

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN.

HET KALIVRAAGSTUK OP DE ZAND- EN DALGRONDEN

DOOR

Dr. F. VAN DER PAAUW.

(Ingezonden 18 Juni 1936).

I N H O U D.

1. De kalivoorziening van de grond en het kaligetal	394
2. De snelle veranderingen in de kalivoorziening van de grond . .	396
3. Plan van het onderzoek	397
4. Methode van bewerking van de proefveldresultaten	399
5. Het verband tusschen het kaligetal in het najaar en de opbrengst van de volgende oogst.	400
6. Het verband tusschen de kalivoorziening tijdens de groeitijd van het gewas en de opbrengst	405
7. De beteekenis van de verkregen resultaten voor het kalivraagstuk	416
8. Het verloop van het kaligetal bij toepassing van jaarlijksche bemesting van verschillende grootte	418
9. Het verloop van het kaligetal in een seizoen	432
10. De beteekenis van de ondergrond voor de kalihuishouding . .	434
11. De waarde van chemisch onderzoek op kali van grond en gewas	441
12. Samenvatting	444
13. Slotwoord	446
14. Zusammenfassung	446

HET KALIVRAAGSTUK OP DE ZAND- EN DALGRONDEN

DOOR

Dr. F. VAN DER PAAUW.

Wil men in de landbouw goede gewassen op de meest economische wijze verkrijgen, dan is het niet voldoende, dat hier en daar door eenvoudige of meer ingewikkelde proefvelden het effect van de voornaamste meststoffen wordt nagegaan. Immers dergelijke proeven leeren alleen iets over het stuk grond, waarop ze gelegen zijn; op een ander perceel of in een andere streek kan de voorraad in de grond en de beschikbaarheid van de voedingsstof een andere wezen, en zal men andere hoeveelheden van de meststof noodig hebben om eenzelfde effect te bereiken. Door grondanalyse en gewasanalyse tracht men verband te leggen tusschen de resultaten van de verschillende proefvelden, en zoekt men een hulpmiddel om in bepaalde gevallen de gevonden kennis toe te passen, zonder dat opnieuw een proefveld behoeft te worden aangelegd en de resultaten daarvan behoeven te worden afgewacht.

Het Rijkslandbouwproefstation te Groningen houdt zich, evenals andere instellingen hier en in het buitenland, sinds jaren met dit vraagstuk bezig; de gezichtspunten en methoden, volgens welke daarbij de laatste tijd gewerkt wordt, zijn door Prof. Dr. O. DE VRIES bij verschillende gelegenheden uiteengezet ¹⁾. Als onderdeel van dit probleem werd door schrijver dezes een studie verricht over de beteekenis, die het kaligetal bij de kalihuishouding op de zand- en dalgronden heeft en de verbeteringen, die men bij toepassing van de resultaten van de daarbij gebruikte analysemethode nog zou kunnen aanbrengen bij het bepalen van de mestbehoefte en het effect der meststoffen.

Zeer waardevol is bij dergelijke studies het uitvoerige archief, dat door het Rijkslandbouwproefstation wordt bijgehouden van de eigen bemestingsproeven en die van anderen, en waarbij de resultaten volgens een door Prof. DE VRIES uitgewerkte methode in tabellen kort maar overzichtelijk worden samengevat, zoodat de bestudeering van het groote feitenmateriaal, dat daarenboven door de vele verschillen in details en de vele nevenvragen gecompliceerd is, zeer vergemakkelijkt wordt.

1. De kalivoorziening van de grond en het kaligetal.

De toestand van de grond ten opzichte van de voedingstof kali zal in het volgende met de term *kalivoorziening* aangeduid worden.

¹⁾ Zie o. a. *Landbouwkundig Tijdschrift* 48 (1936), blz. 242, de *Veldbode* 18 Februari 1933, de *Nieuwe Veldbode* 6 Juli 1934.

Op niet leemhoudende zand- en veengronden speelt het humusbestanddeel de belangrijkste rol bij de binding van het kali. In plaats van over de kalivoorziening van de grond te spreken, kan men dan het aanwezige kali uitsluitend in verband met de humus beschouwen; in analogie met het begrip kalktoestand wordt dan gesproken van de *kalitoestand van de humus*. Deze toestand wordt weergegeven in het *kaligetel*, dat de verhouding aangeeft die bestaat tusschen de bij een eenmaal uitgevoerde extractie met verdund zoutzuur door de grond afgestane hoeveelheid kali en de aanwezige humus. Het kaligetel geeft dus een benaderende aanwijzing over de kalivoorziening van de grond. Tevens is het duidelijk, dat het inzicht, dat het kaligetel geeft in de mate van werkelijke beschikbaarheid voor het gewas, eveneens slechts een benadering is. In het eerste extract zal namelijk kali kunnen voorkomen, dat wel door verdund zuur, maar wellicht niet door de planten ontsloten zal kunnen worden; aan de andere kant wordt in het tweede en in volgende extracten ook kali aangetroffen, dat gedeeltelijk nog uit de gemakkelijk beschikbare voorraad afkomstig kan zijn. Voorts is het onjuist te veronderstellen, dat de kalibindende eigenschappen van verschillende humussoorten gelijk zouden zijn. Volgens ervaringen van het Rijkslandbouwproefstation over het basenbindend vermogen van humus zijn deze verschillen gewoonlijk echter niet van dien aard, dat door het herleiden op humus (als gloeiverlies bepaald) een ernstige fout zal worden ingevoerd.

De bepaling van het kaligetel werd in 1930 door het *Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek* te Groningen volgens een door J. HUDIG in samenwerking met R. VAN DER VEN aangegeven methode ingevoerd. Deze methode, waarbij de grond met verdund waterstofsperoxyde behandeld en het verkregen extract voor de kalibepaling gebruikt werd, bleek echter bezwaren te hebben, en werd daarom door O. DE VRIES en C. W. G. HETTERSCHIJ vervangen door een methode, waarbij een gelijkwaardige hoeveelheid verdund zoutzuur gebruikt werd, en waarbij op basis van een uitgebreid onderzoek van C. W. G. HETTERSCHIJ verschillende verdere verbeteringen in de uitvoering van de bepalingen werden aangebracht. In het kort geschiedt de bepaling thans op de volgende wijze:

Een zoodanige hoeveelheid aan de lucht gedroogde en door een zeef met een maaswijdte van 1 mm gezeefde grond, als blijktens de analyse 6,25 gram humus bevat (waarvoor bij benadering genomen wordt het gloeiverlies van de bij 105° gedroogde grond), wordt 1 uur met 300 cm³ n/10 HCl geschud en direct afgefiltreerd. Na indampen met 2 à 3 cm³ 30 % H₂O₂ en behandeling met kalkmelk wordt in het filtraat het kaligetel sedimentrisch met kobaltnitriet en door afcentrifugeeren van het gevormde neerslag in daartoe geijkte haematokrieten bepaald. Een eenheid kaligetel is 0,09 mg K₂O per 1 g humus.

De aandacht wordt er voor een goed begrip nogmaals op gevestigd, dat er bij de bepaling van het kaligetal dus geen vaste verhouding grond : oplosmiddel, maar een vaste verhouding humus : oplosmiddel genomen wordt. De keuze van deze verhouding is gerechtvaardigd, als men van het standpunt uitgaat, dat men het met de humus in uitwisseling staande kali in verschillende gronden vergelijken wil. Overweegt men echter, dat er in de grond nog andere bestanddeelen aanwezig kunnen zijn, die kali afgeven of binden, b.v. klei- of leemachtige bestanddeelen, een deel van de mineralen, restanten van als kunstmest toegediende kali, en nog niet verteerde plantenresten of stalmest, dan geeft de gekozen verhouding voor dit kali niet het meest juiste beeld. Naast de kalitoestand van de humus moet men daarom rekening houden met de hoeveelheid beschikbaar kali, die in de grond als zoodanig; dus per gewichtseenheid grond, aanwezig is. Deze kan door extractie van een bepaalde hoeveelheid grond bepaald worden, maar kan ook uit de verrichte kaligetalanalyse (bij de gebruikte, naar gelang van het humusgehalte wisselende, verhouding grond : oplosmiddel) berekend worden.

2. De snelle veranderingen in de kalivoorziening van de grond.

Het onderzoek van de kalivoorziening van zand- en veengronden wordt bemoeilijkt door de groote veranderingen, welke deze onder invloed van allerlei factoren in betrekkelijk korte tijd kan ondergaan. In een behoorlijk met kali voorziene bouwvoor is een hoeveelheid beschikbaar kali aanwezig, welke meestal niet meer dan eenige honderden kilogrammen bedraagt. Aangezien kali in de grond, en vooral in humusarme zandgronden, zeer bewegelijk is, en een goed gewas veel kali aan de grond onttrekt, zal de kalivoorziening snel kunnen afnemen; omgekeerd kan zelfs een enkele zware bemesting de kalivoorziening op een hoog peil terugbrengen. Dit veranderen zal des te sneller gaan, naarmate het humusgehalte lager is, immers in dat geval is de hoeveelheid kali, die theoretisch benodigd is om het kaligetal een eenheid te doen stijgen, kleiner. Ook de dikte van de bouwvoor is van invloed: des te dunner deze is, des te kleiner is de kalieenheid. De kalieenheid is namelijk de hoeveelheid kali (K_2O), die noodig is om het kaligetal met 1 te doen stijgen; dus 0,09 kg K_2O per 1000 kg humus, die in de bouwvoor van 1 ha aanwezig is. Men verkrijgt dit cijfer door het humusgehalte van de grond in %, het volumegewicht, de bouwvoordikte in cm, en het getal 0,09 met elkaar te vermenigvuldigen.

In dit opzicht levert het kalivraagstuk een moeilijkheid, die bij het kalk- en fosforzuurvraagstuk in veel mindere mate bestaat. De voorziening van de grond met kalk en fosforzuur is veel meer stabiel; fosforzuur b.v. spoelt

slechts in geringe hoeveelheden uit de bouwvoor weg, het wordt bovendien minder dan kali door het gewas opgenomen. Verder is de voorraad, die zich in de bouwvoor bevindt, gewoonlijk ruimer dan die aan kali. Het P-getal en het P-citr., die de voorziening van de grond met fosforzuur aangeven, veranderen daardoor slechts langzaam en geleidelijk. Hetzelfde geldt voor het pH-cijfer als aanwijzer voor de zuurgraad. Het kaligetel kan daarentegen zelfs in een seizoen, vooral tijdens de groei van het gewas, aanmerkelijke veranderingen ondergaan. Het kaligetel geeft dus feitelijk niet meer aan dan de toestand van kalivoorziening, zooals deze op het tijdstip van het monster-nemen voorkomt; over langere tijdvakken geeft het geen betrouwbare aanwijzingen.

De landbouwkundige toetsing van methodes, welke de bepaling van de kalivoorziening beoogen, aan de reactie van het gewas, stuit daardoor op grootere moeilijkheden, dan de beoordeeling van methodes, die ter bepaling van de voorziening van de grond met kalk of fosforzuur zijn uitgedacht. Wanneer men b.v. de opbrengst in verband wil brengen met een in de voorafgaande herfst of winter bepaald kaligetel, dan loopt men gevaar, dat dit kaligetel (in verband met daarna gekomen uitspoeling door regen, toediening van kali-houdende mest, enz.) zoo weinig aangeeft over de kalivoorziening, welke tijdens de ontwikkelingsperiode van het gewas heerscht, dat een eventueel tusschen het kaligetel en de opbrengst bestaand verband geheel verdoezeld zal kunnen worden. Men zal dus om de waarde van een methode van grondonderzoek aan de opbrengst van het gewas te toetsen bij het kalivraagstuk een stap verder moeten gaan en door herhaald onderzoek van de kalivoorziening tijdens de ontwikkeling van het gewas een inzicht moeten zien te verkrijgen in het verloop van de kalivoorziening in die periode. Dit geheel zal dan met de opbrengst van het gewas in verband beschouwd moeten worden. Het in verband brengen van de opbrengst met een op een willekeurig tijdstip bepaald kaligetel heeft dus voor de toetsing van de methode slechts ondergeschikte beteekenis. Niettemin zal het nuttig zijn na te gaan in hoeverre een verband tusschen een in het najaar bepaald kaligetel en de oogst bestaat, en wel om praktische redenen. Het voorafgaande najaar is het geschiktste tijdvak voor grondonderzoek voor de praktijk, en het is hierom van belang te weten, welk inzicht een bepaling op dat tijdstip vermag te geven in de kalivoorziening van de onderzochte grond.

3. Plan van het onderzoek.

In het volgende zal eerst getracht worden met behulp van proefveld-gegevens na te gaan, of er een verband tusschen een in de herfst bepaald

kaligetal en de opbrengst vast te stellen is (§ 5). Om de moeilijkheden, welke zich kunnen voordoen, in een duidelijk licht te stellen, zal begonnen worden met de behandeling van de resultaten van proeven op grasland (op zandgrond). Deze proeven hebben allerlei eigenaardigheden, die het verkrijgen van nauwkeurige bepalingen in den weg staan. In de eerste plaats heeft men op grasland niet met een enkel gewas te maken, maar met een geheel bestand, dat niet alleen in verschillende jaren, maar vooral op de diverse proefvelden zeer uiteenlopend van samenstelling kan zijn. Andere factoren, die op de opbrengst invloed kunnen uitoefenen, zijn b.v. de maaitijd en de mate en de vorm van de stikstofbemesting, voorts het ontbreken van een bouwvoor, die steeds weer dooreen gemengd wordt, waardoor op grasland een sterke verticale differentiatie ontstaat; hierbij komen nog de ongelijkheden, die door het ongelijk uitstrooien van kunstmest en in een weideperiode door de uitwerpselen van de dieren ontstaan, en die een horizontale differentiatie veroorzaken. Deze laatste factoren zullen niet slechts de opbrengst beïnvloeden, maar ook het nemen van typische grondmonsters bemoeilijken.

Na de behandeling van het grasland zal het eenvoudiger geval van aard-appelen op dal- en zandgrond volgen, waarna nog enkele opmerkingen over andere gewassen komen.

Het kaligetal, dat voor een praktische beoordeeling het meeste belang heeft, is natuurlijk het getal dat vóór de bemesting van het komende gewas wordt bepaald. Aan de hand, van dit cijfer hoopt men de bemesting te kunnen regelen. Als het verband tussehen dit kaligetal en de oogst wordt nagegaan, zal het noodzakelijk zijn rekening te houden met de grootte van de bemesting, welke nadien is toegediend, daar hierdoor de kalivoorziening gewijzigd zal worden. Vanzelfsprekend zal het resultaat, bij gelijk kaligetal vóór de bemesting, geheel anders uitvallen, wanneer er niet of wel met kali gemest wordt. Het is daarom noodzakelijk deze proefuitkomsten uiteen te houden.

Het zal blijken, dat het resultaat slechts matige bevrediging vermag te geven. Dit kan twee verschillende redenen hebben. Ten eerste kan het zijn, dat een eenmaal bepaald kaligetal een onvoldoende maatstaf is voor de kalivoorziening tijdens de ontwikkelingsperiode van het gewas. Ten tweede kan het berusten op een onvoldoende samenhang tussehen de volgens onze laboratorium-methode bepaalde kalitoestand en de reactie van het gewas. Om een inzicht te krijgen, welke van beide oorzaken de voornaamste is, zal getracht worden een antwoord te krijgen op de vraag, hoe de reactie van het gewas samenhangt met de kalivoorziening, welke tijdens de groeiperiode voorkomt (§ 6).

Vervolgens zal aan de hand van de verkregen resultaten uiteengezet worden, hoe de kalibemesting het doelmatigst te regelen is. (§ 7).

De oogstresultaten van meerjarige kaliproefvelden en het verloop van het kaligetal bij verschillende bemesting op deze proefvelden zullen besproken worden, om de uiteenzettingen te verduidelijken, en om na te gaan wat op den duur de gunstigste bemesting is (§ 8).

Het verloop van het kaligetal in een seizoen zal daarna in § 9 nagegaan worden, terwijl in § 10 aandacht gegeven zal worden aan de beteekenis van de uitspoeling van het kali naar de diepere lagen, en de rol van de ondergrond bij de kalivoorziening van het gewas.

In de laatste § zal eindelijk de methode van grondonderzoek met die van het gewasonderzoek vergeleken worden.

4. Methode van bewerking van de proefveldresultaten.

De beoordeeling van de opbrengst van een object van een kaliproefveld kan in ons geval het best geschieden door deze te vergelijken met de hoogst mogelijke opbrengst, welke op dit proefveld in hetzelfde jaar bij optimale kalivoorziening te verkrijgen zou zijn. De grootte van deze, theoretisch mogelijke, opbrengst valt slechts te benaderen. Indien elk proefveld een ruim aantal kalitrappen bevatte, zou een grafische voorstelling van de resultaten, het op het oog trekken van een waarschijnlijke kromme, en het uit deze kromme aflezen van het maximum, de aangewezen weg zijn. Bij de meeste van de te behandelen proefvelden waren echter slechts de resultaten van enkele objecten ter beschikking; deze bewerking is dan niet uitvoerbaar. Als hoogst mogelijke opbrengst is daarom de opbrengst gesteld van het object, dat de grootste opbrengst geleverd heeft. Weliswaar wordt hiermede een fout begaan, aangezien een juistere keuze van de methoede in vele gevallen een hogere opbrengst zou hebben gegeven, waardoor het maximum door ons dus te laag gesteld wordt. De ervaring heeft echter geleerd, dat de opbrengsten van goed met kali bemeste objecten zelden ver uiteenloopen, zoodat de opbrengst van het meest opbrengende object waarschijnlijk slechts weinig onder de maximaal mogelijke zal zijn; de op deze wijze gemaakte fout kan daarom niet groot zijn.

De uitkomst van de vergelijking van het kaligetal met de opbrengst zal ook beïnvloed worden door verschillen tusschen de grondsoorten, waarop de proefvelden liggen; verder kan de ongelijke ouderdom van de proefvelden van invloed zijn. Het zal namelijk misschien verschil maken, of de gegevens afkomstig zijn van een proefveld, waar op elk van de objecten gedurende een reeks van jaren een bepaalde behandeling is toegepast, of dat een dusdanige behandelingswijze eerst kort aan de gang is, en de voorgeschiedenis van het perceel nog een groote invloed doet gelden. In dit verband zal men ook kunnen

denken aan de ondergrond, waarvan de kalivoorziening pas langzamerhand die van de bouwvoor of de zodelaag zal volgen. De verwaarloozing van deze factoren biedt echter het voordeel, dat resultaten van meerdere, verschillend behandelde proefvelden met minder kans op foutieve conclusies op de verhoudingen in de praktijk zullen kunnen worden toegepast.

Het kaligetal, waarmee de opbrengst in verband zal worden gebracht, is in geval van bouwlandproefvelden dat van de bouwvoor, in geval van graslandproefvelden dat van de zodelaag 0—5 cm.

De opbrengst van de graslandproefvelden wordt gegeven als hooi van de eerste snede, van de aardappelproefvelden als zetmeel of knollen.

De aardappelproeven zijn met enkele verschillende клоonen uitgevoerd. Met deze genetische factor kon geen rekening gehouden worden, daar het beschikbare materiaal hiervoor te klein was.

5. Het verband tusschen het kaligetal in het najaar en de opbrengst van de volgende oogst.

a. *Grasland op zandgrond.*

Een proefveld op de Proefboerderij te Heino in Overijssel en verscheidene proefvelden in Oostelijk Overijssel en Oostelijk Friesland leverden de gegevens. Het zijn de volgende proefvelden, met erachter vermeld het proefjaar: PO 7, '33 en '34; OO 1, '32; OO 2, '32 en '34; OO 3, '32 en '34; OO 4, '32; OO 5, '32 en '35; OO 7, '32, '33 en '34; OO 9, '32 en '34; OO 10, '32, '33 en '34; OO 12, '32 en '34; OO 14, '34; OO 15, '32 en '34; OO 17, '32 en '34; OO 18, '32; OO 19, '32 en '34; OO 20, '32, '33 en '34; OO 22, '32; OO 23, '32; OO 24, '32 en '34; OO 25, '32 en '34; OF 9, '33 en '34; OF 11, '33 en '35; OF 15, '33 en '34.

Totaal dus 23 proefvelden en 43 proefjaren. De proefvelden liggen op grondsoorten met verschillend karakter; de humusgehalten van de zodelaag bedragen in de genoemde volgorde resp. 7.5, 9, 9.5, 4.5, 6, 5.5, 7.5, 5, 11.5, 7, 5, 11, 8, 6, 5.5, 21, 8, 7, 15.5, 12, 14.5, 12 %.

In figuur 1a is de opbrengst aan hooi van de niet met kali bemeste grond uitgezet tegen het kaligetal van het voorafgaande najaar; in fig. 1b van de met een matige hoeveelheid van 80 kg K_2O /ha bemeste grond.

Het verband tusschen het kaligetal en de opbrengst is op onbemeste grond niet groot. Naarmate het kaligetal hooger is, blijkt de opbrengst over het algemeen wat minder bij het maximum, dat meestal op de bemeste objecten wordt aangetroffen, achter te blijven.

Anders is het beeld, als er een bemesting is toegediend (fig. 1b). Vergelijken met fig. 1a liggen de stippen bij overeenkomend kaligetal alle belangrijk

Fig. 1. Het verband tusschen het kaligetal in het voorafgaande najaar en de opbrengst aan hooi (1e snede) op zandgrond:

- a. op niet met kali bemeste,
b. op met 80 kg K_2O /ha bemeste grond.

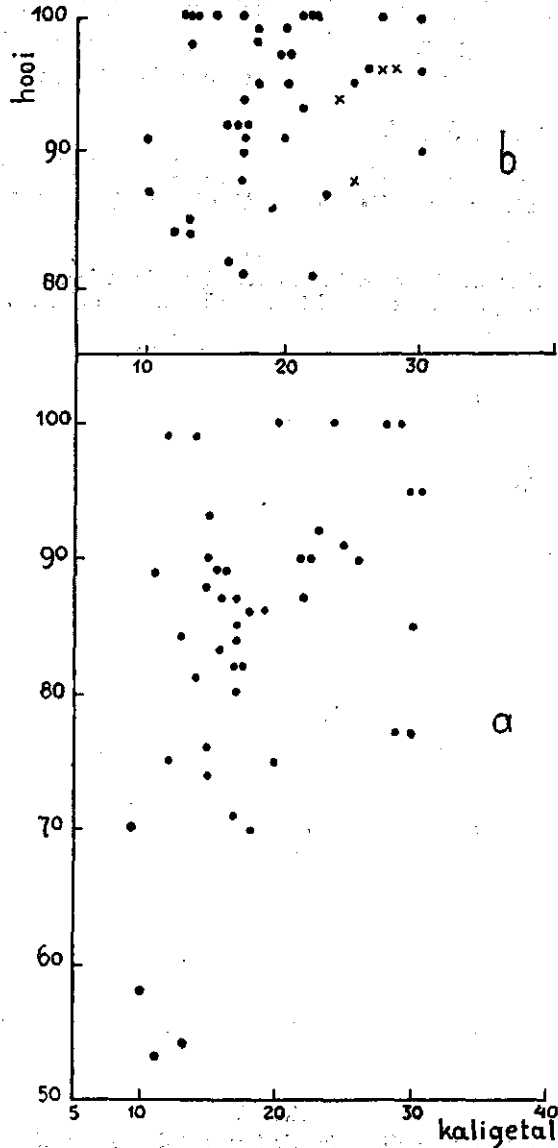


Abb. 1. Die Beziehung zwischen der Kalizahl im Herbst und dem Heuertrag im nächsten Jahre auf Sandboden:

- a. ohne Kali,
b. mit 80 kg K_2O /ha.

hooger, d.w.z. ondanks dezelfde kalivoorziening bij de aanvang is er door de bemesting met een matige hoeveelheid een belangrijke oogstvermeerdering ontstaan. Een verband met het kaligetel vóór de bemesting is niet duidelijk aanwezig. Hieruit blijkt de veranderlijkheid van de kalivoorziening, die door een geringe bemesting omhoog gebracht wordt, waardoor de opbrengsten kunnen stijgen zonder verband te toonen met de uitgangstoestand.

b. *Aardappelen op dalgrond.*

De gegevens zijn afkomstig van de volgende proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation: Pr 8, '26, '30 en '32; Pr. 9, '27, '29, '31, '33; Pr. 70,

Fig. 2.

Het verband tusschen het kaligetel in het voorafgaande najaar en de opbrengst aan aardappelzetmeel op niet met kali bemeste dalgrond.

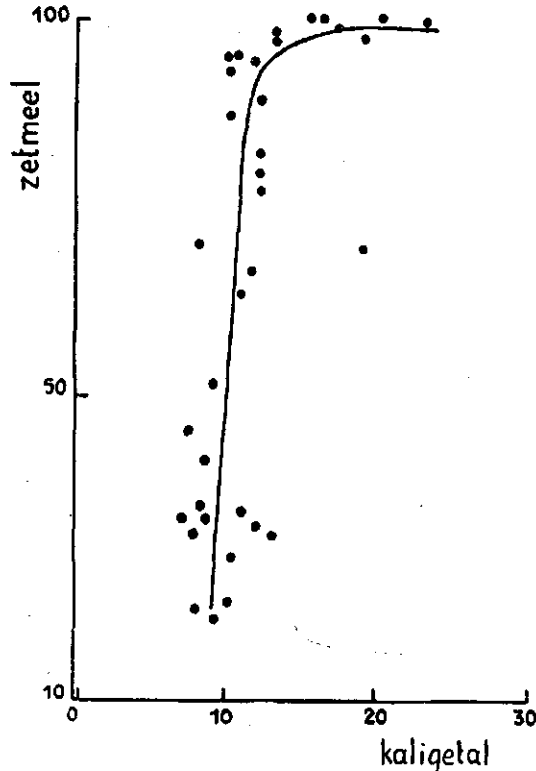


Abb. 2.

Die Beziehung zwischen der Kalizahl im Herbste und dem Kartoffelstärkeertrag auf nicht mit Kali gedüngtem „Moorkolonialem“ Boden.

'31, '33; Pr. 100, '33 en '35; Pr. 267, '31, '33 en '35; van de Zuid-Groningsche proefvelden ZGr 1, '26 en '28; Z Gr 2, '32; van de Drentsche proefvelden

D 20, '32; D 21, '32 en '33; D 22, '32 en '33; D 23, '32 en '33; D 25, '32 en '33; D 26, '32 en '33, D 27, '32 en '33; en van de Overijsselsche proefvelden WO 119, '32 en '34; OO 63, '28; en OO 68, '35. Totaal dus 17 proefvelden met 34 jaren. De proefvelden Pr. 8, Pr. 9, Pr. 70, Z Gr 1, D 21 tot en met 27 bestaan slechts, althans wat de kalibemesting betreft, uit een wel en een niet met kali bemest object. De humusgehalten van de grond van deze proefvelden bedragen achtereenvolgens: 26, 24.5, 18, 4.5, 12, 13, 12, 14, 5, 10, 13.5, 14, 7.5, 11.5, 11.5, 18 en 9.5 %.

Fig. 2 vertoont de samenhang tusschen het kaligetal van de onbemeste grond en de opbrengst aan zetmeel. Dat de verhoudingen op bouwland eenvoudiger zijn dan op grasland komt tot uiting, als men deze figuur met fig. 1a vergelijkt; het verband tusschen het kaligetal en de opbrengst is hier veel grooter. Bij een kaligetal hooger dan 15—20 zal op onbemeste grond in den regel een behoorlijke, zij het geen optimale, opbrengst te verwachten zijn. Bij lager kaligetal treedt meestal een scherpe daling in.

Bij de wel met kali bemeste grond wordt hetzelfde verschijnsel aange troffen als bij bemest grasland; de opbrengst is bij een overeenstemmend kaligetal veel hooger dan bij de onbemeste grond, en een verband met deze uitgangstoestand is niet meer vast te stellen. Het beeld gelijkt op dat van fig. 1b; een vermelding van de betreffende gegevens blijft hier achterwege.

c. *Aardappelen op zandgrond.*

De gegevens werden geleverd door de proefvelden van het Rijkslandbouwp roefstation Pr. 125, '33 en '34; Pr. 266, '29 en '34; Pr. 268 '34 en '35; het Oost-Friesche proefveld OF 2, '32 en '35; de Oost-Overijsselsche proefvelden OO 51, '28, '30, '32 en '34; OO 64 B, '32 en '33; het West-Overijsselsche proefveld WO 105, '34, en de Noord-Geldersche proefvelden NGe 63, '33; NGe 67, '34; NGe 73, '32; NGe 81, '32. De grond van deze proefvelden heeft de volgende humusgehalten: 6, 10, 13.5, 8, 7, 9, 6.5, 6, 5, 9.5 en 4.5 %.

Totaal dus 16 proefvelden en 25 jaren. Op het proefveld OF 2 wordt slechts een hoeveelheid kali met geen kali vergeleken.

In fig. 3 zijn de uitkomsten van de onbemeste perceelen grafisch voorgesteld. Aangezien op zandgrond niet in de eerste plaats op een hoog zetmeelgehalte aangestuurd wordt, zooals op dalgrond, is hier de opbrengst aan knollen uitgezet. Het resultaat is goed in overeenstemming met dat van de proeven op dalgrond. De opbrengst blijkt duidelijk met het kaligetal verband te toonen, hoewel de spreiding van de punten hier grooter is dan bij de proefvelden op dalgrond. De kaligetallen 15—20 zijn evenals op de dalgrond ongeveer als de grens op te vatten, waar beneden het kaligebrek, als de bemesting weggelaten wordt, in sterkere mate begint op te treden.

d. *Granen op dal- en zandgrond.*

Over het gedrag van tarwe, rogge en haver zal hier slechts een enkel woord gezegd worden; het aantal beschikbare gegevens is voor een generaliseerende

Fig. 3.

Het verband tusschen het kaligetal in het voorafgaande najaar en de opbrengst aan aardappelknollen op niet met kali bemeste zandgrond.

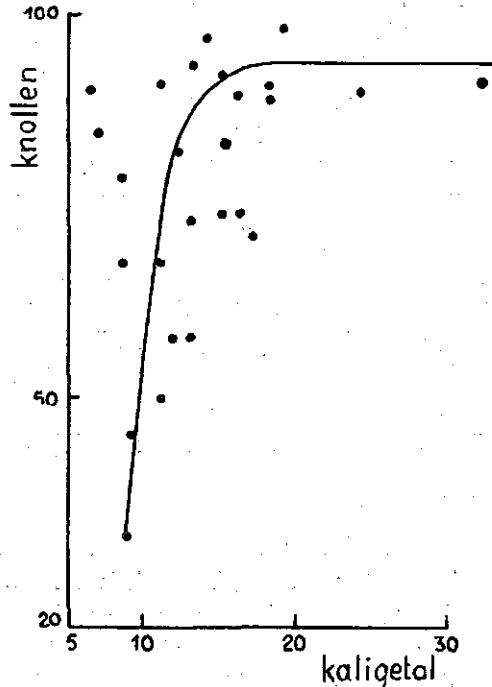


Abb. 3.

Die Beziehung zwischen der Kalizahl im Herbst und dem Kartoffelknollenertrag auf nicht mit Kali gedüngten Sandboden.

behandeling nog te gering. Uit deze enkele gegevens kregen wij de indruk, dat tarwe en rogge voor een gunstige ontwikkeling ongeveer een gelijke kalivoorziening behoeven als aardappelen. Bij de afzonderlijke bespreking van enkele grootere proefvelden, welke hieronder zal volgen (§ 8), zullen hiervan eenige voorbeelden gegeven worden. Haver neemt in het algemeen met een geringere kalivoorziening genoegen, welk feit in de praktijk ook bekend is.

Uit het voorgaande is duidelijk gebleken, dat er aan het kaligetal ongetwijfeld een zekere waarde voor de oogstvoorspelling mag worden toegekend. Deze waarde is bij bouwland grooter dan bij grasland. In het eerste geval

kan men bij een kaligetal, dat hooger dan 20 is, met aardappelen en vermoedelijk ook met granen vrij zeker zijn, dat het voor een keer weglaten of verminderen van de kalibemesting zonder schade kan geschieden. Deze zekerheid wordt natuurlijk groter, naarmate het kaligetal hooger is.

Wanneer aan een hooge zetmeelpobrengrst groter waarde gehecht wordt dan aan de opbrengst aan knollen, wordt de zekerheid, dat geen schade geleden zal worden door een vermindering der kalibemesting nog groter, omdat, zooals reeds bekend is, een te groote kalivoorziening verlagend op het zetmeelgehalte kan werken, en een besparing op de kalibemesting, in geval van een hoog kaligetal, de kans op een hooger zetmeelgehalte dus groter maakt. (Zie o.a. O. DE VRIES en TH. B. VAN ITALLIE. Eenige opmerkingen over de bemesting van fabrieksaardappelen. *Korte Meded. v. h. Rijkslandbouwproefstation te Groningen* n°. 20, *Nieuwe Veldbode* 1, 127 (1933/34) en TH. B. VAN ITALLIE: De kalihuishouding bij aardappelen. *Landbouwkundig Tijdschrift* 47, 697, 1935).

6. Het verband tusschen de kalivoorziening tijdens de groeitijd van het gewas en de opbrengst.

Wij zullen thans tot de reeds eerder gestelde vraag terugkeeren, hoe de onvolkomenheid van de correlatie tusschen het kaligetal en de opbrengst te verklaren is. Is het zoo, dat het kaligetal geen voldoende beeld geeft van de omstandigheden, waaronder de plant het kali moet opnemen, of varieert de kalivoorziening zoo sterk, dat een enkel kaligetal geen voldoende maatstaf voor het verloop van de kalivoorziening tijdens de geheele groeiperiode kan zijn? Natuurlijk is het ook mogelijk, dat beide verklaringen van belang zijn. In dat geval zal men echter toch een verbeterde correlatie tusschen het kaligetal en de opbrengst mogen verwachten, als het mogelijk zou zijn de kalivoorziening tijdens de groeiperiode op juistere manier weer te geven, dan wanneer men alleen aan het einde van het voorafgaande oogstjaar het kaligetal bepaalt.

Om dit probleem tot oplossing te brengen, zou men tijdens de groeiperiode moeten bemonsteren, en dit bij voorkeur verscheidene malen. Aangezien dergelijk onderzoek nog niet ver genoeg gevorderd is, zullen wij ons voorloopig op andere wijze moeten behelpen. Dit kan o.a. gebeuren door de opbrengst, in plaats van tegen het kaligetal van het voorafgaande najaar, tegen het kaligetal, dat onmiddellijk na de oogst bepaald is, uit te zetten. Dit biedt het voordeel, dat ook de invloed van de toegediende bemesting hierin eenigszins tot uiting komt, en de voorziening tijdens de groei in dit kaligetal waarschijnlijk beter benaderd wordt dan in een in de vorige herfst bepaald kaligetal.

Als een voorbeeld hiervan wordt in fig. 4a de opbrengst van het onbemeste grasland tegen het kaligetal na de oogst uitgezet, en in fig. 4b van de met 80 kg K_2O /ha bemeste grond. Deze figuren vertoonen inderdaad, vergeleken met fig. 1, een bevredigender correlatie tusschen het kaligetal en de opbrengst. In fig. 1b is van een verband van de opbrengst nauwelijks sprake, in fig. 4b is dit duidelijk wel het geval. De oorzaak hiervan is klaarblijkelijk, dat de kalibemesting, die groote invloed op de opbrengst heeft uitgeoefend, gedeeltelijk nog in het kaligetal na de oogst tot uitdrukking komt.

Opvallend is het verschil tusschen fig. 4a en b: bij gelijk eindkaligetal is de opbrengst op de bemeste grond belangrijk hooger. De verklaring van deze betere opbrengst kan zijn, dat het gewas op de bemeste grond een hoeveelheid kali ter beschikking had gekregen, die echter door het gewas is opgenomen, zoodat het gewas bij gelijk eindkaligetal op de bemeste grond toch een gunstiger kalivoorziening zal hebben aangetroffen.

Als een voorbeeld hiervan zij verwezen naar fig. 15 in § 9 (pag. 434). Het eindkaligetal van het onbemeste object van het daar behandelde proefveld, Pr. 125, verschilt slechts 1 van dat van het met 60 kg K_2O /ha bemeste object. Het verschil tijdens de geheele groeiperiode is echter, blijkens de figuur, veel grooter geweest. Dit groote verschil tijdens de groei is verantwoordelijk voor het aanzienlijke verschil in opbrengst, dat op beide objecten resp. 203 en 312 q/ha bedroeg.

Om aan deze moeilijkheid te ontkomen, zou men daarom beter de beginttoestand kunnen beschouwen, de kalivoorziening dus die voorkomt voor de aanvang van de groeiperiode, doch na de bemesting. Het bezwaar hiertegen is, dat er gewoonlijk kort na de bemesting geen grondmonsters genomen zijn; het aantal gevallen, waarin dit wel gebeurd is, is nog te klein om deze gezamenlijk te beschouwen. Het is echter mogelijk zich op andere wijze te behelpen, en wel door voor het kaligetal bij aanvang van de groeiperiode een berekend „beginkaligetal” aan te nemen, dat uit het oorspronkelijke kaligetal en de toegediende hoeveelheid kalimest berekend wordt. Om dit te kunnen doen is het noodig het reeds eerder genoemde begrip *eenheid kaligetal*, of kortweg *kalieenheid* toe te passen. Zoodanig al gezegd is, wordt onder de kalieenheid die hoeveelheid kali verstaan, welke theoretisch benodigd is om het kaligetal van de bouwvoor van 1 ha met een te doen stijgen. In het voorjaar heeft de grond vóór de bemesting een zekere kalivoorziening, welke bij ruwe benadering nog wel aan die in het voorafgaande najaar, waarin gewoonlijk de bemonstering van de grond heeft plaats gehad, gelijk te stellen is. Wel kan in de wintermaanden de uitspoeling door het regenwater een zekere beteekenis hebben, maar wanneer het kaligetal in het najaar niet uitzonderlijk hoog was, en toen geen kalimest is toegevoegd, mag men deze wel buiten rekening

Fig. 4. Het verband tusschen het kaligetal na de oogst en de opbrengst aan hooi (1e snede) op zandgrond:

a. op niet met kali bemeste, b. op met 80 kg K_2O /ha bemeste grond.

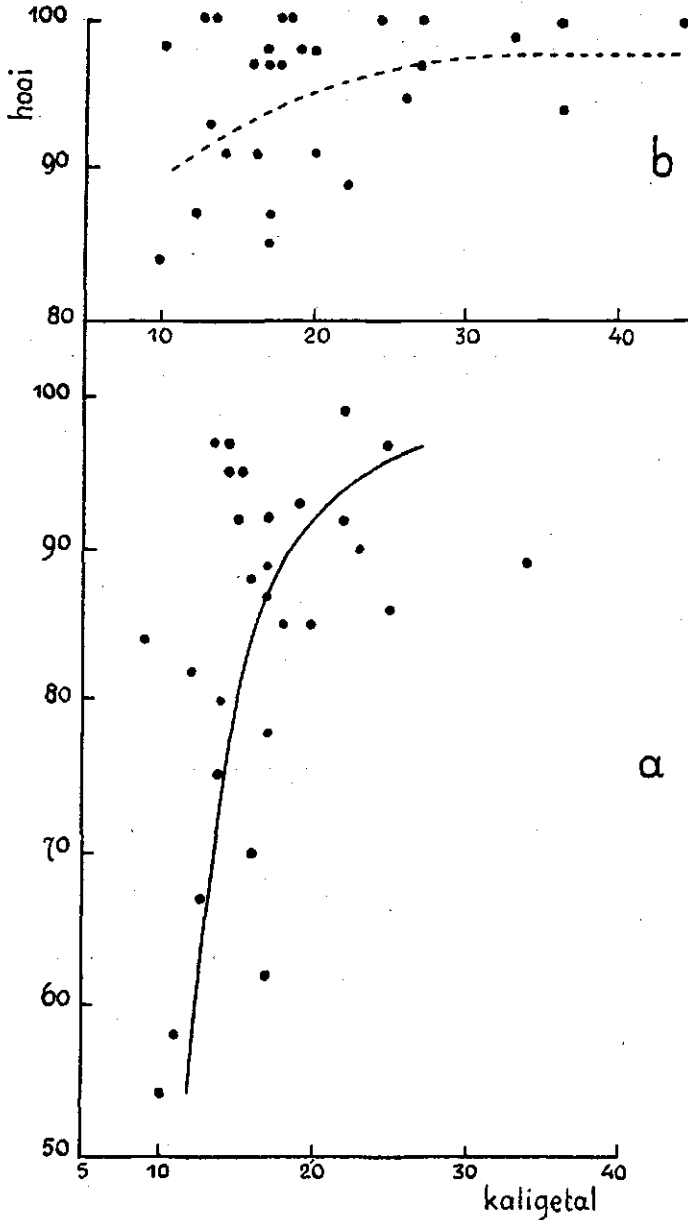


Abb. 4. Die Beziehung zwischen der nach der Ernte bestimmten Kalizahl und dem Heuertrag auf Sandboden:

a. ohne Kali, b. mit 80 kg K_2O /ha.

laten. Met de bemesting, die op de te bespreken proefvelden gewoonlijk in het voorjaar werd gegeven, wordt opnieuw een zeker aantal kalieenheden aan de grond toegevoegd, namelijk het aantal toegevoegde kg K_2O /ha gedeeld door de kalieenheid. Door dit quotient bij het aantal reeds aanwezige kalieenheden op te tellen, vindt men dan het aantal kalieenheden, dat bij benadering onmiddellijk na de bemesting in de bouwvoor aanwezig is. Eenige voorbeelden zullen duidelijk maken, dat het aantal berekende kalieenheden gewoonlijk voor het grootste gedeelte bij een grondonderzoek, dat kort na de bemesting uitgevoerd wordt, wordt teruggevonden. Bij de berekening van de kalieenheid is in de eerste twee voorbeelden het volumegewicht van de bezakte bouwvoor genomen, in de volgende voorbeelden was dit niet bekend en werd het volumegewicht van het grondmonster genomen. Gewoonlijk zijn beide waarden niet geheel gelijk. Verder moet opgemerkt worden, dat bij deze proeven het kaligetal vlak voor de bemesting is bepaald en niet in het voorafgaande najaar, zoodat uitspoeling of vastlegging in de voorafgaande winter niet in het spel is.

Voorbeeld 1. Vakkenproef, genomen in het voorjaar van 1935, met onbegroeide dalgrond van Pr. 3 en zandgrond van Pr. 4. Er zijn van elke grondsoort 4 vakken aangelegd, waarvan er 3 met 300 kg kali/ha bemest werden in verschillende vorm (hiertusschen bestond weinig verschil, zoodat hier het gemiddelde gegeven wordt). De bouwvoor was 19 cm dik (zie tabel 1).

TABEL 1.

Invloed van de bemesting, uitgedrukt in kalieenheden, op het kaligetal.

Einfluss der Düngung (300 kg/ha) in Kalieinheiten auf die Kalizahl in einem Topfversuch.

	Grond van Pr. 3, dalgrond. <i>Moorkolonialer Boden.</i>		Grond van Pr. 4, zandgrond. <i>Sandboden.</i>	
	Onbemest. <i>Ohne Kali.</i>	Bemest. <i>Mit Kali.</i>	Onbemest. <i>Ohne Kali.</i>	Bemest. <i>Mit Kali.</i>
Begintoestand <i>Anfangskalizahl</i>	22,5	22,5	19,5	19,5
Toegevoegd <i>Zugefügte Kalieinheiten</i>	0	21,3	0	22,5
Som <i>Summe</i>	22,5	43,8	19,5	42
Na 50 dagen bepaald <i>Nach 50 Tagen bestimmt</i>	18	40	17	39

De overeenstemming tusschen het berekende en het gevondene is bij deze vakkenproef zeer goed.

Minder nauwkeurig zal het uiteraard op het veld zijn, waar de bouwvoordikte, het humusgehalte en het volumegewicht plaatselijk verschillen.

Voorbeeld 2. Kaliproef, op een onbegroeid veldje van Pr. 3 op dalgrond en Pr. 4 op zandgrond. Het veldje is in vieren verdeeld, 3 deelen werden bemest met 300 kg K_2O /ha, eveneens in verschillende vorm. De bouwvoordikte is 10,5 resp. 20 cm. (zie tabel 2).

TABEL 2.

Invloed van de bemesting, uitgedrukt in kalieenheden, op het kaligetel.
Einfluss der Düngung in Kalieinheiten (in kg = 300 kg/ha) auf die Kalizahl in einem Feldversuch.

	Pr. 3, dalgrond. <i>Moorkolonialer Boden.</i>		Pr. 4, zandgrond. <i>Sandboden.</i>	
	Onbemest. <i>Ohne Kali.</i>	Bemest. <i>Mit Kali.</i>	Onbemest. <i>Ohne Kali.</i>	Bemest. <i>Mit Kali.</i>
Begintoestand <i>Anfangskalizahl</i>	23	23,5	20,5	23
Toegevoegd. <i>Zugefügte Kalieinheiten</i>	0	38,5	0	21,5
Som <i>Summe</i>	23	62	20,5	44,5
Na 35 dagen bepaald <i>Nach 35 Tagen bestimmt</i>	23	72,5	22	51,5
Na 75 dagen bepaald <i>Nach 75 Tagen bestimmt</i>	26	56	21	43

Het aantal kalieenheden wordt na 35 dagen behoorlijk teruggevonden, zelfs is het gevonden getal iets te hoog, hetgeen toe te schrijven zal zijn aan de berekeningsfout, de bepalingsfout, enz. Na 75 dagen is het kaligetel, vermoedelijk ten gevolge van uitspoeling, reeds aanmerkelijk verlaagd.

Enkele andere voorbeelden noemen wij nog in het kort.

Pr. 266, EBELS, Veelerveen, zandgrond, 1935; vóór bemesting 28,5, theoretisch na bemesting 43,5 eenheden; na 43 dagen bepaald kaligetel = 43.

Pr. 100, Proefboerderij te Emmercompascuum, zeer nieuwe dalgrond '35.
 bepaald vóór bemesting 13 14 20 26 34 34
 theoretisch na bemesting 13 24 40 56 74 84
 bepaald na 63 dagen 12 20 36 52 54 70

Pr. 125, KRUIZINGA, Noordlaren, eschgrond 1934.

bepaald vóór bemesting	14	14,5	16,5	18
theoretisch na bemesting	14	20,5	28,5	42
bepaald na 38 dagen	12,5	16,5	22	36
bepaald na 52 dagen	13	18	20	33

In het laatste voorbeeld is de overeenstemming tusschen het theoretisch verwachte en het werkelijk bepaalde minder mooi, in de beide voorgaande is het vrij bevredigend. Van verdere voorbeelden zal afgezien worden.

Uit deze voorbeelden blijkt, dat het als kunstmest toegediende kali op zand- en dalgronden bij ruwe benadering in een eenmalig extract, d.w.z. in het kaligetal, wordt weergevonden. Dit resultaat wettigt dus het gebruikmaken van de som van het aantal toegevoegde kalieenheden en het kaligetal als maatstaf voor de kalivoorziening onmiddellijk na de bemesting.

Door uitspoeling en onttrekking door het gewas zal de kalivoorziening, die onmiddellijk na de bemesting voorkomt, gaandeweg verminderen, tot eindelijk de toestand bereikt is, die bij de na de oogst genomen grondmonsters wordt bepaald. Het beginkaligetal is daarom evenmin kenmerkend te achten voor de kalivoorziening, waarmede het zich ontwikkelende gewas in hoofdzaak te maken heeft. Veeleer komt het gemiddelde van de hoeveelheden, die voor het begin en na afloop van de groeiperiode beschikbaar zijn, in aanmerking om met de opbrengst in verband gebracht te worden. Dit gemiddelde van het berekende beginkaligetal na de bemesting en het werkelijk bepaalde eindkaligetal na de oogst geeft een kalivoorziening weer, die door het gewas tijdens de ontwikkeling gepasseerd zal worden; dit berekende „middenkaligetal” kan daarom als een vervanging dienen voor het meestal niet bepaalde kaligetal tijdens de groeiperiode.

De vraag of het berekende middenkaligetal inderdaad op eenigszins behoorlijke wijze overeenstemt met een tijdens de groei bepaald kaligetal wordt in fig. 5 aan het aanwezige feitenmateriaal getoetst.

Fig. 5 toont duidelijk, dat het willekeurig gekozen gemiddelde van berekende begin- en bepaald eindkaligetal meestal op behoorlijke wijze overeenkomt met de tusschen 27 Mei en 21 Juni werkelijk bepaalde kaligetallen, en dat het gebruik van het middenkaligetal als maatstaf voor de kalivoorziening, waarmee het zich ontwikkelende gewas te maken heeft, wel geoorloofd is. Men bedenke hierbij, dat de kalivoorziening tijdens de groeiperiode snel kan veranderen, zoodat het gebruik maken van het middenkaligetal niet willekeuriger is dan dat van een eenmaal tijdens de groei bepaald getal. Beter zou het natuurlijk zijn het kaligetal tijdens de groei eenige malen te bepalen, maar hieromtrent zijn nog te weinig gegevens beschikbaar.

Opgemerkt moet nog worden, dat er bij de berekening van het kaligetal verondersteld wordt, dat het toegevoegde kali geheel aan de bouwvoor ten goede komt, en bij grasland aan de zodelaag 0—5 cm. In het eerste geval

Fig. 5.

Het verband tusschen het berekende „middenkaligetal” en het tijdens de groei omstreeks de eerste helft van Juni werkelijk bepaalde kaligetal op bouwland.

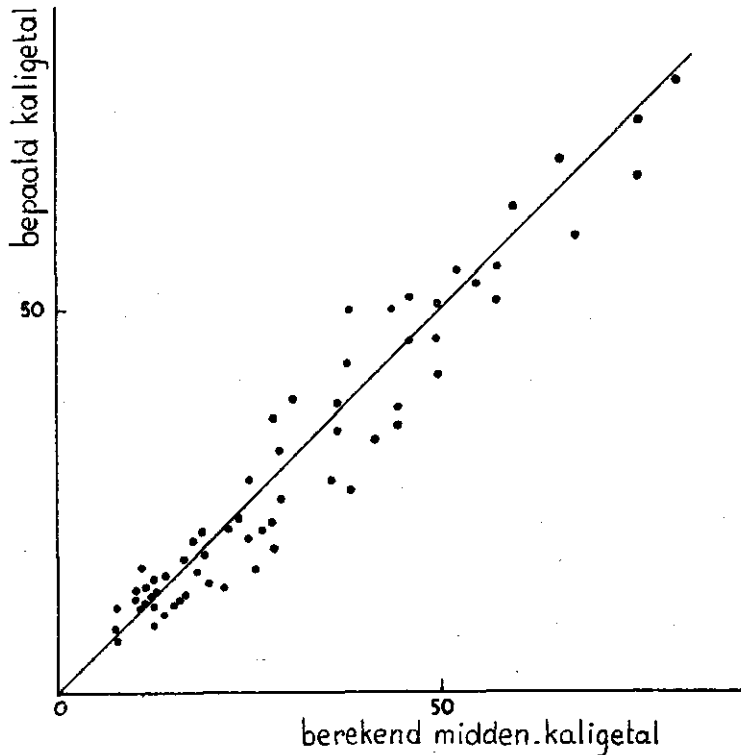


Abb. 5.

Die Beziehung zwischen der berechneten „Mittelkalizahl” und der während des Wachstums im Anfang Juni bestimmten Kalizahl auf Bauland (Abszisse berechnete, Ordinate bestimmte Zahl).

leidt dit blijkens de bovengenoemde voorbeelden niet tot ernstige afwijkingen. In het laatste geval lijkt deze veronderstelling gewaagder, omdat het kali in de bodem bewegelijk is en gemakkelijk met het regenwater in diepere lagen terecht kan komen. Bovendien zijn ons van grasland nog geen gegevens bekend over het verband tusschen de berekende en het werkelijke kaligetal van de grond tijdens de groeiperiode van het gewas. Hier kan tegenover gesteld worden dat, tenzij vastlegging van het kali in onuitwisselbare vorm een groote rol speelt, hetgeen op zandgronden wel meestal niet het geval

zal zijn, een groot gedeelte van het toegevoegde kali in de betrekkelijk korte tijd, die tusschen de voorjaarsbemesting en de aanvang van de groeiperiode verloopt, wel door de laag 0—5 cm in uitwisselbare of vrije vorm vastgehouden zal worden. Het gedeelte, dat toch reeds in een diepere laag is terecht gekomen, kan daarin naar alle waarschijnlijkheid in het korte tijdvak nog niet ver doorgedrongen zijn, zoodat het vermoedelijk grootendeels voor de plantenwortels toegankelijk zal zijn.

Het verband tusschen het middenkaligetal van onbemeste en bemeste grond en de opbrengst zou hier bestudeerd kunnen worden zonder onderscheid tusschen beide behandelingswijzen te maken, omdat in dit geval de bemesting in het kaligetal uitgedrukt wordt. Omdat het onzeker is of dit toegevoegde kali gelijk opneembaar is als het op onbemeste grond aanwezige bodemkali en om met de vorige figuren te kunnen vergelijken, zullen beide groepen van gegevens echter zoodanig uiteen gehouden worden, dat de cijfers, die op onbemeste grond betrekking hebben, in de volgende figuren door cirkeltjes, en die op bemeste grond slaan door stippen worden weergegeven.

De grond van talrijke proefvelden is niet geregeld jaarlijks onderzocht, hetgeen voor de berekening van het kaligetal tijdens de groeiperiode noodzakelijk is. Het aantal gegevens, dat ter beschikking staat, is dientengevolge betrekkelijk gering.

a. *Grasland op zandgrond.*

De gegevens zijn afkomstig van eenige Oost-Friesche en Oost-Overijsselsche proefvelden en van het kaliproefveld op de Proefboerderij te Heino, te weten: OF 9, '33, '34; OF 11, '33; OF 15, '34; PO 7, '31, '33; OO 7, '32, '33; OO 10, '32, '33; OO 12, '32; OO 20, '32, '33, dus van 8 proefvelden met totaal 13 proefjaren en 51 objecten.

Fig. 6 toont het verband, dat tusschen het berekende middenkaligetal en de opbrengst bestaat. Het blijkt dat de gegevens van onbemeste grond (cirkels) en die van bemeste grond (stippen) op bevredigende wijze bij elkaar aansluiten. Het verband tusschen het berekende middenkaligetal, dat de toestand tijdens de groei bij benadering weergeeft, en de opbrengst is veel nauwer, dan dat van een tevoren of een na de oogst bepaald kaligetal (vergelijk fig. 1 en 4) met de opbrengst. Dit resultaat beslist ten gunste van de veronderstelling, dat het kaligetal en de opbrengst op zichzelf wel nauw samenhangen, maar dat de in fig. 1 vastgestelde geringe samenhang een gevolg is van de snelle veranderingen, die in de kalivoorziening van de grond kunnen optreden. Een lang tevoren bepaald kaligetal kan daarom geen betrouwbare maatstaf zijn voor de kalivoorziening, waarmee het gewas te maken heeft. Dit resultaat is des te overtuigender, omdat het bij grasland

verkregen werd, waarbij de moeilijkheden van het onderzoek en de te verwachten fouten, zooals hierboven werd uiteengezet, veel grooter zijn dan bij proeven op bouwland.

Fig. 6.

Het verband tusschen een berekend middenkaligetal en de opbrengst aan hooi (1e snede) op zandgrond. Cirkels stellen de opbrengst van niet met kali bemeste grond voor, stippen de opbrengst van wel bemeste, kruisjes de opbrengst van bemeste grond, als deze lager is dan van een ander, met een geringere hoeveelheid bemest, object (de mogelijkheid bestaat dan, dat de geringere opbrengst een gevolg is van een te zware bemesting met kali).

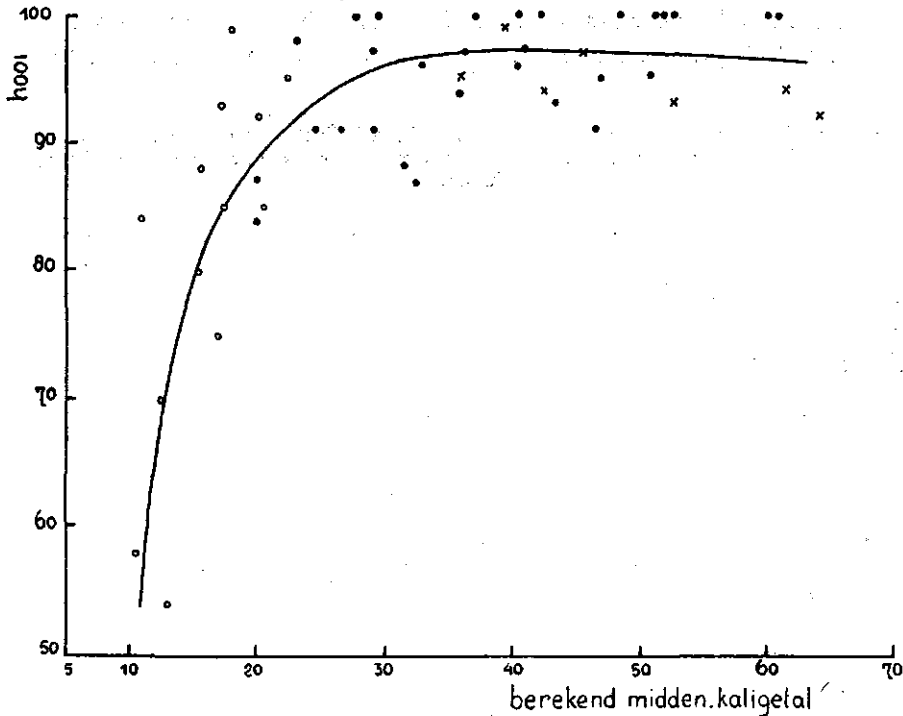


Abb. 6.

Die Beziehung zwischen der berechneten Mittelkalizahl und dem Heuertrag auf Sandboden. Kreis = ohne Kali; Tüpfel = mit Kalidüngung; Kreuz = ebenso mit Kali, der Ertrag ist jedoch kleiner als der einer mit wenigerem Kali gedüngten Parzelle.

Zooals uit de figuur is af te lezen moeten er tijdens de groei zeker 30—40 kalieenheden beschikbaar zijn om een maximale opbrengst te verzekeren.

De kruisjes in de figuren geven gevallen aan, waarin de opbrengst lager is dan van een van de minder bemeste objecten. Dit kan zoowel een geval zijn van een proeffout, als van te zware bemesting, die de opbrengst ongunstig beïnvloed kan hebben.

b. *Aardappelen op dalgrond.*

De volgende proefvelden leverden de gegevens: Pr. 8, '26, '30, '32; Pr. 9, '29, '31; Pr. 70, '31; Pr. 100, '33, '35; Pr. 267, '31, '33, '35; D 20, '32; D 21 tot en met 26, alle '32 en '33; ZGr. 1, '26, '28; WO 119, '32, '34; OO 63, '29, '30, '31, '32, '33, '34, '35.

Totaal dus 15 proefvelden met 34 jaren, waarvan van 11 stuks slechts het nulobject is gebruikt (proefvelden met 2 objecten), totaal 21 jaren. Er zijn dus slechts 4 proefvelden met meer dan 2 objecten, totaal met 13 jaren.

In fig. 7 is de opbrengst aan zetmeel tegen het berekende middenkaligetal uitgezet. Het gevonden verband is nauw. De opbrengsten van onbemeste

Fig. 7.

Het verband tusschen het berekende middenkaligetal en de opbrengst aan aardappelzetmeel op dalgrond. Beteekenis van de cirkels, stippen en kruisjes als in fig. 6.

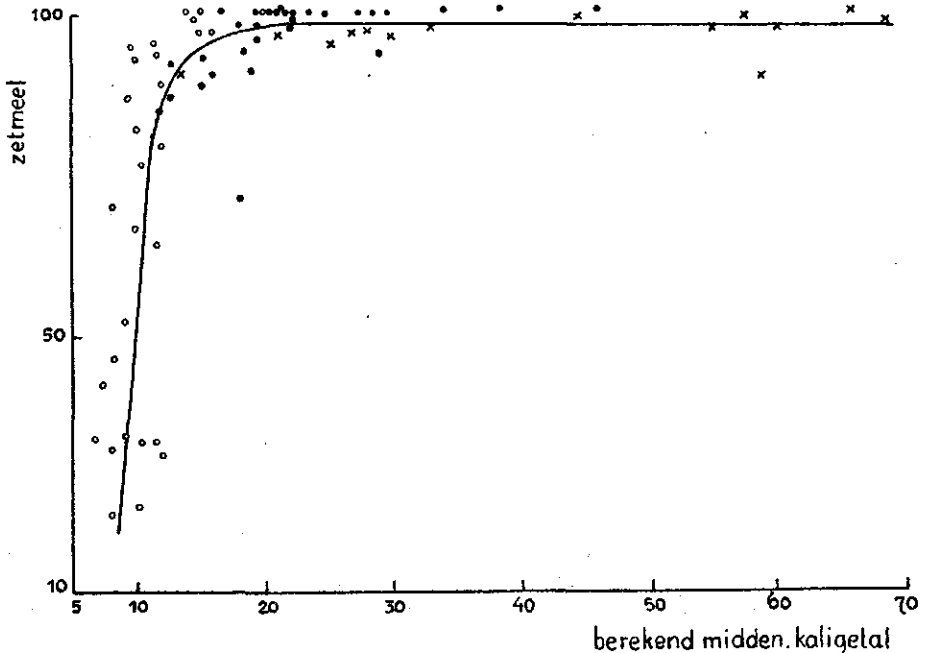


Abb. 7.

Die Beziehung zwischen der berechneten Mittelkalizahl und dem Stärkeertrag auf moorkolonialen Boden. Bedeutung der Kreisen, Tüpfeln und Kreuzen wie in Abb. 6.

(cirkels) en bemeste objecten (stippen) sluiten behoorlijk bij elkaar aan.

Het blijkt dat er in de groeiperiode minstens 20 kalieenheden beschikbaar moeten zijn, om een maximale opbrengst aan zetmeel te verkrijgen; voor

grootere zekerheid kan men deze grens beter op ongeveer 25 stellen. Een scherpe daling treedt in, als er minder dan 15 eenheden aanwezig zijn. Bij een te hooge kalivoorziening kan soms, zooals men weet, een daling van de zetmeelopbrengst intreden. Dat dit hier niet het geval is, is gedeeltelijk te verklaren door het gebruik van patentkali in plaats van kalizout op de besproken proefvelden.

c. *Aardappelen op zandgrond.*

De proefvelden, welke de gegevens leverden, zijn de volgende: Pr. 125, 33 en '34; Pr. 266, '34; Pr. 268, '34 en '35; WO 105, '34; OO 51, '30, '32, '34; OO 56, '32; OO 59, '32, '34; OO 61, '32; OO 64 B, '32, '33; NGe 63, '33; NGe 67, '34; NGe 73, '32; totaal dus 12 proefvelden en 18 jaren.

De uitkomsten zijn opgenomen in fig. 8. De opbrengst aan knollen wordt alleen beschouwd. De spreiding van de punten is iets grooter dan in fig. 7,

Fig. 8.

Het verband tusschen het berekende middenkaligetal en de opbrengst aan aardappelknollen op zandgrond. Beteekenis van de cirkels, stippen en kruisjes als in fig. 6.

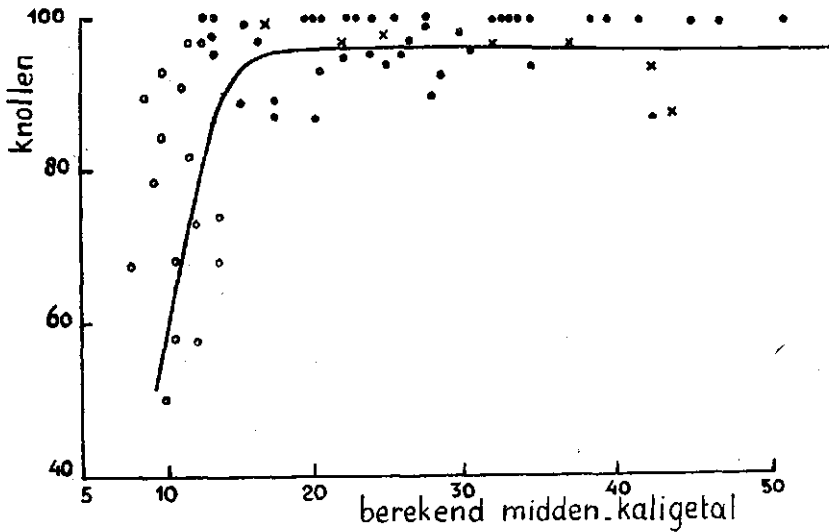


Abb. 8.

Die Beziehung zwischen der berechneten Mittelkalizahl und dem Kartoffelknollenertrag auf Sandboden. Bedeutung der Kreisen, Tüpfeln und Kreuzen wie in Abb. 6.

maar het beeld is in het algemeen hetzelfde. Het verband tusschen het middenkaligetal en de opbrengst blijkt dus ook op zandgrond tamelijk nauw te zijn.

De aanwezigheid van een 25 kalieenheden tijdens de groeiperiode is ook op deze grondsoort noodzakelijk, om een volle oogst met zekerheid te waarborgen.

7. De beteekenis van de verkregen resultaten voor het kalivraagstuk.

Uit de hierboven behandelde voorbeelden is gebleken dat, hoewel het verband tusschen de kalivoorziening en de opbrengst vrij nauw is en het kaligetal om deze reden als een betrouwbare maat zou kunnen dienen voor het kali, dat de planten ter beschikking staat, een in het voorafgaand najaar bepaald kaligetal toch geen voldoende betrouwbaar inzicht verleent over de kalivoorziening, waarmee het groeiende gewas in het volgende seizoen te maken heeft, aangezien de kalivoorziening merkbaar kan veranderen. Deze sterke schommelingen van het kaligetal zullen vaak een gevolg zijn van de betrekkelijke kleinheid van de kalieenheden, waardoor eenerzijds het aantal bij de bemesting toegediende kalieenheden groot is, anderzijds door uitspoeling en onttrekking door het gewas vele kalieenheden uit de bouwvoor verdwijnen. Bovendien kan aan de binding in moeilijk uitwisselbare vorm en omgekeerd aan het vrijkomen van vastgelegd kali, en aan het opstijgen van kali uit diepere lagen misschien ook beteekenis toekomen, zoodat de oorspronkelijke kalivoorziening zich spoedig in belangrijke mate zal kunnen wijzigen.

De resultaten, die op onbemeste grond werden verkregen, lijken de voorgaande bewering te weerleggen, daar in dat geval een vrij goede correlatie tusschen de opbrengst en het vooraf bepaalde kaligetal werd verkregen. Een reeds meerdere jaren niet bemeste grond is echter als een uitzonderingsgeval op te vatten, omdat de uitspoeling en de onttrekking door het gewas (die bovendien gedeeltelijk uit de ondergrond plaats vindt, en hier vermoedelijk in verhouding tot de opname uit de bouwvoor belangrijker is dan in geval de bouwvoor rijkelijk van kali voorzien is), op een min of meer uitgeputte grond betrekkelijk gering is. Daar er geen kali wordt toegediend, is het verklaarbaar, dat de kalivoorziening hier een vrij constant beeld vertoont, en slechts geleidelijk en langzaam afneemt.

De vraag werd nu gesteld, of een tijdens de groeitijd van het gewas bepaald kaligetal mogelijk beter in staat zal zijn een aanwijzing te geven of de kalivoorziening, welke het gewas aantreft, in orde is. Weliswaar zou een dergelijk kaligetal niet van dienst kunnen zijn bij de voorafgaande beraadslaging over de vraag, welke hoeveelheid kali in den vorm van kunstmest toegediend moet worden, maar de waarde van dit kaligetal zou hierin kunnen bestaan, dat men in staat zou zijn te beoordeelen, of de toegepaste hoeveelheid juist gekozen was. Deze werkwijze heeft dit bezwaar, dat het kaligetal tijdens de groei o.a. afhankelijk is van de tijd, die sedert de bemesting is verlopen, van de regenval

in dat tijdvak, het stadium van de ontwikkeling van het gewas, enz., zoodat geen nauwkeurig cijfer te verwachten is. VAN ITALLIE ¹⁾ vond dan ook, dat het kaligetal onder deze omstandigheden geen nauwkeurige aanwijzing over de kaligesteldheid van het gewas verleent, en dat aan een gewasanalyse in dit opzicht meer waarde toekomt.

Het blijkt dus, dat de waarde van een kaligetal maar betrekkelijk is, als dit zonder kennis van de omstandigheden moet worden beoordeeld. Zijn deze echter wel bekend, dan kan het kaligetal van waarde zijn bij de beoordeeling van de kalihuishouding.

In het algemeen zal bijvoorbeeld een kaligetal 20 in het najaar er op wijzen, dat de gebruikelijke kalibemesting voldoende is geweest. Dergelijke gevallen zullen echter verschillend beoordeeld moeten worden naar gelang de grond arm of rijk aan humus is. In het eerste geval is de kalivoorziening veel veranderlijker, de bodemreserve is geringer, en er dreigt eerder tekort aan kali; anderzijds is het gevaar van schade aan het gewas door een te sterk stijgen van de kalivoorziening ook grooter.

Voorts zal dit kaligetal in verband moeten worden beschouwd met de grootte van de voorafgaande bemestingen; er zal op gelet moeten worden, of tevoren een veel of weinig verbruikend gewas is verbouwd. Beide factoren bepalen mede de grootte van het kaligetal na de oogst. Wanneer er bijvoorbeeld gedurende eenige jaren op de kalibemesting bezuinigd is geweest en het kaligetal nochtans voldoende is gebleken, dan zal dit geen zekerheid geven, dat de kleinere dosis van de laatste jaren ook voor de toekomst voldoende zal zijn, de kalivoorziening kan immers achteruitgaande wezen.

De andere genoemde factor, de onttrekking door het tevoren verbouwde gewas, kan een vrij groote invloed uitoefenen. Dit zal duidelijk blijken bij de bespreking van Pr. 100 in § 8, waar aangetoond wordt dat het kaligetal bij gelijke bemesting aanmerkelijk lager is na verbouw van aardappelen, dan na verbouw van het minder opnemende graangewas.

De genoemde mogelijkheid, dat de kalivoorziening zich in een dalende lijn bevindt, brengt de wenschelijkheid mee het kaligetal geregeld te laten controleeren, waardoor tevens een vollediger inzicht kan worden verkregen in de doelmatigheid van de gebruikelijke kalibemesting. Een dergelijke controle zou met een interval van eenige jaren onder zooveel mogelijk gelijke omstandigheden plaats moeten hebben, o.a. bij voorkeur na de verbouw van hetzelfde gewas als tevoren.

Als de kalivoorziening van een grond min of meer bekend is, zal het mogelijk zijn op een kalivoorziening aan te sturen, waarbij het gewas een

¹⁾ Dr. TH. B. VAN ITALLIE, De kalihuishouding bij aardappelen. *Landbouwkundig Tijdschrift* 47, 697 (1935).

optimale kaligesteldheid ¹⁾ aantreft. Het is uit de grafieken 6—8 gebleken, dat aardappelen voor een volledige oogst in deze periode minstens 20—25 kalieenheden behoeven; voor tarwe en rogge is dit vermoedelijk even veel (zie § 8); grasland bleek in de zodelaag (0—5 cm) ongeveer 40 eenheden noodig te hebben. Om deze hoeveelheden te bereiken zal men meer moeten geven dan de rekensom leert: uit het voorgaande bleek, dat de gewenschte toestand bij ruwe benadering bereikt kan worden door twee maal het verschil in kalieenheden tusschen het gewenschte kaligetal en het gemiddelde van de kaligetallen voor de bemesting en na de oogst toe te dienen. Aangezien het eind-kaligetal niet bekend is, zal dit aan de hand van vroegere ervaring met de betreffende grondsoort geschat moeten worden. Op grondsoorten, waar de kalivoorziening niet erg schommelt, zal men bij een normale bemesting het eind-kaligetal aan het begin-kaligetal gelijk kunnen stellen, en dus op een bemesting met kali aan kunnen sturen, die gelijk is aan twee maal het verschil in kalieenheden tusschen gewenscht en bepaald kaligetal.

Het behoeft tenslotte geen betoog, dat met het bovenstaande niet meer dan een richtsnoer aangegeven is, dat bij de oplossing van de vraag, welke kalibemesting op een bepaalde grondsoort bij een gegeven kaligetal het doelmatigst is te achten, wellicht van dienst kan zijn.

8. Het verloop van het kaligetal bij toepassing van jaarlijkse bemesting van verschillende grootte.

In deze paragraaf wordt de vraag behandeld, welke kalivoorziening op bepaalde grondsoorten in het verloop van een aantal jaren het gunstigst is gebleken, en welke jaarlijkse kaligift noodzakelijk is om deze gunstige toestand te behouden of te bereiken. Zeer geschikt om dit vraagstuk te bestudeeren zijn enkele groote meerjarige kali-hoeveelheden-proefvelden met verscheidene objecten, waar de grond jaarlijks op ongeveer hetzelfde tijdstip (na de oogst) op het kaligetal is onderzocht.

A. *Bouwland-proefvelden op dalgrond.*

1. *Pr. 100, liggende op perceel 12 van de Proefboerderij te Emmer-compascuum.* Het proefveld is aangelegd in 1931 op in de herfst van 1929 ontgonnen dalgrond. Het humusgehalte is 4,6 %, de bouwvoor is 10 cm dik, de kalieenheid bedraagt slechts 6 kg. Het kaligetal is voor de aanleg niet

¹⁾ Onder kaligesteldheid is te verstaan de voorziening met kali, zoals de plant zelf die ondervindt. Zie voor volledige definitie van het begrip: O. DE VRIES, Toestand, getal en gesteldheid. *Korte Mededeeling van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen*, n°. 30, *Nieuwe Veldbode* 6 Juli 1934, n°. 42.

bepaald, maar kan waarschijnlijk geschat worden op 14 à 15 in 1930. Er zijn 6 objecten, waarop het kali in verschillende hoeveelheden, voor aardappelen in de vorm van patentkali, voor granen als kalizout 40 %, gegeven wordt.

Fig. 9 vertoont het verloop van het kaligetal in het najaar van de zes objecten vanaf 1930 tot en met 1935. Er zijn groote verschillen bereikt. Het

Fig. 9.

Het verloop van de kaligetallen op de met verschillende hoeveelheden kali bemeste objecten van een kaliproefveld (Pr 100) op een zeer nieuwe, humusarme dalgrond van 1931—1935. De begintoestand in 1930 is geschat. De cijfers bij de lijnen duiden de grootte van de jaarlijkse kaligift aan.

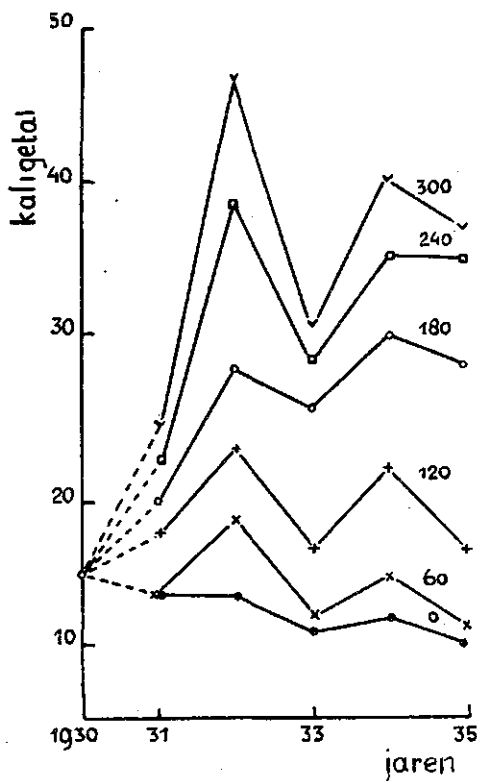


Abb. 9.

Der Verlauf der Kalizahlen auf einem mit verschiedenen Kalimengen gedüngten, eben urbar gemachten, humusarmen Moorkolonialen Boden (Humus 4,6 %, Kalieinheit 6 kg) von 1931—1935. Die Zahlen deuten die jährliche Kalidüngung (in kg/ha) an.

kaligetal van het onbemeste object is langzaam afgenomen. Dat van het object met 60 kg K_2O /ha is meestal iets hooger, maar is eveneens lager dan de uitgangstoestand geworden. Betrekkelijk constant is het kaligetal op het

object met 120 kg. Op de zwaarder bemeste objecten is het kaligetal belangrijk toegenomen.

Alle krommen vertoonen een opmerkelijke top in de herfst der jaren 1932 en 1934, waarin graan verbouwd werd, ten bewijze dat de granen veel minder kali onttrokken dan de aardappelen in de andere jaren. Het kaligetal is daarentegen op het einde van de aardappeljaren 1933 en 1935 op alle objecten lager geworden, zelfs ondanks de groote kaligift op de zwaarst bemeste objecten.

In tabel 3 zijn de opbrengstcijfers vermeld van de objecten in procenten van het meest opbrengende object. De opbrengst van de aardappelen is vermeld als zetmeel, die van de granen uitsluitend als korrel (de stroopbrengstcijfers verschillen hiervan weinig).

TABEL 3.

Opbrengsten van de objecten van Pr. 100 in procenten van de hoogste opbrengst over zes jaren.

Erträge in Prozenten des Höchstertrags bei verschiedener Kalidüngung auf eben urbar gemachten Moorboden.

Gewas. <i>Gewachs.</i>	Jaar. <i>Jahr.</i>	Jaarlijksche bemesting in kg K ₂ O/ha. <i>Jährliche Düngung in kg/K₂O/ha.</i>					
		0	60	120	180	240	300
Aardappelen, Triumf.	1931	52	76	90	93	96	100
<i>Kartoffeln</i>							
„ „ Thorbecke	1933	32	91	100	99	98	98
„ „ „	1935	29	72	94	100	97	100
Aardappelen, zetmeel	gem.	38	80	95	97	97	99
<i>Kartoffeln, Stärke</i>	van 3 jaren						
Rogge, Petkuser	1932	46	87	95	98	100	98
<i>Roggen</i>							
Tarwe, Juliana	1934	51	76	97	94	97	100
<i>Weizen</i>							
Granen, korrel	gem.	48,5	81,5	96	96	98,5	99
<i>Getreide, Korn</i>	van 2 jaren						
Alle gewassen totaal	gem.	42	80	95	97	98	99
<i>Alle Gewächse total</i>	van 5 jaren						

De grootste kalibemesting heeft de hoogste opbrengsten gegeven. Hierbij moet bedacht worden, dat het kali in de vorm van patentkali werd gegeven, en dat daardoor de daling van het zetmeelgehalte, welke bij aardappelen gewoonlijk bij zware kalibemestingen optreedt, slechts gering is, en geheel door een grootere knol-opbrengst wordt gecompenseerd. Zou er met kalizout bemest zijn, dan zou de hoogste zetmeelopbrengst vermoedelijk bij een geringere kalibemesting gevonden zijn.

Een bemesting met 120 kg K₂O, dat is hier 20 kalieenheden, bleek de

kalivoorziening op ongeveer dezelfde hoogte te kunnen houden. De ont-trekking door het gewas bedroeg in 1932 op dit object 65 kg, niet onttrokken zijn dus 55 kg = 9 eenheden. Het kaligetal bleek in het najaar 6 eenheden gestegen te zijn. In 1933 was de ont-trekking 184 kg, dus 64 kg = 11 eenheden meer dan toegevoegd waren. Het kaligetal is 7 eenheden gedaald. De balans klopt op dit object dus vrij behoorlijk.

De bemesting met 120 kg schijnt bovendien voldoende te zijn om een behoorlijke oogst te verzekeren: de opbrengst is over 5 jaren gerekend slechts 4 % onder de hoogste (echter aan stroo 6 % en aan aardappelknollen 11 %). Er vindt geen luxeconsumptie van kali plaats. Dit blijkt b.v. uit het kali-gehalte van de knollen in 1933, dat 1,90 % bedraagt tegen resp. 2,23, 2,45 en 2,54 % op de zwaarder bemeste objecten. Niettemin wijzen de stroo- en knol-opbrengsteijfers op een tamelijk krappe kalivoorziening van het gewas, en een bij gelegenheid optreden van erger kaligebrek behoort op dit object geenszins tot de onmogelijkheden.

Het aantal kalieenheden, dat in de groeiperiode op dit object aanwezig was, kunnen wij schatten door, evenals hierboven reeds werd uitgevoerd, het gemiddelde van het vóór en na de groei in de grond aanwezige aantal kalieenheden te berekenen. Voor de opeenvolgende jaren wordt resp. 26, 30, 30, 29 en 29 gevonden. Dit aantal zou volgens fig. 7 ruim voldoende moeten zijn. Bij dit proefveld is dit aantal echter vrij krap; dit moet ongetwijfeld toegeschreven worden aan de kleinheid van de kalieenheid, welke factor in een vrij extreem geval als dit, een dunne en humusarme bouwvoor, niet te verwaarloozen is.

De luxeconsumptie en de uitspoeling van kali zijn oorzaak, dat de kali-getallen van de zwaarst bemeste objecten (240 en 300 kg) slechts vrij weinig boven die van het met 180 kg bemeste object uitkomen. De ont-trekking door het gewas bedroeg op het object met 300 kg in 1932 3 kg en in 1933 28 kg meer dan op het object met 180 kg; dit is op een jaarlijksch verschil van 120 kg meer toegediende kali maar weinig; de rest zal grotendeels door uitspoeling naar dieper gelegen lagen verplaatst worden, zij wordt slechts voor een klein deel door deze dunne en humusarme bouwvoor vastgehouden. Het verschil in kaligetal tusschen de objecten met 300 en 180 kg bedraagt in 1935 slechts 9 eenheden, hetgeen beteekent dat op het zwaarder bemeste object na 5 jaar per ha slechts 54 kg K_2O in de bouwvoor meer aanwezig zijn dan op het andere object. Een jaarlijksche bemesting grooter dan 180 kg/ha is op deze grond dus ongetwijfeld verkwistend.

De aandacht dient er nog op gevestigd te worden, dat de opbrengsteijfers van de granen analoog verlopen aan die van de aardappelen. De kalivoorziening was bij aanvang van een jaar waarin aardappels verbouwd werden steeds gunstiger dan bij een graanjaar; hier staat tegenover, dat aardappelen

meer kali onttrekken en de kalivoorziening tijdens de ontwikkeling snel zullen doen dalen, zoodat het eindkaligetal belangrijk lager is dan na verbouw van graan. De gemiddelde kalivoorziening tijdens de groei is dus in beide gevallen ongeveer gelijk te stellen. Hieruit volgt (waarop in § 5*d* reeds gezinspeeld is), *dat granen even gevoelig op kaligebrek reageeren als aardappelen.*

2. OO 63, *Centraal proefveld de Krim.* Het proefveld is in 1924 aangelegd op ongeveer 25-jarige dalgrond. Het humusgehalte is hoog, ruim 18 %. De kali-eenheid is groot en bedraagt 25 kg op de Noordelijke en 26 kg op de Zuidelijke helft. Beide helften worden afwisselend met aardappelen en graan bebouwd. Er zijn verschillende objecten, die gedeeltelijk met patentkali, gedeeltelijk met kalizout in verschillende hoeveelheden zijn bemest. De jaarlijksche kaligetalbepaling per object is begonnen in 1927.

a. In fig. 10 is het verloop van het kaligetal in het najaar op de Noordelijke helft afgebeeld. De objecten met 60 kg K_2O /ha aan aardappelen en 40 kg aan graan, 120 resp. 80 kg, 240 resp. 160 kg, en geen kali aan aardappelen maar 400 kg aan het graan, zijn in de figuur opgenomen. De 3 eerste objecten kregen het kali in de vorm van patentkali, het laatste als kalizout toegediend. Het object 60/40 werd tot en met 1928 niet met kali bemest.

Het valt op, dat het kaligetal op de objecten 60/40 en 120/80 in een reeks van jaren vrijwel constant blijft. Dat het kaligetal van het object 60/40 reeds bij de eerste bepaling lager is, zal vermoedelijk een gevolg zijn van het weglaten van de kalibemesting op dit object tot en met 1928. Het kaligetal van het object 240/160 begint vanaf 1931 langzaam te stijgen.

Het beeld verschilt dus sterk van dat van Pr. 100 (fig. 9), waar de kaligetallen dadelijk vanaf de aanvang waaivormig uiteenloopen. De oorzaak van dit verschil ligt ongetwijfeld geheel, of voor een belangrijk deel, in de verschillende grootte van de kalieenheid, welke hier 25 kg, en op Pr. 100 6 kg bedraagt. Hierin is ook de reden te zoeken van het veel minder schommelende verloop van de lijnen; door het hoge humusgehalte is de grond van OO 63 veel meer „gebufferd” dan de humusarme grond van Pr. 100. Het zeer ongelijkmatig bemeste object 0/400 maakt hierop een uitzondering.

De onttrekking overtreft op het te weinig bemeste object de bemesting, maar in kalieenheden uitgedrukt is dit weinig. Zoo werd in de jaren 1931 en 1933 door 2 aardappeloogsten 217 kg K_2O onttrokken, terwijl 120 kg was toegediend. Het verschil van 97 kg bedraagt in eenheden uitgedrukt nog geen 4. Wanneer wij bedenken, dat er op een kaliarme bodem vermoedelijk relatief meer kali uit de ondergrond onttrokken zal worden dan op een kali-rijke, en er in de loop der jaren misschien kali uit minerale bestanddeelen ter beschikking zal komen, behoeft een tamelijk constant blijven van het kaligetal niet al te zeer te verwonderen.

Op het object 120/80 houden toediening en onttrekking elkaar nog niet geheel in evenwicht. Er werd voor de beide aardappelooftsten in 1931 en 1933 totaal toegediend 240 kg, er werd onttrokken 300 kg, een verschil dus van

Fig. 10.

Het verloop van de kaligetallen op de met verschillende hoeveelheden kali bemeste objecten van een kaliproefveld (00 63, Noord. helft) op een vrij nieuwe, humusrijke dalgrond van 1927—1935 (aanleg 1924). De cijfers links van de deelstreepjes in de figuur duiden de grootte van de kaligift bij aardappels, de cijfers rechts van die bij granen aan.

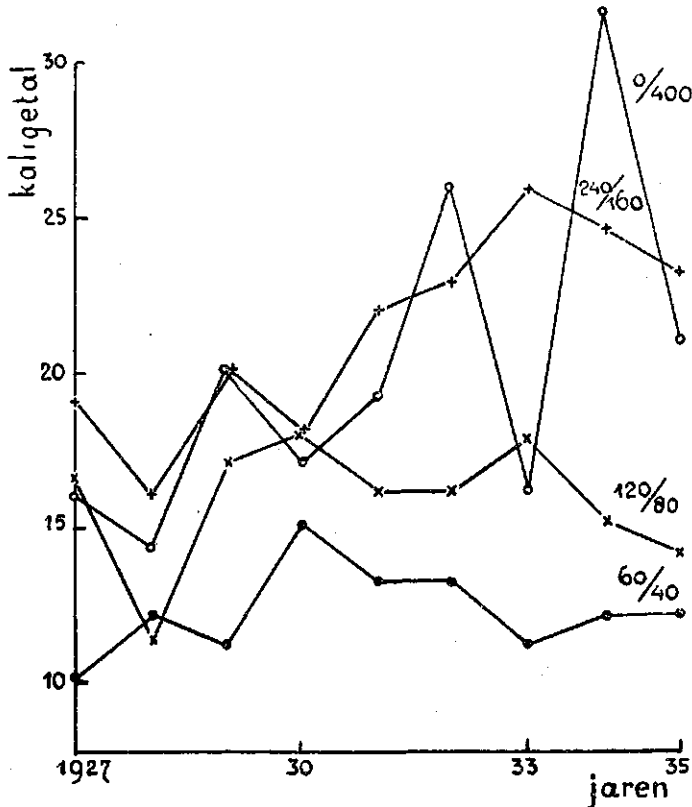


Abb. 10.

Der Verlauf der Kalizahlen auf einem mit verschiedenen Kalimengen gedüngten, humusreichen Moorkolonialen Boden (Humus 18 %, Kalieinheit 25 kg) von 1927—1935 (Anfang 1924). 60/40 bedeutet 60 kg/ha Kali bei Kartoffeln, 40 kg bei Getreide, u. s. w.

60 kg ofwel ruim 2 eenheden. Inderdaad is het kaligetel sedert 1929 met 2 eenheden afgenomen, en schijnt deze bemesting niet geheel voldoende te zijn; dergelijke kleine verschillen zijn echter moeilijk vast te stellen en niet geheel betrouwbaar.

Op het object met 240/160 kg overtreft de toediening de onttrekking, die in beide aardappeljaren 396 kg bedroeg, terwijl 480 kg, dat is 84 kg = ruim 3 eenheden meer werden toegediend. Ook de graangewassen in 1932 en 1934 zullen een rest overgelaten hebben, die op 4—5 eenheden te schatten is. Sedert 1930 steeg het kaligetetal van 18 tot 24½, d.i. 6½ eenheden, zoodat het kali-overschot wel ongeveer in de bouwvoor wordt teruggevonden. Dit zou er op kunnen wijzen, dat de uitspoeling op deze humusrijke dalgrond met 20 cm dikke bouwvoor een vrij ondergeschikte rol speelt.

Het object, dat 400 kg kali als kalizout bij granen krijgt, vertoont, zooals gezegd, sterke schommelingen van de kaligetallen als gevolg van de ongelijk verdeelde toediening. Het is merkwaardig, dat deze schommelingen voor 1932 weinig naar voren kwamen.

De opbrengsten als zetmeel en korrel van de 4 besproken objecten vanaf 1929, toen het kali-armste object voor het eerst weer bemest werd, zijn in tabel 4 bijeengebracht.

TABEL 4.

Opbrengsten van eenige objecten van OO 63 N. in procenten van de hoogste opbrengst over zes jaren.

Erträge in Prozenten des Höchstertrags bei verschiedener Kalidüngung auf Moorkolonialem Boden.

Gewas. Gewachs.	Jaar. Jahr.	Jaarlijksche bemesting in kg K ₂ O/ha. Jährliche Düngung in kg K ₂ O/ha.			
		Als Kali-magnesia.			Als Kalisalz. 0/400
		60/40	120/80	240/160	
Aardappelen, Thorbecke . . .	1929	92	100	100	98,5
<i>Kartoffeln</i>					
„ , Eigenheimer . . .	1931	89	100	95	97,5
„ , Eigenheimer + Thorb. tezamen	1933	90	100	96	97,5
„ , Eigenheimer + Thorb. tezamen	1935	83	91,5	100	98,5
Aardappelen, zetmeel	gem.	88,5	98	98	97,5
<i>Kartoffeln, Stärke</i>	van 4 jaren				
Rogge	1930	97	91	96	100
<i>Roggen</i>					
Tarwe	1934	68	90	92,5	100
<i>Weizen</i>					
Granen, korrels	gem.	82,5	90,5	94	100
<i>Getreide, Korn</i>	van 2 jaren				
Alle gewassen, totaal	gem.	86,5	95,5	96	98
<i>Alle Gewächse, total</i>	van 6 jaren				

Uit de cijfers blijkt, dat een bemesting met 120 kg kali in de vorm van patentkali voor aardappelen de hoogste opbrengsten heeft gegeven. Voor granen bleek 80 kg kali echter te weinig. De gevolgde wijze van bemesting, waarbij aan granen minder wordt gegeven dan aan aardappelen, heeft niet tot de hoogste opbrengsten geleid. Het object 0/400 leert, dat granen een hooge kalitoestand behoeven. Of een zwaardere bemesting bij granen echter rendabel is, zal geheel van de graan- en kaliprijzen afhankelijk zijn, en zal hier niet besproken worden. Het is dus duidelijk, evenals in het geval van Pr. 100, dat granen zeker niet met een geringere kalivoorziening kunnen volstaan, ook al nemen ze minder op. Ir. J. WIND kwam in het Verslag over 1928—1929¹⁾ op grond van de resultaten over het jaar 1928 met rogge tot de opvatting, dat aardappelen gevoeliger voor kaligebrek zijn dan granen. Door de latere cijfers (zie ook tabel 5) wordt deze conclusie dus weinig gesteund. Mogelijk is rogge echter minder gevoelig voor kaligebrek dan tarwe.

Het aantal kalieenheden, dat tijdens de groei voor het gewas ter beschikking stond op het meest opbrengende object met 120/80 kg K_2O /ha, is in de opeenvolgende jaren te schatten op: 15, 17, 19, 19½, 17½, 19½ en 18. Dit aantal ligt volgens fig. 7 dicht bij de grens waar kaligebrek kan optreden. Dat dit niettemin nooit optrad, is ook in dit geval aan de kalieenheid toe te schrijven, die hier zeer groot is, waardoor een snelle daling van het kaligetel voorkomen wordt.

b. Figuur 11 geeft een afbeelding van het verloop van de kaligetallen

Fig. 11.

Als fig. 10, echter de zuidelijke helft van het proefveld 00 63.

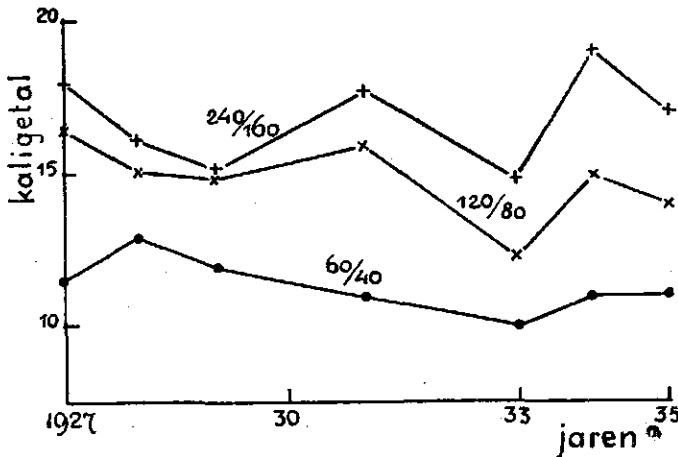


Abb. 11.

Wie in Abb. 10, jedoch der südliche Teil desselben Versuchsfeldes.

¹⁾ Zie Verslag van de Proefvelden in West- en Oost-Overijssel over de jaren 1928—1929, blz. 37.

op de Zuidelijke helft, dat van het verloop op de Noordelijke helft eenigszins afwijkt. Het kaligetal neemt op de objecten 60/40 en 120/80 langzaam af. De stijging van het kaligetal op het object 240/160 (die aanvankelijk, vermoedelijk als gevolg van een ongelijke begintoestand, zelfs lager is dan bij 120/80) verloopt langzamer dan op de andere helft.

De onttrekking door het gewas overtreft op het object 60/40 in de 3 laatste aardappeljaren en in het tarwejaar 1933 de toediening met 122 kg of $4\frac{1}{2}$ eenheden. Op het object 120/80 is de onttrekking 78 kg of 3 eenheden grooter dan de toediening. Op het object 240/160 is een overschot van 272 kg = $10\frac{1}{2}$ eenheden. Het overschot, resp. het tekort, komt hiet geheel in het verloop van de kaligetallen tot uiting; men moet dus hier wel concluderen, dat transport naar, of opname uit de ondergrond een grootere rol spelen, ofwel dat het moeilijk uitwisselbare kali van beteekenis is.

De eigenschappen van de grond van de Noordelijke en de Zuidelijke helft zijn dus niet in alle opzichten gelijk. Het is van belang er op te wijzen, dat VAN ITALIE op grond van een vergelijking van de chemische samenstelling van het gewas op beide proefveldhelften reeds tot een overeenkomstige conclusie gekomen is.

Tabel 5 (zie bladzijde 427) geeft de opbrengsten als zetmeel en korrel vanaf 1929.

Het blijkt, dat er voor het verkrijgen van de hoogste zetmeelopbrengst een zwaardere bemesting noodig is, dan op de andere helft van het proefveld, hetgeen dus in overeenstemming is met de resultaten van het grondonderzoek, dat aangewezen heeft dat de kalivoorziening van alle objecten op deze helft iets ongunstiger is. De opbrengstvermindering van aardappelen is op het minst bemeste object van deze helft eveneens grooter; dit verschil is bij de graanopbrengsten niet aanwezig.

Het blijkt hier opnieuw, dat aardappelen en granen ongeveer dezelfde gevoeligheid ten opzichte van de kalivoorziening bezitten. De gemiddelde opbrengsten van deze gewassen zijn namelijk op hetzelfde object vrijwel gelijk.

Het kaligetal is niet alle jaren bepaald, een berekening van het aantal tijdens de groeiperiode beschikbare kalieenheden blijft daarom achterwege.

3. *Vergelijking van de resultaten op de humusarme grond van Pr. 100 met die van de humusrijke grond van OO 63.* Een vergelijking van het verloop van de kaligetallen toont de groote beteekenis van het humusgehalte. Op de humusrijke grond zijn de schommelingen van de kaligetallen vrij gering, slechts bij toediening van zeer groote giften kan de kalivoorziening sterk veranderd worden (object 0/400). De onttrekking door het gewas heeft evenmin

op deze grond een duidelijke invloed op het kaligetal. Op de humusarme grond is de kalivoorziening daarentegen zeer veranderlijk, zoodat zelfs de aard van het tevoren verbouwde gewas in het verloop van het kaligetal te herkennen is.

TABEL 5.

Opbrengsten van eenige objecten van OO 63 Z. in procenten van de hoogste opbrengst over zeven jaren.

Erträge in Prozenten des Höchstertrags bei verschiedener Kalidüngung auf Moorkolonialem Boden.

Gewas. Gewachs.	Jaar. Jahr.	Jaarlijksche bemesting in kg K ₂ O/ha. Jährliche Düngung in kg K ₂ O/ha.			
		Als Kali-magnesia.			Als Kalisalz.
		60/40	120/80	240/160	0/400
Aardappelen, Thorbecke . . . Kartoffeln	1930	58	91	100	89
" , Thorb. + Eigen- heimer tezamen	1932	90	98	100	97
" , Thorb. + Eigen- heimer tezamen	1934	85	93	100	93
Aardappelen, zetmeel Kartoffeln Stärke	gem. van 3 jaren	78	94	100	93
Rogge	1929	93	100	97	100
Roggen	1931	74	92	94	100
Tarwe	1933	86	97	100	99
Weizen	1935	76	94	94	100
Granen, korrels	gem. van 4 jaren	82	96	96	100
Getreide, Korn					
Alle gewassen, totaal	gem. van 7 jaren	80	95	98	97
Alle Gewächse, total					

Op de humusrijke grond zijn voorts ongeveer 18 kalieenheden tijdens de groei als vrij voldoende te beschouwen, op de humusarme grond zijn 29 eenheden nauwelijks voldoende. De vroegere uitspraak (p. 415, 416), dat ongeveer 25 kalieenheden tijdens de groei beschikbaar moeten zijn voor een volledige oogst, geldt dus voor het gebied van de gronden met een middelmatig humusgehalte. Bij zeer humusrijke grond mag men iets lager, bij zeer humusarme grond moet men iets hoger rekenen.

B. Zandgrond.

1. OO 51, Centraal-proefveld te Markelo. Het kaliproefveld is in het voorjaar van 1928 aangelegd op eschgrond. Het humusgehalte bedraagt 7 %.

de kalieenheid 13 kg. Kali wordt in 3 hoeveelheden als kalizout en in 1 hoeveelheid als patentkali toegediend, bovendien is er een onbemest object. Het jaarlijksche kalionderzoek is in het najaar 1928 begonnen. Het proefveld is tevens fosforzuurproefveld. Er zijn 3 verschillende fosforzuurobjecten, waartusschen de opbrengstverschillen echter gering zijn, zoodat wij ze kunnen verwaarloozen. Elk kali-object bestaat dan uit niet minder dan 9 veldjes, en elk in fig. 11 afgebeeld punt geeft het gemiddelde van 9 bepalingen.

De fig. 12 vertoont het verloop van de kaligetallen, dat evenals bij Pr. 100

Fig. 12.

Het verloop van de kaligetallen op de met verschillende hoeveelheden kali bemeste objecten van een kaliproefveld (00 51) op oude eschgrond van 1928—1934.

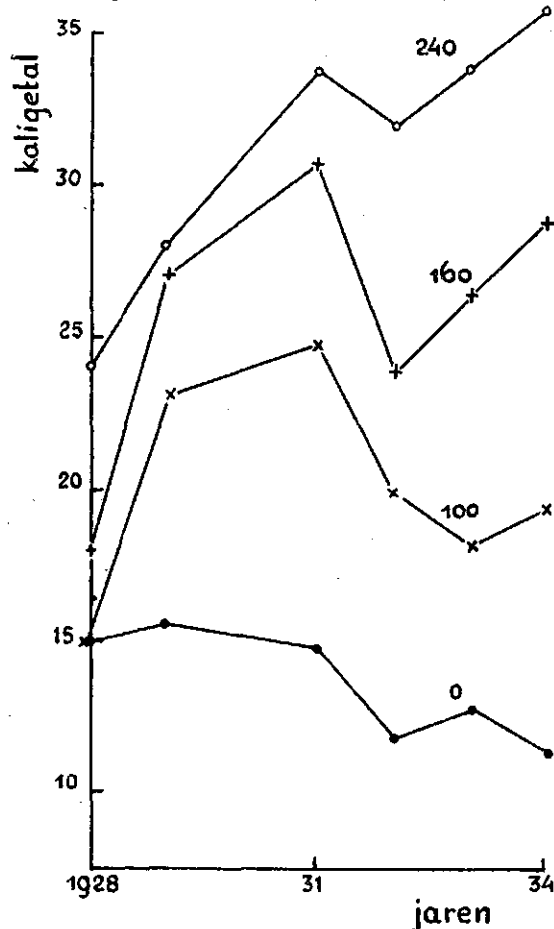


Abb. 12.

Der Verlauf der Kalizahlen auf einem mit verschiedenen Kalimengen gedüngten alten Sandboden (Humus 7 %, Kalieinheit 13 kg) von 1928—1934.

(fig. 9) waaiervormig is. Het kaligetel daalt langzaam op het object zonder kali, blijft ongeveer constant op dat met 100 kg K_2O , en stijgt, vooral sterk in de eerste jaren, bij de zwaarder bemeste objecten. Tot 1928 was jaarlijks met 140 kg/ha bemest; vermoed mag daarom worden, dat het kaligetel in het najaar 1928 door toevallige omstandigheden zoo laag is gevonden, en de stijging na dit jaar op de objecten met 100, 160 en 240 kg/ha waarschijnlijk min of meer irreëel is.

In 1932 werd het gewas geanalyseerd. De onttrekking door de aardappelen bedroeg op de objecten resp. 93, 170, 186 en 185 kg; behalve op het zwaarst bemeste object bedraagt ze meer dan de toegevoegde hoeveelheid. Niettemin daalt het kaligetel in dit jaar zelfs op het zwaarst bemeste object, en dit feit wijst op het gevaar van de uitspoeling op deze grond als de bemesting te ruim is. Hetzelfde blijkt uit de relatief te geringe stijging van het kaligetel op dit object, die vanaf 1929 $10\frac{1}{2}$ eenheden, overeenkomend met 133 kg K_2O , bedraagt, hoewel in 6 jaren 1440 kg is toegevoegd, waarvan zeker niet meer dan 1000 kg door het gewas zijn onttrokken.

Tabel 6 (zie bladzijde 430) geeft de opbrengsten vanaf 1930 in knollen en korrels (en zetmeel tusschen haakjes).

De opbrengst van het object met 100 kg kali in de vorm van kalizout 40 %, waar de kalivoorziening ongeveer gelijk gebleven is, is niet minder dan van de met een grootere hoeveelheid kalizout bemeste objecten. Daar het zetmeelgehalte hooger is, is er zelfs een grootere zetmeelopbrengst. Dit object wordt echter nog in alle opzichten overtroffen door dat met 160 kg in de vorm van patentkali, waarop het verloop van het kaligetel zeer weinig verschilt van het in de figuur afgebeelde object met kali als kalizout in gelijke hoeveelheid. Het schadelijke chlooreffect op het zetmeelgehalte blijft bij deze vorm van bemesting achterwege.

Het aantal kalieenheden, dat op het object met 100 kg kali tijdens de groei van het gewas aanwezig was, is in de opeenvolgende jaren te schatten op: 23, 28, 26, 23 en $22\frac{1}{2}$. Volgens fig. 8 is dit voldoende voor aardappelen.

2. *PO 1 Perceel 4, Proefboerderij te Heino.* Het proefveld ligt op een oude eschgrond; het humusgehalte van de grond bedraagt 6 %, de kalieenheid 14 kg. Er zijn 5 objecten, die met verschillende hoeveelheden kali in de vorm van patentkali bemest worden.

Fig. 13 (zie bladzijde 431) geeft het verloop van de kaligetallen vanaf 1929, en vertoont het waaiervormig uiteengaan van de kalivoorziening. Een jaarlijkshe bemesting met 160 kg kali/ha of ruim 11 eenheden blijkt de kalivoorziening van de grond op peil te houden, 120 kg/ha is misschien iets te weinig.

In 1931 en 1935 is stalmest toegediend, waarin resp. 93 en 120 kg kali

aanwezig was. Het herstel van de kaligetallen in 1935 is hier misschien aan toe te schrijven.

TABEL 6.

Opbrengsten van eenige objecten van OO 51 in procenten van de hoogste opbrengst over vijf jaren. Achter de gemiddelde opbrengsten is de gemiddelde opbrengst van zetmeel tusschen haakjes geplaatst.

Erträge in Prozenten des Höchstertrags (bei Düngung mit Kalisalz) bei verschiedener Kalidüngung auf Sandboden (Stärkeertrag eingeklammert).

Gewas. Gewachs.	Jaar. Jahr.	Jaarlijksche bemesting in kg K ₂ O/ha. Jährliche Düngung in kg K ₂ O/ha.				
		Als Kalisalz.				Als Kali- magnesia. 160
		0	100	160	240	
Aardappelen, Roode Star . . <i>Kartoffeln</i>	1930	92	100	95	97	103
" " " " . .	1932	78	100	99	93	105
" " " " . .	1934	68	92	94	100	101
Aardappelen, knollen (zetmeel) <i>Kartoffeln, Knollen (Stärke)</i>	gem. van 3 jaren	76 (81)	97 (99)	96 (90)	97 (90)	103 (104)
Rogge	1933	68	100	95	95	109
"	1935	82	98	100	94	96
Rogge, korrels <i>Roggen, Korn</i>	gem. van 2 jaren	75	99	97,5	95	102,5
Knollen en korrels (zetmeel en korrels), totaal <i>Knollen und Korn (Stärke und Korn), total</i>	gem. van 5 jaren	76(78,5)	98(99)	96,5(93)	96(92)	103(103,5)

De opbrengsten aan korrels of knollen staan vermeld in tabel 7 (zie bladzijde 432).

Uit de tabel blijkt, dat 120 kg kali/ha de hoogste opbrengsten heeft gegeven (in 1931 en 1935 kwam hierbij een stalmestgift). Volgens de berekening in de Korte Verslagen van de proefvelden in Overijssel is deze hoeveelheid ook meestal rendabel geweest. Wij zagen echter, dat met deze gift iets op de kali-voorraad wordt ingeteerd, zoodat op den duur misschien een iets grotere gift noodzakelijk zal blijken.

De tijdens de groeiperiode aanwezige kalieenheden bij dit object worden in de achtereenvolgende jaren berekend op: 26, 26, 25, 24, 22 en 22. Volgens fig. 8 is dit voldoende voor aardappelen.

3. *Vergelijking van de resultaten op bouwland.* Het beeld, dat de beide proefvelden op zandgrond vertoonen, is vrij gelijk; een verschil is de uitgangs-

toestand, die bij OO 51 laag en bij PO 1 vrij hoog was. Dientengevolge is er bij OO 51 een lichte stijging, bij PO 1 een lichte daling van de kaligetallen bij overigens gelijke bemesting (men vergelijkte b.v. het verloop van het object met 160 kg K_2O in fig. 12 met het overeenkomstige object in fig. 13).

Fig. 13.

Het verloop van de kaligetallen op de met verschillende hoeveelheden kali bemeste objecten van een kaliproefveld (PO 1) op oude eschgrond van 1929—1935. Pijltjes beteekenen een bemesting met stalmest over het geheele proefveld.

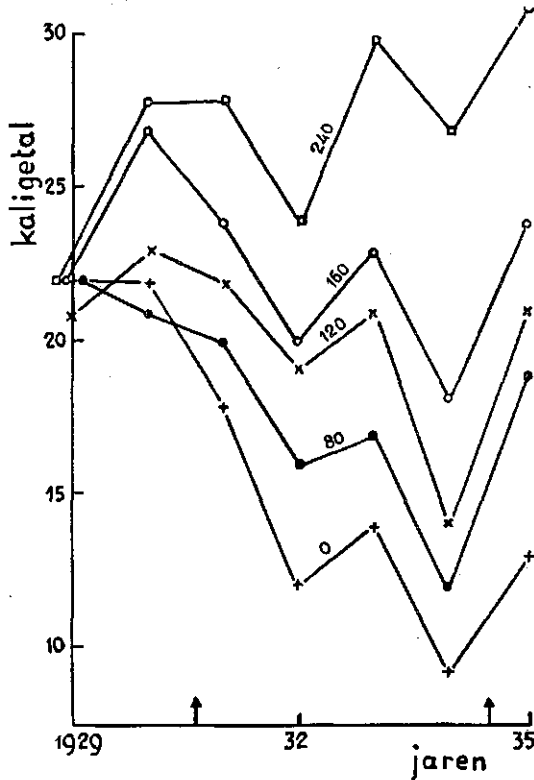


Abb. 13.

Der Verlauf der Kalizahlen auf einem mit verschiedenen Kalimengen gedüngten alten Sandboden (Humus 6 %, Kalieinheit 14 kg) von 1929—1935. Ein Pfeil bedeutet eine Düngung mit Stalldünger.

Bij OO 51 blijken voor een goede opbrengst gem. $24\frac{1}{2}$ eenheden, bij PO 1 gem. 24 eenheden tijdens de groei beschikbaar te moeten zijn. Een gelijkheid in dit opzicht was te verwachten, aangezien de kalieenheid op beide proefvelden eveneens vrijwel gelijk is, namelijk resp. 13 en 14 kg.

Een vergelijking met Pr. 100, waar de kalieenheid slechts 6 kg bedroeg en waar gem. 29 eenheden nodig bleken, en met OO 63, waar gem. 18 een-

heden van 25 kg reeds voldoende waren, toont de beteekenis van de grootte van de kalieenheid, d.w.z. van het humusgehalte en de bouwvoordikte, bij de beoordeeling van het kaligetal.

TABEL 7.

Opbrengsten van de objecten van PO 1 in procenten van de hoogste opbrengst over zes jaren. In 1931 en 1935 is stalmest gegeven met resp. 93 en 120 kg K₂O/ha. Erträge in Prozenten des Höchstertrags bei verschiedener Kalidüngung auf Sandboden. In 1931 und 1935 wurde ausserdem etwa 100 kg K₂O/ha als Stalldünger gegeben.

Gewas. Gewachs.	Jaar. Jahr.	Jaarlijksche bemesting in kg K ₂ O/ha. Jährliche Düngung in kg K ₂ O/ha.				
		0	80	120	160	240
Haver <i>Hafer</i>	1930	99	100	100	100	100
Aardappelen, Industrie <i>Kartoffeln</i>	1931	99	97	100	96	92
Tarwe, Emma <i>Weizen</i>	1932	89	95	100	100	98
Rogge <i>Roggen</i>	1933	91	98	100	96	97
Haver <i>Hafer</i>	1934	78	95	100	100	95
Aardappelen, Triumf <i>Kartoffeln</i>	1935	89	97	95	100	99
Granen, korrels <i>Getreide, Korn</i>	gem. van 3 jaren (’32/’34)	86	96	100	99	97

C. Grasland.

PO 7, Perceel 19, Proefboerderij te Heino. Dit proefveld op sterk ijzerhoudende zandgrond is het eenige graslandproefveld, waar de kaligetallen gedurende een reeks van jaren geregeld zijn bepaald. Zooals fig. 14 toont, is het verloop zeer eigenaardig en komen er schommelingen voor, die alle objecten treffen, terwijl de verschillen tusschen de objecten onderling vrij klein blijven. Het is onopgelost, waarop deze schommelingen berusten. Aangezien het zeer de vraag is, of wij hier met een typisch geval te maken hebben, dan wel met een uitzondering, zullen wij niet op een verdere beschouwing ingaan, en eerst nadere gegevens van dit en andere kaligraslandproefvelden afwachten.

9. Het verloop van het kaligetal in een seizoen.

De groote veranderingen, welke de kalivoorziening tijdens de groei-periode van het gewas doorloopt, zijn herhaaldelijk genoemd. Een maande-

lijksche bemonstering van enkele objecten van het proefveld Pr. 125 in 1934, toen aardappelen verbouwd werden, geeft hiervan een duidelijke indruk. Her verloop van de kaligetallen is in fig. 15 (zie bladzijde 434) afgebeeld.

De kalibemesting in April verhoogt de kaligetallen belangrijk. De bemesting met 240 kg K_2O/ha , die op deze grond met 24 kalieenheden overeenkomt,

Fig. 14.

Het verloop van de kaligetallen op de met verschillende hoeveelheden kali bemeste objecten van een kaliproefveld (PO 7) op grasland op zandgrond. Het pijltje beteekent een stalmeestbemesting over het geheele proefveld.

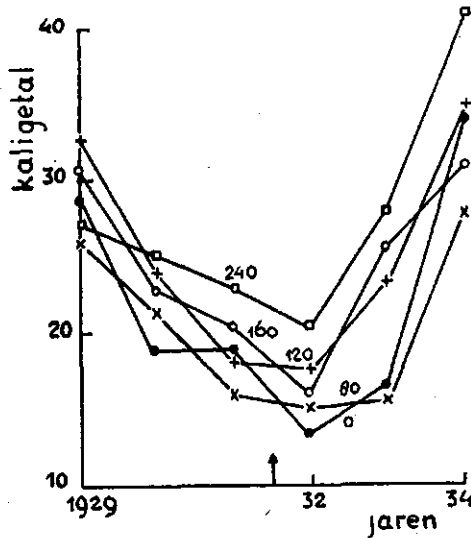


Abb. 14.

Der Verlauf der Kalizahlen auf mit verschiedenen Kalimengen gedüngtem Grasland auf Sandboden.

wordt grootendeels in het kaligetal na de bemesting weergevonden; de geringere bemestingen geven in verhouding een kleinere stijging.

In de maanden Juni—September treedt een sterke daling in, die grootendeels aan de onttrekking door het gewas te wijten is. De stijging, die vervolgens opgetreden is, kan aan het opnieuw vrijkomen van in het aardappelloof opgehoopte kali toegeschreven worden. Deze opvatting wordt gesteund door waarnemingen in het vorige jaar op hetzelfde proefveld, toen ook aardappelen verbouwd werden. Het gehalte van loof en knollen is toen tijdens de groei eenige malen bepaald, eveneens zijn tusschentijds opbrengsten bepaald. Een berekening toonde aan, dat de hoeveelheid kali in het gewas van het zwaarst bemeste object bij de oogst ruim 100 kg minder bedroeg dan de maximaal tijdens de ontwikkeling aangetroffen hoeveelheid. Dit kali

moet dus weer in de grond terecht zijn gekomen, en kan voor een hernieuwde stijging van het kaligetal verantwoordelijk zijn. Een overeenkomstig geval heeft zich vermoedelijk in het jaar 1934 voorgedaan.

10. De beteekenis van de ondergrond voor de kalihuishouding.

In het voorgaande is reeds eenige malen gewezen op de beteekenis van de ondergrond bij de kalihuishouding. Eenerzijds bestaat de mogelijkheid, dat het gewas belangrijke hoeveelheden kali uit de ondergrond opneemt, anderzijds dat het regenwater kali uit de bouwvoor naar diepere lagen transporteert.

Fig. 15.

Het verloop van de kaligetallen in een seizoen op de met verschillende hoeveelheden kali bemeste objecten van een proefveld op eschgrond (Pr 125 = humus 6 %).

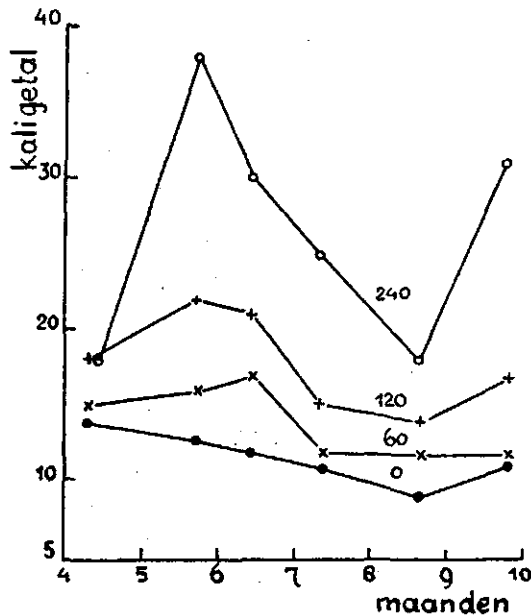


Abb. 15.

Der Verlauf der Kalizahlen auf einem mit verschiedenen Kalimengen gedüngten Sandboden (Humus 6 %, Kalieinheit 10 kg) innerhalb einer Saison.

Om deze redenen zal het nooit goed mogelijk zijn, afgaande op het kaligetal van de bouwvoor, een volledig inzicht in de kalihuishouding van de bestudeerde grondsoort te verkrijgen.

Als het juist mocht zijn, dat de ondergrond een aanzienlijk aandeel heeft in de kalivoorziening van de planten, dan kan het ook om deze reden niet mogelijk zijn aan de hand van het kaligetal van de bouwvoor volkomen

betrouwbare oogstvoorspellingen te geven. Dit gevaar zal des te grooter zijn, als er niet lang tevoren een ingrijpende verandering in de gebruikelijke kalibemesting heeft plaats gehad; de mogelijkheid bestaat dan dat de kalivoorziening van de bouwvoor spoedig veranderd kan zijn, terwijl de ondergrond nog in de oude toestand verkeert. Hierdoor kan de ondergrond b.v. nog relatief arm zijn als de bouwvoor reeds behoorlijk voorzien is, en omgekeerd.

In dit hoofdstuk zal getracht worden een inzicht te verkrijgen in de beteekenis, die de ondergrond voor de kalivoorziening van het gewas heeft. Leerzaam in dit opzicht is een onderzoek, dat in 1935 op de kaliproefvelden Pr. 266, EBELS te Veelerveen op zandgrond, en Pr. 100 op perceel 12 van de Proefboerderij te Emmercompasuum op nieuwe dalgrond is uitgevoerd. De grond van deze proefvelden is in dit jaar drie maal in drie verschillende lagen bemonsterd, namelijk de bouwvoor, en twee ondergrondlagen. De eerste bemonstering vond plaats in het voorjaar, onmiddellijk voor de bemesting met kali, de tweede na opkomst van het gewas, de derde na de oogst.

A. Pr. 266, *Ebels, Veelerveen, zandgrond*. Dit proefveld is aangelegd in 1929. Tot en met 1934 werd er jaarlijks resp. 0, 250 en 500 kg kali/ha toegediend. In 1935 is het proefplan gewijzigd, en werd er op het zwaarst bemeste object geen kali toegediend. Op dit proefveld wordt bovendien onderscheid gemaakt in de stikstofbemesting, op de eene helft wordt deze als zwavelzure ammoniak, op de andere helft als ohilisalpeter gegeven. Voor onze beschouwingen kan dit verschil zonder bezwaar verwaarloosd worden. De bouwvoor is 12 cm dik en bevat gem. 10,0 % humus; de kalieenheid bedraagt 12,4 kg. De lagen 12—22 cm en 22—32 cm bevatten resp. 9,8 en 8,3 % humus, de kalieenheden bedragen 10,1 en 9,0 kg. Als gewas werd haver verbouwd.

Tabel 8 (zie bladzijde 436) geeft de kaligetallen van de betreffende lagen op de verschillende tijdstippen.

Uit deze tabel blijkt, dat ook in de ondergrond ten gevolge van dé 6 jaar volgehouden, zeer verschillende kalibemesting, aanmerkelijke verschillen in de kaligetallen zijn ontstaan.

De op 20 Maart na de bemonstering op het object met 250 kg kali toege- diende hoeveelheid van 20 kali-bouwvooreenheden wordt op 3 Mei niet geheel in de bouwvoor teruggevonden. Op 7 Augustus blijkt het kaligetal van de bouwvoor van dit object nog verder gedaald te zijn, het kaligetal van de ondergrond is echter iets gestegen. Er is dus kali uit de bouwvoor in de onder- grond geraakt.

Op het steeds onbemeste object daalt het kaligetal van alle lagen, dit geeft een duidelijke aanwijzing, dat het gewas ook uit de ondergrond kali heeft opgenomen.

Het andere onbemeste object, dat in vorige jaren geregeld met 500 kg kali bemest is, blijkt in de ondergrond een vrij gelijkblijvende kalivoorziening te hebben. Men kan dus de gevolgtrekking maken, dat de opname van kali hier voornamelijk uit de bouwvoor plaats vond, ofwel, hetgeen waarschijnlijk juist is, dat de opname uit de ondergrond en de uitspoeling uit de bouwvoor naar diepere lagen ongeveer in evenwicht waren.

TABEL 8.

Kaligetallen van drie verschillende bodemlagen op drie tijdstippen van een proefveld (Pr. 266) op zandgrond.

Kalizahlen von drei Bodenschichten auf drei Zeitpunkten von einem in 1929 angelegten Versuchsfeld auf Sandboden in 1935.

Datum.	Bouwvoor 0—12 cm. <i>Krume.</i>			Ondergrond 12—22 cm. <i>Untergrund.</i>			Ondergrond 22—32 cm. <i>Untergrund.</i>		
	0 K ₂ O	250 K ₂ O	Vroeger 500 K ₂ O ¹⁾	0 K ₂ O	250 K ₂ O	Vroeger 500 K ₂ O ¹⁾	0 K ₂ O	250 K ₂ O	Vroeger 500 K ₂ O ¹⁾
20 Maart	14,5	28,5	43	7,5	17,5	33,5	6	11,5	21,5
März									
3 Mei	14,5	43	36,5	7	18	31,5	7	11	23
Mai									
7 Aug.	10	34,5	35	5,5	19,5	33	4,5	12,5	21
Aug.									

Het is mogelijk uit deze cijfers van het grondonderzoek op ruwe wijze te berekenen, hoeveel kali het gewas onttrokken kan hebben, als we de uitspoeling naar nog diepere lagen en de opname van kali door het gewas uit deze lagen verwaarloozen. Deze berekening kan zoowel geschieden door de cijfers van 20 Maart, als die van 3 Mei met die van 7 Augustus te vergelijken. Doen wij beide, en nemen wij van beide getallen het gemiddelde, dan wordt voor de 3 objecten gevonden resp. 90, 114 en 64 kg kali, bedragen die lager uitvallen dan de veel nauwkeuriger, uit gehalte en opbrengst berekende, onttrekkingscijfers; deze laatste bedroegen resp. 108, 160 en 187 kg.

Bij de bemonstering van de grond op 20 Maart 1935 was er sedert de aanleg van het proefveld op de objecten een hoeveelheid kali toegediend van resp. 0, 1500 en 3000 kg kali. De vraag kan gesteld worden, hoeveel er van

¹⁾ 1929—1934 500 kg K₂O/ha, in 1935 ohne Kali.

dit kali bij het grondonderzoek op die datum nog aantoonbaar was. Bij vergelijking van object 3 met object 2 wordt het volgende verschil gevonden:

meer in de bouwvoor	14½ eenheden	= 180 kg = 12 %
„ „ „ laag 12—22 cm	16 „	= 162 „ = 11 %
„ „ „ „ 22—32 „	10 „	= 90 „ = 6 %
	totaal	432 kg = 29 %

De onttrekking door het gewas, voor zoover deze bepaald werd (in 1932, '33 en '34) verschilt op beide objecten zeer weinig (deze bedroeg in 3 jaren resp. 636 en 629 kg); het aan het object met 500 kg kali meer toegediende kali moet dus voor 71 % hetzij in diepere lagen terecht zijn gekomen, of in onuitwisselbare vorm zijn vastgelegd. Een dergelijke, zeer zware bemesting is dus blijkbaar zeer verkwistend, daar het teveel gegeven kali grotendeels niet als een beschikbare bodemreserve behouden blijft.

De opmerking zou gemaakt kunnen worden, dat het niet juist is het kali in een eenmalig extract tot grondslag van de berekening te maken. Op blz. 409 werd evenwel aangetoond, dat 1—2 maanden tevoren aan de grond toegevoegde kali (en na het innige contact van de gronddeeltjes tijdens de analyse), praktisch volledig in het eerste extract aanwezig is. Bovendien is de ervaring opgedaan, dat eenzelfde grondsoort, die verschillend met kali bemest is, wel verschillen toont in het eerste, maar geen, of zeer geringe in de volgende extracten. Als voorbeeld vermelden wij een tabel (9), ontleend aan een publicatie van O. DE VRIES.¹⁾

TABEL 9.

*Kaligetallen in 5 extracten van niet en wel met kali bemeste grond.
Kalizahlen in 5 Extraktionen von ungedüngtem und mit Kali gedüngtem Boden.*

Proefveld.	Object.	Kaligetal (eerste extractie). Kalizahl (erste Extraktion).	Volgende extracties. Folgende Extraktionen.			
			2e.	3e.	4e.	5e.
Po. 1, Heino	geen K ₂ O	14,5	6,5	—	6,5	4,5
	ohne 240 K ₂ O	30	7,5	4	5,5	4,5
Pr. 268, v. Hoorn, Harpel	geen K ₂ O	11	6,5	6,5	7	—
	ohne 400 K ₂ O	32	6,5	6	7	—

¹⁾ O. DE VRIES, Toestand, getal en gesteldheid. *Korte Mededeeling van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen*, n°. 30, Juni 1934; *De Nieuwe Veldbode*, 6 Juli 1934, n°. 42

Het verschil in kaligehalte van tweede en volgende extracten is van geringe beteekenis, zelfs als het verschil in het eerste extract aanzienlijk is. Het uitsluitend gebruik maken van het eerste extract (kaligetal) in onze berekening was dus geoorloofd.

Een soortgelijke vergelijking als boven tusschen het object met 250 kg K_2O/ha en het nulobject geeft het volgende resultaat:

meer in de bouwvoor	14	eenheden = 174 kg = 12 %
„ „ „ laag 12—22 cm	10	„ = 101 „ = 6,5 %
„ „ „ „ 22—32 „	5,5	„ = 50 „ = 3,5 %
		totaal 325 kg = 22 %

Het verschil is hier nog kleiner. In dit geval bestaat er echter wel een verschil in de onttrekking door het gewas. Dit bedroeg in de 3 bovengenoemde jaren 193 kg kali. Aangezien het verschil in de 3 voorafgaande jaren vermoedelijk kleiner is geweest, kan het verschil over 6 jaren misschien globaal op 300 kg geschat worden. Er wordt dus ongeveer 625 kg van de 1500 in onze berekening teruggevonden, ofwel 42 %. Het overblijvende verschil van 58 % kan op 3 wijzen ontstaan zijn:

1. door sterkere uitspoeling op het bemeste object naar lagen dieper dan 32 cm,
2. door grotere opname van kali uit deze diepere lagen op het onbemeste object,
3. door in grotere mate ter beschikking komen van vastgelegde kali op het onbemeste object.

B. *Pr. 100, Perceel 12, Proefboerderij te Emmercompascuum, op nieuwe dalgrond.* Het proefveld is hierboven uitvoerig besproken. Het is in 1931 aangelegd, jaarlijks worden er 7 verschillende hoeveelheden kali toegediend. Op het tijdstip van de eerste laagswijze bemonstering in het voorjaar van 1935 was dit dus 4 maal geschied. De vijfde bemesting vond onmiddellijk na deze bemonstering plaats.

De grond van dit proefveld leent zich minder goed voor een dergelijk onderzoek; een dunne humusarme bouwvoor rust op het zeer humusrijke bonkveen. De kalieenheid van de bouwvoor is daardoor zeer klein, namelijk 6 kg, die van de ondergrondlagen is zeer groot, namelijk 31,5 kg van de laag 10—20 cm en 33 kg van de laag 20—30 cm. Dit heeft het bezwaar, dat als een poging ondernomen wordt een kalibalans op te stellen, een kleine fout bij de bepaling van het kaligetal van de ondergrond tot groote afwijkingen lijdt.

In tabel 10 zijn de resultaten van 3 op verschillende tijdstippen genomen laagsgewijze bemonsteringen opgenomen.

TABEL 10.

Kaligetallen van drie verschillende bodemlagen op drie tijdstippen van een proefveld (Pr. 100) op zeer nieuwe dalgrond.

Kaliezahlen von drei Bodenschichten auf drei Zeitpunkten von einem Versuchsfeld auf eben urbar gemachtem Moorboden (Krume 4,6 % Humus, Bodenschicht 10-20 72 %, 20-30 79 %).

Datum.	Bouwvoor 0-10 cm. Krume 0-10 cm.						Ondergrond 10-20 cm. Untergrund 10-20 cm.						Ondergrond 20-30 cm. Untergrund 20-30 cm.					
	0	60	120	180	240	300	0	60	120	180	240	300	0	60	120	180	240	300
29 Maart. März	13	14	20	26	34	34	5	5	8	9	11	14	5	5	5	6	10,5	11
27 Mei. Mai	12	20	36	52	54	70	5	6	7	12	17	17,5	5	5	5	8	10	14
3 October. Oktober	10	11	16	23	35	37	5	7,5	6	6,5	9	11,5	6	8,5	6	11,5	10	10

De kaligetallen van de ondergrond zijn laag, maar vertoonen onderling duidelijke verschillen, des te meer beteekenend, omdat de kalieenheid van deze diepere lagen zoo bijzonder groot is. De cijfers van de laatste bemonstering na de oogst zijn iets onregelmatiger.

Ook op deze grond zijn bij zwaardere bemesting aanzienlijke hoeveelheden in de ondergrond terecht gekomen. Bij de bespreking van Pr. 266 is uiteengezet, dat groote hoeveelheden kali in ondergrondlagen, die dieper dan 32 cm liggen, moeten zijn terecht gekomen. Dit is op deze nieuwe dalgrond, met uitermate humusrijke ondergrond veel minder het geval, hetgeen een berekening aan de hand van de cijfers in tabel 10 kan aantoonen. Een vergelijking tusschen het kaligetal in het voorjaar van 1935 van het object met 300 kg kali en dat met 180 kg toont, nadat dus op het eerstgenoemde object in 4 jaren 480 kg kali/ha meer toegediend is, de volgende verschillen:

meer in de bouwvoor	8 eenheden =	48 kg =	10 %
„ „ „ laag 10-20 cm	5 „ =	158 „ =	33 %
„ „ „ „ 20-30 „	5 „ =	163 „ =	34 %
totaal		369 kg =	77 %

Bovendien is er op het zwaarst bemeste object een grootere onttrekking van kali door het gewas geweest. Deze meerdere onttrekking bedroeg in 1932 en 1933 met rogge en aardappelen resp. 3 en 28 kg. In 1934 met tarwe en in 1931 met aardappelen is de onttrekking niet bepaald. Als het verschil tusschen de

onttrekking op beide objecten in 1934 gelijk aan het in 1932 met rogge vastgestelde geschat wordt, dus op 3 kg, en het verschil in 1931, in welk jaar de kalivoorziening op de verschillende objecten nog niet zoo sterk uiteenliep op de helft van dat in 1933, dus op 14 kg, dan zal er op het zwaarst bemeste object totaal 48 kg = 10% van de meer toegediende hoeveelheid meer onttrokken zijn. Van het meer toegediende kali wordt in deze berekening dus 87% teruggevonden, een veel gunstiger verhouding dan bij de humusarmere (onder)grond van Pr. 266. Een te zware kalibemesting voert hier tot een kalireserve, die voornamelijk in de bovenste lagen van de ondergrond is gelocaliseerd.

Een soortgelijke berekening van het verschil tusschen de objecten met 180 en 60 kg kali, die dus ook 480 kg in toegediende hoeveelheid verschillen, geeft de volgende cijfers:

meer in de bouwvoor	12 eenheden =	72 kg =	15 %
„ „ „ laag 10—20 cm	4 „ =	126 „ =	26 %
„ „ „ „ 20—30 „	1 „ =	33 „ =	7 %
	<hr/>		
	totaal	231 kg =	48 %

Het verschil in de onttrekking door het gewas, op dezelfde wijze als boven berekend, is hier veel grooter en bedraagt in 4 jaren 252 kg. Dit bedrag bij het meer in de grond aangetroffene opgeteld geeft 483 kg, d.w.z. de som van beide hoeveelheden is van dezelfde orde van grootte als de meer toegediende hoeveelheid. Er volgt uit, dat er bij een bemesting van 180 kg/ha, welke 4 jaren volgehouden wordt, practisch geen kali in diepere lagen dan 30 cm verdwenen is; zelfs is er slechts weinig in de laag 20—30 cm doorgedrongen.

Hierboven werd aangetoond (p. 421), dat een bemesting van 180 kg/ha jaarlijks op deze grondsoort nog niet verkwistend is. Deze conclusie wordt door het bovenstaande aangevuld. Bij een bemesting met 180 kg spoelt er weliswaar een aanzienlijke hoeveelheid kali uit de dunne en humusarme bouwvoor in de diepere lagen, maar het blijft hier oppervlakkig aanwezig, en het is zeer aannemelijk, dat dit kali voor de plant opneembaar blijft.

Bovenstaande bespreking van het onderzoek van diepere grondlagen op twee proefvelden verleent een inzicht in de grootte, die de uitspoeling van kali bereiken kan, en de mate, waarin het uitgespoelde kali in de bovenste ondergrondlagen vastgehouden wordt. Deze vastlegging als uitwisselbare kali is van groote beteekenis, het kan een factor van belang worden als de bouwvoor aan kali verarmt. Geraakt het kali in nog diepere lagen, hetgeen, zooals het proefveld Pr. 266 ons leerde, op humusarme zandgronden gemakkelijk het geval zal kunnen zijn, dan wordt de kans kleiner, dat het nog voor de wortels

bereikbaar zal zijn, en de kans wordt grooter, dat het door het grondwater zal worden afgevoerd. Op dalgronden, waar de ondergrond als regel zeer rijk aan humus en de uitspoeling misschien geringer is, is dit gevaar blijkbaar niet zoo groot, en wordt teveel toegediende kali voor een groot gedeelte in de bovenste ondergrondlagen vastgehouden, waaruit het te zijner tijd weer door de plantenwortels kan worden vrij gemaakt. Te zware bemesting leidt op zandgrond, ofwel algemeener op humusarme grond, tot grootere verspilling dan op dalgrond, hoewel ook op deze laatste grondsoort, ook in verband met te verwachten nuttelooze luxe-consumptie en schadelijke werking op het aardappelzetmeelgehalte, een te zware bemesting vermeden moet worden.

11. De waarde van chemisch onderzoek op kali van grond en gewas.

In de voorafgaande paragrafen is het kalivraagstuk op de zand- en dalgronden voornamelijk bekeken vanuit het gezichtspunt van het grondonderzoek, en is de gewasanalyse op de tweede plaats gebleven. Van deze kant is het vraagstuk uitvoerig door VAN ITALLIE belicht in eenige publicaties¹⁾ Wij willen thans nagaan in hoeverre beide methodes tot overeenstemmende resultaten leiden.

VAN ITALLIE vat het kaligehalte van het gewas als een maatstaf op voor de *kaligesteldheid*, waaronder het gewas is gegroeid. Onder kaligesteldheid is, zooals gezegd, te verstaan de voorziening van de plant met kali, zooals de plant zelf die ondervindt; hieronder wordt dus in de eerste plaats de hoeveelheid beschikbaar kali en verder de wijze, waarop die voor een bepaald gewas toegankelijk is, verstaan. De kaligesteldheid van de grond ten opzichte van een bepaald gewas wordt dus bepaald door alle factoren, die de opname door dit gewas beheerschen.

VAN ITALLIE heeft voor aardappelen onderscheiden tusschen vijf trappen van kaligesteldheid, te weten zeer slecht, vrij slecht, matig, ruim en te ruim. Als de kaligesteldheid matig tot ruim is, wordt in het algemeen de hoogste zetmeelopbrengst gevonden. Voor Thorbecke-aardappelen gaat een gunstige, matige tot ruime, kaligesteldheid volgens VAN ITALLIE samen met een kaligehalte van de droge stof van de knollen van ongeveer 1,8—2,1 %. Voor andere cloonen valt het gehalte bij deze kaligesteldheid gewoonlijk iets hooger uit.

In het voorgaande is gebleken, dat een uit de grootte van de bemesting in kalieenheden en het voor de bemesting en na de oogst bepaalde kaligetal

¹⁾ TH. B. VAN ITALLIE: *Landb. Tijdschr.* 45, 272 (1933); 45, 421 (1933); 46, 272 (1934); 47, 697, (1935).

berekend „middenkaligetal” een behoorlijk verband vertoont met de opbrengst. Het bleek dat voor aardappelen gewoonlijk 20—25 kalieenheden tijdens de groei beschikbaar moeten zijn om een goede oogst te waarborgen.

Dit middenkaligetal zal thans in verband gebracht worden met het kaligehalte van de aardappelknol. Dit is uitgevoerd in fig. 16. Aangezien het gehalte van de knollen van verschillende cloonen, die onder identieke omstandigheden

Fig. 16.

Het verband tusschen het berekende midden-kaligetal en het kaligehalte van aardappelknollen. Een stip betekent Thorbecke-, een cirkel Eigenheimer-, een × Triumpf-, een + Roode Star-aardappelen. De stippellijn geeft het verband bij Thorbecke-aardappelen.

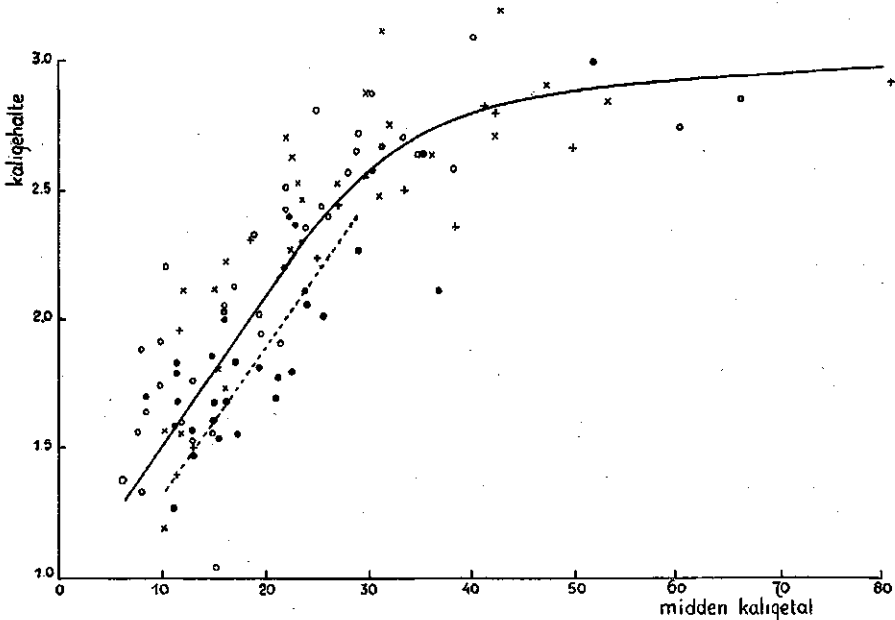


Abb. 16.

Die Beziehung zwischen der berechneten Mittelkalizahl und der Kaligehalt von Kartoffelknollen. Tüpfel = Thorbecke-, Kreis = Eigenheimer-, × = Triumpf-, + = Roode Star-Kartoffeln. Die punktierte Linie gibt die Beziehung bei Thorbecke-Kartoffeln. Abszisse Kalizahl, Ordinate Kaligehalt.

gegroeid zijn, nogal kunnen verschillen, is er in de figuur onderscheid gemaakt naar de cloonen. Daarentegen leek het niet noodig het materiaal naar de grondsoort te splitsen, aangezien het verband tusschen het middenkaligetal en opbrengst op zand- en dalgrond vrijwel gelijk bleek te zijn.

De volgende proefvelden hebben de gegevens geleverd (met jaartal en cloon, Th = Thorbecke, Eig = Eigenheimer, Tr = Triumpf, RS = Roode Star): Pr. 8, 1932 Eig; Pr. 9, 1933 Eig; Pr. 125, 1933 Eig en Th, 1934 Th;

Pr. 266, 1934 Eig; Pr. 267, 1931 Th, 1933 Tr, 1935 Eig; Pr. 268, 1934 Eig, 1935 Eig; PO 1, 1935 Tr; OO 51, 1932 RS, OO 61, 1932 Tr; OO 63, 1929 Th, 1930 Th, 1931 Eig, 1932 Th en Eig, 1933 Th en Eig, 1934 Th en Eig, 1935 Th en Eig; OO 64 B, 1932 Tr, 1933 Tr; WO 119, 1932 Th en Tr, 1934 Th en Tr; NGe 63, 1933 RS; NGe 67, 1934 RS.

Het resultaat is een duidelijk verband tusschen het kaligetal en het gehalte. De spreiding om de gemiddelde lijn wordt blijkbaar vergroot doordat de gegevens van verschillende cloonen afkomstig zijn. Het valt op dat het gehalte van Thorbecke-aardappelen bij een bepaald middenkaligetal in den regel lager dan het gemiddelde is, terwijl een aantal punten voor Triumf juist boven het gemiddelde vallen. Dit zou er op wijzen, dat bij een zelfde kali-voorziening (gem. kaligetal) de Triumf-aardappelen gemakkelijker en meer kali opnemen, dus een ruimere kaligesteldheid ondervinden dan de Thorbecke-aardappelen, een verschijnsel waarop door Ir. J. WIND reeds eerder de aandacht is gevestigd.

Het goede verband verleent een steun aan de gebruikte methodes van gewas- en grondonderzoek. Beide methodes zijn elk voor zich in staat een inzicht te verleen in de beschikbaarheid van het kali in de grond.

Zooals gezegd kwam VAN ITALLIE tot de conclusie, dat een matige tot ruime kaligesteldheid, die een maximale zetmeelopbrengst teweeg kan brengen, bij Thorbecke-aardappelen samengaat met een gehalte van 1,8—2,1 %. Volgens de gestippelde lijn in fig. 16 treedt dit op, als er ongeveer 17—24 kalieenheden aanwezig zijn; onze vroegere conclusie, dat zekerheidshalve 25 eenheden voor een oogst beschikbaar moeten zijn, wordt hierdoor dus volledig bevestigd.

VAN ITALLIE noemt voorts de kaligesteldheid te ruim, als het gehalte hooger is dan 2,5 %. In dit geval werkt een kalibemesting in het algemeen verlagend op de opbrengst. Het geval doet zich voor als er tijdens de groei meer dan rond 27 eenheden beschikbaar zijn.

De resultaten van het hierboven uitvoerig besproken proefveld Pr. 100 zijn niet in fig. 16 opgenomen. Op deze nieuwe dalgrond bestaat de dunne bouwvoor nog uit de bezandingslaag vermengd met wat bonkveen. De kalieenheid is daardoor klein; weliswaar is het kaligetal op de zwaar bemeste objecten hoog, maar dit geeft hier slechts een vrij geringe hoeveelheid kali aan. Het kali wordt voor een groot deel opgenomen door de bovenste lagen van dit bonkveen, waaruit de planten voor een belangrijk deel zullen putten. Het kaligetal van het veen is echter zeer veel lager dan van de bouwvoor. Het verwondert dus niet, dat op deze afwijkende grondsoort bij een gemiddeld kaligetal van ± 45 een gehalte van de droge stof van Thorbecke-aardappelen van slechts 2,18 % aangetroffen wordt.

Dit geval illustreert, dat hoewel beide methodes elk voor zich in den regel in staat zijn een behoorlijk inzicht te geven, zij ons nog verder kunnen brengen, als zij gezamenlijk worden toegepast. Het hooge kaligetal van de zwaar bemeste objecten van Pr. 100 gaat niet samen met een zeer ruime kaligesteldheid, omdat de voorraad beschikbaar kali in de bouwvoor, ondanks het hooge kaligetal, betrekkelijk klein, en het kaligetal van de ondergrond laag is.

12. Samenvatting.

In niet leemhoudende zand- en dalgronden wordt het bodemkali in hoofdzaak uitgewisseld door het humusbestanddeel. Het *Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek* herleidt daarom het kaligehalte op de aanwezige humus. Dit verhoudingscijfer is het *kaligetal*.

De *kalivoorziening* van deze grondsoorten is aan groote veranderingen onderhevig. Dit is een gevolg van de in verhouding tot de in de bouwvoor aanwezige hoeveelheid kali (welke gewoonlijk slechts enkele honderden kg bedraagt) zeer belangrijke, uitspoeling door regen, onttrekking door het gewas, afgifte door het afstervende gewas, capillaire opstijging, bemesting met kalihoudende meststoffen, enz. Binnen een kort tijdverloop kan het kaligetal hierdoor vrij groote veranderingen ondergaan. Deze schommelingen zijn op humusrijke gronden geringer dan op humusarme. Dit verschillend gedrag vindt zijn verklaring in de aard van het kaligetal, dat, zooals gezegd, het kaligehalte op humus herleid uitdrukt. Als het humusgehalte hoog is zal de hoeveelheid kali, welke theoretisch benodigd is het kaligetal van de bouwvoor met 1 te doen stijgen (*de kalieenheid*) daarom grooter zijn, dan wanneer de grond humusarm is. Ook de dikte van de bouwvoor bepaalt mede de grootte van de kalieenheid.

Het verband tusschen een in het najaar bepaald kaligetal en de daarop volgende oogst is niet zeer groot; ten deele is dit een gevolg van de snelle veranderingen, die de kalivoorziening in de winter en tijdens de groei van het gewas kan ondergaan. Een vrij goed verband wordt aangetroffen op niet met kali bemest bouwland, waar de factoren, die snelle veranderingen teweeg kunnen brengen, weinig invloed uitoefenen (geringe uitspoeling en opname door het gewas, geen bemesting).

Een betere samenhang wordt gevonden als de oogst niet met een lang tevoren bepaald, doch met een uit het voor en na de oogst bepaalde kaligetal en de bemesting in kalieenheden berekend kaligetal, dat op behoorlijke wijze overeenkomt met het werkelijk tijdens de groei van het gewas bepaalde kaligetal, in verband wordt gebracht. Dit resultaat geeft een aanwijzing, dat de veranderingen, die het kaligetal heeft ondergaan, voor een belangrijk

deel voor de onvoldoende correlatie met de oogstopbrengst verantwoordelijk zijn. Tevens blijkt, dat het in het voorafgaande najaar bepaalde kaligetal wel een goed inzicht in de kalivoorziening van de grond kan geven, zooals die is op het tijdstip van bemonsteren; het is echter onjuist te meenen, dat dezelfde kalivoorziening aangetroffen zal worden in de volgende voorzomer. Dit kaligetal geeft daarom veeleer een waardevol gegeven over de deugdelijkheid van de op de onderzochte grondsoort gebruikelijke kalibemesting, dan een aanwijzing hoe het gewas in het komende jaar zal reageeren. Met behulp van de aanwijzing, die het kaligetal geeft, kan de toekomstige bemestingswijze doelmatig geregeld worden.

Bij *aardappelen* zal men zekerheidshalve moeten rekenen, dat er tijdens de groei omstreeks 25 kalieenheden aanwezig moeten zijn, om een maximale opbrengst te verkrijgen. Op humusarme grondsoorten, waar de kalieenheid klein is, moet de voorraad wat grooter zijn, op humusrijke gronden zou men wat krapper kunnen rekenen. Naast de verhouding, waarin het kali tot het adsorbeerende complex staat, en die de opneembaarheid in hoofdzaak bepaalt, komt dus ook eenige betekenis toe aan de hoeveelheid in de bouwvoor aanwezige kali.

Hoewel *rogge* en *tarwe* belangrijk minder kali aan de bodem onttrekken dan aardappelen, werd de beste opbrengst verkregen bij overeenkomstige kalivoorziening tijdens de groei. Deze gewassen reageeren met ongeveer dezelfde gevoeligheid als aardappelen op kaligebrek.

Op *grasland* moeten in de laag 0—5 cm ongeveer 40 kalieenheden beschikbaar zijn, om maximale opbrengsten te waarborgen.

Het chemisch gewasonderzoek op kali, dat door VAN ITALLIE bewerkt is, heeft ons geleerd, dat het gehalte van Thorbecke-aardappelknollen bij maximale opbrengst 1,8—2,1 % K_2O bedraagt. Een dergelijk kaligehalte blijkt voor te komen als het berekende kaligetal 17—24 bedraagt; het gekozen grensgetal van 25 bevindt zich dus veiligheidshalve even boven het maximale gebied. Grondonderzoek en gewasonderzoek blijken overeenstemmende uitkomsten te geven; beide methodes verleen inzicht in de bemestingstoestand en vullen elkaar aan.

Het gewas onttrekt het kali ook uit de ondergrond. Als de bouwvoor verarmd is, kan deze hoeveelheid belangrijk zijn in verhouding tot het uit de bouwvoor opgenomene. Het teveel gegeven kali verdwijnt grootendeels in de ondergrond, waar het gedeeltelijk als voorraad aanwezig kan blijven, maar waar het ook ten deele verloren gaat. Een te groote kalibemesting is dus verkwistend, omdat kali niet als bodemkapitaal aanwezig blijft, en bovendien omdat teveel gegeven kali de opbrengst nadeelig kan beïnvloeden. Een kalibemesting, die de kalivoorziening juist boven de kritische grens-

waarde op peil wist te handhaven, bleek op verschillende proefvelden, over langere periodes gerekend, de beste opbrengsten te geven.

13. Slotwoord.

Bij de bestudeering van het in deze mededeeling behandelde vraagstuk werd, behalve van proefveldresultaten van het Rijkslandbouwproefstation, ook in ruime mate gebruik gemaakt van de gegevens, die Rijkslandbouwconsulenten en andere proefnemers bij hun proefvelden verkregen hadden. Grootendeels waren deze resultaten in de betreffende verslagen gepubliceerd; een enkele maal konden wij, met toestemming der proefnemers, van nog ongepubliceerde resultaten gebruik maken. Eenige proefnemers waren op ons verzoek bereid de gedeelten van het verslag, die hun proeven betroffen, door te lezen en ons hun opmerkingen daarover te doen toekomen. Voor de in verschillende vorm ondervonden medewerking spreken wij ook op deze plaats onze welgemeende dank uit.

14. Zusammenfassung.

Die Kalifrage auf niederländischen Humus-Sandböden und moorkolonialen Böden.

Die niederländischen Sand- und moorkolonialen Böden („Veenkoloniale dalgronden“) sind im allgemeinen nicht lehmhaltig. Der überwiegende basenaustauschende Bodenbestandteil ist der Humus.

Die chemische Bodenanalyse bestimmt die Kalimenge einer Bodenprobe, welche der Analyse gemäsz 6,25 g Humus enthält, nach dem Kobaltnitritverfahren in der durch Extraktion mit 300 cm³ n/10 HCl erhaltenen Flüssigkeit. Die gefundene Kalimenge wird auf Humus, welcher als Glühverlust bestimmt wird, berechnet. Diese Verhältniszahl wird als *Kalizahl* bezeichnet.

Die Ackerkrume dieser Bodenarten enthält nur mäßige Mengen Kali (im Durchschnitt einige Hundert kg K₂O); die Aufnahme durch die Pflanzen, die Ausspülung durch Regenwasser, die Kalidüngung und andere Faktoren verursachen schnelle Änderungen im verfügbaren Kalivorrat innerhalb kurzer Zeit. Diese Jahres- und Saisonschwankungen werden widerspiegelt im Verlauf der Kalizahl. Ein Vergleich zwischen Abb. 9—13 zeigt, dass die Jahresschwankungen auf humusarmem Boden (Abb. 9) grösser sind als auf mehr humusreichem Boden (Abb. 12 und 13). Auf sehr humusreichem Boden (Abb. 10 und 11) sind die Schwankungen ziemlich klein. Ein Beispiel der Änderungen innerhalb einer Saison bei verschiedener Kalidüngung zeigt Abb. 15. Nach der durch die Düngung verursachten Steigung der Kalizahlen

findet ein regelmässiger Rückgang der Zahlen statt; schliesslich steigen die Kalizahlen wieder; vermutlich dadurch dass Kali aus den reifenden Pflanzen freikommt.

Das unterschiedliche Verhalten der Kalizahl auf den humusarmen und -reichen Böden ist bedingt durch die Umrechnung des austauschbaren Kalis auf den Humus. Die Menge Kali, welche nötig ist um die Kalizahl theoretisch mit 1 zu steigern („Kalieinheit“), ist deshalb grösser auf den humusreichen Böden. Auch die Dicke der bemusterten Krume bestimmt die Grösze der Kalieinheit.

Eine im Herbst bestimmte Kalizahl kann, namentlich auf humusarmen Böden, keine genügende Einsicht in den Vorrat verleihen, welcher den Pflanzen im nächsten Jahre zur Verfügung steht. Nur auf nicht mit Kali gedüngtem Bauland, wo die Schwankungen ziemlich gering sind, findet sich ein zufriedenstellender Beziehung zwischen der Kalizahl und dem Ertrag. (Abb. 2 und 3). Auf nicht mit Kali gedüngtem Grasland wird dagegen nur eine geringe Korrelation zwischen der Kalizahl und dem Ertrag gefunden (Abb. 1a); auf mit 80 kg K_2O /ha gedüngtem Boden ist diese Beziehung sehr undeutlich (Abb. 1b).

Ein grösserer Zusammenhang wird gefunden, wenn die Kalizahl auf einem mehr geeigneten Zeitpunkt bestimmt wird. Eine Verbesserung findet sich bereits als die nach der Ernte bestimmte Zahl auf den Ertrag bezogen wird (Abb. 4, Grasland).

Der Ertrag wurde auch mit einer, aus der vor und nach der Ernte und der gegebenen Düngung in Kalieinheiten berechneten, „Mittel-Kalizahl“ in Beziehung gebracht. Diese berechnete Zahl stimmt gut mit einer wirklich während des Wachstums im Anfang Juni bestimmten Kalizahl überein (Abb. 5). Die Beziehung zwischen dieser berechneten Kalizahl und dem Ertrag ist viel grösser (Abb. 6—8). Dieses Ergebnis spricht dafür, dass die Kalizahl an sich ein geeignetes Mass für die Verfügbarkeit des Bodenkalis ist. Die Andeutung, welche die Kalizahl gibt, gilt jedoch nur für ein relativ kurzer Zeitraum. Die im Herbst bestimmte Zahl vermag also ein gutes Bild zu geben von dem verfügbaren Vorrat, welcher auf dem Zeitpunkt der Bodenbemusterung anwesend ist; diese Kalizahl vermag dennoch nur im beschränkten Masse etwas über die Reaktion des Gewächses im nächsten Jahre vorauszusagen. Die Kenntnis des verfügbaren Vorrats im Herbst schafft die Möglichkeit die auf dem untersuchten Bodenart übliche Kalidüngung zu beurteilen. Die Kalizahl ist also vielmehr ein Anzeiger für die Richtigkeit der üblichen Kalidüngung, als für einen ziemlich unveränderlichen Bodenzustand, wie z.B. die pH-Zahl für den Basenzustand des Bodens ist.

Während des Wachstums sollen bei Kartoffeln sicherheitshalber wenigstens etwa 25 Kalieinheiten verfügbar sein um eine Vollernte zu sichern (Abb. 7

und 8). Auf humusarmen Böden mit kleiner Kalieinheit soll dieser Grenswert etwas höher, auf humusreichen Böden etwas niedriger genommen werden. Die Verfügbarkeit des Bodenkalis wird also nicht allein durch das Kali-Humus-Verhältnis bestimmt; der absolute Menge an austauschbaren Kali kommt hierneben eine gewisse Bedeutung zu.

Roggen und Weizen entziehen dem Boden bedeutend weniger Kali als Kartoffeln. Trotzdem brauchen diese Gewächse eine gleiche Anzahl Kalieinheiten während des Wachstums; die Empfindlichkeit für Kalimangel ist ungefähr eben so groß wie bei der Kartoffel.

Grasland braucht in der oberen Bodenschicht von 0—5 cm ungefähr 40 Kalieinheiten um maximale Erträge zu sichern (Abb. 6).

Die chemische Pflanzenanalyse (VAN ITALLIE) hat gelernt, dass der Gehalt von Thorbecke-Kartoffeln bei maximalem Ertrag etwa 1,8—2,1 % K_2O beträgt. Dieser Gehalt wird gefunden in Kartoffeln, welche während des Wachstums über etwa 17—24 Kalieinheiten die Verfügung hatten. (Abb. 16).

Gewöhnlich wird nur die Ackerkrume für die Bodenanalyse benutzt, bei Grasland die Bodenschichten 0—5 und 5—10 cm. Zweifellos wird aber auch dem Untergrunde Kali entzogen; besonders bei Kalimangel der Krume kann das dem Untergrunde entzogene Quantum relativ groß sein.

Zu viel gegebenes Kali verschwindet größtenteils in den Untergrund. Hier bleibt es teils als Vorrat verfügbar (Tab. 8 und 10). Eine zu schwere Kalidüngung ist jedenfalls verschwenderisch, weil bedeutende Mengen in tieferen Bodenschichten verloren gehen, und ausserdem, weil zu viel Kali den Ertrag schadet. Eine Kalidüngung, welche den verfügbaren Kalivorrat gerade über den kritischen Grenze zu erhalten vermochte, erwies sich auf verschiedenen Versuchsfeldern als die richtigste (Tab. 3—7, Abb. 9—13).