

Overdruk uit het Landbouwkundig Tijdschrift
74ste jaargang no. 17, oktober 1962

Vorraadbemesting met kali op rivierklei

Stock-dressing with potash on river clay soils
Summary see page 750

J. PRUMMEL,
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

INLEIDING

Rivierkleigronden zijn veelal kaliarm. Bovendien leggen zij de met de bemesting gegeven kali in niet-uitwisselbare vorm vast, zodat deze moeilijk voor het gewas beschikbaar komt (1 en 2). Speciaal aardappelen zijn hiervoor gevoelig. Door een overmaat aan tweewaardige kationen (Ca en Mg) aan het adsorptiecomplex zou daarenboven de opneming van kalium als eenwaardig ion door aardappelen (en trouwens ook door erwten, bruine bonen en klaver) in tegenstelling met bijv. granen en bieten worden belemmerd (3 en 6). Deze ongunstige kationenverhouding wordt door Temme en Van der Marel als de voornaamste oorzaak gezien van de minder goede resultaten, die met deze gewassen op rivierklei bij een laag kaliniveau van de grond worden verkregen.

De vraag doet zich voor of een verbetering van de kalitoestand mogelijk is door het geven van een zware voorraadbemesting. Op deze wijze zou het fixatievermogen van de grond kunnen worden teruggedrongen, waardoor de meststofkali beter beschikbaar blijft. Voor dit doel is op een aantal proefvelden, die onderling verschillen in kalitoestand en in fixatievermogen, de invloed van een voorraadbemesting op de grond en op het gewas nagegaan. Het gedrag van deze kali in de grond is te velde en door onderzoek in het laboratorium nagegaan. De waarde, die de voorraadbemesting in volgende jaren heeft voor het gewas is beoordeeld aan de reactie van de op de proefvelden verbouwde aardappelen. Voor dit doel is tevens een potproef met grond afkomstig van enkele van deze proefvelden uitgevoerd.

METHODE VAN ONDERZOEK

In 1950 zijn op rivierklei in de Bommelerwaard acht proefvelden (Pr 1228-1235) aangelegd, waarop een voorraadbemesting naar 750, 1500 en 3000 kg/ha K_2O in de vorm van zwavelzure kali is vergeleken met een onbemest object. Bijna de helft (40%) van de voorraad is bij de aanleg, de rest is in het voorjaar van 1951 gegeven. Deze objecten lagen tot 1956 of tot 1957 op nawerking. Het aantal herhalingen bedroeg twee, de veldjes waren 6×8 m² groot.

Elk jaar zijn na de oogst grondmonsters genomen van de bouwvoor en in 1953 en 1957 bovendien van de laag 20–40 cm voor bepaling van de hoeveelheid uitwisselbare kali door extractie met 0,1 n HCl (aangeduid met het symbool K-HCl). Het verloop van de kalifixatie is op drie proefvelden met sterk uiteenlopend fixatievermogen bij de objecten zonder kali en met 3000 kg/ha K_2O voorraad nagegaan. Met de fixatie wordt aangegeven de hoeveelheid niet-uitwisselbaar gebonden kali, die niet met neutrale of gebufferde zwakzure zouten is vrij te maken (3). Voor de bepaling wordt de grond met een oplossing van KCl geschud of gedroogd en nagegaan hoeveel van de toegevoegde kali niet-uitwisselbaar is gebonden.

De uitspoeling is in het laboratorium nagebootst door 1 kg grond gemengd met 3 g K_2O als kaliumsulfaat in een 50 cm lange buis met een doorsnede van 6,5 cm gedurende een jaar te percoleren met een hoeveelheid gedestilleerd water overeenkomende met de regenval van vier jaren. In het percolaat is de hoeveelheid kali die is uitgespoeld, bepaald. In een andere proef is de vastlegging nagegaan door eenzelfde gewichtshoeveelheid grond en kaliumsulfaat als in de vorige proef gedurende twee jaren afwisselend vochtig en droog te bewaren. Periodiek zijn grondmonsters genomen voor de bepaling van de hoeveelheid kali, die met gedestilleerd water te verwijderen is (percolatie van 25 g grond gemengd met 100 ml met zoutzuur gewassen glaszand in een 50 cm lange buis met een doorsnede van 2,8 cm)¹.

Aan de hand van het kaligehalte van de in de proefjaren verbouwde aardappelen is de nawerking van de voorraadbemesting in verhouding tot de betekenis van de van nature aanwezige bodemkali bepaald. De nawerking van de voorraadbemesting in vergelijking met pas gegeven meststofkali (500 kg/ha K_2O) is in 1956 op drie proefvelden bij aardappelen nagegaan. Voor hetzelfde doel is een potproef uitgevoerd met enkele opklimmende giften meststofkali (0, 100, 200, 500 en 1000 kg/ha K_2O).

BODEMKUNDIGE EIGENSCHAPPEN VAN DE PROEFVELDEN

De gronden lopen sterk uiteen in gehalte aan afslibbare delen, kalktoestand, kaligehalte en kalifixatie (tabel 1). Pr 1229 met het hoogste percentage aan afslibbare delen en met de sterkste kalifixatie ligt op een overgang van stroomruggrond en komgrond, de overige liggen alle op stroomruggrond. Pr 1235, 1234 en 1231 bestaan uit oude cultuurgrond met een hoog kaligehalte en bovendien een zeer hoog fosfaatgehalte (P-AL, berekend uit het destijds bepaalde P-citr, bedraagt resp. 230, 125 en 154, tegenover 15 tot 39 op de andere proefvelden).

Van de acht proefvelden vertonen twee (Pr 1233 en 1229) een sterke fixatie (fixatievermogen volgens de natte methode resp. 41 en 64 %). Deze zijn gelegen op de zwaarste gronden. De overige fixeren slechts in geringe mate,

¹ Deze laboratoriumproeven zijn uitgevoerd door de heer S. IJlstra, laboratoriumassistent aan het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid.

VOORRAADBEMESTING MET KALI

Tabel 1 Bodemkundige eigenschappen van de kalivoorraadbemestingsproeven op rivierklei, gerangschikt volgens sterkte van fixatie

proefveld	afslibbare delen % < 16 μ	humus %	CaCO ₃ %	pH-KCl	kaligehalte 0,1 n HCl in 0,001 %	kalifixatie (nat)
Pr 1235 Bruchem	45	3,5	0,3	6,6	35	3
Pr 1234 Gameren	26	2,5	3,0	7,3	28	4
Pr 1232 Veuddriel	30	2,2	0,9	6,2	16	9
Pr 1231 Kerkwijk	45	3,5	0,15	5,5	35	10
Pr 1228 Zuilichem	32	3,7	—	4,1	14	15
Pr 1230 Veuddriel	44	4,0	—	4,4	16	17
Pr 1233 Zuilichem	50	4,3	1,3	6,9	12	41
Pr 1229 Veuddriel	70	6,5	—	4,9	14	64

<i>experimental field</i>	<i>clay content %</i>	<i>humus %</i>	<i>CaCO %</i>	<i>pH-KCl potash</i>	<i>potash content 0,1 n HCl in 0,001 %</i>	<i>potash fixation (wet method)</i>
---------------------------	-----------------------	----------------	---------------	----------------------	--	-------------------------------------

Table 1 Soil properties of the experimental fields with potash stock-dressing on river clay soils

waarbij opvalt, dat hieronder proefvelden zijn met een vrij hoog slibgehalte (45 %). Uit de gegevens van het grondonderzoek van 46 proefvelden, in 1956 en 1957 door de Landbouwvoorlichtingsdienst te Tiel en door de Commissie Onderzoek Komgronden aangelegd op rivierklei, is gebleken, dat er een vrij nauw verband bestaat tussen het fixatievermogen en de zwaarte van de grond (correlatiecoëfficiënt + 0,84 bij K-HCl 10-18). Een samenhang tussen het fixatievermogen en de zwaarte van de grond is ook door Van der Marel en Venekamp (3) geconstateerd.

VERANDERING VAN HET KALIGEHALTE EN HET FIXATIEVERMOGEN VAN DE GROND DOOR VOORRAADBEMESTING

De kalitoestand van de grond wordt door voorraadbemesting belangrijk verhoogd. In de loop van enkele (2 tot 3) jaren treedt echter een belangrijke daling op van het kaligehalte bepaald in 0,1 n HCl. Dit wordt gedemonstreerd aan de uitkomsten van Pr 1228 (geringe fixatie) en van Pr 1233 en 1229 (sterke fixatie) in tabel 2. De overige proefvelden met geringe fixatie gedragen zich als Pr 1228.

Deze achteruitgang is op de fixerende gronden het sterkst, zodat het kaligehalte bepaald in 0,1 n HCl daar bijna weer gelijk geworden is aan dat van het onbemest object.

De fixatie neemt na voorraadbemesting aanvankelijk af, op de sterk fixerende gronden zelfs in belangrijke mate (ongeveer tot op de helft), zodat een zekere afstomping van het fixerend vermogen heeft plaats gehad (tabel 3). Temme en Van der Marel vonden, dat de vermindering van het fixatievermogen onder invloed van kalibemesting volgens de droge fixatiemethode veel geringer is dan volgens de natte fixatiemethode (6). Hetzelfde is het geval bij de door ons onderzochte gronden.

Tabel 2 Stijging van het kaligehalte (0,1 n HCl) na voorraadbemesting ten opzichte van het onbemeste object in de herst van het desbetreffende jaar

voorraad kg/ha K ₂ O	Pr 1228 (fixatie 15 %)				Pr 1233 (fixatie 41 %)				Pr 1229 (fixatie 64 %)			
	kaligehalte in 0,001 %	stijging in 0,001 %	kaligehalte in 0,001 %	stijging in 0,001 %	kaligehalte in 0,001 %	stijging in 0,001 %	kaligehalte in 0,001 %	stijging in 0,001 %	kaligehalte in 0,001 %	stijging in 0,001 %	kaligehalte in 0,001 %	stijging in 0,001 %
	0	750	1500	3000	0	750	1500	3000	0	750	1500	3000
1950 ¹	14	5	10	20	12	1	8	15	14	1	4	10
1951	10	7	15	29	11	4	11	27	15	3	9	16
1952	12	6	9	22	12	2	6	11	17	1	5	9
1953	10	3	7	16	11	0	3	6	14	0	3	4
1954	10	2	6	15	10	2	3	4	12	0	1	2
1955	11	1	4	11	12	—	2	2	14	1	1	2
1956	10	1	3	7	9	2	4	3	13	0	0	1
1957	11	1	3	6	14	0	2	3	—	—	—	—

stock-dressing	potash content in 0,001 %	increase of potash content in 0,001 %	potash content in 0,001 %	increase of potash content in 0,001 %	potash content in 0,001 %	increase of potash content in 0,001 %
	Pr 1228 (fixation 15 %)		Pr 1233 (fixation 41 %)		Pr 1229 (fixation 64 %)	
	in 0,001 %	in 0,001 %	in 0,001 %	in 0,001 %	in 0,001 %	in 0,001 %

¹ 40 % van de voorraadbemesting is gegeven, de rest in 1951, in beide gevallen in het voorjaar /
40 % of the stock-dressing is applied, the rest in 1951, in both cases in spring

Table 2 Increase of the potash content (0,1 n HCl) after stock-dressing with regard to the object without potash in the autumn of the relevant year

Gelijktijdig met de daling van het kaligehalte neemt het fixerend vermogen op Pr 1233 en 1229 in de loop van de jaren echter weer sterk toe. Na drie jaren is het fixatievermogen niet veel lager meer dan het oorspronkelijk was. De verbetering van deze gronden door voorraadbemesting lijkt daarom slechts van beperkte duur te zijn.

Tabel 3 Kalifixatie (nat) in de loop van de jaren

proefveld	voorraad kg/ha K ₂ O in 1950/51	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Pr 1228	0	15	15	21	22	16	—	—	21
	3000	—	11	10	11	10	—	—	14
Pr 1233	0	41	44	44	48	51	—	—	53
	3000	—	15	29	32	36	—	—	48
Pr 1229 ¹	0	64	67(96)	63(87)	62(87)	69(91)	70(86)	65(85)	—
	3000	—	38(78)	37(76)	51(87)	54(87)	64(89)	58(77)	—

experimental stock-dressing
field kg/ha K₂O
in 1950/51

¹ Tussen haakjes droge fixatie / In brackets potash fixation, dry method

Table 3 Potash fixation (wet method) in the course of years

GEDRAG VAN DE MET VOORRAADBEMESTING GEGEVEN KALI IN DE GROND

De vraag doet zich voor of deze achteruitgang van het kaligehalte een gevolg is van fixatie of van verplaatsing van kali naar diepere lagen. Er is een duidelijke aanwijzing, dat er bij weinig fixerende gronden inderdaad uitspoeling is opgetreden. In de laag van 20—40 cm onder de bouwvoor vinden wij drie jaren na de toediening bij deze gronden een stijging van het kaligehalte (tabel 4). Bij sterk fixerende gronden (Pr 1233 en 1229) ontbreekt

Tabel 4. Kaligehalte (0,1 n HCl) van de laag 20—40 cm in 1953 en 1957

proefveld	kalifixatie (nat)	jaar	voorraad kg/ha K ₂ O kaligehalte 0,1 n HCl in 0,001 %			
			0	750	1500	3000
Pr 1235	3	1953	26	25	30	35
Pr 1234	4	1953	22	30	29	38
Pr 1232	9	1953	9	10	10	14
Pr 1231	10	1953	24	22	30	36
Pr 1228	15	1953	9	10	11	20
		1957	9	9	10	11
Pr 1230	17	1953	12	12	16	17
Pr 1233	41	1953	9	8	10	9
		1957	11	10	11	10
Pr 1229	64	1953	11	12	11	12

<i>experimental field</i>	<i>potash fixation (wet method)</i>	<i>year</i>	<i>potash content 0, 1 n HCl in 0,001 % stock-dressing kg/ha K₂O</i>			
-------------------------------	---	-------------	---	--	--	--

Table 4 Potash content (0,1 n HCl) in the layer 20—40 cm under surface in 1953 and 1957

deze. Dit laatste zou er op wijzen, dat hier geen verplaatsing naar diepere lagen is opgetreden. Het kan echter ook zijn, dat de uitgespoelde kali door de vermoedelijk sterk fixerende ondergrond zo sterk gebonden is, dat deze niet in een meetbare stijging van de uitwisselbare kali aantoonbaar is. Het is echter niet waarschijnlijk, dat de uitspoeling bij deze sterk fixerende gronden zeer belangrijk kan zijn. Op deze gronden is K-HCl in de bouwvoor nl. veel lager geworden dan op de weinig fixerende gronden (tabel 2), zodat de kaliconcentratie in het bodemvocht sterker zal zijn afgenomen. De uitspoeling naar diepere lagen zal daarom minder belangrijk zijn geweest dan op de weinig fixerende grond.

Dit wordt bevestigd door onderzoek op het laboratorium. Bij afwisselend vochtig en droog bewaren van met kali bemeste grond gedurende twee jaren zijn periodiek monsters genomen voor percolatie met gedestilleerd water. Een belangrijk deel van de vlak voor de aanvang van deze proef toegevoegde kali is niet door percolatie te verwijderen (tabel 5). Na bewaring gedurende twee weken is bij de sterk fixerende grond van Pr 1229 reeds ruim 80 % van de kali gebonden, na bewaring gedurende zes weken bedraagt dit bijna 90 %. Bij de weinig fixerende grond van Pr 1228 is dit resp. 60 % en bijna 65 %. De matig fixerende grond van Pr 1233 neemt een tussenpositie in. De kalibinding verloopt zeer snel, 1 à 2 dagen na het

Tabel 5 Percentage van de toegevoegde kali (3 g K₂O per kg grond) dat niet door percolatie met gedestilleerd water (achtereenvolgens 6 x 50 ml en 6 x 100 ml) te verwijderen is na afwisselend vochtig en droog bewaren van de grond

bewaringsduur in weken	Pr 1228 (fix. 15 %)	Pr 1233 (fix. 41 %)	Pr 1229 (fix. 64 %)
0	53,6	60,6	71,3
2	60,5	73,3	83,0
6	64,1	78,7	88,9
12	64,7	80,9	91,9
30	67,4	83,8	94,5
57	70,5	87,4	95,1
109	81,1	91,1	93,4

time of preservation in weeks	Pr 1228 (fixation 15 %)	Pr 1233 (fixation 41 %)	Pr 1229 (fixation 64 %)
----------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Table 5 Percentage of the added potash (3 g K₂O per kg soil) not removed by percolation with distilled water (soil alternatively wetted and dried)

begin van de proef is 50 tot 70 % van de toegediende kali gebonden. Bij deze proef is geen onderscheid gemaakt tussen wel- en niet-uitwisselbare gebonden kali.

Dit vermogen van de grond om kali te binden blijkt nog duidelijker uit de proef, waarbij de grond gedurende een jaar met een hoeveelheid gedestilleerd water overeenkomende met de regenval van vier jaren is gepercoleerd. Op de weinig fixerende grond van Pr 1228 is 46 % van de toegevoegde kali uitgespoeld, bij de sterker fixerende grond van Pr 1233 bedraagt dit 28 % en bij de sterkst fixerende grond van Pr 1229 slechts 14 %. Na aftrek van het deel van de kali, dat uitwisselbaar is gebonden (bepaald in 0,1 n HCl, zie fig. 1, onderbroken lijnen), bedraagt de hoeveelheid kali, die is vastgelegd, resp. 38 %, 58 % en 74 %. Afwisselend bevriezen en ontdooien van de grond heeft geen invloed gehad op de mate van uitspoeling en vastlegging.

De achteruitgang van het kaligehalte is daarom op weinig fixerende grond vermoedelijk vooral een gevolg van uitspoeling naar diepere lagen, op de sterker fixerende gronden waarschijnlijk vooral een gevolg van vastlegging. Het verloop van het kaligehalte in 0,1 n HCl in beide proeven bevestigt dit. Bij percoleren van de grond neemt het kaligehalte bij Pr 1228 (weinig fixatie) veel sterker af dan bij afwisselend vochtig en droog bewaren (kaligehalte na ruim een jaar resp. 0,048 en 0,130, zie fig. 1). In dit geval is een afname van uitwisselbare kali als gevolg van verliezen door uitspoeling onmiskenbaar. Bij matig fixerende grond (Pr 1233) is de invloed van de uitspoeling relatief veel geringer (kaligehalte na ruim een jaar bij percoleren 0,043 en bij afwisselend vochtig en droog bewaren 0,073). Bij sterk fixerende grond (Pr 1229) is de daling van het kaligehalte bij afwisselend vochtig en droog bewaren (uitsluitend vastlegging) vrijwel even sterk als bij percoleren, zodat in dit geval de vastlegging sterk overweegt (kaligehalte na ruim een jaar resp. 0,039 en 0,035). Het kaligehalte daalt bij deze proeven

VOORRAADBEMESTING MET KALI

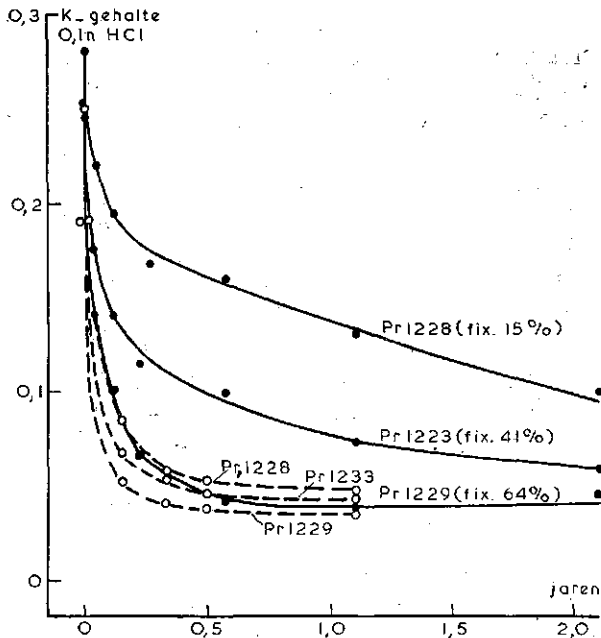


Fig. 1 Verloop van het kaligehalte 0,1 n HCl bij verschillend fixatievermogen van de grond na bemesting met 3 g K_2O per kg grond

Fig. 1. Potash content (0,1 n HCl) at different fixation capacity of the soil in course of time after dressing with 3 g K_2O per kg soil

— afwisselend vochtig en droog bewaren / alternatively wetted and dried
 - - - percoleren met gedestilleerd water (ca. 2800 mm regen) / percolation with distilled water (ca. 2800 mm rainfall)

niet in die mate als bij de veldproeven, waar de hoeveelheid toegediende kali ongeveer $\frac{1}{3}$ bedroeg van de hoeveelheid, die bij de laboratoriumproeven is gegeven.

Hoewel deze proeven in het laboratorium dus een sterke aanwijzing hebben gegeven, dat het teruglopen van het kaligehalte op de proefvelden bij sterke fixatie voornamelijk toegeschreven moet worden aan vastlegging en niet aan uitspoeling naar diepere lagen, achten wij dit pas bewezen, wanneer de toegediende en niet door de gewassen onttrokken kali in de grond kan worden aangetoond door behandeling van de grond met verschillende zoutzuurconcentraties of door volledige ontsluiting van de grond. Het bodemchemisch onderzoek hieromtrent is nog niet afgesloten.

BETEKENIS VAN DE VOORRAADBEMESTING VOOR HET GEWAS

Zoals wij hebben gezien, is de kalitoestand bij sterk fixerende grond na voorraadbemesting vrij snel gedaald, zodat het kaligehalte bepaald in 0,1 n HCl in de loop van enkele jaren weer bijna gelijk geworden is aan dat van het onbemeste object. Hoewel de voorraadbemesting na enkele jaren dus vrijwel niet meer tot uiting komt in een hogere kalitoestand van de grond, is het mogelijk, dat deze een sterkere nawerking voor het gewas heeft dan het grondonderzoek aangeeft.

Om deze nawerking van de voorraad vast te stellen is in 1956, vijf jaar na de toediening, van drie proefvelden (Pr 1228 met geringe en Pr 1229

en 1233 met sterke fixatie) de helft van elk veldje opnieuw met kali naar 500 kg/ha K_2O bemest. Bovendien is in dat jaar een potproef met enkele kalihoeveelheden (0, 100, 200, 500 en 1000 kg/ha K_2O) aangezet met grond van deze proefvelden, afkomstig van het object, dat geen kali heeft gehad en afkomstig van het object, dat in 1950/51 wel een voorraadbemesting naar 3000 kg/ha K_2O heeft gekregen. In dat jaar toonden de aardappelen op de beide proeven met sterke fixatie zonder kalibemesting in 1956 zowel met als zonder voorraadbemesting duidelijk verschijnselen van kaligebrek in het loof. Deze voorraadbemesting is dus niet meer toereikend geweest om het gewas voldoende met kali te voorzien.

De nawerking van de voorraadbemesting als meststofkali is uit de veldproeven slechts globaal af te leiden, omdat in dit geval naast de onbemest gebleven objecten slechts één kaligift in de vergelijking is betrokken. De potproef geeft hierover meer uitsluitsel, omdat in dat geval meerdere giften zijn vergeleken.

Bij de veldproeven heeft een voorraad van 3000 kg/ha K_2O volgens de gegevens van tabel 6 bij geringe fixatie (Pr 1228) een even grote toename van het kaligehalte in het loof en in de knol gegeven als een verse bemesting naar 500 kg/ha K_2O of een grotere. De nawerking kan in dat geval dus op 500 kg meststofkali per ha of meer worden gewaardeerd. Bij sterke fixatie (Pr 1229 en 1233) is dit minder dan 500 kg/ha K_2O . Voor de potproef is in fig. 2 voor het kaligehalte in het loof en in fig. 3 voor de op-

Tabel 6 Invloed van de voorraad bemesting in 1950/51 en van de bemesting in 1956 op het kaligehalte van aardappelen (loof en knol) in 1956

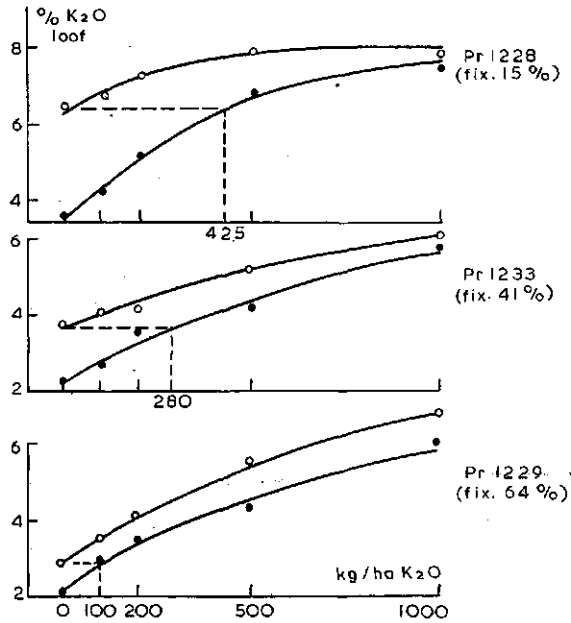
	voorraad kg/ha K_2O in 1950/51	kg/ha K_2O 1956			
		K ₂ O % loof		K ₂ O % ^{knol} loof	
		0	500	0	500
Pr 1228	0	3,92	7,26	2,05	2,68
(fixatie 15 %)	750	5,08	7,59	2,22	2,71
(fixation 15 %)	1500	6,50	8,41	2,37	2,89
	3000	7,71	8,91	2,69	3,02
Pr 1233	0	1,88	3,78	1,46	2,25
(fixatie 41 %)	750	2,42	4,44	1,50	2,12
(fixation 41 %)	1500	2,30	4,74	1,66	2,32
	3000	3,07	5,65	1,74	2,55
Pr 1229	0	2,71	4,92	1,69	2,24
(fixatie 64 %)	750	2,65	5,34	1,76	2,15
(fixation 64 %)	1500	3,27	5,30	1,82	2,30
	3000	4,02	6,56	1,97	2,40
	stock-dressing kg/ha K O in 1950/51	K ₂ O % tops		K ₂ O % tubers	
		kg/ha K_2O 1956			

Table 6 Influence of stock-dressing in 1950/51 and dressing in 1956 on the potash content of potatoes (tops and tubers) in 1956

Fig. 2 Invloed van vers gegeven kali bij wel en geen voorraadbemesting op het kaligehalte van aardappelloof bij verschillend fixatievermogen van de grond (potproef 1956)

Fig. 2 Influence of freshly added potash with and without stock-on the potash content of potatoes (tops) at different fixation capacity of the soil (potexperiment 1956)

● = zonder kali / without potash
 ○ = 3000 kg/ha K₂O als voorraadbemesting in 1950/51 / 3000 kg/ha K₂O as stock-dressing in 1950/51



brengst af te lezen bij welke kaligift een evenhoog gehalte, resp. een evenhoge opbrengst aan droge stof voor loof en knol is verkregen als bij de nawerking van 3000 kg/ha K₂O als voorraadbemesting. Bij Pr 1228 (fixatie 15 %) bedraagt dit voor het gehalte in het loof 425 kg/ha K₂O en voor de opbrengst meer dan 500 kg/ha K₂O. Bij Pr 1233 (fixatie 41 %) is dit resp. 280 en 400 kg/ha K₂O en bij Pr 1229 (fixatie 64 %) resp. slechts 100 en 200 kg/ha K₂O.

Met behulp van de met de voorraadbemesting verkregen K-HCl-stijging in de herfst van het jaar, waarin deze bemesting volledig is toegediend (1951), kunnen de zojuist gevonden kalihoeveelheden volgens de gegevens van tabel 2 worden uitgedrukt in K-HCl-eenheden. Dit bedraagt voor Pr 1228: $(29 : 3000) \times 500 = 4,8$ eenheden K-HCl, voor Pr 1233: $(27 : 3000) \times 280$ à $400 = 2,5$ à $3,6$ eenheden K-HCl en voor Pr 1229: $(16 : 3000) \times 100$ à $200 = 0,5$ à $1,1$ eenheden K-HCl. Deze K-HCl-waarden komen voor Pr 1229 en 1233 goed overeen met de nog aanwezige K-HCl-stijging in de herfst van 1955 (tabel 2). De nawerking van de voorraadbemesting kan dus worden afgeleid uit de verkregen stijging van het kaligehalte van de grond. Dat het kaligehalte van de grond na voorraadbemesting voor het gewas dezelfde betekenis heeft als het kaligehalte, dat van nature in de grond aanwezig is, blijkt ook uit de resultaten van het chemisch gewasonderzoek bij aardappelen van verschillende proefjaren. Na 1951, toen de voorraadbemesting was toegediend, zijn op de volgende proefvelden aardappelen verbouwd: in 1952 op Pr 1229 en 1234 (Bevelander), in 1953 op Pr 1233 (Bintje),

in 1954 op Pr 1230, 1231 en 1235 (Bevelander) en in 1956 op Pr 1228, 1229 en 1233 (Eigenheimer), totaal 9 proefjaren. Deze gevallen geven een inzicht in de nawerking van de voorraadbemesting in volgende jaren in verhouding tot de betekenis van de van nature aanwezige bodemkali. Hiertoe is in fig. 4 het kaligehalte van de knol in 1952 en volgende jaren voor elk proefveld afzonderlijk uitgezet tegen het kaligetal van de grond, dat als gevolg van de in 1950 en 1951 gegeven voorraadbemesting op elk proefveld uiteenloopt. Het kaligetal is berekend uit het kaligehalte oplosbaar in 0,1 n HCl (K-HCl) na correctie voor afslibbare delen en voor pH, die tezamen de beschikbaarheid van kali voor het gewas bepalen (4). De in deze figuur getrokken streeplijn geeft het voor alle proefvelden gemiddelde verband aan zonder kalibemesting. De uitkomsten met voorraadbemesting slui-

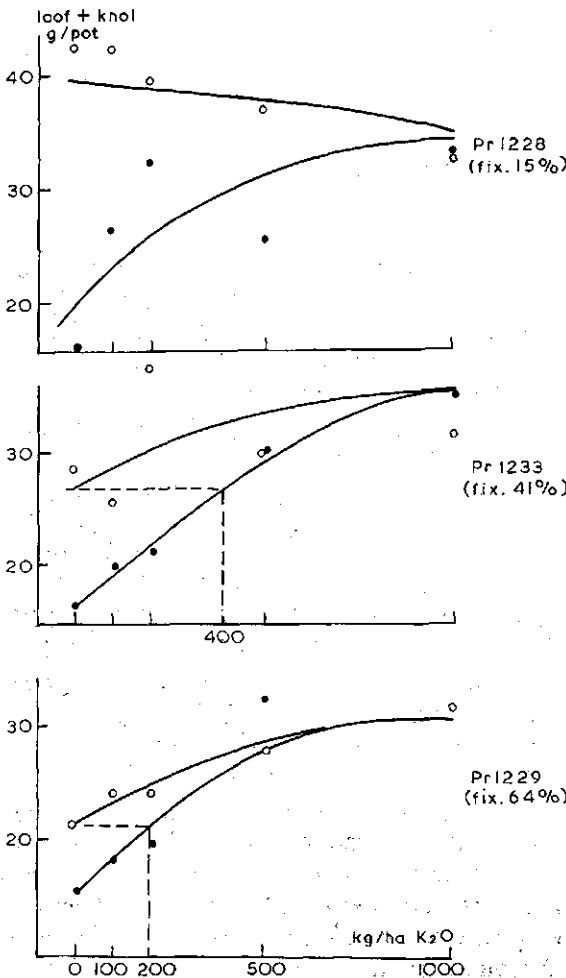


Fig. 3 Invloed van vers gegeven kali bij wel en geen voorraadbemesting op de knol- en de loofopbrengst van aardappelen bij verschillende fixatievermogen van de grond (potproef 1956)

Fig. 3 Influence of freshly added potash with and without stock-dressing on the yield of potatoes (tubers and tops) at different fixation capacity of the soil (potexperiment 1956)

- = zonder kali / without potash
- = 3000 kg/ha K₂O als voorraadbemesting in 1950/'51 / 3000 kg/ha K₂O as stock-dressing in 1950/'51

VOORRAADBEMESTING MET KALI

Fig. 4. Verband tussen de kalitoestand van de grond en het kaligehalte van aardappelknollen in 1952 en volgende jaren (nawerking van de voorraadbemesting in 1950/51)

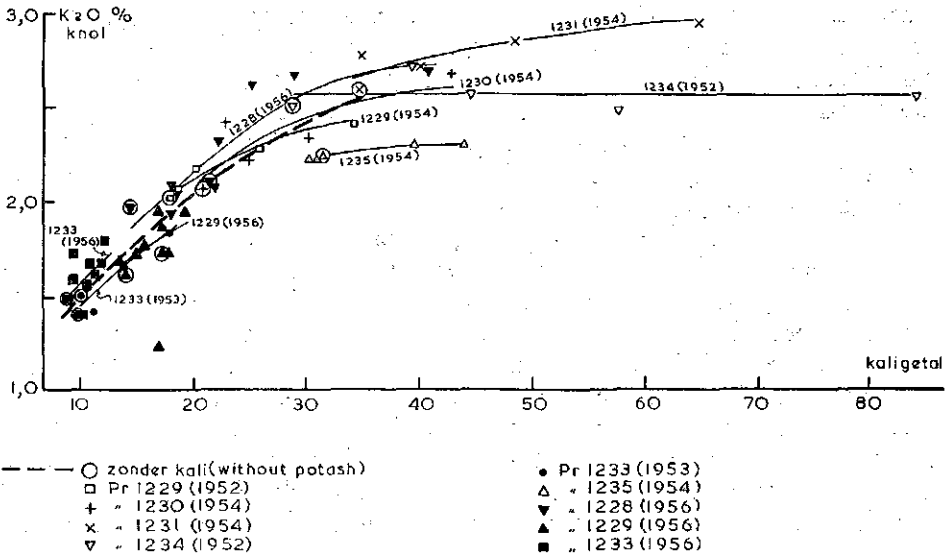


Fig. 4 Relation between the potash content of the soil and the potash content of potatoes (tubers) in 1952 and following years (after-effect of the stock-dressing in 1950/51)

ten hier voor de verschillende proefvelden zeer bevredigend bij aan. Dit wijst er op, dat de nawerking van de voorraadbemesting landbouwkundig kan worden afgeleid uit de verkregen stijging van het kaligehalte van de grond. Het maakt voor de beschikbaarheid van bodemkali voor het gewas dus geen verschil of deze kali van nature in de grond aanwezig is of afkomstig is van een kort te voren gegeven voorraadbemesting. De beschikbaarheid kan van beide op dezelfde wijze worden bepaald door middel van de bij het chemische grondonderzoek gebruikelijke extractie met 0,1 n HCl.

BEMESTINGSBELEID; VERSE KALIBEMESTING TEGENOVER VOORRAADBEMESTING

Met behulp van de hierboven vermelde gegevens kan uit de stijging van K-HCl na voorraadbemesting de nawerking hiervan kwantitatief als meststofkali worden gewaardeerd.

Uit de stijging van K-HCl volgens de gegevens van tabel 2 blijkt, dat de nawerking van 3000 kg/ha K_2O op de beide sterk fixerende proefvelden (Pr 1229 en 1233) drie jaar na de toediening, wanneer weer aardappelen verbouwd kunnen worden, in beide gevallen te waarderen is op ongeveer 700 kg/ha K_2O . Bij verbouw van aardappelen voor de derde maal in de vruchtopvolging bedraagt de nawerking slechts 200 à 300 kg/ha K_2O .

Vervolgens is uit de resultaten van kalihoeveelhedenproeven af te leiden hoe hoog de opbrengst is bij deze kaligiften. Voor dit doel is gebruik gemaakt

van de resultaten van een aantal kalihoeveelhedenproefvelden, die door ons instituut van 1950 tot 1959 zijn aangelegd op rivierklei in de Bommelerwaard en in het Land van Maas en Waal met aardappelen als proefgewas (ras Bevelander, in één geval Libertas). Deze gegevens hebben betrekking op 24 éénjarige proefvelden en op een proefveld, dat voor het derde jaar ligt. De zwaarte van de grond varieert van lichte tot zeer zware klei (28 tot 77 % afslibbare delen), de kalifixatie van 23 tot 78 %. De kalitoestand is laag (kaligetel minimaal 8,5, gemiddeld 12), met uitzondering van vier percelen met een kaligetel van 17 à 18.

De maximaal bereikbare knolopbrengst wordt bij zeer verschillende kalihoeveelheden bereikt, variërende van minder dan 100 tot meer dan 650 kg/ha K_2O . Ongetwijfeld zal dit samenhangen met de eigenschappen van de grond (meer kali bij lage kalitoestand, hoge pH en zware, fixerende grond (1) en van de weersomstandigheden tijdens de groeiperiode (in een droge voorzomer meer kali dan in een natte voorzomer (5)). Met dit materiaal van betrekkelijk geringe omvang met over het algemeen hoge fixatie, hoge gehalten aan afslibbare delen en lage kaligehalten, was het niet mogelijk een samenhang te vinden tussen de verschillen in reactie en de eigenschappen van de percelen. In fig. 5 is daarom het gemiddelde verband tussen de kalibemesting

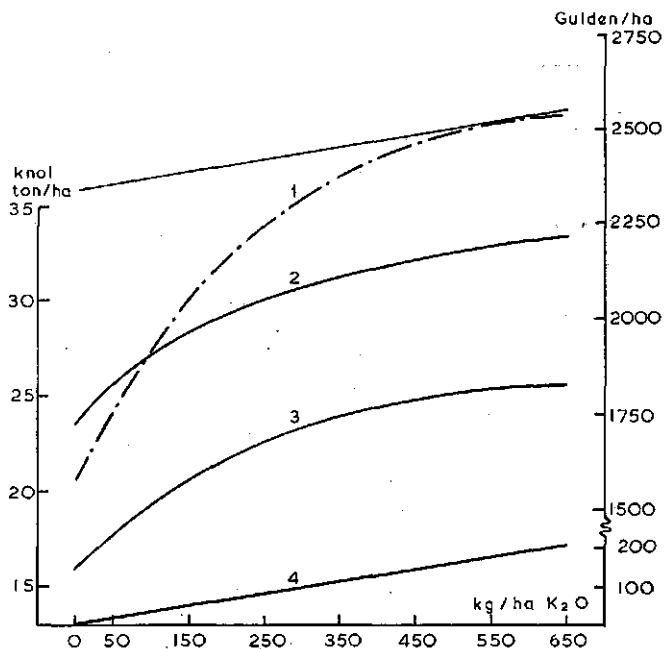


Fig. 5 Invloed van de kalibemesting op de opbrengst van aardappelen op kaliarme en fixerende rivierkleigrond (gemiddelde van 25 kalihoeveelhedenproeven)

Fig. 5. Influence of the potash dressing on the yield of potatoes on river clay soils poor in potash and with a high fixation capacity (mean of 25 experiments)

1. Geldelijke opbrengst consumptie maat in gulden/ha
Yield in guilder/ha (tubers > 35 mm)
2. Totale opbrengst ton/ha (Total yield ton/ha)
3. Opbrengst consumptie maat ton/ha (Yield of tubers > 35 mm ton/ha)
4. Meststofkosten gulden/ha (Fertilizer costs guilder/ha)

en de knolopbrengst (totaal en consumptiemaat > 35 mm) en tussen de kalibemesting en de geldelijke opbrengst bij een prijs van f 10,- per 100 kg consumptiemaat voor de 25 proefvelden weergegeven. De maximale knolopbrengst wordt vrijwel bereikt bij een gift van gemiddeld 650 kg/ha K_2O . Het hoogste rendement van de kalibemesting wordt gemiddeld verkregen bij ongeveer 550 kg/ha K_2O . Hieruit blijkt, dat de kalibemesting op deze kaliarme en fixerende gronden met voordeel tot hoge giften kan worden opgevoerd.

De voorraadbemesting is dus zowel in het jaar van toedienen als drie jaar nadien in staat om voor aardappelen de maximale opbrengst te geven. Bij verbouw van aardappelen voor de derde maal in de vruchtopvolging, zes jaar na de voorraadbemesting, is dit niet meer het geval. In dat jaar wordt een opbrengst verkregen, die ongeveer 90 % van de maximaal bereikbare bedraagt, hetgeen een verlies geeft van f 250,-. De meerdere uitgaven aan meststof bedragen bij voorraadbemesting over zeven jaren, waarvan drie jaren met aardappelen: $(3000 - 3 \times 550 - 4 \times 100) \times f 0,33 =$ ruim f 300. Hierbij is aangenomen, dat in de tussenliggende jaren, waarin geen aardappelen verbouwd worden, zonder voorraadbemesting telkens 100 kg/ha K_2O wordt gegeven. Het totaal aan mindere inkomsten en meerdere uitgaven bedraagt bij voorraadbemesting over een periode van zeven jaar dus f 250 + f 300 = f 550. De opbrengstdepressie in het zesde jaar na voorraadbemesting is te voorkomen door in dat jaar een aanvullende bemesting te geven van 300 kg/ha K_2O . In dat geval is er alleen een meerdere uitgave aan kunstmest van f 300 + f 100 = f 400. Het geven van een voorraadbemesting blijkt dus ook volgens deze laatste berekening niet verantwoord. Voor deze gronden is de aangewezen bemesting een jaarlijkse ruime kalitoediening. Volgens ervaringen van de voorlichtingsdienst moet de hoeveelheid kali voor aardappelen hoger zijn dan bij andere kleigronden met eenzelfde kalitoestand. Dit komt tot uiting in de landelijke adviesbasis voor de kalibemesting op rivierkleigronden (7), waarbij op kaliarme en fixerende gronden met 60 % afslibbare delen of meer een toeslag wordt gegeven. Bij een K-getal van 12 wordt voor aardappelen 360 tot 460 kg/ha K_2O geadviseerd, waarin inbegrepen een toeslag van 100 tot 200 kg/ha K_2O . Volgens onze gegevens zou deze gift nog iets hoger gesteld kunnen worden (gemiddeld 550 kg/ha K_2O). Over de grootte van deze gift, in afhankelijkheid van K-HCl, gehalte aan afslibbare delen en kalktoestand van de grond kan pas een oordeel worden gegeven na bewerking van een groter materiaal, dat door anderen in voorbereiding is.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Op kaliarme, fixerende rivierkleigronden is door middel van veldproeven en een potproef een onderzoek ingesteld naar de betekenis van een voorraadbemesting met kali voor de verbetering van de kalitoestand van deze gronden. In laboratoriumproeven is het gedrag van de met de bemesting gegeven kali in de grond (uitspoeling en vastlegging) in afhankelijkheid van het fixatie-

vermogen van de grond nagegaan. De waarde van de voorraadbemesting voor het gewas is beoordeeld aan de reactie van aardappelen.

Een voorraadbemesting verhoogt het kaligehalte van de grond aanvankelijk belangrijk. In de loop van enkele jaren treedt echter een belangrijke daling op, zodat de verbetering slechts van beperkte duur is. Met de wijziging in het kaligehalte verandert ook het fixatievermogen van de grond (aanvankelijk een afname, later met de daling van het kaligehalte weer een stijging).

De achteruitgang van het kaligehalte is op weinig fixerende grond vooral een gevolg van verplaatsing naar diepere lagen, op de sterker fixerende gronden waarschijnlijk vooral een gevolg van vastlegging.

De toediening van een zware voorraadbemesting om de kalitoestand te verhogen heeft niet tot een blijvend gunstige toestand geleid. Vijf jaar na toediening is deze bemesting niet meer toereikend om het gewas aardappelen voldoende met kali te voorzien.

Het kaligehalte van de grond na voorraadbemesting heeft voor aardappelen dezelfde betekenis als het kaligehalte dat van nature in de grond aanwezig is, zodat de nawerking van de voorraadbemesting in volgende jaren uit de verkregen stijging van het kaligehalte kan worden afgeleid en in vergelijking met vers gegeven meststofkali kan worden gewaardeerd.

Uit de vergelijking met de resultaten van een serie kalihoeveelhedenproeven is gebleken, dat een voorraadbemesting niet rendeert en dat een regelde ruime kalitoediening de aangewezen bemesting is voor deze kaliarme, fixerende rivierkleigronden. De hoeveelheid moet voor aardappelen hoger zijn dan bij andere kleigronden met eenzelfde kalitoestand.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

An investigation by means of experimental fields and a pot experiment has been made into the significance of a stock-dressing with potash for the improvement of the potash status of river clay soils having a strong fixation capacity. The behaviour of potassium in the soil (leaching and fixation) after stock-dressing has been examined in laboratory tests in dependence of the fixation capacity of the soil. Stockdressing for the crop is evaluated according to the response of potatoes.

Stock-dressing improves the amount of available potash only during a short time. Simultaneously with decreasing potash content the fixation increases once more in course of time.

On soils with a slight fixation capacity the decrease of the potash content is especially a result of leaching to the subsoil, on strongly fixing soils probably a result of fixation. After some years stock-dressing is insufficient for the nutrition of the crop. Therefore, the improvement of the potash status by stock-dressing is of short duration.

The potash content of the soil after stock-dressing has for potatoes the same significance as the potash content present naturally in the soil, so that the after-effect of the stock-dressing in the following years can be derived from the increase of the potash content of the soil and estimated in comparison with freshly added potash fertilizer.

For these river clay soils with a high fixation capacity a stock-dressing does not pay. It is better to give regularly an ample amount of potash to supply the crop with this nutrient. For potatoes this amount should be higher than on other clay soils with the same potash status.

LITERATUUR

1. FERRARI, TH. J. (1952): Een onderzoek over de stroomruggronden van de Bommelerwaard met als proefgewas de aardappel. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 58.1.
2. HAUSER, G. F. (1941): Die nichtaustauschbare Festlegung des Kalis im Boden. *Wageningen*.
3. MAREL, H. W. VAN DER en J. T. N. VENEKAMP (1955): Onderzoek naar het verschijnsel der kalifixatie in de Nederlandse gronden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 61.8.
4. PAAUW, F. VAN DER (1958): De invoering van het K-getal op klei-bouwland. *Landbouwk. Tijdschr.* 70, 10, 737—747.
5. — (1958): Relations between the potash requirements of crops and meteorological conditions. *Plant and Soil* 9, 3, 254—268.
6. TEMME, J. en H. W. VAN DER MAREL (1952): Kaliumfixatie en verstoorde kaliumhuishouding. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 58.6.
7. Adviesbasis voor de bemesting van landbouwgronden aan de hand van resultaten van grondonderzoek. Ministerie Landbouw en Visserij, Directie Akker- en Weidebouw (1962), blz. 48.