

Kalitoestand en kalibemesting

door

Dr. F. VAN DER PAAUW.

In deze als laatste van de reeks bedoelde voordracht wordt een overzicht gegeven van het kalibemestingsvraagstuk.

De noodzakelijkheid van een kalibemesting wordt bepaald door de eigenschappen van den grond en de behoefte van het te verbouwen gewas aan kali. Deze eigenschappen van den grond betreffende de voorziening van het gewas met kali worden met den term kalitoestand aangeduid. Hieronder wordt verstaan de mate van beschikbaarheid van kali voor het gewas, niet echter de totale kalivoorraad. De kalitoestand wordt bepaald door den kalirijkdom en het vastleggende vermogen van den grond, onder welk laatste in het volgende zoowel een zeer losse adsorptieve binding, waarbij kali gemakkelijk voor de plant beschikbaar blijft, als een volledig onwerkzaam worden, wordt verstaan.

Afhankelijk van den van nature aanwezigen, of door bemesting teweeggebrachten kalirijkdom en de zeer uiteenlopende mate van vastlegging, zal de kalitoestand zeer verschillend kunnen zijn. Grondsoorten zooals jonge en oude klei, zandgrond, enz., toonen in dit opzicht belangrijke verschillen, terwijl de ongelijke behandelingswijze binnen elk gebied een groote variatie heeft teweeggebracht. Hierdoor worden aan de bemesting zeer verschillende eischen gesteld en een eenvoudig, voor alle gevallen geldig, bemestingsrecept kan voor kali in geen enkel opzicht gegeven worden.

Van de in ons land voorkomende grondsoorten vormen de jonge zeer kalirijke zeekleiafzettingen het eene, de pas ontgonnen heidegronden, die uit zichzelf zeer weinig kali bevatten, en sommige oude rivierkleigronden, die weliswaar nog vrij veel kali, maar deze in een zeer weinig toegankelijken vorm bevatten, het andere uiterste. Ook de groote kalivoorraad van den jongen kleigrond is slechts zeer gedeeltelijk voor het gewas opneembaar. Naarmate de grond aan kali verarmt, komt deze voorraad geleidelijk ter beschikking.

Maschhaupt berekende, dat de door een vrij sterke extractie met 5 % HCl in oplossing gebrachte hoeveelheid kali, een wijze van onttrekking die uiteraard veel krachtiger is dan die door de plantenwortels, bij een kalirijke jonge klei en berekend op een dikte van de kleilaag van 1 meter, voor ongeveer 210 oogsten voldoende kali bevat. Aangezien eeuwenoude kleigronden nog steeds voortgaan belangrijke hoeveelheden kali aan het gewas ter beschikking te stellen, blijkt wel, dat aanvankelijk niet toegankelijke kali door verweering van de kleimineralen beschikbaar is geworden.

Bij andere minder kalirijke gronden, zelfs bij den heidegrond, wordt hetzelfde gevonden, al bevat deze laatste een zeer veel geringeren voorraad. Ondanks het feit, waarop door Prof. *de Vries* nog niet lang geleden in een voordracht gewezen is, dat eeuwenlang voedingsstoffen door afsteken van plagen of door het weiden van schapen aan onze heiden onttrokken zijn, is ook deze grondsoort voortgegaan steeds nieuwe hoeveelheden kali aan het plantendek ter beschikking te stellen, al mag de door regen aangevoerde kali niet buiten beschouwing worden gelaten.

Om het verschijnsel van het vrijkomen van kali te bestudeeren zijn een aantal grondsoorten aan een zeer intensieve bebouwing in potten onderworpen (*van der Pauw*). In overeenstemming met de resultaten van soortgelijke buitenlandse onderzoekingen bleek de niet direct beschikbare, niet-uitwisselbare kali, voor het gewas van beteekenis. Het kon aangetoond worden, dat de voorraad aan uitwisselbare kali uit dezen bron wordt aangevuld, als de sterk uitgeputte gronden eenigen tijd aan zichzelf worden overgelaten. Op het veld ziet men dit verschijnsel bij kali-arme gronden in de wintermaanden.

Deze overgang in opneembaren vorm gebeurt bij zeeklei- en zandgronden gemakkelijk, bij rivierklei daarentegen moeilijk, hoewel laatstgenoemde belangrijk meer kali bevat dan de zandgronden.

Op de zeeklei kunnen jaar in jaar uit cultuurgewassen op den voorraad teren, wat niet het geval is bij de zandgronden, waar gewoonlijk binnen enkele jaren ernstige tekorten optreden. De hoeveelheid direct beschikbare

kali verandert bij de kleigronden practisch niet (*Maschhaupt*), afgezien van zekere schommelingen; er kan dus van een kalitoestand gesproken worden, die over lange perioden constant is, evenals dat het geval is met den kalk- en den fosfaattoestand van den grond. Bij lichte gronden is deze voorraad niet groot en is de kalitoestand veel variabel, zoowel door uitspoeling, welke door de losse binding veel grooter is, als door de onttrekking van het gewas, kan de toestand snel achteruitgaan. Omgekeerd zal deze door een bemesting snel stijgen, wat op zwaarderden grond veel minder gemakkelijk gaat.

Een bemesting met kali is noodig, als de uit den voorraad ter beschikking komende kali niet meer voldoende is om het gewas volledig te voeden. Dit komt tot uiting door het achterblijven van de opbrengsten bij die van vergelijkbare perceelen, die wel met kali worden bemest en vooral door uiterlijke teekenen van kaligebrek bij de gewassen. Op lichte gronden, waar het gebrek gemakkelijk kan optreden, kunnen op deze wijze zonder moeite aanwijzingen verkregen worden, dat de gevolgde bemestingswijze niet in orde is. Op gronden met grooteren kalivoorraad treden vaak tijdelijke verschijnselen op, welke op kaligebrek wijzen; het gewas groeit hier later weer doorheen. *Visser* heeft hierover talrijke gegevens verzameld. Schade in de opbrengst behoeft hiervan nog niet altijd het gevolg te zijn en de zekerheid, dat een rendabele kalibemesting op een dergelijke grondsoort gegeven zal kunnen worden, is niet aanwezig. Een aanwijzing is slechts verkregen, dat er onder bepaalde omstandigheden tijdelijk een tekort is voorgekomen, zoodat oplettendheid geboden is.

Van groot belang zijn daarom methoden, die ons in staat kunnen stellen den kalitoestand op exacte wijze te bepalen, en die algemeen toepasbaar zijn, zooals de methoden van chemisch grond- en gewasonderzoek. Op de voor de praktijk belangrijkste methoden van het grondonderzoek wordt hieronder nader teruggekomen.

Terwijl de noodzakelijkheid van een bemesting in de eerste plaats door de hoeveelheid direct beschikbare kali bepaald wordt, is de uitwerking van de bemesting van verschillende factoren afhankelijk. De meer of mindere mate van vastlegging van de toegediende kali bepaalt, of deze aan het gewas ter beschikking kan komen. De oorzaak van het uitblijven van een werking kan zoowel liggen in een volledig onwerkzaam worden, als in een binding in de bovenste laag, waardoor het wortelstelsel onvoldoende bereikt wordt. Het kan echter ook zijn, dat de vastlegging zoo gering is, dat met de mogelijkheid van belangrijke verliezen door uitspoeling rekening moet worden gehouden.

Een sterke vastlegging als oorzaak van een geringe werking wordt in ons land op de rivierkleigronden gevonden (*Vageler* en *Allen*). Als een onvoldoende indringing hiervoor verantwoordelijk is, kan daaraan door een tijdige toediening en goede vermenging met den grond worden tegemoet gekomen. In gevallen van zeer sterke vastlegging, welke volgens *Hauser* vooral op de Maaskleigronden gevonden worden, brengt deze handelwijze het gevaar van onwerkzaam worden mede. Over de behandeling van deze gronden, waar de verbouw van kalibehoefteige gewassen zelfs onmogelijk zou zijn, wordt het een en ander in de voordracht van *Ir Domingo* meegedeeld.

Op zeekleigronden is de vastlegging van kali minder sterk (*Hauser*). *Ir van der Meer* vergeleek op de Zuid-Hollandsche Eilanden een vroege toediening van kali in het najaar met een late toediening in het voorjaar. Hoewel de verschillen niet groot waren, bleek een vroege bemesting in het algemeen de gunstigste resultaten te geven, waaruit blijkt dat de kali ondanks het vrij langdurige contact met den grond behoorlijk werkzaam is gebleven. Ook op veengrasland verkreeg *Weyer* betere resultaten bij een toediening van kali in den herfst.

Een gering vastleggend vermogen kan oorzaak zijn, dat het bewegelijke kaliumion niet vastgehouden wordt, wat verliezen door uitspoeling tot gevolg kan hebben.

Dit is een zeer belangrijk vraagstuk bij de lichte geest- en duinzandgronden van de bloembollencultuur. *Ir Volkerts* heeft hierover, in overleg met het Rijkslandbouwraproefstation en Bodemkundig Instituut, proeven genomen. Een in het najaar gegeven kalibemesting bleek zich in verloop van korten tijd tot diep in den grond te verplaatsen. Een op 2 November 1939 toegediende, zware kalibemesting was 6 weken later reeds niet meer in de

bovenlaag 0—8 cm aantoonbaar; de grootste ophooping werd aangetroffen in de laag 16—24 cm, maar ook tot de laag 24—32 cm was reeds vrij veel kali doorgedrongen. Aan het einde van den winter was alle gegeven kali uit de bovenste 16 cm dikke laag verdwenen; de grootste ophooping werd gevonden in de laag 32—40, de diepste laag die bemonsterd werd. Waarschijnlijk was echter reeds een belangrijk deel op grotere diepte geraakt. Er kunnen dan verliezen door uitspoeling ontstaan, waar echter tegenover staat, dat laat gegeven kali in een droog voorjaar mogelijk niet meer de wortels zal bereiken.

Ir *Witteveen* heeft herhaaldelijk op het gevaar van uitspoeling bij lichte zandgronden gewezen. Hij beschreef verschillende gevallen, waarin de najaarsbemesting niet voldoende tot werking kwam, blijkbaar doordat deze gedeeltelijk door uitspoeling was verloren gegaan. Aangezien de kalimestof op zandgrond vroegtijdig wordt gegeven met het doel het schadelijke chloor kwijt te raken, bepleit *Witteveen* een voorjaarsbemesting met hoogprocentig, minder chloor bevattend kalizout.

Het voorkomen van deze gevallen mag echter niet leiden tot een te sterk generaliseeren van dit gezichtspunt voor alle zandgronden. Uit de bouwvoor verdwenen kali behoeft namelijk geenszins volledig voor het gewas verloren te zijn. Bij een proefveld van het Rijkslandbouwproefstation op nieuwen dalgrond, dat onder leiding van Dr *Hetterschij* staat, bleek b.v. de in October gegeven kali in een regenrijken winter na 2 maanden grootdeels, en na den winter geheel uit de bouwvoor verdwenen te zijn. Desondanks reageerden de aardappelen sterk op de gegeven kali, welke zich blijkens een ingesteld onderzoek in de bovenste 10 cm van het zich onder de bouwvoor bevindende veen had opgehoopt.

Bij een op hetzelfde perceel gelegen proefveld van Ir *Kluiving* bleek het resultaat van najaars- en voorjaarsaanwending van kali bij aardappelen als gemiddelde van 6 proefjaren gelijk. Als resultaat van een in Duitschland op lichten grond genomen proef wordt vermeld, dat een kalibemesting in het najaar niet nadeelig is vergeleken met een late toepassing.

Dat het gewas onder bepaalde omstandigheden zeer goed van kali in den ondergrond weet te profiteeren, bleek op een proefveld, waarop de ondergrond van een zeker object door jarenlange zware bemesting in voorgaande jaren kalirijker was dan bij een ander object, waar een geringere bemesting was toegepast. Door beëindiging van de zware jaarlijksche bemesting was de bouwvoor in het eerste geval reeds spoedig aan kali verarmd, en bevatte daarvan minder dan op het voortdurend bemeste object. Niettemin reageerde het gewas, alsof de kali-armere bouwvoor met den kalirijkeren ondergrond het best met kali was voorzien.

Bij kleigronden heeft *Maschhaupt* aangetoond, dat de kalirijkdom in diepere lagen geringer wordt, waaruit blijkt dat deze als kalibron heeft dienst gedaan. De uit deze lagen opgenomen kali wordt gedeeltelijk weer aan den bovengrond afgegeven, die daardoor relatief rijker wordt. Op grotere diepte, waar de grond weinig of niet doorworteld is, neemt het kaligehalte weer toe.

De beteekenis van de uitspoeling is ongetwijfeld van geval tot geval verschillend. De grootte van den neerslag, de mate van kali-adsorptie, de hoogteligging ten opzichte van het grondwater, het voorkomen van verdichte lagen in den ondergrond, welke de waterbeweging belemmeren (*Meyer en Schneider*), de doorwortelbaarheid en het vermogen van den ondergrond om kali te binden, zijn alle factoren, die invloed uitoefenen. Hieruit volgt dat voor dit onderdeel van het kalivraagstuk geen algemeene regel te geven is, en dat men plaatselijk moet bepalen, wat de gewenschte handelwijze bij de bemesting is.

Een goede horizontale verdeling van de meststof mag evenmin verwaarloosd worden. Een gelijkmatig uitstrooien van de meststof is vooral van belang bij gewassen, die een voornamelijk verticaal gericht wortelstelsel hebben, zooals de granen. Bij onregelmatige verdeling kunnen de afzonderlijke planten zich niet op de juiste wijze van kali voorzien. Bij vlakwortelende gewassen, zooals de aardappel, is dit van minder belang (*van der Paauw*).

Evenals de werking van in den bodem aanwezige kali van een aantal factoren afhankelijk is, zooals blijken zal bij de bespreking van het grondonderzoek, is dit het geval bij de als bemesting gegeven kali. *Visser* vond b.v., dat de werking van kali bij sterk kalkhoudende gronden geringer is,

wat mogelijk een gevolg zou zijn van een bemoeilijkte kali-opname bij kalk-overmaat (kalk-kali wet van *Ehrenberg*).

Ook de overige bemesting, die gegeven wordt, kan van belang zijn. Volgens nog niet gepubliceerde proeven van *Mulder* wordt de behoefte aan kali grooter, naarmate er meer stikstof gegeven wordt. Bij een verdere intensifiëring van de cultuur voor verzwaring van de stikstofbemesting zal dus ook rekening moeten worden gehouden met de uitwerking, die dit op de kalihuishouding heeft. De vorm van de N-bemesting is volgens de genoemde proeven van *Mulder* en van anderen evenmin onverschillig. Nitraatbemesting bevordert, ammoniumbemesting hindert de opname en verdere verwerking van de kali. Bij eenige langjarige proefnemingen (*van der Paauw*) viel van dit effect weinig te constateeren, en ook *Mulder* acht dezen factor voor de praktijk onder normale omstandigheden niet van groot belang.

De verhouding, waarin de voornaamste voedingsstoffen ten opzichte van elkaar gegeven worden, wordt vooral door Duitsche onderzoekers van beteekenis geacht, o.a. kort geleden nog door *Scheffer*. Het tekort aan den in verhouding te weinig aanwezigen factor zou zich vooral tegen het einde van den groei doen gelden. Het vroeg gevormde wortelstelsel van graanplanten zou daardoor minder lijden dan de bovenaardsche vegetatieve deelen, en deze weer minder dan het laat gevormde zaad. De opvatting wordt echter niet algemeen bevestigd. Bij rogge bleek inderdaad de korrelopbrengst bij kaligebrek een grootere depressie te ondergaan dan de opbrengst aan stroo, bij tarwe is het echter omgekeerd (*van der Paauw, Guérillot*). Het groote belang van dezen factor voor de praktijk moet daarom betwijfeld worden, al zijn onderlinge betrekkingen, zooals de hierboven genoemde stikstofinvoer, niet te ontkennen.

Er zijn ook factoren, waarop de mensch geen invloed kan uitoefenen, zooals het weer. Bekend is de vermelding van *Russell*, dat kaligebrek vooral ernstige gevolgen heeft in zonlooze jaren. Bij bewerking van een zeer langjarig proefveld bleek de door K-gebrek ontstane oogstdepressie in jaren met slechte opbrengsten belangrijk grooter te zijn dan in gunstige jaren (*van der Paauw*).

Kalimestoffen bevatten naast kali nevenbestanddeelen, die zoowel op zichzelf, als in hun inwerking op de kalihuishouding, van beteekenis zijn. Bij kalizouten zijn dit vooral de elementen Na en Cl, bij patentkali Mg en S.

De som van alle opgenomen kationen in aequivalenten uitgedrukt, is o.a. volgens onderzoekingen van *Maschhaupt* en van *van Itallie* onder niet al te extreme omstandigheden bij de meeste gewassen vrij constant; een toevoer van andere kationen, zooals Na en Mg, dringt dus de opname van K terug. Van meer belang is het, als een bepaalde stof, b.v. Mg, slechts in beperkte mate in den grond ter beschikking staat. Een groote toevoer van K kan dan Mg-gebrek in de hand werken, en dit wordt versterkt door de aanwezigheid van veel Na in de kalimestof (*van Itallie*).

De biet vormt echter op dezen regel een uitzondering; dit gewas beschikt over een bijna onbeperkt vermogen om eenwaardige kationen op te nemen. De toevoeging van Na werkt bij de voederbiet gunstig, omdat het in staat is de functies van K over te nemen (*van Itallie*) en zelfs een gelijken invloed op de ophrengst heeft (*de Willigen*). Het gebruik van laag procentig kalizout is dus bij dit gewas aanbevelenswaardig. Ook bij andere gewassen, zooals gerst en vooral kanariezaad (*Maschhaupt*), zijn volgens meest nog niet gepubliceerde proeven van het Rijkslandbouwproefstation geringe voordeelen van een Na-bemesting gevonden.

In tegenstelling tot het in sommige opzichten nuttige Na, wordt het Cl algemeen als een minder gewenscht bestanddeel beschouwd, hoewel verschillende gewassen, zooals b.v. de granen, er weinig nadeel van ondervinden. Bij andere gewassen werkt het zeer nadeelig. Bij aardappelen geeft het b.v. aanleiding tot bladschade en heeft het een lager zetmeelgehalte tot gevolg.

Het bestanddeel Mg van de patentkali kan de op zure zandgronden dreigende Hooghalensche ziekte voorkomen (*van Itallie*). Ook de S is mischien niet geheel te verwaarloozen. *Maschhaupt* heeft er op grond van lysimeterproeven op gewezen, dat de verliezen aan S door uitspoeling en onttrekking aanzienlijk kunnen zijn en dat deze den aanvoer in het regenwater overtreffen, zoodat de mogelijkheid van zwavelgebrek onder het oog moet worden gezien. Op zandgronden is patentkali de eenige belangrijke bron van zwavel. Deze duurder meststof is tevens van nut, als Cl-

houdende meststoffen vermeden moeten worden (aardappelen, bessen, enz.).

Er werd reeds opgemerkt, dat de toepassing van algemeene methoden als het chemische grond- en gewasonderzoek in staat stelt de kalibehoeftte van een grond te bepalen. De eerstgenoemde methode is voor practisch gebruik van het meeste belang gebleken. Op grondsoorten, waar de kalitoestand weinig veranderlijk is, zal de uitslag van een onderzoek aanspraak mogen maken op een voor langen tijd geldige beoordeeling. Bij lichte gronden, waar de kalitoestand sterker variabel is, is dit minder het geval; het voordeel van een onderzoek zal voornamelijk gelegen zijn in het verkregen inzicht, of de tot dusverre gevolgde bemestingswijze wel of niet tot een gewenschten kalitoestand heeft geleid, waaruit gevolgtrekkingen voor de hierna te geven bemestingen kunnen worden gemaakt.

Ter bepaling van den kalitoestand van kleigronden wordt voor praktijk-onderzoek de in 0.1 n HCl oplosbare kali bij een verhouding van 1 deel grond op 10 deelen oplosmiddel bepaald. Het aldus bepaalde kaligehalte in duizendste procenten is het zoogenaamde K-HCl cijfer. Wat we over de beteekenis hiervan weten, danken we, behalve aan onderzoekingen van Ir *van der Meer* op de Zuid-Hollandsche eilanden, voornamelijk aan een groot onderzoek van Ir *Visser* op de Noord-Groningsche klei- en zavelgronden. Voor nadere bijzonderheden kan naar de betreffende publicatie en naar de voordracht van Ir *Visser* verwezen worden. Hier wordt slechts het resultaat vermeld, dat het verband tusschen dit cijfer en de reactie van een aantal gewassen bevredigend te noemen is, mits eenige andere factoren in rekening worden gebracht. De voornaamste factor is de kalktoestand. In mindere mate dient met het gehalte aan afslibbare deelen rekening te worden gehouden en met eenige factoren van minder belang. Het K-HCl cijfer, dat zonder meer vrij waardeloos is, wordt zeer bruikbaar om als basis van een bemestingsadvies te dienen, als de invloed van deze factoren bekend is.

Ongeveer overeenkomstige uitkomsten werden verkregen op veengrasland (*van der Paauw*), waar de waarde van het K-HCl cijfer in belangrijke mate door den kalktoestand, d.w.z. door de pH van den grond, en verder vooral door het humusgehalte bepaald wordt.

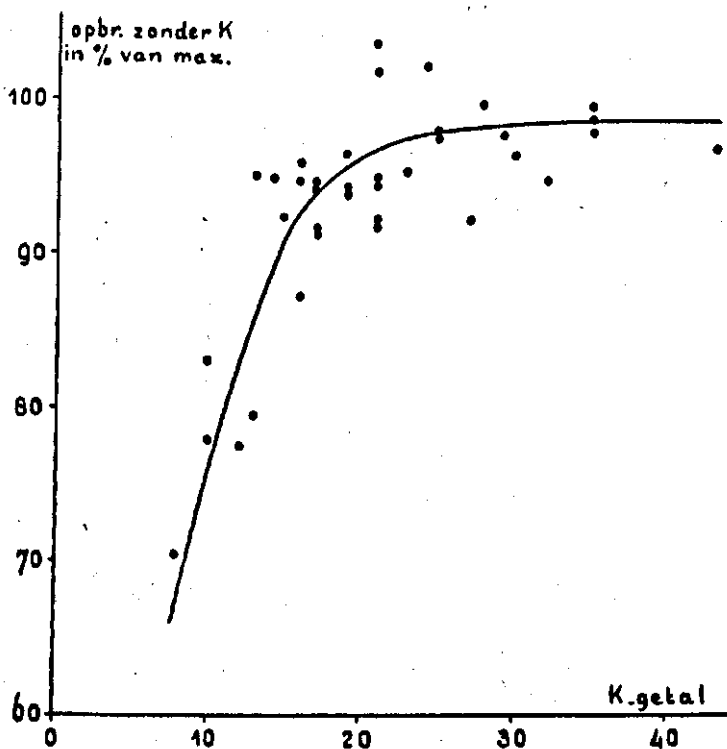
Op zandgronden werd al veel eerder het zoogenaamde kaligetal bepaald. Bij deze methode wordt niet een bepaalde hoeveelheid grond, maar zooveel grond als een bepaalde hoeveelheid humus bevat, met zoutzuur geëxtraheerd. De opgeloste hoeveelheid kali wordt op het humusgehalte herleid en geeft na vermenigvuldiging met een bepaalden factor het K-getal. De methode is ingevoerd in de overweging, dat de humus bij deze grondsoort het voornaamste kalibindende bestanddeel is en de verhouding van kali tot dit bestanddeel voor de beschikbaarheid van meer belang is dan de verhouding tot grond. Daargelaten of deze overweging juist is, is het een feit, dat het reeds bij de analyse in rekening brengen van het humusgehalte tot gevolg heeft, dat de waarde van het K-getal vrij onafhankelijk van dit gehalte is. Aan eenzelfde K-getal kan op gronden met een verschillend humusgehalte tot op zekere hoogte een gelijke waarde worden toegerekend. Wel van belang is echter de pH. Bij zandgrasland bleek b.v. de behoefte van het gras aan kali bij de middelmatige pH-waarde 5.6 het geringst; deze neemt toe naar hogere en lagere pH (*van der Paauw*).

Ook op bouwland werd een duidelijke invloed van de pH gevonden. Als de invloed van dezen factor in rekening wordt gebracht, dan is het verband tusschen de op 37 proefvelden met aardappelen zonder kalibemesting verkregen opbrengsten, welke uitgedrukt worden in procenten van de bij K-bemesting op elk proefveld maximaal te verkrijgen opbrengst, met het K-getal vrij nauw (fig. 1).

Bij deze gemiddelde pH van 5.45 wordt bij weglaten van de K-bemesting gemiddeld boven een K-getal 20 geen nadeel ondervonden. Dit cijfer 20 is reeds sedert de invoering van de methode als grenscijfer aangenomen. De juistheid hiervan wordt door dit nieuwere onderzoek bevestigd. Wij weten nu echter bovendien, dat deze K-getal-opbrengstkromme zich bij verlaging van de pH naar links verplaatst. Bij een pH 5 zal het grenscijfer ongeveer 15, bij een pH 6 ongeveer 25 bedragen. Een belangrijke verfijning van het advies, dat naar aanleiding van grondonderzoek gegeven kan worden, is dus mogelijk geworden.

Volledigheidshalve kunnen ook nog enkele methoden van grondonderzoek genoemd worden, die o.a. door het Rijkslandbouwproefstation op hun bruikbaarheid zijn beproefd, zooals de bekende kiemplantenmethode van *Neu-*

bauer (de Vries en van Itallie) en de door Gerretsen belangrijk verbeterde Aspergillus-methode. In verband met de huidige schaarschte aan chemicaliën zal deze methode binnenkort voor bepaalde praktijkonderzoekingen worden toegepast.



Figuur 1.

Verband tusschen het K-getal en de bij weglaten van kalibemesting verkregen opbrengsten van aardappelen, uitgedrukt in % van de op elk proefveld door kalibemesting verkregen maximale opbrengst, na toepassing van een correctie voor ongelijke pH.

De methoden van grondonderzoek kunnen niet onbeperkt worden toegepast, maar er zijn grenzen, waarbuiten het gebruik geen zin heeft. Er werd reeds opgemerkt, dat de kalivoorraad van lichte zandgronden gering is. Vooral op zeer humusarme zandgronden is de kalitoestand daardoor zeer variabel. Een onderzoek geeft slechts den oogenblikkelijken toestand weer en beteekent weinig voor het opstellen van een voor langeren duur geldig advies. Ook is de waarde van het kaligetel in extreme gevallen niet langer onafhankelijk van het humusgehalte. Verder is het verschil tusschen een K-HCl cijfer dat een voldoende, en een lager cijfer dat een onvoldoende toestand aangeeft, op zeer lichte zavelgronden zoo gering, dat de methode te weinig nauwkeurig is om dergelijke verschillen betrouwbaar vast te stellen. Bij zeer lichte zand- en kleigronden zal men zich dus op andere wijze moeten behelpen.

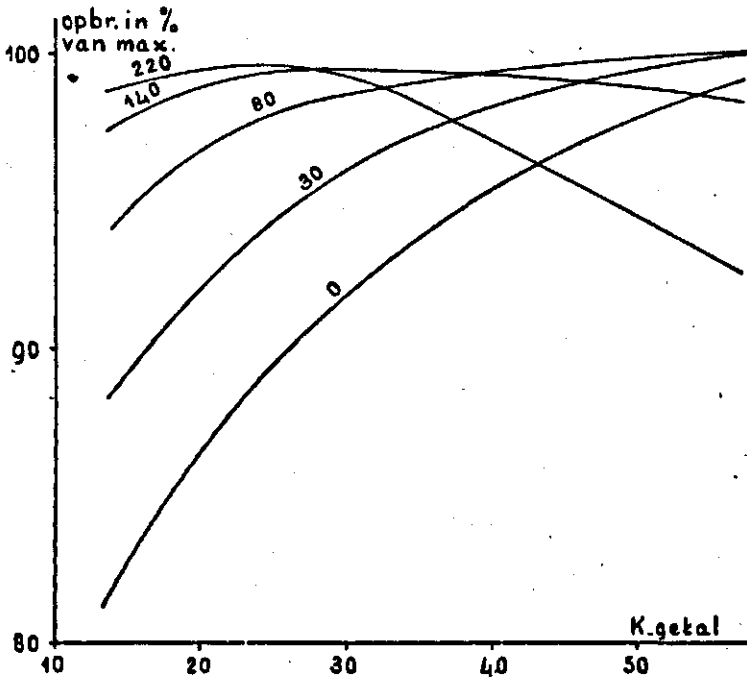
De uitslag van het grondonderzoek zal slechts in een deel van de gevallen aangeven, dat kali voortaan weggelaten kan worden. Bij zware kleigronden beteekent dit wel haast voor onbepaalden tijd, bij zandgronden slechts voor een jaar, hoogstens voor enkele jaren. Wil het grondonderzoek hier volledig tot zijn recht komen, dan zal het na enkele jaren moeten worden herhaald.

Het grondonderzoek licht niet alleen in over de noodzakelijkheid om wel of niet met kali te bemesten, maar geeft tot op zekere hoogte ook een inzicht over de hoeveelheid kali, die noodig is.

Met behulp van bij uiteenlopende kalitoestanden aangelegde proefvelden, waarop verschillende hoeveelheden kali werden toegediend, was *Visser* in

staat voor diverse gewassen conclusies op te stellen over de rentabiliteit van kalibemesting bij verschillende K-HCl-cijfers op klei- en zavelgronden.

Op grasland leverde een dergelijke proefserie het in fig. 2 afgebeelde resultaat (*van der Paauw*). In deze figuur zijn de met verschillende K-giften verkregen opbrengsten, uitgedrukt in procenten van de op elk proefveld maximaal bepaalde opbrengsten, uitgezet tegen het K-getal. In de figuur zijn slechts de lijnen opgenomen, die het gemiddelde verband weergeven.



Figuur 2.
Verband tusschen het K-getal en de opbrengst van grasland op zandgrond bij verschillende kalibemesting.

Opvallend is, dat de opbrengst zonder kali tot betrekkelijk hoge K-getallen blijft toenemen. Een zeer lichte bemesting naar 30 kg/ha K_2O geeft zelfs een nog vrij belangrijke verbetering. Zwaardere bemestingen zijn alleen van pas bij een lager K-getal. Een zware bemesting naar 220 kg brengt echter zelfs bij armen grond weinig voordeel boven een bemesting naar 140 kg. Bovendien blijken zware bemestingen bij een wat kalirijkere grond tot een oogstdepressie te leiden.

Dit bij de re snede van grasland uitgevoerde onderzoek is nog niet voldoende, om de gewenschte kalibemesting van grasland te bepalen. Deze moet zoodanig zijn, dat ook het nagras voldoende heeft, zoodat de K-toestand op peil gehouden wordt. Bij langjarige proefvelden worden dan ook iets grootere bedragen gevonden. De grootte van de benoedigde hoeveelheid hangt vooral af van de gebruikswijze (*'t Hart en van der Paauw*).

Uit het hierboven beschreven onderzoek kan nog een andere belangrijke gevolgtrekking gemaakt worden. De werking van de meststof bleek bij lichte bemesting aanmerkelijk, namelijk wel 2—4 maal, grooter te zijn, als op grond van de hierdoor teweeggebrachte stijging van het kaligetel te verwachten is. Het verschijnsel, dat pas gegeven meststof een grootere uitwerking heeft dan reeds in den bodem aanwezige voedingsstof, is ons reeds bekend bij de fosfaatbemesting. Indien het ook voor kali nadere bevestiging mocht vinden, zou hieruit volgen, dat het voordeliger is den kalitoestand niet tot een te hoog peil op te voeren, maar bij voorkeur geregeld matig te bemesten. Verliezen door uitspoeling en overmatige opname (luxue consumptie) worden daardoor tevens voorkomen.

Hiermee in verband bestaat er misschien ook reden de kali niet in eenmaal aan het grasland te geven, maar verdeeld over kleinere giften eenige malen in een seizoen (*Frankena, Witteveen*).

Na deze beschouwingen over den kalitoestand en de bemesting dient nog het een en ander over het gewas gezegd te worden. Een aardig inzicht over de zeer verschillende behoefte werd verkregen op het verscheidene jaren bestaande kaliproefveld der Kali Maatschappij, later Uniphar, te Wehe, waarop jaarlijks de voornaamste gewassen gelijktijdig worden verbouwd. Zeer weinig reageerende gewassen, waarbij de oogstdepressie bij weglaten van kali op dezen zeer kali-armen zavelgrond niet meer dan 10 % bedroeg, zijn mosterdsaad en haver. Volledige misoogsten werden echter steeds verkregen met Waalsche boonen, kanariezaad en karwij (*Meijers*).

De hoeveelheid kali, welke deze sterk behoefteige gewassen behoeven, kan echter nog zeer uiteenloopen. Op een eveneens op zavelgrond gelegen proefveld bleek aan de behoefte van kanariezaad door een matige bemesting naar 80 kg/ha K_2O practisch te kunnen worden voldaan, terwijl Waalsche boonen daarentegen in sommige jaren nog dankbaar zijn voor een verhooging tot ongeveer 500 kg/ha toe (*van der Paauw*).

Ook *Visser* en *van der Meer* vonden een zeer verschillende behoefte van de door hen onderzochte gewassen. Van belang is, dat de mate van gebrek van de verschillende gewassen niet steeds overeenkomt met de te Wehe gevonden. Eigenaardigheden van den grond en weertype zijn hierop waarschijnlijk eveneens van invloed.

De hoofdgewassen op zandgrond, aardappelen en rogge, geven bij kaligebrek een ongeveer even groote oogstdepressie. De aardappel bereikt echter bij opvoeren van de bemesting spoedig een optimum, waarboven de opbrengst, vooral die aan droge stof of zetmeel, weer terug loopt. De opbrengst van rogge blijft gewoonlijk nog iets toenemen. Voordeelig lijkt dus een matige bemesting van aardappelen en een wat zwaardere van rogge. De praktijk bemest echter meestal de aardappelen zwaarder, welke handelwijze blijkbaar gebaseerd is op de overweging, dat door dit gewas veel grootere hoeveelheden kali worden opgenomen. Deze bemestingswijze, die niet in de eerste plaats rekening houdt met de werking op de opbrengst, is o.i. niet juist. *Wind* verkreeg op dalgrond zelfs gunstig resultaat door de kali bij den aardappel geheel weg te laten en de granen de dubbele hoeveelheid te geven.

Haver onderscheidt zich volgens onze ervaringen door een zeer geringe kalibehoeft, hoewel dit gewas toch grootere hoeveelheden kali opneemt dan andere granen. Op een zeer K-armen dalgrond bedroeg de opbrengst zonder kalibemesting gemiddeld over een 11-tal jaren nog 84 % van de bij volledige bemesting verkregen opbrengst, tegen bij aardappelen 42 en bij rogge 39 %. Tegen de vroegere praktijk om haver geen kalibemesting te geven bestaat dus weinig bezwaar, mits slechts zorggedragen wordt den grond niet al te sterk uit te putten.

Ook rassen van eenzelfde gewas kunnen belangrijk verschillen in kalibehoeft. Prof. *de Vries* heeft er onlangs in een op den Kweekersdag gehouden voordracht op gewezen, dat het niet op den weg van de kweekers kan liggen speciale rassen voor kali-arme gronden te kweken, maar dat de bemesting geregeld zal moeten worden naar de behoefte van het gewas. Het is daarom gewenscht, dat de behoefte van de voornaamste rassen bekend is.

Ir *Addens* vergeleek verscheidene aardappelrassen op een kaliproefveld. Terwijl de K-bemesting de opbrengst gemiddeld met 22 % verhoogde, bedroeg dit bij de rassen Bintje en Record zelfs 38 en 35 %, daarentegen bij Roode Star en Populair slechts 9 en 11 %. Bovendien steeg het gehalte aan droge stof bij Record tot de hoogste gift, terwijl een matige gift dit bij Roode Star reeds deed dalen. Met deze eigenschappen dient wel degelijk rekening te worden gehouden en er kan niet voordeel van gebruik gemaakt worden in tijden, waarin de kali schaarsch of duur is.

Overigens dient er wel op de betrekkelijke waarde van al deze resultaten gewezen te worden. Opgemerkt werd reeds, dat de resultaten te Wehe niet in alle opzichten elders bevestigd werden. Eenzelfde gewas kan op de eene grondsoort sterker reageeren dan op een andere, wat waarschijnlijk het geval is met tarwe, die op zandgrond een grootere behoefte lijkt te hebben dan op klei. Haver werd een weinig reageerend gewas genoemd, maar in Thuringen bleek de kalibehoeft van rogge belangrijk minder te zijn dan

van haver (*Schwerdt*). Het zal goed zijn meer gegevens over de verbouwde rassen, grondsoort en klimaat te verzamelen, alvorens al te verstrekkende conclusies te maken.

Overeenkomstige verschillen in kalibehoeftes toonen de in grasland voorkomende planten (*van der Paauw*). Daar het grootste deel van ons grasland min of meer kalibehoeftig is, speelt kali een rol in de onderlinge concurrentie, zoodat de botanische samenstelling van de graszode ook bepaald wordt door den kalitoestand. Uitgaande van het verband tusschen den kalitoestand en de botanische samenstelling kon de *Vries* de K-behoeftes van de verschillende grassen afleiden.

Een tekort aan kali leidt bij verschillende gewassen tot zeer verschillende storingen, zoodat ook begrijpelijk wordt, dat het effect op den oogst verschillend is. Eenige voorbeelden mogen dit verduidelijken.

Zomertarwe en kanariezaad lijden vooral in het jeugd stadium. Bij het eerste gewas beperkt zich dit veelal tot een korter blijven van het blad en een donkerder kleur, bij het tweede treden echte ziekteverschijnselen op met vergeling van het blad. Hoewel in beide gevallen herstel optreedt, wordt bij zomertarwe meestal een volledige korrelopbrengst verkregen, terwijl bij kanariezaad groote schade geleden wordt. Het is nu ook begrijpelijk, dat beide gewassen, in tegenstelling tot de genoemde opvatting van *Scheffer* (blz. 144), meer schade ondervinden in de opbrengst van vroeger gevormde vegetatieve deelen, dan van het graan. Bij rogge daarentegen, bij welk gewas de korrelopbrengst een grootere depressie ondergaat, treden de verschijnselen van kaligebrek meestal later op.

Bij aardappelen en Waalsche boonen is aanvankelijk weinig te zien, al blijven de planten vaak kleiner en zijn zij donkerder getint. Pas vrij laat in de ontwikkeling komen typische kenmerken aan de bladen voor. Bij aardappelen leidt dit tot vervroegd afsterven, klein blijven en „blauw” van de knollen.

Door deze uiteenloopende werkingen wordt ook de kwaliteit van het oogstproduct bepaald. Het zetmeelgehalte van den aardappel, dat op zeer kali-armen grond bij kalibemesting toeneemt, maar in den regel een verlaging ondergaat, en de botanische samenstelling van grasland, die o.a. de kwaliteit van het gras bepaalt, werden al genoemd. Voor de veevoeding is vooral de onder invloed van de K-bemesting wisselende minerale samenstelling van de voedergewassen van belang. Genoemd kunnen verder worden het korrel- en hectolitergewicht van granen (*Snieder*), die bij K-bemesting toenemen, de bakkwaliteit van tarwe, de kwaliteitsverbetering van vlas. De vorming van sterkere graanhalm, welke legering voorkomt, heeft indirect een invloed op de kwaliteit. Toch dient bij dit alles niet aan algemeen geldige regels gedacht te worden. Wat b.v. de door kali vermeerderde weerstand tegen legeren betreft, kon bij het uitgebreide materiaal van *Visser* geen enkele positieve aanwijzing verkregen worden.

Begrijpelijk is ook, dat de sterk door de kalivoeding beïnvloede ontwikkeling van het gewas ook een verschillende resistentie tegen ziekten tot gevolg heeft. Als voorbeeld hiervan kan de door *Allen* en *Orth* beschreven, door goede kalivoeding versterkte resistentie tegen de aardappelziekte genoemd worden, welke op een verschillend gehalte aan bepaalde N-houdende stoffen schijnt te berusten.

Naast de vele gunstige eigenschappen van een ruime kalivoeding voor het gewas, mogen de eveneens voorkomende nadeelige gevolgen niet over het hoofd worden gezien. Vooral een te zware bemesting, of een bemesting op een grond, waar de K-toestand al ruim is, kan tot schade leiden. Herinnerd kan worden aan de daling van het zetmeelgehalte van den aardappel, welke vooral op lichte gronden optreedt. Deze wordt weliswaar aanvankelijk door een verhooging van de knolopbrengst gecompenseerd, maar toch wordt het optimum gemakkelijk overschreden (*van Itallie*). Verder kan nog eens op het in de hand werken van Mg-gebrek gewezen worden, waardoor vooral granen schade kunnen ondervinden (*van Itallie*).

De wisselwerking, waarin kali met andere voedingsstoffen staat, maakt, dat de grens zoo gauw bereikt wordt: een teveel aan kali beteekent licht een tekort aan iets anders. Dat de schade inderdaad niet denkbeeldig is, blijkt ook uit een samenvatting van 200 in Nederland op grasland aangelegde kaliproefvelden. In niet minder dan 32 gevallen werden oogstdepressies door te zware K-bemesting geconstateerd, hoewel de toegepaste bemestingen toch werkelijk niet zoo zwaar waren (*t Hart* en *van der Paauw*). In ons land

met hoogstaande cultuur is daarom het probleem van de te zware bemesting wellicht niet minder belangrijk dan dat van de te lichte. Ook in dit opzicht kan een methode als het grondonderzoek helpen om tot een juistere bemestingswijze te geraken.

In het kort is hiermede een schets gegeven van het kalibemestingsvraagstuk. Dat geen volledig overzicht verkregen is, behoeft bij de vele kanten, die aan dit vraagstuk verbonden zijn, geen verwondering te wekken. Er is vooral gepoogd in het licht te stellen, hoe door middel van het wetenschappelijk onderzoek de kalibemesting op een rationeelen grondslag is komen te berusten. Wij behoeven ons nog geen illusies te maken, dat volgens de gevonden richtlijnen reeds algemeen in de praktijk gehandeld wordt: het zal b.v. mooi zijn als in de 12 jaren, welke sedert de invoering van de in deze voordracht op den voorgrond geplaatste methode van grondonderzoek op kali zijn verlopen, 3 % van de Nederlandsche gronden op deze wijze werd onderzocht. Toch is de beteekenis hiervan o.i. veel grooter dan dit nog bescheiden aantal lijkt aan te wijzen. Een verricht onderzoek werkt normatief, het geeft een houvast bij de beoordeeling of men in een bepaalde streek op den juisten weg is, en — hetgeen vooral van belang is — het heeft een groote opvoedende waarde.

Dat echter in de verdere toepassing van het verrichte onderzoek en de nadere uitwerking hiervan nog vele perspectieven schuilen, is, naar gehoopt mag worden, duidelijk geworden.