RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT
TE GRONINGEN

ONDERZOEKINGEN OVER DE KALIHUISHOUDING OP ZANDGROND EN BEZAND HOOGVEEN

RESULTATEN VAN EEN DRIETAL MEERJARIGE KALIPROEFVELDEN IN WESTERWOLDE

DOOR

DR. F. VAN DER PAAUW

(Ingezonden 27 Juni 1942)

1. Inleiding

In het jaar 1929 werden in Westerwolde drie eenvoudige kaliproefvelden aangelegd, een tweetal op goede, humushoudende zandgronden, het derde op een bezanden hoogveengrond van matige kwaliteit. Beide eerstgenoemde proefvelden werden tot 1938 voortgezet, het laatste proefveld werd reeds in 1935 opgeheven. Hoewel eenvoudig van opzet — de proefvelden werden slechts op drie verschillende wijzen met kali bemest, terwijl er bovendien een verschil gemaakt is in de stikstofbemesting, die op de eene helft in den alkalisch werkenden vorm van chilisalpeter, op de andere helft van het proefveld in den den bodem verzurenden vorm van zwavelzure ammoniak is gegeven — zijn er als gevolg van de langdurige voortzetting en van eenige diepergaande onderzoekingen, die op deze proefvelden verricht zijn, eenige resultaten verkregen, die een nader inzicht geven in de kalihuishouding van deze grondsoorten. In de hieronder volgende hoofdstukken worden de voornaamste vraagstukken, die op deze proefvelden behandeld werden, besproken.

Het proefplan

De opzet van de proefvelden was de volgende. Vergeleken werd het effect van voortdurend weglaten van de kalibemesting met dat van een vrij zware, en dat van een uitermate zware, dubbel zoo groote kalibemesting. De jaarlijksche kaligiften bedroegen op een der proefvelden op zandgrond en op het proefveld op bezand hoogveen 0,250 en 500 kg/ha K_2O, op het andere proefveld op zandgrond is een bemesting naar resp. 0,200 en 400 kg toegepast. Aan dezen opzet in het nadeel verbonden, dat de gegeven hoeveelheden zoo ver uiteenloopen, dat een bepaling van de meest gewenschte kalibemesting niet mogelijk is en slechts extreme omstandigheden te vergelijken zijn; in dit

laatste ligt echter het groote voordeel, dat het gedrag van het gewas bij werkelijk zeer uiteenloopende kalitoestanden onderzocht kan worden. Behalve deze variatie in kalibemesting, is ook een verschil in stikstofbemesting gemaakt, de helft van de in viervoud aangelegde kalitrappen werd met chilisalpeter, de andere helft met zwavelzure ammoniak bemest. De kalihuishouding kan dus worden bestudeerd onder de omstandigheden van een „zure" bemesting in NH_4-vorm en een „alkalische" in NO_3-vorm.

Een wijziging van het proefplan vond plaats na afloop van het zesde proefjaar; sedert dien zijn de met de grootste hoeveelheid kali bemeste objecten niet meer met kali bemest en is de nawerking van de vroegere zware bemesting onderzocht. Van deze gelegenheid is gebruik gemaakt om het verloop van den kalitoestand van bouwvoor en ondergrond door meermalen herhaald grondonderzoek te vervolgen, en daardoor de beteekenis van de in diepere bodemlagen terecht gekomen kali te bepalen.

2. Beschrijving van de proefvelden

De proefvelden omvatten, zooals gezegd; 6 objecten, die verdeeld zijn over 12 veldjes, elk ter grootte van ruim ½ are.

Proefveld Pr 266, D. Flink te Veelerveen. De grond is een gecomposteerde en geslijkte ontginning op zandgrond van goede kwaliteit, die reeds enkele tientallen van jaren in cultuur is. De ± 12 cm dikke bouwvoor bevat 9,5 % humus, de ondergrond is eveneens humushoudend. De pH van den grond is vrij hoog en bedroeg bij aanvang van de proef ongeveer 6,3, het kaligetal waarschijnlijk ongeveer 24.

De kalibemesting is steeds gegeven in den vorm van kalizout 40 % naar 0,250 en 500 kg/ha K_2O, dat in den regel vroeg in het voorafgaande najaar werd aangewend. Alleen in 1933 en in 1935, toen resp. gras-klaver en haver verbouwd werd, is de kalimest vroeg in het voorjaar gegeven.

Stikstof en fosfaat werden gegeven in praktijkhoeveelheid, de eerste als za en ch, fosfaat meestal in den vorm van slakkenmeel, maar in 1929 en 1934 als superfosfaat.

Proefveld Pr 268, Jac. van Hoorn, later K. A. Bosschers, daarna G. ten Have te Harpel. De grondsoort is een humusrijke, met wierdegrond behandelde zandgrondontginning van goede kwaliteit; het perceel is wat laag gelegen en soms te vochtig. Een ongeveer 25 cm dikke laag teelaarde rust op een ondergrond van geel zand. De bouwvoordikte bedroeg steeds 12 cm, in het laatste jaar is wat dieper geploegd. Het humusgehalte bedraagt 13,5 %, de pH bij aanvang van de proef 6,15, het kaligetal waarschijnlijk ruim 20.

De kalibemesting is meestal gegeven in den vorm van kalizout 40 %, voor aardappelen is dit steeds vroeg in den herfst toegediend, voor andere gewassen in den winter of in het voorjaar. Patentkali werd tweemaal in het voorjaar aan aardappelen gegeven, namelijk in de jaren 1929 en 1935. De hoeveelheden bedroegen hier 0,200 en 400 kg/ha K_2O.

Stikstof en fosfaat werden steeds gegeven volgens praktijkgebruik, het laatste in de eerste drie jaren en in het laatste proefjaar in den vorm van slakkenmeel, in andere jaren als superfosfaat.

Proefveld Pr 267, W. Jansen, later van Klinken, Hebrecht. De grondsoort is een hoogveenontginning. Het hoogveen is door bezanding met wijkzand in cultuur gebracht, een methode, die bij ons weinig toepassing heeft gevonden, maar die in Duitschland veelvuldig wordt gevolgd. De kwaliteit van deze grondsoort is zeer matig, bovendien is het land vrij slecht verzorgd geweest. De ongeveer 14 cm dikke bouwvoor rust bijna direct op het onvergraven hoogveen. Het humusgehalte van de bouwvoor bedraagt 12 %, van den ondergrond in de laag 14—24 cm gemiddeld 68 %, in de laag 24—34 cm 89 %. De pH van den grond was bij aanleg van het proefveld ongeveer 5,25, het kaligetal waarschijnlijk ongeveer 15.

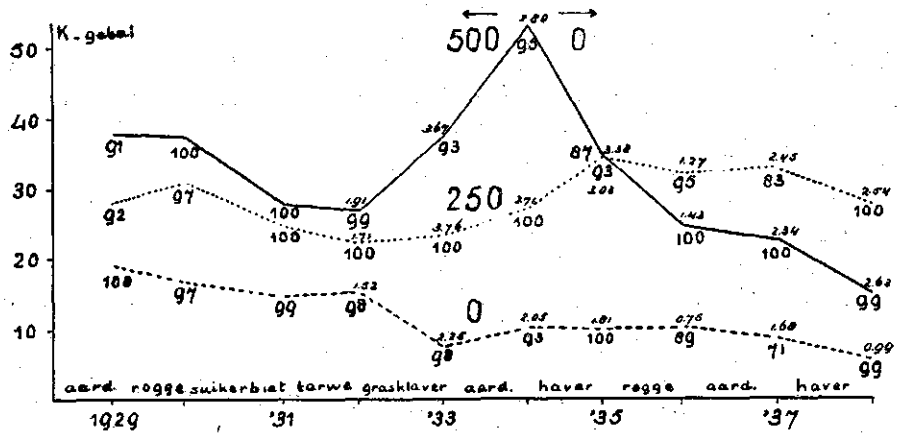
De kalibemesting naar 0,250 en 500 kg/ha K_2O is meestal in den vorm van patentkali gegeven. De in 1930 verbouwde rogge, die een misoogst gaf, was met kalizout 40 % bemest, de haver in 1932 met kalizout 20 %. Stikstof en fosfaat werden in praktijkhoeveelheid toegediend, stikstof als chilisalpeter en zwavelzure ammoniak, fosfaat als slakkenmeel in 1929 en 1932, als algiersfosfaat in 1930, en verder als superfosfaat.

3. Het verloop van het kaligetal bij jaarlijks gelijke kalibemesting

Het kaligetal van den grond is steeds na den oogst bij de verschillende objecten bepaald, bij Pr 268 echter niet na afloop van het eerste proefjaar. Het verloop van de kaligetallen in den loop der jaren, waarbij de door de N-bemesting teweeggebrachte verschillen buiten beschouwing worden gelaten, is voor het drietal proefvelden afgebeeld in de figuren 1—3 (blz. 468, 469). Het blijkt duidelijk, dat de grootte van het kaligetal afhankelijk is van de gegeven bemesting. Zonder kali vindt een regelmatige daling plaats. Bij een kaligift naar resp. 250 of 200 kg/ha K_2O handhaaft het kaligetal zich op een middelmatig peil, waarbij echter nog wel vrij aanzienlijke schommelingen voorkomen. De hoogste kaligift geeft soms aanleiding tot hooge kaligetallen, in andere jaren (b. v. 1931 en 1932 op Pr 266, fig. 1) is het verschil met het middelmatig bemeste object niet groot. Hoewel het verschil tusschen beide met kali bemeste

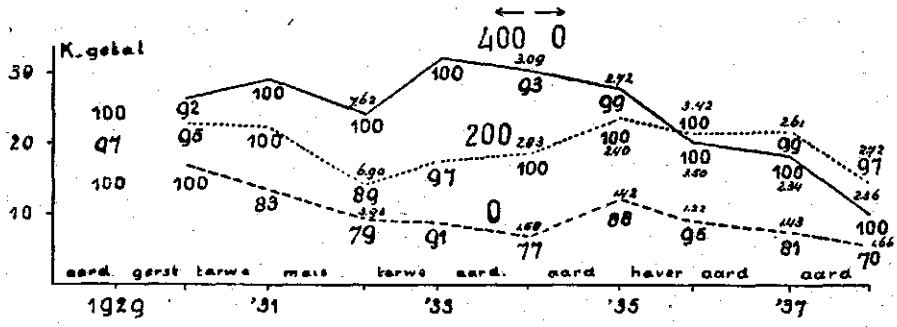
objecten na verloop van eenige jaren wat grooter wordt, krijgt men toch niet den indruk, dat de zware bemesting aanleiding geeft tot de vorming van een kalivoorraad in den grond. De overtollige kali verdwijnt blijkbaar voor een belangrijk deel, hetzij door uitspoeling, hetzij door vastlegging.

In het verloop der kaligetallen is een zekere regelmaat te herkennen. Bij alle proefvelden worden bij de met kali bemeste objecten omstreeks de jaren 1931—1933 lagere kaligetallen aangetroffen en hoogere in de voorafgaande en volgende jaren. Deze schommeling, die zich ook op andere, hier niet be-



Figuur 1. Het verloop van de na den oogst bepaalde kaligetallen bij verschillende kalibemesting op het proefveld Pr 266. Op de abscis staan de verbouwde gewassen aangegeven. De relatieve opbrengsten zijn door een cijfer bij de lijnen vermeld, bovendien wordt door een kleiner, cursief cijfer het kaligehalte van het oogstproduct (bij granen van het stroo) aangegeven (vgl. met tabel 4)

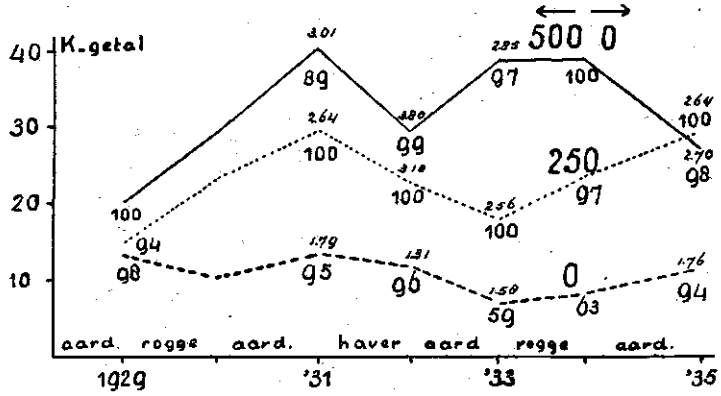
Figure 1. Course of the potassium numbers on the objects of Pr 266 determined at harvest time



Figuur 2. Het verloop van de kaligetallen, opbrengsten en kaligehaltes op het proefveld Pr 268. Voor nadere verklaring zie figuur 1 (vgl. met tabel 5)

Figure 2. Course of the potassium numbers on the objects of Pr 268 determined at harvest time

handelde proefvelden voordeed, hangt niet samen met de kalionttrekking van de in die jaren verbouwde gewassen, maar mogelijk met klimatologische



Figuur 3. Het verloop van de kaligetallen, opbrengsten en kaligehaltes op het proefveld Pr 267. Voor nadere verklaring zie figuur 1 (vgl. met tabel 6)

Figure 3. Course of the potassium numbers on the objects of Pr 267 determined at harvest time

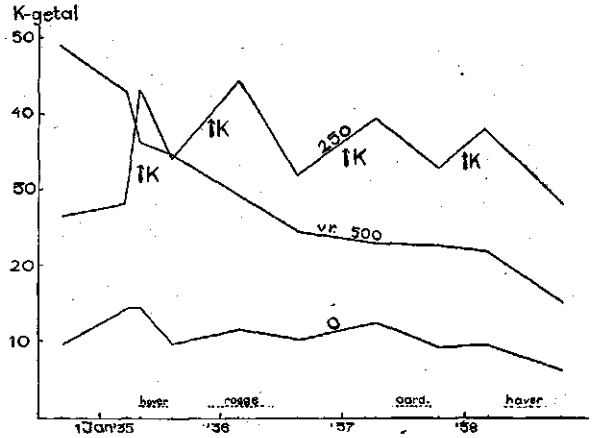
omstandigheden. Dit verschijnsel zal echter in dit bestek niet nader besproken worden.

Het weglaten van de kalibemesting op het in de eerste 6 proefjaren zwaar bemeste object heeft een onmiddellijke daling van het kaligetal tot gevolg. Deze daling verloopt op het proefveld Pr 266 (figuur 1), waar het kaligetal tot een belangrijk hooger peil gestegen is dan op het proefveld Pr 268 (figuur 2), veel sneller. De oorzaak hiervan ligt zoowel in den hoogeren kalitoestand op het eerste proefveld, waardoor de uitspoeling een grootere kans krijgt, als in de kleinere kalieenheid, waardoor het kaligetal, dat in deze eenheden uitgedrukt is, bij gelijke onttrekking aan kg K_2O een grooter aantal eenheden daalt.

Een duidelijker beeld van het verloop van het kaligetal tijdens de laatste proefjaren wordt verkregen in de figuren 4 en 5, waarin de veranderingen in den kalitoestand na de wijziging van het proefplan uitvoeriger zijn weergegeven. Vanaf 1935 zijn er namelijk, behalve na den oogst, ook in het voorjaar en tijdens den groei van het gewas bemonsteringen uitgevoerd.

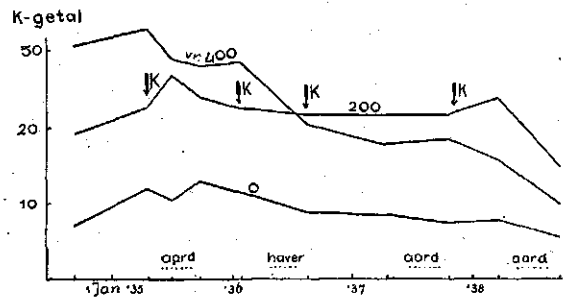
Beide figuren toonen den geleidelijken achteruitgang van het kaligetal op het vroeger zwaar bemeste object. Bij Pr 266 is na een jaar reeds hetzelfde peil bereikt als op het voortdurend bemeste object, de grond van Pr 268 blijft echter na de zware bemesting beter op peil, zoodat eerst na 2 jaren een gelijke toestand bereikt is.

Verder komt vooral bij den minder humusrijken grond van Pr 266 duidelijk tot uiting, dat het kaligetal na een bemesting zeer belangrijk stijgt, om daarna



Figuur 4. Het verloop van de kaligetallen bij Pr 266 vanaf 1934, waarna het voorheen zwaar bemeste object geen kalibemesting meer ontvangen heeft. Een pijl duidt het tijdstip aan, waarop de kalibemesting is aangewend. Bij de abscis is de vegetatie-periode van de verbouwde gewassen aangegeven

Figure 4. Course of the potassium numbers on the objects of Pr 266 from 1934, after which year the potassium fertilization has been omitted on the plots, that received a heavy fertilization in the preceding years



Figuur 5. Het verloop van de kaligetallen bij Pr 268 vanaf 1934. Voor nadere verklaring zie figuur 4

Figure 5. Course of the potassium numbers on he objects of Pr 268 from 1934 (for explanation see figure 4)

tijdens den groei van het gewas weer ongeveer tot hetzelfde uitgangspunt te dalen. In den loop van de laatste jaren verandert het kaligetal, afgezien van deze door de bemesting teweeggebrachte schommelingen, slechts weinig.

Een interessant verschijnsel doet zich voor bij het onbemeste object. De zeer langzame daling van het kaligetal wordt onderbroken door, vooral bij Pr 266, zeer regelmatige schommelingen. Het blijkt dat het kaligetal na den winter steeds duidelijk iets hooger is dan daarvoor. Aan deze verschijnselen, die aan het vrijkomen van niet uitwisselbaar gebonden minerale kali in de periode, waarin de grond onbebouwd ligt, moet worden toegeschreven, zijn in een vroegere publicatie uitvoerige beschouwingen gewijd, waarnaar hier verwezen kan worden (13). Het op dezen uitgeputten grond verbouwde gewas put voornamelijk uit deze bron voor de voorziening van de benoodigde kali. Het verschijnsel maakt duidelijk, hoe het mogelijk is, dat de kalitoestand bij volledig weglaten van de kalibemesting slechts zoo betrekkelijk langzaam achteruit gaat.

4. De verdeeling van kali in den ondergrond

Na de wijziging van het proefplan zijn bij het proefveld Pr 266 ook geregeld monsters van den ondergrond genomen, bij het proefveld Pr 268 is dit onderzoek pas een jaar later aangevat. Het proefveld Pr 267 is slechts eenmaal onderzocht. De bemonstering geschiedde in 2 lagen ter dikte van 10 cm.

Voorloopig wordt het onderscheid in stikstofbemesting weer buiten beschouwing gelaten en blijft de bespreking beperkt tot de gemiddelde uitkomsten.

In tabel 1 worden de uitkomsten van de op de drie proefvelden voor de eerste maal verrichte onderzoekingen vermeld.

TABLE 1 *Table 1*

Kaligetallen van twee lagen van den ondergrond bij de drie kaliproefvelden. Bij Pr 268 is in de onderste laag niet het op humus herleide kaligetal, maar het kaligehalte van den grond in 0,1 n HCl bepaald

Potassium numbers from two sub-soil layers. (In state of the potassium number — a number which gives the potassium content on the basis of the humus content — the potassium content of the soil in 0,1 n HCl is given in the case of the layer 22—32 cm from the field Pr 268)

Proefveld *Experiment field*	Datum *Date*	Laag *Layer*	N als chilisalpeter *sodium nitrate*			N als zwavelzure ammoniak *ammonium sulphate*		
			0 K_2O	250(200) K_2O	500(400) K_2O	0 K_2O	250(200) K_2O	500(400) K_2O
Pr 266 . .	20-3-1935	12-22	9	20	34	6	15	33
		22-32	6	12	21	6	11	22
Pr 267 . .	31-1-1936	14-24	5	14	11,5	6	15,5	11,5
		24-34	5	12	17	5	14	14
Pr 268 . .	31-1-1936	12-22	8	14	34	8	11	20
		22-32	0,0035	0,003	0,007	0,003	0,0055	0,0065

Overeenkomstige verschillen als in de bouwvoor worden aangetroffen zijn aanwezig in de diepere lagen van den grond. Een gedeelte van de in de voorgaande jaren op het zwaar bemeste object meer toegediende kali is in den aanvang van 1935 nog in den ondergrond van Pr 266 aanwezig. In een vroegere publicatie (12) berekenden wij dit gedeelte op resp. 11 en 6 % in de beide lagen.

Een jaar later zijn deze verschillen nog duidelijk voorhanden, hoewel de rijkdom van de bouwvoor van het vroeger zwaar bemeste object reeds geringer geworden is dan die van het geregeld met kali bemeste object.

De een jaar later voor de eerste maal bemonsterde proefvelden Pr 267 en Pr 268 laten in groote trekken hetzelfde zien. Bij Pr 267 is het kaligetal van de zich direct onder de bouwvoor bevindende laag van het eertijds zwaar bemeste object dan reeds lager dan van het geregeld bemeste object, terwijl het kaligetal van de diepere laag nog wel hooger is. De kaligetallen van den ondergrond zijn op dit proefveld alle laag, doordat het humusgehalte zeer hoog is.

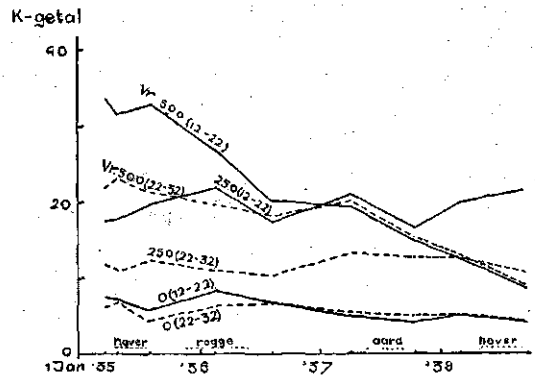
Bij het proefveld Pr 268, waar, zooals wij gezien hebben, de gevormde kalivoorraad veel langzamer verloren gaat, is ook het kaligetal van de zich onmiddellijk onder de bouwvoor bevindende laag bij den vroeger zwaar bemesten grond veel hooger dan bij den steeds normaal bemesten grond. Ook in de diepere laag doet zich dit onderscheid gelden. De kaligetallen zijn hier bijzonder hoog, wat echter niet op grooten kalirijkdom van den ondergrond wijst, maar een gevolg is van de zeer lage humusgehalten, waarop de bepaalde gehaltecijfers bij de berekening van het kaligetal herleid zijn. De onder deze cijfers in de tabel geplaatste kaligehalte-cijfers van den grond, die zeer laag zijn, geven een juisteren indruk van den kalirijkdom.

Het verloop van den kalitoestand van den ondergrond bij verschillende bemestingswijze op het proefveld Pr 266 wordt in figuur 6 weergegeven.

Op het steeds onbemeste object blijkt het kaligetal van de laag 12—22 cm, die zich vlak onder de bouwvoor bevindt, aanvankelijk nog iets hooger te zijn dan van de dieper gelegen laag 22—32 cm. In latere jaren blijkt het eerstgenoemde kaligetal nog iets te dalen en worden beide practisch gelijk.

Het kaligetal van het geregeld bemeste object blijft in den ondergrond op een betrekkelijk constant peil. Aan het einde van elken winter blijkt het kaligetal van de laag 12—22 cm geregeld iets hooger te zijn dan in den voorafgaanden herfst. Het ligt voor de hand deze schommelingen toe te schrijven aan de uitspoeling, die er in de wintermaanden uit de bouwvoor plaats vindt, terwijl de daaropvolgende daling in de zomermaanden op de onttrekking door het gewas terug te brengen is. De dieper gelegen laag toont deze schommelingen bijna niet.

De kaligetallen van de ondergrondslagen van het voorheen zwaar bemeste object zijn bij den aanvang van het onderzoek, zooals gezegd, belangrijk



Figuur 6. Het verloop van de kaligetallen van den ondergrond in de lagen 12—22 cm en 22—32 cm op het proefveld Pr 266, nadat het vroeger zwaar bemeste object op nawerking is gelaten

Figure 6. Course of the potassium numbers of two sub-soil layers from the objects of Pr 266, after omitting the fertilization with potassium on the plots that received a heavy fertilization in the preceding years

hooger dan van de overeenkomstige lagen van het minder zwaar bemeste object, wat op een groot verlies aan kali door uitspoeling bij deze overdreven zware bemesting wijst.

De kaligetallen van beide lagen ondergaan een geleidelijke vermindering, die echter veel langzamer verloopt dan die van het kaligetal van de bouwvoor. Terwijl laatstgenoemd kaligetal reeds in het eerste jaar, waarin de kalibemesting weggelaten wordt, aan dat van het geregeld bemeste object gelijk wordt, gebeurt ditzelfde bij de laag 12—22 cm eerst in den aanvang van 1937, d. w. z. 1½ jaar later en ruim 3 jaar, nadat de zware bemesting voor den laatsten maal gegeven is. Nog trager verloopt dit in de diepere laag, waar een gelijkheid met het minder zwaar, maar geregeld bemeste object pas in den zomer van 1938, dus nogmaals 1½ jaar later bereikt wordt. Het blijkt dus duidelijk, dat de kalitoestand van den ondergrond zich belangrijk langzamer wijzigt, als de tot dusverre gebruikelijke bemestingswijze veranderd wordt, dan de kalitoestand van de bouwvoor, die zeer licht voor veranderingen vatbaar is. Het belang hiervan voor de praktijk is dit, dat een eertijds overmatig met kali bemeste grond langer voldoende kali voor het gewas ter beschikking stelt, dan uit het kaligetal van de bouwvoor blijkt, gesteld althans dat de ondergrond goed doorlaatbaar is en doorworteld kan worden. Omgekeerd

zal de ondergrond van verwaarloosden grond zeer waarschijnlijk langer kaliarm blijven dan de bouwvoor, waarvan de kalitoestand gemakkelijk en snel door een royale kalibemesting te herstellen is.

De oorzaak van den langzamen teruggang van het kaligetal van den ondergrond berust ongetwijfeld op het nog geregeld door uitspoeling toestroomen van kali uit de aanvankelijk nog kalirijke bouwvoor en op het feit, dat de opname door het gewas in den ondergrond niet zoo intensief zal zijn als in de bouwvoor het geval is.

Op de waarde van deze zich in den ondergrond bevindende kali voor het gewas wordt later (hoofdstuk 8) nader teruggekomen.

Op het proefveld Pr 268 zijn overeenkomstige resultaten verkregen als bij Pr 266. Het duurde hier eveneens tot na den winter van 1936—'37, waarin een sterke uitspoeling heeft plaats gevonden, voordat de kaligetallen van de zich direct onder de bouwvoor bevindende laag bij de beide, tevoren zwaar of steeds matig, bemeste objecten gelijk gevonden is, terwijl dit bij de diepere laag pas een jaar later gebeurde.

5. De invloed van den vorm van de stikstofbemesting op den kalitoestand van den grond

De stikstof is op alle proefvelden steeds zoowel in den vorm van chilisalpeter als van zwavelzuren ammoniak gegeven. Dit stelt in staat om na te gaan welke invloed deze in hun uitwerking op den zuurgraad van den grond aan elkaar tegengestelde stikstofbemestingen op den kalitoestand hebben gehad.

Theoretisch zijn ongetwijfeld verschillen te verwachten. Het ammonium van den zwavelzuren ammoniak heeft een sterker uitwisselend vermogen dan het natrium van het chilisalpeter, waardoor basen, zooals kalk en kali, in oplossing gedrongen worden en voor uitspoeling sterker vatbaar zijn. Bovendien heeft de verzuring, die met de nitrificatie van den zwavelzuren ammoniak gepaard gaat, een verdere uitdrijving van basen tot gevolg, terwijl het aldus sterker met H-ionen bezette complex een zwakkere bindingsmogelijkheid voor K bezit, dan een sterker met Ca bezet complex. Bovendien is het niet onmogelijk, dat de vastlegging van kali in niet uitwisselbaren vorm, en het omgekeerde proces van vrijkomen van in minerale deelen voorkomende kali, van het verschil in kalktoestand invloed ondergaat. In het algemeen schijnt kalk het vrijkomen iets te bevorderen (literatuur, zie 13). Het is zeker van belang om vast te stellen van welke orde van grootte de veranderingen van den kalitoestand zijn, die onder invloed van deze jarenlang voortgezette bemestingswijzen op de drie proefvelden zijn ontstaan.

De pH van beide, op verschillende wijze met stikstof bemeste gedeelten van de proefvelden is geleidelijk belangrijk uiteengeloopen. Bij het proefveld Pr 266 bedroeg de pH bij den aanvang van de proef ongeveer 6,3; onder invloed van de ch-bemesting, die meestal, behalve in de jaren 1929 en 1934 toen superfosfaat gegeven is, gepaard ging met een fosfaatbemesting in den vorm van Thomasslakkenmeel, is de pH, afgezien van eenige schommelingen, slechts weinig veranderd; bij beëindiging van de proef bedroeg de pH namelijk ongeveer 6,4. Met za-bemesting is evenwel een daling opgetreden, die in de eerste proefjaren sneller verliep dan in de volgende. Na 4 proefjaren was de pH namelijk gedaald tot 5,9 en na afsluiting van het tiende en laatste proefjaar tot ongeveer 5,6.

Op het proefveld Pr 267 is het verloop van de pH tamelijk onregelmatig geweest. Bij het begin van de proef bedroeg deze ongeveer 5,25, bij de afsluiting in het zevende proefjaar resp. ongeveer 5,55 op het met ch bemeste gedeelte en 4,7 op het deel, dat za ontving.

Bij het proefveld Pr 268 was de pH bij het begin van de proef ook reeds vrij hoog, namelijk 6,15. De geregelde bemesting met ch heeft de pH bijna niet veranderd, bij de afsluiting van de proef bedroeg deze 6,1. Dat er geen verdere stijging van de pH is opgetreden, zal gedeeltelijk moeten worden toegeschreven aan de bemesting met superfosfaat, dat 6 maal gegeven is tegen slakkenmeel slechts 4 maal. De pH van het met za bemeste deel daalde geleidelijk, hoewel in de eerste jaren iets sneller dan later. Bij de beëindiging van de proef bedroeg deze 5,25.

Ook in den ondergrond hebben zich onder invloed van de eenzijdige N-bemesting wijzigingen in de pH voltrokken. Aan het einde van het tiende proefjaar bedroeg de pH van de laag 12—22 cm op het ch-gedeelte van Pr 266 gemiddeld 5,65 en op het za-gedeelte 5,3, in de diepere laag van 22—32 cm bedroegen deze waarden resp. 4,8 en 4,6. Bij het proefveld Pr 267 bedroegen de overeenkomstige cijfers in de laag 14—24 cm na afloop van het zevende proefjaar resp. 4,4 en 4,1 en in de laag 24—34 4,05 en 3,9. Bij het proefveld Pr 268 zijn na afloop van het negende proefjaar de volgende waarden gevonden: 5,9 en 5,45 in de laag 12—22 cm, 5,9 en 5,6 in de laag 22—32 cm.

Om den invloed, die de verschillende vorm van de N-bemesting op den kalitoestand heeft gehad, zuiver te bepalen, is het noodig na te gaan of de kalionttrekking door het gewas op beide gedeelten van dezelfde grootte is geweest. Dit blijkt wel het geval te zijn geweest. Op het proefveld Pr 266 is het kaligehalte van het gewas in de jaren 1933—1938 steeds bepaald. De onttrekking bedroeg in deze jaren op het drietal met ch bemeste objecten totaal resp. 655, 1065 en 1155 kg/ha K_2O, op de met za bemeste objecten 611, 1095 en 1027 kg. Behalve bij het laatste object, waar de onttrekking

met za iets geringer is geweest, is deze praktisch in beide gevallen gelijk te stellen. Hoewel de onttrekking in de 4 eerste proefjaren niet is bepaald, is het op grond van de later bepaalde cijfers aannemelijk, dat de vorm van de N-bemesting geen grooten invloed op de onttrekking aan kali heeft gehad.

Hetzelfde wordt gevonden bij het proefveld Pr 268. De onttrekking is bepaald in de jaren 1934—1938. In totaal zijn gevonden op de ch-helft onttrekkingen van resp. 448, 1008 en 1004 kg/ha K_2O, op de za-helft 469, 1104 en 1051 kg. Deze verschillen zijn van geringe beteekenis.

Bij het proefveld Pr 267 is slechts 3 maal, namelijk in de jaren 1931, 1933 en 1935, waarin aardappelen verbouwd zijn, een chemisch gewasonderzoek uitgevoerd. Gevonden is een totale onttrekking van resp. 362, 662 en 674 kg op de ch-helft en van 332, 594 en 604 kg op de za-helft. Hier is een duidelijker verschil aanwezig. Het ontbreken van bepalingen in de overige jaren maakt het onmogelijk te beoordeelen, of de onttrekking op het met chilisalpeter bemeste gedeelte ook bij de andere gewassen grooter is geweest.

Bij de proefvelden Pr 266 en Pr 268 is het echter wel als zeker te beschouwen, dat de N-bemesting geen invloed van beteekenis heeft gehad op de onttrekking. Dit beteekent dat eventueele verschillen in kalitoestand op beide proefveldhelften niet aan de onttrekking door het gewas, maar aan zuiver bodemkundige eigenschappen, zooals ionen-uitwisseling, basenbindend vermogen en uitspoeling moeten worden toegeschreven.

In tabel 2 is vermeld, hoeveel het na den oogst bepaalde kaligetal van de met chilisalpeter bemeste objecten van de proefvelden Pr 266 en Pr 268 in de opeenvolgende jaren hooger is dan van de overeenkomstige, met zwavelzuren ammoniak bemeste objecten. Het ongelijkmatige proefveld Pr 267, dat sterk schommelende en weinig duidelijke uitkomsten gaf en waar, zooals wij zagen, de kalionttrekking op beide proefveldeelen niet vergelijkbaar is, wordt verder buiten beschouwing gelaten.

Het meeste belang heeft in deze tabel de middelste kaligift, die het meest als een normale bemesting is te beschouwen. Bij Pr 266 treden bij deze bemesting vanaf het derde proefjaar zeer duidelijke verschillen aan den dag. Het kaligetal is bij ch-bemesting belangrijk hooger, wat dus in overeenstemming is met de theoretische verwachting. Zelfs schijnt dit verschil in verloop van tijd grooter te worden, zoodat het in het laatste proefjaar reeds ongeveer 12 bedraagt. De kaligetallen bedragen op beide helften in dit jaar resp. 34 en 22, wat beteekent, dat de kalitoestand op het ch-gedeelte als zeer ruim, op het za-gedeelte slechts als voldoende te beschouwen is. Ook het proefveld Pr 268 toont dit verschil, hoewel het later is opgetreden en in kali-eenheden uitgedrukt ook niet zoo groot wordt. Te bedenken valt echter, dat de kalibemesting op dit proefveld iets lichter is geweest dan bij Pr 266, terwijl de

TABEL 2 *Table 2*

Verschillen tusschen de kaligetallen van de met chilisalpeter en de kaligetallen van de met zwavelzuren ammoniak bemeste objecten bij de proefvelden Pr 266 en Pr 268

Differences between the potassium numbers after fertilization with sodium nitrate and ammonium sulphate

Proefjaar *Year*	Pr 266			Pr 268		
	0 K_2O	250 K_2O	500 K_2O vanaf 7e jaar 0 K_2O *from 7th year 0 K_2O*	0 K_2O	200 K_2O	500 K_2O, vanaf 7e jaar 0 K_2O *from 7th year 0 K_2O*
1	0	0	0	—	—	—
2	—3	—3	7	1	0	—2
3	3	7	10	1½	—1	—5
4	0	5	6	1	—1	5
5	1	9	6	—1	1	6
6	3	8	6	—1	2	6½
7	1	8	9½	—3½	5	7
8	2	7½	5½	—1	3	8
9	1	11	5	—1	8	6
10	0	12	10	1	3	7½

kali-eenheid, d. i. de hoeveelheid kali die theoretisch noodig is om het kaligetal van 1 ha met 1 te doen stijgen, hier 16,5 kg bedraagt tegen slechts 12,5 kg bij Pr 266.

Bij het zeer zwaar bemeste object van Pr 266 zijn de verschillen reeds eerder opgetreden, het wekt evenwel den schijn, alsof dit verschil in latere jaren niet grooter is dan op het minder bemeste object. In de laatste jaren, waarin dit object niet meer met kali is bemest, is het verschil weer geringer geworden. Bij Pr 268 zien wij daarentegen, dat dit verschil zelfs bij het einde van de proef nog iets hooger is dan bij het geregeld met een geringere hoeveelheid bemeste object.

Het onbemeste object van Pr 266 laat overeenkomstige verschillen zien, die uiteraard veel geringer uitvallen. Een afwijking wordt evenwel bij Pr 268 aangetroffen, waar vrij zeker het kaligetal van het niet met kali bemeste za-object in latere jaren hooger is geweest dan het overeenkomstige met ch bemeste object.

Van veel grootere praktische beteekenis is echter de vaststelling, dat bij normale, geregelde kalibemesting op den duur een aanzienlijke besparing op de kalibemesting te verkrijgen is door bemesting met chilisalpeter, welke gunstige invloed alleen aan bodemkundige invloeden, niet aan een verschil in kalionttrekking (b. v. door een eventueele gedeeltelijke vervanging van de

opname van K door een grootere opname aan Na, al zal dit bij enkele gewassen ook een rol kunnen spelen, zooals o. a. door VAN ITALLIE (5, 6, en 7) en DE WILLIGEN (19) voor voederbieten is aangetoond) toe te schrijven is. Zwavelzure ammoniak daarentegen bevordert verliezen aan kali.

De gevonden verschillen kunnen op twee oorzaken berusten. In de eerste plaats kan, zooals gezegd, ammonium het kalium sterker uitwisselen, terwijl integendeel het uitwisselend vermogen van natrium gering is. Dit heeft een verdringing van kalium in de bodemoplossing tot gevolg, waardoor het sterker aan uitspoeling ten prooi kan vallen. De met za-bemesting optredende verzuring van den grond werkt in gelijke richting. In de tweede plaats kan gedacht worden aan een verschil in vastlegging in niet-uitwisselbaren vorm onder invloed van de ongelijke omstandigheden. Aangenomen zou dan moeten worden, dat deze bij zure bemesting sterker zou zijn dan bij alkalisch werkende bemesting.

Tegen deze laatste veronderstelling pleit, dat de verschillen tusschen de met ch en za bemeste gedeelten op de niet en wel met K bemeste objecten bij Pr 268 tegengesteld zijn uitgevallen. Een beoordeeling kan verkregen worden door een onderzoek in te stellen naar de uitspoeling van kali, die in beide gevallen heeft plaats gevonden. Daartoe zijn de totale hoeveelheden kali, die zich na een jarenlange voortzetting van deze verschillende bemestingswijzen in de bouwvoor en in den ondergrond bevinden, bepaald.

In tabel 3 worden vergeleken de in het voorjaar 1935 in drie verschillende bodemlagen bij alle objecten vastgestelde kaligetallen, kaligehalten in resp. 0,1 normaal en 25 % HCl, welke beide laatste praktisch het uitwisselbare en het totaal aanwezige kali aangeven.

Het blijkt dat de verschillen in totaal kali niet veel grooter zijn dan de verschillen in uitwisselbare kali; hieruit kan afgeleid worden, dat de bij de bemesting toegediende kali voornamelijk nog in een goed beschikbaren vorm aanwezig is en niet van beteekenis in ontoegankelijken vorm is vastgelegd.

Bij het onbemeste object is het totale kaligehalte door de verschillende N-bemesting praktisch niet veranderd. Het eenigszins hoogere kaligetal en gehalte aan uitwisselbare kali zou daar dus aan een iets minder sterke vastlegging op den met chilisalpeter bemesten grond kunnen worden toegeschreven. De verschillen tusschen de totale gehalten van de wel bemeste objecten zijn echter bij bemesting met ch en za alle van dezelfde orde als de verschillen tusschen de in 0,1 n HCl bepaalde gehalten. Dit wijst er op, dat bij bemesting met zwavelzuren ammoniak iets meer kali door uitspoeling is verloren gegaan.

Het lijkt er dus op, dat de tusschen de met chilisalpeter en zwavelzuren ammoniak gevonden verschillende invloed op den kalitoestand van den

TABEL 3 *Table 3*

Kaligetallen en kaligehalten in 0,1 normaal HCl en 25 % HCl (in 0,001 %) in verschillende lagen van den grond van de verschillend met kali en stikstof bemeste objecten van het proefveld Pr 266

Potassium numbers and potassium content in 25 % HCl from various layers of the soil after different treatments

N-bemesting *Fertilization*	K-extractie *K-extraction*	Bouwvoor 0—12 cm *arable layer*			Ondergrond 12—22 cm *subsoil*			Ondergrond 22—32 cm *subsoil*		
		0	250	500	0	250	500	0	250	500
Chilisalpeter *sodiumnitrate*	K-getal *K-number*	16	33	46	9	20	34	6	12	21
	K 0,1 n HCl	13	28	46	7	15	31	3	8	13
	K 25 % HCl	*58*	*77*	*89*	*32*	*43*	*54*	*27*	*39*	—
Zwavelz. amm. *ammonium sulphate*	K-getal *K-number*	13	24	40	6	15	33	6	11	22
	K 0,1 n HCl	11	23	35	6	11	28	5	7	15
	K 25 % HCl	*59*	*70*	*86*	*33*	*42*	*58*	*30*	*38*	*46*

grond zoowel aan een door zwavelzuren ammoniak bevorderde uitspoeling, als aan een in zuren grond iets versterkte vastlegging in niet uitwisselbaren vorm moet worden toegeschreven. De gevonden verschillen zijn echter niet groot genoeg om volledige zekerheid te verschaffen.

6. De reactie der verschillende gewassen op den kalitoestand

De verbouwde gewassen reageerden in de eerste jaren niet of weinig op de verschillende kalibemesting, hoewel eenige malen schade bij te zware kalibemesting ondervonden is. Naderhand begon echter in steeds toenemende mate een depressie van den oogst op het nooit met kali bemeste object op te treden, waarbij verschillende gewassen op zeer uiteenloopende wijze gevoelig voor een kalitekort bleken te zijn.

De bespreking van de resultaten volgt aan de hand van de reeds eerder besproken figuren 1—3, waarin door een cijfer bij de in het najaar bepaalde kaligetallen de relatieve opbrengsten (resp. zetmeel, bieten, korrel of groene massa) zijn aangegeven. De hoogste opbrengst is steeds 100 gesteld. Op de abscis staan de verbouwde gewassen vermeld. Door een kleiner cursief cijfer is verder het kaligehalte van de droge stof van het oogstproduct aangegeven, dat in dit opzicht de grootste verschillen vertoont (dus bij aardappelen de knol, bij granen het stroo), voor zoover het bij de proef is bepaald. De vermelde

cijfers hebben betrekking op het gemiddelde van beide met chilisalpeter en zwavelzure ammoniak bemeste proefveldhelften. Dit heeft het nadeel, dat een eenigszins afwijkende reactie op beide helften niet tot uiting komt; voor de bespreking van deze afwijkingen wordt daarom naar het volgende hoofdstuk verwezen. Een voordeel is evenwel, dat het gemiddelde een nauwkeuriger beeld geeft van de reactie op kali, doordat de verschillen tusschen beide helften gedeeltelijk van toevalligen aard zijn geweest. De volledige, absolute opbrengsten worden in de tabellen 4—6 gevonden (blz. 494—498).

Bij het proefveld Pr 266 trad in de eerste vijf jaren bij de gewassen aardappelen, rogge, suikerbieten, wintertarwe en een grasklaver-mengsel geen oogstdepressie tengevolge van kaligebrek op. De opbrengst aan aardappelknollen was met en zonder kalibemesting gelijk, doch de opbrengst aan zetmeel vertoonde bij kalibemesting een belangrijke daling. Bij de overige gewassen werd er ondanks de zeer uiteenloopende kalibemesting geen verschil van beteekenis gevonden. De kalivoorziening was ook zonder kali, ondanks het geleidelijk dalende kaligetal, bij weglaten van kali blijkbaar voldoende, terwijl deze gewassen, met uitzondering van het grasklaver-mengsel, geen nadeelen ondervonden van een zeer sterk overdreven kalibemesting. Het kaligehalte van het stroo van de tarwe was ook zonder kali nog voldoende. Het grasklaver-mengsel gaf bij zeer zware bemesting wel een oogstdepressie, zeer waarschijnlijk een gevolg van den schadelijken invloed van de vrij laat gegeven zware kalibemesting op de ontwikkeling van de klaver.

Een eerste aanduiding van kaligebrek is pas in het zesde proefjaar opgetreden, toen de aardappelen zonder kali een matige oogstdepressie gaven; het kaligehalte van den knol was echter nog niet bijzonder laag. Met de dubbele kaligift is wederom nadeel van de te zware bemesting ondervonden. De in het daaropvolgende proefjaar verbouwde zwarte haver gaf daarentegen op het onbemeste object de hoogste opbrengst, terwijl een overmaat aan kali dit gewas belangrijk schaadde.

In de beide volgende proefjaren werden met rogge en aardappelen ernstige oogstdepressies bij weglaten van kali verkregen. De kaligehalten van de droge stof zijn laag geworden. Opnieuw was overmaat aan kali bij de aardappelen schadelijk, rogge gaf echter de hoogste opbrengst bij de beste kalivoorziening.

Opmerkelijk is, dat de in het laatste proefjaar verbouwde witte haver in het geheel niet reageerde, hoewel de grond door het weglaten van kali zeer uitgeput is en het kaligetal tot een laag peil is gedaald. Het kaligehalte van het stroo was echter wel zeer laag. De vrij zware kalibemesting leverde dit jaar geen nadeel op. Het blijkt dus wel, dat haver geheel anders reageert dan aardappelen en rogge, welke beide een veel grootere behoefte aan kali hebben.

Het eertijds zwaar bemeste object gaf vanaf 1935, toen de kalibemesting voor de eerste maal werd weggelaten, steeds zeer gunstige resultaten. In het eerste jaar bleek de kalitoestand nog te hoog, zoodat de oogst nadeelig beïnvloed werd, in de drie volgende jaren zijn echter steeds maximale opbrengsten verkregen.

Bij het proefveld Pr 268 is alleen in beide eerste jaren geen opbrengstdepressie tengevolge van het weglaten van de kalibemesting opgetreden. De in het eerste jaar verbouwde aardappelen reageerden slechts met een kleine vermeerdering van de knolopbrengst, die geheel door de daling van het zetmeelgehalte werd opgeheven. De daarna verbouwde zomergerst reageerde ongunstig op de kalibemesting. De in het derde jaar verbouwde wintertarwe bleef zonder kali, wat korrelopbrengst betreft, belangrijk achter, de stroopbrengst vertoonde geen verschillen van beteekenis. Een sterke reactie op kali gaf de voedermaïs. Bij dit gewas gaf de zeer zware kalibemesting zelfs een belangrijk beter resultaat dan een normale bemesting. De in 1933 verbouwde zomertarwe gaf wederom een opbrengstdepressie bij weglaten van kali, die evenwel niet ernstig was. Evenmin als bij de eerder verbouwde wintertarwe deed deze invloed zich op de stroo-opbrengst gelden. Een zeer zware kalibemesting schijnt bij tarwe niet te schaden, zelfs werd hiermede nog een lichte stijging van de opbrengst verkregen. De in 1934 en 1935 verbouwde aardappelen bleven zonder kali vrij belangrijk in opbrengst achter; het kaligehalte van de droge stof was zeer laag, zoodat de kalitoestand bij een kaligetal van ongeveer 10 zeer onvoldoende is geworden. Een overmaat aan kali werkte weer duidelijk schadelijk. Opmerkelijk is daarna de geringe reactie van de in 1936 verbouwde haver, waarmee de resultaten van Pr 266 bevestigd worden. De opbrengstverschillen zijn van weinig beteekenis, hoewel de kaligehaltes van het stroo zeer uiteenloopen en groote verschillen in kalitoestand aanduiden. Beide laatste jaren zijn aardappelen verbouwd, die krachtig op kaligebrek reageerden. De bemesting naar 200 kg/ha K_2O bleek echter de zetmeelopbrengst reeds iets te verlagen.

Op het vroeger zwaar bemeste object zijn evenals bij Pr 266 steeds zeer gunstige resultaten verkregen; de opbrengst was in alle vier de jaren praktisch maximaal, zoodat op den gevormden voorraad betrekkelijk lang geteerd is.

Het proefveld Pr 267 gaf in het eerste proefjaar met aardappelen geen verschillen van beteekenis. Het tweede proefjaar met rogge mislukte. Bij de daarna verbouwde aardappelen kwam het kaligebrek op het nul-object wel reeds vrij duidelijk voor den dag bij de opbrengst aan knollen, maar minder erg bij de opbrengst aan zetmeel. Een teveel aan kali leidde weer tot ernstige opbrengstderving. De in het vierde proefjaar verbouwde haver bleek weinig gevoelig voor kali, een overmaat schaadde praktisch niet. Zeer sterk reageerden

de in de daaropvolgende jaren verbouwde aardappelen en rogge. Terwijl aardappelen als steeds schade ondervonden van de zwaarste kalibemesting, bleek rogge daarvan nog eenigszins te profiteeren. Een opvallend geringe reactie vertoonden de in het laatste proefjaar verbouwde aardappelen, waaruit overtuigend blijkt, dat het optreden van kaligebrek zeer afhankelijk is van de groeiomstandigheden, en dat zelfs een zeer gevoelig gewas als aardappelen onder bepaalde omstandigheden op een aan kali uitgeputten grond nog redelijk goede opbrengsten kan geven.

Bij deze proefvelden is dus gebleken, dat de kalitoestand van deze gronden bij den aanvang wel voldoende was om eenige jaren zonder kali gewassen te verbouwen. Het kaligetal lag bij den aanvang van de proeven ongeveer bij 20, waardoor vroegere ervaringen bevestigd worden (12). Veiligheidshalve zal men deze maatregel echter niet overdrijven, daar het optreden van kaligebrek van de weersomstandigheden afhankelijk is en het, indien het optreedt, tot ernstige verliezen aanleiding kan geven. Wel is het duidelijk, dat een hooger opvoeren van het kaligetal weinig zin heeft en vooral bij verbouw van aardappelen eerder tot schade dan tot voordeelen kan leiden.

De verbouwde gewassen verschillen aanmerkelijk in de reactie op kali. Aardappelen zijn zeer vatbaar voor kaligebrek, maar aan den anderen kant, zooals wel bekend is, ook zeer gevoelig voor een overmaat aan kali. Een geregelde bemesting naar 200—250 kg/ha K_2O was dan ook aan den hoogen kant en zeker niet rendabel.

Ook bij enkele andere gewassen zijn nadeelen van te zware kalibemesting ondervonden, zoo bij het gras-klavermengsel, zomergerst en eenmaal bij haver, waartegenover echter twee gevallen staan waarin deze oogstdepressie bij dit laatste gewas niet is opgetreden. Ongevoelig voor een overmaat aan kali leken rogge en tarwe, welke beide gewassen elk in totaal drie maal op deze proefvelden verbouwd werden, verder nog de elk eenmaal verbouwde suikerbieten en voedermais. Dit laatste gewas was het eenige, dat nog belangrijk van de verdubbeling van de kalibemesting profiteerde. Bij rogge en tarwe werden echter ook nog geringe vermeerderingen van de opbrengsten verkregen. Beide laatstgenoemde gewassen schijnen dus op zandgrond zeker geen geringere kalibehoefte te hebben dan aardappelen, al mag dit op kleigronden wellicht wel het geval zijn (zie 11). Tot deze conclusie zijn wij ook reeds vroeger op grond van ander onderzoek gekomen (12). Het is dus feitelijk niet juist, dat deze granen in den regel een geringere kalibemesting ontvangen dan aardappelen; integendeel valt er veel voor te zeggen om aan deze granen een zwaardere kalibemesting te geven en aan aardappelen een wat lichtere, aangezien bij granen een overmaat kali niet, zooals bij aardappelen, schadelijk is, maar veelal nog eenig voordeel geeft. In dit verband kan er op gewezen

worden, dat Ir. J. Wind (20) op een proefveld, waar o. a. een object aanwezig was, waarop granen een dubbele kalibemesting ontvingen, terwijl de kalibemesting voor aardappelen werd weggelaten, met deze bemestingswijze in den loop der jaren gunstige resultaten verkreeg.

Haver is een graangewas, dat bij zeer lagen kalitoestand verbouwd kan worden, hoewel de hoeveelheid kali, die door haver opgenomen wordt, in den regel grooter is dan van andere granen. Het door de praktijk soms weglaten van de kalibemesting bij verbouw van haver, schijnt in dit licht wel verantwoord, te meer daar schade door kalibemesting niet uitgesloten is. Er zou veel voor te zeggen zijn de op de haver uitgespaarde kali aan de rogge te geven, zoodat de kalitoestand van een perceel er bij toepassing van deze bemestingswijze op den duur niet op achteruit gaat.

Bovenstaande conclusies zijn gedeeltelijk nog op te weinig waarnemingen gebaseerd. Verschillende echter, zooals de conclusies betreffende de reacties van aardappelen, rogge, tarwe en haver lijken vrij zeker en vonden gedeeltelijk elders bevestiging, zoodat hieraan beteekenis kan worden toegekend.

7. De opneembaarheid en de werkzaamheid van kali in verband met den vorm van de stikstofbemesting

Inleiding

In de physiologische en landbouwkundige literatuur worden verschillende gevallen behandeld, waaruit een nauw verband blijkt tusschen den vorm, waarin de stikstof aan de planten geboden wordt en de behoefte aan kali. Deze invloed van de stikstofvoeding berust voornamelijk op een tweetal physiologische factoren. In de eerste plaats wordt de opname van het kation kalium bemoeilijkt door de gelijktijdige opname van het kation ammonium, terwijl omgekeerd de opname van de stikstof in den vorm van het anion nitraat voor de opname van kationen bevorderlijk is. In de tweede plaats vervult het kalium in de plant een rol bij de synthese van ammoniumverbindingen tot eiwitten; bij onvoldoende kalivoeding leidt een voeding met stikstof in ammoniumvorm daardoor tot een schadelijke ophooping van tusschenproducten.

Het is van bijzonder belang om na te gaan, of deze, voornamelijk bij physiologische proeven in watercultures gevonden verschijnselen, zich ook doen gelden in den vollen grond en voor den praktischen landbouw van beteekenis zijn. Het is zeker niet zonder meer aan te nemen, dat dit het geval zal zijn, al ware het slechts, dat bij gronden met een voldoende pH, zooals bij deze proefvelden, een krachtige nitrificatie te verwachten is, zoodat de stikstof bij bemesting in ammoniumvorm toch grootendeels in nitraatvorm opgenomen

zal worden. De hier behandelde proefvelden, waarop de stikstofbemesting over een reeks van jaren bij verschillende kalivoeding in ammonium- en in nitraatvorm is toegediend, kunnen een oordeel over dit punt helpen verschaffen. Een korte bespreking van de literatuur mag aan deze bespreking vooraf gaan.

Literatuur

Verschillende onderzoekers (1, 2, 3, 4, 8, 14, 16, 17 en 18) hebben het verschijnsel, dat een nitraatvoeding bij kaligebrek een gunstiger uitwerking heeft dan een voeding met ammonium vastgesteld. Door ARNON (3) is gevonden, dat de kali-opname van gerst in watercultuur bij ammoniumvoeding geringer is. WADLEIGH en SHIVE (17) vonden bij overeenkomstige proeven met maïs hetzelfde. De invloed van de pH op de opname zou volgens deze beide onderzoekingen in vergelijking met den invloed van den stikstofvorm slechts van ondergeschikt belang zijn.

In een ouder onderzoek van PIRSCHLE (14), dat in potten met vloeiende voedingsoplossing en met verschillende gewassen is uitgevoerd, was evenwel gevonden, dat de geringere kali-opname bij ammoniumvoeding vooral bij lage pH (pH < 6) optreedt, terwijl bij hoogere pH (> 7) het tegengestelde het geval is.

Andere onderzoekers zoeken de oorzaak van het verschil tusschen ammonium- en nitraatstikstof bij kaligebrek vooral in de storingen van de stofwisseling, die in het eerste geval optreden.

ARENZ (1 en 2) en TURTCHIN (16) zagen schadelijke gevolgen van ammoniakophooping, die ontstaat bij een sterke NH_4-opname en een gelijktijdig door kaligebrek geremde eiwitsynthese. De geringere vorming van koolhydraten, als gevolg van een door het kaligebrek geremde koolzuurassimilatie, werkt volgens ARENZ een volledige verwerking van tusschenproducten tot eiwit in de hand. WALL (18) constateerde een ophooping van ammonia, amiden en amino-stikstof bij kaligebrek en daarmee samengaand het optreden van bladsterven bij ammoniumvoeding.

Een hooger kaligehalte van het gewas bij bemesting met zwavelzuren ammoniak is daarentegen bij een lysimeterproef met grond door BIZZELL (4) gevonden. Dit betrekkelijk geringe verschil ging gepaard met een hoogere oplosbaarheid van kali in het bodemvocht bij bemesting met zwavelzuren ammoniak, wat als de oorzaak van het gevonden verschil werd aangezien.

Bespreking van de proefveldduitkomsten

Verschillen als hierboven besproken zijn zullen het zuiverst vastgesteld

kunnen worden in het eerste proefjaar, als nog niet ten gevolge van de eenzijdige bemesting verschillen in pH en kalitoestand zijn ontstaan. In het voorgaande (blz. 475) is gebleken, dat de pH van de met chilisalpeter en zwavelzuren ammoniak bemeste gedeelten al vrij spoedig is uiteen geweken, zoodat reeds na enkele jaren vrij aanzienlijke verschillen zijn ontstaan. Verder is gevonden dat het kaligetal bij geregelde bemesting met ch hooger is, wat dus een betere voorziening met kali tot gevolg kan hebben (blz. 476—478). Dit verschil is echter in de eerste járen bij Pr 266 op de niet met kali bemeste objecten niet zoo groot geweest. Bij Pr 268 is het kaligetal vanaf het vijfde proefjaar op het gedeelte, dat met zwavelzuren ammoniak bemest werd, bij weglaten van de kali hooger geworden, zoodat dus vanaf dit jaar de grond op dit gedeelte beter met kali zou zijn voorzien.

Een ander verschil, dat niet geheel buiten beschouwing mag worden gelaten ligt in het feit, dat er bij de bemesting met chilisalpeter natrium aan den grond wordt toegevoegd, welke stof als plantenvoedsel niet geheel zonder beteekenis is, en die in bepaalde gevallen bij kaligebrek in de plaats van kali kan treden (5, 6, 7, 9, 15 en 19). Weliswaar geldt dit laatste voornamelijk voor voederbieten, die op geen van deze proefvelden zijn verbouwd, maar ook bij andere gewassen, zooals suikerbieten en eenige granen als gerst en haver, welke gewassen op deze proefvelden verbouwd werden, is bekend, dat een dergelijke werking van het natrium kan voorkomen.

Een bezwaar voor de uitvoering van de vergelijking tusschen beide helften van het proefveld in het eerste proefjaar is evenwel, dat ernstig kaligebrek, dat tot uiting komt in een opbrengstdepressie, in de eerste proefjaren op geen van deze proefvelden is opgetreden, zoodat wij wel genoodzaakt zijn ook aan de latere, minder voor dit doel geschikte jaren, aandacht te besteden. Er zal dus worden nagegaan of er een verschil bestaat in de mate, waarin kaligebrek tot uiting komt bij bemesting met zwavelzuren ammoniak en chilisalpeter, waarbij behalve de opbrengst ook het gehalte aan kali en de kalionttrekking in het oog zullen worden gevat.

De uitkomst van de proefvelden, die aan de hand van de tabellen 4—6 besproken zullen worden, blijkt nu in geen enkel opzicht te wijzen in een richting, dat een bemesting met chilisalpeter (ondanks de daarmede tevens gepaard gaande gunstiger kalitoestand en natriumbemesting) het optreden van kaligebrek, zooals dat met zwavelzuren ammoniak-bemesting optreedt, kan voorkomen.

Er zijn wel opbrengstverschillen gevonden tusschen de beide helften van de proefvelden, en ook is de reactie op de kalibemesting niet altijd gelijk geweest, maar deze verschillen zijn soms niet voldoende betrouwbaar en vertoonen geen bepaalde lijn.

Het eerste proefjaar van Pr 266 (tabel 4) gaf met aardappelen geen verschillen van beteekenis. In het tweede proefjaar is schijnbaar op de wat minder opbrengende ch-helft een lichte kaliwerking bij de korrelopbrengsten gevonden, wat op de za-helft niet het geval is. De stroo-opbrengsten bevestigen deze uitkomst niet, zoodat deze kaliwerking zeer twijfelachtig is. Het derde jaar met suikerbieten geeft echter wel een resultaat in de verwachte richting. Op de za-helft was de opbrengst niet alleen lager, maar bleef ook het onbemeste object eenigszins achter. Het valt echter niet uit te maken of het uitblijven van een oogstdepressie op de ch-helft werkelijk aan den vorm van de stikstof, of wellicht aan de natrium-bemesting te denken is, waarvoor dit gewas dankbaar is. De gevonden verschillen zijn overigens niet groot. Een eigenaardig resultaat is in het vierde proefjaar met wintertarwe verkregen: op het ch-gedeelte is schijnbaar een belangrijke reactie op kali opgetreden, terwijl daarentegen op de za-helft de opbrengst zonder kali het hoogst was en met de zwaarste kaligift belangrijk lager. De overeenkomst tusschen de parallellen was echter dit jaar zoo slecht, dat deze uitkomst ernstig betwijfeld moet worden. In ieder geval zou het resultaat tegengesteld aan de theoretische verwachting zijn. In de daaropvolgende jaren 1933 met een gras-klaver-mengsel en 1934 met aardappelen zijn de uitkomsten op beide helften gelijk. Ook in 1935 met haver, waarin op de ch-helft iets hoogere opbrengsten verkregen zijn, is verder geen verschil aanwezig. Het jaar 1936 met rogge brengt een zeer flauwe aanwijzing voor een iets sterker kaligebrek op de za-helft, welk verschil echter nauwelijks van beteekenis is. De beide laatste proefjaren met aardappelen en haver toonen evenmin belangrijke verschillen.

Terwijl nu de opbrengstcijfers geen aanwijzingen geven, dat kaligebrek bij ammoniumvoeding in sterkere mate zou optreden dan bij nitraatvoeding, geven de gehaltecijfers hoogstens slechts zeer flauwe aanwijzingen in deze richting. In de jaren 1934, 1935, 1936 en 1938, resp. met aardappelen, haver, rogge en haver, is de onttrekking aan kali op de met chilisalpeter bemeste helft van het object zonder kali inderdaad iets grooter geweest, terwijl deze in de jaren 1933 en 1937, resp. met gras-klaver en aardappelen op beide helften praktisch gelijk was. De totale onttrekking bedroeg in de jaren, waarin onderzoek heeft plaats gehad 655 kg/ha K_2O op de ch-helft en 611 kg op de za-helft. Dit verschil lijkt niet van veel belang, te meer daar in aanmerking moet worden genomen, dat het kaligetal in het eerstgenoemde geval steeds iets hooger was. Een bewijs voor een betere kaliopname bij nitraatbemesting kan hierin nauwelijks gezien worden.

Een belangrijk grootere kaliopname wordt gevonden op de ch-helft van het tot 1934 zwaar bemeste, en daarna zonder kali gelaten object. In het viertal proefjaren is met chilisalpeter 683 kg K_2O onttrokken en met zwavelzuren ammoniak 568 kg. De kalitoestand van beide helften was echter doorloopend belangrijk beter op de ch-helft, zoodat het verschil in kaliopname vermoedelijk geheel hierop terug te voeren is.

Bij het proefveld Pr 268 (tabel 5) lijkt het, alsof in het eerste proefjaar met aardappelen een geringe reactie op de kalibemesting is opgetreden op de za-helft, die op de ch-helft is uitgebleven. De opbrengst van beide niet met kali bemeste objecten verschilt echter in absolute maat bijna niet, zoodat het verschil weinig overtuigend is. In het tweede jaar met zomergerst bracht de za-helft meer op, maar andere verschillen zijn er niet. De wintertarwe in 1931 heeft op de ch-helft zonder kali wat minder opgebracht. De in 1932 verbouwde maïs heeft wel hoogere opbrengsten gegeven op de ch-helft, maar de reactie op kali is op beide helften volkomen vergelijkbaar. Een iets grooter kaligebrek is vervolgens in de jaren 1933 en 1934 met zomertarwe en aardappelen op de ch-helft opgetreden; in 1935 zien wij met aardappelen het omgekeerde, hoewel de opbrengst van het object zonder kalibemesting met ch absoluut genomen niet lager is dan met za. In 1936 kwam echter een duidelijk grootere depressie tengevolge van kaligebrek voor op de za-helft, waarbij evenwel direct opgemerkt kan worden, dat het kaligehalte van korrel en stroo belangrijk grooter was, zoodat de opname die van het ch-object zelfs overtrof. Geen verschillen van beteekenis kwamen voor in de beide laatste proefjaren met aardappelen.

Wat de opbrengsten van het proefveld Pr 268 betreft, kan dus geconcludeerd worden, dat er iets meer verschillen zijn opgetreden, die echter geenszins in een bepaalde richting wijzen. Ondanks het feit, dat de kaligetallen vanaf het vijfde proefjaar op de za-helft van de niet met kali bemeste objecten hooger zijn geweest dan op de ch-helft, is de kalionttrekking er niet veel grooter geweest. In de laatste 5 jaren bedroeg deze totaal op de za-helft 469 kg K_2O en op de ch-helft 448 kg. Aangezien het niet vaststaat welke waardeering gegeven moet worden aan het hoogere kaligetal van de za-helft, kan niet uitgemaakt worden, of de opname op deze helft inderdaad iets moeilijker zou zijn geweest, wat men op

grond van de geringheid van het verschil in opname zou kunnen meenen. Een positieve aanwijzing ten gunste van een geringer kaligebrek bij nitraatvoeding levert dit proefveld dus evenmin.

Een aanwijzing, dat de onttrekking op het eertijds zwaar bemeste object bij weglaten van de kalibemesting op de ch-helft, waar het kaligetal steeds belangrijk hooger is, grooter zou zijn, zooals bij Pr 266 het geval was, is bij Pr 268 niet verkregen. Ondanks dit verschil in kalitoestand was de onttrekking op de za-helft in totaal zelfs hooger, namelijk 775 kg op de za- en 727 kg op de ch-helft.

Op het proefveld Pr 267 tenslotte (tabel 3), is er in het eerste proefjaar met aardappelen wel eenige reactie op de kalibemesting geweest, maar verschillen tusschen de beide met ch en za bemeste helften kwamen niet voor. Dit is evenmin het geval geweest in het derde proefjaar met aardappelen (in het tweede jaar is de opbrengst niet bepaald) en in het vierde jaar met haver. In het jaar 1933, waarin opnieuw aardappelen verbouwd zijn, bleef de opbrengst van het object zonder kali op de ch-helft meer achter ten opzichte van de wel met kali bemeste objecten dan op de za-helft, maar was niettemin de opbrengst met ch bij weglating van de kalibemesting toch nog iets hooger dan met za. Ook het kaligehalte van de aardappelen was hooger, zoodat het moeilijk uit te maken valt in welk geval het meeste nadeel van kaligebrek is ondervonden. De rogge van 1934 is niet op beide helften afzonderlijk geoogst, zoodat alleen nog het laatste proefjaar overblijft, waarin inderdaad het kaligebrek op de za-helft duidelijker optrad dan op de ch-helft. Het gewas had echter een zeer onregelmatigen indruk gemaakt, zoodat ook dit resultaat niet van groote waarde is.

De kaliopname is alleen in drie aardappeljaren bepaald. Deze was in 1931 op de kalilooze objecten met za en ch vrijwel gelijk, in de jaren 1933 en 1935 was deze op de ch-helft iets grooter. In totaal is op de ch-helft in drie jaren 362 kg, op de za-helft 332 kg/ha K_2O onttrokken, het verschil hiertusschen is van vrij geringe beteekenis. Er kan dus geconcludeerd worden, dat ook dit proefveld geen bepaalde aanwijzingen opgeleverd heeft, die zouden kunnen wijzen op een begunstiging van de kalihuishouding door bemesting met chilisalpeter in tegenstelling met zwavelzuren ammoniak.

Het ontbreken van aanwijzingen, dat de vorm van de stikstofbemesting invloed heeft op de kalibehoefte van het gewas, is in zooverre van praktische beteekenis, dat hiermede wel aangetoond is, dat deze factor voor de onderhavige grondsoorten als van geen groot belang beschouwd kan worden. De keuze van de stikstofmeststof kan dus in den regel geschieden, zonder dat aan een mogelijken invloed op de kalivoeding gedacht behoeft te worden; omgekeerd is het niet noodig bij de bepaling van de benoodigde kalibemesting met den vorm van de stikstofbemesting rekening te houden.

Het verkregen resultaat houdt vanzelfsprekend geen weerlegging in van de belangrijke physiologische verschillen, die in de literatuur beschreven zijn, en die onder de aldaar beschreven proefomstandigheden optreden. Het wil slechts zeggen, dat deze verschijnselen onder praktijkomstandigheden meestal niet te verwachten zijn, mogelijk doordat de bij de bemesting in ammoniumvorm gegeven stikstof bij de opname vaak grootendeels reeds in nitraat is omgezet.

Uit deze vergelijking komt verder naar voren, dat de door de stikstofbemesting veroorzaakte verschillen in kaligetal niet zoo'n grooten invloed hebben op de kaliopname, als verwacht zou mogen worden. De mogelijkheid bestaat dus, dat het gewas niet op dezelfde wijze reageert als de chemische methode en de in den regel bij bemesting met chilisalpeter gevonden hoogere kaligetallen geen, of althans een in verhouding tot dit verschil geringere beteekenis hebben voor de kaliopname door het gewas.

8. De opneembaarheid van kali in den ondergrond

Kali dat door uitspoeling uit de bouwvoor verdwijnt, wordt vaak als grootendeels voor het gewas verloren beschouwd. Het is echter bekend, dat het gewas den ondergrond diep doorwortelen kan, zoodat het zeer goed denkbaar is, dat bij een goed doorlaatbaren ondergrond een belangrijk gedeelte nog ten goede van het gewas kan komen, en de uitspoeling dus minder ernstig nadeel brengt, dan men gewoonlijk aanneemt.

De experimenteele behandeling van dit vraagstuk stuit echter op moeilijkheden: het lijkt niet gemakkelijk de kalitoestand van den ondergrond te varieeren, zonder gelijktijdig de kalitoestand van de bouwvoor te veranderen, tenzij men met kunstmatig ingevulden grond gaat werken.

Bij de proefvelden Pr 266 en Pr 268 is, nadat het eertijds zwaar bemeste object verder zonder kalibemesting is gelaten, geregeld de kalitoestand van bouwvoor en ondergrond van de verschillende objecten onderzocht (blz. 471—474, figuur 6). Bij een geregeld dalenden kalitoestand van de bouwvoor op het eertijds zwaar bemeste, maar vanaf 1935 niet bemeste object, bleek de ondergrond de eerste jaren nog zeer rijk aan kali te blijven, belangrijk rijker althans dan op het steeds met kali bemeste object, waarvan de bouwvoor echter spoedig in een hoogeren kalitoestand kwam te verkeeren. Deze stand van zaken maakt het mogelijk om een oordeel te vormen over de beteekenis, die deze kalireserve in den ondergrond heeft voor de kalivoeding van het gewas.

In het begin van 1935 was de toestand op beide objecten van Pr 266 aldus: Het kaligetal van de bouwvoor bedroeg 29 op het steeds met 250 kg/ha K_2O bemeste object, 43 op het tot en met 1934 met 500 kg bemeste object (figuur 1). Hierna volgde de kalibemesting van het eerstgenoemde object, zoodat 1½ maand na deze bemesting op dit object een kaligetal 43 gevonden werd, terwijl het kaligetal op het niet bemeste object reeds tot 37 was gedaald. Na den oogst werd bij beide objecten een gelijk kaligetal van 35 gevonden. De bouwvoor van het wel bemeste object was dus reeds in het eerste jaar tenminste even goed met kali voorzien als het vroeger zwaar bemeste object. De ondergrond was evenwel aanmerkelijk rijker op het eertijds zwaar bemeste object: het kaligetal van de laag 12—22 cm bedroeg in het begin van het proefjaar in beide gevallen resp. 18 en 34, van de laag 22—32 cm resp. 12 en 22. Zeer waarschijnlijk zette dit verschil zich ook in diepere lagen voort. Deze verschillen zijn in den loop van dit jaar slechts weinig gewijzigd, in de volgende jaren zijn ze geleidelijk kleiner geworden. Men zie voor dit laatste figuur 6, op blz. 473, waaruit o. a. blijkt dat de kalitoestand van de diepere laag 22—32 cm in 1938 op beide objecten nog gelijk is (vermoedelijk zijn

dus de diepere lagen in dat jaar op het vroeger zwaar bemeste object nog altijd rijker aan kali).

In dit eerste proefjaar is nu duidelijk gebleken, dat het gewas op het vroeger zwaar bemeste object over belangrijk meer kali beschikte. De overmaat kali had op de haver een ongunstigen invloed; het steeds onbemeste object gaf de hoogste opbrengst, (tabel 4, figuur 1). Deze depressie van de korrelopbrengst bedroeg op het vroeger zwaar bemeste object 13 %, tegen slechts 7 % op het steeds bemeste object. Een andere aanwijzing wordt gevonden in het duidelijk hoogere kaligehalte van het stroo, dat resp. 3,38 en 3,03 % bedroeg, hoewel het kaligehalte van de korrel bij het steeds bemeste object hooger was (resp. 0,72 en 0,83 %). De totale kaliopname was evenwel op het vroeger zwaar bemeste object het hoogste, namelijk 246 kg/ha K_2O tegen 221 kg op het andere object. Er zijn dus voldoende aanwijzingen verkregen, dat de kali van den ondergrond invloed heeft gehad op de ontwikkeling van het gewas.

Nog overtuigender is het resultaat van het volgende proefjaar. Het gewas rogge, dat ondanks een geringere behoefte, een veel hoogeren kalitoestand eischt dan haver, gaf een opbrengstvermeerdering bij kalibemesting. De opbrengst van het vroeger zwaar bemeste object, waarvan de bouwvoor minder goed, en de laag 12—22 cm slechts weinig beter van kali voorzien was, gaf echter een hoogere opbrengst, zoowel aan korrels als aan stroo (figuur 1 en tabel 4). Dat deze hoogere opbrengst inderdaad aan een betere kalivoorziening toegeschreven mag worden, volgt uit het hoogere kaligehalte van het stroo, dat resp. 1,43 en 1,27 % bedroeg, terwijl het kaligehalte van de korrel in beide gevallen 0,70 was. De kaliopname was dan ook belangrijk hooger, namelijk resp. 94 en 79 kg/ha K_2O. De voorziening met kali was dus beter, hoewel de grootere kalirijkdom van den grond eerst op grootere diepten dan 15 à 20 cm voorkwam en de bovenste bodemlaag armer aan kali was. In dit jaar was dus blijkbaar de kalitoestand van den ondergrond zelfs van grootere beteekenis voor de kalivoeding dan de kalitoestand van de bouwvoor.

In het jaar 1937 is ook de bodemlaag 12—22 cm op het geregeld bemeste object reeds iets rijker geworden aan kali dan bij het voorheen zwaar bemeste object. Dit neemt niet weg, dat de kalionttrekking door de aardappelen, dank zij een belangrijk grootere opbrengst, in het laatste geval toch vrij veel grooter is geweest, namelijk 173 tegenover 150 kg/ha K_2O. Het is niet geheel duidelijk of deze grootere opbrengst werkelijk geheel aan een gunstigen kalitoestand toegeschreven mag worden. Het verschil is vrij belangrijk (312 tegenover 263 q/ha knollen), zoodat deze veronderstelling vrij onwaarschijnlijk lijkt. Het zetmeelgehalte is op het vroeger zwaar bemeste object een weinig hooger; dit zou eerder op een geringeren kalitoestand wijzen, hoewel met de mogelijkheid van geringe chloorschade op het wel bemeste object, dat op

31 Augustus van het voorgaande jaar met kalizout 40 % bemest was, te rekenen valt, waardoor het lagere gehalte bij dit object te verklaren zou zijn. Hetzelfde geldt voor het wat lagere kaligehalte van de droge stof, dat 2,34 % bedroeg tegen 2,45 % op het geregeld bemeste. Hoe het zij, er blijkt althans duidelijk, dat er ook in het derde jaar na weglating overvloedig kali ter beschikking was, ondanks den reeds terugloopenden kalitoestand van de bouwvoor (kaligetal gemiddeld 23).

Het laatste proefjaar geeft nogmaals een zeer duidelijke aanwijzing over de beteekenis van de kali in den ondergrond, vooral als gelet wordt op de verschillen, die er tusschen de met chilisalpeter en zwavelzuren ammoniak bemeste helften van het proefveld zijn ontstaan. Bij het vroeger zwaar bemeste object, dat op de eerstgenoemde helft is gelegen, is het kaligetal bij beëindiging van de proef tot 20 gedaald, op de andere helft tot 10. Overeenkomstige verschillen worden aangetroffen in de beide ondergrondslagen, die allebei in het eerste geval hoogere kaligetallen hebben.

Op de chili-helft blijkt de beschikbaarheid van kali bij het eertijds zwaar bemeste object nog altijd het grootst, hoewel de laag 12—22 cm toch op het andere object reeds duidelijk rijker aan kali is geworden (kaligetallen gemiddeld in 1938 resp. 24½ en 12) en pas in de diepere laag van 22—32 cm een grootere kalirijkdom op het vroeger zwaar bemeste object wordt gevonden (kaligetallen 12 en 13). De totale kaliopname bedroeg in beide gevallen resp. 194 en 183 kg/ha K_2O, het grootere bedrag op het voorheen zwaar bemeste object berustte op een hooger kaligehalte van het stroo (resp. 2,85 en 2,52 %). Het steeds zonder kalibemesting gelaten object gaf een hoogere stroo-opbrengst dan het steeds met kali bemeste object. Het vroeger zwaar bemeste object had een nog lagere opbrengst (opbrengsten resp. 75,6, 73,4 en 70,1 q/ha), waarin mogelijk nog een aanwijzing ligt voor een grootere beschikbaarheid van kali bij dit object.

Op de zwavelzure ammoniak-helft blijkt echter duidelijk, dat de kalitoestand van het vroeger zwaar bemeste object nu toch wel minder goed is geworden. Het K_2O-gehalte van het stroo is met 2,23 % nog zeer behoorlijk, maar toch lager dan met kali (2,74 %), de totale onttrekking bedraagt 149 kg/ha tegen 183 bij het bemeste object.

Het proefveld Pr 268 leent zich veel minder goed voor een beoordeeling van dit vraagstuk, aangezien de bouwvoor van het tevoren zwaar bemeste object langer een hooger kaligetal behield dan het andere object. Als in 1937 het kaligetal van de bouwvoor iets lager is geworden (18 tegen 22) is ook de onder de bouwvoor gelegen laag reeds armer aan kali geworden (kaligetallen gemiddeld 17 en 22), en is alleen de nog diepere laag iets kalirijker. De diepere lagen bestaan echter uit wit zand, waarin uiteraard geen belangrijke verschillen in kaligehalte kunnen voorkomen. In dit jaar onttrokken de aardappelen op

het geregeld bemeste object dan ook meer kali dan op het vroeger zwaar bemeste object (resp. 190 en 174 kg/ha K_2O, zie tabel 5), wat dus geheel in overeenstemming met den kalitoestand van de bouwvoor is.

Het verschil tusschen Pr 266 en Pr 268 toont aan, dat de vraag, of een in vroegere jaren gegeven zware kalibemesting nog gedeeltelijk in den ondergrond aanwezig is, o. a. van den aard van dezen ondergrond zelf afhankelijk zal zijn. Bij een humeuzen ondergrond als van Pr 266 is dit mogelijk, bij een zeer humusarmen als van Pr 268 daarentegen niet. Uiteraard zullen nog andere factoren van invloed kunnen zijn, zooals de doorlatendheid, het voorkomen van banken [1]), de zuurgraad, enz., waarover ons echter in dit verband de gegevens ontbreken.

De resultaten van Pr 266 brengen ons evenwel het inzicht, dat een in den ondergrond aanwezige kalivoorraad van groot belang kan zijn, en in geval deze voor de wortels bereikbaar is zeker evenzeer door het gewas benut wordt als de in de bouwvoor aanwezige kali.

In geval een zandgrond dus door jarenlange te zware bemesting, b. v. door zware stalmest-giften, in een hoogen kalitoestand is gebracht, zal waarschijnlijk ook de ondergrond meestentijds een reserve hebben gevormd, als de aard van dezen ondergrond hiervoor geschikt is. In dat geval zal de vroeger te veel gegeven kali bij vermindering van de bemesting weer gedeeltelijk teruggewonnen kunnen worden. Dat deze hoeveelheden nog van belang zijn, is wel in de laatste proefjaren van Pr 266 gebleken.

De beteekenis, die hier aan de zich in den ondergrond bevindende kali wordt toegekend, doet twijfel opkomen aan de juistheid van de gebruikelijke methode, om den kalitoestand van den grond uitsluitend aan den toestand van de bouwvoor te beoordeelen. Inderdaad is dit in principe niet juist, maar in de praktijk geldt dit bezwaar nauwelijks. Op eenzelfde perceel zal namelijk de bemesting gewoonlijk in den loop der jaren niet zoo sterk uiteenloopen, zoodat er een bepaalde verhouding tusschen kali in boven- en ondergrond ontstaat. Alleen in geval van een zeer ingrijpende verandering in de bemesting, in denzelfden geest als bij deze proefvelden heeft plaats gehad, dient er rekening mee gehouden te worden, dat de veranderingen in den ondergrond minder snel verloopen dan in de bouwvoor, en de kalitoestand van de laatste geen volkomen beeld van den kalitoestand van den geheelen grond geeft.

Uit de resultaten van Pr 266 kan ook de gevolgtrekking gemaakt worden, dat een kaliverlies door uitspoeling, zooals in de wintermaanden kan plaats vinden, waarschijnlijk niet tot zulke zware verliezen aanleiding geeft, als men op grond van een op de voor en na den winter bepaalde kaligetallen zou kunnen meenen. De toestand van den ondergrond zal echter steeds van doorslaggevenden invloed zijn.

[1]) Volgens een onderzoek van MEYER en SCHNEIDER (10).

Samenvatting

De resultaten van een drietal langjarige kaliproefvelden, twee op zandgrond en een op bezand hoogveen worden besproken. De jaarlijksche kalibemesting bedroeg resp. 0, 250, 500 kg/ha K_2O, op een der proefvelden op zandgrond 0, 200 en 400 kg, zoodat zeer uiteenloopende kalitoestanden werden onderzocht. Na afloop van het zesde proefjaar werd het zwaar met kali bemeste object op nawerking gelaten. Bovendien is de stikstofbemesting in twee vormen gegeven, namelijk als chilisalpeter en als zwavelzure ammoniak.

Gevonden is dat de kaligetallen bij verschillende kalibemesting weliswaar belangrijk uiteenwijken, maar dat op deze grondsoorten toch geen belangrijke kalireserve in de bouwvoor wordt gevormd (figuur 1—3). Overtollige kali spoelt grootendeels uit, maar blijft gedeeltelijk in den ondergrond behouden (tabel 1 en 3, figuur 6). Aangetoond wordt, dat in den ondergrond aanwezige kali nog zeer goed door het gewas kan worden opgenomen. Na weglaten van de bemesting daalt het kaligetal van de bouwvoor vrij snel tot een belangrijk lager peil. (figuur 4—5). De kalitoestand van den ondergrond verandert minder snel (figuur 6).

De kalibehoefte van de verbouwde gewassen was uiteenloopend (tabel 4—6, figuur 1—3): aardappelen, rogge en eenige andere, slechts een enkele maal verbouwde gewassen, vragen een beteren kalitoestand dan haver, dat zelfs op vrij sterk uitgeputten grond nog maximale opbrengsten gaf. Aardappelen, zomergerst en een gras-klaver-mengsel bleken verder zeer ongunstig op een overmaat aan kali te reageeren, terwijl daarentegen rogge en tarwe, en ook voedermaïs, nog iets van een zeer ruime kalibemesting profiteerden.

De vorm van de stikstofbemesting heeft eenigen invloed op den kalitoestand: met chilisalpeter is het kaligetal meestal hooger dan bij bemesting met zwavelzuren ammoniak (tabel 2), waarschijnlijk een gevolg zoowel van een sterkere uitspoeling, als van een iets grootere vastlegging in niet uitwisselbaren vorm bij bemesting met laatstgenoemde meststof.

Het gewas reageert niet sterk op deze verschillen. Aangetoond werd dat het toedienen van de stikstof in nitraat- of ammoniumvorm onder de hier geldende praktijkomstandigheden praktisch zonder invloed was op de kalihuishouding van het gewas.

SUMMARY

INVESTIGATIONS ON THE POTASSIUM REGIME OF SANDY SOILS AND OF RECLAIMED MOOR SOILS

The results of two experiment fields on sandy soils and one field on reclaimed moor soil are discussed. Quantities of 0,250 and 500 kg/ha K_2O, respectively 0,200 and 400 kg, have been applied yearly; after the sixth year the fertilization with potassium on the heavily fertilized plots has been omitted. Nitrogen was given in the form of sodium nitrate and of ammonium sulphate.

It was found that the potassium status of these light soils does not rise to a very high level; superfluous potassium disappears for a large part into the sub-soil (fig. 1, 2, 3 and 6, table 1 and 3) but, as is further shown, this potassium is not altogether lost for the crop. The potassium status of the arable layer diminishes rapidly after ceasing the fertilization with potassium (fig. 4—5), but the status of the sub-soil decreases more slowly (fig. 6).

The potassium need of various crops shows distinct difference. Oats may give maximal yields on soils deficient in potassium, but potatoes, rye, and other crops require a higher supply of potassium. The yield of potatoes, especially the starch-yield, is diminished by a high fertilization with potassium, whereas other crops, such as rye and wheat, give a slight improvement of the yield under the same conditions.

The form in which nitrogen is applied influences the potassium status of the soil, sodium nitrate usually giving a higher potassium number than ammonium sulphate (table 2), because more potassium is leached out and fixed in a non-exchangeable form in the latter case. Yet, the application of nitrogen in either form has no appreciable effect on the potassium regime of the crop.

TABEL 4 *Table 4*

Opbrengsten, gehalten van oogstproducten en kalionttrekking van de op Pr 266 verbouwde gewassen

Results of the experiment field Pr 266 on sandy soil

Jaar *Year*	Gewas *Crop*	Aard of eigenschap van het oogstproduct *Kind or property of the yield*	Opbrengsten (in q/ha), gehaltes (cursief in %) en kalionttrekking (in kg/ha K_2O) *Yields (in q/ha), contents (in % in italics) and yields of potassium (in kg/ha K_2O)*					
			N als chilisalpeter *sodium nitrate*			N als zwavelzure ammoniak *ammonium sulphate*		
			0 K_2O	250 K_2O	500 K_2O	0 K_2O	250 K_2O	500 K_2O
1929	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	383	370	401	409	407	398
		zetmeel % *(starch %)*	*16,3*	*16,1*	*15,4*	*17,3*	*15,9*	*15,5*
		zetmeel *(starch)*z.	64,4	59,6	61,7	70,7	64,7	61,7
1930	Rogge, Petkuser *Rye*	korrel *(corn)*	26,3	26,5	28,0	29,8	29,7	29,7
		stroo *(straw)*	72,6	76,9	69,3	81,1	67,7	71,3
1931	Suikerbieten, Kühn P *Sugar-beets*	bieten *(beets)*	258	245	241	212	225	228
		loof *(foliage)*	191	151	167	153	154	157
		suiker % *(sugar %)*	*18,4*	*18,6*	*18,7*	*18,4*	*18,6*	*18,7*
		suiker *(sugar)*	47,3	45,6	45,0	38,9	41,9	42,5
1932	Wintertarwe, Jac. Cats *Wheat*	korrel *(corn)*	20,9	23,0	27,1	29,2	28,1	23,7
		stroo *(straw)*	83,6	80,0	102,9	99,5	88,5	77,5
		K_2O-% korrel [1]) *(corn)*	*0,64*	*0,60*	*0,63*	—	—	—
		K_2O-% stroo [1]) *(straw)*	*1,52*	*1,71*	*1,91*	—	—	—
		kg K_2O [1])	132	130	150	—	—	—
1933	Gras + klaver *Grass + clover*	hooi 1e sn. *(hay 1st cut)*	79,1	81,3	81,6	75,4	82,5	75,5
		hooi 2e sn. *(hay 2nd cut)*	63,7	61,3	56,0	59,5	59,0	51,2
		K_2O-% 1e sn. *(1st cut)*	*2,20*	*3,72*	*3,63*	*2,30*	*3,80*	*3,71*
		kg K_2O	148	257	252	147	267	238

		kg K_2O	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1934	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	277	345	335	268	348	335
		zetmeel % *(starch %)*	*18,8*	*15,9*	*15,5*	*19,5*	*16,7*	*16,3*
		zetmeel *(starch)*	52,0	54,8	52,1	52,2	57,5	54,5
		K_2O-% knol *(tuber)*	*22,1*	*2,58*	*2,85*	*1,88*	*2,84*	*2,74*
		kg K_2O	160	225	220	148	267	221
		Proefplan gewijzigd	0 K_2O	250 K_2O	0 K_2O	0 K_2O	250 K_2O	0 K_2O
1935	Haver, Zw. President *Oats*	korrel *(corn)*	36,6	33,1	30,8	32,7	31,5	29,6
		stroo *(straw)*	62,4	56,7	65,3	53,0	50,2	52,4
		K_2O-% korrel *(corn)*	*0,71*	*0,84*	*0,73*	*0,64*	*0,81*	*0,71*
		K_2O-% stroo *(straw)*	*1,72*	*2,93*	*3,34*	*1,89*	*3,13*	*3,41*
		kg K_2O	113	165	205	103	155	170
1936	Rogge *Rye*	korrel *(corn)*	26,0	27,5	28,5	24,6	26,7	28,4
		stroo *(straw)*	60,0	60,2	65,2	54,5	57,5	60,8
		K_2O-% korrel *(corn)*	*0,64*	*0,72*	*0,71*	*0,70*	*0,67*	*0,69*
		K_2O-% stroo *(straw)*	*0,79*	*1,36*	*1,52*	*0,71*	*1,17*	*1,34*
		kg K_2O	54	86	101	47	72	86
1937	Aardappelen, Thorbecke *Potatoes*	knollen *(tubers)*	210	261	332	210	264	291
		zetmeel % *(starch %)*	*19,4*	*17,9*	*18,3*	*19,4*	*18,5*	*18,8*
		zetmeel *(starch)*	40,7	46,6	60,8	40,7	48,7	54,6
		K_2O-% knol *(tuber)*	*1,63*	*2,54*	*2,35*	*1,72*	*2,36*	*2,32*
		kg K_2O	89	149	183	90	151	163
1938	Haver, Adelaar *Oats*	korrel *(corn)*	43,6	45,0	44,0	48,0	47,4	47,4
		stroo *(straw)*	75,6	73,4	70,1	65,9	68,8	67,1
		K_2O-% korfrel *(corn)*	*0,66*	*0,68*	*0,65*	*0,58*	*0,56*	*0,54*
		K_2O-% stroo *(straw)*	*1,04*	*2,52*	*2,85*	*0,94*	*2,74*	*2,23*
		kg K_2O	91	183	194	76	183	149

[1]) De overeenkomende kali-objecten met chilisalpeter en zwavelzuren ammoniak zijn samengenomen.

TABEL 5 *Table 5*

Opbrengsten, gehalten van oogstproducten en kalionttrekking van de op Pr 268 verbouwde gewassen

Results of the experiment field Pr 268 on sandy soil

Jaar *Year*	Gewas *Crop*	Aard of eigenschap van het oogstproduct *Kind or property of the yield*	Opbrengsten (in q/ha), gehaltes (cursief in %) en kalionttrekking (in kg/ha K_2O) *Yields (in q/ha), contents (in % in italics) and yields of potassium (in kg/ha K_2O)*					
			N als chilisalpeter *sodium nitrate*			N als zwavelzure ammoniak *ammonium sulphate*		
			0 K_2O	250 K_2O	500 K_2O	0 K_2O	250 K_2O	500 K_2O
1929	Aardappelen, Thorbecke *Potatoes*	knollen *(tubers)*	431	425	441	421	436	461
		zetmeel % *(starch %)*	*17,8*	*17,1*	*16,4*	*17,6*	*17,0*	*17,0*
		zetmeel *(starch)*	76,7	72,6	72,1	73,9	74,1	78,3
1930	Zomergerst, Goudgerst *Barley*	korrel *(corn)*	29,1	28,0	28,2	33,2	31,3	29,1
		stroo *(straw)*	42,7	41,7	42,0	44,9	42,1	44,0
1931	Wintertarwe, Mansh. Witte Dikkop *Wheat*	korrel *(corn)*	15,8	20,6	20,6	17,9	19,7	19,8
		stroo *(straw)*	67,9	74,3	71,9	72,6	64,0	66,0
1932	Mais, Virg. Paardentand *Maize*	groene massa *(green produce)*	473	512	596	422	499	541
		K_2O %	*3,71*	*6,95*	*7,58*	*4,14*	*6,84*	*7,66*
1933	Zomertarwe, Mansh. v. Hoek *Spring wheat*	korrel *(corn)*	27,0	30,0	31,0	30,3	30,9	31,9
		stroo *(straw)*	63,1	66,1	63,4	62,8	62,8	63,1
1934	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	251	379	388	275	393	386
		zetmeel % *(starch %)*	*18,9*	*16,8*	*16,0*	*19,3*	*17,0*	*15,5*
		zetmeel *(starch)*	47,4	64,3	62,4	53,1	66,8	59,9

		Proefplan gewijzigd	0 K_2O	200 K_2O	0 K_2O	0 K_2O	200 K_2O	0 K_2O
1935	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	231	254	245	235	302	305
		zetmeel % *(starch %)*	*17,9*	*17,1*	*17,2*	*18,6*	*17,5*	*17,3*
		zetmeel *(starch)*	41,3	43,4	42,1	43,7	52,9	52,8
		K_2O-% knol *(tuber)*	*1,92*	*2,36*	*2,63*	*1,92*	*2,44*	*2,30*
		kg K_2O	106	144	142	110	176	199
1936	Haver, Adelaar *Oats*	korrel *(corn)*	48,8	47,0	50,9	42,1	48,8	44,8
		stroo *(straw)*	68,1	74,4	70,6	56,7	77,8	72,0
		K_2O-% korrel *(corn)*	*0,53*	*0,62*	*0,55*	*0,60*	*0,60*	*0,60*
		K_2O % stroo *(straw)*	*1,02*	*3,39*	*3,64*	*1,43*	*3,45*	*3,36*
		kg K_2O	81	239	242	90	253	229
1937	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	222	332	314	226	332	335
		zetmeel % *(starch %)*	*18,8*	*16,9*	*17,3*	*18,5*	*17,4*	*18,2*
		zetmeel *(starch)*	41,7	56,2	54,0	41,7	57,7	60,8
		K_2O %	*1,46*	*2,60*	*2,44*	*1,39*	*2,61*	*2,24*
		kg K_2O	77	190	175	70	190	173
1938	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	214	308	302	223	363	342
		zetmeel % *(starch %)*	*17,7*	*16,0*	*16,7*	*18,1*	*16,4*	*18,1*
		zetmeel *(starch)*	37,8	49,1	50,2	40,2	59,5	61,7
		K_2O %	*1,70*	*2,78*	*2,56*	*1,62*	*2,66*	*2,16*
		kg K_2O	86	182	168	86	209	174

TABLE 6 *Table 6*

Opbrengsten, gehalten van oogstproducten en kalionttrekking van de op Pr 267 verbouwde gewassen

Results of the experiment field Pr on reclaimed moor soil

Jaar *Year*	Gewas *Crop*	Aard of eigenschap van het oogstproduct *Kind or property of the yield*	Opbrengsten (in q/ha), gehaltes (cursief in %) en kalionttrekking (in kg/ha K_2O) *Yields (in q/ha), contents (in % in italics) and yields of potassium (in kg/ha K_2O)*					
			N als chilisalpeter *sodium nitrate*			N als zwavelzure ammoniak *ammonium sulphate*		
			0 K_2O	250 K_2O	500 K_2O	0 K_2O	250 K_2O	500 K_2O
1929	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	330	347	365	336	350	368
		zetmeel % *(starch %)*	*20,1*	*18,0*	*18,6*	*20,4*	*19,2*	*19,1*
		zetmeel *(starch)*	66,3	62,4	67,9	68,5	67,2	70,3
		K_2O % knol *(tuber)*	—	—	—	—	—	—
		kg K_2O	—	—	—	—	—	—
1930	Rogge *Rye*	niet geoogst *(not harvested)*	—	—	—	—	—	—
1931	Aardappelen, Thorbecke *Potatoes*	knollen *(tubers)*	284	310	293	276	308	284
		zetmeel % *(starch %)*	*18,4*	*17,3*	*16,2*	*18,1*	*17,4*	*16,9*
		zetmeel *(starch)*	52,2	53,6	47,4	50,0	53,6	48,0
		K_2O % knol *(tuber)*	*1,73*	*2,76*	*1,85*	*19,7*	*2,51*	*2,92*
		kg K_2O	131	214	211	138	200	199
1932	Haver, Zw. President *Oats*	korrel *(corn)*	27,0	28,1	28,1	25,0	26,1	25,6
		stroo *(straw)*	57,4	61,4	67,5	50,9	62,1	61,9
		K_2O % korrel [1]) *(corn)*	*0,63*	*0,71*	*0,80*	—	—	—
		K_2O % stroo [1]) *(straw)*	*1,31*	*3,10*	*3,80*	—	—	—
		kg K_2O [1])	74	179	227	—	—	—
1933	Aardappelen, Triumph *Potatoes*	knollen *(tubers)*	229	394	385	213	319	338
		zetmeel % *(starch %)*	*19,6*	*17,4*	*16,5*	*18,9*	*18,5*	*17,5*
		zetmeel *(starch)*	44,7	68,5	63,5	39,9	57,4	59,0
		K_2O % knol *(tuber)*	*1,63*	*2,70*	*2,87*	*1,52*	*2,42*	*2,82*
		kg K_2O	93	253	256	78	188	216
1934	Rogge, Petkuser *Rye*	korrel [1]) *(corn)*	24,6	38,1	39,1	—	—	—
		stroo [1]) *(straw)*	62,6	73,5	79,7	—	—	—
		Proefplan gewijzigd	0 K_2O	250 K_2O	0 K_2O	0 K_2O	250 K_2O	0 K_2O
1935	Aardappelen, Eigenheimer *Potatoes*	knollen *(tubers)*	315	327	346	248	323	312
		zetmeel % *(starch %)*	*18,6*	*17,4*	*16,1*	*19,5*	*17,7*	*17,8*
		zetmeel *(starch)*	58,6	56,9	55,7	48,4	57,1	55,5
		K_2O %	*1,75*	*2,60*	*2.82*	*1,76*	*2,68*	*2,57*
		kg K_2O	138	195	207	116	206	189

[1]) De overeenkomende kali-objecten met chilisalpeter en zwavelzuren ammoniak zijn tezamen genomen.

LITERATUUR

1. ARENZ, B.: Beiträge zur Frage der Wirkung von Salpeter- und Ammoniakstickstoff auf das Pflanzenwachstum bei verschiedenen Nährstoffverhältnissen. *Bodenk. u. Pflanzenern. 8*, 182 (1938).
2. ARENZ, B.: Die Rolle des Kaliums bei der Ernährung der Pflanze mit Ammoniakstickstoff. *Bodenk. u. Pflanzenern. 23*, 129 (1941).
3. ARNON, D. I.: Effect of Ammonium and Nitrate Nitrogen on the Mineral Composition and Sap Characteristics of Barley. *Soil Sc. 48*, 295 (1939).
4. BIZZELL, J. A.: The comparative Effects of Ammonium Sulfate and Sodium Nitrate on the Composition of certain Vegetable Crops. *Soil Sci. Soc. Am. Proc. 2*, 343 (1937).
5. ITALLIE, TH. B. VAN: The Role of Sodium in the Kation-Balance of Different Plants. *Trans. 3rd. Intern. Congr. Soil Sci., Oxford, 1935, 1*, 191 (1935).
6. ITALLIE, TH. B. VAN: De natrium- en kaliumopname bij verschillende bietenrassen. *Versl. landb. onderz. 43*, 721 (1937).
7. ITALLIE, TH. B. VAN: De beteekenis van Natrium voor bieten bij verschillende Natrium- en Kaliumvoorziening. *Landb. Tijdschr. 52*, 53 (1940).
8. KWINICHIDZE, M.: The Action of Potassium on the Fertilization with Ammonium Salts and Nitrates. *Pol. Agr. Forest Ann. 37*, 291 (1936).
9. MASCHHAUPT, J. G.: In hoeverre kunnen K, Na, Ca en Mg elkander in de plant vervangen. *Versl. landb. onderz. 40*, 1025 (1934).
10. MEYER, L. en SCHNEIDER, R.: Untersuchungen über den Einflusz einer verdichteten Bodenschicht (Pflugsohle) auf die Bewegung und natürliche Verteilung des Kalis im Ackerboden. *Ern. Pflanze 36*, 109 (1940).
11. MEYERS, P. G.: Verslag van het Centraal kaliproefveld te Wehe (Gr.) over de jaren 1932 t/m 1939. Uitgave Handelmaatschappij „Uniphar" N. V., Amsterdam.
12. PAAUW, F. VAN DER: Het kalivraagstuk op de zand- en dalgronden. *Versl. landb. onderz. 42*, 393 (1936).
13. PAAUW, F. VAN DER: Het ter beschikking komen van kali in sterk uitgeputten grond. *Versl. landb. onderz. 48* (1942).
14. PIRSCHLE, K.: Nitrat- und Ammonsalze als Stickstoffquellen für höhere Pflanzen bei konstanter Wasserstoffionenkonzentration. *Z. Pflanzenern. D. u. B. A 22*, 51 (1931).
15. ROHDE, G.: Kann Natrium den Nährstoff Kalium in pflanzlichen und tierischen Lebewesen teilweise oder ganz ersetzen ? *Ern. Pflanze 35*, 230 (1939).
16. TURTSCHIN, TH. W.: Die Rolle des Kaliums und Phosphors bei der Assimilation verschiedener Stickstofformen durch Pflanzen. *Z. Pflanzenern. D. u. B. 44*, 65 (1936).
17. WADLEIGH, C. H. en SHIVE, J. W.: Base Content of Corn Plants as Influenced by pH of Substrate and Form of Nitrogen Supply. *Soil Sci. 47*, 273 (1939).
18. WALL, M. E.: The Role of Potassium in Plants: III. Nitrogen and Carbohydrate Metabolism in Potassium. Deficient Plants Supplied with either Nitrate or Ammonium Nitrogen. *Soil. Sci. 49*, 393 (1940).
19. WILLIGEN, A. H. A. DE: Resultaten van een serie Kalium-Natrium-proefvelden. *Versl. landb. onderz. 47*, 759 (1941).
20. WIND, J.: Kort Verslag over de Proefvelden in Overijssel 1938, blz. 46. Joh. Boevink, Enschede.