KALIBEMESTING VAN VROEGE AARDAPPELEN IN NOORD-HOLLAND

WITH A SUMMARY

POTASH FERTILIZATION OF EARLY POTATOES ON MARINE CLAY SOILS IN THE PROVINCE OF NORTH HOLLAND

J. VAN DER BOON, P. DELVER, P. KNOPPIEN EN A. VISSER

Instituut voor bodemvruchtbaarheid, Groningen
Proefstation voor de groenteteelt in de volle grond, Alkmaar
Rijkstuinbouwconsulentschap, Hoorn

CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE

INHOUD

1 INLEIDING 1

2 PROEFOPZET 2

3 INVLOED VAN DE KALIBEMESTING OP DE GRONDANALYSE 4

3.1 Resultaten per proefveld 4

3.2 Reactie van K-HCl op de gezamenlijke proefvelden 11

4 INVLOED VAN DE KALIBEMESTING OP HET GEWAS 16

4.1 Resultaten per proefveld 16

4.2 Vergelijking van de proefvelden naar de reactie van het gewas op kali . . 24

5 STANDCIJFERS 34

6 KWALITEIT VAN DE AARDAPPEL 36

7 GELIJKE KALIGIFT BIJ VERSCHILLENDE KALINIVEAUS 39

7.1 Resultaten van de afzonderlijke proefvelden 39

7.2 Resultaten van een bepaalde kaligift op de gezamenlijke proefvelden . . . 48

8 RENTABILITEIT VAN DE KALIBEMESTING VOOR DE TEELT VAN VROEGE CONSUMPTIE-AARDAPPELEN 54

CONCLUSIE 66

SAMENVATTING 67

SUMMARY 69

GLOSSARY 71

LITERATUUR 74

BIJLAGE

1 INLEIDING

In het voorjaar 1950 zijn op vijf plaatsen in Noord-Holland kalibemestingsproefvelden aangelegd door het Rijkstuinbouwconsulentschap Hoorn. De bedoeling van dit onderzoek was gegevens te verkrijgen over de noodzakelijke kaligift bij vroege aardappelen, waarvan de teelt daar een belangrijke plaats inneemt. De praktijk past vaak zeer hoge kaligiften toe. Het is de vraag of deze rendabel moeten worden geacht.

2 PROEFOPZET

In het ambtsgebied van de Rijkstuinbouwconsulent te Hoorn werden vijf kalibemestingsproefvelden aangelegd bij vroege aardappelen, met zeven kalitrappen in drievoud volgens een Youden-schema: 0, 500, 700, 900, 1100. 1300 en 1500 kg kalizout 40% per ha.

Opbrengstbepalingen werden alleen verricht in die jaren, waarin op de proefvelden vroege aardappelen (ras Eersteling) geteeld waren. In het laatste proefjaar werd de proefopzet gewijzigd. Elk veldje werd in tweeën gedeeld. De ene helft kreeg geen kali, de andere helft 1100 kg kalizout-40 per ha. In totaal werden 23 proefoogsten verricht: op het proefveld te Beemster in 1950, 1954, 1956 en 1959, te Berkhout in 1952, 1955 en 1958, te Grootebroek in 1950, 1952, 1953, 1954, 1955 en 1957, te Broek op Langedijk in 1950, 1951, 1952, 1954, 1955 en 1958 en te Benningbroek in 1950, 1953, 1956 en 1958.

Bij de aanleg van de proefvelden werd chemisch grondonderzoek van de bouwvoor (0–20 cm) verricht volgens de methoden van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek (tabel 1; zie blz. 3).

De chemische en fysische eigenschappen van de proefvelden liepen sterk uiteen wat de gehalten aan afslibbaar, humus en $CaCO_3$ betreft. Ook het verschil tussen de gemiddelde kaligehalten was groot. Het hoge fosfaatgehalte wijst erop, dat de percelen reeds lang voor tuinbouw in gebruik waren.

De proefvelden zijn bodemkundig als volgt beschreven:

Beemster. Een 15–30 cm dikke bouwvoor van een behoorlijk humushoudende, iets koolzure-kalkhoudende, zware klei. De fosfaattoestand is goed. Het kaligehalte is gemiddeld 0,028%. De ondergrond bestaat uit ijzerhoudende, grijze zware klei.

Berkhout. Een 25–30 cm dikke bouwvoor van sterk humushoudende, iets koolzure-kalkhoudende, middelzware klei. Het P-citroenzuurgetal is hoog, het P-getal redelijk, maar t.o.v. van P-citr. iets gedrukt door het hoge kalkgehalte. Het kaligehalte van de bouwvoor is hoog, gemiddeld 0,075%.

Onder de bouwvoor bevindt zich een koolzure-kalkloze laag, wisselend van dikte, daaronder een ijzerhoudende, blauwgrijze, koolzure-kalkhoudende kleilaag.

Grootebroek. De bouwvoor is 40–50 cm dik. De bemonsterde bovenlaag bestaat uit lichte klei met een hoog gehalte aan koolzure kalk en een hoge fosfaattoestand. Het humusgehalte is behoorlijk. Het kaligehalte van de grond is gemiddeld 0,033%. De ondergrond van het proefveld is ongelijkmatig. Plaatselijk komt op 45–85 cm diepte een laag humeuze klei tot slibhoudend veen voor. Het profiel bestaat verder uit grijze zandige klei.

Broek op Langedijk. De bemonsterde laag bestaat uit lichte zavel met een weinig koolzure kalk, matig humus en veel fosfaat. Het P-getal is vrij behoorlijk. Het kaligehalte is gemiddeld 0,046%.

TABEL 1 Chemisch grondonderzoek van de proefvelden in 1950 (uiterste en gemiddelde waarden)

	afslibbaar % <16 μ		fijn zand % 90–16 μ		grof zand % >90 μ		humus %	
	uiterste	gem.	uiterste	gem.	uiterste	gem.	uiterste	gem.
Beemster	59–65	62	26–31	28	1–2	1	6–8	6,9
Berkhout	47–56	51	25–32	29	0–2	1	13,5–20,0	17,0
Grootebroek	30–32	31	42–44	43	7–9	8	4,3–4,8	4,8
Broek op Langedijk[3]	13–17	16	13–17	15	62–65	64	3,3–4,2	3,6
Benningbroek	10–12	11	54–60	58	25–30	28	2,5–3,8	3,0

	pH-water		pH-KCl		$CaCO_3$ %	
	uiterste	gem.	uiterste	gem.	uiterste	gem.
Beemster	7,10–7,60	7,37	6,70–6,95	6,85	1,0 – 3,0	1,8
Berkhout	7,35–7,50	7,43	6,75–6,95	6,85	0,9 – 2,8	2,1
Grootebroek	7,55–7,75	7,70	6,90–7,15	7,02	12,1 –13,8	13,0
Broek op Langedijk[3]	7,10–7,60	7,37	6,70–7,10	6,95	1,8 – 2,8	2,1
Benningbroek	5,60–7,15	6,43	4,40–6,70	5,72	0,0 – 0,40	0,19

	P-getal[1]		P-citroenzuur[1]		K_2O-HCl in 0,001 %		MgO-NaCl[2]
	uiterste	gem.	uiterste	gem.	uiterste	gem.	
Beemster	4–7	4,9	103–152	129	22– 34	28	257
Berkhout	4,0–7,5	6,1	128–158	140	52–105	75	187
Grootebroek	5–7	5,9	220–256	244	28– 42	33	107
Broek op Langedijk[3]	3,0–5,3	3,6	91–141	113	31– 64	46	79
Benningbroek	7–15	11,4	68–107	80	15– 30	21	62

[1] mg P_2O_5 per 100 g droge grond
[2] gemiddelde van nulveldjes van grondonderzoek 1957 in d.p.m. grond
[3] grondonderzoek 1954, behalve pH en K

TABLE 1 *Chemical soil analyses of the experimental fields in 1950 (extreme and average values)*

De bouwvoor is 75–100 cm dik en bestaat uit opgebaggerde grond. Daaronder wordt na een dunne gemengde tussenlaag van 5–30 cm dikte bruin veen aangetroffen. Het profiel is beneden een diepte van 50 cm kalkloos.

Benningbroek. De grond bestaat uit zeer lichte zavel met praktisch geen koolzure kalk, lage pH en een matig humusgehalte. Het fosfaatgehalte is behoorlijk en het P-getal in verhouding hoog door de lage pH. Het kaligehalte is gemiddeld 0,021 %, het laagste van de vijf uitgezochte proefterreinen.

Onder de bouwvoor, waarvan de dikte uiteenloopt van 15 tot 40 cm, bevindt zich een ijzerhoudende, grijze lichte zavel. Het bovenste gedeelte daarvan tot 60–70 cm is kalkloos.

3 INVLOED VAN DE KALIBEMESTING OP DE GRONDANALYSE

De cijfers van de grondanalyse voor kalium zullen door de bemesting veranderen in afhankelijkheid van verschillende factoren zoals grootte van de gift, oorspronkelijk kaliniveau van de grond in evenwicht met de gebruikte praktijkbemesting, zwaarte van de grond, geteelde gewassen en weer.

De veranderingen in het K-HCl in de laag 0–20 cm door de bemestingstrappen werden per proefveld nagegaan. K-HCl werd per object gemiddeld en vereffend op ligging binnen het proefveld volgens de berekening passend bij het Youden-schema (COCHRAN en COX, 1950). De invloed van de kalibemesting op het kaligehalte van de grond werd statistisch getoetst. De afwijkingen in de kaligehalten per object ten opzichte van het begin van de proef (voorjaar 1950) werden grafisch uitgezet tegen de tijd.

3.1 RESULTATEN PER PROEFVELD

Proefveld Beemster (tabel 2, fig. 1)

De verschillen in K-HCl in het voorjaar 1950 tussen de „toekomstige" objecten waren gering en statistisch niet betrouwbaar[1]. De kalitoestand van het proefveld was dus voldoende homogeen voor het nemen van een kalibemestingsproef. Het statistisch betrouwbare verschil tussen twee objectgemiddelden V bij $P = 0{,}05$ en $P = 0{,}01$ werd niet overschreden. Aan het einde van het eerste proefjaar 1950 was het kaligehalte in de laag 0–20 cm door de bemesting duidelijk gestegen. Het effect van de kalibemesting was statistisch betrouwbaar ($P = 0{,}05$). De behandelingseffecten werden gesplitst in een lineaire en een kwadratische component. De lineaire component geeft aan, of het kaligehalte recht evenredig is gestegen met de kalibemesting, de kwadratische, of de lijn een parabolische kromming vertoont. De eerste component was uiterst betrouwbaar, de tweede niet. Hieruit volgt dus, dat met toenemende bemesting alleen een lineair evenredige stijging van K-HCl was waar te nemen. K-HCl was door de giften van 280 en meer kg K_2O/ha betrouwbaar hoger dan van de onbemeste veldjes. Alleen K-HCl bij de hoogste gift was statistisch zeer betrouwbaar hoger dan zonder kali. Ook in de volgende jaren liepen de K-HCl-cijfers door de bemestingen duidelijk uiteen. De stijging van K-HCl door de bemesting ging door

[1]

Statistisch niet betrouwbaar, met onbetrouwbaarheidsdrempel	P groter dan 0,10	Code	0
Statistisch bijna betrouwbaar, met onbetrouwbaarheidsdrempel	P kleiner dan 0,10	„	(+)
Statistisch betrouwbaar	P kleiner dan 0,05	„	+
Statistisch zeer betrouwbaar	P kleiner dan 0,01	„	++
Statistisch uiterst betrouwbaar	P kleiner dan 0,001	„	+++

TABEL 2 Invloed van de kalibemesting op K-HCl in de laag 0-20 cm (Beemster)

datum bemonstering	kg K_2O per ha							statistische toetsing				
	0	200	280	360	440	520	600	effect			betrouwbaar verschil	
	K-HCl% × 1000 (gecorr. gem.)							behan-deling	lin. comp.	kwadr. comp.	Vp 0,05	Vp 0,01
23 febr. 1950	29	29	28	27	28	30	26	0	0	0	6	9
12 dec. 1950	25	29	30	31	32	32	38	+	+++	0	5	8
14 nov. 1952	28	38	43	47	49	56	61	+++	+++	0	5	8
18 nov. 1953	24	36	40	48	50	55	57	+++	+++	0	10	15
24 nov. 1954	23	32	39	44	47	54	55	+++	+++	0	3	5
27 febr. 1957	26	32	35	43	46	51	54	+++	+++	0	6	9
19 mrt. 1959	28	39	43	49	53	56	69	+++	+++	0	7	11

TABLE 2 *Influence of potash-dressing on K_2O-HCl in the layer of 0-20 cm (Beemster)*

FIG. 1-5 Verandering in K-HCl door bemesting tijdens de proef

FIG. 1 Proefveld Beemster

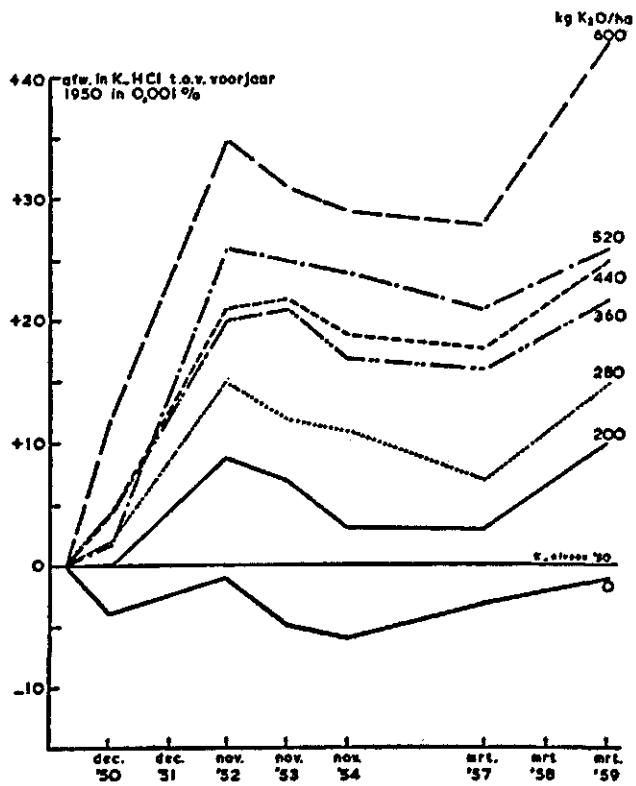


FIG.1-5 *The changement of K_2O-HCl by fertilization during the experiment*

FIG. 1 *Experimental field Beemster*

tot november 1952 (fig. 1). Daarna werd min of meer een evenwichtstoestand bereikt. Bij de laatste bemonstering in maart 1959 werden voor alle objecten hogere waarden gevonden dan bij de bemonstering in maart 1957. Nadat K-HCl in het eerste proefjaar na weglating van de bemesting vier punten was gedaald, vertoonde het weinig verandering meer en bleef op het niveau van 0, 025 %. Volgens globale berekening kan het beginniveau van K-HCl 28 op deze grond gehandhaafd worden door een kalibemesting naar 80 kg K_2O/ha.

Proefveld Berkhout (tabel 3, fig. 2)
Het kaliniveau was bij de aanvang zeer hoog (K-HCl gemiddeld 75 in oktober 1950[2]). De kalibemestingstrappen tekenden zich aan het eind van het eerste proefjaar nog niet af in K-HCl. Dit werd pas duidelijk bij de bemonstering in november 1953. Het effect van de kalibemesting was lineair.

In de eerste vier proefjaren onderging K-HCl van de onbemeste veldjes weinig verandering. Daarna trad in eind 1953-begin 1954 een scherpe daling in. In het voorjaar 1958 was K-HCl 55 of 20 eenheden lager dan in het begin. Ook bij bemesting met 200 kg K_2O/ha werd K-HCl niet op het oorspronkelijke niveau gehandhaafd. In de voorzomer 1956 daalde K-HCl volgens grafische vereffening beneden het niveau van 1950, en in februari 1958 was het gemiddeld 11 eenheden daarbeneden. Het kaliniveau in de grond bleef dus vier jaar onveranderd bij weglating van de bemesting. In het vijfde proefjaar was voor de handhaving een bemesting van 180 kg, in het zevende 310 kg en in het achtste proefjaar 380 kg K_2O/ha nodig.

TABEL 3 Invloed van de kalibemesting op K-HCl in de laag 0-20 cm (Berkhout)

datum bemonstering	kg K_2O per ha							statistische toetsing				
								effect			betrouwbaar verschil	
	0	200	280	360	440	520	600	behandeling	lin. comp.	kwadr. comp.	Vp 0,05	Vp 0,01
	K-HCl% × 1000 (gecorr. gem.)											
30 okt. 1950	76	78	72	60	73	88	77	0	0	0	17	25
27 nov. 1951	78	77	78	74	78	88	80	0	0	0	17	25
7 nov. 1952	85	84	87	81	90	88	87	0	0	0	33	50
24 nov. 1953	78	87	90	84	90	106	101	0	+	0	26	39
26 nov. 1954	64	79	85	89	90	104	105	++	+++	0	15	22
27 febr. 1957	58	67	75	78	86	92	89	++	+++	0	10	14
voorj. 1958	55	70	74	75	77	92	89	+++	+++	0	6	8

TABEL 3 *Influence of potash-dressing on K_2O-HCl in the layer of 0–20 cm (Berkhout)*

Proefveld Grootebroek (tabel 4, fig. 3)
De kalitoestand was hier bij de aanvang van de proef zeer gelijkmatig. Aan het eind van het eerste proefjaar waren er al duidelijke verschillen in K-HCl (P kleiner dan 0,05).

[2] In de navolgende tekst worden de K-HCl-cijfers voortaan opgegeven in eenheden van 0,001 % K_2O.

Het onbemeste object was reeds statistisch betrouwbaar lager dan dat met 200 kg K_2O/ha bemest. In de volgende jaren werden de onderlinge verschillen in K-HCl steeds groter. Het effect van de bemestingstrappen was lineair.

FIG. 2 Proefveld Berkhout (zie fig. 1)

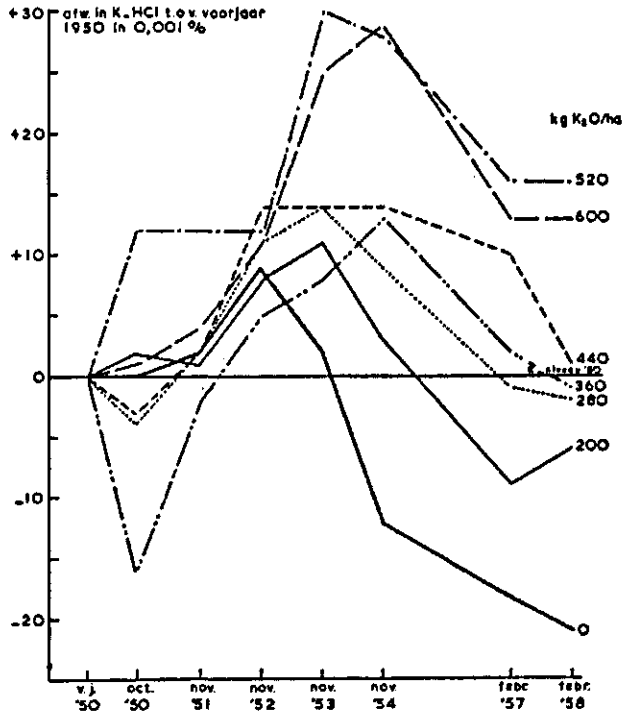


FIG. 2 *Experimental field Berkhout (see fig. 1)*

TABEL 4 Invloed van de kalibemesting op K-HCl in de laag 0-20 cm (Grootebroek)

datum bemonstering	kg K_2O per ha							statistische toetsing				
	0	200	280	360	440	520	600	effect			betrouwbaar verschil	
	K-HCl% × 1000 (gecorr. gem.)							behan-deling	lin. comp.	kwadr. comp.	Vp 0,05	Vp 0,01
24 febr. 1950	32	34	32	34	31	33	34	0	0	0	6	9
17 nov. 1950	26	33	32	34	33	39	41	+	++	0	7	10
27 nov. 1951	27	35	36	37	40	44	46	++	+++	0	6	8
12 dec. 1952	28	38	38	41	44	49	49	+++	+++	0	4	7
20 nov. 1953	20	36	33	39	41	47	56	+++	+++	0	6	10
23 nov. 1954	23	33	36	42	48	51	55	+++	+++	0	7	10
1 mrt. 1957	22	36	43	50	51	61	66	+++	+++	0	4	6

TABLE 4 *Influence of potash-dressing on K_2O-HCl in the layer of 0-20 cm (Grootebroek)*

De daling van K-HCl op de onbemeste veldjes reeds waargenomen in het eerste proefjaar, zette zich de volgende jaren geleidelijk voort. In maart 1957 was K-HCl gedaald van 32 tot 22, een verschil van 10 eenheden. Naar schatting handhaafde een jaarlijkse gift van 190 kg K_2O/ha het niveau op 33.

FIG. 3 Proefveld Grootebroek (zie fig. 1)

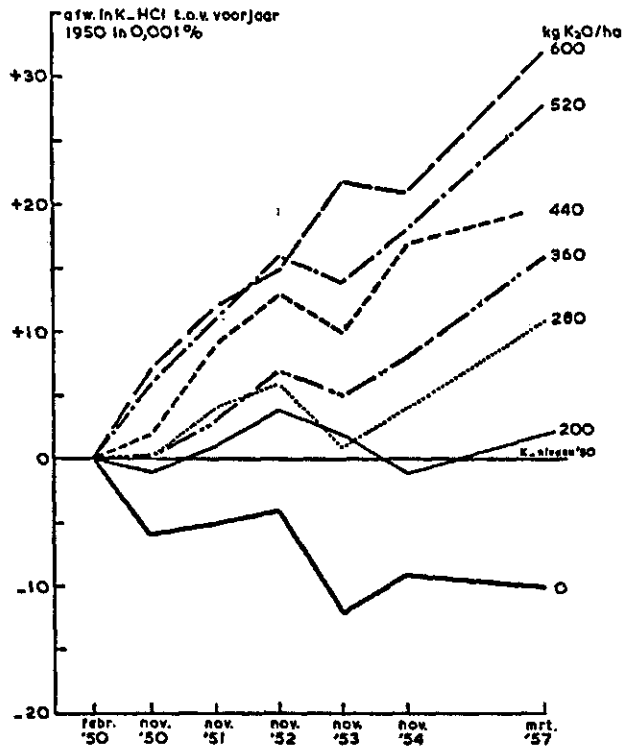


FIG. 3 *Experimental field Grootebroek (see fig. 1)*

Proefveld Broek op Langedijk (tabel 5, fig. 4)

Het proefveld had een vrij gelijkmatige kalitoestand met een gemiddelde K-HCl van 46 bij het begin. Aan het einde van het eerste proefjaar was reeds een lineair effect van de bemesting op K-HCl waar te nemen. In de volgende proefjaren liepen de K-HCl getallen statistisch betrouwbaar uiteen. Het effect van de bemesting bleef lineair. Er werd dus geen verzadigingsniveau tussen aanvoer door bemesting en afvoer door opneming door het gewas en uitspoeling bereikt.

Het proefveld was blijkbaar in het verleden bijzonder zwaar bemest, want het K-HCl in de bouwvoor daalde reeds duidelijk in het eerste proefjaar en werd alleen door de hoogste gift van 600 kg K_2O/ha min of meer gehandhaafd. Bij de laagste drie giften zette de daling zich voort tot november 1954. Op het onbemeste object was K-HCl 28 eenheden gedaald van 43 tot 15. Naar schatting was jaarlijks 590 kg

K_2O/ha nodig om het kaliniveau te handhaven. Na 1954 onderging K-HCl van alle objecten een stijging.

TABEL 5 Invloed van de kalibemesting op K-HCl in de laag 0-20 cm (Broek op Langedijk)

datum bemonstering	kg K_2O per ha							statistische toetsing				
	0	200	280	360	440	520	600	effect			betrouwbaar verschil	
	K-HCl% × 1000 (gecorr. gem.)							behan-deling	lin. comp.	kwadr. comp.	Vp 0,05	Vp 0,01
8 mrt. 1950	43	49	48	45	45	52	41	0	0	0	15	23
13 dec. 1950	30	36	36	39	36	43	40	0	+	0	14	21
4 dec. 1951	25	34	34	36	37	42	45	+	++	0	11	16
6 nov. 1952	19	28	30	32	35	39	40	++	+++	0	7	10
25 nov. 1953	18	29	31	39	44	45	47	++	+++	0	11	16
25 nov. 1954	15	24	27	32	33	37	41	+++	+++	0	4	6
1 mrt. 1957	27	32	37	38	39	42	44	++	+++	0	6	9
19 mrt. 1958	24	31	33	36	39	42	40	++	+++	0	5	8

TABLE 5 *Influence of potash-dressing on K_2O-HCl in the layer of 0-20 cm (Broek op Langedijk)*

FIG. 4 Proefveld Broek op Langedijk (zie fig. 1)

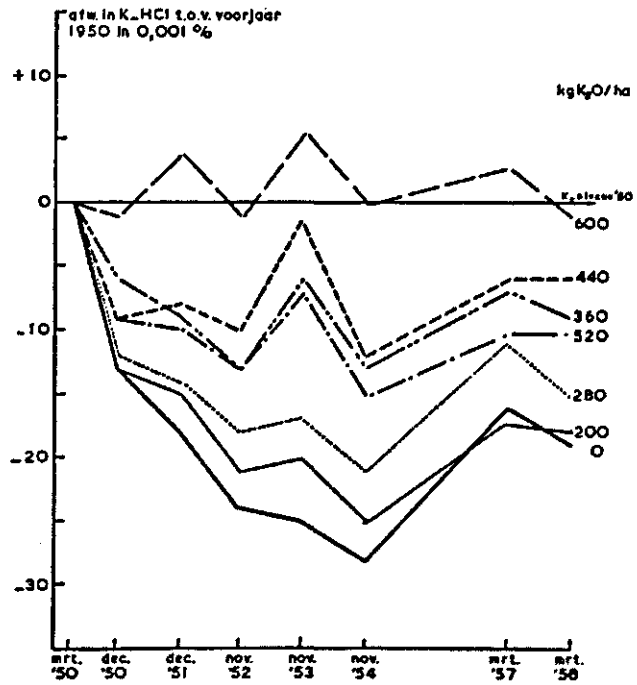


FIG. 4 *Experimental field Broek op Langedijk (see fig. 1)*

Proefveld Benningbroek (tabel 6, fig. 5)
K-HCl was bij de aanvang van de proef vrij laag (gemiddeld 21). Het proefveld was gelijkmatig (P groter dan 0,05).

TABEL 6 Invloed van de kalibemesting op K-HCl in de laag 0–20 cm (Benningbroek)

datum bemonstering	kg K_2O per ha							statistische toetsing				
								effect			betrouwbaar verschil	
	0	200	280	360	440	520	600	behan-deling	lin. comp.	kwadr. comp.	Vp 0,05	Vp 0,01
	K-HCl% × 1000 (gecorr. gem.)											
13 jan. 1950	24	22	22	19	20	23	18	0	0	0	6	10
21 nov. 1950	15	23	24	21	24	27	27	++	+++	+	3	5
7 nov. 1952	18	30	35	33	35	43	43	+	+++	0	10	16
24 nov. 1953	15	26	37	36	39	47	45	++	+++	0	12	19
1 dec. 1954	13	27	39	37	44	52	54	+++	+++	0	7	10
22 febr. 1957	16	29	33	35	38	41	39	++	+++	+	8	12
voorj. 1958	19	35	44	45	48	51	53	++	+++	+	11	17

TABLE 6 *Influence of potash-dressing on K_2O-HCl in the layer of 0–20 cm (Benningbroek)*

FIG. 5 Proefveld Benningbroek (zie (fig. 1)

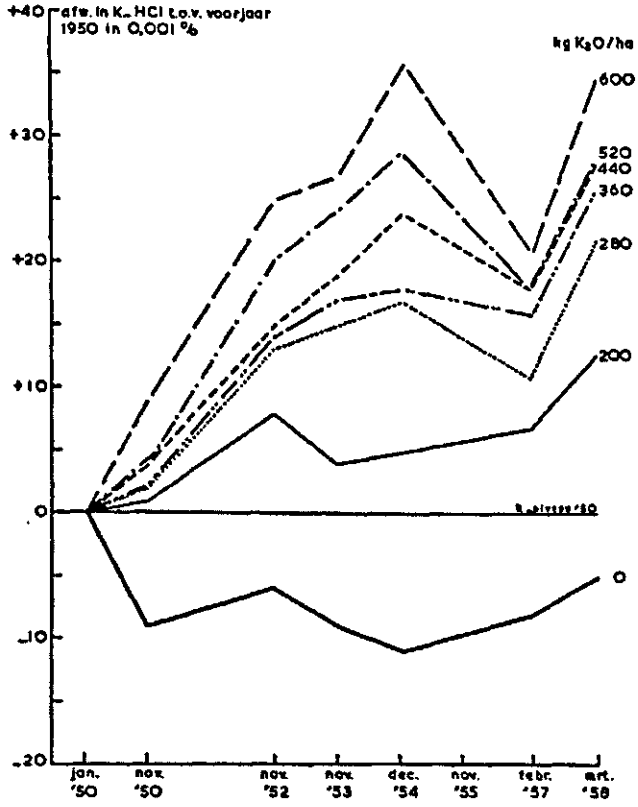


FIG. 5 *Experimental field Benningbroek (see fig. 1)*

In november 1950 waren er duidelijke verschillen in K-HCl van de grond (P kleiner dan 0,05). K-HCl van het nul-object was scherp gedaald, van de twee zwaarst bemeste objecten tot gelijk niveau gestegen (lineaire en kwadratische componenten statistisch betrouwbaar).
Ook in de volgende proefjaren waren de verschillen in K-HCl duidelijk. De gehalten van de nul-objecten waren in 1957 en 1958 zeer laag ten opzichte van de onderling betrekkelijk weinig verschillende bemeste objecten (kwadratische component statistisch betrouwbaar). Op deze lichte grond met 11% afslibbaar kan K-HCl in de laag 0–20 cm door hoge bemestingen niet onbeperkt worden verhoogd.
Het kaligehalte van het nul-object was het eerste proefjaar reeds 9 eenheden gedaald, en wel van 24 tot 15. De volgende jaren bleef het om dit niveau schommelen. Bemesting met 200 kg K_2O/ha per jaar verhoogde K-HCl geleidelijk. Naar schatting kan door 125 kg K_2O/ha per jaar het oorspronkelijk kaliniveau worden gehandhaafd.

3.2 Reactie van K-HCl op de gezamenlijke proefvelden

De verandering van K-HCl op de onbemeste veldjes t.o.v. de begintoestand is grafisch uitgezet tegen de proefjaren 1950–1959 (fig. 6). Over het algemeen komt de grootste daling van K-HCl voor in het eerste jaar. Op drie van de vijf proefvelden was er daarna geen of nog slechts een geringe daling. Gelijksoortige voorbeelden zijn ook uit ander onderzoek bekend (van der Paauw, 1942; Ris, 1957). Op het proefveld te Broek op Langedijk zette de daling zich voort tot het vijfde proefjaar. Dit proefveld lag op de op een na lichtste grond met het meeste grove zand. Op de zwaarste grond (Beemster) was de daling daarentegen het geringst. Enerzijds het percentage afslibbaar, dat de

Fig. 6 Verandering in K-HCl ten opzichte van de begintoestand op onbemeste veldjes gedurende de loop der jaren

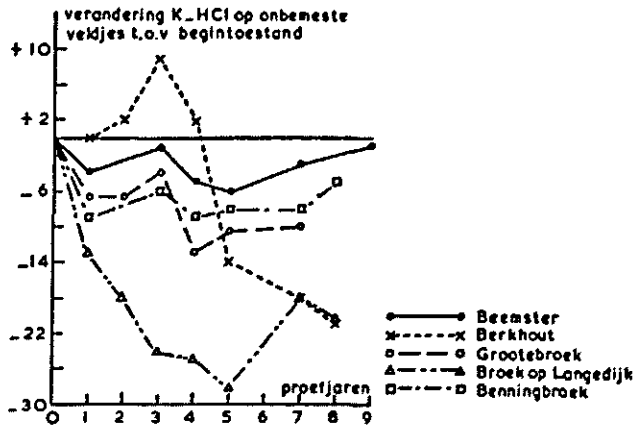


Fig. 6 *Changement of K_2O-HCl on non-fertilized plots during the trial with regard to the starting point*

zetel is van het adsorptievermogen en anderzijds de doorlatendheid van de grond, die verband houdt met de hoeveelheid grof zand, zullen deze verschillen kunnen verklaren. Ook de hoogte van K-HCl bij het begin van de proef bepaalde de daarna volgende daling op de onbemeste veldjes. Het geringe aantal proefvelden maakte het echter niet mogelijk de invloed van de twee factoren: zwaarte van de grond en hoogte van K-HCl te onderscheiden, ook al was de variatie in zwaarte en K-HCl resp. 11–62 en 21–75 groot. De gegevens van het proefveld te Berkhout zijn in het bovenstaande buiten beschouwing gelaten, want deze vertonen een afwijkend beeld. In de eerste proefjaren was K-HCl van de onbemeste veldjes er hoger dan dat bij het begin. Na het derde jaar trad een sterke daling van K-HCl op, die meer in overeenstemming was met het hoge K-HCl in het begin dan met de zwaarte van de grond. De invloed van de proefjaren, van de hoogte van K-HCl bij de aanvang van de proef en van de zwaarte van de grond op het verloop van K-HCl op de onbemeste veldjes zijn samengevat in tabel 7.

TABEL 7 Verloop van K-HCl op de onbemeste veldjes, gerangschikt naar proefjaren, K-HCl van de begintoestand en zwaarte van de grond (gegevens Berkhout in de eerste cijferreeks buiten beschouwing gelaten)

	aantal proefjaren na aanvang van de proef						
	1	2	3	4	5	7	8
verandering	—8	—12	—9	—13	—13	—10	—12

	K-HCl bij de aanvang van de proef				
	21	28	33	46	(75)
verandering	—7,6	—3,3	—8,4	—20,8	(—5,7)

	zwaarte van de grond				
	11	16	31	(51)	62% afslibbaar
verandering	—7,6	—20,8	—8,4	(—5,7)	—3,3

TABLE 7 *Course of K-HCl on the not fertilized plots according to the number of years, to the potash status at the beginning and to the clay content of the soil*

De bemesting deed het kaligehalte van de grond stijgen. De verandering in K-HCl aan het eind van de proef ten opzichte van de begintoestand, werd grafisch uitgezet voor de 7 bemestingstrappen (fig. 7). Er waren tussen de proefvelden duidelijke verschillen. In Beemster, Grootebroek en Benningbroek was de verhoging van K-HCl in de bouwvoor door de hogere bemestingstrappen van dezelfde orde van grootte. K-HCl steeg jaarlijks ongeveer vier eenheden door bemesting met 600 kg K_2O/ha. Op het proefveld Berkhout was de stijging door de genoemde gift twee eenheden. Te Broek op Langedijk werd het niveau van de begintoestand nauwelijks gehandhaafd.

Uit de figuur laat zich nauwkeuriger aflezen dan uit de op de vorige bladzijden genoemde schattingen welke hoeveelheid meststof nodig was om het beginniveau te handhaven, namelijk:

40 kg K_2O/ha	voor het proefveld	Beemster	K-HCl bij het begin	28
70 kg	„	Benningbroek	„	21
180 kg	„	Grootebroek	„	33
370 kg	„	Berkhout	„	75
meer dan 600 kg	„	Broek op Langedijk	„	46

Deze hoeveelheden kali lopen min of meer parallel met de hoogte van K-HCl bij het begin van de proef. Een uitzondering vormden de eerste proefjaren van het proefveld te Berkhout, waar het niveau van de onbemeste veldjes op peil bleef. Later stegen de benodigde hoeveelheden aanzienlijk.

FIG. 7 Verandering in K-HCl ten opzichte van de begintoestand door bemesting

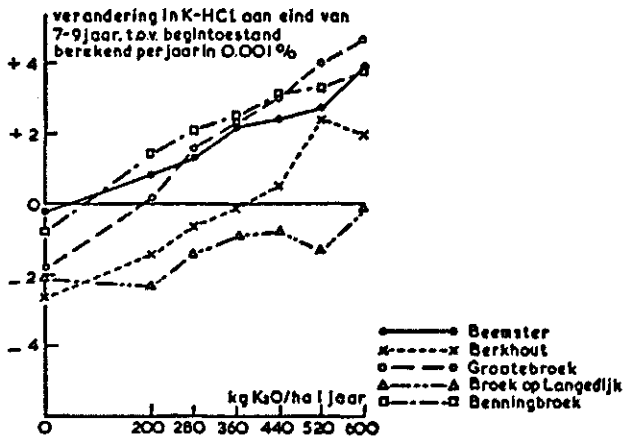


FIG. 7 *Changement of K_2O-HCl by fertilization with regard to the starting point*

Ook de verandering in K-HCl door de bemesting was afhankelijk van de hoogte van K-HCl bij het begin van de proef (fig. 8). Bij K-HCl van 21-33 werkt de kalibemesting duidelijk verhogend op K-HCl in de grond. Bij hogere niveaus is dat in geringere mate het geval en dan nog het meest uitgesproken op de zwaardere grond te Berkhout (51 % afslibbaar).

Op elk proefveld onderging K-HCl bij de lage giften een daling en bij de hoge een stijging. Uit het verschil tussen K-HCl voor de laagste en hoogste gift werd de stijging van K-HCl door de bemesting in vergelijking met onbemest over de proefjaren berekend. Deze stijging werd uitgedrukt per 100 kg K_2O/ha, waarbij werd uitgegaan van de over de proefjaren gegeven totale hoeveelheid kali. Vier proefvelden bleken zich volgens hetzelfde patroon te gedragen (fig. 9). Bij langdurige toediening van een be-

FIG. 8 Verandering in K-HCl ten opzichte van de begintoestand door bemesting in verband met het kaliniveau

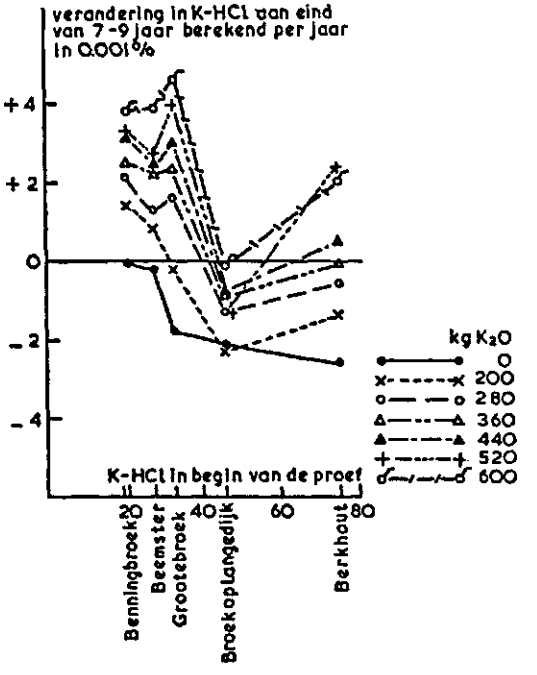


FIG. 8 *Changement of K_2O-HCl by fertilization with regard to the starting point in relation to the potash status*

FIG. 9 Verschil in kaligehalte tussen 600 en 0 kg K_2O, berekend per 100 kg K_2O, in de loop der jaren

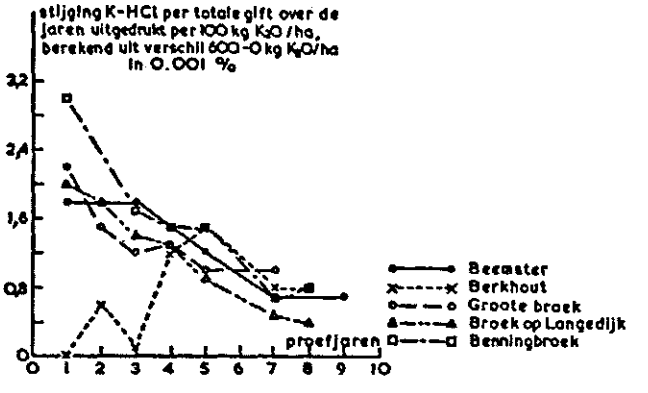


FIG. 9 *Difference of potash contents between 600 and 0 kg K_2O in relation to number of experimental years, computed per 100 kg K_2O*

paalde gift (jaarlijks 600 kg K_2O/ha) nam de stijging van K-HCl t.o.v. onbemest, berekend over de gehele hoeveelheid gegeven kali, geleidelijk af tot ca. 0,7 K-HCl-eenheid per 100 kg K_2O/ha in het achtste proefjaar. Er stelt zich een evenwicht in. Deze afvlakking in de stijging laat zich ook aflezen als uitgegaan wordt van de jaarlijks gegeven hoeveelheid (tabel 8).

Het proefveld te Berkhout gedroeg zich aanvankelijk afwijkend. Van het vierde proefjaar af pasten de gegevens in het geheel.

TABEL 8 Stijging van K-HCl door 600 kg K_2O/ha t.o.v. onbemest, uitgedrukt per 100 kg K_2O als jaarlijkse gift (gegevens van proefveld Berkhout buiten beschouwing)

	aantal proefjaren na aanvang proef							
	1	2	3	4	5	6	7	8
stijging van K-HCl	2,3	3,4	4,6	5,6	5,8	—	5,1	5,3

TABLE 8 *Increase of K-HCl by 600 kg K_2O in comparison with no dressing, computed per 100 kg K_2O as annual dose*

De verschillen tussen de proefvelden zijn naar het lijkt terug te voeren op verschillen in de kalitoestand bij het begin en in de zwaarte van de grond. De bemesting bracht een geringere stijging van K-HCl teweeg, naarmate die toestand hoger en de grond zwaarder was. De verschillen kwamen meer naar voren in de eerste proefjaren dan in de latere. Gemiddeld over de proefjaren was de tendens echter slechts zwak (tabel 9).

TABEL 9 Stijging van K-HCl door 600 t.o.v. 0 kg K_2O/ha in afhankelijkheid van K-HCl bij het begin en van de zwaarte van de grond (berekend op de totale kalihoeveelheid over alle jaren en uitgedrukt per 100 kg K_2O/ha)

	K-HCl bij de aanvang van de proef				
	21	28	33	46	75
stijging van K-HCl in eerste proefjaar	3,0	1,8	2,2	2,0	0
als gemiddelde over proefjaren	1,5	1,3	1,4	1,2	0,7
	zwaarte van de grond				
	11	16	31	51	62
stijging van K-HCl in eerste proefjaar	3,0	2,0	2,2	0	1,8
als gemiddelde over proefjaren	1,5	1,2	1,4	0,7	1,3

TABLE 9 *Increase of K-HCl by 600 kg in relation to K-HCl at the beginning and to the clay content of the soil (increase computed per 100 kg K_2O per ha)*

4 INVLOED VAN DE KALIBEMESTING OP HET GEWAS

Tijdens de groei werden twee tot drie keer standcijfers gegeven voor de ontwikkeling van het gewas. De opbrengsten werden bepaald door oogsten van 36 planten per veldje. De oogst werd gesorteerd in grof (doorsnede groter dan 50 mm), groot (35–50 mm), drielingen (28–35 mm) en kriel (kleiner dan 28 mm). In enkele proefjaren werd bovendien het onderwatergewicht bepaald van een monster van vijf kg uit de sortering groot.

4.1 Resultaten per proefveld

Beemster (tabel 10, zie bijlage; fig. 10)
De gemiddelde standcijfers per object gaven slechts een geringe invloed van de kalibemesting op het bovengrondse gewas te zien. Onbemest bleef achter. De standcijfers voor de overige bemestingstrappen waren onregelmatig en lagen gemiddeld op ongeveer hetzelfde niveau. Met 280 kg K_2O/ha werd in twee van de drie proefjaren de beste stand bereikt, in het eerste proefjaar reeds met 200 kg K_2O/ha.

De totale opbrengst aan knollen reageerde veel scherper op de kali dan de standcijfers deden vermoeden. Het nul-veldje was aanzienlijk minder; het bracht in het eerste proefjaar 81 % van het object met de hoogste opbrengst op, in de volgende proefjaren nog duidelijk minder. De hoogste gift gaf de hoogste opbrengst. De tussenliggende bemestingstrappen gaven geen duidelijk stijgende lijn in de opbrengsten weer. Gemiddeld over drie proefjaren lagen de relatieve opbrengsten voor deze trappen tussen 90–93 %. Het effect van de bemesting was in het eerste jaar bijna statistisch betrouwbaar, wat de lineaire component betreft, en in de andere twee proefjaren wel statistisch betrouwbaar.

De sortering grof en groot (groter dan 35 mm) bleef op de nul-veldjes duidelijk achter en was gemiddeld over de drie proefjaren 70 % van die van de veldjes met de hoogste bemesting. Het effect van de kalibemesting was wat de lineaire component betreft, in alle drie proefjaren statistisch betrouwbaar. Als de sortering aan grof en groot wordt uitgedrukt in procenten van de totale opbrengst, kan worden nagegaan, of de bemesting de sortering wijzigt in de richting van grotere knollen. Inderdaad blijkt, dat naarmate meer kali was gegeven, het percentage grof en groot toenam. De stijging was vrij regelmatig over de trappen verdeeld. Gemiddeld over de drie proefjaren was de hoogste gift het gunstigst. De sortering grof en groot in % van de opbrengst was in het eerste proefjaar bij de nul-gift sterker achteruitgegaan dan in de twee volgende. De totale opbrengst onderging het eerste proefjaar een geringere daling. Blijkbaar was

FIG. 10 Invloed van de kalibemesting op stand en opbrengst. Object met het hoogste getal = 100%. Proefveld Beemster

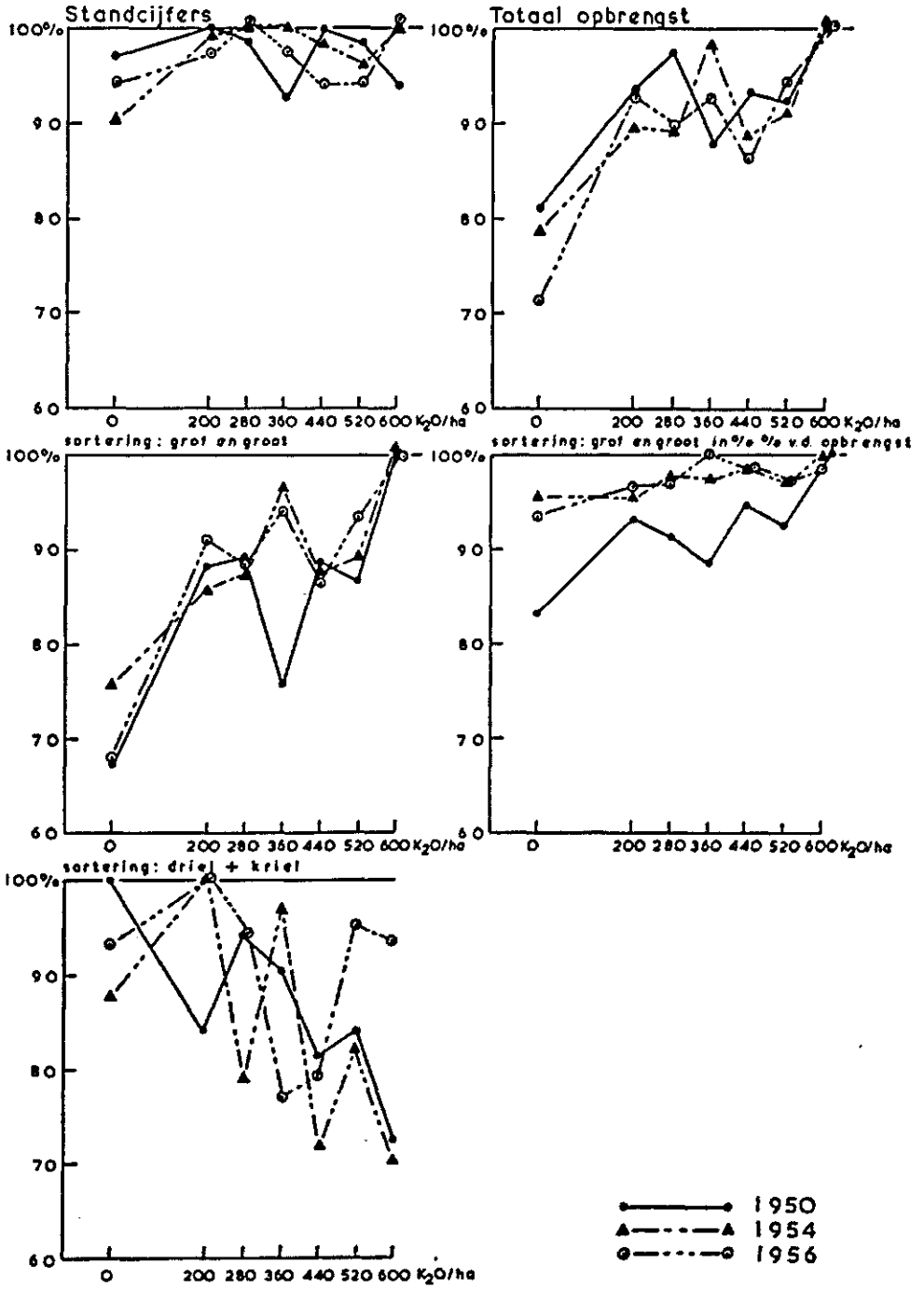


FIG. 10 *Influence of potash dressing on vigour and yield. Experimental field Beemster: object with highest value = 100%*

deze daling naar verhouding nog het grootste voor de sortering grof en groot. Bij wiskundige toetsing waren er in 1950 en 1956 statistisch betrouwbare effecten[1].

De sortering drielingen en kriel (kleiner dan 35 mm) gaf het tegenovergestelde beeld te zien. De kalibemesting deed het gewicht aan kleinere knollen dalen. In het eerste proefjaar was er een statistisch betrouwbaar lineair effect.

Berkhout (tabel 11, zie bijlage; fig. 11)

In 1952 waren de verschillen tussen de standcijfers gering; die van de nul-veldjes waren niet duidelijk lager dan van de overige bemestingsgiften. Het hoogste standcijfer werd verkregen met 440 kg K_2O/ha. In 1955 werd de stand van het bovengrondse gewas iets lager gewaardeerd, naarmate meer kali was gegeven.

De opbrengst reageerde niet statistisch betrouwbaar op de bemesting. De giften van 360 en 440 kg K_2O/ha brachten het meeste op. De opbrengst op de nul-veldjes was in 1952 3% en in 1955 10% achtergebleven.

De sortering grof en groot vertoonde in 1952 geen duidelijke verschillen onder invloed van de bemesting. In 1955 was de opbrengst aan grof en groot op de nul-veldjes 20% lager t.o.v. die met 600 kg K_2O/ha. De verschillen waren evenwel niet statistisch betrouwbaar.

In 1952 brachten de nul-veldjes relatief de grootste hoeveelheid aan grof en groot op (statistisch betrouwbaar lineair effect). De hoogste trappen bleven iets achter. In 1955 was het resultaat precies tegengesteld. De hoogste kaligift gaf een grovere sortering; die op de nul-veldjes was 12% lager. De verschillen waren niet wiskundig betrouwbaar.

De opbrengst aan driel. en kriel was in 1952 het hoogst bij 280 kg K_2O/ha. Hogere giften kali gaven meer driel. en kriel dan lagere (bijna statistisch betrouwbaar effect). Ook in 1955 nam de opbrengst aan driel. en kriel door de kalibemesting iets toe.

Gesommeerd over 1952 en 1955 was er een geringe positieve reactie op de kalibemesting. De hoogste opbrengst werd verkregen met 440 kg K_2O/ha. Zowel de hoeveelheden aan grof en groot als die aan driel. en kriel namen toe met de bemesting. Het precentage grof en groot was het laagst bij onbemest.

Grootebroek (tabel 12, zie bijlage; fig. 12)

De standcijfers van de onbemeste veldjes waren duidelijk lager, vooral na het tweede proefjaar. De verschillen tussen de overige bemestingstrappen waren minder geprononceerd. In 1950, het eerste, maar ook in 1955, het laatste proefjaar was de stand op de veldjes met 200 kg K_2O/ha het beste. De hoogste kalibemesting kreeg in geen enkel geval de hoogste waardering.

De kalibemesting beïnvloedde, behalve in het eerste proefjaar, duidelijk de opbrengst aan knollen (statistisch betrouwbaar in 1952, 1953, 1954 en 1955). De bemestingen

[1] Om door middel van de variantie-analyse verschillen tussen percentages te toetsen, is transformatie over het algemeen noodzakelijk. Daar de percentages in deze proeven weinig uiteenliepen en de spreiding vrij gering was, werd van transformatie van de percentages afgezien.

Fig. 11 Proefveld Berkhout (zie fig. 10)

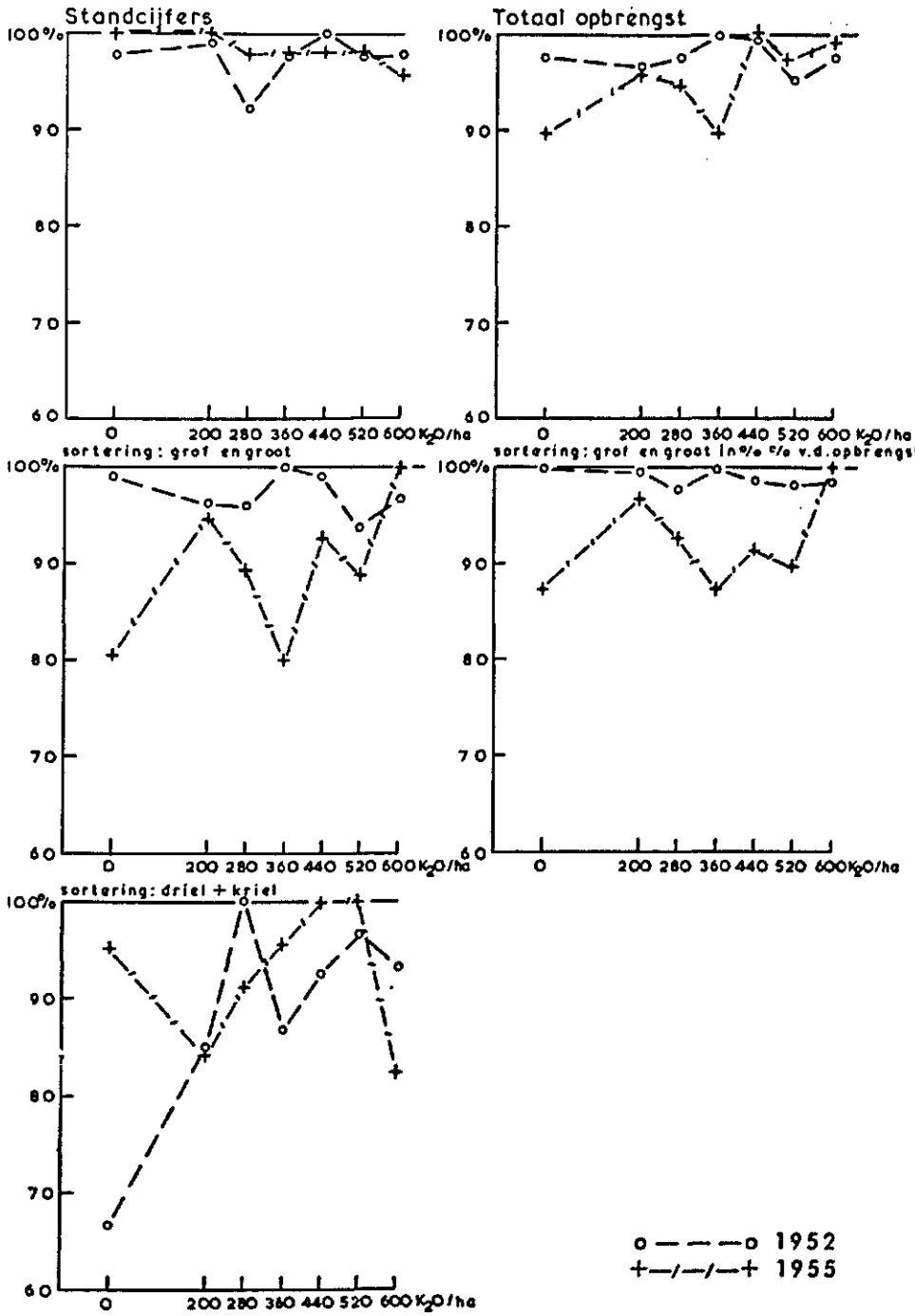


FIG. 11 *Experimental field Berkhout (see fig. 10)*

Fig. 12 Proefveld Grootebroek (zie fig. 10)

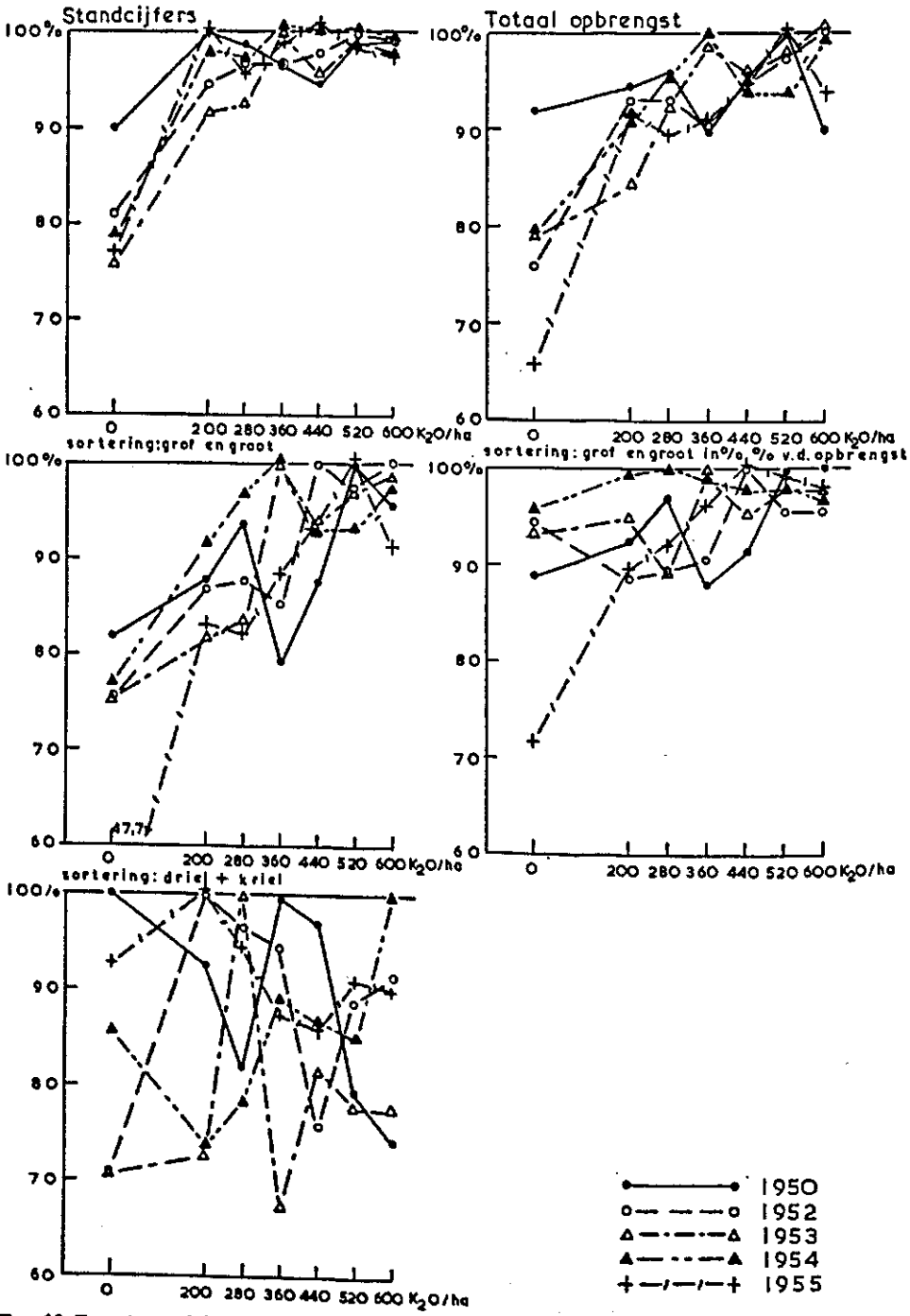


FIG. 12 *Experimental field Grootebroek (see fig. 10)*

FIG. 13 Proefveld Broek op Langedijk (zie fig. 10)

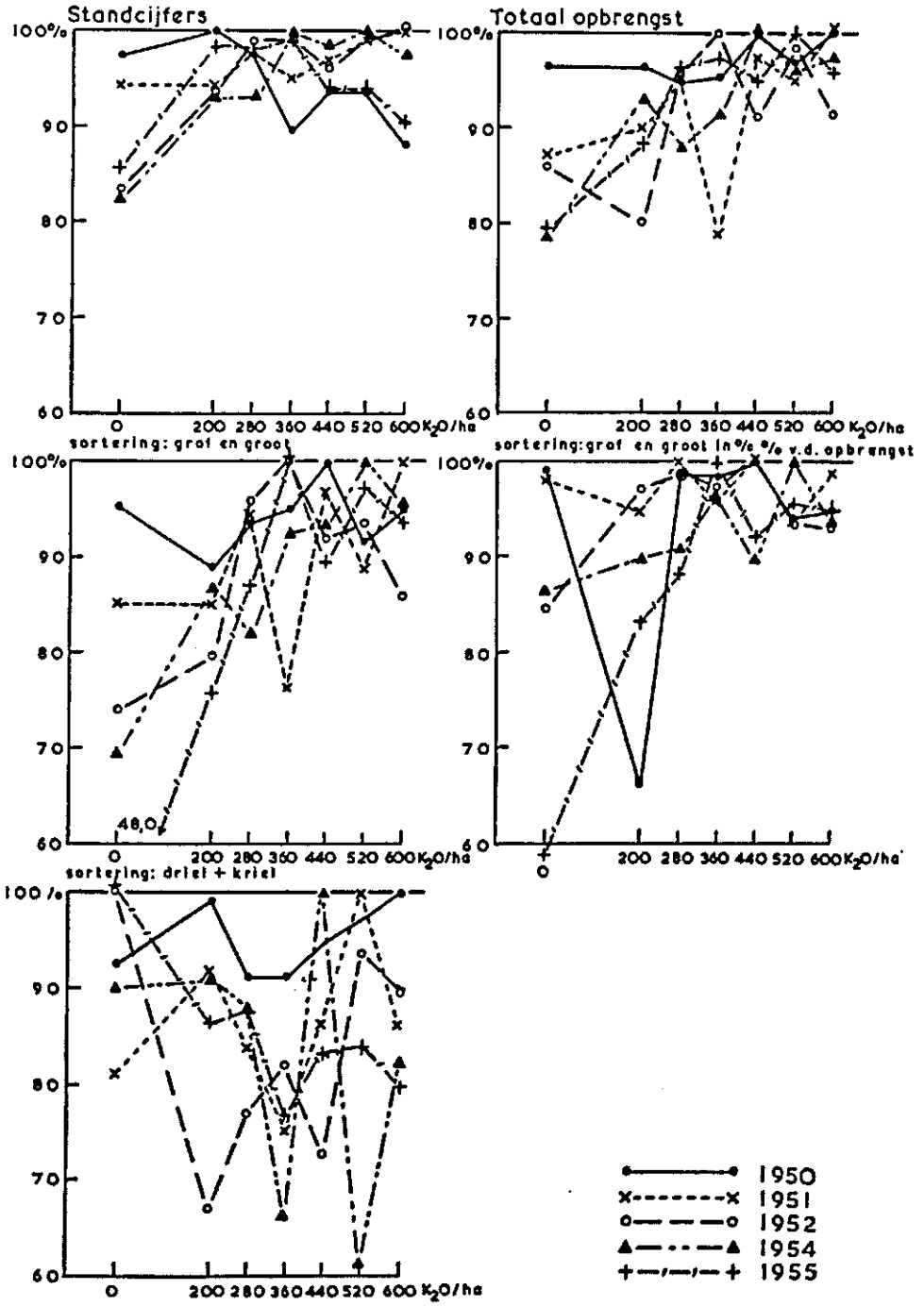


FIG. 13 *Experimental field Broek op Langedijk (see fig. 10)*

met de hoogste opbrengst varieerden tussen 360 en 600 kg K_2O/ha. Gemiddeld over de vijf proefjaren bracht 520 kg kali het meest op.

De sortering grof en groot werd door de kalibemesting statistisch betrouwbaar verhoogd in de laatste vier jaren. In 1955 was de hoeveelheid grof en groot van de nulveldjes 48% van die van de veldjes met 520 kg K_2O.

In het eerste proefjaar, waarin de totale opbrengst niet betrouwbaar reageerde op de bemesting, werd een verschuiving van de sortering naar de grovere maten geconstateerd (wiskundig zeer betrouwbaar). Dit was in 1955, waarin de totale opbrengst wel op kali reageerde, ook het geval. Gemiddeld over de proefjaren leverde 520 kg K_2O/ha de grootste sortering aan grote knollen.

In 1950 was de hoeveelheid drielingen en kriel duidelijk door de kalibemesting verminderd (P kleiner dan 0,001). De invloed van de kali op de hoeveelheid driel. en kriel vertoonde de volgende jaren weinig lijn. De grootste hoeveelheid drielingen en kriel werd verkregen met 280 kg K_2O/ha.

Broek op Langedijk (tabel 13, zie bijlage; fig. 13)

De in 1950 gegeven standcijfers toonden een ongunstige ontwikkeling van het bovengrondse gewas bij de hoge kaligiften. In de volgende jaren bleef de stand van het gewas op de nul-veldjes elk jaar meer achter. De gift van 280 kg K_2O/ha was over de vijf proefjaren gemiddeld het gunstigst.

De opbrengst aan knollen reageerde in 1950 nog niet duidelijk op de kalibemesting. Onbemest bracht 4% minder op. De volgende jaren werd de reactie op de verschillen in kalibemesting sterker. De laatste twee proefjaren was het effect van de bemesting wiskundig betrouwbaar. In 1955 was de opbrengstderving door weglating van de kalibemesting 20%. De gift van 520 kg K_2O/ha bracht gemiddeld het meeste op.

De sortering week in 1954 vanwege de zeer vroege oogst af van de gebruikelijke. Onderscheiden werden groot, drielingen en kriel. Op economische gronden werd de sortering groot en drielingen gelijk gesteld aan de sortering grof en groot bij de latere oogsten in de andere jaren.

De sortering grof en groot kwam door weglating van kali in de loop der jaren steeds verder achter. In 1954 en 1955 was de invloed van de kali statistisch betrouwbaar. In 1955 was de sortering van de veldjes zonder kali 48% van die van de goed bemeste. De optimale gift over de vijf proefjaren was 440 kg K_2O/ha.

De kalibemesting bracht binnen de partij een duidelijke verschuiving in de maat van de geoogste knollen teweeg in de latere proefjaren. Gemiddeld werd 86% aan grof en groot gesorteerd op de onbemeste veldjes in vergelijking met 98% bij optimale bemesting. In 1952, 1954 en 1955 waren de verschillen in sortering bijna wiskundig betrouwbaar.

Gemiddeld over de proefjaren had het nul-object de grootste hoeveelheid aardappelen van kleine maat. In 1955 was er een wiskundig betrouwbaar lineair effect.

Benningbroek (tabel 14, zie bijlage; fig. 14)

De onbemeste veldjes kregen de laagste standcijfers. Ook voor 200 kg K_2O/ha was de

FIG. 14 Proefveld Benningbroek (zie fig. 10)

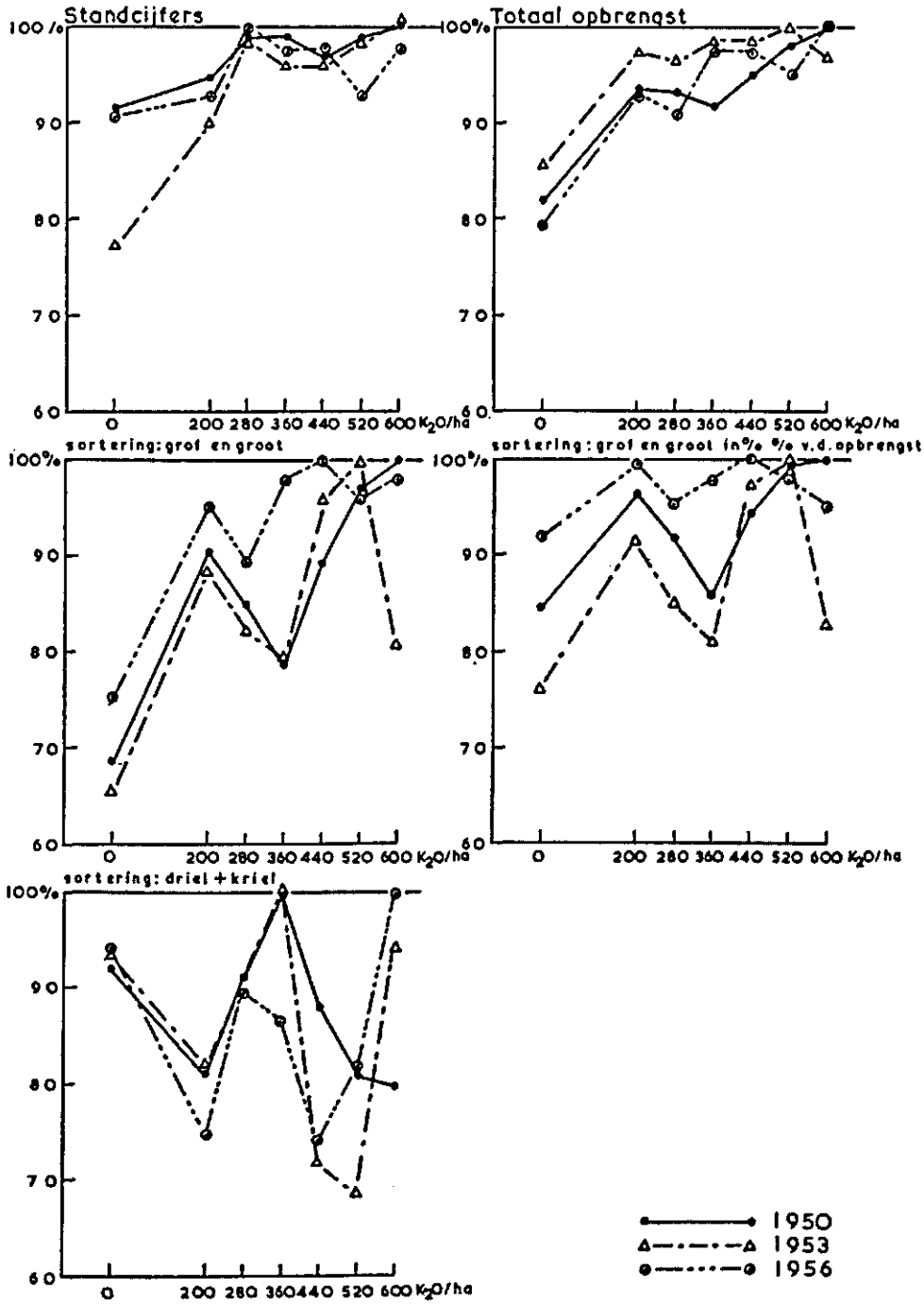


FIG. 14 *Experimental field Benningbroek (see fig. 10)*

waardering lager. De daarop volgende trappen schommelden om hetzelfde niveau. De grootste gift kreeg gemiddeld over de drie proefjaren het hoogste standcijfer.

Het effect van de kalibemesting op de opbrengst was wiskundig betrouwbaar. De nul-veldjes bleven gemiddeld 17% in opbrengst achter. Tot en met de gift van 280 kg K_2O/ha was de opbrengst nog duidelijk minder (5%). De giften 520 en 600 kg K_2O/ha brachten het meeste op.

De sortering grof en groot steeg door de kalibemesting. In 1950 en 1956 was deze invloed statistisch betrouwbaar. Gemiddeld werd op de nul-veldjes 29% minder geoogst aan knollen van de grotere maat in vergelijking met 520 kg K_2O/ha.

De bemesting verbeterde de sortering binnen de partij (in 1950 en 1956 P kleiner dan 0,05). Gemiddeld was het percentage grote knollen het hoogst bij 520 kg K_2O/ha.

De kalibemesting beïnvloedde de hoeveelheid kleine knollen onregelmatig. In 1950 nam de sortering aan driel. en kriel af met toenemende kalibemesting (P = 0,10 voor lineair effect).

4.2 Vergelijking van de proefvelden naar de reactie van het gewas op kali

De opbrengsten per behandeling, uitgedrukt in procenten van de hoogste opbrengst per proefveld, werden over de proefvelden gemiddeld (tabel 15).

Tabel 15 Relatieve opbrengst, gemiddeld over de proefvelden voor elk proefjaar

proefjaar aantal proeven	1950 4	1951 1	1952 3	1953 2	1954 3	1955 3	1956 2	aantal opbrengst-dalingen bij kali-overmaat
kg K_2O/ha								
0	87,8	87,3	86,5	82,4	79,0	78,4	75,6	
200	94,6	90,1	89,9	91,2	91,2	92,3	93,2	
280	95,0	95,2	95,3	94,7	91,0	93,5	90,5	
360	90,7	(79,0)	96,8	98,7	96,7	92,8	95,4	
440	96,0	97,6	95,3**	97,3	94,3*	96,5	91,9	3 ×
520	96,9	95,2	97,0**	99,1	93,7**	99,1*	95,0	5 ×
600	98,8*	100,0	96,4**	98,6*	99,0**	96,3***	100,0	9 ×

Aantal sterretjes = aantal dalingen door overmaat kali
(79,0) als uitbijter te beschouwen

Table 15 *Relative yield, average of the experimental fields for each year*

Op de nul-veldjes daalde de opbrengst in het eerste jaar (1950) sterk, en wel tot 10% van het maximaal bereikbare. De volgende twee jaren was de daling minder uitgesproken, maar zette zich daarna voort totdat de opbrengst op de onbemeste veldjes in het zevende proefjaar 24% lager was dan op de hoogst bemeste veldjes. Ris (1957) vond op zandgrond ook het eerste jaar een sterke daling in de opbrengst door weg-

lating van kali en in het derde een minder grote. Van het vijfde proefjaar af zette de daling zich voort, ondanks het gelijkblijvende kaligehalte in de bouwvoor van de onbemeste veldjes. Hij schrijft dit toe aan een verdere verarming van de ondergrond.

De groote van de daling van de opbrengst bij weglating van kali of bij onvoldoende kalibemesting in het eerste proefjaar lijkt het best bepaald te worden door het kaliniveau van de grond (tabel 16).

TABEL 16 Opbrengstdaling door onvoldoende kalibemesting in afhankelijkheid van het kaliniveau van de grond

	K-HCl bij de aanvang van de proef in 1950				
	21	28	33	46	(75)
	relatieve opbrengst in % van hoogste opbrengst in het eerste proefjaar				
0 kg K_2O/ha	82	81	92	96	(97)
200	94	94	95	96	(96)
280	93	98	96	95	(98)

(75) – Berkhout – proefjaar 1952.

TABLE 16 *Relation between decrease of yield by insufficient dressing and potash status of the soil*

In het vijfde proefjaar was de relatieve opbrengst op de nul-veldjes van de eerste vier proefvelden ongeveer even laag. Het oorspronkelijke kaliniveau, lopend van 21 tot 46, had niet veel meer te betekenen (fig. 15). Dit houdt in dat de daling van de opbrengst

FIG. 15 De relatieve opbrengsten van nulveldjes tegen proefjaren (voor legenda, zie fig. 16)

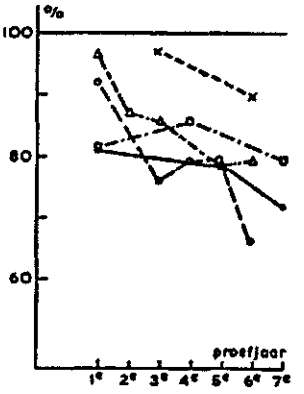


FIG. 15 *Relative yields of not fertilized plots in relation to experimental years (see for legend fig. 16)*

door weglating van de kalibemesting later tot uiting kwam, naarmate het kaliniveau bij de aanvang hoger was. De opbrengstdaling op het proefveld met K-HCl 75 was nog het geringst. Dit proefveld was op zware, humushoudende grond gelegen (51 % afslibbaar) te Berkhout. Het was niet mogelijk een verband te vinden tussen de reactie van de aardappel op kali en de zwaarte van de grond. Dit ligt waarschijnlijk meer aan

het onvoldoende aantal proevelden dan aan het ontbreken van een dergelijk verband. Immers het onderzoek van VISSER (1942) en VAN DER PAAUW (1947, 1955) heeft een dergelijke samenhang gedemonstreerd.

Bij jaarlijkse giften van 200 en 280 kg K_2O/ha liep de relatieve opbrengst tijdens de proeven nog iets achteruit (tabel 15). Bij de giften van 440 kg K_2O/ha en hoger werd de optimale opbrengst herhaaldelijk overschreden, bij 440 kg K_2O/ha in 3 van de 18 gevallen (behandelingen x proefjaren), bij 520 kg K_2O/ha in 5 en bij 600 kg K_2O/ha in 9 gevallen. Uit deze verhoudingen volgt dat de gift van 440 kg K_2O/ha gemiddeld beter was. Toch was de reactie van het gewas op de hogere kaligiften op de andere proefvelden zo groot, dat naar de relatieve opbrengst de gift van 600 kg K_2O/ha viermaal aan de top stond en die van 520 kg K_2O/ha driemaal.

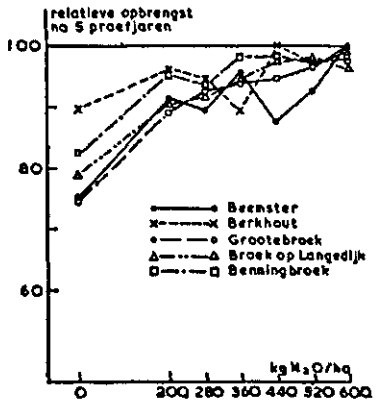


FIG. 16 Relatieve opbrengsten na 5 jaar gehandhaafd bemestingsregime tegen kalitrappen

FIG. 16 *Relative yield after 5 experimental years in relation to potash ratings*

De grafische uitzetting van de relatieve opbrengsten, gemiddeld over de laatste proefjaren, tegen de kalitrappen geeft een inzicht in het resultaat van een vijf jaar gehandhaafd bemestingsregime (fig. 16). De optimale kaligift lag tussen 360 en 600 kg K_2O/ha: Benningbroek 360, Berkhout 440, Broek op Langedijk 520 en Grootebroek en de Beemster 600 kg K_2O/ha. De verschillen tussen de optimale giften zijn overigens niet erg sprekend, zodat het globale advies werd gesteld op 440 kg K_2O/ha. Het gelukte niet met dit proefmateriaal een verband te vinden tussen de optimale kaligift en het kaliniveau van de grond.

De opbrengst per behandeling in procenten van die bij de hoogste gift werd grafisch uitgezet tegen het kaligehalte van de grond in het najaar voorafgaande aan de proef (fig. 17). Dit kaligehalte was niet op dezelfde wijze ontstaan. Op de nul-veldjes werd het kaligehalte elk jaar lager. Bij de hoge kaligiften werd het aandeel van de oorspronkelijke voorraad in de grond naar verhouding steeds geringer. Het evenwicht stelde zich daarbij vaak in op een hoger niveau. Deze kaligehalten zijn echter representatief te achten, omdat die in de praktijk ook een evenwicht vormen tussen bemesting en bodemvoorraad. Volgens PRUMMEL (1960) is de kalitoestand gestegen door zware bemesting, landbouwkundig gelijk te waarderen als de kali in de grond aanwezig bij

de normale landbouwpraktijk (beide bepaald door extractie met zoutzuur). Het kaligehalte in het najaar is het uitgangspunt voor het bemestingsadvies in de praktijk.

De grafiek toont aan dat hoe hoog het kaligehalte van de grond ook is (althans tot K-HCl 80), toch een verse bemesting een grotere opbrengst aan vroege aardappelen geeft. Bij weglating van de bemesting heeft het kaligehalte van de grond een grote invloed. Bij een kaligehalte hoger dan 50 stijgt de opbrengst ternauwernood. De opbrengst op de onbemeste veldjes blijft dan nog 5% achter. Beneden K-HCl 50 komt een sterke daling van de opbrengst voor. Ook bij giften van 200 en 280 kg K_2O/ha zal de opbrengst bij kaliniveaus beneden 35–45 duidelijk lager zijn. Bij zwaar-

FIG. 17 Relatieve opbrengsten tegen K-HCl

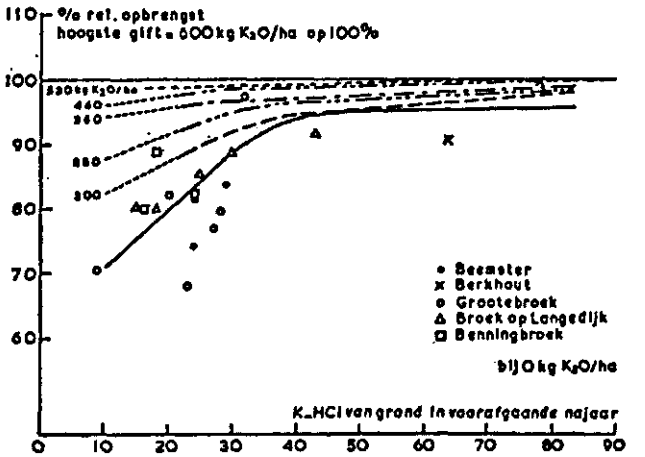


FIG. 17 Relative yields in relation to K_2O-HCl

dere bemesting is de schadelijke invloed van lage kaligehalten in de grond geringer. De opbrengst neemt toch nog geleidelijk iets toe met een hoger kaliniveau in de grond. Toediening van 440 kg K_2O/ha geeft nog een opbrengstderving van 1–1,5% bij K-HCl 30–50 en van 520 kg K_2O/ha een van ca. 1%. Zeer hoge kaliniveaus van de grond waren in het proefmateriaal weinig vertegenwoordigd, zodat het rechtse gedeelte van de curve niet goed vastligt. De opbrengstderving bij weglating van kali en het nuttig effect van de kalibemesting op aardappelen, ook bij hoge kaliniveaus van de grond, sluiten goed aan bij hetgeen reeds elders werd gepubliceerd (VAN DER BOON, 1953). De opbrengstderving bij weglating van de kalibemesting bij vroege aardappelen was sterker dan door VAN DER PAAUW en RIS werd gevonden bij hun onderzoek over de betekenis van de kalitoestand voor aardappelen op kleigronden in Noord-Holland (VAN DER PAAUW EN RIS, 1955). Zij vonden wel dat het ras Eersteling meer kali nodig had dan Bevelander. Ook bij ander onderzoek in de akkerbouw was de kalireactie geringer. Over het algemeen was bemesting bij K-HCl van 30 en hoger van weinig betekenis meer, zowel op zeeklei (VAN DER PAAUW, 1947; VENEKAMP en RIS, 1953; VAN DER PAAUW en RIS, 1955) als op rivierklei (FERRARI, 1952; MES, 1960).

Als mogelijke oorzaak voor dit verschil kan worden aangevoerd, dat hun resultaten op eenjarige bemestingsproeven zijn gebaseerd en de hier besprokene op meerjarige. De reactie op weglating van de bemesting wordt gewoonlijk in de volgende proefjaren sterker, ook al is de daling van het kaligehalte van de bouwvoor op de nul-veldjes tot stilstand gekomen (RIS, 1957). Hij wijt dit aan een verarming van de ondergrond. Bovendien wijzen VAN DER PAAUW en RIS (1955) erop dat bij kaliarme gronden niet de maximale opbrengst door een bemesting ineens wordt bereikt, waardoor hun relatieve opbrengsten in deze gevallen zijn overschat. Meerjarige proeven lijken van

FIG. 18 Relatieve opbrengsten tegen K-getal

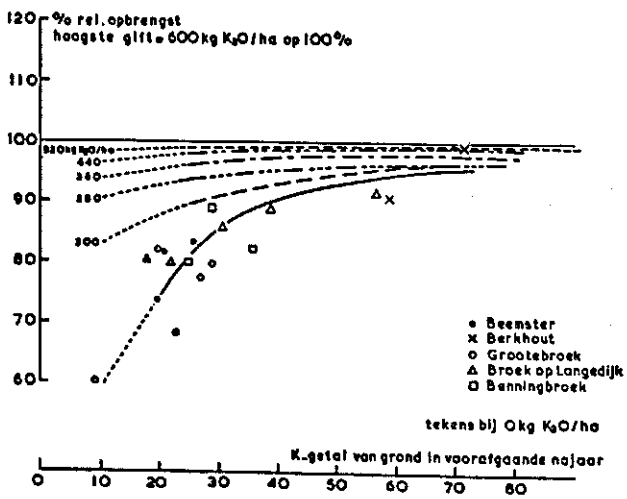


FIG. 18 *Relative yields in relation to modified K_2O-HCl. K_2O-HCl is corrected on clay content and pH of the soil*

grotere waarde voor de opstelling van een meerjarig bemestingsadvies aan de hand van grondonderzoek. Het kan ook zijn, dat de rijkere tuinbouwgrond en de zwaardere bemesting (o.a. met stikstof) een hogere kalivoeding voor de aardappel vragen. Deze N × K-interactie is in verscheidene proeven aangetoond. Men kan ook denken aan een N × P-interactie. Zo vond FERRARI (1952) bij weinig fosfaat een lagere grenswaarde voor K-HCl, waarbij de bemesting kon worden weggelaten. De bemesting bij hogere kaligehalten gaf op de veldjes zonder fosfaat een daling van de opbrengst. De grenswaarde kan hier naar rechts zijn verschoven door de fosfaatrijkdom van de proefvelden (P-getal 4-11, P-AL 70–214). Ook wordt wel als argument aangevoerd, dat een sneller groeiend en eerder geoogst gewas een grotere behoefte heeft aan gemakkelijk beschikbare voedingsstoffen (VAN DER BOON, 1960). Ook het weer kan verschillen in kalireactie teweegbrengen (VAN DER PAAUW, 1957). In droge jaren is de kalibehoefte groter. Proeven die zich over zeven jaar uitstrekken, geven een beter gemiddelde dan proefnemingen in één jaar.

De relatieve opbrengsten werden ook uitgezet tegen het voor kleibouwland inge-

voerde kaligetal (fig. 18) (VAN DER PAAUW, 1958; VAN LUIT, 1960). Dit kaligetal is een herleid K-HCl, waarin de invloed van het slibgehalte en het kalkgehalte van de grond op de kalireactie van de aardappel is geëlimineerd (VISSER, 1942; VAN DER PAAUW en RIS, 1955 en FERRARI, 1952). Het K-getal kan als maat dienen voor het kalibemestingsadvies, zonder dat verder rekening behoeft te worden gehouden met de zwaarte en de pH van de grond. Het hier aanwezige proefmateriaal kon vanwege het geringe aantal proefvelden geen uitsluitsel geven of K-HCl of K-getal voor het bemestingsadvies van vroege aardappelen beter is. Daarvoor is een serie proefvelden nodig met een grote en gelijkmatige spreiding in de van belang zijnde factoren (VAN DER PAAUW, 1952). In fig. 18 gaven de K-getallen een regelmatiger verdeling van de gegevens over het beschouwde traject dan K-HCl in fig. 17. Daardoor zijn de getrokken curven meer betrouwbaar. De curve voor de opbrengstderving zonder bemesting vertoonde voor stijgend K-getal een geleidelijke stijging en een geringere knik (verzadigingskromme). Hetzelfde komt naar voren in het artikel van VAN LUIT (1960). Overigens verschillen de krommen niet veel van die voor K-HCl. Verse bemesting blijft noodzakelijk, ook bij K-getallen van 70-80. Door 520 kg K_2O/ha wordt nog slechts een geringe stijging van de opbrengst verkregen als het K-getal groter dan 25 is.

Er werd geen verband gevonden tussen de absolute opbrengst per proefveld en per proefjaar met K-HCl op de onbemeste veldjes. Andere bodemfactoren bepalen blijkbaar de produktieverschillen tussen de proefvelden sterker dan het niveau van K-HCl. Naarmate het kaligehalte in de loop der jaren daalde, werd het verschil in opbrengst tussen bemest en onbemest groter, maar het niveau van de opbrengsten van de onbemeste veldjes vertoonde geen duidelijke dalende lijn met afnemend kaligehalte.

Bij de bepaling van de opbrengst werden de aardappelen gesorteerd. Zoals blijkt uit de verslagen per proefveld liep de stijging in hoeveelheid grof en groot meestal parallel met de totale hoeveelheid geoogste aardappelen. Daarom wordt in het volgende alleen de sortering grof en groot in procenten van de totale opbrengst behandeld.

TABEL 17 Percentage grof en groot, uitgedrukt in de hoogste waarde, gemiddeld over de proefvelden

proefjaar	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	
aantal proeven	4	1	3	2	3	3	2	aantal opbrengstdalingen door overmaat kali
kg K_2O/ha								
0	89,0	98,0	93,0	84,8	92,7	72,8	93,0	
200	87,3	95,0	95,2*	93,4	94,9	90,1	98,0	1 ×
280	94,7	99,9	95,8*	87,2	96,2	91,2	96,3	1 ×
360	90,3	96,2	96,0*	90,6	98,0*	94,6	98,9	2 ×
440	95,2	100,0	99,5*	96,6*	95,6*	94,5*	99,5*	5 ×
520	96,5*	93,5*	95,8***	99,0*	98,5*	95,1**	97,9**	11 ×
600	98,2*	98,9*	95,7***	90,6**	96,8**	97,6**	97,0**	13 ×

Aantal sterretjes = aantal dalingen door overmaat kali

TABLE 17 *Percentage of large tubers, expressed in the highest value, averaged from the experimental fields for each year*

De percentages grof en groot, per proefveld uitgedrukt in procenten van het hoogste percentage, waren gemiddeld over de proefvelden als volgt door de kalibemesting beïnvloed (tabel 17).

Het percentage grof en groot op de nul-veldjes vertoonde gemiddeld geen duidelijke daling in de loop der jaren. Alleen de proefvelden te Broek op Langedijk en Berkhout gaven dit beeld te zien (tabel 18).

TABEL 18 Percentage grof en groot (in % van de hoogste waarde) van de onbemeste veldjes in de loop der jaren

	Broek op Langedijk	Berkhout
1950	99,2	—
1951	98,0	—
1952	84,4	100,0
1954	86,6	—
1955	59,2	87,5

TABLE 18 *Percentage of large tubers (expressed in % of the highest value) on the not fertilized plots during the experimental years*

Op het proefveld te Berkhout gaf het onbemeste veldje in het eerste jaar het hoogste percentage grof en groot. In 2 van de 18 gevallen (proefvelden × proefjaren) was een bemesting van 360 kg K_2O/ha te veel; in 5 van de 18 was een van 440 kg, in 11 van de 18 een van 520 kg K_2O en in 13 van de 18 gevallen een van 600 kg K_2O/ha te veel. Gemiddeld gaf 440 kg K_2O de grootste sortering grof en groot binnen de geoogste partij. Wat het gemiddelde hoogste percentage betreft, stond de gift van 440 kg/ha driemaal in de zeven proefjaren aan de top, 520 kg en 600 kg K_2O/ha elk tweemaal. Fig. 19 geeft aan, dat de optimale gift na vijf proefjaren circa 440 kg K_2O/ha bedroeg. Voor alle proefjaren bleef onbemest achter.

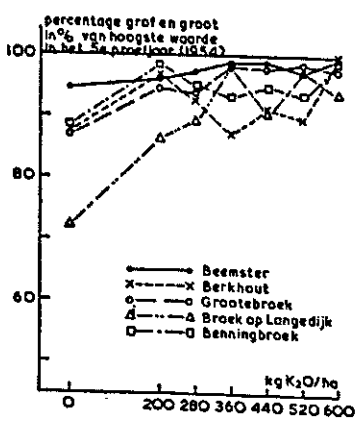


FIG. 19 Percentage grof en groot, berekend op de hoogste waarde, tegen kalitrappen

FIG. 19 *Percentage of large potatoes computed on the highest value in relation to potash ratings*

De bemesting met 200 kg K_2O/ha gaf op de proefvelden Berkhout en Benningbroek de hoogste waarde.

In het eerste proefjaar was het percentage grof en groot op de onbemeste veldjes afhankelijk van de kalivoorraad van de grond (tabel 19).

TABEL 19 Verband tussen percentage grof en groot en K-HCl van de grond in het eerste jaar

	K-HCl bij de aanvang van de proef in 1950				
	21	28	33	46	75
grof en groot op onbemeste velden in % van hoogste waarde per proefveld	84,6	83,2	89,1	99,2	100,0

TABLE 19 *Relation between percentage of large tubers and K-HCl of the soil in the first year*

De bemestingstrappen gaven in het eerste jaar een duidelijker verhoging van het percentage grof en groot, naarmate het kaliniveau bij het begin lager was.

Het percentage grof en groot per behandeling, uitgedrukt in procenten van dat bij de hoogste gift, werd grafisch uitgezet tegen K-HCl in het voorafgaande najaar (fig. 20). K-HCl daalde elk jaar als de bemesting werd weggelaten, en steeg als de bemestingen met kali hoog waren. In dit kaligehalte was dus het aandeel van een pas gegeven kalibemesting wisselend.

De curven zijn bij hoog K-HCl vrij onzeker door het geringe aantal gegevens. Op de onbemeste veldjes daalde het % grof en groot aanzienlijk, naarmate het K-HCl lager was dan 30. Daarboven steeg het geleidelijk, maar bereikte bij K-HCl 80 nog niet 100%. Als kali was gegeven, bleef het percentage grof en groot alleen duidelijk achter bij lagere kaligehalten van de grond dan 35. Daarboven bedroeg de verminde-

FIG. 20 Percentage grof en groot, berekend op de hoogste gift, tegen K-HCl

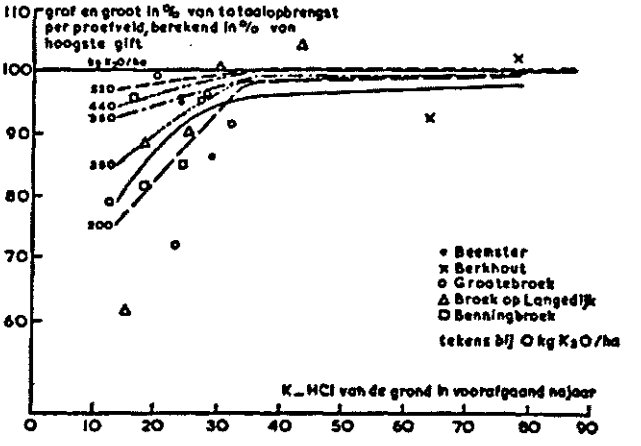


FIG. 20 *Percentage of large potatoes computed on the highest rating in relation to K_2O-HCl*

ring slechts enkele procenten. Door een gift van 600 kg K_2O trad een daling in het % grof en groot op t.o.v. 520 kg K_2O, als het kaliniveau van de grond hoger was dan 35.

Voor het kaligetal werden soortgelijke curven gevonden, die evenwel een vloeiender verloop hadden (fig. 21). Onbemest leverde een hoger % grof en groot naarmate de

FIG. 21 Percentage grof en groot, berekend op de hoogste gift, tegen K-getal

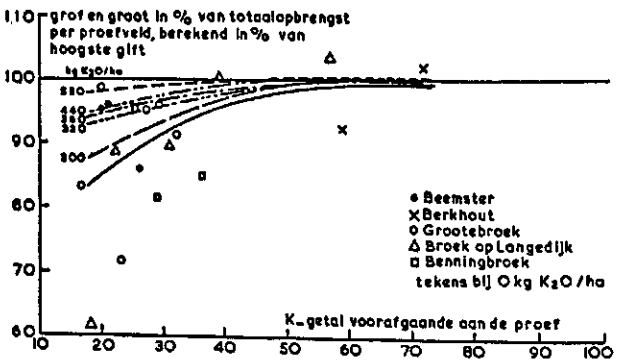


FIG. 21 *Percentage of large potatoes computed on the highest rating in relation to modified K_2O-HCl*

grond meer kali bevatte. Bij een kaligetal 55 bleef onbemest praktisch niet achter. Bij een gift van 200 kg was het % grof en groot bij een K-getal van de grond lager dan 55, kleiner. Dit achterblijven van een goede sortering was echter duidelijk minder

FIG. 22 Percentage grof en groot tegen kaligehalte van de grond

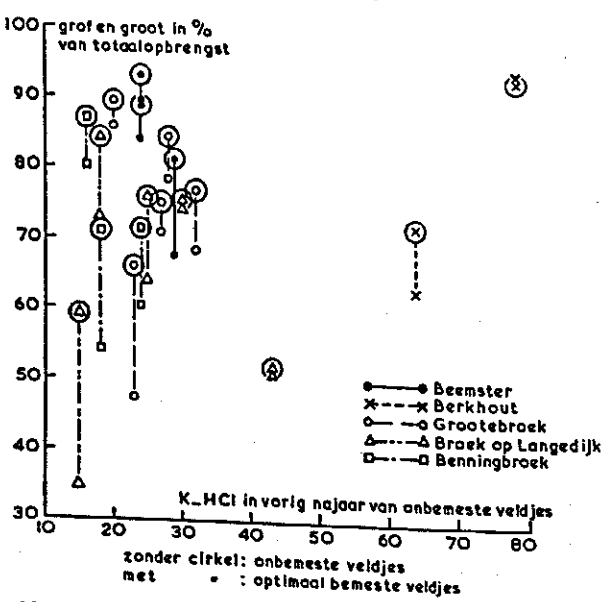


FIG. 22 *Percentage of large potatoes in relation to potash level of the soil*

dan bij onbemest. Naarmate meer kali was gegeven, was de sortering ook bij lagere kaligehalten van de grond beter. Bij een gift van 440 kg was er geen verschil in sortering, als het K-getal hoger was dan 50. Een gift van 520 kg gaf een betere sortering dan 600 kg indien het K-getal hoger dan 40 was.

In tegenstelling met de absolute opbrengst, vertoonden de percentages grof en groot (18 gevallen: proefvelden × proefjaren) wel een verband met het kaligehalte van de grond (fig. 22). Tot K-HCl 25 stegen de percentages op de onbemeste veldjes en ook, hoewel minder sterk, de percentages bij de optimale behandelingen. De kwaliteit van de sortering liet dus bij lage kaligehalten te wensen over.

5 STANDCIJFERS

In de vorige paragraaf werd de invloed van de kalibemesting op de stand en de opbrengst bestudeerd. Daarbij werd de indruk verkregen, dat de stand van het gewas en de opbrengst niet geheel parallel liepen. Er zal hierop nader worden ingegaan.

Kleur en stand van het bovengrondse gewas werden twee tot driemaal per seizoen beoordeeld. De nul-veldjes vertoonden meestal een donkerder groene kleur, in ernstige gevallen van kaligebrek een blauw-groene kleur. Slechts in twee proefjaren (Berkhout 1952, Broek op Langedijk 1950) werden geen kleurverschillen waargenomen. Ook de bemestingstrappen met 200 en 280 kg K_2O/ha onderscheidden zich vaak van de hogere door de groenere kleur van het blad (Beemster 1954, Grootebroek 1952, 1953, 1954, 1955, Broek op Langedijk en Benningbroek 1953).

FIG. 23 Standcijfers en relatieve opbrengst tegen kalitrappen (proefveld Broek op Langedijk 1954)

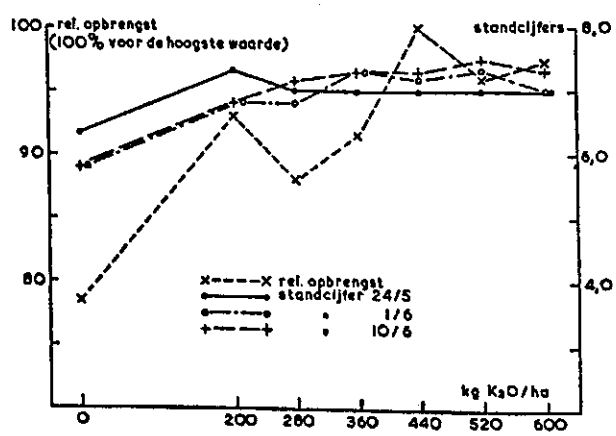


FIG. 23 *Vigour markings and relative yields in relation to potash ratings. Experimental field Broek op Langedijk 1954*

Op de laag bemeste veldjes kwam niet alleen een kleurafwijking voor, maar soms was de ontwikkeling van het gewas slechter. Naar gelang de stand in het seizoen later werd beoordeeld, tekende het achterblijven van het gewas op de nul-veldjes zich duidelijker af. Zo vertoonde het gewas te Broek op Langedijk op 24 mei 1954 alleen op het nulveldje een geringere ontwikkeling. Op 1 en 10 juni werd de stand ook bij de giften 200 en 280 kg K_2O/ha lager gewaardeerd (fig. 23). De schatting op 24 mei was het slechtst gecorreleerd met de relatieve opbrengsten in afhankelijkheid van de bemesting. De schattingen van 1 en 10 juni toonden een betere samenhang. Het verband tussen de schattingscijfers van de stand en de opbrengst was niet altijd even fraai (fig. 24).

Een gedeeltelijke verklaring kan gelegen zijn in het feit, dat de ontwikkeling van de bovengrondse delen van het gewas niet een eenvoudige wetmatigheid met die van de ondergrondse vertoont.

FIG. 24 Standcijfers en relatieve opbrengst tegen kalitrappen (proefveld Broek op Langedijk 1955)

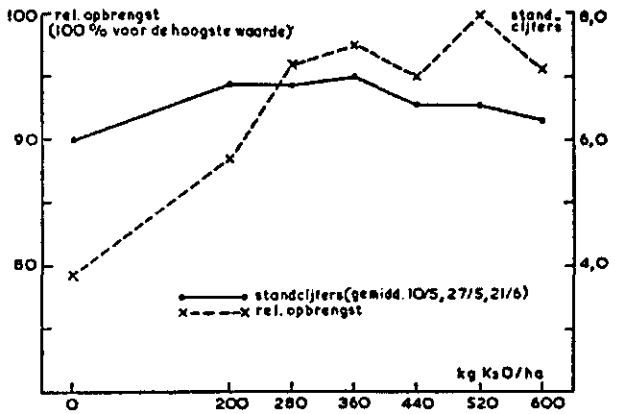


FIG. 24 *Vigour markings and relative yields in relation to potash ratings. Experimental field Broek op Langedijk 1955*

In de veldverslagen kwamen geen opmerkingen voor over verschijnselen van schade in het blad op de zwaarst bemeste veldjes, veroorzaakt door het chloor uit het kalizout. PRUMMEL (1956) constateerde schade op proefvelden, vooral op zand- en dalgronden. De hoogste gift was 300 kg K_2O per ha. De verschijnselen traden op bij bemesting in het voorjaar.

6 KWALITEIT VAN DE AARDAPPEL

In verschillende proefjaren werd het onderwatergewicht van de aardappelen bepaald. Dit is het gewicht van een monster van 5 kg aardappelen onder water gewogen. De aardappelen worden eerst gewassen, waarbij rotte en zieke exemplaren worden verwijderd. Het onderwatergewicht is een maat voor het gehalte aan droge stof en zetmeel. Fabrieksaardappelen worden betaald aan de hand van het onderwatergewicht.

De gevonden onderwatergewichten kunnen globaal worden omgerekend (zie handleiding veldproeven) in % droge stof volgens de formule:

$$\% \text{ droge stof} = 0{,}47 \times \text{onderwatergewicht} + 3{,}1.$$

Per behandeling werd de produktie van droge stof berekend door het % droge stof te vermenigvuldigen met de gecorrigeerde opbrengst.

Het onderwatergewicht nam in deze proeven af, naarmate meer kali was gegeven (wiskundig betrouwbaar) (tabel 20). Slechts eenmaal was dit niet het geval (Berkhout 1952). Het nul-object had meestal een duidelijk hoger onderwatergewicht. De verschillen tussen de overige objecten waren meestal niet groot. Alleen in 1952 en 1954 op het proefveld te Grootebroek zette de daling van het onderwatergewicht zich met toenemende kalibemesting duidelijk voort.

De hoeveelheid droge stof per plant bleef op de nul-objecten over het algemeen

TABEL 20 Invloed van de kalibemesting op het onderwatergewicht van de knollen

		kg K_2O per ha							statistische toetsing		
									behandelingen	betrouwbaar verschil	
		0	200	280	360	440	520	600		P = 0,05	P = 0,01
		in grammen (gecorr. gemid.)									
Beemster	1954	367	330	325	335	320	322	318	+++	2	3
Berkhout	1952	351	343	346	350	346	344	350	0	15	22
Grootebroek	1952	354	331	341	325	320	322	309	(+)	25	38
	1953	344	316	297	317	300	282	293	++	20	30
	1954	386	362	360	348	336	339	333	+++	13	20
Broek op Langedijk											
	1952	337	302	303	307	313	297	304	+	21	32
	1954	348	341	331	324	325	314	328	+++	5	7
Benningbroek	1953	390	337	332	335	337	327	330	++	22	33

TABLE 20 *Influence of potash-dressing on the "under-water-weight" of the tubers*

achter (tabel 21). Met toenemende kalibemesting steeg de produktie van droge stof als gevolg van de sterk vergrote opbrengsten en ondanks het dalende gehalte aan droge stof. De optimale kaligift voor de maximale produktie van droge stof lag tussen 0 en 600 kg K_2O/ha, bij 0 kg te Berkhout en Benningbroek, bij 430 kg te Grootebroek, bij 470 kg te Broek op Langedijk en bij 600 kg te Beemster.

TABEL 21 Invloed van de kalibemesting op de hoeveelheid droge stof in aardappelknollen (g per plant)

		kg K_2O per ha						
		0	200	280	360	440	520	600
Beemster	1954	148	153	150	170	149	152	166
Berkhout	1952	233	226	231	239	236	224	233
Grootebroek	1952	124	143	146	137	142	146	145
	1953	137	136	142	160	149	144	151
	1954	169	183	192	194	178	178	186
Broek op Langedijk	1952	56	48	57	60	56	58	55
	1954	64	75	69	70	77	72	76
Benningbroek	1953	185	185	181	186	187	184	181

TABLE 21 *Influence of potash-dressing on the quantity of dry matter in the tubers (g per plant)*

Het zetmeelgehalte vertoont een nauwe samenhang met het gehalte aan droge stof. De bovenstaande beschouwing zal dus in gelijke mate gelden voor de zetmeelopbrengst.

Samenvattend kan men zeggen dat met toenemende kalibemesting de aardappelknol

FIG. 25 Verband onderwatergewicht met bodemkali en bemesting

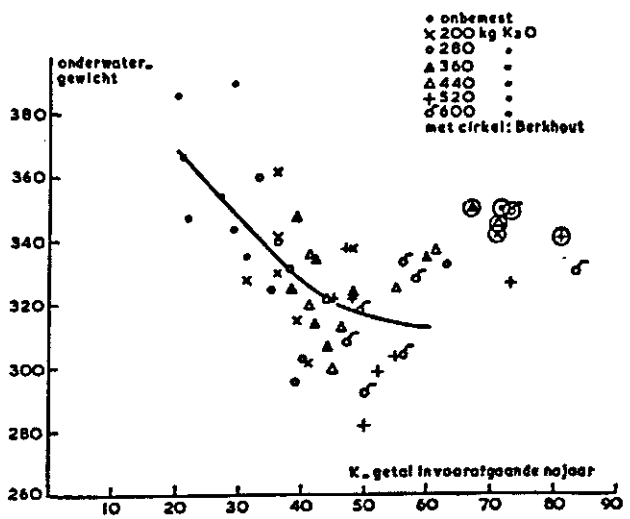


FIG. 25 *Relation between "under water weight" of the tuber and soil potash and fertilization*

een lager gehalte aan droge stof en zetmeel bevatte. De totale produktie aan droge stof en zetmeel per oppervlakte toonde een minder duidelijk verband met de kalibemesting. Op de veldjes zonder kali bleef de produktie achter door de lagere opbrengst en op de zwaarst bemeste velden in vier van de acht gevallen duidelijk door de lage gehalten in de knol.

Bij het uitzetten van de onderwatergewichten tegen het K-getal van de grond in het voorafgaande najaar bleek het onderwatergewicht lager te zijn naarmate de grond meer kali bevatte (en de kalibemesting hoger was) (fig. 25). Bij dezelfde bemesting gaven de punten toch nog de negatieve invloed van de kalirijkdom van de grond weer. De gegevens van het proefveld te Berkhout (51% afslibbaar, 17% humus, K-getal 67–81) vormden hierop een uitzondering. VAN DER PAAUW en RIS (1955) vonden eveneens een lager onderwatergewicht bij hoger kaligehalte van de grond en zwaardere bemesting. De invloed van de kalitoestand van de grond was daarbij groter dan van de bemesting. Het heelblijven bij koken nam toe, bloemigheid en droogmeligheid namen af bij hogere kalitoestand. Een lichte bemesting deed echter bloemigheid en droogmeligheid iets toenemen.

7 GELIJKE KALIGIFT BIJ VERSCHILLENDE KALINIVEAUS

De jaarlijkse kalibemestingstrappen brachten steeds grotere verschillen tussen de kaliniveaus van de veldjes teweeg. Waar de kalibemesting werd weggelaten, daalde K-HCl. Bij hoge kaligiften steeg K-HCl. Het gewas onderging in de latere proefjaren niet alleen de invloed van de in het beschouwde jaar gegeven verse kali, maar ook die van de in de grond ontstane verschillen in kaliniveau. Dit is geen bezwaar als men bedenkt dat in de praktijk de tuinder elk jaar het niveau van zijn kalibemesting ongeveer gelijk houdt. Na grondonderzoek en bemestingsadvies wordt enige jaren een bepaalde hoeveelheid gegeven. De resultaten van de in de vorige paragrafen behandelde proeven geven uitsluitsel, wat in de praktijk als gemiddelde reactie op de kalibemesting is te verwachten.

Ter afsluiting van de proeven is de betekenis van het kaligehalte van de grond voor de voeding van vroege aardappelen op een andere wijze bestudeerd. Daartoe werden de veldjes in tweeën (A en B) gedeeld.

A. Hierop werd geen kali gegeven. De aardappel was uitsluitend aangewezen op de kalivoorraad van de grond (en de reservevoorraad in de knol).

B. Deze halve veldjes ontvingen dezelfde kaligift naar 440 kg K_2O/ha in de vorm van kalizout 40%. Deze zware gift was aan de hand van de verkregen resultaten optimaal te achten. Onderzocht werd in hoeverre de bodemvoorraad aan kali bij deze gift nog van belang was.

Door de vergelijking van de opbrengsten bij bemest en onbemest werd een idee verkregen, of verse bemesting met kali nog een extra gunstige invloed had op de opbrengst ten opzichte van de kali uit de bodemvoorraad.

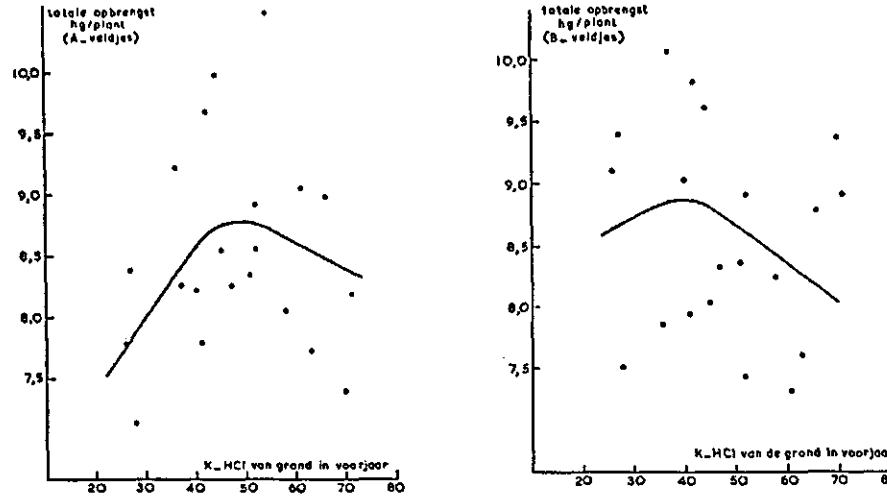
7.1 Resultaten van de afzonderlijke proefvelden

Beemster (tabel 22, zie bijlage; fig. 26, 27)

De standcijfers vertoonden een verband met de kaliniveaus van de grond. Op het in 1959 niet bemeste gedeelte waren de standcijfers het hoogst bij de twee hoogste K-niveaus (K-HCl 58 en 69), op het bemeste gedeelte was er geen stijging meer bij K-HCl van 48 af. Bij K-HCl 53 en hoger was er geen verschil meer tussen onbemest en bemest, hetgeen af te lezen is uit het rechter gedeelte van de tabel (A in % van B).

De opbrengsten werden niet duidelijk beïnvloed door de kaliniveaus van de grond (wiskundig onbetrouwbaar). Gemiddeld was er geen verschil tussen wel en niet bemest, noch een duidelijke wisselwerking tussen al of niet bemest en kaliniveau. Als de opbrengsten grafisch worden uitgezet tegen het kaligehalte van de grond, blijken

de opbrengsten op het onbemeste gedeelte lager te zijn als de grond minder kali bevat dan 48. Bij bemesting met 440 kg kali per ha was er nog een gunstige invloed van de bodemkali op de opbrengst tot K-HCl 40 (fig. 26). Bij hoger kaliniveau trad al



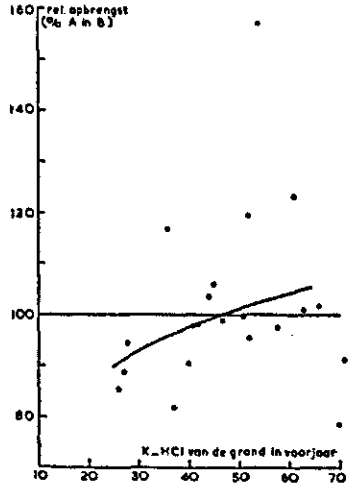


FIG. 26 Opbrengsten op onbemeste (A) en bemeste (B) veldjes en de relatieve opbrengst (C) tegen het kaligehalte van de grond (proefveld Beemster 1959)

FIG. 26 *Yields from non-fertilized and fertilized plots, and relative yields in relation to potash level of the soil*

spoedig weer een opbrengstdaling in, die sterker was, als tevens met kali werd bemest. Boven een kaligehalte in de grond van 47 waren de onbemeste veldjes beter. De brede stippenzwerm geeft echter aan, dat de getekende krommen en dus bovenstaande conclusies weinig betrouwbaar zijn, hetgeen reeds uit de statistische analyse bleek.

De hoeveelheid grof en groot was op de onbemeste veldjes het hoogst bij K-HCl

45–55. Indien met 440 kg K_2O/ha was bemest, was K-HCl 25–35 optimaal. Hogere kaligehalten van de grond brachten vooral bij bemesting een daling in de hoeveelheid grof en groot teweeg. Beneden K-HCl 45 was bemesting met 440 kg K_2O/ha gunstiger, daarboven weglating van de kalibemesting (fig. 27). Geen van de effecten: K-niveau, wel of geen bemesting en de interactie van deze was wiskundig betrouwbaar.

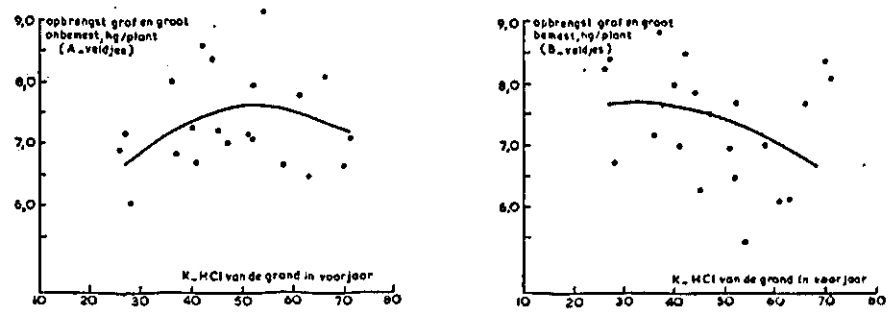


FIG. 27 Opbrengsten aan grof en groot op onbemeste (A) en bemeste (B) veldjes en de relatieve opbrengst (C) tegen het kaligehalte van de grond (proefveld Beemster 1959)

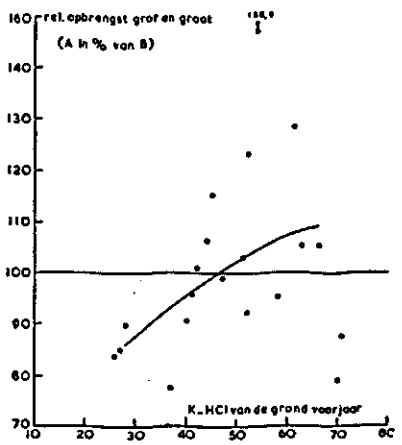


FIG. 27 *Yields of large potatoes from non-fertilized and fertilized plots, and relative yields in relation to potash level of the soil (experimental field Beemster 1959)*

De kali uit de grond beïnvloedde het percentage grof en groot niet in belangrijke mate als met kali was bemest, en verminderde dit als wel was bemest. Tot K-HCl 40 was de sortering bij onbemest ongunstiger, daarboven iets gunstiger. De effecten waren onbetrouwbaar.

De hoeveelheid driel. en kriel was groter op de onbemeste veldjes met lage kaliniveaus dan op de bemeste. De middelste kaliniveaus brachten de grootste hoeveelheid driel. en kriel op (wiskundig betrouwbaar).

Conclusie. Gesteld kan worden, dat het effect van kali in de vorm van bemesting en bodemvoorraad op de vroege aardappel in 1959 te Beemster niet sprekend was. De indruk was dat bij de lage kaliniveaus (beneden K-HCl 45) de totale opbrengst en de opbrengst aan grof en groot achterbleven, indien niet was bemest. Bij hoge

kaliniveaus, hoger dan K-HCl 50, was er een opbrengstdaling door overmaat kali die versterkt werd door een verse bemesting met 440 kg K_2O/ha.

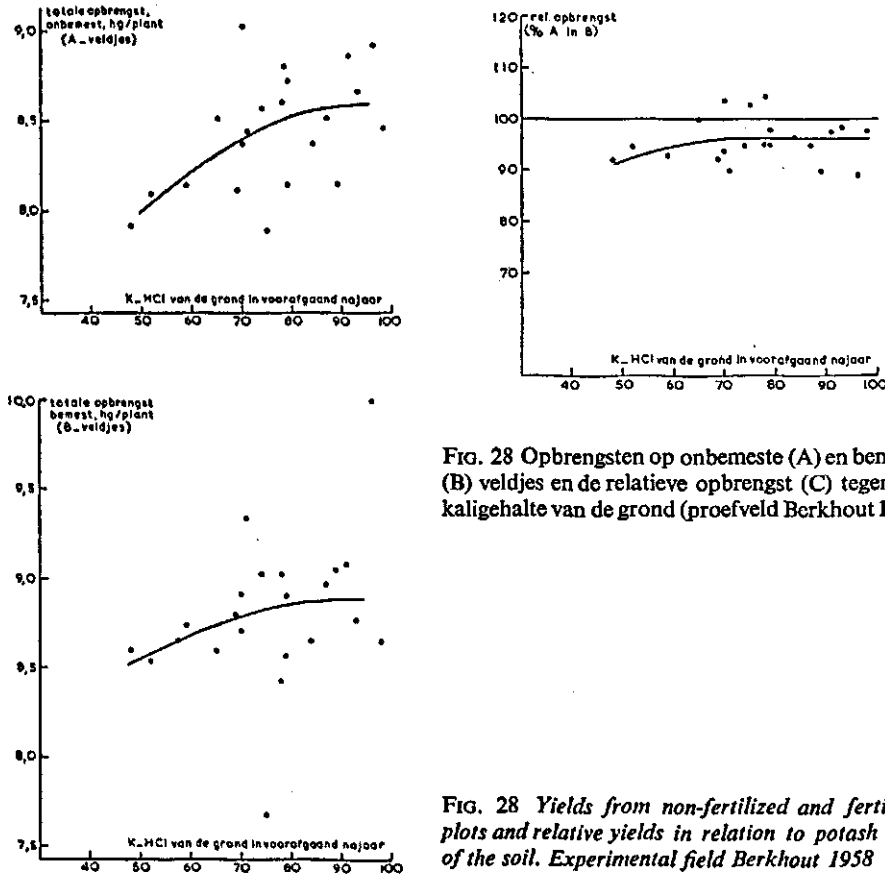


FIG. 28 Opbrengsten op onbemeste (A) en bemeste (B) veldjes en de relatieve opbrengst (C) tegen het kaligehalte van de grond (proefveld Berkhout 1958)

FIG. 28 *Yields from non-fertilized and fertilized plots and relative yields in relation to potash level of the soil. Experimental field Berkhout 1958*

Berkhout (tabel 23, zie bijlage; fig. 28)

Het standcijfer op de nul-veldjes die in de eindproef niet waren bemest, was lager. De overige standcijfers gaven geen verband te zien met de verschillende kaliniveaus. Ze waren op de onbemeste veldjes soms lager, soms hoger dan op de bemeste. De opbrengsten daarentegen waren op de met 440 kg K_2O/ha bemeste veldjes gemiddeld duidelijk hoger (wiskundig zeer betrouwbaar).

De veldjes met de laagste kaliniveaus gaven een geringere opbrengst (wiskundig betrouwbaar). De vorm van de curven voor het verband tussen opbrengst en kaliniveau werd niet beïnvloed door de verse bemesting (onbetrouwbare interactie). De vers bemeste veldjes gaven ook bij hoog kaligehalte van de grond nog hogere opbrengsten. Bij K-HCl hoger dan 85 was er geen invloed meer van de bodemkali op de opbrengst (fig. 28).

De opbrengst aan grof en groot vertoonde geen statistisch betrouwbaar verband met de kaliniveaus in de grond. De vers bemeste veldjes brachten ca. 10% meer op (P kleiner dan 0,001). Deze werking van de verse gift was onafhankelijk van het kaliniveau van de grond (interactie wiskundig onbetrouwbaar).

De hoeveelheid grof en groot, uitgedrukt in procenten van de totale oogst, was groter na verse bemesting (wiskundig zeer betrouwbaar). Op de onbemeste veldjes was het percentage grof en groot het hoogst op het nul-veldje. Het verschil met de overige kaliniveaus was echter niet betrouwbaar. Naarmate het kaliniveau hoger was, nam grof en groot naar verhouding sterker af bij onbemest dan bij bemest.

De hoeveelheid driel. en kriel van de onbemeste veldjes steeg naarmate de bodem meer kali bevattte. Op de vers bemeste veldjes was dit, hoewel minder duidelijk, ook het geval (wiskundig bijna betrouwbaar). Van de vers bemeste veldjes kwamen minder kleine aardappelen af (wiskundig betrouwbaar). Er was geen wisselwerking tussen bemesting en bodemvoorraad aan kali.

Conclusie. De verse bemesting gaf een hogere totale opbrengst en een hogere opbrengst aan grof en groot, onafhankelijk van de kalivoorraad van de grond. Dit kwam niet in de standcijfers tot uiting. De opbrengst steeg tot een kaliniveau van 85. Ook de hoeveelheid driel. nam toe met de kalivoorraad in de grond. Na verse bemesting was de hoeveelheid kleine aardappelen geringer.

Grootebroek (tabel 24, zie bijlage; tabel 25; fig. 29)
De stand van het gewas was op de onbemeste nul-veldjes het slechtst, die op de bemeste nul-veldjes was duidelijk beter, maar nog niet optimaal. Een gift van 440 kg K_2O/ha bij K-HCl 22 was dus nog niet voldoende om het gewas van voldoende kali te voorzien. De stand was goed als K-HCl hoger was dan 50. De verse bemesting gaf geen verbetering in stand te zien, behalve op het nulveldje. Dit was echter wel het geval voor de opbrengst (wiskundig betrouwbaar). De oogst lag gemiddeld 4% hoger door de verse bemesting.

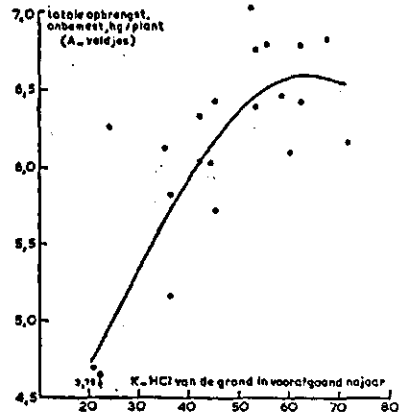
Volgens de grafische bewerking nam de gunstige invloed af naarmate de grond meer kali bevatte (fig. 29). De verhouding van de opbrengst tussen onbemest en bemest in afhankelijkheid van het kaliniveau is in tabel 25 opgenomen.

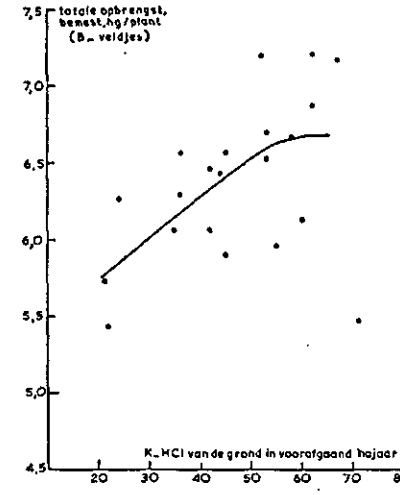
TABEL 25 Verhouding tussen opbrengst van niet en wel bemeste veldjes in afhankelijkheid van het kaligehalte van de grond

K-HCl	Relatieve opbrengst onbemest/bemest
20	81,5%
30	88,-%
40	94,5%
50	99,-%

TABLE 25 *Relative yield of not fertilized to fertilized in relation to K_2O-HCl of the soil*

Deze wisselwerking tussen bemesting en bodemvoorraad aan kali was volgens de numerieke berekening echter niet wiskundig betrouwbaar. De hoogste opbrengst bij bemest zowel als bij onbemest werd verkregen bij K-HCl 60. Het effect van de kaliniveaus van de grond op de opbrengst was wiskundig zeer betrouwbaar voor de lineaire en bijna betrouwbaar voor de kwadratische component.





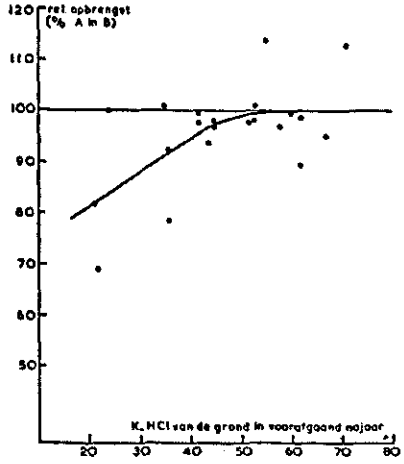


FIG. 29 Proefveld Grootebroek 1957 (zie fig. 28)

FIG. 29 *Experimental field Grootebroek 1957 (see fig. 28)*

De hoeveelheid grof en groot nam toe met K-HCl (lineaire component wiskundig betrouwbaar). De hoogste opbrengst werd verkregen bij K-HCl 55. De verse bemesting bracht gemiddeld over de kaliniveaus 8% meer op (wiskundig betrouwbaar). Naarmate het kaliniveau lager was, was het verschil tussen onbemest en bemest groter. Onbemest bracht 76% op van bemest op de nul-veldjes met K-HCl 22. Deze interactie was echter niet wiskundig betrouwbaar.

De sortering grof en groot uitgedrukt in procenten van de totale opbrengst, was op de onbemeste veldjes gemiddeld lager (wiskundig zeer betrouwbaar). Er was een wiskundig betrouwbare wisselwerking tussen bemesting en bodemvoorraad. Het percentage grof en groot steeg op de onbemeste veldjes met toenemend kaliniveau van de grond, maar niet op de bemeste. Als niet werd bemest, werd de hoogste sortering grote aardappelen verkregen bij K-HCl 55. Als wel werd bemest met 440 kg K_2O/ha, veranderde het percentage grof en groot niet bij K-HCl tussen 22 en 64.

De hoeveelheid driel. en kriel bleef achter op de nul-veldjes en nam iets toe bij hogere K-HCl. De onbemeste veldjes leverden meer driel. en kriel dan de bemeste.

Conclusie. De verse bemesting gaf een hogere opbrengst, meer grote aardappelen en een hoger percentage aan grof en groot. De opbrengst nam toe met het kaligehalte van de grond. Een K-HCl van 55 was optimaal. Dit optimale gehalte werd niet gewijzigd door de bemesting. Naarmate het kaligehalte van de grond lager was, bleven de niet bemeste veldjes verder achter. Voor het percentage grof en groot was de wisselwerking tussen bodemvoorraad en bemesting met kali wiskundig betrouwbaar.

Broek op Langedijk (tabel 26, zie bijlage; fig. 30)
De standcijfers gaven een zwak positief verband te zien met de kaliniveaus in de grond op de onbemeste veldjes en geen verband op de bemeste.

De hoogste opbrengst werd verkregen op de nul-veldjes met K-HCl 23 (fig. 30). Hogere kaliniveaus gaven een lagere opbrengst (wiskundig betrouwbare lineaire component). Merkwaardig was dat de verse bemesting gemiddeld nog 8% meer opbracht ondanks de negatieve reactie op een hoger kaliumgehalte van de grond. Kalizout 40% heeft een neveneffect gegeven, dat niet op kaliwerking berust. Er was een wiskundig bijna betrouwbare interactie tussen bodemvoorraad van kali en kalibemesting. De daling van de opbrengst bij een hoger kaliniveau van de grond was sterker na de verse bemesting met kali. Toch bleef de verse bemesting, ook bij het het hoogste kaligehalte van 40, meer opbrengen.

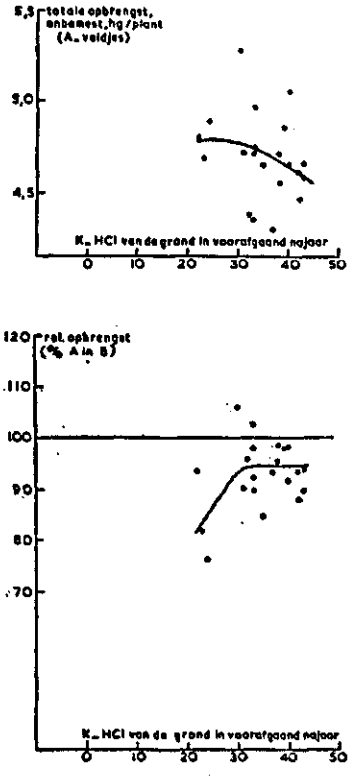
De hoeveelheid grof en groot lag bij de verse bemesting 32% hoger (P kleiner dan 0,001). De grootste hoeveelheid grof en groot werd geoogst op de nul-veldjes (K-HCl 23) na bemesting en bij K-HCl 32 als niet werd bemest. Hogere kaliniveaus gaven een lagere waarde.

Het hoogste percentage grof en groot kwam van de nul-veldjes na bemesting met 440 kg kali. Het verschil tussen wel en niet bemest was wiskundig zeer betrouwbaar. Bij hogere kaliniveaus daalde dit percentage, vooral op de bemeste veldjes. Dit betekent, dat de verhouding tussen onbemest en bemest hoger werd bij een hogere kalitoestand van de grond (A in % van B). Deze interactie was echter niet wiskundig betrouwbaar.

De hoeveelheid driel. en kriel was op de onbemeste veldjes hoger (P kleiner dan 0,01).

Conclusie. In 1958 was de opbrengst aan vroege aardappelen te Broek op Langedijk op de onbemeste percelen het grootst bij K-HCl 32 en op de bemeste bij K-HCl 23.

Hogere kaliniveaus gaven lagere opbrengsten. Deze daling in opbrengst was groter op de bemeste veldjes. De bemeste veldjes brachten meer op ondanks de negatieve reactie op de kalitoestand van de grond. De hoeveelheid en het percentage grof en groot ondergingen dezelfde verschuivingen door kalibemesting en bodemkali. Op de onbemeste veldjes was de hoeveelheid driel. en kriel groter.



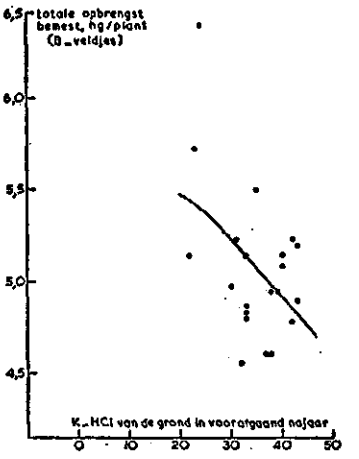


FIG. 30 Proefveld Broek op Langedijk 1958 (zie fig. 28)

FIG. 30 *Experimental field Broek op Langedijk 1958 (see fig. 28)*

Benningbroek (tabel 27, zie bijlage; fig. 31)
De standcijfers varieerden weinig, alleen de stand op het bemeste nul-veldje bleef iets achter.

De opbrengst was bij K-HCl 18 duidelijk lager, die bij 34 weinig lager dan optimaal. Boven K-HCl 45 was er geen stijging in de opbrengst meer (effect kaliniveaus wiskundig zeer betrouwbaar). De bemeste veldjes brachten gemiddeld 5% meer op dan de onbemeste (P kleiner dan 0,001).

Het verschil tussen bemest en onbemest was het grootst op de nul-veldjes met K-HCl 18. De opbrengstvermeerdering bedroeg daar 20%. De interactie tussen bodemvoorraad en bemesting was evenwel niet wiskundig betrouwbaar. Uit de grafiek is geen belangrijke verschuiving in optimaal K-HCl af te lezen (fig. 31).

Bij K-HCl hoger dan 40 bleven de onbemeste aardappelen een constant percentage (2,5%) in opbrengst achter. Een verse kaligift stimuleerde dus de opbrengst, ongeacht de hoogte van het kaliniveau van de grond.

Door de bemesting werd gemiddeld 7% meer geoogst aan grof en groot (wiskundig

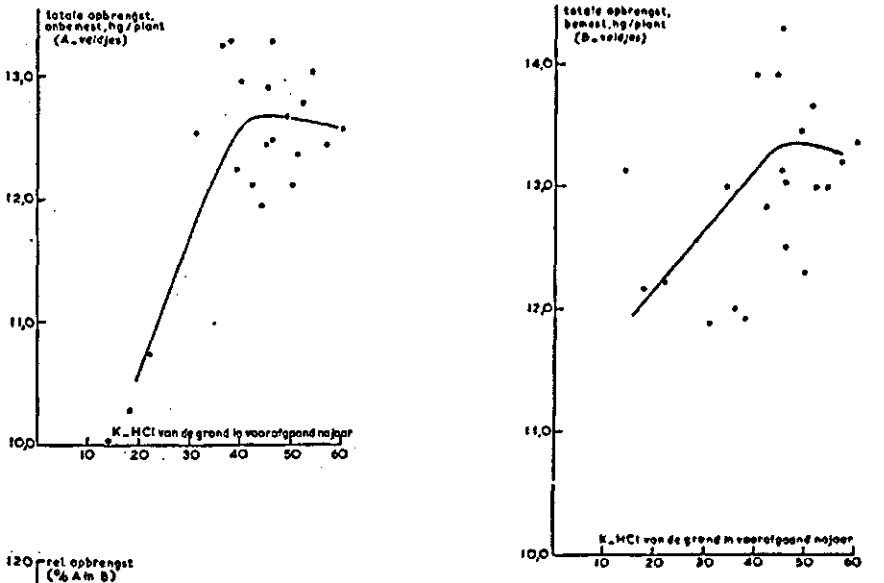


FIG. 31 Proefveld Benningbroek 1958 (zie fig. 28)

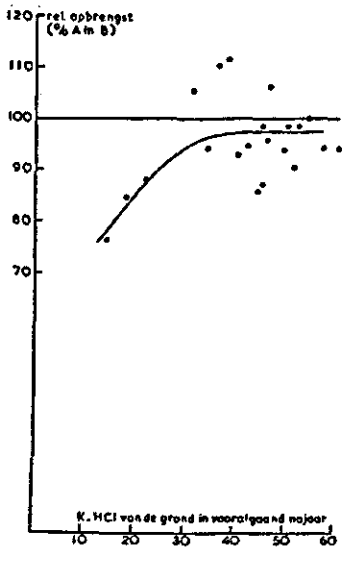


FIG. 31 *Experimental field Benningbroek 1958 (see fig. 28)*

zeer betrouwbaar). Dit verschil was 26% op de nul-veldjes met K-HCl 18. De wisselwerking tussen bemesting en bodemvoorraad was niet wiskundig betrouwbaar. De opbrengst was groter bij hoger kaliniveau van de grond (wiskundig zeer betrouwbaar). Boven K-HCl 40 was de stijging gering.

Het percentage grof en groot nam met het kaliniveau iets toe op de onbemeste veldjes en was het hoogst bij K-HCl 50. Het nam af op de bemeste veldjes waar K-HCl van 20–30 voldoende was. De verhouding onbemest ten opzichte van bemest was lager dan 1 voor K-HCl beneden 46 en daarboven hoger. Geen van de getoetste effecten was wiskundig betrouwbaar.

De hoeveelheid driel. en kriel nam op de onbemeste veldjes toe van K-HCl 18 tot 30 en daarboven weer af door een hoger percentage grof en groot. Op de bemeste veldjes nam de hoeveelheid driel. iets toe met het kaliniveau van de grond. Er was een bijna betrouwbare interactie tussen bemesting en bodemvoorraad. De verhouding van de hoeveelheid kleine aardappelen tussen onbemest en bemest nam af met het kaliniveau van de grond.

Conclusie. De opbrengst op de nul-veldjes met K-HCl 18 bleef aanmerkelijk achter, vooral voor het niet bemeste gedeelte. De opbrengst nam toe met het kaliniveau van de grond tot K-HCl 40–45. Ook dan brachten de bemeste aardappelen nog meer op dan de onbemeste. Een verschuiving van het optimale kaliniveau in afhankelijkheid van de bemesting werd niet gevonden. De hoeveelheid grof en groot reageerde op dezelfde wijze op bemesting en bodemvoorraad.

Het percentage grof en groot nam toe met de kalitoestand van de grond tot K-HCl 50, als niet was bemest, en nam af van K-HCl boven 30, als wel was bemest. De hoeveelheid driel. en kriel van onbemest was geringer ten opzichte van bemest als het kaligehalte van de grond hoger was.

7.2 Resultaten van een bepaalde kaligift op de gezamenlijke proefvelden

De opbrengsten en de percentages grof en groot werden in verband gebracht met K-HCl resp. K-getal van de afzonderlijke objecten in het voorafgaande najaar. De opbrengsten per object werden in procenten uitgedrukt van de behandeling met de hoogste opbrengst en grafisch uitgezet tegen de grondanalysecijfers voor kali.

Deze methode van bewerking heeft het volgende bezwaar. Gesteld dat de kali in de grond en die in de bemesting geen enkele invloed hebben gehad op de opbrengst, dan betekent het object met de hoogste opbrengst een afwijking van het gemiddelde opbrengstniveau door toevallige oorzaken. Zes van de zeven objecten per proefveld brengen minder op dan 100%, tenzij ook andere behandelingen de hoogste opbrengst evenaren en 100% geven. Deze door toevallige afwijkingen verkregen lagere opbrengsten zullen ten onrechte de indruk wekken, dat verse bemesting noodzakelijk is en dat een door toeval bepaald K-HCl optimaal is. Het omzetten van de absolute opbrengsten in relatieve ten opzichte van de hoogste waarde betekent statistisch een selectie van de hoogste waarde uit zeven stochastische, d.w.z. aan toevalsspreiding onderhevige variabelen (order - statistics; Kendall and Stuart, 1958). Berekend is dat

een aannemelijke schatting voor de ligging van de geselecteerde hoogste waarde uit zeven grootheden, die een spreiding volgens een normale verdeling vertonen, 1,37 × σ boven het gemiddelde ligt. De opbrengsten per behandeling zouden niet door de hoogste waarde, maar door de hoogste opbrengst, verminderd met 1,37 maal de standaardafwijking, gedeeld moeten worden. Dit betekent in de grafieken een schaalverandering, waarbij voor de relatieve opbrengst 95,4% de grens was, waarbij reactie op de kalivoorraad van de grond uitbleef. De nieuwe gecorrigeerde schaal is in de grafieken aangegeven.

FIG. 32 Opbrengsten op onbemeste veldjes tegen K-HCl van de grond in voorafgaand jaar

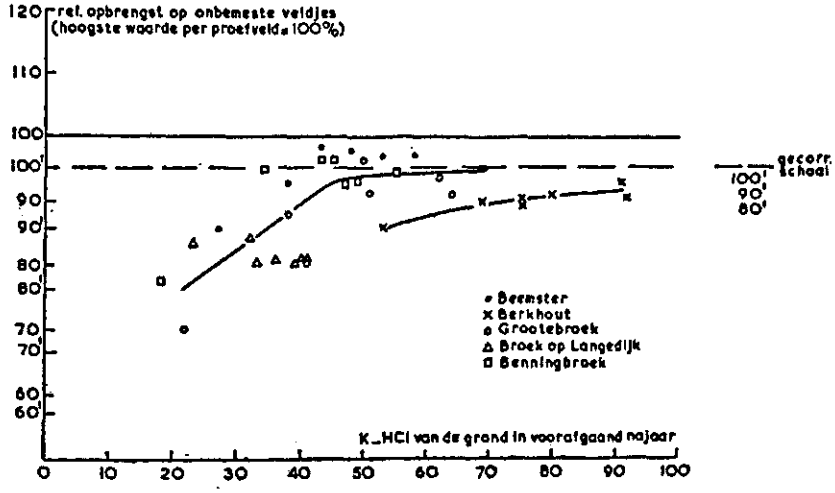


FIG. 32 *Relation between yield from non-fertilized plots and potash level of the soil*

De opbrengst bleef op de onbemeste veldjes aanzienlijk achter, als K-HCl lager was dan 45 (fig. 32). Geen opbrengstderving was aan te tonen bij K-HCl boven 65. De gegevens van het proefveld op zware humusrijke klei te Berkhout vormden hierop een uitzondering. De kromme voor het K-getal vertoonde een meer vloeiend verloop (fig. 33). De opbrengst bleef stijgen met toenemend kaligehalte van de grond tot K-getal 80. De gegevens van het proefveld te Berkhout zijn hierbij opgenomen. Als 440 kg K_2O per ha was gegeven, was er geen opbrengstreactie op K-HCl boven 55 (fig. 34) en op een K-getal boven 60 (fig. 35). Bij lagere kaligehalten van de grond werd de opbrengst op de bemeste veldjes minder gereduceerd dan op de onbemeste.

Indien de opbrengst van de onbemeste veldjes wordt uitgedrukt in procenten van de bemeste, blijken de onbemeste veldjes niet de opbrengst te kunnen bereiken van die van de bemeste, hoe hoog het kaligehalte van de grond ook was. Het blijvende verschil in opbrengst was circa 2,5%. Bij lagere kaligehalten (K-HCl, K-getal kleiner dan 40) waren de onbemeste veldjes veel slechter (fig. 36 en 37). Indien de resultaten van de

eindproef worden vergeleken met die van de vorige proefjaren (fig. 17, 32 en 36), blijkt er een goede overeenstemming te bestaan. De opbrengstdaling is duidelijk bij K-HCl beneden 45. Er is een effect van een verse kaligift (fig. 17 en fig. 36). Indien

FIG. 33 Opbrengsten op onbemeste veldjes tegen K-getal van de grond in voorafgaand jaar

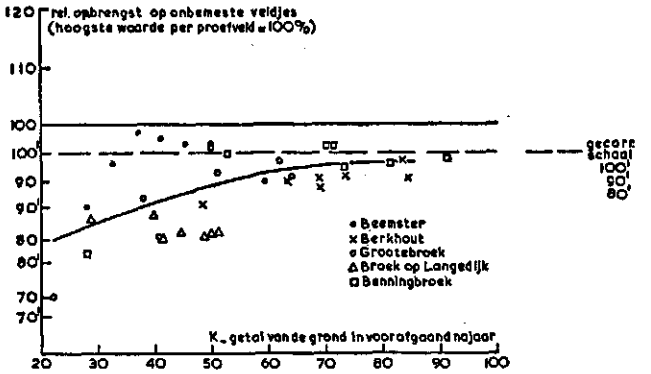


FIG. 33 *Relation between yield from non-fertilized plots and potash level of the soil (modified K_2O-HCl)*

FIG. 34 Opbrengsten op bemeste veldjes tegen K-HCl van de grond in voorafgaand jaar

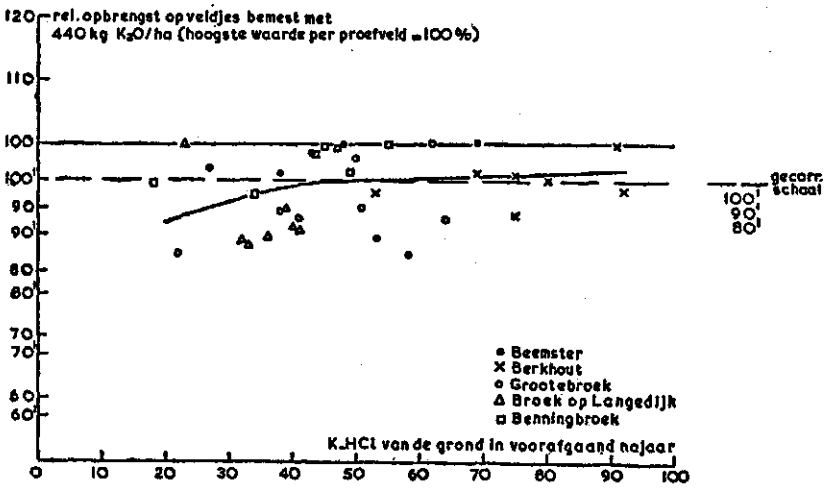


FIG. 34 *Relation between yields from fertilized plots and potash level of the soil*

niet wordt bemest, blijft de opbrengst achter, hoe hoog het kaligehalte van de grond ook is. Indien de bemesting wordt weggelaten, is er geen opbrengstreactie meer bij K-HCl 65 (fig. 32). Dat de gift van 600 kg K_2O/ha gemiddeld een hogere opbrengst geeft dan 440 kg, volgt ook indirect uit de hogere ligging van de curve in fig. 36 t.o.v.

fig. 17. De reactie op het kaliniveau van de grond bij bemesting met 440 kg K_2O/ha was in de eindproef sterker (fig. 34 t.o.v. fig. 17).

Het percentage grof en groot van onbemest steeg in verhouding tot dat van bemest,

FIG. 35 Opbrengsten op bemeste veldjes tegen K-getal van de grond in voorafgaand jaar

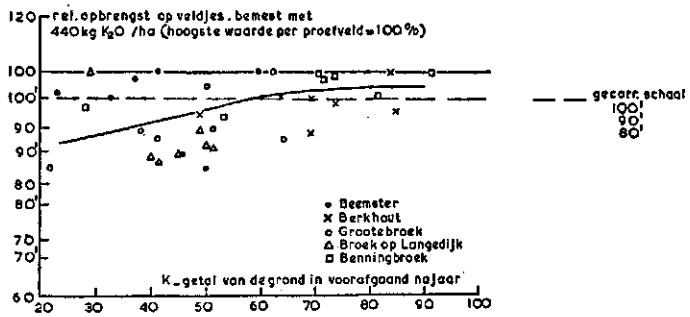


FIG. 35 *Relation between yields from fertilized plots and potash level of the soil (modified K_2O-HCl)*

FIG. 36 Opbrengsten in verband met verse bemesting en K-HCl van de grond in voorafgaand jaar

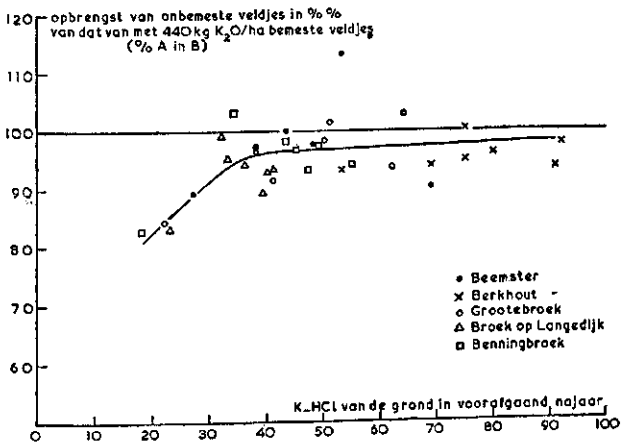


FIG. 36 *Yields in connection with fresh dressing and soil potash*

naarmate de kalivoorraad in de grond hoger was (fig. 38 en 39). Bij K-HCl 45–50 of een K-getal van 60–70 was het percentage grof en groot even groot van onbemest als van bemest. Bij een hogere kalivoorraad in de grond nam het percentage grof en groot in de opbrengst van de onbemeste veldjes in verhouding weer af. De produktie-verhoging door de hogere kalivoorraad van de grond zonder bemesting ging blijkbaar gepaard met een iets kleinere sortering dan die van wel bemest.

FIG. 37 Opbrengsten in verband met verse bemesting en K-getal van de grond in voorafgaand jaar

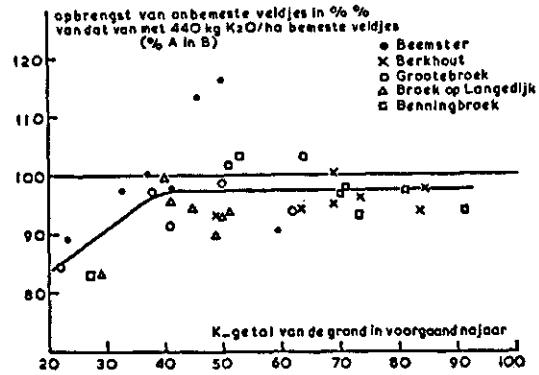


FIG. 37 *Yields in connection with fresh dressing and soil potash (modified K_2O-HCl)*

FIG. 38 Sorteringskwaliteit van vroege aardappelen in verband met verse bemesting en K-HCl van de grond in voorafgaand najaar

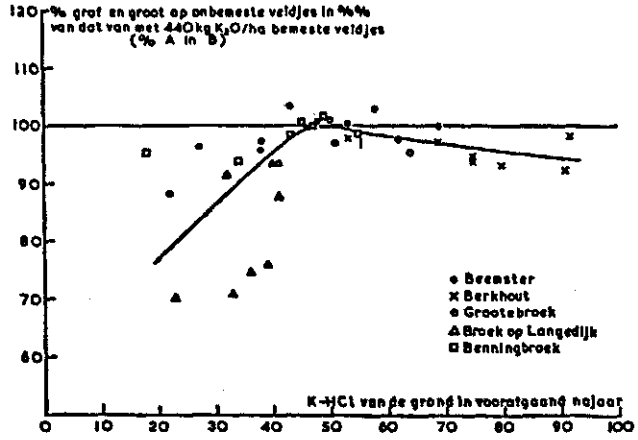


FIG. 38 *Assortment-quality of early potatoes in relation to fresh dressing and soil potash*

FIG. 39 Sorteringskwaliteit van vroege aardappelen in verband met verse bemesting en K-getal van de grond in voorafgaand najaar

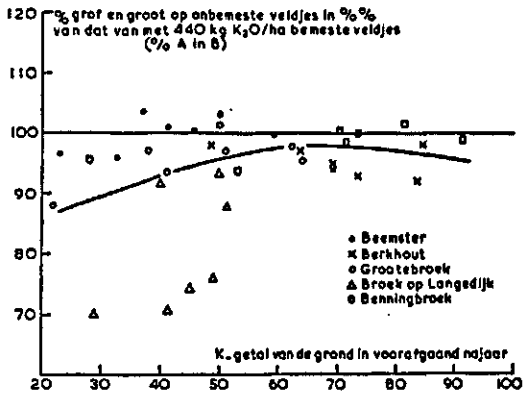


FIG. 39 *Assortment-quality in relation to fresh dressing and soil potash (modified K_2O-HCl)*

8 RENTABILITEIT VAN DE KALIBEMESTING VOOR DE TEELT VAN VROEGE CONSUMPTIE-AARDAPPELEN

De economisch optimale kaligift valt niet samen met de kalibemesting, nodig om de maximale opbrengst te verkrijgen. Het is van belang na te gaan, hoe de verhouding is tussen deze twee kriteria. Voor een beschouwing van de economie van de bemesting moeten de volgende gegevens ter beschikking staan: de curve die de opbrengstreactie weergeeft in afhankelijkheid van de kalibemesting, de prijs die de aardappelen opbrengen en de kostprijs van de kalimeststof. Bovendien zouden de kosten verbonden aan een hogere opbrengst door een grotere kaligift, zoals meer arbeid voor het uitstrooien van de kali, meer sorteren en meer vracht, in rekening moeten worden gebracht. Deze stijging in kosten werd echter als een te verwaarlozen factor beschouwd.

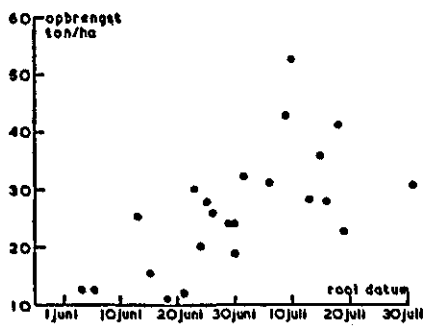


FIG. 40 Opbrengst van vroege aardappelen en rooidatum

FIG. 40 *Yields of early potatoes and digging date*

De grootte van de opbrengst is mede afhankelijk van de rooidatum. Vroeg rooien betekent een lagere opbrengst, maar vroeg rooien houdt een hogere opbrengstprijs in. Bij vroeg rooien zijn de aardappelen kleiner en de sortering driel. en kriel vormt een groter deel van de totale opbrengst dan later in het seizoen. Bij de grafische uitzetting van de op de proefvelden verkregen opbrengsten tegen de rooidatum blijkt duidelijk de hogerere opbrengst in de loop van de tijd (fig. 40). De tuinder stemt trouwens de rooidatum af op de hoeveelheid aardappelen en op de opbrengstprijs. De eerste rooiingen vinden plaats, als de produktie 11–14 ton/ha heeft bereikt. De sorteringen veranderen naarmate later wordt gerooid (fig. 41). Begin juni is de gewichtsortering kriel (kleiner dan 28 mm) 25–30% en driel. (28–35 mm) 15–10%. Midden tot eind juli maakt kriel 5% en driel. 7% van de opbrengst uit, terwijl de sortering grof (groter dan 50 mm) dan gemiddeld 12 % bedraagt. De hoeveelheid groot (35–50 mm) stijgt in de loop van het rooiseizoen van 60 tot 76%.

De opbrengstprijs van vroege consumptie-aardappelen daalt, naarmate het seizoen voortschrijdt. Aan een grafiek uit de publikatie „De vroege aardappel" van DE ZEEUW (1957) werden de volgende laagste en hoogste opbrengstprijzen over 1948–1955 ontleend (tabel 28).

FIG. 41 Sortering van vroege aardappelen en rooidatum

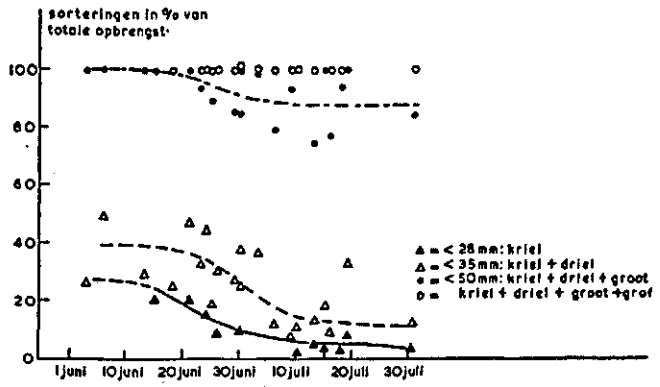


FIG. 41 *Assortment of early potatoes and digging date*

Het verschil tussen de laagste en de hoogste prijs in deze periode neemt ook af met de tijd.

De gemiddelde prijzen voor de sorteringsklassen van begin juni tot eind juli in 1958, 1959 en 1960 volgens een opgave van de veiling te Hoogkarspel zijn in tabel 29 opgenomen.

De prijs van kriel was vooral in 1959 en 1960 hoog. Dit komt, doordat kriel alleen in het begin van de aanvoerperiode wordt geveild. Wanneer de prijzen bij grotere aanvoer dalen, wordt de kriel niet meer voor consumptie, doch voor veevoer verkocht.

TABEL 28 Opbrengstprijs van vroege consumptie-aardappelen in juni en juli (1948–1955)

week van het jaar	laagste/hoogste prijs ct./kg
22	20–65
23	15–54
24	11–37
25	10–29
26	8–22
27	7–19
28	7–16
29	7–14
30	7–13

TABLE 28 *Price of early consumption-potatoes in June and July (1948–1955)*

TABEL 29 Gemiddelde veilingprijzen van consumptie-aardappelen in juni en juli (1958–1960) in guldens per 100 kg

	grof (> 50 mm)	groot (35–50 mm)	drielingen (28–35 mm)	kriel (< 28 mm)
1958	13,64	16,01	11,76	13,—
1959	19,35	20,62	12,98	19,32
1960	17,55	22,31	10,95	19,50
gemiddeld	16,85	19,65	11,90	17,27

TABLE 29 *Average auction prices of consumption-potatoes in June and July (1958-1960) in guilders per 100 kg*

In de hierna vermelde berekeningen is voor kriel *f* 17,27 per 100 kg voor de oogsten vóór 20 juni en *f* 4,– per 100 kg voor de oogsten na deze datum in rekening gebracht. De verschuivingen in de sorteringsklassen met de tijd (fig. 41) maken bovendien, dat de invloed van de hoge prijs voor kriel in de goede richting wordt gecorrigeerd.

Het economische optimum van de kalibemesting is te vinden uit de curve, die het verband weergeeft tussen opbrengst en kalibemesting. Dit is het punt van de curve, waar de toeneming der produktie per eenheid van de kalibemesting omgekeerd evenredig is met de prijsverhouding (WILLEMSEN en FERRARI, 1959). De grotere produktievermeerdering brengt daar evenveel op, als de hogere kosten van de meststof bedragen. Toediening van nog meer kali kost meer dan de door kali vergrote oogst opbrengt. Een voorbeeld voor de berekening van het economische optimum van de kalibemesting is ontleend aan de proefresultaten te Broek op Langedijk in 1955 (fig. 42). De op-

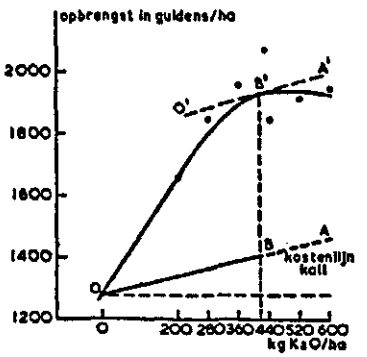


FIG. 42 Berekening van de economisch optimale kalibemesting (proefveld Broek op Langedijk 1955)

FIG. 42 *Computation of the economically optimal potash dressing*

brengst in guldens per ha is uitgezet tegen de hoeveelheid kali per ha. Van de opbrengst van het nul-veldje af is de kostenlijn voor de kalibemesting uitgezet (OA). Als kostprijs werd genomen *f* 12,50 per 100 kg kalizout 40 %, d.i. *f* 31,25 per 100 kg K_2O. Een raaklijn werd evenwijdig aan de produktiecurve getrokken: O^1A^1. Het raakpunt B^1 gaf het economische optimum van de kalibemesting en BB^1 de met de kalibemesting

verkregen winst, *f* 1930,–, —*f* 1.410,– = *f* 520,– per ha. Bij een gegeven prijsverhouding van opbrengst en kalimeststof wordt het economische optimum bepaald door de steilte van de curve, dat is de reactie van de opbrengst op de kali. Een vlakke opbrengstcurve geeft een laag economisch optimum, dat veel lager kan liggen dan het maximum van de opbrengst. Een steile curve en een scherp maximum maken dat het economische optimum en het door kalibemesting te bereiken maximum dicht bij elkaar liggen, zoals in het bijgaande voorbeeld bij resp. 420 en 460 kg K_2O/ha. De betrouwbaarheid van de ligging van het economische optimum hangt nauw samen met de betrouwbaarheid van de opbrengstcurve.

De wijze waarop de geldelijke opbrengst per ha wordt berekend zal, de ligging van het economische optimum bepalen. Dit is nader uitgewerkt voor het proefveld te Broek op Langedijk. De financiële opbrengst werd op twee wijzen berekend. In het ene geval werd uitgegaan van de prijzen over 1958–1960 voor de vier sorteringsklassen (tabel 29), in het andere van de opbrengstprijzen over 1950–1955 uit de gegevens van DE ZEEUW (Tuinbouwvoorlichting no. 5, tabel 18).

Volgens tabel 30 neemt door de elk jaar verder gaande verarming van de onbemeste veldjes de te behalen winst met de jaarlijkse kalibemesting steeds toe.

De resultaten van beide wijzen van berekening van het economische optimum stemden vrij goed overeen. Een duidelijk verschil in optimale kaligift werd alleen gevonden bij een zwakke kalireactie (proefjaar 1950). Het grootste verschil in berekende winst was *f* 185,– per ha. In het vervolg wordt de opbrengstprijs 1958–1960 voor de sorteringen als uitgangspunt genomen.

De sortering grof en groot bracht een hogere prijs op dan driel. en kriel, als de aardappelen voor consumptie werden geveild. De gewichtshoeveelheden van de eerstgenoemde sorteringen zijn groter vooral aan het eind van het seizoen. De hoeveelheid grof en groot steeg meestal duidelijk bij een positieve reactie van de totale opbrengst

TABEL 30 Economisch optimale kaligift en door bemesting met kali maximaal te verkrijgen winst op het proefveld te Broek op Langedijk (opbrengstprijs van vroege consumptie-aardappelen 1950–1955 resp. die voor sorteringen 1958–1960)

rooidatum	opbrengstprijs 1950–1955 ct./kg	prijsberekening voor totale opbr. 1950–1955		prijsberekening via sortering (1958–1960)	
		economisch optimum voor kg K_2O/ha	winst guldens per ha	economisch optimum voor kg K_2O/ha	winst guldens per ha
6 juni 1950	27	160	10	0	0
18 juni 1951	19,5	0	0	0	0
3 juni 1952	27	380	240	350	190
15 juni 1954	19,5	> 600	550	600	365
21 juni 1955	19,5	380	400	420	520

TABLE 30 *Economically optimal potash-dressing and gain on the experimental field at Broek op Langedijk (calculations from two prices: for the period of 1950–1955 and for 1958–1960 resp.)*

op de kalibemesting. Wat de toeneming van de grote sorteringen financieel betekende, werd nagegaan voor het proefveld te Benningbroek. Voorts werd bestudeerd of de verbetering van de sortering als zodanig door de kalibemesting lonend was. Hierbij werd verondersteld dat de totale opbrengst per oppervlakte-eenheid door de bemesting niet werd gewijzigd en dat deze maximaal was t.o.v. de kalibemesting (tabel 31).

TABEL 31 Economisch optimale kalibemesting en winst voor de gehele partij en voor de sortering grof en groot (Benningbroek)

	totale opbrengst		hoeveelheid grof + groot		verbetering in sortering bij maximale opbrengst	
	econ. opt. kaligift (kg K_2O/ha)	winst (guldens/ha)	econ. opt. kaligift (kg K_2O/ha)	winst (guldens/ha)	econ. opt. kaligift (kg K_2O/ha)	winst (guldens/ha)
1950	>600	955	>600	975	400	115
1953	480	875	500	1000	240	230
1956	600	1185	460	1275	280	125

TABLE 31 *Economically optimal potash-dressing and gain in guilders per ha (calculation for total yield and for assortment of tubers larger than 35 mm diameter)*

De geldelijke opbrengst van de gehele partij lag gemiddeld *f* 830,— boven die van de sortering grof en groot. Het aandeel van deze sortering was 86%. De economisch optimale kaligift voor de hoeveelheid grof en groot verschilde niet veel van die voor de totale opbrengst. De bereikte winst was iets groter, doordat de daling door kali van de sortering driel. en kriel (vooral t.a.v. het nul-veldje aanzienlijk) niet in rekening was gebracht. De verschuiving van de sortering naar de grotere maten waarbij is verondersteld dat de totale opbrengst niet verandert en t.a.v. de kalibemesting maximaal is leverde een bescheiden winst van *f* 120,– — *f* 230,–/ha. Door de vlakker verlopende curven waren de optimale kaligiften lager dan die voor de totale opbrengst. Toch zijn volgens deze berekening nog vrij aanzienlijke kaligiften van 250 tot 400 kg K_2O per ha rendabel, als alleen de sortering daardoor verbetert.

De door bemesting met kali te verkrijgen maximale opbrengst met de daarbij behorende „technische" optimale gift werd vergeleken met de opbrengst bij de economisch optimale gift (tabel 32). Bij een sterke reactie op kali lagen beide optima boven 600 kg K_2O/ha, zodat hun verschil niet was vast te stellen.

Het andere uiterste was het proefresultaat in 1951 te Broek op Langedijk. De opbrengst steeg daar door de kalibemesting vrij duidelijk tot de hoogste gift van 600 kg K_2O/ha, hoewel dit niet wiskundig betrouwbaar was aan te tonen (fig. 13). De opbrengststijging was echter zo gering, dat zij niet opwoog tegen de kosten van de kalimeststof. Er is een tendens, dat het verschil tussen de technisch optimale en de economisch optimale kaligift toenam met het kaligehalte van de grond. De verschillen groter dan 250 kg K_2O/ha, werden alleen gevonden bij een K-getal boven 35. MES

TABEL 32 Kalibemesting bij maximale opbrengst en economisch optimale kaligift

	„technisch" optimale gift (kg K_2O/ha)	maximale opbrengst (guldens/ha)	economisch optimale gift (kg K_2O/ha)	economisch optimum (guldens/ha)				verschil kaligift max. en economisch optimum (kg K_2O/ha)
				opbrengst econ. opt.	opbrengst onbemest	kosten meststof	winst door kalibemesting	
Beemster								
1950	m.d. 600	m.d. 4080	480	4055	3480	150	425	m.d. 120
1954	m.d. 600	m.d. 5190	560	5180	4630	175	375	m.d. 40
1956	m.d. 600	m.d. 5840	m.d. 600	m.d. 5840	4460	m.d. 190	m.d. 1190	?
Berkhout								
1952	320	7970	0	7935	7935	0	0	320
1955	m.d. 600	3760	320	3725	3560	100	65	m.d. 280
Grootebroek								
1950	niet te bepalen							
1952	m.d. 600	m.d. 4950	m.d. 600	4950	3790	m.d. 190	m.d. 970	?
1953	m.d. 600	m.d. 5075	480	5040	3960	150	930	m.d. 120
1954	420	5750	390	5735	4740	120	875	30
1955	m.d. 600	3325	m.d. 600	3325	2035	m.d. 190	m.d. 1100	?
Broek op Langedijk								
1950	440	2065	0	2015	2015	0	0	440
1951	m.d. 600	1950	0	1830	1830	0	0	m.d. 600
1952	420	2390	350	2380	2080	110	190	70
1954	m.d. 600	m.d. 2670	600	2670	2115	190	365	m.d. 0
1955	460	1940	420	1930	1280	130	520	40
Benningbroek								
1950	m.d. 600	m.d. 5175	m.d. 600	m.d. 5175	4030	m.d. 190	m.d. 955	?
1953	m.d. 600	5160	480	5135	4110	150	875	m.d. 120
1956	m.d. 600	m.d. 7775	600	7775	6400	190	1185	m.d. 0

m.d. = meer dan

TABLE 32 *Comparison between potash-dressing for maximal yield and economically optimal dressing*

(1960) vond dat de meest rendabele gift 100 kg K_2O per ha hoger was dan bij het punt, waar de relatieve opbrengst 95% bedroeg. Er was bij hogere kaligehalten een groter verschil tussen technisch en economisch optimum. Dit is ook te verklaren. Bij hoge kaligetallen lopen de opbrengstcurven vlakker en wordt het verschil tussen beide optima groter. Het resultaat betekent voor de praktijk, dat als men de kali niet wil „weggooien", de grootte van de kaligift zorgvuldiger moet worden afgestemd naarmate de grond meer kali bevat. Dit nauwkeurig afstemmen van de kalibemesting geldt ook voor een lage produktie in guldens/ha.

Uit de figuren 17 en 18 die het verband weergeven tussen kalireactie en kaligehalte van de grond bij de diverse kalitrappen van het gehele proefveldmateriaal, werd de economisch optimale kaligift afgeleid. Deze gift is hier mede afhankelijk van de hoogte van het produktieniveau, omdat de kalireactie in procenten daarvan is uitgedrukt. Uit de figuren 17 en 18 volgt namelijk (en dit als algemeen geldend aangenomen), dat de opbrengst bij een gegeven kaligehalte van de grond door bemesting relatief evenveel stijgt, hoe hoog ook het produktieniveau van het perceel is. Dit betekent dus dat de stijging door kali in absolute hoeveelheid groter is bij hogere produktie. Door deze samenhang wordt het produktieniveau als factor bij de bepaling van de economisch optimale gift ingevoerd. In andere beschouwingen, waar de reactie op bemesting in absolute hoeveelheid als onafhankelijk wordt beoordeeld van het produktieniveau, wordt de economisch optimale gift niet beïnvloed door de hoogte van het produktieniveau (MOL, 1960). Bij een prijs van *f* 32,— per 100 kg K_2O hangt de economisch optimale kaligift bij het gegeven uitgangspunt als volgt van het produktieniveau van vroege aardappelen (in guldens per ha) en de kalirijkdom van de grond af (tabel 33).

De economisch optimale kaligiften lopen bij lage kaligehalten van de grond weinig uiteen, hoe hoog ook de produktie van aardappelen per ha is. Bij hoge produkties is een hoge kalibemesting spoedig rendabel, zodat er weinig verschil is in de optimale kaligiften, ondanks variërende kalirijkdom van de bodem. De betrouwbaarheid van de tabel staat of valt met die van de figuren 17 en 18, waaruit hij is afgeleid. De daarin getrokken curven zijn een gemiddelde schatting van de resultaten over 18 gegevens (proefjaren maal proefvelden).

Wegens de proeffout zijn ook nog andere curven dan de getrokken gemiddelde aannemelijk. Verder valt nog te bepalen, in hoeverre het proefmateriaal representatief was voor het gehele areaal van vroege aardappelen in Noord-Holland. In een proefjaar kan de reactie van de aardappel op de toegediende kali sterker zijn dan in een ander door gewijzigde weersomstandigheden (VAN DER PAAUW, 1957). De invloed van de zwaarte van de grond is op landbouwproefvelden aangetoond en in het K-getal min of meer verdisconteerd. De economisch optimale gift wordt gewijzigd, wanneer andere bodemfactoren de kalireactie beïnvloeden, dus als er interacties zijn (MOL, 1960). Tenslotte is bij de berekening uitgegaan van de hoogste kaligift van 600 kg K_2O/ha als basis. Daardoor was het niet mogelijk te berekenen, of giften, hoger dan 500 kg K_2O/ha economisch rendabel waren.

Voor de interpretatie van de grondanalysecijfers voor kali is dus niet alleen K-HCl

TABEL 33 Economisch optimale kaligift in afhankelijkheid van het produktieniveau van vroege aardappelen en van het kaligehalte van de grond

produktie vroege aardappelen (guldens/ha)	economisch optimale kaligift in kg K_2O/ha (kostprijs kali *f* 32,– per 100 kg K_2O)													
	K-HCl							K-getal						
	20	30	40	50	60	70	80	20	30	40	50	60	70	80
1000	400	0	0	0	0	0	0	400	300	100	0	0	0	0
2000	500	450	0	0	0	0	0	500	450	400	200	0	0	0
3000	md 500	450	300	100	0	0	0	md 500	500	500	450	300	0	0
4000	md 500	500	450	450	0	0	0	md 500	md 500	md 500	md 500	450	300	0
5000	md 500	500	500	500	300	100	0	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500
6000	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500
7000	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500
8000	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500	md 500

md = meer dan

TABLE 33 *Economically optimal potash-dressing in relation to the productivity level of potatoes (in guilders per ha) and the potash status of the soil*

(K-getal) van de grond van belang, maar ook de opbrengstprijs van de vroege aardappelen en de kostprijs van de kalimeststof. Indien de opbrengstvermeerdering door de kalibemesting bij gegeven kaligehalte van de grond relatief dezelfde is, hoe hoog ook het produktieniveau is van het gewas, hangt de rendabele kaligift ook samen met het produktieniveau.

FIG. 43 Economisch optimale kaligift voor vroege aardappelen, bepaald door bruto-opbrengst, opbrengstprijs, kostprijs van de meststof en kaligehalte van de grond (nomogram)

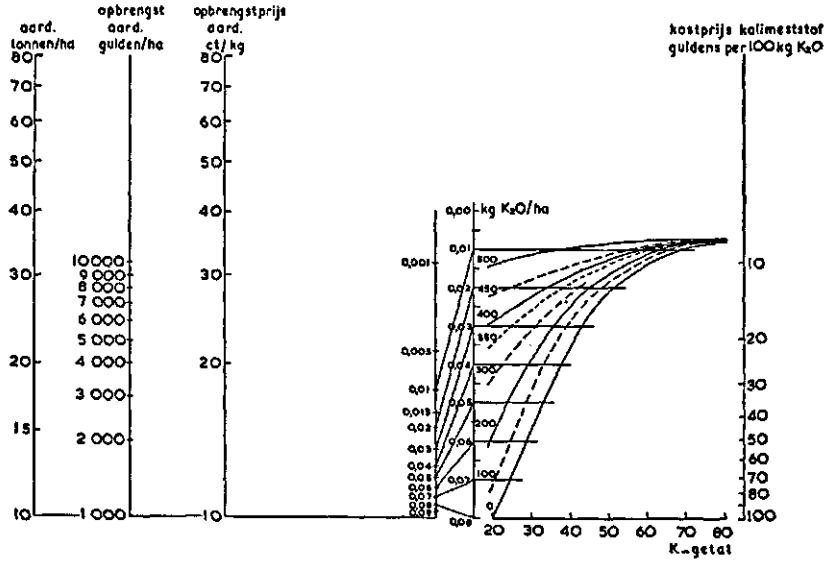


FIG. 43 *Economically optimal potash gift for early potatoes, fixed by gross yield, yield price, cost price of fertilizer and potash level of the soil (nomogram)*

Slechts twee van de vier aanwezige veranderlijken zijn bij de bepaling van de gewenste kaligift bekend: het grondanalysecijfer en de kostprijs van de kali. Indien aan de hand van jarenlange ervaring een betrouwbare schatting over het produktievermogen van het betreffende perceel kan worden gedaan en de opbrengstprijs van de nieuwe oogst niet veel van die van de laatste jaren afwijkt, kan een goede schatting van de economisch juiste kaligift worden gedaan. Deze schatting is af te lezen uit een nomogram (fig. 43). Stel als voorbeeld een opbrengst van 15 ton/ha met een opbrengstprijs van *f* 0,20 per kg en een kostprijs van de kalimeststof van *f* 0,30 per kg. De rechte lijn, die 15 ton op de eerste verticale lijn van links verbindt met 20 ct/kg op de derde lijn van links, snijdt de tweede lijn in het punt van *f* 3000,— per ha. Verbindt men dit punt met de kostprijs voor kali van 30 ct/kg op de meest rechtse lijn, dan wordt de korte verticale lijn in het midden gesneden in het punt 0,01.

Het nomogram is gebaseerd op een logarithmische schaal: het punt 0,01 is log 30 — log 3000= log 0,01. In het economisch optimale punt is de helling van de raak-

lijn omgekeerd evenredig met de opbrengstprijs, gedeeld door de kostprijs van de kalimeststof en dus evenredig met log 30 – log 3000.

Naast de korte verticale lijn in het midden is een hulplijn getrokken met schaalvergroting. De economisch optimale kaligift wordt in horizontale richting uit de grafiek afgelezen bij het gegeven kaligehalte van de grond. Voor het punt 0,01 worden de volgende economisch optimale kaligiften gevonden bij verschillende K-getallen van de grond:

K-getal	20	30	40	50	60	70
economisch optimale kaligift (kg K_2O/ha)	meer dan 500	meer dan 500	480	460	350	0

Uit het gegeven voorbeeld blijkt dat hoge kaligiften reeds bij normale produkties van *f* 3000,– – *f* 4000,– per ha rendabel zijn. De in de inleiding gestelde vraag of de gebruikelijke zware praktijkgift juist is, moet daarom in het algemeen bevestigend worden beantwoord. De redenen dat hoge kaligiften bij vroege aardappelen zelfs bij een redelijk kaligehalte van de grond rendabel moeten worden geacht, zijn:

a. het gaat om een betrekkelijk duur gewas,
b. kalizout 40% is een goedkope meststof,
c. meestal wordt nog een geringe gunstige reactie op de verse bemesting gevonden, ongeacht de kalivoorraad in de grond.

De vraag moet worden gesteld, of de hoge kaligehalten van de grond die het gevolg zijn van de zware bemestingen, niet ongunstig zijn voor opbrengst en kwaliteit van andere tuinbouwgewassen. Hoewel dit niet waarschijnlijk is (VAN DER BOON, 1953), kan hierop nog geen definitief antwoord worden gegeven.

Het zal echter in de praktijk moeilijk zijn bij de van jaar tot jaar wisselende produktie en de variërende prijs van het produkt de economisch optimale bemesting nauwkeurig tot op de laatste gulden te voorspellen. Het kan binnen het bedrijfsverband nuttiger zijn en meer kans op succes hebben die laatste guldens op andere wijze dan voor een zware bemesting te investeren. Dit beleid valt uiteraard buiten het kader van dit artikel.

In bovenstaande beschouwing werd de nawerking van de kalibemesting in het daarop volgende jaar niet in rekening gebracht. Hierover verschaft de eindproef inlichtingen. De opbrengsten van de onbemeste veldjes in guldens per ha zijn grafisch uitgezet tegen K-HCl van de grond. De stijging van de opbrengst in guldens werd berekend per eenheid K-HCl. Uit tabel 8 kan worden afgeleid, dat K-HCl in het najaar 2,3 eenheid gestegen was door 100 kg K_2O/ha, gegeven in het voorjaar.

Als wordt verondersteld, dat de verschillen in kaligehalte bij de eindproef zijn ontstaan als nawerking van de verschillende kalibemestingen in het voorafgaande proefjaar, kunnen wij de reactie van de opbrengst per eenheid K-HCl omzetten in die per eenheid meststof. Een stijging van een eenheid K-HCl door 43,5 kg K_2O/ha zoals afgeleid uit tabel 8 voor het jaar na de bemesting, kost *f* 13,60 bij een prijspeil van *f* 31,25 per 100 kg K_2O/ha. Het blijkt gemiddeld voor vier proefvelden dat één gulden

besteed aan kali in het voorafgaande jaar, bij K-HCl 20 nog een profijt geeft van *f* 3,70 op het nu onbemeste perceel en bij K-HCl 30 een bate van *f* 2,60. Bij K-HCl hoger dan 50 kan kali tot overmaat en een negatieve reactie leiden (tabel 35). Bij lage kaligehalten van de grond is dus de gegeven kalibemesting nog rendabel door de nawerking in het volgende seizoen, als weer vroege aardappelen zouden worden geteeld.

TABEL 34 Opbrengstreactie op de onbemeste veldjes in afhankelijkheid van de kalirijkdom van de grond omgerekend per eenheid meststof; profijt in guldens van de kalibemesting in het eerste jaar van nawerking (gegevens proefveld Berkhout buiten beschouwing)

K-HCl van de grond	20	30	40	50	60	70
profijt per gulden besteed aan kalimeststof in het vorige jaar	+ 3,70	+ 2,60	+ 1,10	+ 0,60	— 0,70	— 1,10

TABLE 34 *Profit of one guilder paid for potash-dressing in the foregoing year, in relation to the potash status of the soil (calculation derived from the reaction of the yield on the not fertilized plots to the potash in the soil and from the relation between the increase of potash figures in soil and dressing)*

In de eindproef waren de veldjes gesplitst in onbemest en bemest met 440 kg K_2O/ha. Deze bemesting betekende een uitgave van *f* 137,50 per ha (tabel 35). De kaligift van 440 kg K_2O/ha was op drie proefvelden (Beemster, Grootebroek en Broek op Langedijk) rendabel tot K-HCl 40.

TABEL 35 Winst door een gift van 440 kg K_2O/ha t.o.v. onbemest in afhankelijkheid van K-HCl van de grond

K-HCl	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	omslag winst/verlies bij K-HCl
	winst guldens per ha											
Beemster		472	332	192	62	—78						42
Berkhout							350	335	325	310	290	>90
Grootebroek		450	315	200	90	—10	—100					44
Broek op Langedijk	730	650	510	335	115	neg.						42
Benningbroek	1290	910	600	385	340	310	330					>55

TABLE 35 *Gain by potash-dressing of 440 kg per ha in comparison with no dressing and in relation to K-HCl of the soil*

De verse bemesting gaf te Beemster een hoger maximum, dat op zichzelf niet rendabel was (fig. 44, tabel 36). Het negatieve effect van een te hoog kaligehalte van de grond werd door bemesting versterkt, waardoor de onbemeste veldjes bij hoge kaligehalten van de grond meer opbrachten. Bij lage kaligehalten was het effect tegengesteld. Te Broek op Langedijk was er een negatieve reactie op stijgend kaligehalte van de grond. Toch gaf de verse kalibemesting hogere opbrengsten, die tot K-HCl 40 rendabel

waren. Te Benningbroek steeg de opbrengst op de onbemeste veldjes tot K-HCl 45. De verse bemesting gaf een zoveel hogere opbrengst, ook bij K-HCl boven 45, dat deze rendabel bleef. De gegevens van het proefveld te Berkhout passen niet in het geheel. De opbrengst bleef stijgen bij zeer hoge kalicijfers van de grond; een verse bemesting gaf daarbij een rendabele oogstvermeerdering.

FIG. 44 Reactie van vroege aardappelen onbemest (A) en bemest met 440 kg K_2O/ha (B) tegen K-HCl in voorgaande jaren (proefveld Beemster 1959)

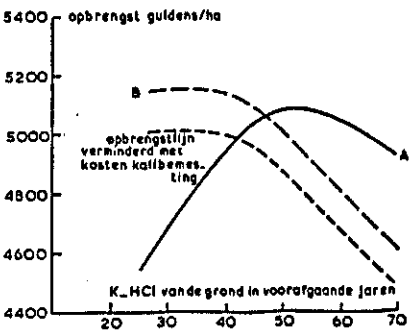


FIG. 44 *Reaction of early potatoes non-fertilized (A) and fertilized with 440 kg K_2O/ha (B), in relation to the potash level of the soil*

Gemiddeld over de vijf proefvelden was de opbrengst door verse bemesting bij het maximum *f* 342,— per ha hoger dan bij het maximum voor de onbemeste veldjes (tabel 36). Bij een gift van 440 kg K_2O/ha bedroeg de winst dus *f* 200,—/ha. De verse bemesting was in drie van de vijf gevallen rendabel bij het maximum.

TABEL 36 Winst door verse kalibemesting bij het maximum in vergelijking met het maximum voor onbemest

	opbrengst bij maximum op onbemest		opbrengst bij maximum op bemest		opbrengst-vermeer-dering	winst
	K-HCl	guldens per ha	K-HCl	guldens per ha	guldens/ha	guldens/ha
Beemster	52	5090	25	5150	+ 60	— 80
Berkhout	>95	6340	>95	6740	+400	+260
Grootebroek	55	4000	65	4050	+ 50	— 90
Broek op Langedijk	<20	2800	<20	3660	+860	+720
Benningbroek	50	9160	55	9500	+340	+200
gemiddeld					342	200

TABLE 36 *Gain by spring dressing and maximal yield in comparison with no dressing and maximal yield for optimal potash content of the soil*

In de figuren 17, 18, 36 en 37 kwam het gunstige effect van de verse bemesting reeds tot uiting. Uit de gegevens van de eindproef werd berekend dat dit effect rendabel kan zijn. De nog rendabele nawerking van een kalibemesting in het volgende jaar is niet in de berekening van tabel 33 en in de opstelling van het nomogram (fig. 43) opgenomen. Dit effect is alleen van belang bij laag K-HCl van de grond.

CONCLUSIE

Vroege aardappelen (ras Eersteling) reageren sterk op een kalibemesting. Zware giften van 600 kg K_2O/ha gaven in vier van de zeven proefjaren gemiddeld over de proefvelden de hoogste opbrengst. Bij kaligehalten beneden K-HCl 0,045% (of K-getal 50) wordt de maximale opbrengst niet bereikt door giften lager dan 500 kg K_2O/ha. Het lijkt raadzaam, het kaligehalte tot dit niveau op te voeren. Een kalibemesting is dan tevens als nawerking in het volgende jaar rendabel. Bij kaligehalten boven 0,045% blijft de vroege aardappel gunstig reageren op een verse bemesting. De reactie op de bodemkali is dan soms reeds negatief. Men kan zich daarbij echter de vraag stellen, of dit niveau niet te hoog is voor andere tuinbouwgewassen, maar waarschijnlijk is dit niet (VAN DER BOON, 1953).

Ook de economisch meest rendabele kaligift ligt zeer hoog. Alleen bij hoge kaligehalten van de grond en een lage financiële opbrengst per ha, is het verantwoord de bemesting weg te laten of sterk te verlagen. De uitslag van dit onderzoek bevestigt in het algemeen het inzicht van de praktijk de vroege aardappel zwaar te bemesten.

In de proeven is enige aandacht besteed aan de invloed van de kalibemesting op de kwaliteit. Het onderwatergewicht daalde door de bemesting. De uitkomsten van de proeven van VAN DER PAAUW en RIS (1955) houden eveneens een waarschuwing in (verminderde kookkwaliteit).

Door het ontbreken van voldoende gegevens bij hoge kaligehalten van de grond (fig. 17 en 18) is de conclusie over de kalireactie bij hoge kaligehalten minder betrouwbaar dan wel gewenst is.

SAMENVATTING

Een onderzoek werd verricht over de gewenste kalibemesting van vroege aardappelen op zeeklei in afhankelijkheid van de kalirijkdom van de grond. Vijf proefvelden werden aangelegd in Noord-Holland op gronden van uiteenlopende zwaarte en kalirijkdom. Elk proefveld had zeven bemestingstrappen met kalizout 40%, van 0 tot 600 kg K_2O per ha. De proefnemingen begonnen in 1950. De proef werd afgesloten in 1957 tot 1959 met een gewijzigde opzet, waarbij de ene helft van elk veldje onbemest werd gelaten en de andere helft uniform werd bemest met 440 kg K_2O per ha. De vroege aardappel (ras Eersteling) werd niet elk jaar geteeld. In totaal werden 23 proefoogsten verkregen.

De invloed van de kalibemesting op de grondanalysecijfers werd bestudeerd. De uitwisselbare kali in de laag 0–20 cm werd bepaald door extraktie van de grond met 0,1 n zoutzuur in een schudverhouding van 1 op 10. Op de onbemeste veldjes daalde het K-HCl aanvankelijk sterk, maar daarna weinig of niet meer.

De indruk bestaat dat deze daling groter was, naarmate het kaliniveau in het begin hoger en de grond lichter was. Door de gift van 600 kg K_2O per ha steeg K-HCl jaarlijks gemiddeld met 0,004% ten opzichte van de begintoestand. Het verschil in kaliniveau tussen bemest met 600 kg K_2O per ha en onbemest was in het achtste proefjaar gemiddeld 0,033%.

In het eerste proefjaar (1950) daalde de opbrengst op de onbemeste veldjes met 10% t.o.v. de volledig met kali bemeste. De daling van de opbrengst was het sterkst bij laag kaliniveau van de grond. De volgende jaren zette de daling zich langzamer voort.

Bij de grafische uitzetting van de opbrengsten (in percentages van de opbrengst bij de hoogste gift) tegen de analysecijfers voor kali in de grond bleek dat een verse bemesting steeds een hogere opbrengst aan vroege aardappelen gaf, hoe hoog het kaligehalte van de grond ook was. Bij K-HCl beneden 0,050% bleef de opbrengst van de onbemeste veldjes sterk achter; ook bij giften van 200 en 280 kg K_2O per ha was de opbrengst dan nog duidelijk lager (fig. 17).

De sortering van de opbrengst werd eveneens ongunstig beïnvloed door een onvoldoende kalibemesting, vooral bij kaligehalten van de grond beneden 0,030%. Een goede samenhang werd ook gevonden voor de relatieve opbrengsten met het voor kleibouwland ingevoerde K-getal.

De stand van het gewas reageerde minder duidelijk op de kalibemesting en de kalivoorraad in de grond, dan de opbrengst, vooral als de standcijfers vroeg in het groeiseizoen waren gegeven. Het onderwatergewicht van de aardappelen dat een maat is voor het gehalte aan droge stof en aan zetmeel, was lager bij hogere kalirijkdom van de grond en zwaardere bemesting.

Ook in de afsluitende proef (1957–1959) kwam naar voren dat de onbemeste veldjes

minder opbrachten dan de met kali bemeste, ook al was het kaligehalte van de grond hoog. Het verschil bedroeg circa 2½%. Bij kaligehalten van de grond beneden 0,045% was de opbrengst lager voor de onbemeste en de weinig bemeste veldjes. Giften tot 600 kg K_2O per ha zijn nodig om de maximale produktie te verkrijgen. Bij K-HCl boven 0,045% is de reactie van vroege aardappelen op bodemkali gering en soms negatief.

Om de rentabiliteit van de kalibemesting voor de teelt van vroege consumptie-aardappelen te bepalen, werden veilingprijzen gebruikt over de jaren 1958 tot en met 1960. De economisch optimale gift was afhankelijk van de kalireactie van de aardappel, de kalirijkdom van de grond, de prijs van de aardappel en de kostprijs van de meststof. Daar de reactie op de kalibemesting relatief gelijk was bij elk gegeven kaligehalte van de grond, hoe hoog ook zijn produktieniveau was kon de economisch optimale gift in verband gebracht worden met het produktieniveau. Een nomogram werd ontworpen, waaruit het bemestingsadvies is af te lezen in afhankelijkheid van produktieniveau, prijs van de aardappelen, kostprijs van de meststof en kalirijkdom van de grond (fig. 43).

De economisch optimale giften waren hoog en liepen bij lage kaligehalten weinig uiteen, hoe hoog ook de produktie van aardappelen per ha was. Bij hoge opbrengsten was een zware kalibemesting spoedig rendabel, ongeacht het kaligehalte van de grond. Dit is een gevolg van het steeds gunstige effect van een verse bemesting met kali.

Een gift van 440 kg K_2O per ha in de vorm van kalizout 40% gaf nog een winst van *f* 200,— per ha vergeleken met de maximale opbrengst op de onbemeste veldjes bij het meest gunstige kaligehalte van de grond.

Alleen bij hoge kaligehalten van de grond en lage opbrengsten was het economisch juist de bemesting weg te laten of sterk te verlagen.

De economisch optimale gift en de kalibemesting waarbij de maximale opbrengst werd verkregen, lagen verder uiteen bij zwakke kalireactie van de aardappel, dus bij hoge kaligehalten van de grond. Naarmate de grond meer kali bevat, moet aan het advies voor de bemesting meer zorg worden besteed.

Berekend werd, dat een bemesting met kali in het volgende jaar nog economisch profijt opleverde bij een kaligehalte van de grond lager dan 0,050%.

SUMMARY

Potash fertilization of early potatoes on marine clay soils has been investigated in connection with the potash status of the soil. Five experimental fields have been laid out on soils differing in clay and potash contents. Each field had seven ratings of muriate of potash (40% K_2O) varying between 0 and 600 kg K_2O per ha. The experiments were started in 1950 and concluded in 1957–1959. In the last experimental years the design has been changed. All the plots have been divided; one half of each plot was not fertilized, the other half received 440 kg K_2O per ha. Early potatoes (variety Eersteling) have not been grown each year. Twenty three yields have been recorded.

The effect of potash fertilization on soil figures has been studied. Exchangeable potassium was determined by extraction of the soil with 0.1 n hydrochloric acid, the soil-acid ratio being 1 : 10 and calculated as % K_2O on air-dry soil.

The potash content of the layer of 0–20 cm decreased considerably at the beginning, but after that very little or not at all. This decrease seems to be greater, according as the potash status of the soil at the beginning was higher, and the soil was lighter. The potash content of the soil was increased annually with 0.004% by a dressing of 600 kg K_2O per ha with regard to the potash status at the beginning. At average the difference in potash content between a dressing with 600 kg of K_2O/ha and no dressing was 0.033% K_2O at the end of the experiment.

The yield on the not fertilized plots decreased 10% in the first year (1950) in comparison with that on the fully fertilized plots. The decrease of yield was greater at a low potash content of the soil. This decrease continued more slowly in the following years.

The yields of the plots were calculated as percentages of the yield obtained by the highest dressing (relative yields) and set out graphically against the potash figures of the soil (fig. 17). Spring dressing of potatoes yielded always more than no dressing, however rich the potash content of the soil may be.

The yield on the unfertilized plots was smaller according as the potash content was lower than 0.050%. Dressings of 200 and 280 kg K_2O/ha also gave considerably lower yields, if the potash content was below this figure. The assortment of the crop was badly influenced by insufficient dressing, especially if the potash content was lower than 0.030% K_2O.

The vigour markings showed less clearly the effect of potash dressing and potash content of the soil than the yield, especially when the markings were given early in the growing season.

The „under-water-weight" of the potatoes which is a measure for the drymatter and the starch content of the tubers, decreased at higher potash status of the soil and by heavier dressings.

The final experiment showed too the beneficial effect of a fresh dressing of muriate of potash, a difference of about 2.5% being found. The yield of not or moderately fertilized plots decreased, if the potash content was below 0.045%. Heavy dressings up to 600 kg K_2O/ha are necessary to obtain maximal yields. There was only a small or no reaction at all of the potatoes at potash contents of the soil above 0.045%, sometimes there was a negative effect. A fresh potash dressing however was always favourable.

The profit of potash fertilization for early potatoes has been calculated. For this the auction prices in the years 1958–1960 have been used. The economically optimal dressing depended on the reaction of the potato to potash, on the potash status of the soil, on the selling price of the potatoes and on the cost of the potash fertilizer. This optimal dressing could be associated with the productivety level because the reaction to potash dressing was relatively equal, whatever the productivity level of the experimental fields was. A nomogram has been designed (fig. 43). The advice for fertilization in practice can be derived from it, according to productivity level, price of potatoes, cost of fertilizer and potash status of the soil.

The economically optimal dressings were high and differed little for low potash levels, whatever the yield of the potatoes has been. A heavy dressing paid soon at high yields, whatever the potash status was. This phenomenon has been brought about by the favourable effect of a fresh potash dressing. A dressing of 440 kg K_2O still gave a profit of 200 guilders per ha in comparison with the maximal yield on the not fertilized plots with the most favourable potash status of the soil. The potash dressing should be omitted or much lowered only at high potash levels of the soil and low yields.

The economically optimal dressing and the dressing leading to the maximal yield diverged more at smaller potash reaction of the crop or at higher potash status of the soil. The higher the potash status is, the more accurate the advice for potash dressing should be.

It has been calculated that potash fertilization gave still a profit in the following year, when the potash status of the soil was below 0.050% K_2O.

GLOSSARY

P-getal	P-water (extraction ratio soil-water 1 : 10, at 50°C) in mg P_2O_5/100 g air-dry soil
P-citroenzuur	P-citric-acid value (extraction with 1% citric acid, soil-solution ratio 1 : 10) in mg P_2O_5/100 g air-dry soil
Kaligehalte	(exchangeable) potash content in 0,1 n HCl (soil-solution ratio 1 : 10) in 0,001% K_2O/air-dry soil
K-getal	K-number = exchangeable potash content, allowance made for the influence of clay content and pH on the potash reaction of the plant. Expressed in units of 0,001% K_2O
pH-water	pH-water (soil-solution ratio 1 : 10)
pH-KCl	pH in 1 n KCl-solution (soil-solution ration 1 : 10)
K-HCl-niveau	K-HCl-level as % K_2O
MgO-NaCl	MgO-NaCl in 0,5 n NaCl (soil-solution ratio 1 : 10)
statistische toetsing	statistical evaluation
betrouwbaar verschil	significant difference
lin., kwadr. comp.	linear, quadratic component
behandeling	treatment
gemiddelde	average
gecorrigeerd gemiddelde	corrected average
uiterste	extreme
interactie bemesting – bodemvoorraad	interaction of dressing and soil fertility
zwaarte (grond)	soil texture
afslibbaar (%)	clay content (% particles <16 mu)
fijn, grof, zand	fine (16–90 mu), coarse (>90 mu) sand
datum bemonstering	date of sampling
rooidatum	digging date
voorjaar	spring
proefjaar	experimental year
na (bij) aanvang	after (at) the beginning
proef	experiment
eindproef	closing experiment
stijging	increase
daling	decrease
verandering	change
aantal	number

m.d. (meer dan)	over
sterretje	asterisk
nulveldje (onbemest)	not fertilized experimental plot
onbemest – bemest	non-versus well fertilized
meststof	fertilizer
verschil kaligift max. en economisch optimum	difference in potash dressing at top yield and economical optimum
overmaat	excess
aantal dalingen door overmaat	number of decreases by excess of potash
(79,0) als uitbijter te beschouwen	(79,0) extreme observation to be rejected
totale opbrengst	total yield
relatieve opbrengst in % van hoogste opbrengst in het eerste proefjaar	relative yield in percentage of highest yield of the first experimental year
bij maximale opbrengst	at point of maximum yield
hoogste (opbrengst) waarde	top (yield) value
stand, standcijfers	vigour, vigour markings
grof, groot enz.	grading > 50 mm diameter, 35–50 mm diameter
sortering	grading
hoeveelheid grof en groot	quantity of large tubers (> 35 mm diameter)
verbetering in sortering	improvement of grading
drielingen en kriel	tubers <35 mm diameter
laagste/hoogste prijs	lowest/highest price
prijsberekening	price calculation
winst (guldens)	profit (guilders)
omslag winst/verlies bij K-HCl	turn of gain to loss at K_2O-HCl

Bij de figuren/*At text of graphs*

Fig. 1: afwijkingen in K-HCl t.o.v. voorjaar 1950	deviations in K_2O-HCl with regard to spring 1950
K-niveau	K_2O-level
Fig. 6: verandering K-HCl op onbemeste veldjes t.o.v. begintoestand	change of K_2O-HCl at not fertilized plots with regard to the start of the experiment
proefjaren	order of experimental years

Fig. 7: verandering in K-HCl aan eind van 7–9 jaar t.o.v. begintoestand, berekend per jaar in 0,001 %	change of K_2O-HCl after 7–9 years, with regard to the beginning, calculated pro year in 0,001 %
Fig. 9: stijging K-HCl per totale gift over jaren uitgedrukt per 100 kg K_2O/ha, berekend uit verschil 600-0 kg K_2O/ha in 0,001 %	increase of K_2O-HCl by total potash dressing, calculated pro 100 kg K_2O/ha from difference of 600-0 ratings
Fig. 17: K-HCl van grond in voorafgaande najaar	K_2O-HCl of soil in foregoing autumn
Fig. 18: K-getal van grond	K_2O-number
Fig. 22: zonder cirkel: onbemeste veldjes	without circle: non-fertilized plots
met cirkel: optimaal bemeste veldjes	with circle: optimally fertilized plots
Fig. 25: onderwatergewicht	„under water" weight of tubers
Fig. 32: gecorr. schaal	corrected scale
Fig. 44: opbrengstlijn verminderd met kosten kalibemesting	yield curve, reduced with cost of potash dressing

LITERATUUR

AN	1960	Handleiding voor veldproeven. *Meded. Landbouwvoorl. 77.*
BOON, J. VAN DER	1953	Inventarisatie van de gegevens van bemestingsproefvelden in de tuinbouw. *Rapport* Rtc. Bodemaangelegenheden.
——	1960	Bemesting met kunstmest en grondonderzoek in de opengrondse fruit- en groenteteelt. *Meded. Dir. Tuinb. 23* 279–285, 384–388, 424–428.
COCHRAN, W. G. & G. M. COX	1950	Experimental designs. John Wiley, New York, 370–390.
FERRARI, TH. J.	1952	Een onderzoek over de stroomruggronden van de Bommelerwaard met als proefgewas de aardappel. *Versl. Landbk. Onderz. 58.1* 132 blz.
KENDALL, M. G. & A. STUART	1958	The advanced theory of statistics. Charlis Griffin.
LUIT, B. VAN	1960	Bruikbaarheid van het kaligetal op rivierklei. *Landbouwvoorl. 17* 482–484.
MES, A. E. R.	1960	De kalibemesting voor aardappelen op rivierklei. Comm. Onderz. Komgronden Bijl. 541.
MOL, J.	1960	De betekenis van interacties, beperkingen en veelheid van technieken voor bedrijfseconomische calculaties en proefopzetten. *Landbk. Tijdschr. 72* 838–846.
PAAUW, F. VAN DER	1942	Het ter beschikking komen van kali in sterk uitgeputte grond. *Versl. Landbk. Onderz. 48 (5)* 291–334.
——	1947	Onderzoekingen over fosfaat- en kalibemesting op de kleigronden van de Zuid-Hollandsche eilanden. *Versl. Landbk. Onderz. 53 (5)* A 213–246.
——	1952	Evaluation of methods of soil testing by means of field experiments. Intern. Soc. Soil. Sci. Joint Meet. Comm. II and IV Dublin. *Trans I* 207–221.
PAAUW, F. VAN DER & J. RIS	1955	De betekenis van de kalitoestand voor aardappelen op kleigronden in Noord-Holland. *Versl. Landbk. Onderz. 61.6* 75 blz.
PAAUW, F. VAN DER	1957	Grote kalibehoefte in droge en geringe in regenrijke jaren. *Landbouwvoorl. 14* 520–524.
——	1958	De invoering van het kaligetal op kleibouwland. *Landbk. Tijdschr. 70* 737–740.
PRUMMEL, J.	1956	Kalibemesting bij aardappelen. *Stikstofno. 11* 367–372.
——	1960	Voorraadbemesting met kali op rivierklei. Inst. Bodemvruchtb. *Rapp. 58.*
RIS, J.	1957	Bemesting van aardappelen en rogge op een lichte zandgrond. *Landbouwvoorl. 14* 324–330.
VENEKAMP, J. T. N. & J. RIS	1953	Enige resultaten van de kaliproefvelden in het zuidwestelijk zeekleigebied. C.I.L.O. *Gestenc. Versl. Interprov. Proeven 39.*
VISSER, W. C.	1942	Een onderzoek naar de kali- en fosforzuurhuishouding van de Groninger klei- en zavelgronden. *Versl. Landbk. Onderz. 48.3* A 87–345.
VRIES, O. DE & F. J. A. DECHERING	1960	Grondonderzoek. Ceres, Meppel, 215 blz.
WILLEMSEN, A. & TH. J. FERRARI	1959	Bedrijfseconomische aspecten van de bemesting. Landb. Econ. Inst. *Rapp. 340.*
ZEEUW, A. DE	1957	De vroege aardappel. *Tuinbouwvoorl. 5* 50 blz.