 1000 kg. vertoonen (kalktoestand).

Kan de kalkgift worden beperkt tot enkele duizenden kg. per ha. dan zal men deze gewoonlijk in één gift toedienen en daarna mengen. Bedraagt de hoeveelheid echter vele duizenden kg., dan verdient het aanbeveling deze in **meerdere giften met tusschentijdsche menging** te verdeelen, daar anders een goede menging vrijwel onmogelijk wordt.

De grootste gift waartoe men onder deze omstandigheden zou mogen gaan, zouden wij willen stellen op 4000 tot 6000 kg. per ha. De soort der gebruikte kalkmeststof speelt hierbij feitelijk geen rol. Het gaat hier in de eerste plaats om de hoeveelheid.

Is een dergelijke hoeveelheid gemengd, bijv. met een stoppellaag, dan kan een tweede even groote gift volgen, nadat de eerste ondiep onder is geploegd, zoodat weer nieuwe grond is boven gebracht.

Zoo kan men voortgaan, totdat de geheele hoeveelheid is toegediend. In verband met bedrijfsomstandigheden kan men het natuurlijk ook over twee seizoenen, of over twee, of meer jaren verdeelen.

b. Op grasland.

In par. 4 werd reeds besproken hoe moeilijk de kalkmeststoffen in een gesloten zode doordringen, terwijl er de aandacht op werd gevestigd, dat ook hier bedekking met stalmest, bij voorkeur direct na het uitstrooien van de kalk en liefst in de tweede helft van September gunstig kan werken.

Het verdient bovendien aanbeveling de kalk direct na het uitstrooien met een weidesleep, of kettingegge zooveel mogelijk in de zode te doen vallen. Daarna kan de bedekking met stalmest volgen.

Paragraaf 7.

DE RENTABILITEIT VAN BEKALKINGEN.

Door uitspoeling en onttrekking door den oogst gaan jaarlijks eenige honderden kg. vrije kalk per ha. verloren. De bepalingen hiervan loopen uiteen van ongeveer 400 kg. CaO tot 1200 kg. CaO per ha., al naar minder, of meer neerslag is gevallen en kleinere, of grootere oogsten zijn verkregen. Deze hoeveelheden zijn dus vrij belangrijk, doch in verhouding tot de totale hoeveelheden kalk, die door gronden met een behoorlijk gehalte aan klei en humus worden gebonden, is dit verlies betrekkelijk klein, zoodat de kalktoestand van den grond, dit is dus de hoeveelheid kalk gebonden per 1000 kg. klei en humus, hierdoor in één jaar op de meeste gronden nauwelijks wordt beïnvloed.

Het is dan ook niet noodig een dergelijk verlies jaarlijks aan te vullen. Het is voldoende, indien dit periodiek gebeurt. Men kan dan tevens grootere hoeveelheden tegelijk geven.

Tot dusverre is echter ook deze periodieke aanvulling op de meeste gronden geheel achterwege gebleven, omdat men nog niet voldoende inzicht had in het kalkvraagstuk der cultuurgronden. Daarom is het herhaaldelijk noodig in de praktijk groote fouten in den kalktoestand grondig te herstellen, hetgeen belangrijke finantieele offers kan vergen, vooral op zware gronden.

Dergelijke bekalkingen moeten dus geheel beschouwd worden als grondverbeteringen, waarop kan worden afgeschreven en waarvan rente moet worden berekend.

Hierdoor zijn het feitelijk tevens uitgaven, die door den grondeigenaar moeten worden gedaan, terwijl de pachter rente en aflossing heeft te betalen.

Voor al in tijden van laagconjunctuur, welke de landbouw naar alle waarschijnlijkheid voorloopig heeft te verwachten, zal men zich afvragen, of dergelijke uitgaven thans te verantwoorden zijn. Het antwoord hierop is niet eenvoudig, terwijl alle berekeningen, die men

hierover zou kunnen maken eveneens falen, omdat de meeste posten zouden moeten worden geschat. Wij willen daarom volstaan met de volgende opmerkingen,

Zoolang men in slechte tijden de exploitatie van een bedrijf nog voortzet, blijven vele algemeene onkosten daarop drukken. Wie althans deze zooveel mogelijk nog wil terug winnen, zal moeten blijven trachten behoorlijke oogsten te verkrijgen. Dit gelukt in het algemeen niet wanneer men slechts met het blauwe potlood bezuinigt en bijv., zooals sommigen trachten te doen, klakkeloos de geheele kali- of fosforzuurbemesting, of beide weglaat en alleen verder bemest met stikstof en dan nog liefst de goedkoopste, tevens ongunstigste vorm, die voor kalkarme gronden het minst geschikt is.

Dergelijke bezuiniging leidt niet tot het gewenschte resultaat, omdat zij ondoelmatig wordt uitgevoerd. Wie in deze tijden wil staande blijven zal al zijn aandacht er op moeten concentreeren om doelmatig te werken en daardoor tevens doelmatig te besparen. Dit is de eenige weg om met het laagste bedrag aan onkosten nog behoorlijke opbrengsten te winnen.

Ten aanzien van de hoeveelheden der te gebruiken meststoffen kan hiervoor steeds meer worden gesteund op de gegevens van grondonderzoek, welke dan ook juist meer dan ooit in dezen tijd onmisbaar zijn.

Nog belangrijker dan de hoeveelheid is echter op vele gronden de keuze van den juisten vorm der te gebruiken meststoffen.

Deze nu wordt in de eerste plaats bepaald door den kalktoestand, zoodat ook kennis hiervan in deze tijden meer dan ooit onmisbaar is.

Tenslotte staat echter vast, dat gronden in slechten kalktoestand de daaraan toevertrouwde meststoffen slechts gebrekkig kunnen verwerken. Dit geldt ook reeds voor meststoffen, die onder de betreffende omstandigheden naar den vorm juist gekozen zijn, maar natuurlijk nog veel meer voor de gevallen, waarin een onjuiste keuze gedaan is.

Een slechte kalktoestand, die dan gewoonlijk laag is, heeft echter nog tal van andere nadeelige gevolgen. In de eerste plaats is de geheele bouw van dergelijke gronden veel te dicht, zoodat de verhouding tusschen lucht en water in den grond voor de gewassen ongunstig wordt. Dit heeft tevens invloed op de temperatuurregeling. Kalkarme gronden zijn koud, omdat zij doorgaans te nat zijn. Zelfs door dreineeren en greppelen kan deze fout niet hersteld worden, omdat dergelijke dichte gronden het water niet voldoende los laten.

Het is duidelijk, dat in dergelijke onbekwame gronden alle omzettingen ten behoeve van een krachtige ontwikkeling van de gewassen onvoldoende, of verkeerd verlopen.

Ook de bewerking wordt kostbaarder, niet alleen, omdat de trekkracht zooveel grooter is, maar, omdat men gewoonlijk tevens veel meer zal moeten bewerken om nog eenig bruikbaar resultaat te verkrijgen en ook dan nog zal dit te wenschen overlaten.

In het kort komt alles hierop neer, dat men met opoffering van dikwijls extra kosten steeds onvoldoende resultaten zal blijven bereiken. De eenige verbetering, die hiervoor doeltreffend is, is een afdoende herstel van den kalktoestand. Zoodra deze in orde is, herstellen zich tevens de fouten, die daaruit voortvloeien.

Hierdoor wordt het nu mogelijk om het gewenschte effect te bereiken met de verschillende behandelingen, die men den grond verder

laat ondergaan. Dit betreft dus in het algemeen zoowel de ontwatering als de bewerking en de bemesting.

Een goede kalktoestand moet worden beschouwd als het hechte fundament voor een doelmatig beheer van elk landbouwbedrijf. Voor het herstel van dit fundament moeten daarom naar onze meening zelfs in tijden van laagconjunctuur offers gebracht worden, zij het dan ook niet op dezelfde onbekrompen wijze, als dit kan geschieden in tijden van hoogconjunctuur.

Het is volkomen verantwoord om de kosten, verbonden aan bekal-kingen, over 15 tot 30 jaren af te schrijven. In dit geval worden de jaarlijksche kosten voor rente en afschrijving niet zoo buitengewoon hoog, zoodat de dekking daarvan zelfs in slechte tijden gemakkelijker te verdedigen is, dan velen bij voorbaat zouden aannemen.

Paragraaf 8.

SAMENVATTING.

In het voorgaande is uiteengezet, dat het verbeteren van den kalk-toestand van onze gronden technisch een uiterst moeilijk vraagstuk is. Dit kan met de meeste **kalkmeststoffen**, welke bereid zijn uit **koolzure kalk** (kalksteen) niet bevredigend worden opgelost, omdat deze meststoffen ten aanzien van hun oplosbaarheid in den grond gevoelig zijn.

Dit heeft ten gevolge, dat aan de menging zeer hoge eischen moeten worden gesteld en ook dan kan deze alleen nog gelukken, indien de kalkmeststof en de grond daarvoor de noodige eigenschappen bezitten.

Het gevaar bij de aanwending schuilt in het ontstaan van kalk-ophooping, hetzij door de kleefkracht der gebruikte kalkmeststoffen, die vlokken vormen, hetzij door een te hoog vochtgehalte van de kalkmeststof, of van den grond, of van beide.

Het gevolg is, dat in de praktijk bijna steeds een deel van de aan-gewende kalkmeststoffen onwerkzaam wordt.

Bij onze talrijke, jarenlang doorgezette proefvelden, werd in sommige gevallen, zelfs niettegenstaande allerlei voorzorgen, wel eens als onderste grens een nuttig effect van 30% verkregen. In de praktijk is dit meermalen nog veel geringer, tenzij alle gunstige omstandig-heden toevallig samenwerken. In de praktijk blijft het resultaat ook meermalen beneden de verwachting, omdat **kalkarme ondergrond** bij het ploegen in de bouwvoor is gemengd.

Het nuttig effect kan zoo uiteen loopen, dat men daaromtrent moei-lijk een juiste berekening kan opzetten. Het kan wel schommelen tusschen 10% en 70 à 80%.

Daar hieromtrent in de praktijk geen voorspelling kan worden ge-daan, moet men zich steeds tevreden stellen met contrôle achteraf, hetgeen geschiedt door heronderzoek een jaar na de bekalking.

In de overgrootste meerderheid der gevallen blijkt dan echter, dat de berekende hoeveelheid kalk, die reeds in verband met de fijnheid en het gehalte op een grootere dan de theoretische hoeveelheid is gesteld, nog onvoldoende is geweest, zoodat een jaar later nog een toeslag moet worden gegeven en het zelfs zeer goed mogelijk is, dat ook deze nog niet toereikend zal zijn.

Het belang van de verbetering van den kalktoestand voor bouwgronden is echter zoo buitengewoon groot, dat ieder landbouwer, die dit heeft begrepen, zich de aan deze werkwijze verbonden moeite en kosten gaarne getroost.

Ieder is echter tevens overtuigd, dat deze werkmethode nog geenszins volmaakt kan worden genoemd.

Naar wij moeten aannemen, brengt de silicakalk hierin thans een groote verbetering.

Het geheele vraagstuk van de bekalking komt door deze meststof waarschijnlijk in een nieuw licht te staan.

Bij de prijsvergelijking zal men met de hier besproken eigenschappen van silicakalk rekening dienen te houden.

Zutphen, Maart 1933.