INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN

DE STIKSTOFVOEDING VAN DE AARDAPPEL DOOR MIDDEL VAN STALMEST EN VAN KUNSTMEST

IV

WITH A SUMMARY

THE NITROGEN SUPPLY OF POTATOES
BY MEANS OF
FARMYARD MANURE AND ARTIFICIAL FERTILIZERS
IV

MIT ZUSAMMENFASSUNG

DIE STICKSTOFFERNÄHRUNG DER KARTOFFEL
MITTELS
STALLMIST UND HANDELSDÜNGER
IV

JAC. KORTLEVEN

CENTRUM VOOR
LANDBOUWPUBLIKATIES EN pudoc LANDBOUWDOCUMENTATIE

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. NO. 65.19 — WAGENINGEN — 1959

INHOUD

Blz.

I. Inleiding 5

II. Onderzoek 1955 (Pr 1577) 7

1. Beschrijving van de proef 7
2. De kleur van het loof 12
3. Het knolgewicht 12
4. Zetmeelopbrengst en gehalte 14
5. De loofopbrengst 17
6. De vochthuishouding 21
7. De stikstofhuishouding 23
8. De samenstelling van de knollen 34
9. De knolgroei en de sortering 42
10. De poter 64
11. De N-werkingscoëfficiënt 71
12. Betrouwbaarheid der resultaten 72

Samenvatting en conclusies 74

Summary and conclusions 77

Zusammenfassung und schlussfolgerungen 80

Geraadpleegde literatuur 83

Ir. Jac. Kortleven is wetenschappelijk medewerker aan het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen.

I. INLEIDING

In deze vierde publikatie in de serie: „De stikstofvoeding van de aardappel door middel van stalmest en van kunstmest" wordt, voortbouwende op de in de voorgaande drie publikaties beschreven resultaten, een nieuw probleem van de stalmest aangesneden, n.l. wat het verschil is en hoe dit zich uit op de eigenschappen van de aardappelplant, indien stalmest wordt ondergebracht resp. in najaar en in voorjaar. Geeft het eerste de mogelijkheid van stikstofverlies gedurende de winter, daarnaast kan de achterblijvende stikstof in een andere vorm zijn overgegaan dan die waarin de stikstof zich bevindt in stalmest, die kort voor het poten gegeven wordt. Gedacht wordt hierbij natuurlijk aan de mogelijkheid dat die andere vorm wel eens die van de bodemstikstof zou kunnen benaderen, of m.a.w. dat de stalmest meer gehumificeerd zou zijn. Voor die gedachte wordt, zoals blijken zal, sterke steun gevonden in de te bespreken uitkomsten.

Wederom werd gewerkt met periodieke rooiingen. Bij de bewerking-vereffening-van deze vierdimensionale systemen werd met veel voordeel gebruik gemaakt van het door de Haan ontworpen en door hem (zie in het Literatuuroverzicht DE HAAN 1959) beschreven vereffeningstoestel.

Naarmate de verwerking van de proevenserie vorderde, werd de behoefte gevoeld wat meer informatie te verkrijgen aangaande onderdelen van het onderzoek, welke in de eigen proeven buiten beschouwing gebleven waren en om eigen resultaten, welke nog niet voldoende gefundeerd geacht werden, te toetsen aan resultaten van anderen. Daartoe werd meer literatuur geraadpleegd dan voor de voorgaande publikaties het geval was. De eraan ontleende gezichtspunten zijn verweven met de eigen resultaten in de betreffende paragrafen. Aan de invloed van de poter, waaraan in de eigen proeven geen aandacht werd geschonken, is een afzonderlijke paragraaf gewijd. Deze beschouwingen zijn van betekenis voor de gehele serie en niet slechts voor de hier behandelde proef.

Gaandeweg wordt meer inzicht verkregen in wat essentieel is en in wat van jaar tot jaar of van grondstuk tot grondstuk kan wisselen (zie KORTLEVEN II (1959) 63-64). Als de serie geheel afgesloten is, zullen de ideeën hieromtrent zich nog meer uitgekristalliseerd hebben. Hiertoe wordt steeds bij enkele grootheden het verloop vergeleken met dat in alle voorafgaande jaren. Tot nog toe is steeds bevrediging gevonden in en rechtvaardiging van de juistheid van het gekozen systeem van één goede proef per jaar, met vergelijking voor verschillende grootheden in de opeenvolgende jaren (ten einde uit te maken wat telkenjare ongewijzigd dan wel juist gewijzigd optreedt), in plaats van gelijktijdig een aantal zwakkere proeven.

De juistheid van deze keuze van deugdelijk opgezette proeven kwam in deze proef wel zeer sterk tot uiting doordat het gekozen terreinstuk een tevoren niet onderkende, grote onregelmatigheid in profielbouw vertoonde, wat zich sterk uitte in de reactie op de grote droogte van de zomer van 1955. Zonder een zeer sterke proefopzet zou de proef hierdoor vermoedelijk mislukt geweest zijn. Thans was het mogelijk tot zeer betrouwbare conclusies te komen.

Wat het probleem zelf betreft, stalmest in voor of najaar bij bouwland, is de literatuur zeer beperkt. FERWERDA (1951) vermeldt slechts één (Deense) serie, welke in vraagstelling met die van Pr 1577 overeenkomt. Hier leverde najaarsstalmest op 3 verschillende proefstations (bij hakvruchten) resp. 52–60–83% van de opbrengst, die met voorjaarsstalmest verkregen werd. Het betreft hier echter de totale werking van stalmest en niet uitsluitend – of althans in overwegende mate – de stikstofwerking, terwijl bovendien de waarde van ongelijke hoeveelheden, maar ontstaan uit gelijke hoeveelheden uitgangsmateriaal na ongelijke bewaringsperioden werden nagegaan. CREMER (1952) bespreekt een vergelijkbare Nederlandse proef (O.B. 3254) waar bij compensatie van P en K, in december ondergeploegde stalmest 10% minder opbrengst gaf dan in het voorjaar ondergeploegde, beide bij giften van 30 ton/ha (gewas haver). Meer proeven met vergelijkbare objecten werden niet aangetroffen. Beide genoemde gevallen wijzen op uitspoelingsverliezen gedurende de winter, maar zeggen verder niets over de grootte der beschikbare stikstofhoeveelheden en de wijze van opnemen daarvan. De in deze publikatie te behandelen proef geeft hierin inzicht.

De voorgaande publikaties in deze serie (zie de literatuurlijst) worden steeds aangeduid met I, II en III.

II. ONDERZOEK 1955 (PR 1577)

1. BESCHRIJVING VAN DE PROEF

Doel van de proef was de vergelijking van het stikstofeffect van stalmest bij aanwendig in voor- en najaar.

Proefveldhouder was de heer F. GOOSSENS, boerderij „de Schipborg" te Schipborg.

Op 1 december 1954 werd een gemiddeld grondmonster van de gehele proef genomen voor analyse:

pH-KCl	5,–	P-getal	2,–
Gloeiverlies . . .	4,7	P-citr.	47
Afslibbaar . . .	5	K-getal	15
Fijn zand	13	MgO (0,001%) .	36
Grof zand . . .	77		

Aanvankelijk werd op grond van de voorafgaande proeven met stalmest gemeend, dat bij de wederom gekozen sterke proefopzet deze bemonstering voldoende was als karakterisering van de gesteldheid van de grond, en dat de aanwezige bodemverschillen door de proefopzet opgevangen zouden worden. Al spoedig bleken er aanmerkelijke bodemverschillen te zijn, die zich duidelijk uitten in de stand van het gewas, wat vooral het geval was in de reactie op de grote droogte, die in een groot deel van verslagjaar heerste. Er werd dus besloten na afloop van de proef nog een bemonstering per veldje toe te passen. De resultaten zijn in tabel 1a opgenomen.

TABEL 1a. Uitkomsten van het grondonderzoek

	Veldjes			Rijen (6 v.)		Kolommen (16 v.)		Objecten (16 v.)	
	Gem.	Laagste	Hoogste	Laagste	Hoogste	Laagste	Hoogste	Laagste	Hoogste
pH-KCl	5,08	4,67	5,34	4,95	5,15	5,00	5,15	4,90	5,21
Gloeiverlies[1] . .	4,8	3,4	6,6	4,5	5,6	5,–	5,6	4,4	5,2
Zand totaal[2] . .	89,8	84,5	93,6	88,5	91,1	88,6	91,–	87,8	91,1
Zand grof[3] . .	74,5	69,1	79,2	72,4	76,5	72,3	77,1	72,7	76,3
Afslibbaar[4] . .	5,4	2,6	9,8	4,4	6,–	5,–	5,8	4,1	7,4
P-citr.[5]	57	46	68	54	60	51	64	54	60
K-getal[6] . . .	23	16	34	20	26	22	25	19	28
	Plots – Parzellen			*Rows – Reihen (6 plots – Parz.)*		*Columns – Kolonnen (16 plots – Parz.)*		*Objects – Objekte (6 plots – Parz.)*	
	Mean Mittel	*lowest niedrigste*	*highest höchste*	*lowest niedrigste*	*highest höchste*	*lowest niedrigste*	*highest höchste*	*lowest niedrigste*	*highest höchste*

[1] *Loss on ignition – Glühverlust.*
[2] *Total sand – Sand, Gesamtmenge.*
[3] *Coarse sand – Grobsand.*
[4] *< 16 u.*
[5] *P_2O_5-citric acid – P_2O_5-Zitronensäure.*
[6] *K_2O in 1/1000% extracted with 0.1 n HCl and corrected for humus content – K_2O in 1/1000%. 0.1 n HCl-Extrakt und korrigiert nach Humusgehalt.*

TABLE 1a. *Results of the soil test*
TABELLE 1a. *Ergebnisse der Bodenuntersuchung*

Er blijken inderdaad verschillen van betekenis aanwezig te zijn, en wel enerzijds in gloeiverlies, grof zand en afslibbaar, anderzijds in P-citr, K-get. en in mindere mate pH. Deze verschillen zijn tussen de kolommen (gemiddelden van 16 veldjes) vrijwel even sterk als tussen de rijen (6 veldjes, waarvan één in elke kolom). Tussen de objecten, eveneens met 6 veldjes, waarvan één in elke kolom, maar ongelijk over de rijen verdeeld, zijn de verschillen groter dan tussen de rijen. Hoewel het proefveld onregelmatig is, is de onregelmatigheid grillig en in de objecten (evenals in de rijen) reeds vrij goed opgevangen. Nog meer is dit het geval in de 3 series, waarin hier gewerkt werd (tabel 1b).

TABEL 1b. Uitkomsten van het grondonderzoek

	Gem.	0-Object	Serie A	Serie B	Serie C
pH-KCl	5,08	5,05	5,09	5,11	5,07
Gloeiverlies[1]	4,8	4,7	5,1	4,7	4,9
Zand totaal[2]	89,8	90,4	90,4	89,7	88,9
Zand grof[3]	74,5	75,2	74,1	74,8	74,6
Afslibbaar[4]	5,4	4,8	4,7	5,4	6,2
P-citr.[5]	57	57	56	57	58
K-getal[6]	23	28	23	22	24
	Mean *Mittel*	*blank control* *Kontrolle*	*series A* *Serie A*	*series B* *Serie B*	*series C* *Serie C*

[1-6] *For explanation see notes with* TABLE 1 – *zur Erläuterung siehe Anmerkungen zu* TABELLE 1.

TABLE 1b. *Results of the soil test*
TABELLE 1b. *Ergebnisse der Bodenuntersuchung*

Behalve deze analyse per veldje werd een profielonderzoek verricht, daar de verschillen in stand schenen samen te hangen met verschillen in profielbouw. Dit onderzoek werd verricht op 4–10–55. Begonnen werd met het graven van een kuil tot ca. 1 m diepte om een algemene indruk van de profielopbouw van het proefterrein te verkrijgen. In deze kuil is nog geboord tot ca. 1,50 m diepte. Op deze diepte werd lemig zand en grondwater aangeboord. Vervolgens zijn boringen per veldje verricht en wel op ieder veldje in het midden van de derde rooistrook (waarover later). De afzonderlijke lagen zijn geclassificeerd. Het bleek, dat de profielopbouw op het proefveld inderdaad grote verschillen vertoonde, vaak tussen opeenvolgende veldjes en bij enkele proefboringen, zelfs binnen de veldjes. Deze verschillen moeten in de eerste plaats toegeschreven worden aan de wijze van ontginning van dit perceel. Dit is hier zo gebeurd, dat men de hoogten afgegraven en de laagten opgevuld heeft. Men kon dit hier met enig recht doen omdat de hoogteverschillen vrij gering geweest zijn en het een lage heidegrond van vrij behoorlijke kwaliteit betrof. Het oorspronkelijke uitgangsmateriaal is dekzand. Aangenomen mag worden, dat als gevolg van verschillen in hoogteligging, verschillen in watervoorziening zijn ontstaan en daardoor een plaatselijk verschillend plantendek, resulterende in verschillende humusvorming. In de laagten heeft enige veenvorming plaatsgehad en hier en daar heeft bos gegroeid, wat

aan de kleur van de ondergrond nog te zien is. De grote verschillen in profielopbouw zijn hier echter door de ontginning ontstaan. Op de afgegraven plaatsen kreeg men door verwijdering van de humushoudende bovengrond een zeer humusarme bouwvoor. Hoewel deze verschillen in de loop der cultuurperiode (ca. 50 j.) door de grondbewerkingen en de uniforme behandeling enigszins genivelleerd zijn, zijn zij thans met het blote oog nog waarneembaar aan de kleur van de grond. De *verstuivingsverschijnselen* die in het voorjaar van 1955 op dit proefveld zijn waargenomen, bleken met dit *verschil* in *humusgehalte* samen te hangen.

Er is echter nog een andere oorzaak waardoor de afgegraven plekken, vooral in deze droge zomer, ongunstig afstaken tegen de rest van het proefveld. Deze is daarin gelegen dat men hier onder de bouwvoor direct de C-laag aantreft en deze C-laag plaatselijk sterk verkit is door ijzerafzettingen, hier en daar zelfs zo sterk dat deze een moeilijk doorboorbare laag vormen. Deze *ijzerafzettingen* zijn zeer plaatselijk, doch het is duidelijk dat zij, waar zij dicht onder de bouwvoor worden aangetroffen, mede verantwoordelijk gesteld moeten worden voor de in deze zomer hier en daar waargenomen *verdrogingsverschijnselen*. De oorspronkelijke laagten in het terrein hebben een veel gunstiger profielopbouw dan de hoogten, hoewel ook hier aan een systematische opbouw van het juiste profiel geen aandacht geschonken is en men de grilligste overgangen op korte afstanden kan waarnemen.

Het proefterrein was dus niet ideaal. Bij een minder geperfectioneerde proefopzet zouden de uitkomsten dan ook onbruikbaar geweest zijn. De proefopzet heeft echter de situatie gered; niettemin is het zonder meer duidelijk, dat de beschreven ongelijkmatigheid de variantie en daarmede de proefveldfout heeft vergroot en de betrouwbaarheid der uitkomsten verkleind. Gelukkig was dit laatste zoals blijken zal, niet in die mate het geval dat er geen uitkomsten meer betrouwbaar vast te stellen waren.

Het doel van de proef, bij het gewas aardappelen na te gaan de N-werking en de invloed op de opbrengst in de opeenvolgende groeistadia van stalmest toegediend op verschillende tijdstippen nl. herfst en voorjaar, bracht mee dat de stalmesten van verschillende ouderdom waren. Er moest nl. aansluitend bij praktijkgewoonten in najaar 1954 stalmest gegeven worden van de produktie winter 1953–1954 en in voorjaar 1955 stalmest van winter 1954–1955. Eerstgenoemde „oude" stalmest was dus in de hoop gebroeid van winter 1953–1954 tot najaar 1954 en bevond zich gedurende de periode 1954–voorjaar 1955 in de grond, terwijl de „jonge" stalmest korte tijd vanaf haar produktie in de winter 1954–1955 aan de hoop zat en werd toegediend bij het voorjaarsploegen. Ten einde daarbij ongelijkheid in grondbewerking te vermijden, werd de proef 2 × geheel geploegd, dus in najaar 1954 ook de veldjes die de stalmest voorjaar 1955 kregen, en omgekeerd. In het najaar werd licht geploegd om de oude stalmest onder te brengen en in het voorjaar normaal, na de toediening van de jonge stalmest. De grond waarop de proef werd genomen liet deze grondbewerkingen zonder bezwaar toe.

Beide stalmestsoorten kwamen van hetzelfde bedrijf, zodat met enig optimisme mag worden aangenomen, dat de samenstelling op het tijdstip van de produktie overeenkwam, en alleen in het geding zijn verschillen in broeitijd en tijd van aanwending. Deze beide invloeden zijn bij de gegeven opzet niet te scheiden. Hiertoe had najaars-

stalmest moeten worden bevroren om als aparte serie te worden opgenomen, nl. voorjaarstoediening van najaarsstalmest. Bevriezen is echter bij de benodigde hoeveelheid niet uitvoerbaar. Bovendien zou een serie meer de proef te groot gemaakt hebben. En ten slotte maakte deze scheiding geen deel uit van de probleemstelling van deze proef.

Teneinde de N-werking te kunnen vaststellen, werden er getrapte hoeveelheden van stalmest bij najaars- en bij voorjaarsaanwending en van kunstmest-N gegeven, waarbij de stalmestseries geen kunstmest-N kregen en de kunstmest-N-serie geen stalmest. Voor het met voldoende zekerheid vaststellen van een stalmest- of N-curve werden als uiterste minimum 5 trappen nodig geacht. Als hoogste trap werd voor stalmest 60 ton en voor N 160 kg genomen. Zo ontstonden 13 objecten:

Serie	A Najaar			B Voorjaar			C Kunstmest		
trap 1 obj. no.	1	0 stm	0 N	(1)	0 stm	0 N	(1)	0 stm	0 N
2	2	15 „	„	7	15 „	„	12	„	40 „
3	3	30 „	„	8	30 „	„	13	„	80 „
4	4	45 „	„	9	45 „	„	14	„	120 „
5	5–6	60 „	„	10–11	60 „	„	15–16	„	160 „

De 3 series hadden het object 0 stalmest 0 N gemeen. Dit object werd dus gesteund door de andere waarnemingen in de 3 series en behoefde maar eenmaal voor te komen. Met de 5e trap van elk van de series is het anders. Deze werd slechts gesteund door de eigen serie, en wel voornamelijk door trap 4. Hier was dus voor de opbrengstbepaling een dubbel aantal herhalingen gewenst en voor het gewasonderzoek dubbele monsters. Deze objecten kwamen dan tweemaal voor, en kregen ook twee objectnummers om verwarring bij de behandeling uit te sluiten en de veldjes, waaruit elk monster moest worden genomen, goed over de veldjes te kunnen verdelen. De series zelf bieden bij deze opzet onderling geen vereffeningsmogelijkheid, daar zij los van elkaar staan. De vereffeningsmogelijkheden waren gelegen enerzijds binnen de serie en anderzijds in de tijd door de opeenvolgende rooiingen.

Er vonden 7 rooiingen plaats, en wel 17/7; 1, 15, 29/8; 12, 26/9 en 10/10, d.i. tussen de 1e en de 2e 15 dagen en verder steeds met een interval van 14 dagen. Per rooiing per veldje werden 12 (oorspronkelijke) stammen gerooid, gelegen in 2 rijen van 6. Tot aan de 5e rooiing werd tussen 2 opeenvolgende rooiperceeltjes een rij overgeslagen met het oog op het weer uitlopen na het maken van een hiaat, dus om randwerking tegen te gaan. Tussen de 3 laatste rooiperceeltjes was dit niet meer nodig. Met de tussenrijen besloeg het te rooien gedeelte van ieder veldje aldus 6 × 18 plantplaatsen. In de bewerkingsrichting werd dit gedeelte omgeven door een dubbele, en loodrecht daarop door een enkele randrij; het gehele veldje besloeg op deze wijze 10 × 20 plantplaatsen.

Er werd dus volstaan met 7 maal te bemonsteren, te beginnen met medio juli. Dit aantal van 7 en het tijdstip van midden juli zijn gekozen om de volgende redenen:

a. De typische stalmest- en kunstmestinvloeden treden pas op ± 2 weken nadat de loofopbrengst het maximum heeft bereikt en dit vindt als regel niet plaats vóór midden juli. Het verloop tot aan de maximale loofontwikkeling was thans voldoende bekend en kon worden weggelaten.

b. Veel bemonsteringen betekenen: groot proefoppervlak (veel werk, meststoffen en pootgoed), veel reizen, veel daguren en veel gewasonderzoek. Een zekere beperking moet dus steeds worden nagestreefd.

c. Voor het met voldoende zekerheid vaststellen van de groeicurve na medio juli werden 7 punten wel voldoende geacht. Per object werden per rooiing 72 stammen geoogst. Dit betekent bij een normale proeffout van 25% per stam, een middelbare afwijking van het objectgemiddelde van 3%, zodat verschillen tussen 2 objectgemiddelden ruim 8% moeten bedragen om betrouwbaar te kunnen worden vastgesteld. Door vereffening kan uiteraard een beter resultaat worden verkregen, maar dit is bij de in dit soort proeven gangbare verschillen ook wel noodzakelijk. De 72 stammen per object werden verdeeld over 6 veldjes. Per veldje 12 stammen is iets meer dan in vorige proeven, maar voordeliger met het oog op de uit te sparen tussenrijen (en dus het oppervlak der proef)! Voor gewasonderzoek werd 1 monster per object genomen uit de veldjesmonsters.

De 16 objecten in 6 herhalingen (96 veldjes) werden gelegd in een Youden Square. Het proefschema is plan 13.9 uit „COCHRAN and COX, Experimental Designs", na verloting van rijen, kolommen en objecten. Iedere kolom veldjes vormt daarin een volledige herhaling. De subveldjes van 12 stammen werden binnen iedere strook in elkaars verlengde gelegd om te voorkomen dat het nog niet geoogste gewas zou moeten worden doorschreden. Om voor de beoordeling een gesloten gewas over te houden, werd de volgorde van deze stroken niet verloot, maar per strook beurtelings van links naar rechts of van rechts naar links genomen.

Het plantverband was 50 × 50 cm. De afmetingen der veldjes werden daardoor 5 × 10 en die der gehele proef 80 × 60 m.

De stalmest in de beide series werd toegediend resp. 1-12-1954 en 30-3-1955, de aanvullende minerale bemesting in de gehele proef 12-4-1955. De gebruikte stalmest was afkomstig van het bedrijf van de heer NIJHOF te Ten Boer. Enige analytische gegevens zijn in tabel 2 vermeld.

TABEL 2. Analyse van de stalmest

	Najaar – *Herbst – Autumn*	Voorjaar – *Frühjahr – Spring*
N totaal[1]	0,50	0,60
P_2O_5 (min.)[2]	0,35	0,35
K_2O (water)[3]	0,35	0,40
CaO (min.)[2]	0,5	0,4
Vocht (140°)[4]	81,7	80,9
Gloeiverlies (ex CO_2 en vocht)[5]	13,2	14,8
Cellulose	3,6	3,7

[1] *Total nitrogen – gesamter Stickstoff.*
[2] *Inorganic – mineralisch.*
[3] *Soluable in water – wasserlöslich.*
[4] *Moisture determined at 140°C – Feuchtigkeit bestimmt bei 140°C.*
[5] *Loss on ignition exclusive of CO_2 and moisture – Glühverlust ausser CO_2 und Feuchtigkeit.*

TABLE 2. *Analysis of farmyard manure*
TABELLE 2. *Analyse des Stallmistes*

Aan minerale bemesting werd gegeven:

Stalmest	P_2O_5 als sup	K_2O als zk	MgO als mgsf
0	120	300	100
15	90	225	100
30	60	150	100
45	30	75	100
60	–	–	100

Beide stalmesten werden, omdat geen gegevens voorhanden waren welke een andere werkwijze zouden voorschrijven, gelijk gecompenseerd, en wel met 2 kg P_2O_5 en 5 kg K_2O per ton stalmest. Kali is dus mogelijk te sterk gecompenseerd, in welk geval de stalmesttrappen te weinig kali hebben gekregen. Met het oog op het o.w.g. is het van belang dit te constateren. Indien echter de w.c. van stalmestkali 120 zou bedragen, zoals herhaaldelijk is gevonden, dan zou de voorjaarsstalmest juist gecompenseerd zijn. Omdat van de najaarsstalmest kali kan zijn uitgespoeld, is hier de kans groter dat te weinig kali is gegeven. Het fosfaat is indien de w.c. 70 zou bedragen juist gecompenseerd.

Het proefgewas was wederom aardappelen, ras *Voran E 40/45* afkomstig van de klei, ongekiemd. Gepoot werd 12 en 13 april, opkomst omstreeks 16 mei. Vanaf het opkomen tot eind mei hadden de aardappelen door grote koude een zeer trage ontwikkeling. Later werden zij geremd door grote droogte.

In de eerste week van juni werd zichtbaar dat het gewas op de najaarsstalmest achterbleef bij dat met voorjaarsstalmest, wat op zijn beurt weer achterstond bij de kunstmestserie.

Fytophthora werd krachtdadig bestreden.

2. De kleur van het loof

In fig. 1 is de kleur van het loof weergegeven. Stalmest gaf enige kleurinvloed te zien, zij het een zwakke. Tussen de beide stalmestseries bestond in dit opzicht vrijwel geen verschil. De weergegeven kleur is het gemiddelde van 2 door dezelfde persoon verrichte waarnemingen, nl. op 1/7 en op 19/7. Deze zijn tezamen genomen omdat de verschillen niet aanzienlijk waren. Er valt te vermelden dat van de 1e tot de 2e waarneming de slecht van stikstof voorziene objecten in kleur achteruitgingen (het 0-object b.v. 4,7 tot 2,5) en dat het kleine voordeel van voorjaars- boven najaarsstalmest slechts bij de 1e bestond en bij de 2e verdwenen was.

3. Het knolgewicht

In knolopbrengst (fig. 2) ligt het 0-object vrij laag, maar het blijft tot in oktober, zij het zwak, stijgen. Op kas daarentegen is de reactie zeer sterk, zodat op de hoogste trap een opbrengst van 465 q wordt verkregen, of wel een opbrengstverhoging ten opzichte van het 0-object van 250 q of met 125%! Het teruglopen van de opbrengst

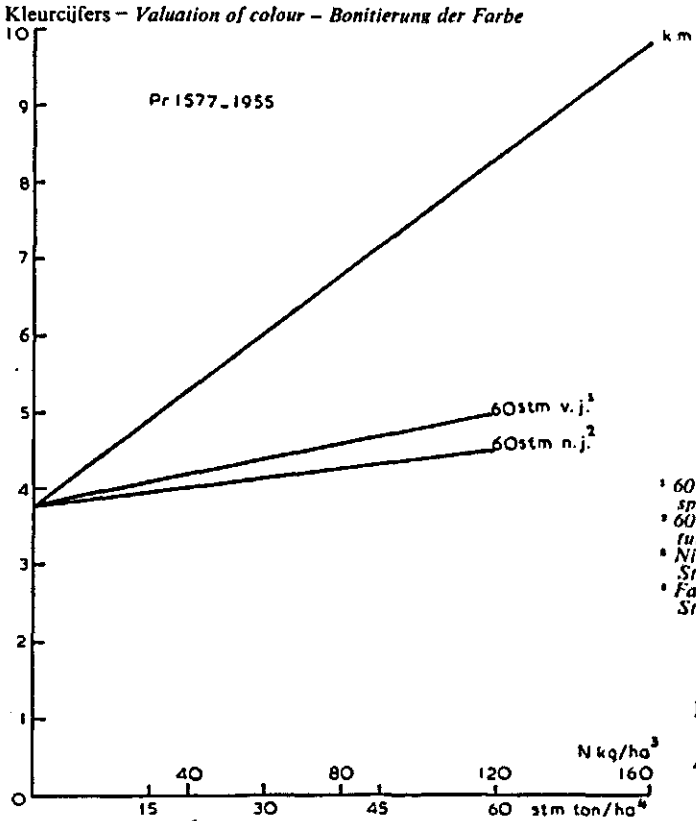


FIG. 1. Invloed van stikstof op loofkleur

[1] *60 tons of farmyard manure in spring-60 t Stallmist im Frühjahr.*
[2] *60 tons of farmyard manure in autumn-60 t Stallmist im Herbst.*
[3] *Nitrogen in kgs/hect. Stickstoff in kg/ha.*
[4] *Farmyard manure in tons/hect. Stallmist in t/ha.*

FIG. 1. *Influence of nitrogen on leaf colour*

ABB. 1. *Einfluss des Stickstoffes auf die Krautfarbe*

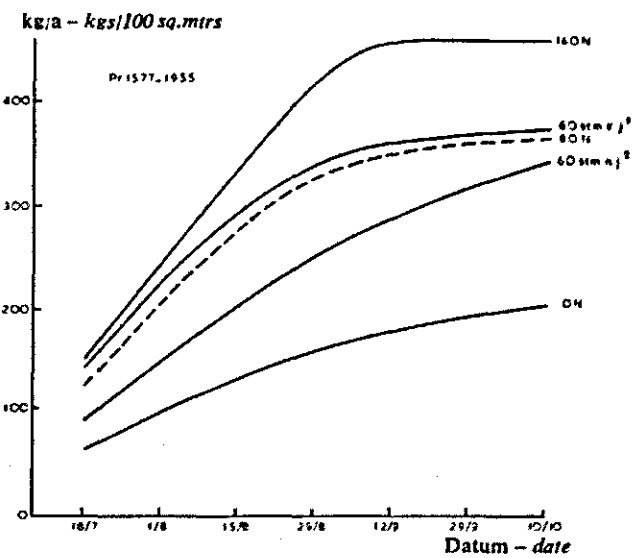


FIG. 2. Verloop van de knolopbrengst

[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 2. *Trend of tuber yield*

ABB. 2. *Verlauf des Knollenertrags*

in de latere stadia bij de lagere N-trappen, zoals in vorige proeven werd geconstateerd, treedt hier niet op. De aanwas van de knollen is na de 1e week van september afgelopen. De najaarsstalmest gedraagt zich als het 0-object maar op een hoger niveau, de voorjaarsstalmest als de kas doch op een lager niveau. Uiteindelijk bereiken beide stalmestseries een opbrengst die niet veel, nl. slechts 30 q, uiteenloopt (resp. 350 en 380 q).

Het opbrengstverloop wijst erop dat najaarsstalmest stikstof levert welke te vergelijken is met bodemstikstof. Bij voorjaarsstalmest is dit in dit jaar niet het geval: deze gedraagt zich precies gelijk aan minerale stikstof. Ter demonstratie is het object 80 N in fig. 2 aangebracht; dit loopt volledig parallel met 60 ton voorjaarsstalmest. Men krijgt dus de indruk dat de voorjaarsstalmest dit jaar slechts die stikstof heeft kunnen leveren welke reeds in gemineraliseerde vorm aanwezig was en dat nalevering niet heeft plaatsgehad. Mogelijk is de droge zomer niet gunstig geweest voor de omzettingen van de voorjaarsstikstof. Zoals wij later zullen zien (fig. 14), is de N-levering door 60 ton voorjaarsstalmest en door 80 kg kas-N inderdaad vrijwel even hoog en in gelijk tempo verlopen. Dit betekent dat 1 ton van deze stalmest in werking gelijk staat aan 1,5 kg N als kas, terwijl er 6 kg N aanwezig was. Dit wijst op een onveranderlijke w.c. van 24. Inderdaad is de w.c. voor de knolopbrengst (zie § 11) vrijwel constant (rond 27). De voorjaarsstalmest heeft dus in tegenstelling met de najaarsstalmest geen verdere mineralisatie, althans geen verdere opname van N gegeven. Het blijft op deze plaats onopgelost hoe het komt dat de humus en de najaarsstalmest wel door konden gaan met stikstoflevering, terwijl de voorjaarsstalmest, onder precies gelijke weersomstandigheden, dit niet deed. Bij de najaarsstalmest was dit zelfs in die mate het geval dat deze uiteindelijk in knolopbrengst, zowel als in totale N-levering bijna gelijk werd aan de voorjaarsstalmest, hoewel veel lager begonnen werd. De najaarsstalmest vertoont dan ook een sterk stijgende w.c. voor de knolopbrengst, die ten slotte vrijwel gelijk wordt aan die van voorjaarsstalmest.

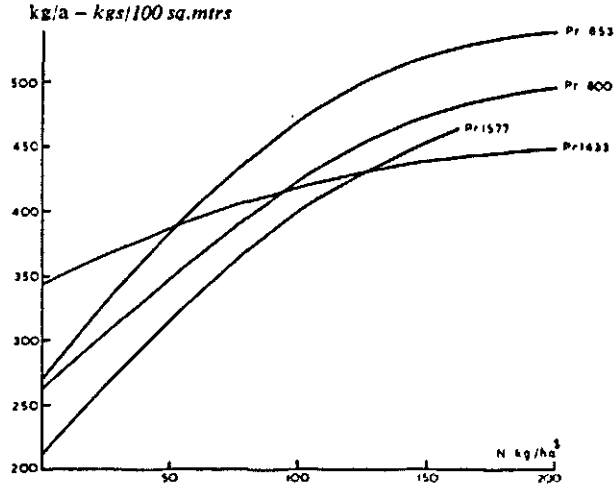
In de eindopbrengst staat 1 ton najaarsstalmest gelijk aan 1,15 kg N uit kas en 1 ton voorjaarsstalmest aan 1,5. De werkingscoëfficiënten zijn dus in dit opzicht 23 en 25. Beide zijn laag. Het stikstofeffect als zodanig is echter sterk. In fig. 3 is het uitgezet in vergelijking met voorgaande proeven.[1] De opbrengst van het 0-object is de laagste van alle opgenomen proeven. De stijging onder invloed van N (de helling van de krommen) is in 3 gevallen vrijwel gelijk; slechts Pr 1433 is een proef (een jaar) met zeer gering stikstofeffect. Dit laatste is een feit waarmee bij de vergelijking met de uitkomsten van Pr 1433 (II) rekening moet worden gehouden.

4. Zetmeelopbrengst en -gehalte

Voor de zetmeelopbrengst (fig. 4) gelden soortgelijke opmerkingen als voor de knolopbrengst. In tegenstelling met Pr 1433 blijft de zetmeelopbrengst bij kunstmest- en voorjaarsstalmeststikstof niet tot het eind toe stijgen, maar is deze stijging eind

[1] Pr 853 in 1942, Pr 800 in 1952, Pr 1433 en Pr 1577 in 1954.

FIG. 3. Invloed van stikstof op knolopbrengst in verschillende jaren



[3] *See note 3 with* FIG. 1.
Siehe Anmerkung 3 zu ABB. 1.

FIG. 3. *Influence of nitrogen on tuber yield in different years*
ABB. 3. *Einfluss des Stickstoffes auf den Knollenertrag in verschiedenen Jahren*

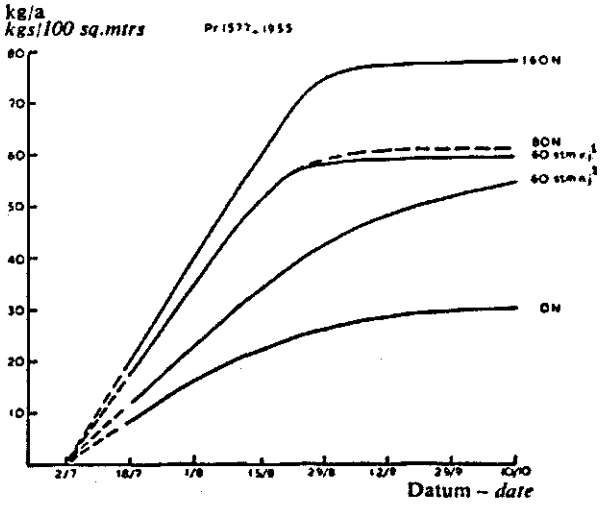


FIG. 4. Verloop van de zetmeelopbrengst

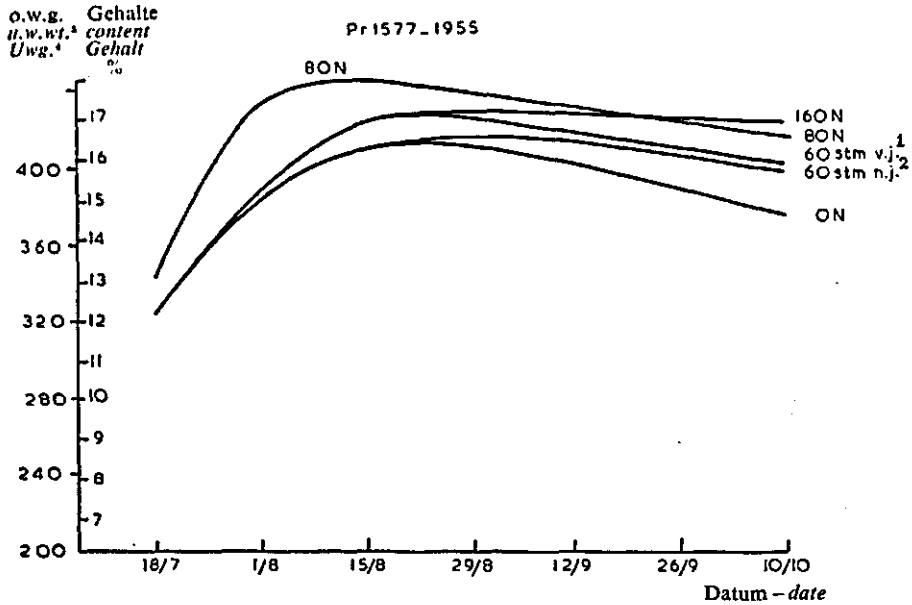
[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 4. *Trend of the farina content*
ABB. 4. *Verlauf des Stärkegehaltes*

augustus afgelopen. Bij 0 N en bij najaarsstalmest gaat de stijging tot het einde door. In zetmeelopbrengst zijn 60 ton voorjaarsstalmest en 80 kg N als kas praktisch geheel gelijk.

In zetmeelgehalte zijn 80 N en 60 stalmest voorjaar niet gelijk. Het zetmeelgehalte (fig. 5) vertoont na de omslag bij alle objecten een lichte daling behalve bij 160 N waar het constant blijft. Het object 80 N loopt aanvankelijk hoog op maar begint daarna te dalen, zodat het lager eindigt dan 160 N. De objecten 0 N en de najaarsstal-

FIG. 5. Verloop van het zetmeelgehalte (o.w.g.)



[1], [2] *See notes with* FIG. 1 – *siehe Anmerkungen zu* ABB. 1.
[3] *under water weight.*
[4] *Unterwassergewicht.*

FIG. 5. *Trend of the farina content (u.w.wt.)*
ABB. 5. *Verlauf des Stärkegehaltes (Uwg.)*

mestobjecten vallen samen tot aan het omslagpunt; daarna wordt de teruggang door stalmest vertraagd. Hetzelfde is het geval met 160 N en 60 stalmest voorjaar; bij het laatste object daalt het gehalte na het omslagpunt. De beschreven gedragingen van het o.w.g. verklaren de kleine verschillen tussen fig. 2 en fig. 4.

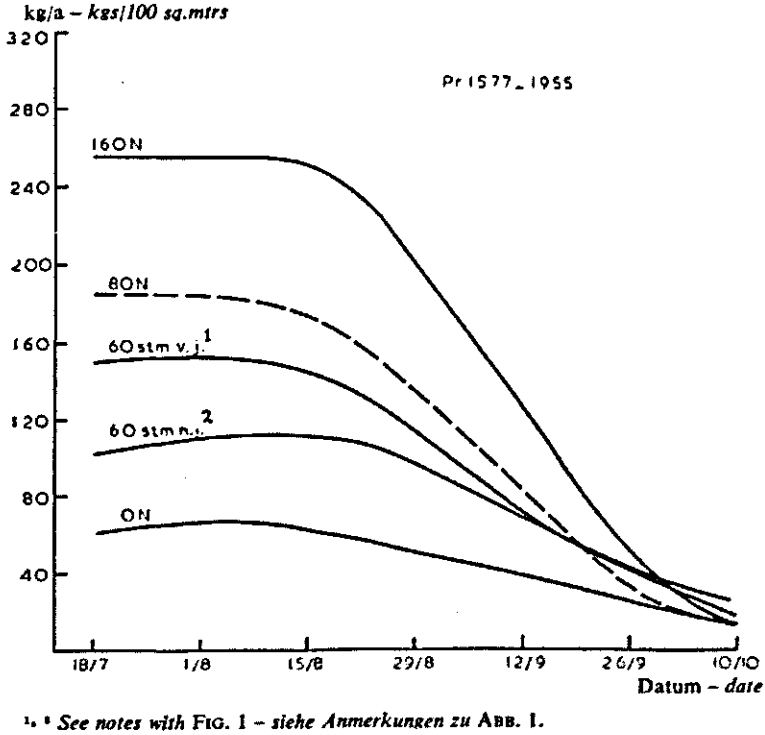
Opvallend is dat het o.w.g. dit jaar door stalmest verhoogd wordt t.o.v. het 0-object, terwijl het anders er steeds door wordt verlaagd. Men zou geneigd zijn dit toe te schrijven aan de hier plaats gehad hebbende onvolledige kalicompensatie (zie § 1), ware het niet dat ook in de kasserie het o.w.g. is verhoogd. Wat hiervan de oorzaak is, is niet na te gaan. Zeker niet het feit dat het o.w.g. zich op een laag niveau zou bewegen, dat slechts voor verhoging vatbaar was. Omstreeks het omslagpunt lag het vrijwel op hetzelfde niveau als in Pr 1433 en 1510. Indien ook dit verschijnsel met het droge karakter van de zomer zou samenhangen, is het mechanisme van dit verband niet te doorzien.

5. De loofopbrengst

De loofontwikkeling (fig. 6) vertoont wederom een gelijk ritme voor alle objecten maar op verschillend niveau. Evenals in Pr 1510 (III) is de top veel breder dan in Pr 1433 (II), maar voor overeenkomstige objecten ook veel lager, zelfs lager dan in Pr 1510.[1] Het trager afsterven van de stalmestobjecten, zich uitende in het elkaar snijden van de lijnen in fig. 6, komt nog wel tot uiting, maar nog later dan in Pr 1510, waar het reeds veel later viel dan in Pr 1433. De loofhoeveelheid bij najaarsstalmest ligt lager dan die bij voorjaarsstalmest, maar door tragere afsterving worden zij uiteindelijk gelijk. Ook in loofhoeveelheid ligt 80 N hoger dan 60 ton voorjaarsstalmest maar in tegenstelling met het zetmeelgehalte, lager dan bij 160 N. Deze verschillen hangen op ingewikkelde wijze samen met de loofefficiëntie en met de knolgrootte.

De loofopbrengsten in fig. 6 lopen van 96 tot 180 dagen na het poten. De daling van het loofgewicht zet in omstreeks 120 dagen na het poten. In Pr 1510 (III) was dit het geval na 110 dagen en in Pr 1433 II na 95. Dus hoe hoger de top hoe sneller de

Fig. 6. Verloop van de loofopbrengst



[1], [2] *See notes with* Fig. 1 – *siehe Anmerkungen zu* Abb. 1.

Fig. 6. *Trend of the haulm yield*
Abb. 6. *Verlauf des Krautertrags*

[1] Zie voetnoot op bladzijde 14.

daling inzet. WILLFARTH en WIMMER (1906) vermelden de volgende loofhoeveelheden in kg droge stof per ha:

Dagen na poten	50	79	112	160
kg droge stof in loof . . .	1058	1787	2723	1896

Tot aan 112 dagen steeg de loofhoeveelheid zeer snel. Door de lange intervallen tussen de rooiingen is niet te zien waar de daling inzet; vermoedelijk valt zij later dan 112 dagen na het poten. In deze loofhoeveelheden zijn de wortelgewichten inbegrepen, doch zoals nog ter sprake zal komen, maakt dit slechts een gering verschil.

Naast deze veldproef vermelden WILLFARTH en WIMMER ook nog een potproef. Hier wordt de pootdatum niet vermeld. Uit de loofhoeveelheid bij de 1e rooiing, die slechts 1/5 bedraagt van die bij de 3e – welke de hoogste is – is af te leiden dat de 1e zeer kort na de opkomst valt; dit volgt ook uit de data en uit het knolgewicht bij de 1e rooiing. Indien aangenomen mag worden dat de pootdatum dezelfde is als in de veldproef, zou de 1e rooiing 45 dagen na het poten vallen (x dagen). De opbrengst in g droge stof in loof (incl. wortels) bedoeg:

Dagen na poten	x	x + 18	x + 56	x + 84
Droge stof	13,26	41,50	64,04	41,95

De daling zet waarschijnlijk in tussen x + 56 en x + 84 dagen dus vermoedelijk tussen 100 en 130 dagen na het poten.

RAMSAY en ROBERTSON (1917) vermelden de droge stof per plant in g, en voor loof en wortel gescheiden.

Dagen na planten	43	68	99	134
Droge stof in loof	49,41	158,90	219,50	213,00
„ „ „ wortel	6,29	14,32	15,31	10,70
Idem loof + wortel.	55,70	173,22	234,81	223,70
Wortel in % van totaal . . .	11,3	8,3	6,5	4,8

Na 134 dagen is de stijging van het loofgewicht afgelopen en mogelijk reeds na 99, daar de stijging van de 2e tot de 3e rooiing ook slechts zwak is vergeleken bij de daaraan voorafgaande. Ook het wortelgewicht daalt tussen de 3e en de 4e rooiing. In procenten bedraagt de wortelhoeveelheid van de totale droge stof (excl. poter en knollen) aanvankelijk meer dan 10, teruglopende tot minder dan 5. In de jeugdstadia kan het weglaten van de wortels dus vertekening geven; wanneer deze, zoals in Pr 1577 gedaan is, geheel worden overgeslagen en eerst 96 dagen na het poten met rooien begonnen wordt, speelt dit geen grote rol meer.

CARPENTER (1957) geeft de in fig. 46 weergegeven ontwikkeling. Hij is nog niet aan de daling van de loofhoeveelheid toe, maar te zien is dat 95 dagen na het poten, of zeer kort daarna, het maximum bereikt is. De groei van het loof is een typische s-kromme, zoals ook in de eigen onderzoekingen werd vastgesteld.

In alle beschreven proeven groeit het loof (incl. het wortelstel) tot 3 à 4 maanden na het poten. Tot nog toe is evenwel in de eigen onderzoekingen binnen elk geval voor *alle* objecten hierin volkomen gelijkheid gevonden, zowel in die gevallen waarin het

maximum een scherpe top vormt, als in die waarin het sterk afgeplat is. De teruggang van het loof wordt steeds minstens geëvenaard en meestal zelfs overtroffen door de stijging van het knolgewicht, en dit tot in een zeer laat stadium. In de eigen onderzoekingen was dit steeds het geval en in de boven aangehaalde gevallen uit de literatuur eveneens; de totale produktie aan droge stof bedroeg hier nl.:

Rooiing	1	2	3	4
WILLFARTH, veldproef kg/ha	1134	4047	7927	9805
„ potproef g/pl	13,38	58,94	181,02	204,28
RAMSAY & ROBERTSON g/pl	59,14	320,32	587,16	647,10
CARPENTER (zie FIG. 46) kg/ha	461	1903	4482	4716

In het laatste geval zijn de aantallen dagen na poten van de 4 vermelde rooiingen resp. 35–55–75–95.

Tijdens het afsterven van het loof neemt dus het knolgewicht nog toe, als regel zelfs tot de laatste rooiing. KOHLER (1919) vermeldt afstervingscijfers:

Dagen na poten	58	65	72	81	88
Percentage dood loof	0	1	8	22	99
Knollen bu/acre	38,7	87,7	141,5	203,2	253,8

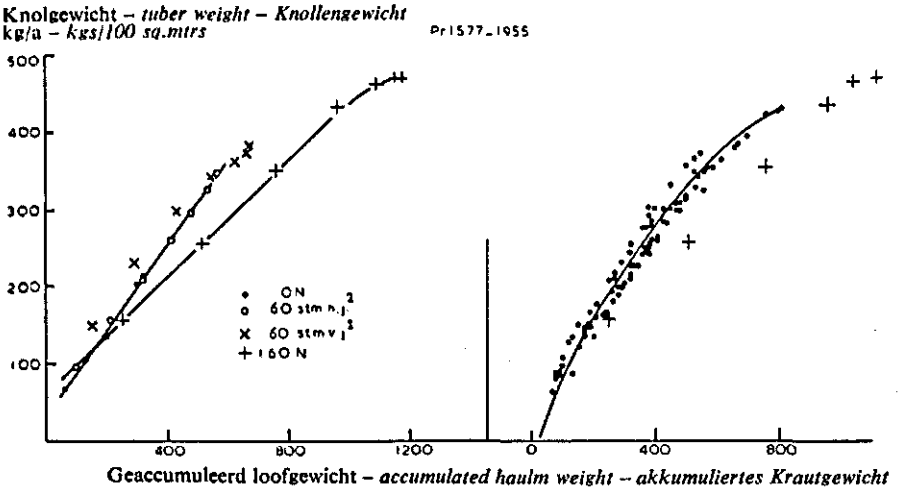
Hier is de afsterving zo abrupt dat dit niet meer als een normaal afstervingsbeloop beschouwd kan worden; dit geval is dus niet illustratief.

Evenals in de voorgaande gevallen wordt het geaccumuleerde loofgewicht uitgezet tegen het knolgewicht, zie fig. 7. Hierin blijkt dit jaar weinig onderscheid te bestaan tussen de series. Onbemest en najaarsstalmest vallen volledig samen in een rechte lijn, waarbij de stalmest een hoger loof- en knolgewicht bereikt. De voorjaarsstalmest valt iets buiten deze lijn, aanvankelijk iets erboven en verderop naar beneden afbuigende. De hoogste kastrap geeft als in de vorige proeven een wat geringere activiteit van het loof te zien; het verschil is thans echter maar zeer gering. Bovendien komt het in de kastrappen tot en met 120 N niet tot uiting. In fig. 7 zijn daarom nog eens alle objecten excl. 160 N per veldje uitgezet. Dan ontstaat een puntenzwerm waardoorheen een rechte lijn getrokken kan worden met een afbuiging aan het bovenéinde, of een zwak gebogen lijn door het gehele traject zoals in de figuur gedaan is. Het object 160 N, dat afzonderlijk is aangegeven, valt hier duidelijk buiten (aangetekend zij dat dit een der dubbel voorkomende objecten is, zodat deze punten zeer sterk staan). Gingen evenals in de vorige proeven de trappen tot aan 120 N, dan zou er dit jaar geen verschil van betekenis in loofintensiteit gevonden worden.

De resultaten over de 3 jaren waarin deze bepalingen verricht werden, zijn samengevat in fig. 8.[1] Voor Pr 1577 is dit slechts 1 lijn, nl. excl. 160 N. Het blijkt dat de assimilatie-intensiteit in de 3 jaren nogal uiteenloopt: het grootst was deze in Pr 1577 en het kleinst bij Pr 1510. Hoewel men geneigd zou zijn hier evenals bij de werkingscoëfficiënt enig verband met de levering van bodemstikstof te veronderstellen, blijkt dit niet uit de gevonden verhoudingen. De verklaring moet hier in het midden gelaten worden.

[1] Zie voetnoot op bladzijde 14.

FIG. 7. Verband tussen geaccumuleerd loofgewicht en knolgewicht



[1], [2] *See notes with* FIG. 1 – *siehe Anmerkungen zu* ABB. 1.

FIG. 7. *Relation between accumulated haulm weight and tuber weight*
ABB. 7. *Zusammenhang zwischen akkumuliertem Krautgewicht und Knollengewicht*

FIG. 8. Verband tussen geaccumuleerd loofgewicht en knolgewicht in verschillende jaren

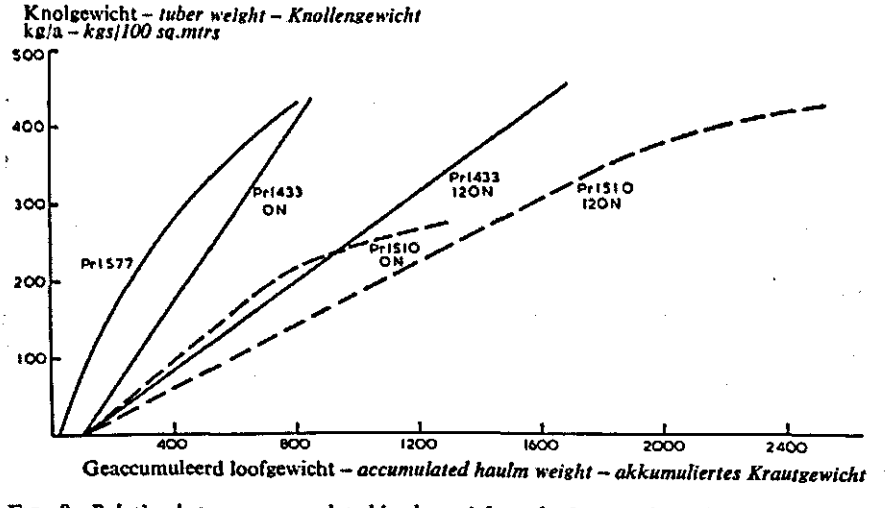


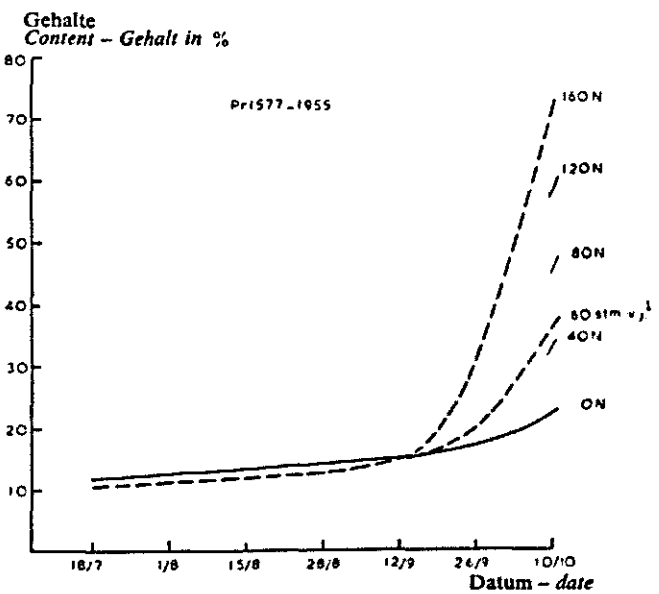
FIG. 8. *Relation between accumulated haulm weight and tuber weight in different years*
ABB. 8. *Zusammenhang zwischen akkumuliertem Krautgewicht und Knollengewicht in verschiedenen Jahren*

6. De vochthuishouding

Het verloop der gehalten aan droge stof in het loof (fig. 9) is voor de serie najaarsstalmest vrijwel gelijk aan dat in het 0-object; tot aan 12/9 ligt de hoogste trap 1 % lager, daarna vallen zij samen. Tot aan de afsterving veroorzaakt de najaarsstalmest dus een nog iets hoger vochtgehalte. Bij de voorjaarsstalmest is dit in sterker mate het geval: hier ligt de eerste tijd het gehalte aan droge stof bij 60 ton 3 % lager dan het 0-object, maar komt, zoals fig. 9 toont, in de afstervingsfase hoger te liggen. Hetzelfde is het geval met kas, met dien verstande dat hier het gehalte aan droge stof aan het einde veel hoger oploopt. Werd in de beide voorgaande jaren doorlopend het vochtgehalte verhoogd zowel door kas als door stalmest, thans is dit in de afrijpingsfase niet het geval. Het 0-object bleef zeer lang groen.

Het gehalte aan droge stof in de knollen (fig. 10) gedraagt zich wel geheel anders dan in de voorgaande jaren. Allereerst loopt het snel op tot een hoog bedrag, hoger dan in de vorige jaren (dus lager vochtgehalte) tot midden augustus, om daarna vrij sterk terug te lopen, eveneens sterker dan in de voorgaande jaren en uiteindelijk is het vochtgehalte daardoor aanzienlijk hoger. De top valt bij alle objecten gelijk. Dit is juist het moment waarop de loofopbrengsten gaan dalen. Evenals in het loof is er wederom in tegenstelling met Pr 1433 en 1510, geen verlaging van het gehalte aan droge stof door de beide bemestingsvormen, maar een verhoging. Bij kas gaat dit tot 80 N en neemt daarna weer af tot 160 N.

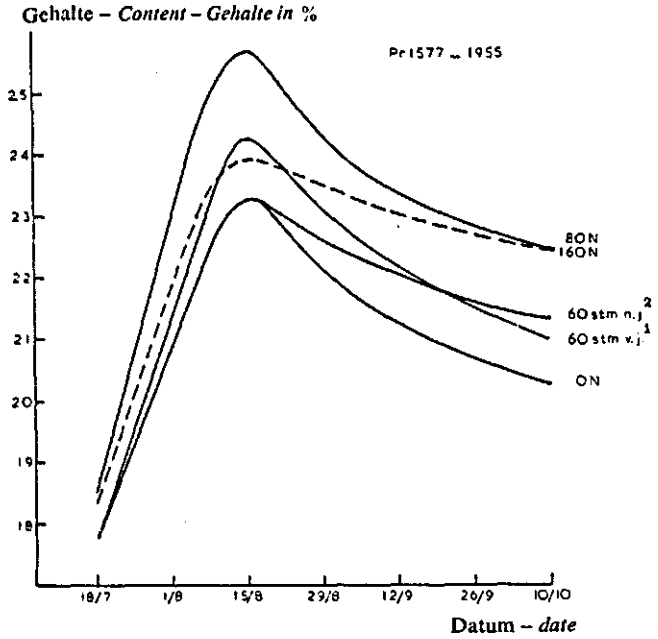
Fig. 9. Verloop van het droge stofgehalte van het loof



[1] *See notes with* Fig. 1.
Siehe Anmerkung zu Abb. 1.

Fig. 9. *Trend of the dry matter content of the haulm*
Abb. 9. *Verlauf des Trockensubstanzgehaltes des Krautes*

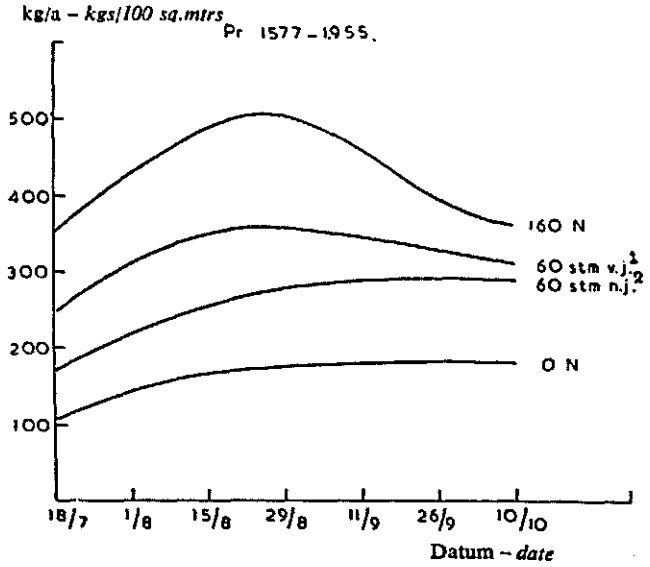
FIG. 10. Verloop van het droge stofgehalte van de knollen



[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1

FIG. 10. *Trend of the dry matter content of the tuber*
ABB. 10. *Verlauf des Trockensubstanzgehaltes der Knolle*

FIG. 11. Verloop van de vochthoeveelheid in loof en knollen



[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1

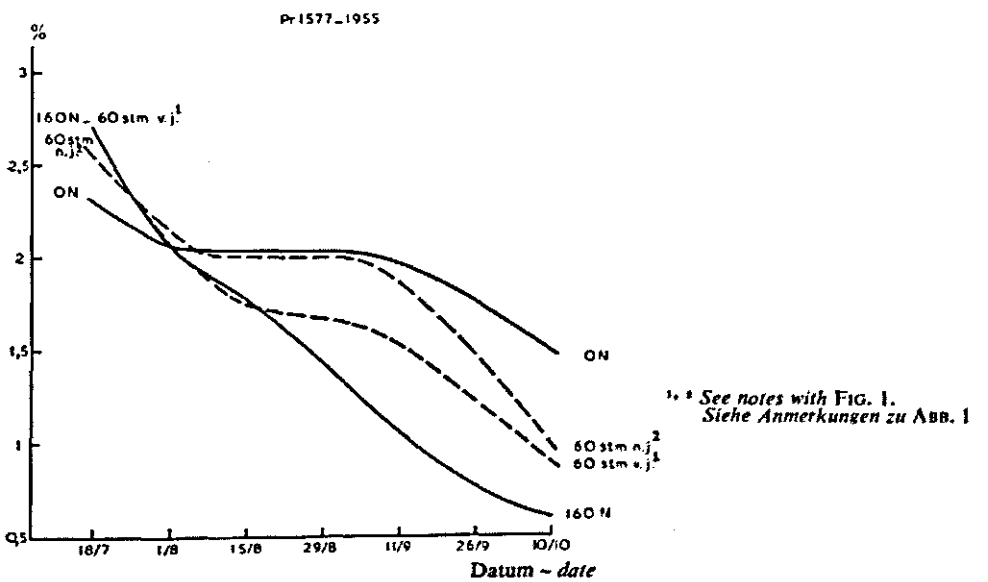
FIG. 11. *Trend of the moisture amount in haulm and tubers*
ABB. 11. *Verlauf der Feuchtigkeitsmenge in Kraut und Knolle*

In totale vochtvoorraad is het gewas (fig. 11) blijkt het 0-object veel lager te liggen dan bij Pr 1433 het geval was (fig. 2 van II). Men zou geneigd zijn dit aan de droge zomer toe te schrijven, ware het niet dat het object 160 N bij het maximum 500 q/ha bevatte, d.i. vrijwel evenveel als 120 N in 1953. Dit betekent dat het vocht wel aanwezig en beschikbaar was. Ook de stalmestobjecten liggen lager dan in 1953, maar evenals toen hoger dan het 0-object. Een gelijksoortig verloop, maar op ongelijk niveau, vertonen het 0-object en najaarsstalmest. Anders (nl. met een maximale voorraad tussen 15/8 en 29/8, waarna een daling) gedragen zich kunstmest en voorjaarsstalmest. Voorjaarsstalmest gedroeg zich dus ook in dit opzicht anders dan in 1953 en wel meer naar kunstmest overhellend. Dat de grootste voorraad zoveel later voorkwam dan bij Pr 1433, zal wel samenhangen met het later inzetten van de afsterving.

7. De stikstofhuishouding

Ook het stikstofgehalte in het loof gedraagt zich anders dan in de beide vorige proeven, zoals fig. 12 aangeeft. Naarmate er minder N beschikbaar is, treedt er in augustus een langere periode in waarin het N-gehalte zich handhaaft, waardoor het uiteindelijk hoger komt te liggen. Evenals het soortgelijke beloop bij de vochtgehalten, hangt dit samen met de andere afstervingsverhoudingen. In de knol wordt het

Fig. 12. Verloop van het N-gehalte in % van droge stof in loof



[1], [2] *See notes with* Fig. 1.
Siehe Anmerkungen zu Abb. 1

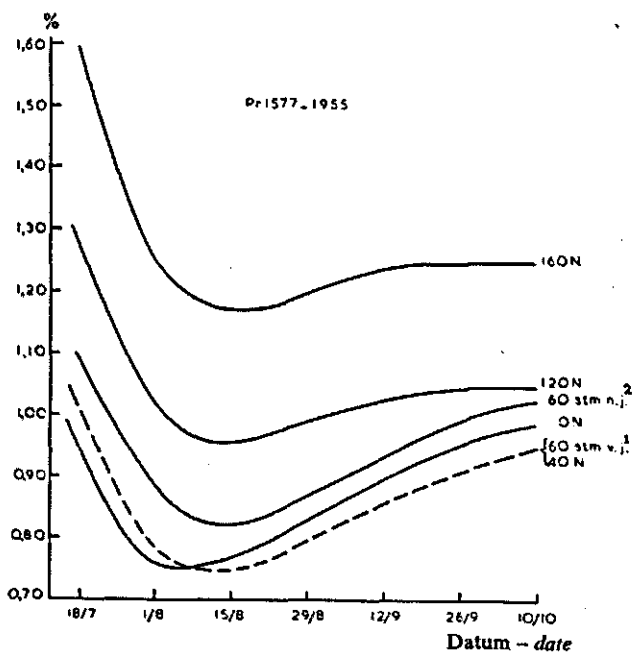
Fig. 12. *Trend of the nitrogen content in % of dry matter in the haulm*
Abb. 12. *Verlauf des Stickstoffgehaltes in % der Trockensubstanz im Kraut*

stikstofgehalte in % van de droge stof (zie fig. 13) slechts verlaagd door de voorjaarsstalmestserie en door 40 N (welke samenvalt met 60 stalmest). Verder liggen de stalmestseries als geheel lager dan de kunstmestobjecten, maar zij blijven stijgen tot aan de eindrooiing. Wij hebben hier, in de N-gehalten, eigenschappen waarbij de najaarsstalmest een hogere waarde voor de N-werking te zien geeft dan de voorjaarsstalmest. Dit hangt zonder twijfel samen met de hogere opbrengsten bij voorjaarsstalmest: het gehalte is nl. een quotient van stofopbrengst en N-opname. Daarom is, zeker in proeven met organische N, de N-opname belangrijker dan het gehalte.

De opbrengsten en de gehalten komen gezamenlijk tot uiting in de N-opname, dus de hoeveelheid N per ha in loof en knol, weergegeven in fig. 14. Deze hoeveelheid is, zoals reeds eerder werd afgeleid, laag voor het 0-object. Voor najaarsstalmest is zij aanvankelijk iets lager dan, maar uiteindelijk gelijk aan voorjaarsstalmest; 60 ton hiervan verloopt vrijwel gelijk aan 80 N. Ook de stalmestseries blijven laag.

Zoals bij de voorgaande proeven werd gedaan, worden bij de opnamen die van het 0-object in mindering gebracht teneinde de opname uit de meststoffen bij benadering te verkrijgen. Deze is in fig. 15 weergegeven. De opname uit voorjaarsstalmest is aanvankelijk groter dan die uit najaarsstalmest, maar doordat de laatste nog stijgt terwijl de eerste reeds weer daalt, zijn zij uiteindelijk gelijk. Op een veel hoger niveau ligt de opname bij kas. Het maximum wordt in vergelijking met Pr 1433 laat bereikt.

FIG. 13. Verloop van het N-gehalte in % van droge stof in de knol



1, 2 *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 13. *Trend of the nitrogen content in % of dry matter in the tuber*
ABB. 13. *Verlauf des Stickstoffgehaltes in % der Trockensubstanz in der Knolle*

FIG. 14. Verloop van de hoeveelheid stikstof in loof en knollen

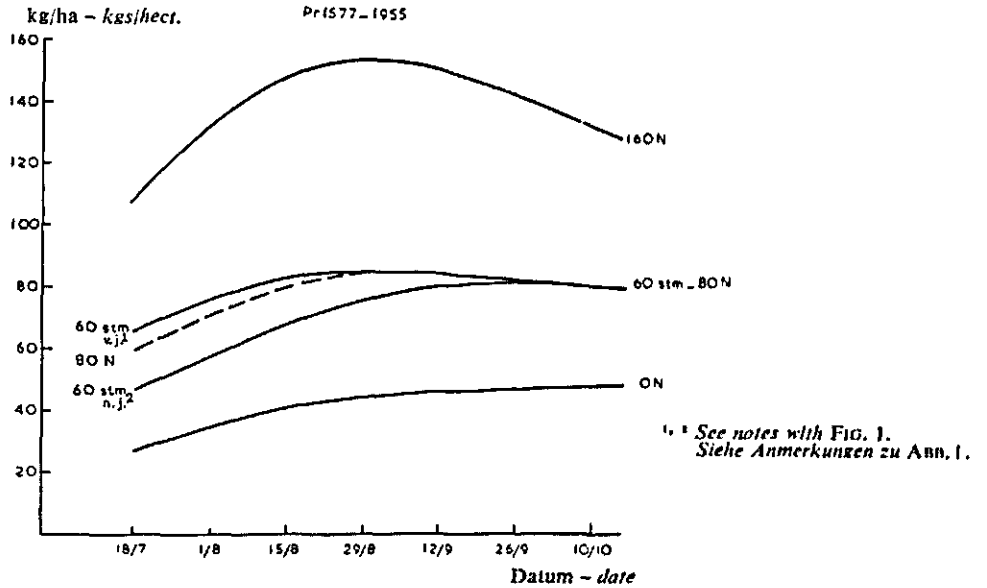


FIG. 14. *Trend of the nitrogen amount in haulm and tubers*
ABB. 14. *Verlauf der Stickstoffmenge in Kraut und Knolle*

FIG. 15. Verloop van de uit de meststoffen opgenomen hoeveelheid stikstof

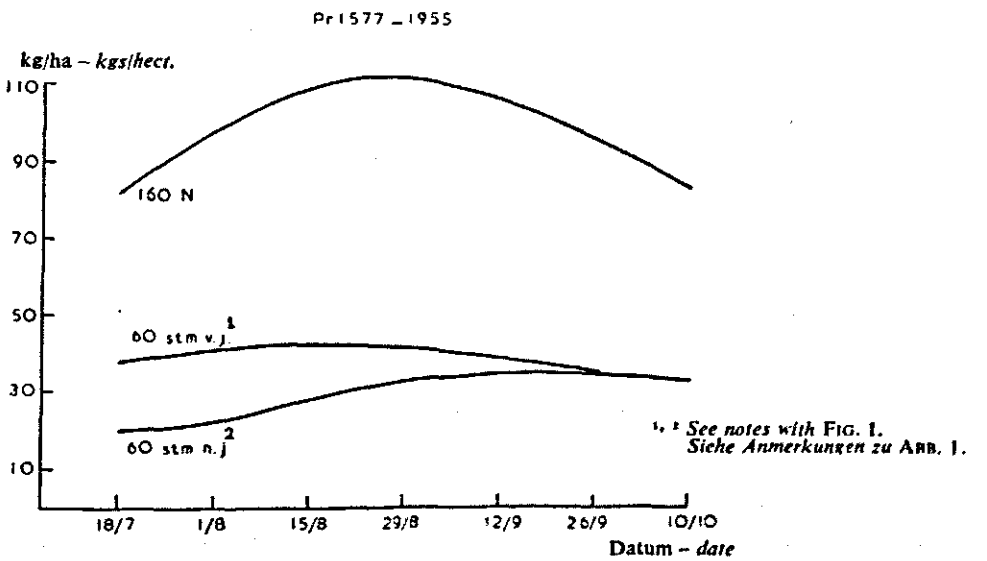


FIG. 15. *Trend of the nitrogen amount taken up from the fertilizers*
ABB. 15. *Verlauf der aus den Düngenmitteln aufgenommenen Stickstoffmenge*

Daarna loopt de opgenomen hoeveelheid sterk terug. Bij het maximum zijn de opgenomen hoeveelheden in kg/ha en in % van de giften:

	kg/ha	%
40 N	16	40
80 N	40	50
120 N	72	60
160 N	112	70

In tegenstelling met Pr 1433 is het opnamepercentage dus niet onafhankelijk van de gift, maar stijgt het tegelijk met de gift. Dit is nog frappanter dan de opname van een vast percentage, zoals in de vorige proeven gevonden werd. Mogelijk is hier de premisse, dat de bodem bij elke stikstofgift toch eenzelfde hoeveelheid bodemstikstof levert, onjuist: mogelijk ook zijn er andere oorzaken in het spel. Deze stijging komt bij de stalmesttrappen niet voor (zie onder).

Slechts de najaarsstalmest (evenals de bodemstikstof) vertoont geen daling in de opgenomen hoeveelheid en bereikt de maximale opname eerst in september. De voorjaarsstalmest daarentegen heeft de maximale opname eerder bereikt dan kas. Het blijkt uit Pr 1577 zowel als uit Pr 1510 dat in Pr 1433 de opname van de stikstof zeer snel verlopen is omdat hier reeds op 1/7 de opname maximaal was.

Het 0-object en de najaarsstalmest demonstreren dat de stikstofopname zeer lang door ging, maar dat deze voor voorjaarsstalmest zeker reeds een maand eerder afgelopen was. Mogelijk is deze in het geheel niet verder gemineraliseerd en stond daarvan slechts de in de stalmest in gemineraliseerde vorm aanwezige stikstof ter beschikking. Dit laatste zou ook in overeenstemming zijn met de aanvankelijke, veel sterkere stijging van de opname uit kas, welke zeker niet eerst gemineraliseerd behoefde te worden. Het verschil in ritme van N-opname uit de beide stalmesten zou men dan ongedwongen als volgt kunnen verklaren, zonder evenwel het bewijs voor de juistheid van deze verklaring te leveren: uit de najaarsstalmest zou gedurende de winter de in gemineraliseerde vorm in de mest aanwezige N uitgespoeld zijn en kwam gedurende het groeiseizoen door mineralisatie weer N beschikbaar; in de voorjaarsstalmest was gemineraliseerde N aanwezig, welke snel werd opgenomen (zie fig. 15), maar toen deze opgenomen was, was de mineralisatie nog niet op gang gekomen, zodat verdere opname achterwege bleef. Indien deze verklaring juist is, dan is de situatie (alweer vermoedelijk) ten gevolge van de droge zomer anders dan bij Pr 1433 in 1953, daar toen zeer sterk de indruk werd verkregen dat door voortgaande mineralisatie gedurende het gehele groeiseizoen N uit stalmest beschikbaar kwam nadat de reeds in gemineraliseerde vorm met de stalmest aangevoerde N opgenomen was.

Over de bestanddelen in stalmest welke de gemineraliseerde stikstof in de stalmest bevatten, verschaft BARTHEL-BENGTSSON (zie HECK, 1931) gegevens. Deze verrichtte zijn onderzoek met gerst op lichte zandgrond, laag in humus- en in N-gehalte, met de objecten in enkelvoud. Evenals wij neemt hij zonder bewijs aan dat de N-opname uit de grond in alle objecten gelijk is en in mindering gebracht kan worden in de andere objecten ter berekening van door de organische meststoffen (bij voorjaarstoediening en alle naar 12 ton/are) geleverde stikstofhoeveelheden. P en K waren gecompenseerd.

Verkregen werd in *een 2 maanden* oud gewas een opname van 40% van de N in stalmest, 70% uit verse urine en nihil uit faeces en stro (compost). Zijn conclusie is dat er dus slechts N is opgenomen uit het vloeibare gedeelte van de stalmest, dus in ammoniakvorm. In onze eigen proeven was de periode van opname langer dan 2 maanden en bleek in vorige jaren dat nadien een mineralisatie optreedt. In Pr 1577 is dat evenwel niet het geval bij de voorjaarsstalmest, maar wel bij de najaarsstalmest. De totale opname (op het moment dat deze maximaal is) bedroeg bij beide stalmesten en op alle trappen 12%. Dit is laag vergeleken bij het opnamepercentage bij BARTHEL & BENGTSSON. Ook bij Pr 1433 in 1953 was dit percentage laag. Andere deense onderzoekers daarentegen vinden eveneens hogere waarden. Enige daarvan zijn samengevat door HECK (1931). Zo vond HANSEN:

Opname uit minerale N			60%
„ „ stalmest	4,5	ton/ha	53%
„ „ „	9	„	40%
„ „ „	13,5	„	33%

Terwijl de opname uit minerale N op hetzelfde niveau ligt als bij ons, is die uit stalmest hoger, en wel des te hoger naarmate de gift lager is (dit laatste is niet in overeenstemming met het in gemineraliseerde vorm in de stalmest aanwezig zijn van de opgenomen N). HECK vermeldt nog van IVERSEN, dat deze vond dat voor gelijke N-opname in 2 gevallen 2,33 resp. 1,9 × zoveel stalmest-N als kunstmest-N nodig was. Aannemende, dat van de laatste wederom 60% opgenomen was, zou dit bij stalmest zijn 26 resp. 32, dus eveneens hoog bij onze uitkomsten vergeleken.

FERWERDA (1951) deelt mede dat WAGNER een opname van 37% van de stalmeststikstof vond, en dat deze van mening is dat voor gelijke N-opname er 2,8 × zoveel stalmest-N als stikstof-N geleverd moet worden. Dit is bij een opname van 60% uit minerale stikstof 21% voor stalmeststikstof. Dit komt inderdaad dichter bij wat in onze proeven gevonden werd.

De verschillen zijn zonder twijfel toe te schrijven aan verschillen in bereiden, bewaren en toedienen van de stalmest. Aangenomen mag worden dat bij de lage opnamepercentages welke hier te lande gevonden worden, de nawerking (door voortgaande mineralisatie) langer zal doorgaan. Dit valt evenwel buiten de doelstelling van het onderhavige onderzoek, waar slechts de opname in het jaar van toedienen wordt nagegaan. Bij de verdere nawerking krijgt, zoals de najaarsstalmest leert, de stalmeststikstof het karakter van bodemstikstof.

Een idee van deze nawerking geeft een onderzoek van LIPMAN, BLAIR en PRINCE (1928). Vergeleken werd stalmest (1600 lbs/0,05 acre = ± 33 ton/ha) met $NaNO_3$ à 15,5% N (16 lbs/0,05 acre) en bovendien met een aantal hier niet vermelde organische en minerale meststoffen. De giften zijn jaarlijks, met een basisbemesting van P en K. Er zijn 4 vijfjarige rotaties. Hierin bedroeg per rotatie het percentage van de door de gewassen uit de meststoffen opgenomen N:

Rotatie:	1	2	3	4
Opgenomen N uit $NaNO_3$ . . .	43,3	34,-	31,6	40,7
„ „ „ stalmest . . .	14,9	14,6	18,7	21,2

De opname van minerale N is laag, die van stalmest-N gelijk aan onze waarden, maar *stijgende*. Dit moet een sterker wordende nalevering zijn uit tot bodemhumus geworden stalmest. De N in de grond hoopt zich dan ook op. Het N-gehalte in % van de bouwvoor bedroeg na elke rotatie:

Rotatie:	1	2	3	4
Geen N . . .	0,108	0,099	0,099	0,092
$NaNO_3$ . . .	0,092	0,098	0,097	0,098
Stalmest . . .	0,100	0,119	0,134	0,135

LIPMAN en BLAIR (1918) beschrijven nog een andere proef in gegalvaniseerd ijzeren bakken. De vergelijking gaat tussen stalmest en $NaNO_3$ naar dezelfde hoeveelheden als boven, terwijl er eveneens 4 vijfjarige rotaties zijn. In deze bakken zijn alle opnamepercentages hoger, nl. over 20 jaar uit $NaNO_3$ 62% en uit stalmest 33% (bij granen hoger dan bij hakvruchten). Ook deze onderzoekers gaan uit van de stilzwijgende veronderstelling dat het toelaatbaar is de N-opname in het 0-object in mindering te brengen bij alle andere objecten.

Fig. 14 doet zeer sterk denken aan fig. 11. Berekenen wij de totaal opgenomen N in % van het totaal opgenomen vocht, dan zijn deze percentages gelijk en constant voor de beide eerste series, dus voor 0 N en de beide stalmesten, en wel ten bedrage van 0,26. De kas-serie echter ligt in de hoogste trap (object 15–16) gedurende de eerste 5 rooiingen constant hoger op een bedrag van 0,31 en gedurende de beide laatste rooiingen op 0,37. Ook de voorlaatste trap (object 14) geeft enige stijging te zien, de lagere trappen niet. Het is dus begrijpelijk dat er een grote overeenstemming is tussen fig. 11 en fig. 14, en dat slechts de kas-lijn iets vertekend is. Als geheel blijkt de verhouding tussen N en vocht zich tussen veel nauwer grenzen te bewegen dan die tussen N en droge stof, zowel in loof als in knol (fig. 12 en 13). Zo is in het loof N in % van vocht voor onbemest en de gehele najaarsstalmestserie gelijk en doorlopend 0,33. Met voorjaarsstalmest daalt dit percentage in het midden van de groei (3e en 4e rooiing) tot 0,25 in object 10–11 en met kas tot 0,23 in object 15–16. In de knollen is dit percentage gelijk voor object 1 en de beide stalmestseries, en zwak stijgende van 0,22 (1e rooiing) tot 0,26 (7e rooiing). In de kunstmestserie echter is het constant in de tijd, maar stijgende met de stikstofgift tot 0,36.

Daar de N zich gedeeltelijk in het vocht en gedeeltelijk in de droge stof bevindt, zou er voor te pleiten zijn niet automatisch het N-gehalte uit te drukken in % van de droge stof (wat het gevolg is van de bepalingswijze), maar van het totale verse materiaal. Voor de knollen is dit gedaan in fig. 18. Deze geeft een geheel ander beeld dan fig. 13. Op het gehele loof is dit percentage 0,29 voor onbemest en de beide stalmesten en 0,27 voor object 15–16 bij de 1e rooiing. Dit houdt geen enkel verband met het kleurbeeld van fig. 1, evenmin als het N-gehalte in % van droge stof en in % van vocht. Daar de kleurbepalingen vóór de 1e rooiing vielen, zijn geen scherpe conclusies te trekken, al wijst het in de richting dat niet het N-gehalte als zodanig de kleur bepaalt, maar dat N uit verschillende bron ook aanleiding geeft tot verschillende N-verbindingen in de plant met ongelijke kleureffecten. Op de onzekerheid veroorzaakt door het niet gelijktijdig zijn van kleurwaarneming en bemonstering, werd reeds gewezen (KORTLEVEN, 1959).

Aangaande het zo juist vermelde verband tussen stikstof en vocht in de plant zijn in de literatuur aanknopingspunten te vinden.

Zo vond DAS (1930), die een uitgebreid onderzoek bij suikerriet verrichte (proefveldtechnisch niet erg sterk: 3 N-trappen in enkelvoud met vruchtbaarheidsverschil) evenals wij meermalen bij de aardappel (hoewel niet bij Pr 1577), dat stikstof het vochtgehalte verhoogt. Hij schrijft dit toe aan verschil in absorptie van anorganische zouten. Het hogere vochtgehalte zelf zou de verhouding tussen de verschillende koolhydraten (in dit geval suikers) reguleren door beïnvloeding van het enzymencomplex in de plant.

Ook PEARSALL en EWING (1929) constateren een hoger vochtgehalte door toediening van (nitraat) stikstof. Daar deze onderzoekers trachten tot een verklaring van dit verschijnsel te komen, is het van belang hun resultaten wat uitvoeriger weer te geven. De gebruikte planten werden gekweekt in potten gevuld met zand en begoten met leidingwater (bevattende 1–2 en 100 mg N per l als nitraat van resp. Na – Ca) in gelijke hoeveelheden (nitraten van Ca, NH_4 en Na alleen gedroegen zich gelijk, evenals culturen op water en op grond). Gekweekt werden radijs, knollen *(Brassica Rapa* en *B. Rutabaga)* en knolrapen (en andere gewassen, die gelijke resultaten gaven). Behalve de N-voorziening waren de omstandigheden voor beide series gelijk (maar niet constant, wat temperatuur en andere klimaatsfactoren betreft). De hoge N-gift veroorzaakte wel een grotere totale eiwitproduktie, maar, door de sterker toegenomen vegetatieve ontwikkeling meestal een lager eiwitgehalte. In procenten op droge stof werd gevonden:

		Onoplosbare N	Oplosbare N	Eiwit N / Oplosbare N
Radijs	5 weken weinig N	3,86	0,67	5,7
„	5 „ veel N	2,28	1,38	1,7
„	2 „ weinig N	3,05	0,50	6,1
„	2 „ veel N	1,50	0,32	4,7
Knolrapen	8 „ weinig N	2,71	0,47	5,7
„	8 „ veel N	2,18	0,45	4,9
Knollen	5 „ weinig N	1,32	0,44	3,0
„	5 „ veel N	3,74	1,95	1,9

Uit de laatste kolom blijkt dat door de hoge N-gift het eiwitgehalte relatief steeds gedrukt wordt. Hoge stikstofsucculentie kan dus niet het gevolg zijn van toename van het eiwitgehalte. Door de hoge N-gift is de oplosbare stikstof relatief sterker vertegenwoordigd, waarvan de amino-N zelfs in absolute zin; eveneens was de hoeveelheid chlorophyl toegenomen. Het lijkt dus waarschijnlijk dat de verhoogde succulentie niet veroorzaakt wordt door toename van de eiwitten (in de weefsels fungerend als wateropnemende colloiden), maar door de oplosbare N. Bij hoge N-gift leidde ophoping van aminozuren tot verlaging van de suikergehalten, en dit laatste tot vermindering van de vorming van andere organische zuren (als oxaalzuur, citroenzuur, appelzuur enz.). Daar deze veel sterker gedissocieerd zijn dan de aminozuren, is ondanks het grotere gehalte daarvan de waterstofionenconcentratie verlaagd, of de pH verhoogd:

Leeftijd in weken:		3	4	5	6	7
Radijs	weinig N	–	5,30	5,80	–	–
„	veel N	–	5,50	5,92	–	–
Knollen	weinig N	–	–	5,36	–	5,61
„	veel N	–	–	5,58	–	5,83
Knolrapen	weinig N	5,30	–	5,44	5,52	5,70
„	veel N	5,52	–	5,70	5,71	5,81

In alle gevallen is dus bij hoge N-gift de pH hoger. De vochtgehalten vertonen hiermede een zekere parelleliteit:

Leeftijd in weken:		3	4	5	6	7
Radijs	weinig N	–	91,90	92,57	–	–
„	veel N	–	94,61	93,64	–	–
Knollen	weinig N	–	–	94,41	–	93,72
„	veel N	–	–	95,72	–	94,17
Knolrapen	weinig N	94,40	–	93,70	92,41	90,27
„	veel N	95,72	–	94,10	92,80	91,14

Daar steeds met een hogere pH een hoger vochtgehalte gepaard gaat, nemen PEARSALL en EWING aan dat de hogere pH een sterkere colloïdale (eiwit-)zwelling veroorzaakt. Eenzelfde resultaat vonden zij in een vorig onderzoek door parenchym van knollen en aardappelen te brengen in media met verschillende pH. Daarbij bleek dat de zwelling van het weefsel minimaal was bij pH 5,3–5,4 en sterk toenam bij pH verhoging. Op dit punt moet echter opgemerkt worden, dat PEARSALL en EWING in hun eigen materiaal over het hoofd zien dat met de tijd de pH toeneemt, maar het vochtgehalte daalt. In de tijd is er dus geen paralleliteit tussen pH en vochtgehalte. In een figuur tegen de tijd uitgezet, blijkt dan ook uit hun gegevens dat met eenzelfde pH bij veel N een heel wat hoger vochtgehalte samengaat dan bij weinig N. Het verband is dus niet zo stringent als de schrijvers menen, daar het doorkruist wordt door verschillen in ritme en/of leeftijd, althans door verouderingsverschijnselen. In elk geval heeft op een bepaald moment het rijkelijk van nitraat voorziene gewas zowel een hogere pH als een hoger vochtgehalte dan het schraalvoorziene.

Zelfs dood plantenmateriaal vertoont deze verhoging van het wateropnemend vermogen na sterkere stikstofopname. Zo was de gewichtstoename in % door vochtopname uit de lucht na eenzelfde tijdsverloop voor tot constant gewicht gedroogd plantenmateriaal:

	Weinig N	Veel N
Radijs	12,15	15,83
Knollen . . .	12,44	17,22

Na rijke stikstofvoeding heeft het colloïdale materiaal in de plant dus een sterkere affiniteit voor water.

Beide voorgaande schrijvers vonden alzo een verhoging van het vochtgehalte onder invloed van N-bemesting. Dit was eveneens het geval in Pr 1433 en Pr 1510. In Pr 1577 echter werd een verlaging gevonden, doch – althans in het loof – eveneens een verlaging van het N-gehalte in % van droge stof. Dit zou erop kunnen wijzen, evenals

de boven weergegeven geringe variabiliteit van het N-gehalte uitgedrukt in % van aanwezig vocht, dat er inderdaad een zeer nauw verband is tussen het N- en het vochtgehalte. Het zou zeker aanbeveling verdienen om, bij een poging voor de beschreven verschijnselen een fysiologische verklaring te vinden, de door PEARSALL en EWING aangegeven weg te vervolgen door de bepaling o.a. van pH, amino- en andere organische zuren, alsmede van de verdamping.

Merkwaardig is nog de vondst van PEARSALL en EWING, dat planten geplaatst op voedingsoplossingen met weinig en met veel stikstof, de karakteristieke eigenschappen van de rijkelijk van N voorziene planten slechts zuiver vertonen aan die weefsels, welke gevormd werden nadat met de behandeling begonnen werd. Hierin ligt een bevestiging van het door schr. gevonden feit van een blijvend effect op het gedrag van de plant van de stikstofvoorziening in de jeugd, ook als deze later gewijzigd wordt. Hierbij sluit de beschouwing over meristemen bij SINNOTT (1921) aan. Deze stelde nl. vast dat de te bereiken grootte der organen afhankelijk is van de grootte van het groeipunt waaruit zij ontstaan. Indien dit zo is, zou bij het bemestingsonderzoek, óók een als het onderhavige, de beïnvloeding der meristemen aandacht verdienen bij een fundamentele aanpak.

Door de uiteindelijk gevormde zetmeelhoeveelheid te delen door de opgenomen hoeveelheid N toen deze maximaal was, en dit als maat voor het zetmeelrendement van de opgenomen N uit te zetten tegen de op 19/7 opgenomen N (de 1e rooiing), ontstaat fig. 16. Hierin is een horizontale en een dalende tak te zien. In het horizontale gedeelte liggen alle objecten behalve de hoogste kastrappen, welke dalen. Deze gedragen zich dus anders, evenals bij de loofefficiëntie (fig. 7), zodat hier de stikstof minder werkzaam per gewichtseenheid is. Dit dalende gedeelte valt vrijwel samen met de in Pr 1433 gevonden lijn, welke echter in haar geheel slechts uit de dalende tak bestond. De lage opnamen die wij thans overwegend hebben, kwamen daar niet voor. Tot aan een zekere grens heeft de vroeg beschikbare N dus geen invloed op het zetmeelrendement van de N, boven deze grens daalt het. Doordat in Pr 1433 de beginopname veel sneller was, werd deze grens door vrijwel alle objecten overschreden.

Nu de N-opname uit enige proeven tamelijk bekend geworden is, kan het nut hebben in de literatuur voorkomende gegevens, welke evenwel steeds steunen op minder systematisch opgezette proeven, met de onze te vergelijken. Deze geven bovendien enige aanvullende gegevens omtrent grootheden, welke in de eigen proeven niet bepaald konden worden.

RAMSAY en ROBERTSON (1917) geven de volgende opnamen:

Dagen na poten	43	68	99	134
N in % van droge stof in loof	4,82	3,91	2,47	1,99
Idem in knol	1,98	1,79	1,68	1,80
N in kg/ha (40.000 pl) in loof	95	248	217	170
Idem in knol	3	105	237	305
Idem in wortels	6	12	10	7
Idem gehele plant	104	365	464	482
P_2O_5 idem gehele plant	23	112	126	147
K_2O „ „ „	154	583	845	866
CaO „ „ „	37	116	215	230
MgO „ „ „	27	81	133	136

FIG. 16. Verband tussen de hoeveelheid vroegtijdig opgenomen stikstof en het zetmeelrendement van de maximaal opgenomen hoeveelheid stikstof

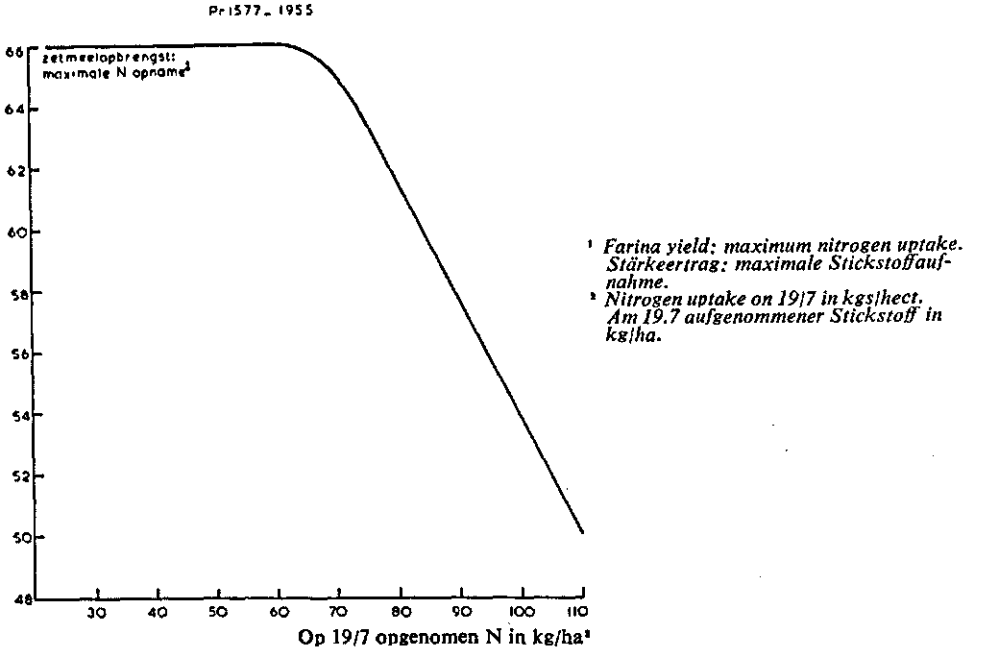


FIG. 16. *Relation between the nitrogen amount taken up early and the farina output of the maximum nitrogen uptake*

ABB. 16. *Zusammenhang zwischen den frühzeitig aufgenommenen Stickstoff und das Stärkerendement der maximal aufgenommenen Stickstoffmenge*

De N-gehalten liggen op hetzelfde niveau als in de eigen proeven en verlopen parallel (zie b.v. de stijging in de knol na 134 dagen). De onttrekkingen zijn evenwel veel hoger door de hogere opbrengsten aan loof en knollen.

Het weglaten van de wortels blijkt op de bepaling van de totale onttrekking aan stikstof verhoudingsgewijs slechts in de vroegste stadia een rol van betekenis te spelen. Absoluut is de hoeveelheid N in de wortels $\pm$ 10 kg. Indien in de eigen proeven de wortelhoeveelheid, evenals die van loof en knol, aanzienlijk geringer is dan bij RAMSAY en ROBERTSON, heeft het weglaten der wortels nog minder betekenis.

Volledigheidshalve worden in bovenstaande tabel de onttrekkingen aan andere elementen, die wijzelf niet hebben bepaald, eveneens vermeld. Zij stijgen alle tot het laatste (waarbij aangetekend zij, dat in onze eigen proeven de levensduur veel langer was dan 134 dagen, zodat daarna het verloop anders kan zijn). Van 99 tot 134 dagen is de stijging echter zwak. In fig. 17 blijkt, dat op een verschillend niveau alle elementen een vrijwel gelijk verloop van de opname vertonen, behalve P_2O_5. Dit laatste heeft een periode van verzwakte opname, dan wel een vroeger afgelopen zijn van de opname. De opname van N is hoog en die van K_2O zeer hoog ten opzichte van die van P_2O_5, CaO en MgO.

FIG. 17. Verloop van de opname van enige voedingselementen (naar RAMSAY en ROBERTSON)

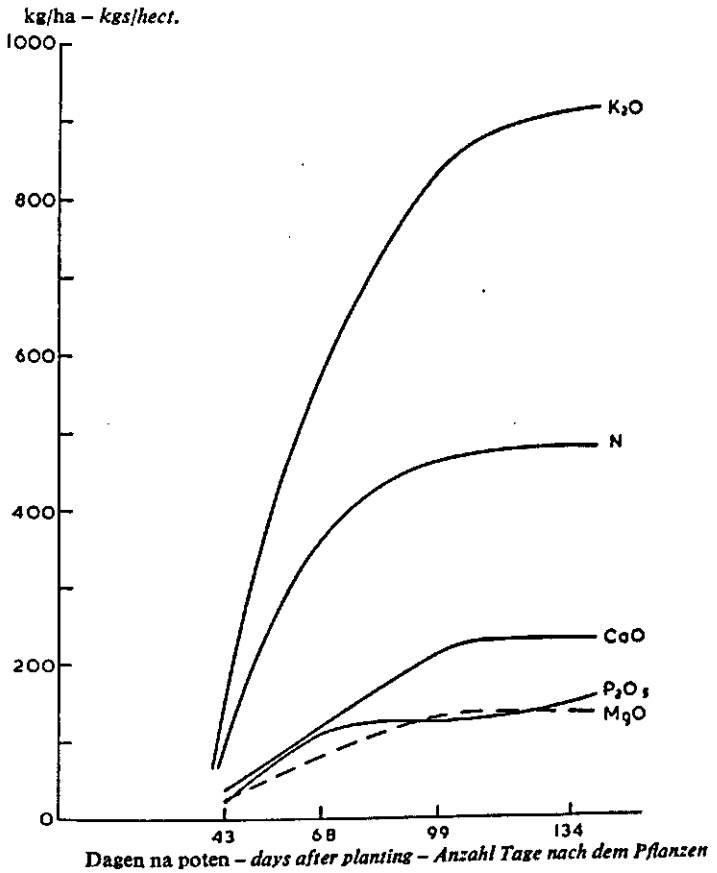


FIG. 17. *Trend of the uptake of some nutritious elements (according to* RAMSAY *and* ROBERTSON)
ABB. 17. *Verlauf der Aufnahme von einigen Nährstoffelementen (nach* RAMSAY *und* ROBERTSON)

Van de door het loof opgenomen N was bij elk der 4 oogsten 25% in water oplosbaar (voor P_2O_5 en K_2O was dit resp. 75 en 100%). WILLFARTH en WIMMER (1906) bepaalden de volgende N onttrekking:

Aantal dagen na poten:	50	79	112	160
N in % van droge stof in loof + wortels	4,63	3,24	2,30	1,42
Idem in knol	1,98	1,13	1,00	1,24
N kg/ha in loof + wortels	49	58	63	27
Idem in knol	2	25	54	98
Idem gehele plant	51	83	117	125

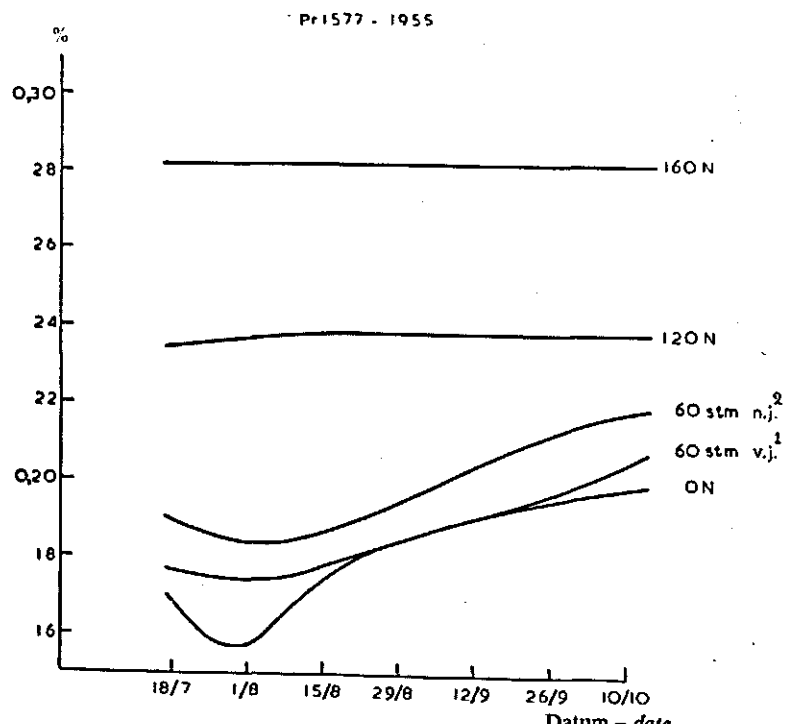
Ook hier na een daling ten slotte een stijging van het N-gehalte in de knol. Ook overigens is er paralleliteit in de gehalten en gelijkheid in de onttrekkingen in de eigen proeven.

8. De samenstelling van de knollen

Het *cellenmateriaal*, dat is de totale knolopbrengst verminderd met zetmeel en water, dus bestaande uit *merg*, zouten en stikstofverbindingen, ligt iets lager dan in Pr 1433, nl. iets beneden de 6%.

Het stikstofgehalte van de gehele knol is weergegeven in fig. 18. De vroeger geconstateerde aanvankelijke daling van dit gehalte treedt thans niet op bij de hogere kunstmestobjecten. De voorjaarsstalmest heeft er zeer weinig invloed op en de najaarsstalmest iets meer. Als steeds is de stalmestinvloed te verwaarlozen bij die van kas. Verder ligt bij alle objecten het niveau aanmerkelijk lager dan bij Pr 1433 en 1510. Wederom staan deze gehalten in geen enkele verhouding tot de verkregen opbrengsten en heeft voorjaarsstalmest er slechts een te verwaarlozen invloed op. Opmerkelijk is dat deze invloed bij najaarsstalmest iets groter is en evenzo, dat de gehalten bij de stalmestseries en het 0-object tot het eind toe stijgen, maar bij de hogere kastrappen (80 N en hoger) reeds vanaf 18/7 constant zijn (dit in tegenstelling met de vorige jaren).

Fig. 18. Verloop van het stikstofgehalte der knollen



[1, 2] *See notes with* Fig. 1 – *Siehe Anmerkungen zu* Abb. 1.

Fig. 18. *Trend of the nitrogen content of the tubers*
Abb. 18. *Verlauf des Stickstoffgehalts der Knolle*

De samenstelling van de knollen wijzigde zich, zoals reeds herhaaldelijk gezien werd, ook nog bij de latere rooiingen. Gegeven wordt daarom die bij de 4e en de 7e of laatste rooiing.

Samenstelling 29/8

		Water	Zetmeel	Eiwit	Rest
1	Onbemest	77,9	16,4	1,1	4,6
5–6	Stalmest 60 ton najaar	77,5	16,7	1,2	4,6
10–11	Stalmest 60 ton voorjaar	77,–	17,3	1,1	4,6
13	kas 80 N	75,8	18,3	1,3	4,6
14	Kas 120 N	76,1	17,9	1,5	4,5
15–16	Kas 160 N	76,6	17,3	1,7	4,4

Samenstelling 10/10

		Water	Zetmeel	Eiwit	Rest
1	Onbemest	79,7	14,8	1,2	4,3
5–6	Stalmest 60 ton najaar	78,7	15,7	1,4	4,2
10–11	Stalmest 60 ton voorjaar	79,1	15,5	1,3	4,1
13	Kas 80 N	77,6	16,8	1,3	4,3
14	Kas 120 N	77,4	16,9	1,5	4,2
15–16	Kas 160 N	77,7	16,7	1,7	3,9

Hoogste in % van laagste waarde				
29/8	103	112	155	105
10/10	103	114	150	110

Als steeds blijkt het vochtgehalte het minst en het eiwitgehalte het meest influenceerbaar te zijn. Over de hele linie daalt tussen de beide data het zetmeelgehalte en stijgt het vochtgehalte. Door kas wordt het vochtgehalte verlaagd en het zetmeelgehalte verhoogd, door stalmest in veel mindere mate.

WIND, REESTMAN & VEENBAAS (1942) geven de volgende samenstelling van de knol in % van de droge stof bij de eindoogst; deze wordt tevens omgezet naar een aangenomen vochtpercentage van 77,5%.

	Op droge stof	Op totaal
Zetmeel (volgens EWERS)	72,4	16,3
Eiwitachtige stof	8,3	1,8
Ruw vezel	3,–	
As	4,5	4,4
Rest	11,8	
Vocht	–	77,5

Deze getallen geven een goede overeenstemming met de onze en dit is ook het geval met het zetmeelgehalte, dat in de eigen proeven echter niet volgens EWERS bepaald werd, doch afgeleid uit het o.w.g. WILLFARTH c.s. (1906) vermelden de volgende knolsamenstelling:

	Water	Zetmeel	Eiwit	Rest
17/6	80,4	9,5	2,4	7,7
16/7	80,8	13,4	1,3	4,5
18/8	75,6	17,9	1,6	4,9
5/10	74,2	19,3	2,0	4,5

Wij zien hier het water dalen en het zetmeel stijgen (tot een hoge waarde!) Dit gaat samen met de groei der knollen:

Vocht % op:	17/6	16/7	18/8	5/10
< 5 g	80,4	80,0	79,5	81,6
5–20 g . . .	–	80,3	83,3	75,6
20–50 g . . .	–	80,7	74,4	75,0
50–100 g . . .	–	81,5	75,3	73,8
> 100 g . . .	–	–	74,9	73,7

De kleine knollen zijn constant. In de grotere sortimenten is het vochtgehalte later in de tijd lager.

Zetmeel % 90:	17/6	16/7	18/8	5/10
< 5 g	9,53	11,03	10,21	8,34
5–20 g . . .	–	14,32	11,59	17,78
20–50 g . . .	–	14,21	18,87	18,83
50–100 g . . .	–	13,23	18,13	19,58
> 100 g . . .	–	–	18,69	20,08

Bij het zetmeel is het juist andersom. Het zetmeelgehalte in % van de droge stof in de knol bedroeg:

< 5 g	48,6	56,3	50.0	45,2
5–20 g . . .	–	72,5	69,4	71,8
20–50 g . . .	–	73,7	73,7	73,3
50–100 g . . .	–	71,4	73,4	74,8
> 100 g . . .	–	–	74,3	76,2
	48,6	72,4	73,3	74,7

In N-,P- en K-gehalten ontliepen de sortimenten elkaar niet veel (slechts op 17/6, toen alle knollen nog 5 g waren, waren de gehalten hoog).

Dit was ook het geval bij JONES (1900). Deze verrichtte samen met WHITE analyses van de beide sortimenten (zie § 9). Bepaald werden de gehalten aan vocht, ruwe as, ruw eiwit, ruwvezel, N-vrij extract (d.w.z. zetmeel), P_2O_5 en K_2O van elke rooidatum. De gevonden verschillen waren klein, zodat de conclusie getrokken wordt dat de onttrekking vrijwel geheel parallel loopt met het gewicht van de opbrengst. Hoewel deze conclusie speciaal wat het woord *vrijwel* betreft in wezen juist is, zijn de verschillen, al zijn zij klein, toch reëel, zoals bij het onderzoek van WILLFARTH bleek.

WIND c.s. (1942) vonden het volgende verband tussen knolgrootte en zetmeelgehalte:

Maat	o.w.g.	zetmeel %
< 28 . . .	363	14,0
28–35 . . .	397	15,6
35–45 . . .	421	16,7
> 45 . . .	428	17,0

Dus wederom, hoe groter de aardappel, hoe hoger het zetmeelgehalte.

DE WILLIGEN (1943) verduidelijkt de samenhang tussen knolgrootte en zetmeelgehalte. De knol – als stengeldeel – bestaat nl. van buiten naar binnen uit:

1. Periderm; bevat geen zetmeel.
2. Buitenste parenchym; bevat zetmeel en wel in toenemende mate in de richting van 1 naar 3.
3. Vaatbundels; deze zijn bicollateraal.
4. Binnenste parenchym; bevat zetmeel en wel in afnemende mate in de richting van 3 naar 5.
5. Merg; heeft weinig tot geen zetmeel.

De groei van de knol heeft plaats door 4. Daardoor stijgt het zetmeelgehalte van de hele knol (hiervan geven WIND, REESTMAN & VEENBAAS een voorbeeld). Een eigenaardigheid is dat de spreiding der individuele knollen zeer groot is en het gehalte zelfs nul kan bedragen. Zo werden (bij het ras THORBECKE) de volgende zetmeelgehalten in % gevonden:

Maat	laagste	hoogste
< 40 g . .	0	30
40–120 g .	0	24
> 120 g .	8	21

Aan verschillende partijen gemeten, bleek bij DE WILLIGEN het droge stofgehalte 4,5 tot 6% hoger te zijn dan het zetmeelgehalte. In Pr 1433 was dit in de verschillende objecten 5,85 tot 6,25. Ook WIND c.s. geven bedragen op van 6 en hoger.

WIND, REESTMAN & VEENBAAS (1942) vonden het volgende verband:

			Droge stof %	
Maat	o.w.g.	zetmeel	bepaald	berekend (met o.s. formule)
< 28. . .	363	14,0	20,3	20,1
28–35. . .	397	15,6	21,7	21,8
35–45. . .	421	16,7	22,9	23,0
> 45. . .	428	17,0	23,5	23,4

Hoe groter de aardappel, hoe hoger het zetmeelgehalte zoals DE WILLIGEN ook beredeneerde.

Het onderwatergewicht en het zetmeelgehalte (volgens EWERS) vertonen een rechtlijnig verband, waarbij toename met 1% zetmeel overeenkomt met een toename van omstreeks 22 punten o.w.g. Hetzelfde geldt voor het droge-stofgehalte. Deze verbanden zijn door de schrijvers in formule gebracht:

Y_1 = % droge stof, Y_2 = zetmeel (EWERS) %, X = o.w.g.

$$Y_1 = 0{,}0493\ X + 2{,}25$$
$$Y_2 = 0{,}0465\ X - 2{,}90$$
$$Y_2 = 0{,}943\ Y_1 - 5{,}02$$

Ook de onderwatergewichten, zetmeelgehalten en gehalten aan droge stof van de verschillende sortimenten volgen deze lijnen. In proeven waar het niet gaat om zeer nauwkeurige uitleveringsbepalingen, kan men dus van de genoemde drie grootheden die kiezen, waarvan de bepaling het gemakkelijkst is. Als regel is dit het o.w.g.

De tabel, waarmede tegenwoordig in de industrie het zetmeelgehalte wordt berekend uit het onderwatergewicht (zie II, § 5 pag. 27) berust op de formule

$$Y_2 = 0{,}048\ X - 3{,}4$$

Deze is iets anders dan de overeenkomstige formule bij WIND c.s.

Het verband tussen o.w.g., zetmeel (EWERS) en droge stof werd ook nagegaan door de *Studie-Commissie* (1944). Ook zij vond hiervoor twee aan twee rechtlijnige verbanden met geringe spreidingsbreedte (die de Commissie zelf evenwel te groot acht) indien bij de bepalingen slechts de nodige voorzorgen in acht werden genomen. Voor deze bepalingen diende een groot materiaal, afkomstig van verschillende fabrieken en uit verschillende jaren. De verschillen die de Commissie hiertussen meende te vinden zijn grotendeels niet wezenlijk. Het nagaan van mogelijke oorzaken van deze verschillen leverde dan ook niets op; zo werd geen verband gevonden met de datum van aankomst in de fabriek, weerstoestand, landstreek, grondsoort en ras; ook de afwijking van het ras *Noordeling*, die de Commissie meende te vinden is niet wezenlijk. Men krijgt zeer sterk de indruk dat er geen afwijkingen zijn. Dit is begrijpelijk voor een fysische grootheid als het s.g. (wat het o.w.g. in wezen is), die in hoofdzaak beheerst wordt door het s.g. van het zetmeel, dat het grootste deel van de massa uitmaakt naast het vocht met s.g. = 1.

DE WILLIGEN (1942) deelt hierover een en ander mede. Het s.g. van de droge stof is vrij constant, en wel 1,5. Van de hele knol zou het dus moeten zijn (bij een vochtgehalte van 80) $(20 \times 1{,}5 + 80 \times 1) : 100 = 1{,}1$. Echter zijn er met gas gevulde cellulaire en grotere holten, die het s.g. drukken doordat de luchtholten de factor 100 voor het volumen in bovenstaande formule vergroten. Daar de aardappel zinkt, blijft het in elk geval groter dan 1.

Volgens DE WILLIGEN is bij benadering het zetmeelgehalte = droge stofgehalte − 5,3%.

Voorts wordt aangeraden voor onderzoeksdoeleinden niet het o.w.g., maar het zetmeelgehalte volgens EWERS te bepalen. Dit omdat gemeend wordt, dat het o.w.g. een onnauwkeurige maat is. Deze mening is gebaseerd op het materiaal van de *Commissie*, bovengenoemd. Het verband tussen beide grootheden in bedoeld materiaal is echter zo fraai, dat de conclusie moet luiden dat een o.w.g.-bepaling zeer goed bruikbaar is. Teneinde hierin groter zekerheid te hebben, werd dit nagegaan in de tot 1955 in deze serie met hetzelfde ras *(Voran)* uitgevoerde proeven. Wij beschikken echter slechts over het o.w.g. en het gehalte aan droge stof. In de fig. 19–23 is voor elke proef het laatste uitgezet tegen het o.w.g. voor alle objecten en voor *alle rooiingen*, ook de vroegste. Elke proef levert een rechtlijnig verband op (slechts in Pr 1577 is de ligging minder fraai). De 5 regressielijnen zijn gezamenlijk uitgezet in fig. 24. Wat hierin het meest opvalt is dat in 1953 Pr 1434 hoger ligt dan Pr 1433 en in 1955 Pr 1576 hoger dan Pr 1577. Op klei is in beide gevallen bij gelijk o.w.g. het gehalte aan droge stof hoger, en wel in beide gevallen ½%. Daar er ook jaarverschillen zijn valt Pr 1433 op zand samen met Pr 1576 op klei. Als regressievergelijking (overeenkomende met die van Y_1 en X bij WIND c.s., zie boven) werd voor de 5 proeven gevonden:

FIG. 19. Verband tussen o.w.g. en droge stofgehalte van de knol bij Pr 1433

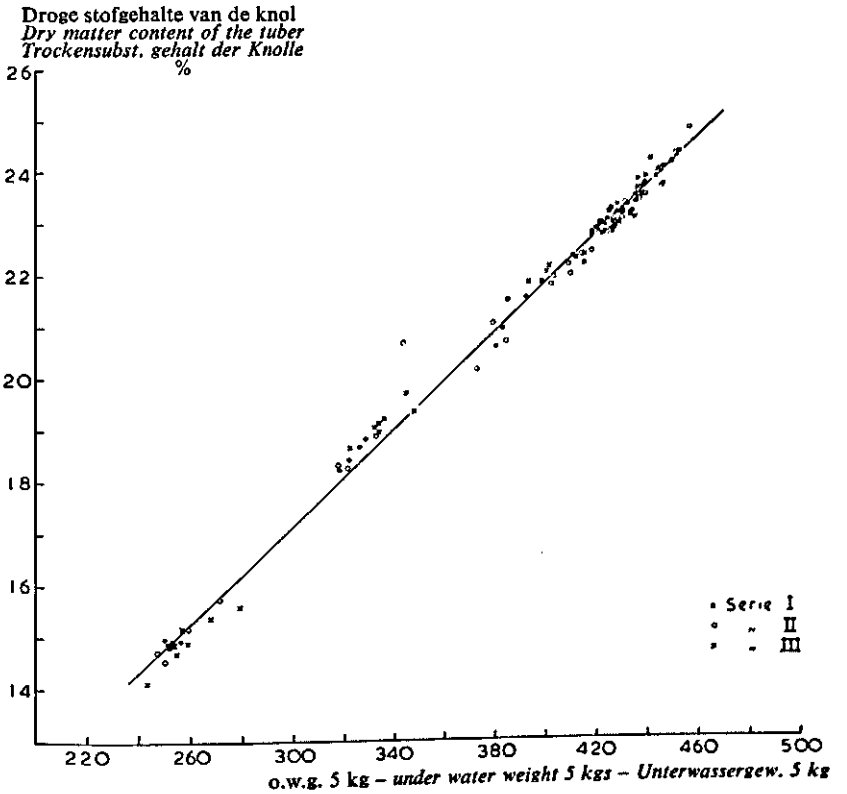


FIG. 19. *Relation between under water weight and dry matter content of the tuber in field trial Pr 1433*
ABB. 19. *Zusammenhang zwischen Unterwassergewicht und Trockensubstanzgehalt der Knolle im Versuchsfeld Pr 1433*

Zand	Pr 1433 (1953)	$Y_1 = 0{,}04707\ X + 3{,}09$
	Pr 1510 (1954)	$Y_1 = 0{,}04783\ X + 2{,}46$
	Pr 1577 (1955)	$Y_1 = 0{,}04818\ X + 2{,}31$
Klei	Pr 1434 (1953)	$Y_1 = 0{,}04650\ X + 3{,}82$
	Pr 1576 (1955)	$Y_1 = 0{,}04606\ X + 3{,}69$

Bij de 10 verschillen tussen 2 regressiecoëfficiënten is er slechts 1 significant op het 5% niveau, nl. dat tussen Pr 1510 en Pr 1434 (tweezijdige overschrijdingskans bij het verschil, uitgedrukt in de standaardafwijking als eenheid). Bij de laatste term (zetmeelgehalte bij o.w.g. = 0) is dit in 7 van de 10 verschillen het geval. Het verschil tussen de lijnen zit dus hierin meer dan in de helling. Zoals de getallen aangeven, is er een duidelijk verschil tussen zand en klei en wel in beide parameters (hoewel dit ten opzichte van de regressiecoëfficiënt niet voldoende betrouwbaar kon worden aangetoond). Wordt evenwel de nulhypothese anders gesteld, nl. de regressie van gehalte aan droge

FIG. 20. Verband tussen o.w.g. en droge stofgehalte van de knol bij Pr 1434

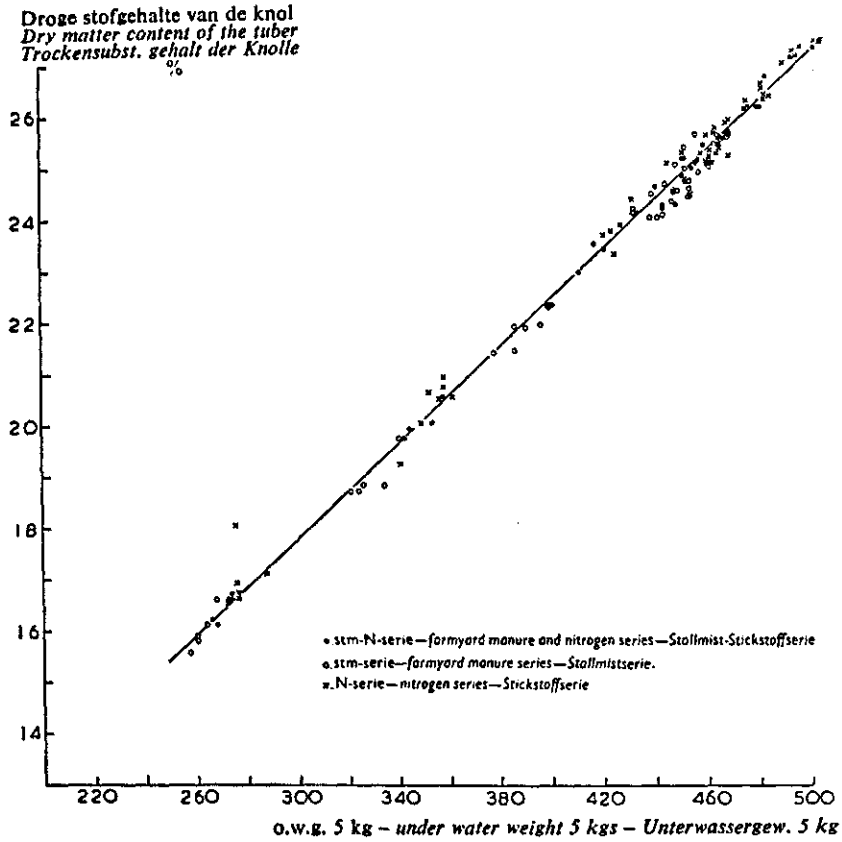


FIG. 20. *Relation between under water weight and dry matter content of the tuber in field trial Pr 1434*
ABB. 20. *Zusammenhang zwischen Unterwassergewicht und Trockensubstanzgehalt der Knolle im Versuchsfeld Pr 1434*

stof op o.w.g. is op zand niet groter dan op klei, dan blijkt deze te moeten worden verworpen voor Pr 1510 en 1577 (met de eenzijdige overschrijdingstoets), doch niet voor Pr 1433. Hetzelfde is het geval met het gehalte aan droge stof bij o.w.g. = 0.

Het wordt geacht aannemelijk te zijn:

1. dat het verband tussen droge stofgehalte en o.w.g. rechtlijnig is, en dat het eerste op klei bij gelijk o.w.g. hoger is dan op zand;
2. dat binnen een proef het o.w.g. een voldoende zuivere maat is en
3. dat men deze in verschillende gevallen kan gebruiken voor globale vergelijking van droge-stofgehalte en zetmeelgehalte, zonder deze grootheden bepaald te hebben, maar niet wanneer grote nauwkeurigheid vereist wordt, in welk geval ze afzonderlijk moeten worden bepaald.

FIG. 21. Verband tussen o.w.g. en droge stofgehalte van de knol bij Pr 1510

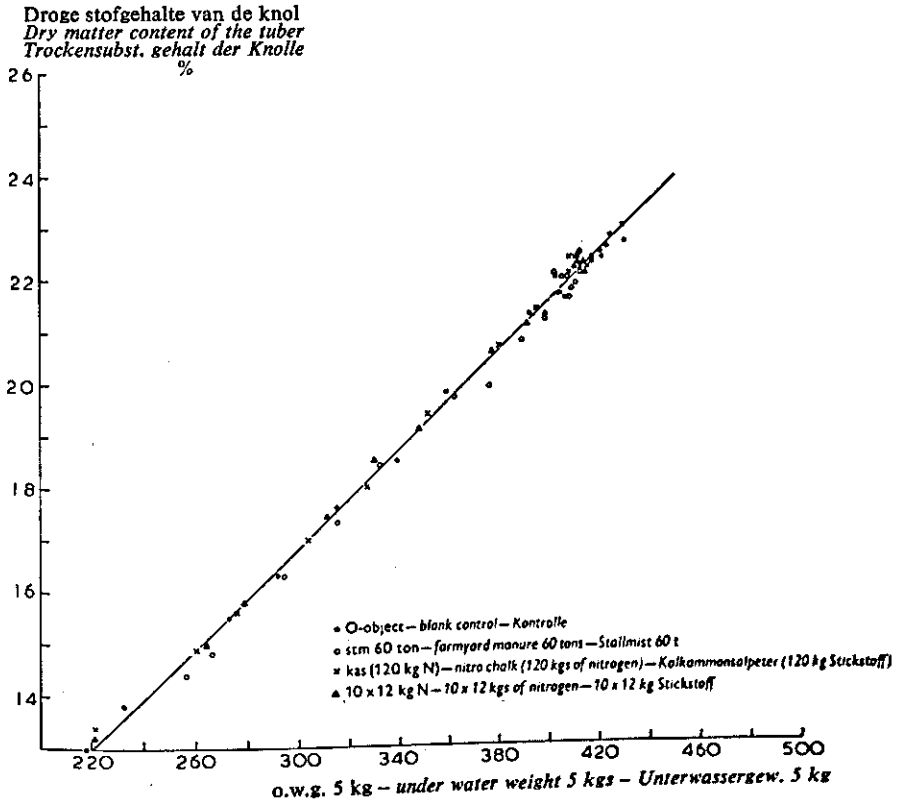


FIG. 21. *Relation between under water weight and dry matter content of the tuber in field trial Pr 1510*
ABB. 21. *Zusammenhang zwischen Unterwassergewicht und Trockensubstanzgehalt der Knolle im Versuchsfeld Pr 1510*

Verder is elk der 3 grootheden even goed bruikbaar, zodat, als men deze niet alle wil of kan bepalen, men die kan kiezen welke onder de gegeven omstandigheden het meest praktisch is. Aangetekend zij dat indien onze conclusie ten aanzien van het verschil tussen zand en klei juist is, dit afwijkt van één der conclusies van de *Studie-Commissie* (1944).

Voor de volledigheid worden nog in het kort de volgende mededelingen van DE WILLIGEN betreffende de samenstelling der knollen vermeld. Volgens deze is van ruw eiwit (6,25 × N%) ongeveer de helft werkelijk eiwit, bepaald volgens de trichloorazijnzuurmethode; de rest wordt gevormd door α-aminozuren en andere organische N-verbindingen. Het werkelijk eiwit is voor omstreeks 80% oplosbaar (het tuberine). De delen van de knol met hoog zetmeelgehalte hebben een laag N-gehalte en omgekeerd. Het zetmeel neemt ongeveer 10% van het gehele volume van de aardappel in. De as bestaat voor een groot deel uit kalizouten. Van K_2O is 3% gelokaliseerd in het

FIG. 22. Verband tussen o.w.g. en droge stofgehalte van de knol bij Pr 1576

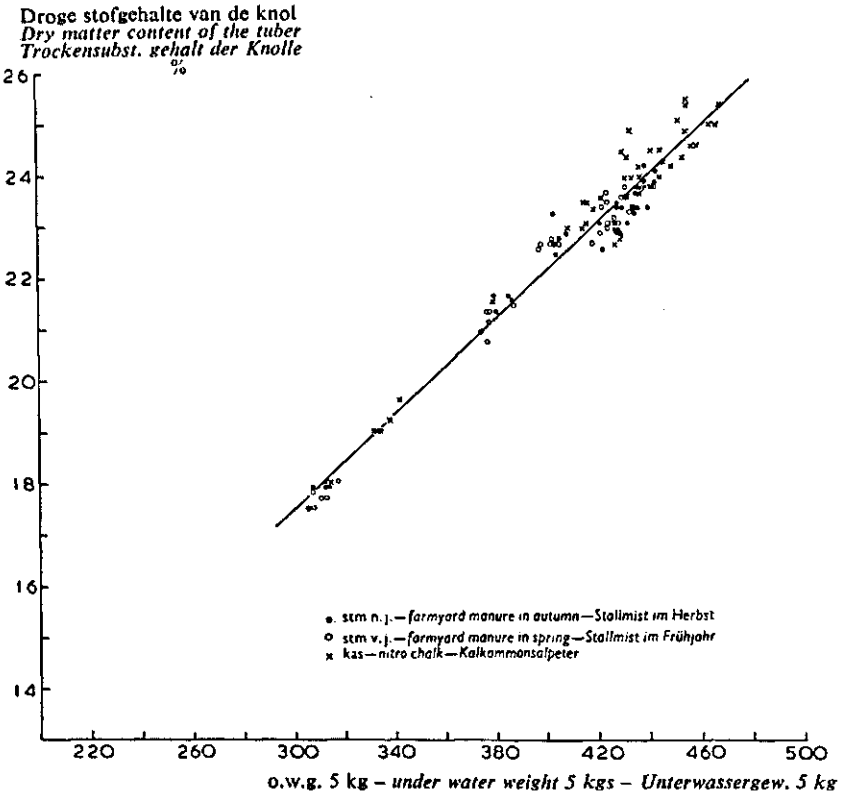


FIG. 22. *Relation between under water weight and dry matter content of the tuber in field trial Pr 1576*
ABB. 22. *Zusammenhang zwischen Unterwassergewicht und Trockensubstanzgehalt der Knolle im Versuchsfeld Pr 1576*

zetmeel en een klein gedeelte organisch gebonden (aan eiwit), de rest bevindt zich in het knolsap. Van P_2O_5 bevindt zich 10% in het zetmeel, eveneens een klein gedeelte organisch gebonden en de rest in het knolsap.

9. DE KNOLGROEI EN DE SORTERING

Van alle rooiingen werden tellingen verricht van de aantallen knollen in 4 grootteklassen. Bij de 1e rooiing (op 18/7) was er een duidelijk verschil in de opbrengst aan knollen < 2,8 cm:

	Geen N	Najaars stm	Voorjaars stm	Kas
Objecten:	1	5–6	10–11	15–16
Knollen <2,8 cm in kg/a .	25,4	30,4	55,1	73,8

FIG. 23. Verband tussen o.w.g. en droge stofgehalte van de knol bij Pr 1577

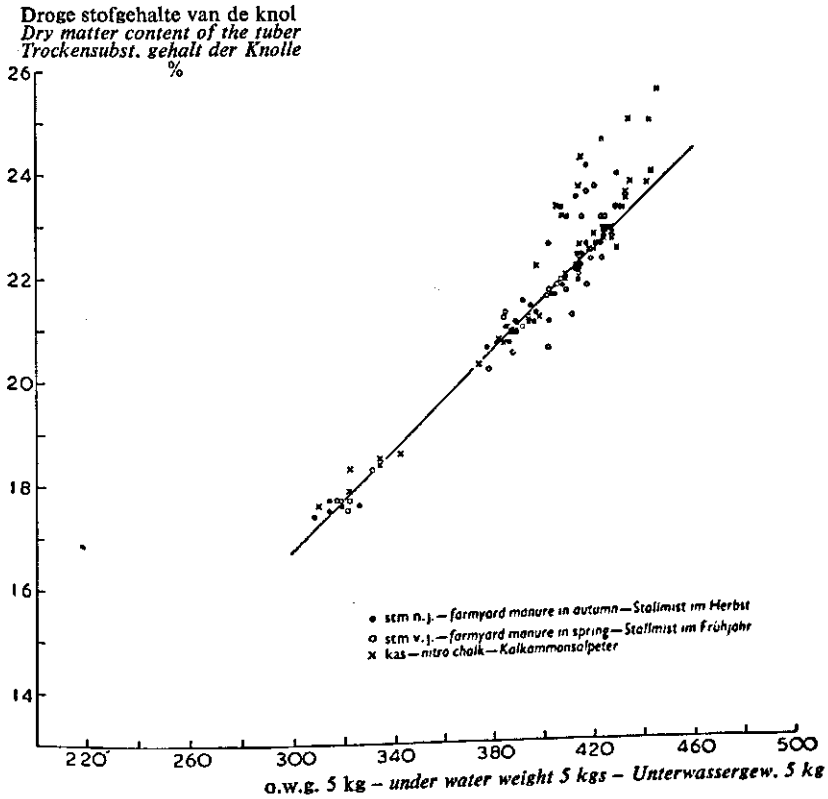


FIG. 23. *Relation between under water weight and dry matter content of the tuber in field trial Pr 1577*
ABB. 23. *Zusammenhang zwischen Unterwassergewicht und Trockensubstanzgehalt der Knolle im Versuchsfeld Pr 1577*

Voorjaarsstalmest en kunstmeststikstof hadden de meeste kleine knollen. Hun gewicht nam evenwel regelmatig en snel af om reeds in augustus vrijwel constant en voor alle objecten gelijk (althans niet betrouwbaar te scheiden) te zijn; het gewicht ervan over de 4 laatste rooiingen bedroeg gemiddeld 10,6 kg/a.

Het gehele sortiment op 18/7 zag er als volgt uit:

Objecten:	1	5–6	10–11	15–16
Knollen < 2,8 cm (kg/a) . .	25,4	30,4	55,1	73,8
2,8–3,5 cm „ . .	31,8	43,7	53,7	56,5
3,5–4,5 cm „ . .	7,8	20,9	36,2	26,7
> 4,5 cm „ . .	–	–	–	–

Knollen > 4,5 cm waren er nog niet, terwijl in de beide middenklassen voorjaarsstalmest en kunstmest het verst opgeschoten waren; van deze twee heeft evenwel kunstmest bovendien het meeste knollen in de klasse < 2,8. De opbrengst in de klasse

FIG. 24. Regressie van droge stofgehalte van de knol op o.w.g. bij de veldproeven Pr 1433, 1434, 1510, 1576 en 1577

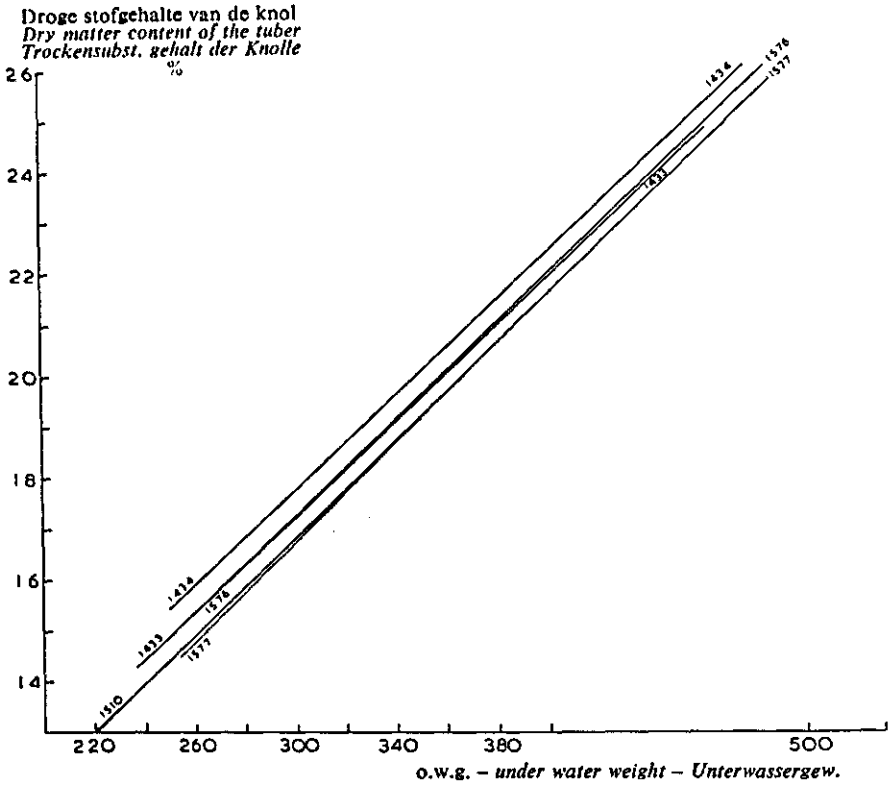
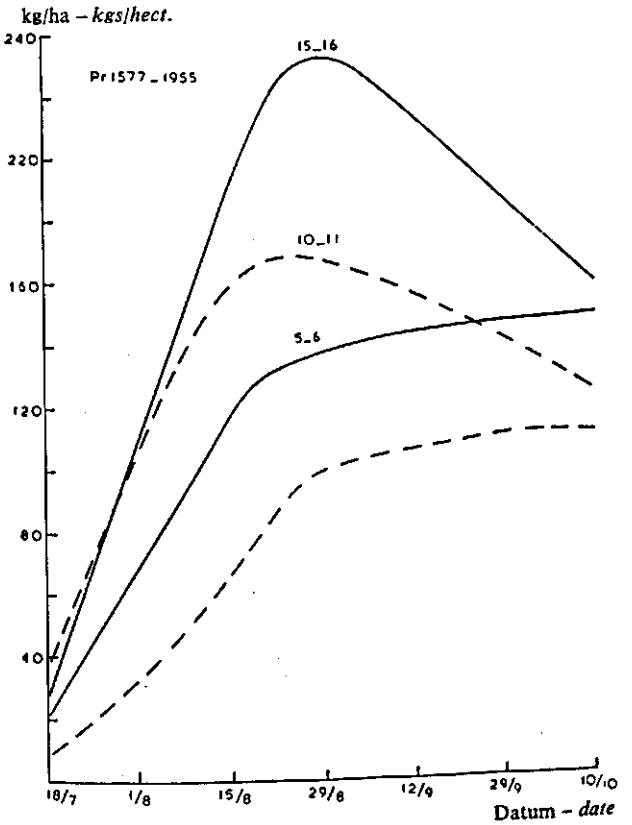


FIG. 24. *Regression of dry matter content of the tuber on under water weight in the field trials Pr 1433, 1434, 1510, 1576 and 1577*

ABB. 24. *Regression des Trockensubstanzgehaltes der Knolle auf das Unterwassergewicht in den Versuchsfeldern Pr 1433, 1434, 1510, 1576 und 1577*

2,8–3,5 cm neemt reeds vanaf 1/8 regelmatig af door doorstroming en gaat naar een constant en uniform bedrag, groot 35 kg/a, wat evenwel later bereikt wordt dan de constante waarde voor de kleinste knollen. Vanzelfsprekend heeft deze klasse eerst nog een sterke toestroming vanuit de kleinste klasse, maar gelijktijdig een sterker wordende uitstroming naar de naasthogere. Deze, de klasse 3,5–4,5, vertoont dan ook een sterke groei in alle objecten (zie fig. 25). Deze groei vertoont een knik tussen 15/8 en 29/8, het moment waarop het loofgewicht begint af te nemen (fig. 6) en de uitstroming naar de hoogste klasse begint te overwegen boven de toestroming uit de klasse 2,8–3,5. Dit is bij voorjaarsstalmest en bij kunstmest in zodanige mate het geval dat het gewicht van de klasse 3,5–4,5 sterk afneemt na de knik. Dit is niet het geval bij najaarsstalmest en onbemest; die blijven, zij het zwak, doorstijgen. De stikstof uit najaarsstalmest gedraagt zich in dit opzicht, blijkens fig. 25, typisch als bodemstikstof

FIG. 25. Verloop van de opbrengst aan knollen van 3,5–4,5 cm



N.B. – *Anmerkung*

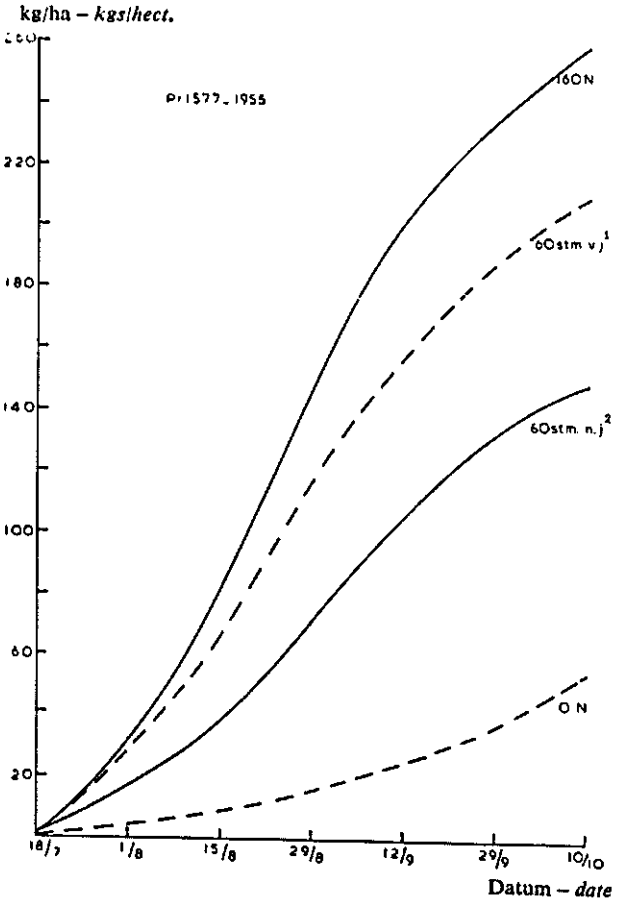
De cijfers hebben betrekking op de behandelingen – *the numbers refer to treatments – die Zahlen beziehen sich auf die Behandlungen:*

1: Onbemest – *blank control – Kontrolle.*
5– 6: 60 ton najaarsstalmest – *farmyard manure 60 tons in autumn – Stallmist 60 t im Herbst.*
10–11: 60 ton voorjaarsstalmest – *farmyard manure 60 tons in spring – Stallmist 60 t im Frühjahr.*
15–16: 160 kg N – *nitro chalk (160 kgs of nitrogen) – Kalkammonsalpeter (160 kg Stickstoff).*

FIG. 25. *Trend of the yield of tubers of the 3,5–4,5 cm size class*
ABB. 25. *Verlauf der Erträge von Knollen der 3,5–4,5 cm Grössenklasse*

en die uit voorjaarsstalmest als kunstmeststikstof. Door het zo juist beschreven gedrag van najaarsstalmest komt de opbrengst hiervan aan knollen in de klasse 3,5–4,5 cm ten slotte vrijwel gelijk aan die van het object 160 N en hoger dan die van voorjaarsstalmest. De verschillen in totaal-opbrengst, welke (op een andere schaal) weergegeven zijn in fig. 2 berusten dus in overwegende mate op de opbrengst aan knollen > 4,5 cm. Hiervan geeft fig. 26 een overzicht. Deze opbrengsten stijgen sterk in alle objecten, terwijl hun niveauverschillen in volgorde overeenstemmen met die welke

FIG. 26. Verloop van de opbrengst aan knollen groter dan 4,5 cm



[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 26. *Trend of the yield of tubers of the larger than 4,5 cm size class*
ABB. 26. *Verlauf der Erträge von Knollen mit einem grösseren Durchmesser als 4,5 cm*

gevonden werden bij de loofopbrengsten. Fig. 27 en 28 geven voor enkele objecten een totaalbeeld van de sortering naar het gewicht der klassen in de tijd.

Een ander beeld geeft vanzelfsprekend het aantal knollen per plant (zie fig. 29). Na de eerste rooiing komen er nog slechts 2 knollen bij, behalve bij najaarsstalmest waar de late knolzetting geringer is. Dit laatste object staat in aantal knollen dichtbij O N, vooral in het begin, en veel dichter dan bij voorjaarsstalmest. (Een nogal gedurfde gevolgtrekking hieruit zou zijn dat minerale stikstof zowel als gemineraliseerde stalmeststikstof sterker stimulerend zouden werken op het *aantal* knollen dan organische stikstof dit doet). Merkwaardigerwijze gaat na augustus het aantal knollen dalen, wederom behalve bij najaarsstalmest, waar de – in dit geval zwakke – stijging van het aantal onverminderd doorzet tot het einde. De vermindering van het aantal

FIG. 27. Verloop van het knolgewicht der sortimenten bij 160 kg N

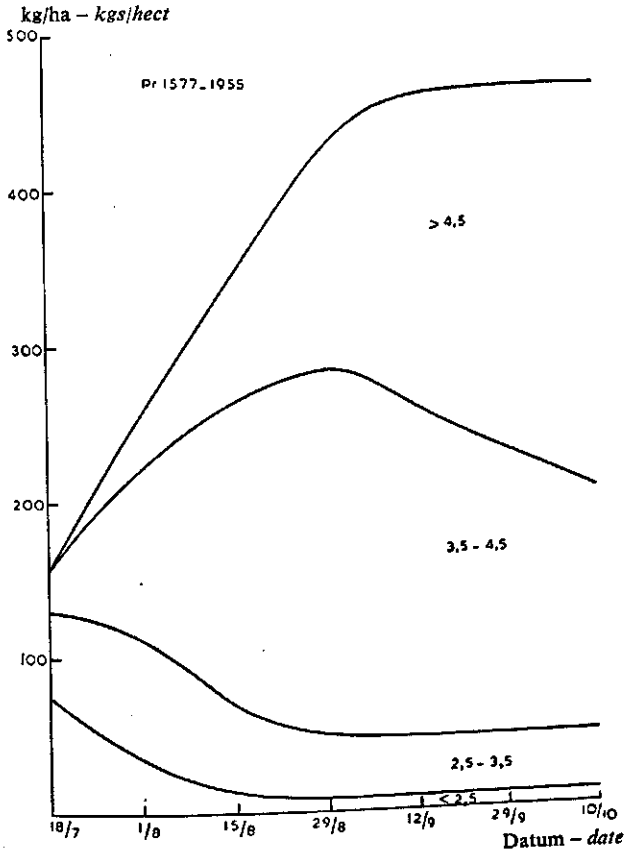


FIG. 27. *Trend of the tuber weight of the different size classes in treatment 160 kgs of nitrogen*
ABB. 27. *Verlauf des Knollengewichts der verschiedenen Grössenklassen bei Behandlung mit 160 kg Stickstoff*

moet worden toegeschreven aan verschrompeling van kleine knolletjes, welke men inderdaad aantreft. Vanzelfsprekend is het verloop der lijnen in fig. 29 evenals hun onderlinge verhouding anders dan in fig. 2. In de kleine knollen zijn objectsverschillen zelfs gering. Zij dalen vanaf 18/7 snel van omstreeks 8 tot omstreeks 2,5 per plant op 12/9 om daarna constant te blijven. De aanwas met 2 knollen per plant tot aan 15/8 wordt dus in de kleinste knollen (waar deze aanwas plaatsvindt) overtroffen door de doorgroei naar de volgende klasse. Deze (fig. 30) stijgt tot 1/8, om daarna geleidelijk af te nemen en eerst op 27/9 constant te worden. De klasse 3,5/4,5 (fig. 31) stijgt tot 29/8 om daarna constant te worden of zelfs te gaan dalen. De grote knollen (> 4,5, zie fig. 32) stijgen tot het einde (10/10) toe. De stijging van het zetmeelgehalte die hiervan volgens het in de vorige paragraaf beschreven literatuuronderzoek het gevolg zou moeten zijn, treedt hier niet op (zie fig. 5). De najaarsstalmest staat in zijn gedrag

FIG. 28. Verloop van het knolgewicht der sortimenten bij 60 ton voorjaarsstalmest

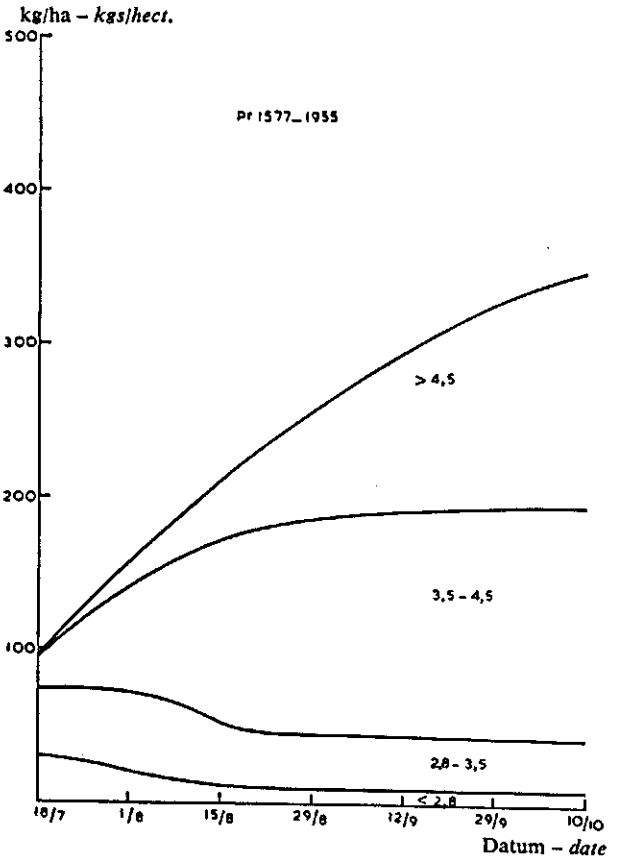


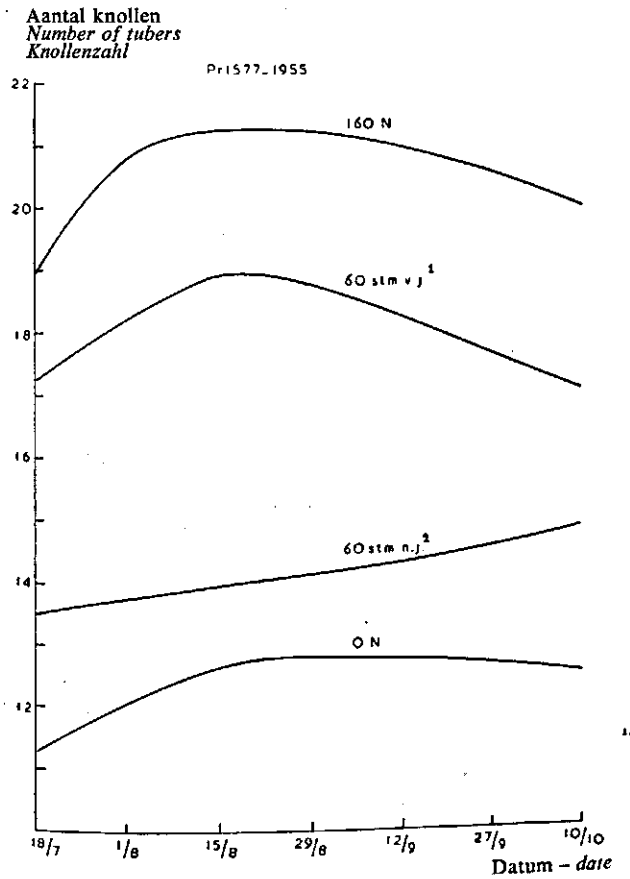
FIG. 28. *Trend of the tuber weight of the different size classes in treatment 60 tons of farmyard manure in spring*

ABB. 28. *Verlauf des Knollengewichts der verschiedenen Grössenklassen bei Behandlung mit 60 t Stallmist im Frühjahr*

steeds dicht bij 0 N, en heeft alleen 2 knollen > 4,5 cm meer per plant. Voorjaarsstalmest staat meestal in tussen najaarsstalmest en 160 N.

De figuren 33–36 geven een duidelijk beeld van de knolgroei wat aantal betreft. Hierbij is gestippeld het gedeelte dat aan de 1e rooiing vooraf is gegaan, maar dat niet bepaald is. Dit is niet nauwkeurig te noemen daar het tijdstip van begin van knolvorming geschat is. Dit tijdstip kan wellicht een week verschoven worden, maar ook dan blijkt de zéér snelle groei van het aantal knollen in de eerste periode van omstreeks 3 weken duidelijk. In de daaropvolgende periode van een maand met nog zwakke aanwas is grotendeels de toename van het knolgewicht het gevolg van doorstroming door de grootteklassen; daarna is dit volledig het geval. De periode van zwakke toename van het aantal zet gelijktijdig in met het optreden van de klasse > 3,5. Per plant

FIG. 29. Verloop van het totaal aantal knollen per plant



[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 29. *Trend of the total number of tubers per plant*
ABB. 29. *Verlauf der Gesamtknollenzahl pro Pflanze*

zijn er gemiddeld 2,5 knollen welke nooit boven het stadium < 2,8 uitgroeien en evenzo 3 knollen welke in de klasse 2,8–3,5 blijven steken. Ten slotte bereikt de klasse 3,5–4,5 uiteindelijk eveneens een gelijk aantal, nl. 6,5 gemiddeld, behalve bij 160 N, waar het 8,5 bedraagt. Het eindresultaat wordt echter langs verschillende weg bereikt. Het grote verschil tussen de objecten in de eindrooiing zit in het aantal knollen > 4,5, dat nl. bij 0 N, 60 stm najaar, 60 stm voorjaar en 160 N resp. 1, 3, 5 en 6 op een totaal van 13, 15, 17 en 20 knollen bedraagt.

Het gemiddelde knolgewicht per sortiment bedraagt in g 10,2 – 25,0 – 51,4 – 100,0 bij de laatste 3 rooiingen. Dan is dit gewicht ook in de klasse > 4,5 constant. Deze gewichten zijn slechts genomen over de laatste 3 rooiingen omdat er voordien verschuivingen optreden. Daar tussen de objecten geen grote verschillen worden aangetroffen, wordt het gemiddeld knolgewicht per grootteklasse per rooiing voor het gehele materiaal weergegeven:

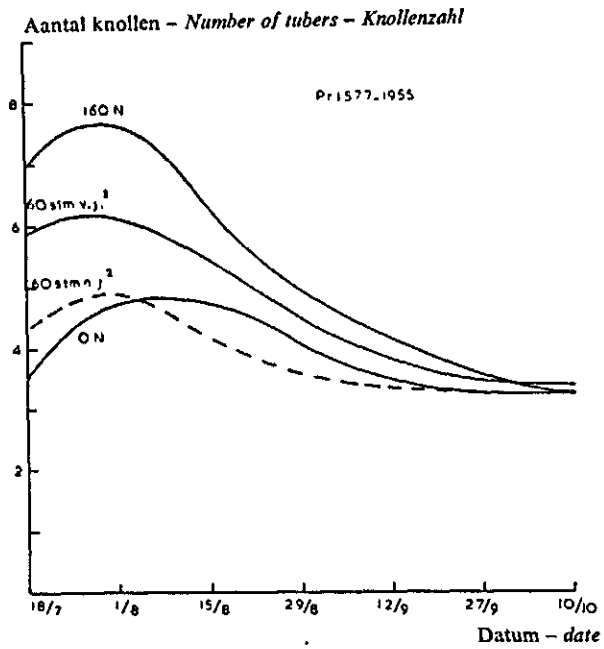


FIG. 30. Verloop van het aantal knollen van 2,8–3,5 cm per plant

[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 30. *Trend of the number of tubers of the 2,8–3,5 cm size class per plant*
ABB. 30. *Verlauf der Knollenzahl in der 2,8–3,5 cm-Grössenklasse pro Pflanze*

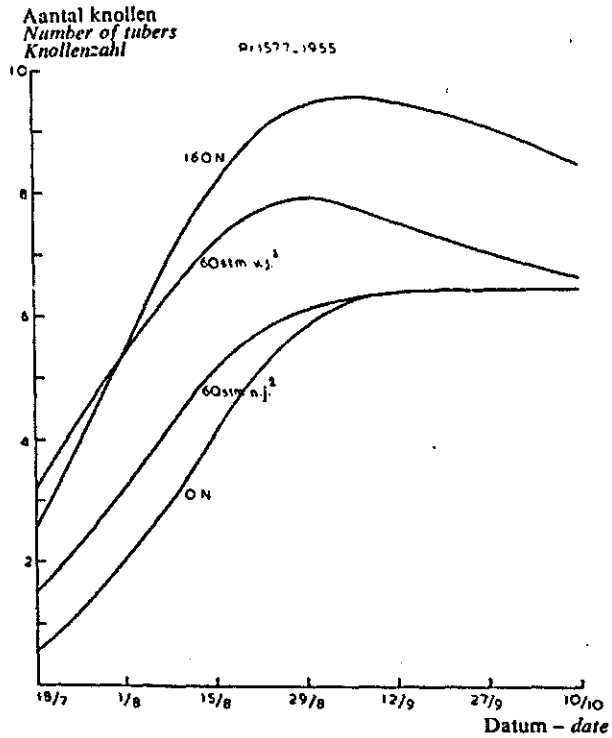
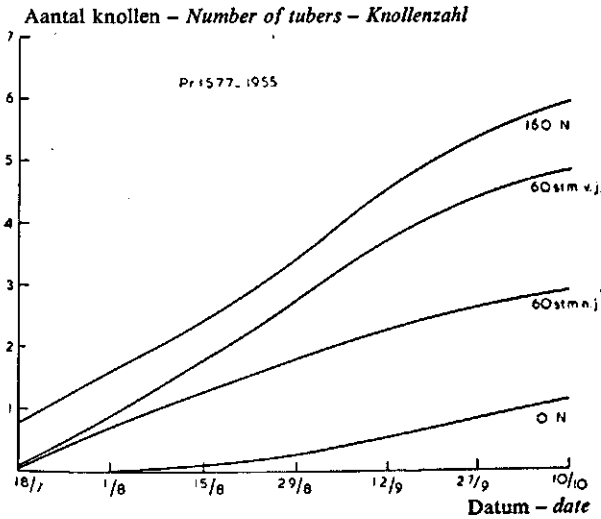


FIG. 31. Verloop van het aantal knollen van 3,5–4,5 cm per plant

[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 31. *Trend of the number of tubers of the 3,5–4,5 cm size class per plant*
ABB. 31. *Verlauf der Knollenzahl in der 3,5–4,5 cm-Grössenklasse pro Pflanze*

FIG. 32. Verloop van het aantal knollen van meer dan 4,5 cm per plant



[1], [2] *See notes with* FIG. 1.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 1.

FIG. 32. *Trend of the number of tubers of the larger than 4,5 cm size class per plant*
ABB. 32. *Verlauf der Zahl der Knollen mit einem grösseren Durchmesser als 4,5 cm*

FIG. 33. Verloop van het aantal knollen van de sortimenten in object 1 (zonder N en zonder stalmest)

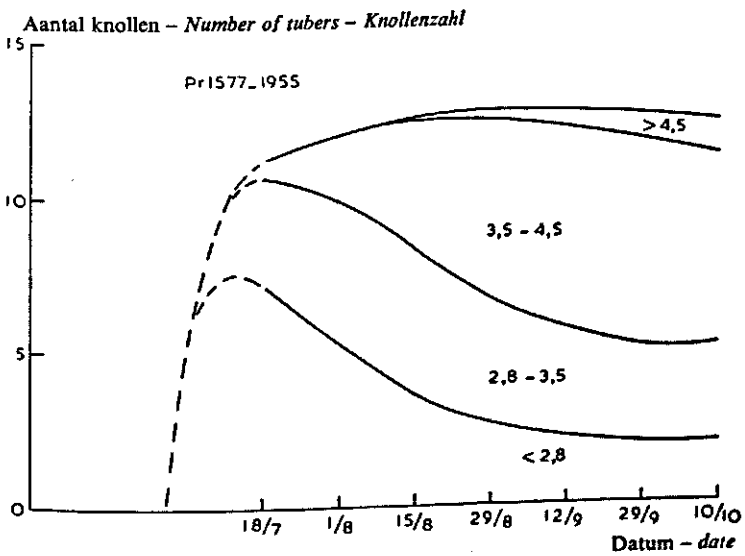


FIG. 33. *Trend of the number of tubers of the different size classes in treatment 1 (without nitrogen and without farmyard manure)*
ABB. 33. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Grössenklassen bei Behandlung 1 (ohne Stickstoff und ohne Stallmist)*

FIG. 34. Verloop van het aantal knollen van de sortimenten in object 5–6 (60 ton najaarsstalmest)

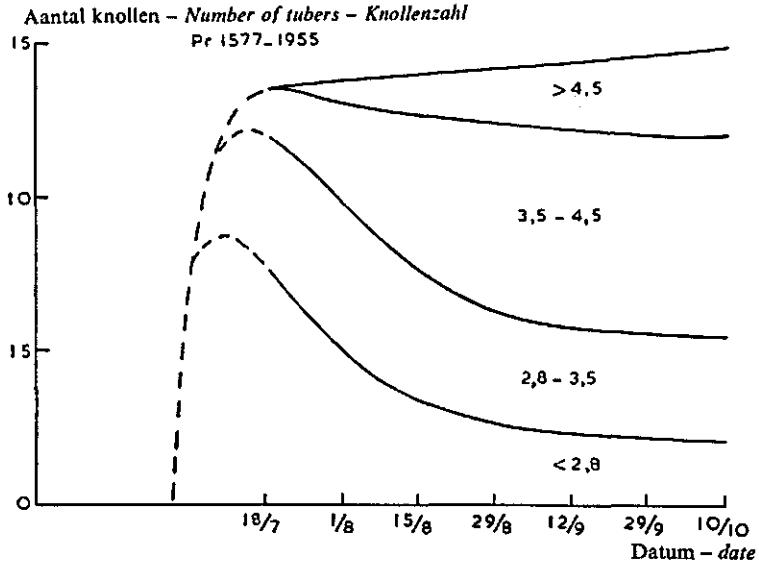


FIG. 34. *Trend of the number of tubers of the different size classes in treatment 5–6 (60 tons of farmyard manure in autumn)*
ABB. 34. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Grössenklassen bei Behandlung 5–6 (60 t Stallmist im Herbst)*

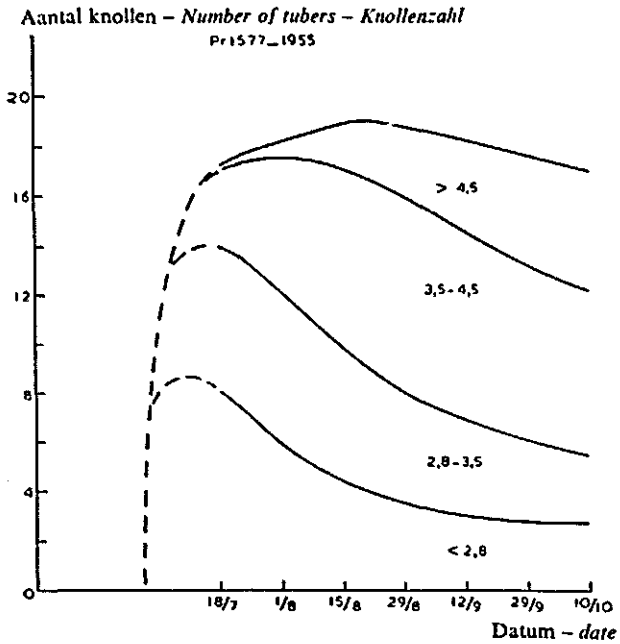


FIG. 35. Verloop van het aantal knollen van de sortimenten bij object 10–11 (60 ton voorjaarsstalmest)

FIG. 35. *Trend of the number of tubers of the different size classes in treatment 10–11 (60 tons of farmyard manure in spring)*
ABB. 35. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Grössenklassen bei Behandlung 10–11 (60 t Stallmist im Frühjahr)*

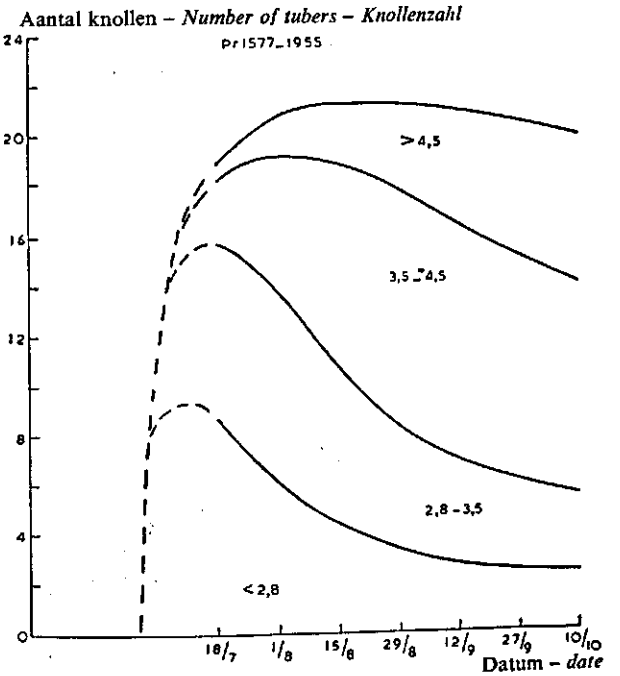


FIG. 36. Verloop van het aantal knollen van de sortimenten bij object 15–16 (160 kg N)

FIG. 36. *Trend of the number of tubers of the different size classes in treatment 15–16 (160 kgs of nitrogen)*
ABB. 36. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Grössenklassen bei Behandlung 15–16 (160 kg Stickstoff)*

Rooiing:	1	2	3	4	5	6	7	gem.
<2,8	9,1	9,6	9,6	9,8	9,6	10,4	10,6	9,8
2,8–3,5	23,4	25,6	24,8	25,–	25,–	25,5	24,6	24,8
3,5–4,5	41,7	47,4	49,3	50,2	50,5	52,9	50,9	49,–
>4,5	83,7	92,8	92,6	97,4	97,8	102,3	100,1	95,6
Gem.	18,1	26,1	35,6	42,4	46,2	49,4	51,5	38,5

De grootste stijging vertoont uiteraard de klasse > 4,5 daar deze aan de bovenzijde open is en niet afgegrensd door een hogere klasse. Merkwaardig is nog dat bij de laatste rooiing de gewichten per knol per sortiment dalen (N.B. het gewogen gemiddelde over alle sortimenten daalt niet). Het is niet bekend waaraan deze daling toe te schrijven is, mogelijk aan toenemende overheersing der ademhaling over de assimilatie.

Ten slotte wordt in fig. 37–39 nog weergegeven de procentische samenstelling van de gehele opbrengst voor enkele objecten, dit met het oog op vergelijking met de resultaten van een onderzoek dat hierna bij de bespreking der literatuur vermeld zal worden. Weergegeven is het gewichtspercentage der 4 onderscheiden grootteklassen. Het blijkt dat hoe kleiner de knol, hoe eerder het definitieve gewichtspercentage bereikt wordt, en voorts dat de beide klassen 3,5–4,5 en > 4,5 de belangrijkste zijn. (Vanzelfsprekend zouden de aantallen knollen per sortiment uitgedrukt in % van het totale aantal een minder snelle daling te zien geven). In deze percentages valt het object 60 ton stalmest-voorjaar geheel gelijk aan 160 N uit, terwijl 60 ton stalmest-najaar dichter staat bij deze beide dan bij het object 0 N-stalmest.

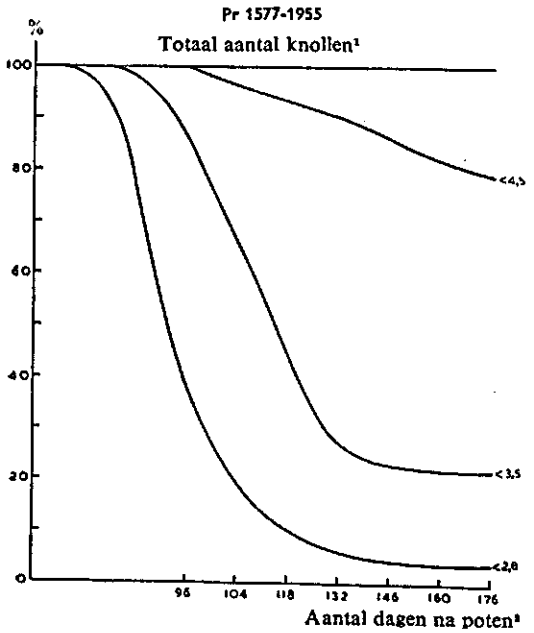


FIG. 37. Verloop van het aantal knollen van de sortimenten in % van het totale aantal; object 1 (onbemest).

¹ *Total number of tubers.*
Gesamtknollenzahl.
² *Days after planting.*
Anzahl Tage nach dem Pflanzen.

FIG. 37. *Trend of the number of tubers of the different size classes in percentages of the total number; treatment 1 (blank control)*

ABB. 37. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Grössenklassen in Prozenten der Gesamtzahl; Behandlung 1 (ohne Düngung)*

Er zij nog vermeld, dat ter bestudering der sortimenten omstreeks 140.000 knollen geteld en gewogen zijn! Dit is wel een omvangrijk werk, doch het draagt bij tot verheldering der hier in het spel zijnde processen. Evenwel, de gedachte om de groei van de aardappel na te gaan door middel van periodieke opbrengstbepalingen is niet nieuw. De oudste aan schrijver bekende onderzoekingen op dit gebied zijn die van JONES, gepubliceerd in 1899 (doch reeds verricht in 1893). Deze beschrijft tezamen met ORTON een proef met aardappelen, op 16/5 gepoot op zware kleigrond. Gesplitst werd slechts in 2 sortimenten, kleiner en groter dan 46,65 g. In bushels per acre (1 bu/acre = 0,81 hl/ha) werd gevonden:

Rooidatum	Aantal dagen na poten	< 46,65 g	> 46,65 g
4/8	80	27	65
15/8	91	23	76
24/8	100	28	88
3/9	110	23	130
13/9	120	20	152
26/9	133	16	181
6/10	143	17	209

Het gewicht van de kleinere knollen neemt af en dat van de grotere neemt in veel sterker mate toe. De verhouding tussen beide gewichtsklassen is wel geheel anders dan wij daarvoor kennen.

WILLFARTH, RÖMER & WIMMER (1906) verrichtten 4 opbrengstbepalingen. Gepoot werd op 28/4 en de opkomst viel op 30/5. Van de verse knollen werd het gewicht van

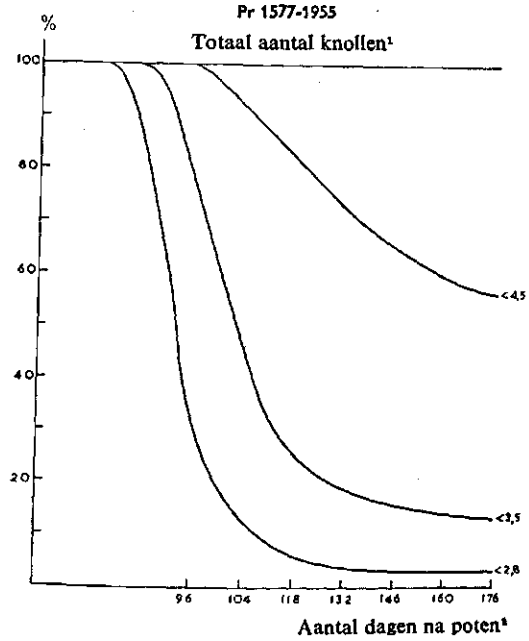


FIG. 38. Verloop van het aantal knollen van de sortimenten in % van het totale aantal; object 5–6 (60 ton najaarsstalmest)

¹, ² *See notes with* FIG. 37.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 37.

FIG. 38. *Trend of the number of tubers of the different size classes in percentages of the total number; treatment 5–6 (60 tons of farmyard manure in autumn)*
ABB. 38. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Grössenklassen in Prozenten der Gesamtzahl; Behandlung 5–6 (60 t Stallmist im Herbst)*

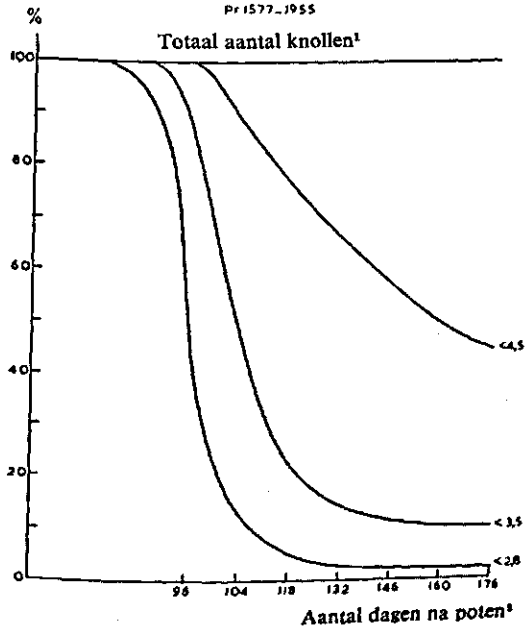


FIG. 39. Verloop van het aantal knollen van de sortimenten in % van het totale aantal; objecten 10–11 en 15–16 (60 ton voorjaarsstalmest resp. 160 kg N)

¹, ² *See notes with* FIG. 37.
Siehe Anmerkungen zu ABB. 37.

FIG. 39. *Trend of the number of tubers of the different size classes in percentages of the total number; treatments 10–11 and 15–16 (60 tons of farmyard manure in spring and 160 kgs of nitrogen respectively)*
ABB. 39. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Grössenklassen in Prozenten der Gesamtzahl; Behandlungen 10–11 und 15–16 (60 t Stallmist im Frühjahr bzw, 160 kg Stickstoff)*

5 sortimenten bepaald in q/ha; de grenzen dezer sortimenten wijken niet veel af van de gemiddelden der onze, daar deze als volgt lagen:

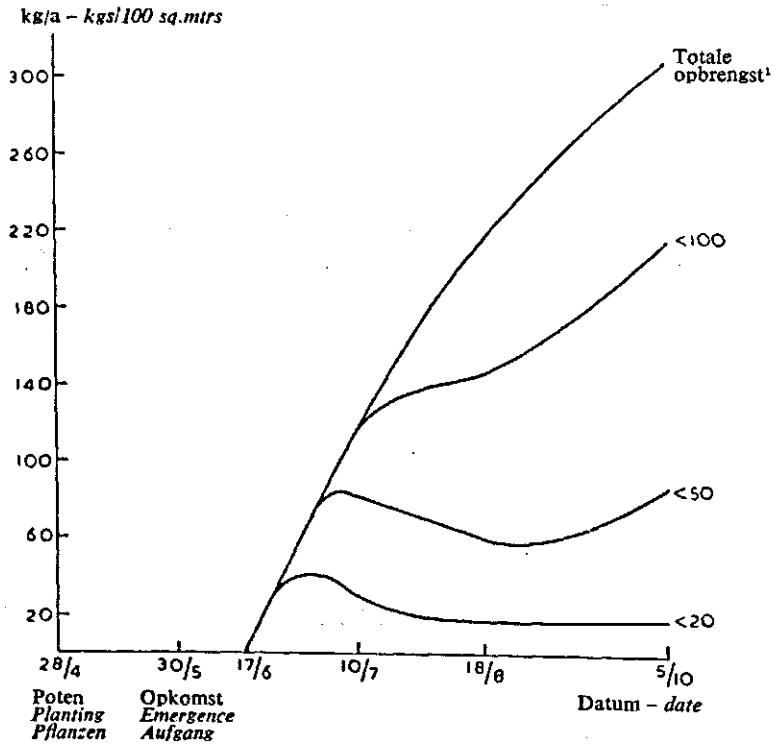
Pr 1477	10	25	50	95	gemiddelden
WILLFARTH . .	5	20	50	100	grenzen

Door WILLFARTH werd gevonden:

Rooidatum:	17/6	16/7	18/8	5/10
Aantal dagen na poten . .	50	79	112	160
< 5 g	3,9	1,9	2,3	2,4
5– 20 g	–	28,0	15,7	15,6
20– 50 g	–	50,8	41,8	66,6
50–100 g	–	37,2	85,4	129,2
> 100 g	–	–	68,2	92,5
Totaal.	3,9	117,9	213,3	306,3

De sortimenten groter dan 50 g groeien, evenals bij ORTON, door (zie fig. 40).

FIG. 40. Verloop van de opbrengst der sortimenten; naar WILLFARTH (veldproef)



¹ *Total yield – Gesamtertrag.*

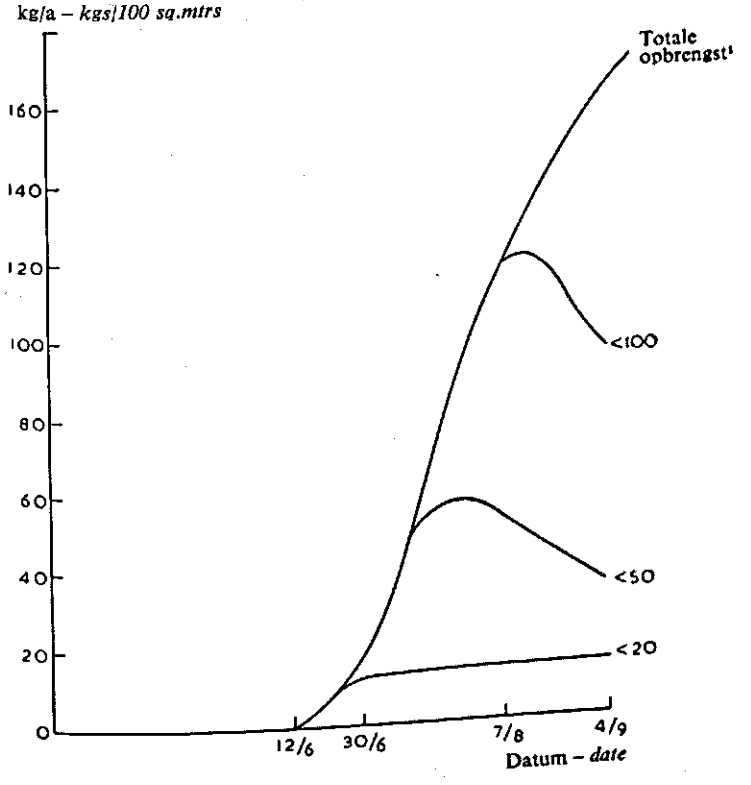
FIG. 40. *Trend of the yield of the different weight classes; according to* WILLFARTH *(field trial)*
ABB. 40. *Verlauf der Erträge von den verschiedenen Gewichtsklassen; nach* WILLFARTH *(Feldversuch)*

Dezelfde onderzoekers verrichtten ook een potproef (fig. 41). De pootdatum wordt niet vermeld. De sortimenten werden bepaald in droge stof per pot in g (zie ook fig. 41).

	12/6	30/6	7/8	4/9
< 5 g	0,12	3,84	1,44	1,97
5– 20 g	–	8,83	11,96	12,14
20– 50 g	–	4,78	36,82	19,96
50–100 g	–	–	66,76	62,05
> 100 g	–	–	–	66,22
Totaal	0,12	17,44	116,98	162,33

De getallen zijn wat onzeker door de sterke variabiliteit welke onafscheidelijk samengaat met een bepaling aan slechts enkele planten. In hoofdzaak echter gaat de ontwikkeling parallel aan die in de vorige proef en die in Pr 1577, nl. geen grote toename of zelfs afname in de kleinere sortimenten en een later optreden en doorgaande groei van de grotere.

FIG. 41. Verloop van de opbrengsten der sortimenten; naar WILLFARTH (potproef)



¹ *Total yield – Gesamtertrag.*

FIG. 41. *Trend of the yield of the different weight classes; according to* WILLFARTH *(pot trial)*
ABB. 41. *Verlauf der Erträge von den verschiedenen Gewichtsklassen; nach* WILLFARTH *(Topfversuch)*

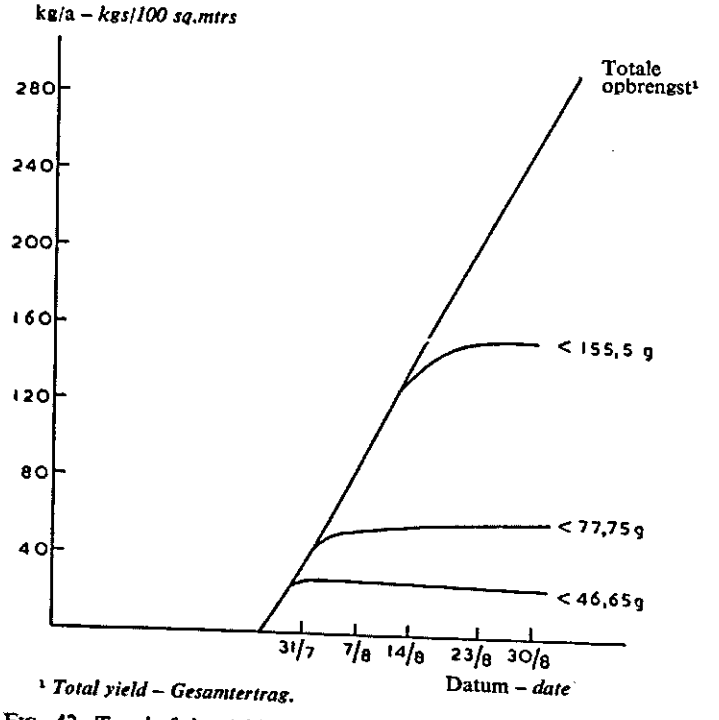
KOHLER (1919) deed een proef met *vroege* aardappelen (fig. 42). Deze werden op 3/6 gepoot op zandgrond. Per week werd gerooid 50 ft (= 15,24 m) rijlengte d.i. omstreeks 30 planten.

Datum	Aantal dagen na poten	Knollen bu/acre — (1 bu/acre = 0,81 hl/ha)				
		< 46,65 g	46,65–77,75 g	77,75–155,50 g	155,50–279,90 g	Totaal
31/7	58	27,8	9,7	1,2	–	38,7
7/8	65	25,4	28,5	30,5	3,3	87,7
14/8	72	26,1	26,6	59,5	29,3	141,5
23/8	81	21,1	35,2	97,3	49,6	203,2
30/8	88	27,0	33,8	92,8	100,2	253,8

KOHLER trekt, evenals de voorgaande schrijvers, de onjuiste conclusie dat er steeds nieuwe knollen gevormd worden, omdat het gewicht van de kleine knollen constant is (zie fig. 42). De sortimenten zijn geheel anders dan die in de vorige en in eigen onderzoekingen.

CLARK (1921) vermeldt dat de knolvorming begint na de ontwikkeling der bloem-

FIG. 42. Verloop van de opbrengsten der sortimenten; naar KOHLER



¹ *Total yield – Gesamtertrag.*

FIG. 42. *Trend of the yield of the different weight classes; according to* KOHLER
ABB. 42. *Verlauf der Erträge von den verschiedenen Gewichtsklassen; nach* KOHLER

knoppen en bij late rassen zelfs na de opening der knoppen. Hij gebruikte per rooiing 200 stammen, wat aanzienlijk beter is dan in de vorige onderzoekingen. Geoogst werden slechts knollen > 0,5" (= 1,27 cm). Hoewel dit niet vermeld wordt, moeten ook dit vrij *vroege* aardappelen geweest zijn daar in 4 maanden na het poten alles is afgeoogst. Er zijn slechts weinig, doch zeer grote knollen.

Aantal dagen na poten		Aantal knollen per plant		Gewicht per knol in g		Gewicht per plant in g	
1916	1917	1916	1917	1916	1917	1916	1917
	64		4,3		12,6		54,2
71	72	5,4	4,4	34,2	36,3	186,2	157,9
79	79	5,8	4,6	68,7	70,6	395,1	325,3
85	86	6,1	4,8	93,7	112,6	571,8	538,7
92	93	5,8	4,8	129,2	148,4	754,9	712,4
99	100	6,5	4,9	138,6	164,9	897,4	813,7
106	107	5,6	4,6	172,1	200,9	968,2	932,3
113	114	5,2	4,9	188,1	221,6	985,6	1090,2
	120		4,7		237,5		1110,3
	127		4,7		245,7		1143,8

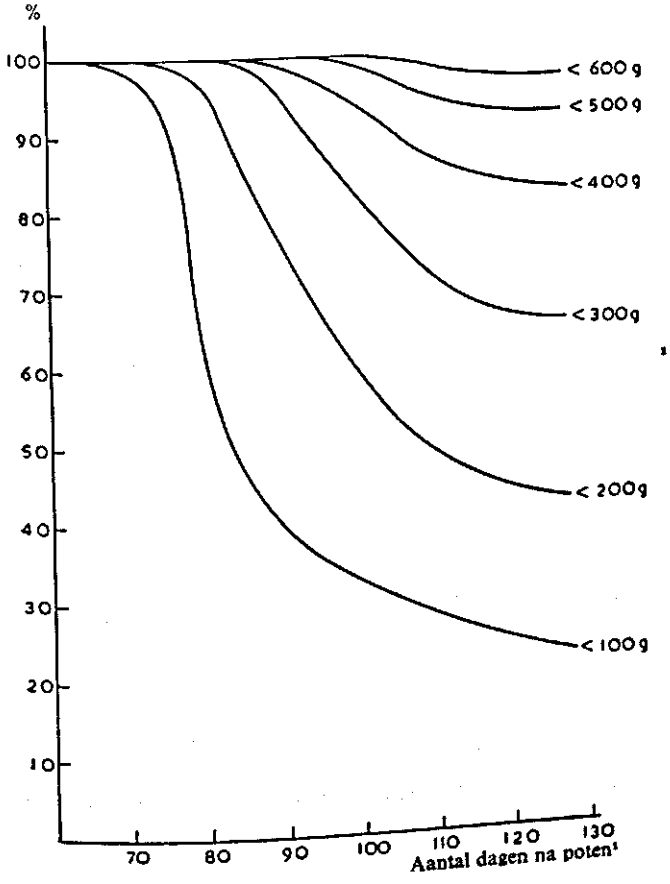


FIG. 43. Verloop van het aantal knollen der sortimenten in % van het totale aantal; naar CLARK

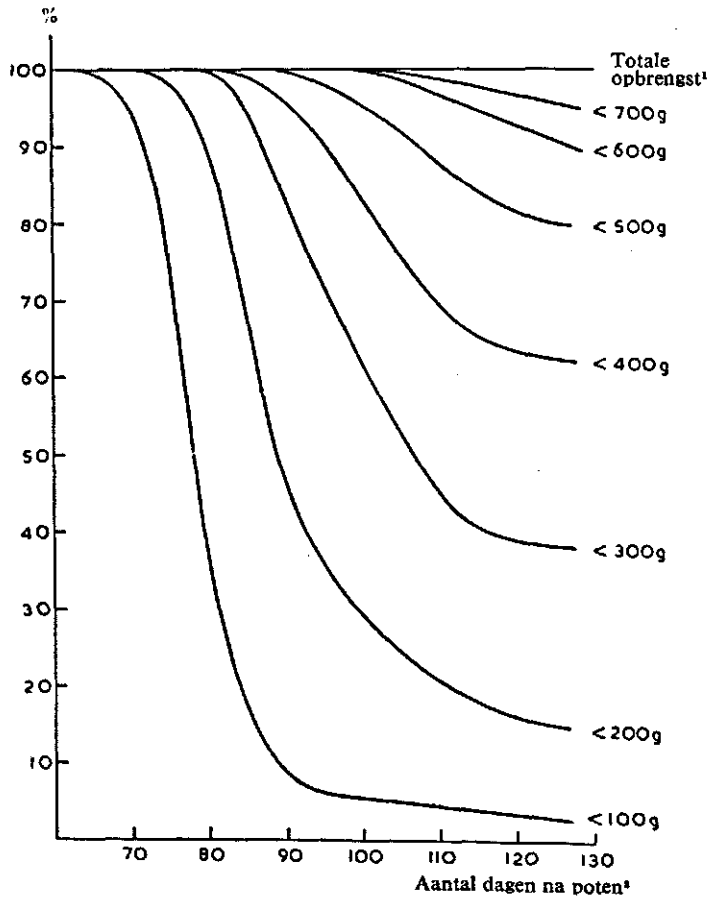
¹ *Days after planting.*
Anzahl Tage nach dem Pflanzen.

FIG. 43. *Trend of the number of tubers of the different weight classes in percentages of total number; according to* CLARK

ABB. 43. *Verlauf der Knollenzahl von den verschiedenen Gewichtsklassen in Prozenten der Gesamtzahl; nach* CLARK

Het gehele aantal knollen is vrijwel in het begin ontstaan en in zeer korte tijd. Er is slechts een kleine toename, gevolgd door een kleine afname. Het hoogste aantal is opgetreden ongeveer 100 dagen na het planten. Daarna verschrompelt een gedeelte der kleinste knollen. Bij dit vrijwel constante totale aantal stijgt het gemiddelde knolgewicht tot het allerlaatst. De aantallen per sortiment kunnen dus zeer goed in % van dit totale aantal worden uitgezet om een beeld te krijgen van de doorstroming (zie fig. 43). Voor 1917 waren deze percentages:

FIG. 44. Verloop van de opbrengst der sortimenten in % van de totaalopbrengst; naar CLARK



¹ *Total yield – Gesamtertrag.*
² *Days after planting – Anzahl Tage nach dem Pflanzen.*

FIG. 44. *Trend of the yield of the different weight classes in percentages of total yield; according to* CLARK

ABB. 44. *Verlauf der Erträge von den verschiedenen Gewichtsklassen in Prozenten der Gesamtertrag; nach* CLARK

Aantal dagen na poten	100	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600	600–700	700
64	100	–	–	–	–	–	–	–
71	98	2	–	–	–	–	–	–
78	74	24	2	–	–	–	–	–
85	47	39	13	1	–	–	–	–
92	37	35	22	7	2	–	–	–
99	34	28	23	10	4	1	–	–
106	29	22	24	13	8	3	–	–
113	28	20	21	16	8	4	2	1
120	23	21	22	17	11	4	1	1
127	23	19	23	17	9	5	2	2

De kleinste groep neemt constant af. De op één na kleinste heeft het grootste aantal na 85 dagen en neemt daarna af ondanks aanvulling uit de kleinste groep, zodat deze aanvulling kleiner is dan de doorstroming naar de grotere sortimenten. De groep 200–300 stijgt iets langer, maar blijft daarna constant; hier is de aanvulling dus even sterk als de verdere doorstroming. De hogere groepen stijgen constant tot het einde toe.

De gewichten per sortiment, in % van het totale knolgewicht, gedragen zich aldus (zie ook fig. 44):

Dagen	100	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600	600–700	700
64	100	–	–	–	–	–	–	–
71	93	7	–	–	–	–	–	–
78	49	45	6	–	–	–	–	–
85	17	51	27	4	1	–	–	–
92	7	35	36	16	5	1	–	–
99	6	26	33	21	10	4	–	–
106	4	17	30	23	17	8	0	1
113	4	15	22	25	17	9	5	3
120	3	13	23	25	20	10	4	2
127	3	12	23	24	16	12	5	5

Dit geeft de doorstroming goed weer, evenals fig. 45, waarin de gehele groei der sortimenten in absolute maat is uitgebeeld.

Uit deze proef blijkt dus dat er geen nieuwvorming van knollen meer optreedt gedurende de latere groei. Het somtijds vrijwel constant blijven in absoluut gewicht van de kleinere sortimenten is dus hoofdzakelijk toe te schrijven aan de, wat het gewicht betreft, relatief geringe betekenis welke de latere doorstroming vanuit de kleinste sortimenten heeft. Vanaf omstreeks 3 maanden na het poten verlaten praktisch geen knollen het kleinste sortiment om door te stromen naar grotere. In verschillende onderzoekingen heeft men zich verkeken op het grote verschil in aantal knollen per gewichtseenheid in de verschillende sortimenten.

SMITH (1938) deed proeven op zware grond (Dunkirk silty clay loam) met hetzelfde ras.

In de volgende tabel betekent:

a. aantal dagen na het poten;
b. aantal knollen per plant;
c. gewicht per knol in g;
d. totaal knolgewicht in g.

1931				1933			
a	b	c	d	a	b	c	d
58	6,9	7,6	52	73	5,1	31,1	158
75	10,3	28,4	292	83	5,7	47,4	272
102	11,6	57,6	666	97	4,9	73,2	358
119	10,7	74,1	794	123	4,3	90,1	383

1932				1934			
a	b	c	d	a	b	c	d
68	5,2	21,8	114	76	5,0	37,8	187
83	7,0	45,9	320	91	5,0	75,9	377
97	7,1	74,2	525	105	4,9	106,0	518
118	5,9	103,9	613	124	4,5	140,4	629
139	4,9	145,2	710	143	4,0	160,2	639

Ook hier is steeds, ondanks grote jaarverschillen, het aantal ongeveer 3 maanden na het poten het grootst. De verschillen in aantal zijn hier iets groter dan in de voorgaande proef, wat wel toe te schrijven zal zijn aan het feit dat daar de kleinste knollen (< 0,5") weggelaten werden. De afname van het aantal knollen bleek het gevolg te

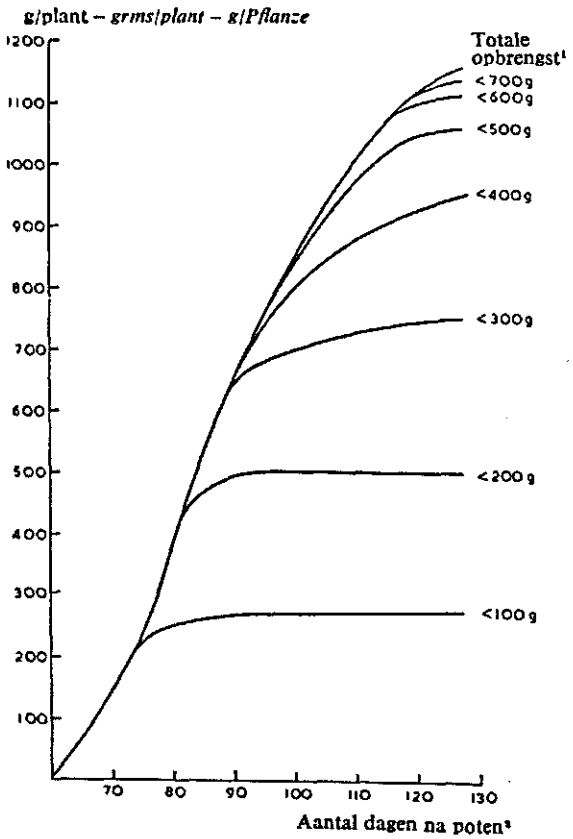


FIG. 45. Verloop van de opbrengsten der sortimenten in grammen per plant; naar CLARK

¹ *Total yield – Gesamtertrag.*
² *Days after planting.*
Anzahl Tage nach dem Pflanzen.

FIG. 45. *Trend of the yield of the different weight classes in grs per plant; according to* CLARK

ABB. 45. *Verlauf der Erträge von den verschiedenen Gewichtsklassen in Grammen pro Pflanze; nach* CLARK

zijn van het verdwijnen van kleine knollen, waarvan slechts verschrompeld periderm overbleef. Dit aantal bedroeg ongeveer 3 stuks per plant. De knolvorming begint steeds ongeveer 35 dagen na het planten.[1]

In 1931 is ook de ademhaling der gerooide knollen bepaald, uitgedrukt in mg uitgeademd CO_2 per knol per uur. Voor de 4 rooiingen bedroeg dit achtereenvolgens 38, 9–23, 8–12, 4–8, 4. De ademhalingsintensiteit neemt dus af.

KRIJTHE (1955) beschrijft de volgorde van ontstaan en de plaatsing van de knollen van verschillende grootte. Het bleek dat de grootste knollen het eerst gevormd worden en het langst doorgroeien. Hoe kleiner de knollen worden, hoe later zij aangelegd zijn en des te eerder de groei afgelopen is. De allerkleinste groeien in het geheel niet. De gehele aanleg van alle knollen is in 3 weken afgelopen, terwijl de knolaanleg begint 5 à 6 weken na het poten (bij voorgekiemde poters). Het grootste aantal wordt bereikt na 8 à 9 weken, d.i. – evenals bij andere onderzoekers – omstreeks 3 maanden na het poten. Knollen van verschillende grootte bleken te zitten aan stolonen welke een bepaalde volgorde vormen, zo b.v. de grootste knol aan de 3e, 4e of 5e stoloon van onderaf. De sortimenten hangen dus samen met gepredisponeerde plaatsen, hoewel de uiteindelijk te bereiken grootte wel influenceerbaar zal zijn b.v. door bemesting (aldus de schrijfster).

Hierbij zij aangetekend dat in Pr 1577 inderdaad 3 maanden na het poten de sterke aanwas van het aantal knollen is afgelopen, maar dat er daarna nog enkele in de volgende maand bijkomen, terwijl bij de najaarsstalmest het aantal, zij het zwak, tot het eind bleef stijgen. Eveneens bleek in Pr 1577 duidelijk dat de uiteindelijke grootte inderdaad door bemesting te beïnvloeden is, en wel hoofdzakelijk in deze zin, dat meer of minder knollen uitgroeien tot de klasse > 4,5 cm.

In Pr 1433 (II) begon de knolzetting heel wat later dan 5 à 6 weken na het poten, nl. ± 10. Daar het al of niet voorgekiemd zijn hier een rol speelt (en vermoedelijk de daarmede verband houdende poottijd) zou het wellicht aanbeveling verdienen te rekenen vanaf de opkomst, d.w.z. het boven de grond verschijnen van het loof. In beide proeven, Pr 1433 en Pr 1577 waren ongekiemde poters gebruikt. Dit verklaart ook het verschil in tijdsverloop van poten tot grootste aantal knollen (tussen de 8 à 9 weken) van mej. KRIJTHE en dat in onze proeven.

Niet geheel juist is dat de *gehele* knolzetting zich binnen 3 weken afspeelt. Dit is wel het geval met de aanvankelijke snelle vorming van verreweg het grootste gedeelte der knollen; maar, zoals gezien komen er daarna gedurende een maand nog enkele bij. Mogelijk versnelt het voorgekiemd zijn ook dit proces.

Ook de zwaarte van de grond heeft blijkens een door CLARK (1921) beschreven proef invloed. Twee rassen, A en B, werden gekweekt op 3 gronden van verschillende zwaarte, nl. heavy clay, clay loam en fine sandy loam. Er werden 400 planten per proef gerooid.

[1] Bij vele Amerikaanse onderzoekingen moet men erop bedacht zijn, dat er verschillen zijn met onze omstandigheden. Zo vermeldt men opkomst van het loof 10 dagen na het poten, loofanalyses 17 dagen na het poten, knolvorming 5 weken erna, en dergelijke meer. Mogelijk gebruikt men meer voorgekiemd pootgoed.

	Aantal knollen per plant		Gewicht per knol		Knolgewicht per plant	
	A	B	A	B	A	B
Licht	6,3	5,9	162,8	83,3	1033,5	489,5
Middelmatig . .	4,9	4,2	136,5	93,3	663,7	387,2
Zwaar	3,0	3,1	125,3	62,0	376,7	194,6

Hoe zwaarder grond, des te minder in aantal en hoe kleiner de knollen zijn, dus hoe lager a fortiori de knolopbrengst. Dit effect is anders dan b.v. bij de potergrootte, waar met kleiner knolaantal een hoger gemiddeld gewicht per knol gepaard gaat (zie § 10). Deze opbrengstvermindering bij zwaardere grond is evenwel niet zeer algemeen. In KORTLEVEN (1956 § 192) is het b.v. niet het geval. Hieraan zal aandacht besteed worden in de in deze serie nog te volgen publikatie met proeven op zware grond.

10. DE POTER

In de eigen onderzoekingen is nooit enige aandacht besteed aan de poter. Het leek van belang enige inlichtingen hieromtrent uit de literatuur te vermelden. Immers het jonge kiemplantje leeft aanvankelijk van de poter. Niet zonder meer echter is het duidelijk hoe lang deze afhankelijkheid van de poter duurt en wanneer de opname van voedingsstoffen uit de grond begint, zodat deze invloed op de ontwikkeling kunnen uitoefenen. In de eigen onderzoekingen is nooit enige invloed van verschil in bemesting op de datum van opkomst gemerkt (de mogelijkheid ervan wordt vooralsnog niet ontkend). Men krijgt dus de indruk dat in elk geval tot dan de overheersende betekenis van de poter voortduurt.

Een beeld hiervan geeft fig. 46, ontleend aan CARPENTER (1957). De (droge stof in de) poter begint na 25 dagen af te nemen. Dan begint de loofhoeveelheid toe te nemen en wel veel sterker dan de poter afneemt. Evenwel vormt het blad assimilaten, welke niet aan de knol worden onttrokken. Zodra de knolvorming goed doorkomt, is de daling van het gewicht van de poter afgelopen. Dit gewicht blijft dan echter constant, en wel op 1/7 van het oorspronkelijk gewicht (aan droge stof).

De N-voorraad in kg/ha is uitgedrukt in fig. 47. De N in de poter daalt vanaf het poten. Tot 30 dagen is de totale hoeveelheid N in de gehele plant incl. poter constant om daarna sterk te gaan stijgen. De eerste maand heeft de plant op de poter geteerd. De totale hoeveelheid N aanvankelijk in de poter aanwezig, groot 13 kg, is klein vergeleken met de bemesting en met de uiteindelijk opgenomen hoeveelheid van 100 kg, terwijl ten slotte er nog 3 kg van in de poter achterblijft. De poters hebben dus 10 kg N per ha geleverd. Daar dit, wanneer deze beschouwing juist is, het geval zal zijn bij alle objecten in onze eigen proeven, wordt de door de poter geleverde N gerekend tot de bodemstikstof. Op het moment waarop het loof goed gaat doorgroeien en de van buiten de poter opgenomen N gaat overwegen, hebben de poters nog slechts 7 kg N per ha geleverd. De later geleverde 3 kg zinken in het niet bij de 90 kg nadien nog op te nemen N.

Voor P_2O_5 (fig. 48) geldt hetzelfde als voor N. De maximaal door de poter geleverde hoeveelheid is echter te verwaarlozen (ruim 1,5 kg/ha).

FIG. 46. Verloop van het gewicht van de droge stof in poters, loof en knollen; naar CARPENTER

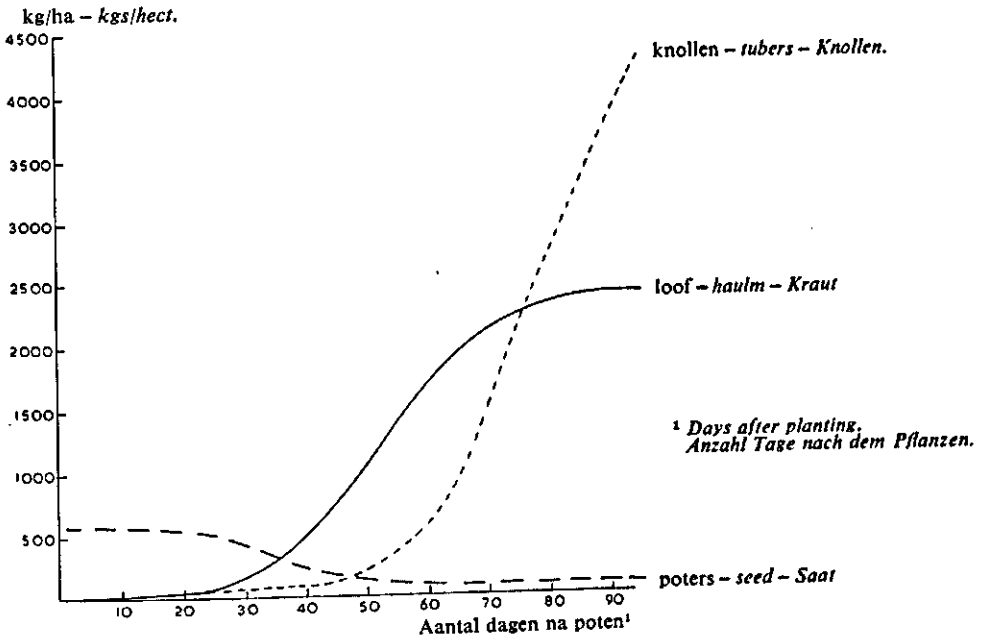


FIG. 46. *Trend of the weight of dry matter in seed, haulm and tubers; according to* CARPENTER
ABB. 46. *Verlauf des Gewichts der Trockensubstanz in Saat, Kraut und Knollen; nach* CARPENTER

FIG. 47. Verloop van de hoeveelheid stikstof in poters, loof en knollen; naar CARPENTER

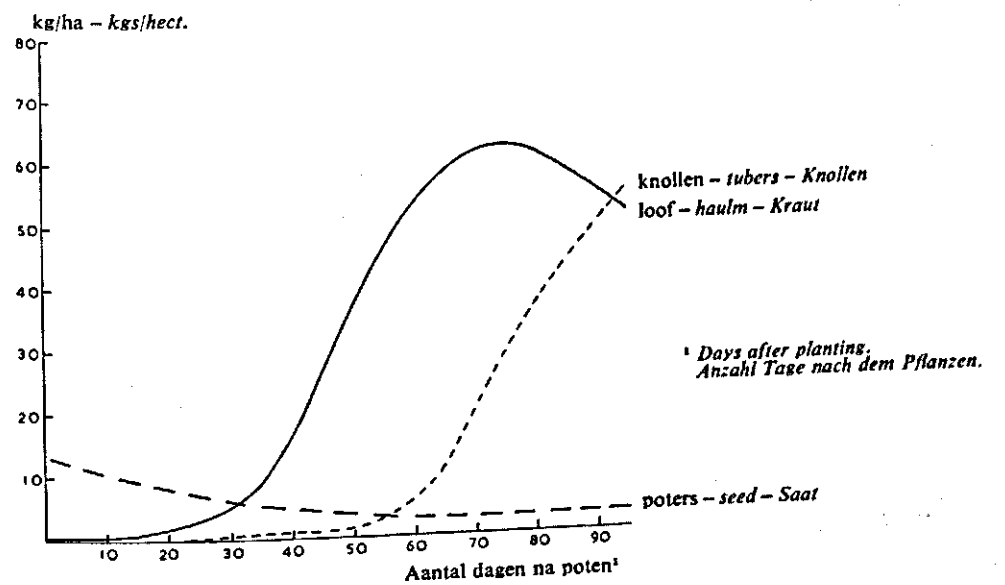


FIG. 47. *Trend of the nitrogen amount in seed, haulm and tubers; according to* CARPENTER
ABB. 47. *Verlauf der Stickstoffmenge in Saat, Kraut und Knollen; nach* CARPENTER

FIG. 48. Verloop van de hoeveelheid P_2O_5 in poters, loof en knollen; naar CARPENTER

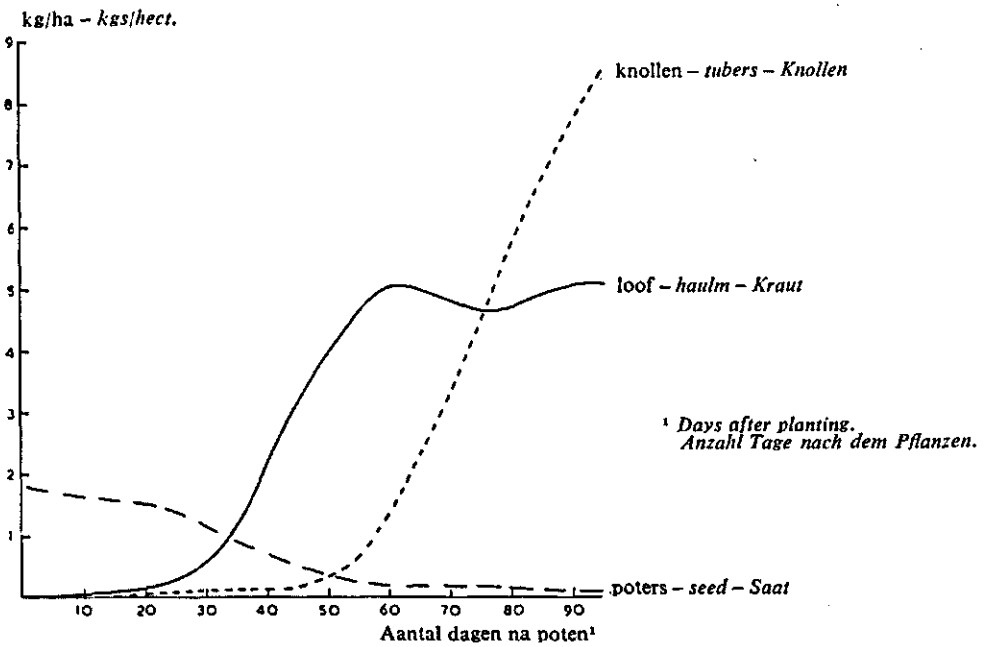


FIG. 48. *Trend of the P_2O_5 amount in seed, haulm and tubers; according to* CARPENTER
ABB. 48. *Verlauf der P_2O_5-Menge in Saat, Kraut und Knollen; nach* CARPENTER

FIG. 49. Verloop van de hoeveelheid K_2O_5 in poters, loof en knollen; naar CARPENTER

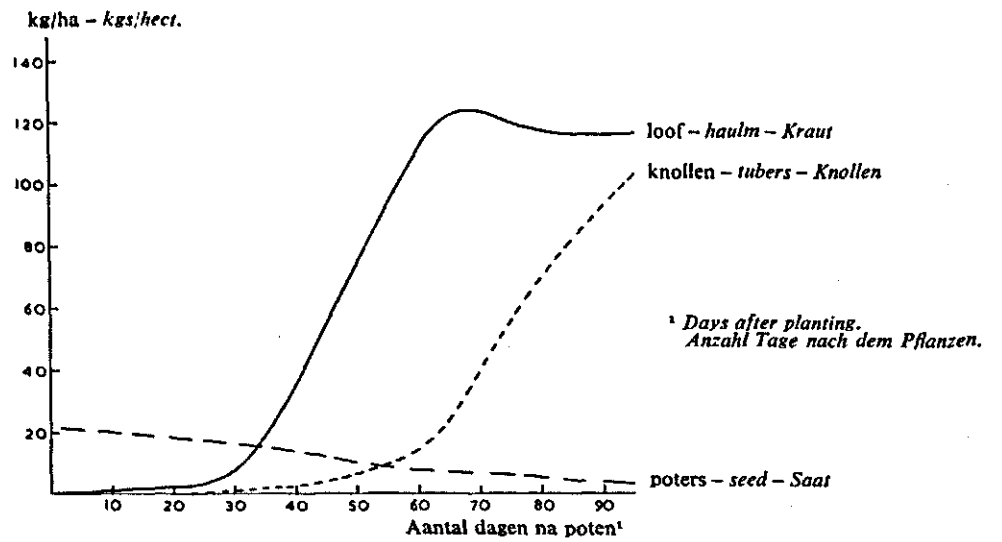


FIG. 49. *Trend of the K_2O amount in seed, haulm and tubers; according to* CARPENTER
ABB. 49. *Verlauf der K_2O-Menge in Saat, Kraut und Knollen; nach* CARPENTER

De K_2O (fig. 49) in de poters bedraagt 21,5 kg/ha; uiteindelijk blijft in de poter 3,5 kg/ha. Na 30 dagen als de uit de grond opgenomen kali gaat doorzetten, heeft de poter nog slechts 5 kg geleverd. Nadien komt van de poter nog 13 kg beschikbaar tegen een totaalopname in loof en knol van 220 kg.

Gehalten aan en levering van CaO en MgO door de poters waren verwaarloosbaar (fig. 50–51).

De opname van voedingsstoffen van buiten de poters begon in dit onderzoek dus zodra het loof zich begon te ontwikkelen, ongeveer een maand voordat de knollen goed zijn gaan beginnen. Meststoffen bij het poten gegeven kunnen dus eerst omstreeks 1½ maand later in betekenende mate worden opgenomen. Zoals in de eigen proeven beschreven werd, uiten zij zich dan ook onmiddellijk.

RAMSAY & ROBERTSON analyseerden eveneens de poter bij de achtereenvolgende rooiingen:

Dagen na poten	Gewicht van droge stof in de poter	Gehalte in %			Aanwezig in g		
		N	P	K	N	P	K
0	14,95	1,35	0,32	2,84	0,20	0,048	0,42
43	12,17	0,70	0,29	4,13	0,09	0,035	0,50
68	9,61	1,52	0,28	4,75	0,12	0,027	0,45
99	5,80	1,75	0,33	4,90	0,10	0,020	0,28
134	4,70	2,04	0,48	5,15	0,10	0,022	0,24

De poter neemt in gewicht af, maar de gehalten stijgen doordat de voorraden N, P en K in de poter in hoofdzaak slechts aangetast worden tot aan de vorming der knollen. Daarna neemt de voorraad N in het geheel niet, P nog zwak en K sterker af. Of dit laatste in de plant overgaat, is uiteraard niet bekend. De maximaal uit de knol opgenomen hoeveelheden zijn overigens onbelangrijk. Het verschil tussen de voorraad in de poters bij het planten en na 134 dagen is per ha à 40.000 planten 4 kg N, 1 kg P_2O_5 en 10 kg K_2O. Het is dus zeer de vraag of de betekenis van de poter ligt in het leveren van N, P en K. De opname staat dan ook buiten elke verhouding tot deze voorraad. Het gewicht van de droge stof in de poter, evenals de onttrekkingen aan de poter in kg/ha aan N, P, K liggen dicht bij die van CARPENTER. Slechts de teruggang in droge stof in de poter is trager dan bij deze. De teruggang in de voorraden verliep in de volgende zin:

Dagen	Droge stof	N	P_2O_5	K_2O
0	100	100	100	100
43	81	45	73	120
68	64	60	56	107
99	39	50	42	67
134	31	50	46	57

Bij CARPENTER was dit:

Dagen	Droge stof	N	P_2O_5	K_2O
0	100	100	100	100
15	94	69	88	92
30	81	44	64	73
45	32	31	30	58
70	14	22	10	33
90	13	22	6	17

FIG. 50. Verloop van de hoeveelheid CaO in poters, loof en knollen; naar CARPENTER

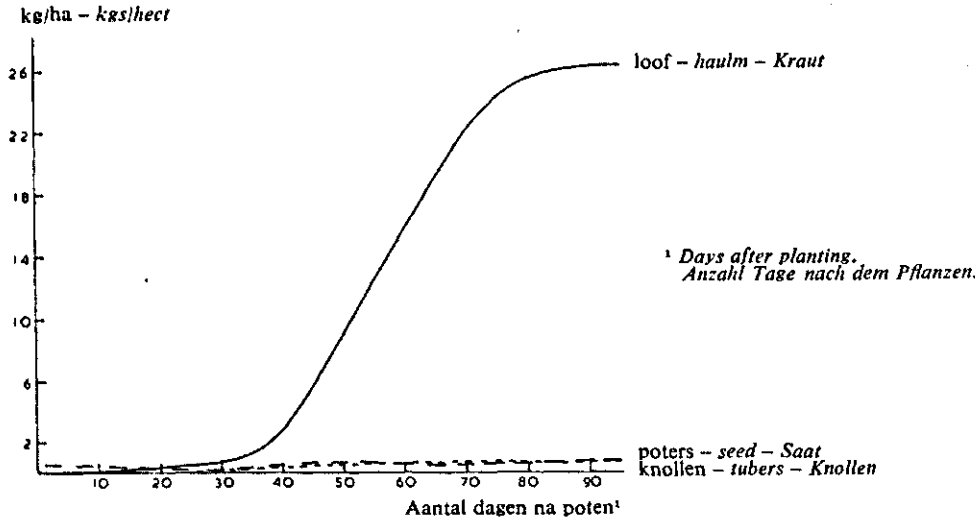


FIG. 50. *Trend of the CaO amount in seed, haulm and tubers; according to* CARPENTER
ABB. 50. *Verlauf der CaO-Menge in Saat, Kraut und Knollen; nach* CARPENTER

FIG. 51. Verloop van de hoeveelheid MgO in poters, loof en knollen; naar CARPENTER

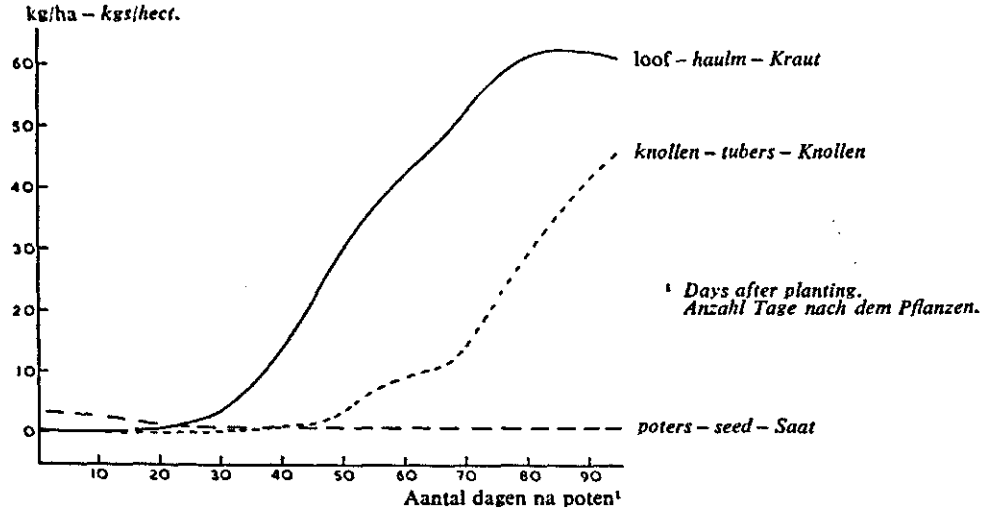


FIG. 51. *Trend of the MgO amount in seed, haulm and tubers; according to* CARPENTER
ABB. 51. *Verlauf der MgO-Menge in Saat, Kraut und Knollen; nach* CARPENTER

Hoewel het tempo van onttrekking bij CARPENTER geheel anders en wel veel sneller is dan bij RAMSAY & ROBERTSON, is het beeld gelijk. Aanvankelijk is die aan N sneller dan die aan droge stof (dus zetmeel), die aan P_2O_5 vrijwel gelijk, en die aan K_2O trager, Zal er dus invloed uitgaan van de poter, dan is hierbij in de eerste plaats te denken aan de N in de poter, daarna aan de poter als energiebron en als fosfaatleverancier en ten slotte aan de kali.

Aan de hand van de zo juist besproken betrekkelijk geringe levering van plantenvoedende bestanddelen door de knol is toch de grote invloed welke er uitgaat van potergrootte op opbrengst en sortering begrijpelijk te maken. Zo verkreeg CLARK (1921) de volgende resultaten:

Gewicht poter in ounces (= 28 g)	Aantal knollen per plant	Gewicht per knol in g	Gewicht knollen per plant in g
1	4,25	168	712,7
2	6,31	139	876,6
3	7,18	123	886,2
4	7,96	120	952,9
5	9,22	107	986,6
6	10,11	102	1030,3

Een kleine poter geeft dus weinig en grote knollen met een laag totaal gewicht, een grote juist andersom. Hetzelfde treedt op bij deling van de poter:

Gewicht pootgoed	Aantal knollen per plant	Gewicht per knol	Gewicht per plant
28 g geheel	4,25	168	712,7
„ 56 g gehalveerd	3,99	167	668,6
„ 112 g gevierendeeld . . .	3,63	185	673,3
56 g geheel	6,31	139	876,6
„ 112 g gehalveerd	5,29	154	815,5
84 g geheel	7,18	123	886,2
„ 168 g gehalveerd	6,28	133	836,5

Bij de verschillende potergrootten stemt de kleinste maat (1 ounce) overeen met die door CARPENTER gebruikt. De poters van de grootste maat (6 ounces) bevatten 5 × meer N dan die van de kleinste maat (indien het N-gehalte gelijk blijft) en leveren dus 50 kg N in totaal of 35 kg N tot aan de sterke loofvorming meer. Dit in de jeugd beschikbare kwantum stikstof kan van veel invloed zijn wanneer de N blijvende eigenschappen kan induceren (zoals beschreven in II). Bekend is dat N de neiging heeft het aantal knollen per plant evenals het totaal knolgewicht (zie b.v. II) te verhogen en het o.w.g. aanvankelijk te doen stijgen, doch daarna te doen dalen (b.v. KORTLEVEN 1956, pag. 62 en 68).

De extra-kali geleverd door de grotere poters is eveneens van belang. Deze heeft nog sterker dan N de neiging het o.w.g. te doen dalen. Nu daalt bij CLARK het gemiddeld knolgewicht bij stijging van de potermaat, d.w.z. de kleine knollen gaan meer overwegen over de grote. En daar grote knollen volgens tevoren geciteerde literatuuropgaven een hoger zetmeelgehalte hebben dan kleine, zal het zetmeelgehalte dalen. Dit is dus wel in overeenstemming met de door de poter aangevoerde voedingsstoffen.

Er is evenwel nog een andere factor, nl. de hoeveelheid zetmeel in de poter, de

energiebron voor de kiemplant. Deze stijgt alleen al door de grootte der poters, maar bovendien nog door het hogere zetmeelgehalte van grote knollen. Ook het zetmeel zou kunnen stimuleren tot de vorming van een groot aantal knollen welke, eenmaal aangelegd zijnde, evenwel niet alle kunnen uitgroeien tot grote knollen, hetzij door ontbreken der daartoe benodigde voedings- en andere omstandigheden, hetzij door hun plaatsing aan de stolonen (KRIJTHE).

Behalve de 3 genoemde is nog denkbaar dat andere factoren in de poter gelocaliseerd zouden zijn, welke de ontwikkeling van de plant beïnvloeden. Welke factor in het bijzonder werkzaam is, is alleen door beredenering niet uit te maken.

LUYENDIJK (1954) geeft een samenvatting van de nederlandse proeven inzake de invloed van de potergrootte op de opbrengst. Als samenvatting van 80 proeven in Drente werd het volgende resultaat verkregen:

Potergrootte (mm):	25/28	28/35	35/45	45/55
Opbrengst kriel kg/ha	984	1.194	1.596	1.974
„ grotere aardappelen . . .	33.519	37.109	39.394	40.996
„ totaal in kg/ha	34.503	38.303	40.990	42.970
Kriel in % van totaal	29	32	40	48

Met de potergrootte stijgt het kriel absoluut zowel als relatief, evenals in de tevoren beschreven proeven (N.B. niet aangegeven is, welke maat kriel wordt genoemd).

Medegedeeld wordt ook dat in een ander onderzoek (56 proefvelden onder leiding van het toenmalige Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek) op diverse grondsoorten bleek, dat deze verschillen kleiner werden naarmate het minder produktieve gronden betrof. Hiervoor wordt evenwel geen bewijsmateriaal aangevoerd.

Tenslotte nog een proef met 2 rassen, met verschillende potergrootte en plantafstand. Gegeven worden slechts de totaalopbrengsten in kg/a. De rassen worden hier samengenomen.

Aantal pl/ha	Sortiment:	25/28	28/35	35/45	45/55
67000		187	203,5	237,5	248,5
56000		171	209,0	232,5	246,0
48000		173	193,5	219,5	240,0
42000		–	–	207,5	235,5

Hoe groter de poter, des te hoger de opbrengst (bij elke plantafstand) zoals steeds gevonden werd. Het potergewicht is echter ook zeer verschillend. De uitlevering (gewicht opbrengst: gewicht poters) is aldus:

Aantal pl/ha	Sortiment:	25/28	28/35	35/45	45/55
67000		18,7	12,2	7,0	4,1
56000		20,4	17,4	8,3	4,9
48000		24,0	16,1	9,1	5,6
42000		–	–	9,9	6,2

Deze ongelijkheid wordt veroorzaakt doordat de opbrengst niet evenredig aan het potergewicht stijgt.

11. De N-werkingscoëfficiënten

Voor de beide stalmestseries werden de volgende w.c.'s voor N gevonden:

Bemonstering no.:		1	2	3	4	5	6	7
Loof q/ha	naj.	19	22	24	32	45	–	–
	vj.	28	30	32	34	39	–	–
q/ha Droge stof, loof	naj.	19	21	28	36	40	39	33
	vj.	27	28	28	32	36	36	32
q/ha Vocht, loof	naj.	22	23	27	34	46	–	–
	vj.	28	29	30	34	40	–	–
Kg N in loof	naj.	23	33	44	–	–	–	–
	vj.	28	34	35	–	–	–	–
q/ha Knollen	naj.	10	12	14	16	19	22	23
	vj.	27	28	28	26	26	26	25
q/ha Droge stof, knollen	naj.	8	9	11	15	17	18	18
	vj.	22	23	24	26	24	22	21
q/ha Vocht, knollen	naj.	10	12	14	16	19	22	23
	vj.	29	29	29	29	28	28	25
q/ha Zetmeel	naj.	8	8	11	14	18	19	20
	vj.	24	24	24	24	24	23	21
q/ha Rest droge stof, knollen	naj.	9	11	15	15	17	17	20
	vj.	28	37	31	32	27	21	16
kg N in knollen	naj.	11	12	15	18	21	24	27
	vj.	20	20	21	23	24	24	24
Geaccumuleerd loofgewicht	naj.	19	20	23	27	29	31	31
	vj.	29	29	29	32	33	34	34
q/ha Droge stof, loof + knollen	naj.	11	13	15	18	20	21	21
	vj.	23	25	25	25	25	24	19
kg N in loof + knollen	naj.	19	23	24	26	28	30	30
	vj.	24	27	27	27	27	27	27

Uit dit overzicht blijkt dat najaarsstalmest zowel in eigenschappen van het loof als in die van de knol een lagere werkingscoëfficiënt van de stikstof geeft dan voorjaarsstalmest, maar dat deze elkaar ten slotte naderen; dit is evenwel in het loof eerder het geval dan in de knol (resp. in de 4e en in de 7e rooiing), terwijl daarna in het loof de situatie omgekeerd is. Dit demonstreert de tragere werking van de stikstof uit najaarsstalmest, welke uiteindelijk evenwel minstens even effectief is als die uit voorjaarsstalmest.

Evenals in II is er een constant toenemen, althans niet afnemen (behalve wellicht in de laatste rooiing) van de werkingscoëfficiënten, het bewijs van de geleidelijke werking van stalmeststikstof.

Wat nog opvalt is dat voor de loof-eigenschappen de werkingscoëfficiënt groter is dan voor de knoleigenschappen. Bij nadere beschouwing blijkt dit ook het geval te zijn in Pr 1433 (II); daar werden zij evenwel voor de knoleigenschappen uiteindelijk hoger, terwijl dat hier niet het geval is.

Het blijkt tenslotte nog dat de w.c.'s in Pr 1577 hoger inzetten dan die in Pr 1433, ook de ongeveer gelijktijdige, maar uiteindelijk veel minder hoog oplopen.

Beide genoemde proeven zijn dus wel zeer ongelijk in de werking van de stalmeststikstof; de andere proeven liggen hier tussen in. De uiteindelijke werkingscoëfficiënten voor de knolopbrengst (bij voorjaarsstalmest) in de verschillende proeven gevonden,

vertonen geen samenhang met de sterkte van de stikstofreactie noch met de optimale opbrengst, wel daarentegen met de opbrengst bij 0 N:

Pr:	1433	853	1510	800	1577
Opbrengst bij 0 N . . .	344	272	280	264	212
Werkingscoëfficiënt . .	100	60	45	40	25

Vermeld zij dat de hier iets uit de toon vallende Pr 853 niet een enkelvoudige proef is zoals de andere, maar een proef waarvan de 26 herhalingen over een bepaald gebied in enkelvoud verspreid liggen, en dat Pr 1510 niet uit series, maar uit enkele objecten bestaat, wat voor de bepaling van werkingscoëfficiënten niet zo gunstig is. Echter ook in Pr 800 geschiedde de bepaling der werkingscoëfficiënten nog niet met de tegenwoordige scherpte. Dit voor ogen houdende, suggereert het gegeven overzicht dat hoe meer bodemstikstof geleverd wordt dan wel hoe werkzamer deze is, des te werkzamer ook de stalmeststikstof is. Het zou van belang zijn het onderzoek hierop te richten door de werkingscoëfficiënt gelijktijdig op verschillende plaatsen te bepalen en op dezelfde plaats in een reeks van jaren. Dat nader onderzoek gewenst is, vloeit daaruit voort dat een exact bewijs voor het bovenstaande niet geacht wordt geleverd te zijn, hoe redelijk en aanvaardbaar overigens de opvatting ook is dat in een zomer met sterke mineralisatie van de bodemstikstof ook die van de organische stikstof in de stalmest sterk zal zijn.

SAUERLANDT (1949) deelt mede dat de w.c. lager is naarmate de stalmest een lager N-gehalte bezit, evenzo voor P_2O_5. Vermeld wordt een aan PRIANISCHNIKOW en SAUERLANDT ontleende tabel:

N-gehalte in stm . . .	1,0	0,6	0,2
N – w.c.	61	47	17
P_2O_5-gehalte in stm . .	0,33	0,23	0,11
P_2O_5-w.c.	120	73	42

Hierin ligt zeker niet de verklaring voor de door ons boven gegeven variatie in w.c., want het N-gehalte van de stalmest was in Pr 1433 0,55 en in Pr 1577 0,6. Mogelijk kan aan de uitspraak van SAUERLANDT toch niet elke grond ontzegd worden.

12. BETROUWBAARHEID DER RESULTATEN

Evenals in II wordt slechts bedoeld een indruk te geven van de nauwkeurigheid van de proef door de volgende opstelling van het resultaat der variantieanalyse van de knolopbrengsten (kg/are) per rooidatum. Dit werd hier gevoeld als een noodzakelijkheid, gezien de ongelijkmatigheden in het proefveld, zoals die in de 1e par. zijn beschreven.

De varianties zijn hoger dan in Pr 1433, wat een bewijs is voor de grotere ongelijkmatigheid. De relatieve variatie (s%) bij oogstperceeltjes van 12 stammen komt overeen met een s% bij „normale" proefveldjes met een netto oogstoppervlakte van

$\pm$ 35 m² of $\pm$ 150 stammen, gelijk aan $\frac{1}{\sqrt{12,5}} \times 18,4 = 5,3$. In vergelijking met de 2,2% van Pr 1433 en de 3 à 4% welke gewoonlijk in redelijk goede proeven gevonden worden, ligt dit getal hoog.

Rooidatum	Varianties (s^2)				s%
	Kolommen 5 g.v.v.	Rijen 15 g.v.v.	Objecten 15 g.v.v.	Rest (veldjes) 60 g.v.v.	
1	7219	887	5591	360	16,9
2	11088	3322	11939	1459	20,9
2	19261	3317	18729	2473	20,5
4	26284	3444	41782	2347	16,3
5	24628	3559	38481	3363	18,4
6	24094	3595	37795	3421	17,5
7	33389	5666	33476	3949	18,5
Gemiddeld					18,4

Een s% van 18,4 betekent in dit geval dat een objectsverschil tussen 2 objectsgemiddelden significant is bij P 0,05 wanneer het > 22% is. Wij hebben hier evenwel niet te maken met los op zichzelf staande objecten, maar met series (waarvan bovendien begin- en eindpunt zeer vast liggen). Via de standaarddeviatie van de regressiecoëfficiënt van de relatieve opbrengst op de stalmestgift vindt men dan dat voor significantie van een verschil van 1 stalmestinterval dit > 5% moet zijn (in plaats van > 22%). Het onderscheidingsvermogen wordt nog verder vergroot door de verbanden in de tijd (periodieke rooiingen). Zou dit een even sterk verlagend effect hebben op het verschil dat nog significant is bij P 0,05, dan zou dit $\frac{5}{22} \times 5 = 1,2$ bedragen. Nemen wij veiligheidshalve het dubbele hiervan, dan moet een verschil voor significantie minstens 2,5% zijn. De werkelijk gevonden verschillen echter liggen tussen 2 en 10 × deze waarde. Alle verschillen zijn dus zeer betrouwbaar. Soortgelijke beschouwingen gelden voor de andere beschreven grootheden, alhoewel bij die welke samengesteld zijn uit enkelvoudige (zoals sommen, quotiënten e.d.) de marge uiteraard minder groot is.

De uiteindelijke conclusie is dat hoewel het proefterrein voor „gewone" proefvelden ondeugdelijk geweest zou zijn en geleid zou hebben tot mislukken van de proef, het bij dit systeem van proefnemen ook in zo'n geval nog mogelijk is kleine verschillen betrouwbaar vast te stellen.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Een onderzoek werd verricht aangaande de stikstofwerking van stalmest, welke 4½ maand voor het poten van de aardappelen (in het najaar) was ondergeploegd, in vergelijking met stalmest waarbij dit 2 weken daarvoor (in het voorjaar) gebeurde. Het doel was na te gaan of het langere verblijf in de grond veranderingen in de hoedanigheid van de stalmeststikstof en dientengevolge veranderingen in het tempo van opname van de stikstof had teweeggebracht. Daartoe werd bij elk toedieningstijdstip de stalmest in stijgende hoeveelheden (de hoogste 60 ton/ha) toegediend, en werd vergeleken met een serie kunstmeststikstoftrappen (hoogste 160 kg N/ha in de vorm van kas). Elk object werd zesvoudig herhaald. Er werden 7 rooiingen verricht met tussenpozen van 14 dagen, beginnende bij maximale loofontwikkeling. Per keer werden 12 stammen per veldje geoogst. P en K waren in alle objecten op gelijk niveau gebracht en Mg boven het niveau waarop het verschillen had kunnen veroorzaken, zodat de N als (voornaamste) werkzame factor overbleef. Het was geen gunstig jaar (1955); tijdens de jeugdgroei was het weer schraal en koud, later trad grote droogte op. Dit komt in de resultaten tot uiting.

De kleur van het loof werd door stalmest weinig beïnvloed en door najaarsstalmest nog iets minder dan door voorjaarsstalmest.

In de knolopbrengst gedroeg de najaarsstalmest zich als bodemstikstof en de voorjaarsstalmest als kas. Terwijl de uitkomsten de indruk wekken alsof bodemstikstof en stikstof uit najaarsstalmest nog wel duidelijk gemineraliseerd werden, bleek dat met de stikstof uit voorjaarsstalmest dit jaar niet het geval te zijn. Hier krijgt men de indruk dat voorjaarsstalmest slechts de N leverde welke reeds in minerale vorm in de stalmest aanwezig was. Hoewel in de voorgaande proeven ook voorjaarsstalmest in het jaar van toediening aan mineralisatie onderhevig was, lijkt het aannemelijk dat najaarsstalmest in het algemeen meer mineraliseerbaar is. Hierbij dient niet uit het oog verloren te worden dat dit de in de stalmest op het moment van toedienen aanwezige organische stikstof betreft, omdat de op dat moment reeds in minerale vorm aanwezige stikstof bij najaarsstalmest gedurende de winter aan sterkere uitspoeling onderhevig kan zijn. Daardoor blijft najaarsstalmest aanvankelijk achter bij voorjaarsstalmest, maar deze achterstand wordt geleidelijk geheel of gedeeltelijk ingelopen.

De loofopbrengst was dit jaar niet hoog, maar bleef lang op gelijk niveau. Wederom was er een gelijk ritme in de jeugdfase maar een tragere afsterving met stalmest, vooral bij de najaarsstalmest. Steeds, ook in de literatuur, neemt het knolgewicht in de afstervingsfase nog zeer lang toe, in droge stofgewicht zelfs sterker dan het loofgewicht afneemt.

Evenals in vorige jaren was er een vrijwel constante loofefficiëntie (d.i. toename in knol-resp. zetmeelgewicht per eenheid van loofgewicht in dezelfde periode). In tegenstelling met de vorige proeven was deze grootheid gelijk voor alle objecten met uitzondering van 160 N, waar zij lager was. Zij was dit jaar hoog.

Het zetmeelgehalte werd dit jaar niet verlaagd, maar verhoogd door stalmest zowel

als door kas. Gemeend wordt dat dit met de hoge loofefficiëntie en met het droge karakter van de zomer van 1954 kan samenhangen.

Eveneens in tegenstelling met de voorgaande jaren werd het vochtgehalte in de eindfase niet verhoogd, maar verlaagd door kas, in mindere mate verlaagd door voorjaarsstalmest en niet beïnvloed door najaarsstalmest. Ook in de knollen was het verloop van het vochtgehalte afwijkend, en eveneens verlaagd in de eindfase. Zodra het loofgewicht afnam, zette een belangrijke stijging van deze gehalten in. Ook in de vochthuishouding gedroeg najaarsstalmest zich als bodemstikstof en voorjaarsstalmest als kas.

De stikstofgehalten in het loof lagen vanaf begin augustus alle lager dan in het 0-object, en wel des te lager naarmate meer N geleverd was; in de knollen was dit niet het geval. Als steeds daalde dit gehalte aanvankelijk zeer sterk om vanaf midden augustus weer toe te nemen; deze toename was het zwakst bij de kas-objecten.

De N-opname uit voorjaarsstalmest was reeds vroeg afgelopen, die uit najaarsstalmest ging veel langer door. Het opnamepercentage uit kas was niet constant en omstreeks 60, maar steeg van 40 bij 40 N tot 70 bij 160 N. Dit is nog meer in tegenstelling met de verwachting dan een constant blijven zoals in de voorgaande proeven werd geconstateerd. Bij de stalmesttrappen kwam een zodanige stijging niet voor. Hier was de totale opname bij alle trappen 12%. In verschillende buitenlandse onderzoekingen ligt dit percentage hoger. Hier kunnen andere stalmestsoorten (bewaringswijzen) in het spel zijn, daar de opneembare, d.i. gemineraliseerde N zich in de urine bevindt. Bij gescheiden bewaring zal men dus een lager opnamepercentage vinden dan bij gemengde bewaring, terwijl het ook nog afhankelijk is van de hoeveelheid stro. Spoedig na het inbrengen (omstreeks ½ jaar) verloopt de opneembaarheid gelijk aan die van bodemstikstof.

De hoeveelheden vocht en N in het was hingen nauw samen: N was steeds 0,26% van vocht, behalve bij de hoogste kas-trap waar dit percentage hoger lag. Hierin kan een belangrijke fysiologische aanwijzing liggen voor voortgaand onderzoek. Dit is eveneens het geval met de in de literatuur aangetroffen mededeling dat bemesting via de meristemen slechts werkt op de ná de opname gevormde toename van de organen. Dit zou van speciaal belang kunnen zijn voor de langzaam werkende stikstof uit stalmest.

De samenstelling van de knollen deed zien dat water en zetmeel steeds vrijwel complementair zijn, zodat er bij meer water minder zetmeel is en omgekeerd. Kasstikstof gaf dit jaar steeds minder vocht en meer zetmeel. Als steeds was eiwit het meest influenceerbaar en dit vooral door kasstikstof. Hoe groter de knollen zijn, des te meer zetmeel en hoe minder vocht zij bevatten volgens literatuuropgaven; dit werd niet bevestigd.

Het o.w.g., het zetmeelgehalte (bepaald volgens EWERS) en het droge stofgehalte hangen twee aan twee samen volgens rechtlijnige verbanden. Voor het verband tussen droge stof en o.w.g. schijnt er een verschil te zijn tussen zand en klei. Overigens zijn deze verbanden weinig te beïnvloeden.

De groei der knollen werd gedetailleerd nagegaan. Het aantal knollen nam sterk toe tot midden juli, daarna kwamen er geleidelijk nog enkele bij. Verreweg de meeste

knollen werden in slechts enkele weken gevormd tot aan het tijdstip dat er knollen > 3,5 cm ontstaan. Hoe kleiner het sortiment, des te eerder is de afname der kleinere knollen (na een aanvankelijke snelle toename) beëindigd. Zodra van een sortiment de afname afgelopen is, blijft het gewicht verder constant. De verschillen in knolgewicht per object zijn vrijwel geheel gelegen in het aantal grote knollen. In deze doorstroming door de sortimenten gedroeg najaarsstalmest zich als bodemstikstof.

De invloed uitgaande van de poter is niet heel groot en praktisch afgelopen zodra de loofvorming optreedt. Dan krijgen de meststoffen invloed. In de eigen proeven met gelijk potergewicht is er geen door de poter veroorzaakt objectsverschil en wordt de poterinvloed opgenomen bij die van de bodemstikstof. Evenzo is het niet bepalen van de wortelhoeveelheden van te verwaarlozen invloed op de beschreven resultaten.

De werkingscoëfficiënten waren constant voor voorjaarsstalmest en stijgende tot vrijwel hetzelfde bedrag voor najaarsstalmest. In loofeigenschappen wordt dit op gelijke hoogte komen eerder bereikt dan in knoleigenschappen. In deze stijging van de w.c. uit zich het optreden van doorgaande mineralisatie van N in najaarsstalmest. De w.c. bereikten dit jaar geen hoog bedrag. Over de verschillende jaren zijn zij hoger naarmate meer bodemstikstof wordt geleverd.

De aanzienlijke profielverschillen en het uitzonderlijke weer veroorzaakten een grotere variantie dan in de vorige proeven. De betrouwbaarheid der uitkomsten bleef echter meer dan voldoende.

CONCLUSIES

1. De stikstof van in het najaar toegediende stalmest gedroeg zich overwegend als bodemstikstof.
2. Onder bepaalde weersomstandigheden kan het voorkomen dat in voorjaarsstalmest gedurende de zomer geen verdere N wordt gemineraliseerd.
3. De gedurende de latere groei opgenomen N is zeer effectief.
4. De opbrengstverschillen tussen de verschillende hoeveelheden en vormen van N komen vrijwel geheel op rekening van de ongelijke aantallen grote knollen.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

THE NITROGEN SUPPLY OF POTATOES BY MEANS OF FARMYARD MANURE AND ARTIFICIAL FERTILIZERS IV

An investigation was conducted into the role played by nitrogen in farmyard manure ploughed under 4½ months before the potatoes were planted (in the autumn), in contradistinction to farmyard manure ploughed under a fortnight before (in the spring). The object was to ascertain whether the longer residence in the soil had caused changes in the character of the farmyard manure nitrogen and hence changes in the rate of nitrogen uptake. To this end the farmyard manure was supplied in increasing amounts at each time of application (the maximum being 60 tons/ha) and compared with a series of fertiliser nitrogen stages (maximum 160 kg N/ha in the form of nitro-chalk). There were six replications of each treatment. There were seven harvestings at fortnightly intervals, starting at the maximum haulm development. On each occasion twelve hills were harvested in each plot. P and K were brought up to the same level in each treatment and Mg to above the level at which it could have given rise to differences, so that N remained as the chief active factor. It was not a good year (1955); during the early stages of growth the weather was bleak and cold and afterwards a severe drought occurred. This is reflected in the results.

The haulm colour was little affected by farmyard manure, and slightly less by autumn farmyard manure than by spring farmyard manure.

In the tuber yield the autumn farm manure behaved as soil nitrogen and the spring farmyard manure as nitro-chalk. Whereas the results appear to indicate that soil nitrogen and nitrogen from autumn farmyard manure were fairly distinctly mineralised, it was found that this was not the case this year with the nitrogen from spring farmyard manure. In the latter instance it would seem that spring farmyard manure only supplied the N which was already present in the farmyard manure in mineral form. Although in the previous experiments spring farmyard manure was also subject to mineralisation in the year of application it seems likely that in general autumn farmyard manure is more readily mineralised. In this connection it should not be forgotten that this relates to the organic nitrogen in the farmyard manure at the time of application since in the case of autumn farmyard manure nitrogen already present at that time in mineral form may be subject to greater leaching throughout the winter. Consequently autumn farmyard manure first of all lags behind spring farmyard manure, but this leeway is gradually wholly or partly made up.

The tuber yield was not high during this year but continued for a long period at the same level. There was again the same rhythm in the early phase, but slower withering with farmyard manure, especially with autumn farmyard manure. In the withering phase there is always a very protracted increase in the tuber weight (this is also confirmed by the literature), and the increase in dry matter weight even exceeds the decrease in haulm weight.

As in previous years there was a practically constant haulm efficiency (viz. increase in tuber or starch weight per unit of haulm weight during the same period). In contrast

to the previous experiments this value was the same in all treatments with the exception of 160 N, in which it was lower. This year it was high.

The starch content was not reduced this year, but increased by both farmyard manure and nitro-chalk. It is thought that this increase may be associated with the high haulm efficiency and the dry character of the summer of 1954.

Likewise in contrast to previous years, the moisture content was not increased in the final phase but reduced by nitro-chalk, reduced to a lesser extent by spring farmyard manure, and unaffected by autumn farmyard manure. The moisture content trend also varied in the tubers and was likewise reduced in the final phase. These contents began to rise substantially as soon as the haulm weight fell. In the moisture regimen also autumn farmyard manure behaved as soil nitrogen and spring farmyard manure as nitro-chalk.

From the beginning of August all nitrogen contents in the haulm were lower than in the 0 treatment, viz. they fell with increasing supplies of N; this was not the case with the tubers. As always, there was first a very steep drop in this content, but it rose again from mid-August onward; this increase was lowest in the nitro-chalk treatments.

The N uptake from spring farmyard manure terminated at an early date, whereas that from autumn farmyard manure continued for a much longer period. The uptake percentage from nitro-chalk was not constant and in the region of 60, but rose from 40 in the case of 40 N to 70 in the case of 160 N. This is even more contrary to expectations than the constant figure found in the previous experiments. No such rise occurred in the farmyard manure stages in which the total uptake was 12% in all stages. Various foreign investigators give a higher percentage. In this case other kinds of farmyard manure (or storage methods) may be involved since the absorbable, viz. mineralised N, is in the urine. Hence separate storage will give a lower uptake percentage than mixed storage, and the amount of straw used is a further factor. Soon after the manure has been brought in (about six months afterwards) the absorbability trend is the same as in soil nitrogen.

The amounts of moisture and N in the crop were in close correlation; N was invariably 0,26% of the moisture, except in the highest nitro-chalk stage in which this percentage was higher. This may be an important physiological pointer for future research. This is also true of the statement in the literature to the effect that fertilisation via the meristems only affects the organ increase which occurs after N uptake. This might be of particular interest in the case of the slow-working nitrogen from farmyard manure.

The composition of the tubers showed that water and starch are always fairly complementary so that when there is more water there is less starch, and vice versa. This year nitro-chalk nitrogen invariably produced less moisture and more starch. As always, protein was most readily affected, especially by nitro-chalk nitrogen. According to the literature the starch content increases and the moisture content decreases with increasing tuber-size; this was not confirmed.

The under water weight, the starch content (determined by EWERS' method) and the dry matter content are correlated in pairs in rectilinear relationships. In the case

of the relationship between dry matter and s.m.c. there appears to be a difference between sand and clay. Otherwise these relationships cannot be greatly affected.

The tuber growth was studied in detail. There was a marked increase in the number of tubers in mid-July, after which there were a few gradual additions. The vast majority of tubers took only a few weeks to develop to the stage in which tubers > 3,5 cm are formed. The smaller the selection the less was the time required to halt the decrease in the size of the smaller tubers (after a rapid increase in the first instance) and for this category to reach its constant weight. Variations in tuber weight from one treatment to another were almost entirely due to the number of large tubers. Throughout the selection classes autumn farmyard manure behaved in the same way as soil nitrogen.

The seed-tuber does not exert a very great effect and practically ceases as soon as the haulm begins to form. At this stage the fertilisers begin to play a role. In our own experiments conducted with the same weight of seed-tuber the seed-tubers caused no differences between treatments and the effect of the seed-tuber was included in that of the soil nitrogen. Similarly, the circumstance that the root amounts were not measured had no noticeable effect on the results described.

The coefficients of action were constant in the case of spring farmyard manure and increased to practically the same figure in the case of autumn farmyard manure. As regards haulm characteristics, this uniformity of level is reached earlier than in the case of the tuber characteristics. The occurrence of progressive mineralisation of N in farmyard manure is reflected in this increase in the coefficients of effect. The latter did not reach a high value this year. Over the various years they increase with increasing supplies of soil nitrogen.

The considerable profile differences and the exceptional weather led to greater variance than in the previous experiments, but despite this the reliability of the results was more than adequate.

Conclusions

1. The nitrogen of farmyard manure applied in the autumn behaved predominantly as soil nitrogen.
2. Under certain weather conditions it may happen that no further N is mineralised in spring farmyard manure during the summer.
3. The N absorbed during later growth is very effective.
4. The yield differences between the various amounts and forms of N are almost entirely due to the unequal numbers of large tubers.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

DIE STICKSTOFFERNÄHRUNG DER KARTOFFEL MITTELS STALLMIST UND HANDELSDÜNGER IV

Eine Untersuchung wurde angestellt nach der Stickstoffwirkung von im vorangehenden Herbst verabreichtem und nach dem Verabreichen untergepflügtem altem Stallmist und kurz vor dem Pflanzen verabreichtem und untergepflügtem frischem Stallmist aus dem vergangenen Winter. Der Stallmist wurde in steigenden Gaben bis 600 dz/ha verabreicht und wurde verglichen mit steigenden Handelsdüngerstickstoffgaben bis zu 160 kg in der Form von Kalkammonsalpeter. Der Stallmist fungierte nämlich an erster Stelle als Stickstoffdüngemittel durch Ausschaltung der Wirkung von P, K und Mg. Jedes Objekt wurde 6-fach wiederholt. Es wurden 7 Ertragsbestimmungen durchgeführt mit Zwischenzeiten von 14 Tagen. Damit wurde angefangen als die Krautenentwicklung maximal war. Es wurden jedes Mal 12 Stämme pro Parzelle geerntet. Das Jahr 1955 war klimatologisch nicht günstig; während des Jugendwachstums war das Wetter trocken und kalt und der Sommer sehr trocken. Das kommt in den Erträgen zur Äusserung.

Die Farbe des Krautes wurde vom Stallmist wenig beeinflusst und vom Herbststallmist noch etwas weniger als vom Frühjahrsstallmist.

Im Knollenertrag verhielt der Herbststallmist sich wie Bodenstickstoff und der Frühjahrsstallmist wie Kalkammonsalpeter. Indem die Erträge den Eindruck erwecken als ob der Bodenstickstoff und der Stickstoff aus Herbststallmist während der Vegetationszeit deutlich weiter mineralisiert würden, war dies mit dem Stickstoff aus Frühjahrsstallmist in diesem Jahr nicht der Fall; letzterer lieferte nur den Stickstoff, der schon in mineralischer Form im Stallmist vorhanden war. Obwohl in den vorigen Versuchen auch Frühjahrsstallmist im Jahre der Anwendung dem Abbau unterworfen war, ist es anzunehmen, dass der Herbststallmist sich im allgemeinen besser mineralisiert. Dabei soll man nicht aus dem Auge verlieren, dass es hier den im Augenblick der Anwendung im Stallmist vorhandenen organischen Stickstoff betrifft, weil der in diesem Augenblick schon in mineralisierter Form vorhandene Stickstoff bei Herbststallmist während des Winters der Auswaschung ausgesetzt ist. Aus diesem Grunde bleibt der Herbststallmist in seiner Wirkung anfangs hinter dem Frühjahrsstallmist zurück, dieser Rückstand wird jedoch nachher allmählich ganz oder teilweise wieder gut gemacht.

Der Krautertrag war in diesem Jahr nicht hoch, hielt sich jedoch lange Zeit auf gleicher Höhe. Es ergab sich wiederum ein gleicher Rhythmus in der Jugendphase, aber ein trägeres Absterben des Krautes beim Stallmist, besonders beim Herbststallmist. Stets, auch zufolge der Literatur, nimmt das Knollengewicht in der Absterbungsphase noch sehr lange zu, die Zunahme des Trockensubstanzgewichts ist sogar grösser als der Verlust an Krautgewicht.

Ebenso wie in vorigen Jahren gab es eine so gut wie konstante Krauteffizienz (das heisst Zunahme des Knollen- bzw. Stärkegewichts pro Krautgewichtseinheit in derselben Periode). Im Gegensatz zu den vorigen Versuchen war die Grösse dieses Wertes

für alle Objekte gleich, mit Ausnahme für das Objekt 160 N, wo sie niedriger war. In diesem Jahr war dieser Wert im allgemeinen hoch.

Der Stärkegehalt wurde in diesem Jahr durch Stallmist sowie durch Kalkammonsalpeter nicht herabgesetzt, sondern erhöht. Es wird für möglich gehalten, dass dies mit der hohen Krauteffizienz und mit der trocknen Witterung im Sommer des Jahres 1955 zusammenhängt. Ebenso wurde im Gegensatz zu den vorigen Jahren der Wassergehalt des Krautes in der Endphase durch Kalkammonsalpeter und in geringerem Masse durch Frühjahrsstallmist nicht erhöht sondern herabgesetzt, wobei er hingegen durch Herbststallmist nicht beëinflust wurde. Auch in den Knollen war der Verlauf des Wassergehalts abweichend und gleichfalls in der Endphase herabgesetzt. Sobald das Krautgewicht abnahm, setzte eine bedeutende Steigerung dieses Gehalts ein. Auch im Wasserhaushalt verhielt sich der Herbststallmist wie Bodenstickstoff und Frühjahrsstallmist wie Kalkammonsalpeter.

Die Stickstoffgehalte im Kraut lagen ab Anfang August alle niedriger als im Null-Objekt und wohl um so niedriger je mehr Stickstoff geliefert wurde. In den Knollen war dies nicht der Fall. Wie immer ist dieser Gehalt am Anfang stark gesunken um ab Mitte August wieder anzusteigen; diese Zunahme war am geringsten bei den Kas-Objekten.

Die N-Aufnahme aus Frühjahrsstallmist war schon frühzeitig zu Ende, die aus Herbststallmist hielt viel länger an. Der Aufnahmeprozentsatz aus Kalkammonsalpeter war nicht konstant; er betrug im Mittel 60 und stieg an von 40 bei 40 N bis 70 bei 160 N. Diese Zunahme steht in schroffem Gegensatz zu der erwarteten Abnahme, die in den vorigen Versuchen gefunden wurde. Bei Stallmistgaben kam eine derartige Zunahme nicht vor. Hier war die totale Aufnahme auf allen Stufen 12%. In mehreren ausländischen Untersuchungen liegt dieser Prozentsatz höher. Hier können andere Stallmistarten (Aufbewahrungsweisen) im Spiel sein, weil der aufnehmbare, d.h. mineralisierte Stickstoff sich im Harn befindet. Bei getrennter Aufbewahrung wird man also einen niedrigen Aufnahmeprozentsatz finden als bei gemischter Aufbewahrung, wobei dies noch von der verwendeten Strohmenge abhängt. Einige Zeit nach dem Einbringen (ungefähr nach einem halben Jahr) ist die Aufnehmbarkeit dieselbe wie beim Bodenstickstoff.

Die Wasser- und Stickstoffmengen in der Pflanze zeigten einen engen Zusammenhang miteinander; der Stickstoff machte stets 0,26% des Wassers aus, ausgenommen auf der höchsten Kas- N-Stufe, wo dieser Prozentsatz höher lag. Hier kann eine wichtige Anweisung für weitere Untersuchungen liegen. Das ist auch der Fall mit der in der Literatur angetroffenen Mitteilung, dass die Düngung über die Meristeme nur auf die nach der Aufnahme gebildete Zunahme der Organe wirkt. Das könnte besonders von Bedeutung sein für den langsam wirkenden Stickstoff aus dem Stallmist.

Aus der Zusammensetzung der Knollen sehen wir, dass die Summe von Wasser und Stärke stets ziemlich konstant ist, sodass bei mehr Wasser weniger Stärke vorhanden ist und umgekehrt. Kas-Stickstoff gab in diesem Jahr stets weniger Wasser und mehr Stärke. Wie immer ist das Eiweiss am meisten und besonders durch Kas-Stickstoff beeinflussbar. Nach Literaturangaben enthalten die Knollen um so mehr Stärke und um so weniger Wasser je grösser sie sind; das traf jedoch in unseren Versuchen nicht zu.

Das Unterwassergewicht, der Stärkegehalt (bestimmt nach EWERS) und der Trockensubstanzgehalt hängen zwei zu zwei geradlinig zusammen. Bezüglich des Zusammenhangs zwischen Trockensubstanzgehalt und Unterwassergewicht scheint es einen Unterschied zwischen Sand- und Tonböden zu geben. Im übrigen sind diese Zusammenhänge wenig beeinflussbar.

Das Wachstum der Knollen wurde eingehend studiert. Die Anzahl der Knollen stieg bis Mitte Juli stark an; später kamen nach und nach noch einige hinzu. Die überwiegende Mehrheit der Knollen hat sich in nur einigen Wochen bis zum Auftreten von Knollen mit einem grösseren Durchmesser als 35 mm ausgebildet. Je kleiner das Sortiment um so schneller die Abnahme der Anzahl der kleineren Knollen (nach einer schnellen Zunahme am Anfang) zu Ende ist und diese Kategorie ein konstantes Gewicht erreicht hat. Die Unterschiede im Knollengewicht pro Objekt sind nahezu vollständig durch die Anzahl der grossen Knollen bedingt. In dieser Durchströmung der einzelnen Sortierungsklassen hat der Herbststallmist denselben Einfluss wie der Bodenstickstoff.

Der Einfluss der Pflanzkartoffel ist nicht sehr gross und praktisch beendet, sobald die Krautenentwicklung anfängt. Dann bekommen die Düngemittel Einfluss. In den eigenen Versuchen mit gleichem Pflanzkartoffelgewicht gibt es keine durch die Pflanzkartoffel verursachte Objektunterschiede und die Wirkung der Pflanzkartoffel wird zu der des Bodenstickstoffs gezählt. Ebenso hat die Nichtbestimmung der Wurzelmengen keine Bedeutung für die beschriebenen Resultate.

Die Wirkungskoëffizienten waren konstant für Frühjahrsstallmist und ansteigend bis ungefähr dieselbe Höhe bei Herbststallmist. Beim Kraut wird dies auf-gleiche-Höhe-kommen früher erreicht als bei der Knolle. In diesem Ansteigen der Wirkungskoëffizienten äussert sich die weiterfortsetzende Mineralisation des Stickstoffs im Herbststallmist. Die Wirkungskoëffizienten erreichen in diesem Jahre keine hohen Werte. In den verschiedenen Jahren sind sie um so höher je mehr Bodenstickstoff eingebracht wird.

Bedeutende Unterschiede im Profilaufbau des Bodens und die abnormale Witterung verursachten eine grössere Variation als in den vorigen Versuchen. Die Resultate waren jedoch vollständig zuverlässig.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Das Verhalten des Stickstoffs von im Herbst angewandten Stallmist war überwiegend dasselbe wie von Bodenstickstoff.
2. Unter bestimmten Witterungsbedingungen kann es vorkommen, dass im Frühjahrsstallmist kein weiterer Stickstoff mineralisiert wird.
3. Der während des späteren Wachstums aufgenommene Stickstoff ist sehr wirkungsvoll.
4. Die Ertragsunterschiede zwischen den verschiedenen N-Mengen und -Formen kann man nahezu vollständig der ungleichen Anzahl grosser Knollen zuschreiben.

LITERATUUR

CARPENTER, P. M.: Mineral accumulation in potato plants. *Maine Agr. Exp. Sta. Bull.* 562 (1957).

CLARK, C. F.: Development of tubers in the potato. *U.S. Dep. Agr. Bull.* 958 (1921).

COCHRAN, W. J., & J. M. COX: Experimental designs. Wiley. New-York (1957).

CREMER, L. C. N. DE LA LANDE: Het stalmest- en gierbemestingsonderzoek op bouw- en grasland in Nederland tussen 1900 en 1950. Gestencild rapport (1952).

DAS, N. K.: Nitrogen nutrition of sugar cane. *Plant Physiol.* II (1930) 253–317.

FERWERDA, J. D.: De betekenis van stalmest en gier voor grond en gewas. Gestencild rapport (1951).

HAAN, S. DE: Vereffening van gegevens van een driefactorenproef (5 × 5 × 6) met behulp van een „vereffeningsapparaat". *T.N.O.-Nieuws.* 160 (1959) 283–286.

HECK, A. F.: Conservation and availability of the nitrogen in farmyard manure. *Soil Sci.* XXXI (1931) 335–339.

JONES, C. H., & B. O. WHITE: Composition of potatoes at various stages of growth. *Univ. Vermont Agr. Exp. Sta. XIII Ann. Rep.* (1899–1900) 374–382.

JONES, L. R., & W. O. ORTON: Studies on the time and rate of development of the potato tuber. *Univ. Vermont Agr. Exp. Sta. XII Ann. Rep.* (1898–1899) 155–156.

KOHLER, A. R.: Potato experiments and studies at the university farm in 1904. *Univ. Minn. Agr. Exp. Sta. Bull.* 118 (1910).

KORTLEVEN, JAC.: Proeven met stadsvuilcompost I. *Versl. Landbk. Onderz.* 62.12 (1956).
De stikstofvoeding van de aardappel door middel van stalmest en kunstmest.
I *Versl. Landbk. Onderz.* 63.19 (1957)
II „ „ „ 65.1 (1959)
III „ „ „ 65.17 (1959)

KRYTHE, N.: Observation on the formation and growth of tubers on the potato plant. *Neth. J. Agr.* 3 (1955) 291–304.

LIPMAN, J. G., & A. W. BLAIR: Twenty years' work on the availability of nitrogen in nitrate of soda, ammonium sulfate, dried blood and farm manure. *Soil Sci.* V (1918) 291–300.

LIPMAN, J. G., A. W. BLAIR & A. L. PRINCE: Field experiments on the availability of nitrogenous fertilizers 1923–1927. *Soil Sci.* XXVI (1928) 1–21.

LUYENDIJK, J.: Potermaten en plantafstanden. *Landbk. Voorl.* 11 (1954) 125–129.

RAMSAY, J. T., & W. C. ROBERTSON: The composition of the potato plant at various stages of development. *J. Dep. Agr. of Victoria.* XV (1917) 641–655.

PEARSALL, W. H., & J. EWING: The relation of nitrogen metabolism to plant succulence. *Ann. of Bot.* XVIII (1929) 27–34.

SAUERLANDT, W.: Der Phosphorsäurehaushalt unserer Betriebe im Spiegel der Stallmistanalysen. *Z. J. Pfl. Ern. D. u. B.* Festschrift 46/91 (1949) 235–244.

SINNOTT, E. W.: The relation between body size and organ size in plants. *Amer. Naturalist.* LV (1921) 385–403.

SMITH, O.: Growth and development of the potato as influenced specially by soil reaction. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir.* 215 (1938).

Studiecommissie inzake steunverlening voor fabrieksaard.: Samenvattend verslag der werkzaamheden over het tijdvak 14 september 1936–31 juli 1940. *Versl. Landbk. Onderz.* 47–6–1941.

WILLFARTH, H., H. RÖMER, & G. WIMMER: Ueber die Nährstoffaufnahme der Pflanzen in verschiedenen Zeiten ihres Wachstums. *Landw. Vers. Stat.* LXIII (1906) 1–70.

WILLIGEN, A. H. A. DE: De chemische samenstelling van de aardappel. *Landbk. Tijdschr.* 54 (1942) 693–725.
Een en ander over anatomie en chemische samenstelling van de aardappel. Symposium „Samenstelling en voedingswaarde van aardappelen en aardappelproducten" gehouden te Utrecht 23 juli 1943.

WIND, J., A. J. REESTMAN, & T. A. VEENBAAS: Verslag van de in 1939 en 1940 door de Rijkslandbouwconsulenten genomen rassenproeven met aardappelen. *Meded. Dir. v. d. Landb.* 29 (1942).