RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN.

HET ZAVELPROEFVELD VAN HET RIJKSLANDBOUW-PROEFSTATION TE GRONINGEN IN DE JAREN 1911—1934.

VERGELIJKING VAN EEN DRIETAL STIKSTOFMESTSTOFFEN EN ONDERZOEK NAAR DE WERKING EENER KALIBEMESTING.

TEVENS BIJDRAGE TOT DE KENNIS DER KALK- EN KALIHUISHOUDING IN DE GRONINGER KLEI- EN ZAVELGRONDEN,

DOOR

J. G. MASCHHAUPT.

(Ingezonden 6 Nov. 1936),

I.

Bij de stichting in 1904 van het tegenwoordige gebouw van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, gelegen aan de Prof. H. C. van Hallstraat, werden door den toenmaligen directeur, Dr. B. SJOLLEMA, op het terrein rondom het gebouw proefveldjes aangelegd met de voornaamste grondsoorten, welke in de drie noordelijke provincies — het toenmalige ambtsgebied van het Proefstation — gevonden worden. Toen Dr. SJOLLEMA een drietal jaren later het Proefstation verliet, waren de door hem geprojecteerde onderzoekingen op deze proefvelden nog niet in gang. Vermoedelijk was de oorspronkelijke bestemming dezer proefveldjes wel een andere dan die er later aan werd gegeven, maar in ieder geval is in den loop der jaren duidelijk gebleken, van hoeveel belang het is direct naast het laboratorium proefvelden met verschillende grondsoorten te bezitten.

Aanleg van het zavelperceel.

Een der proefperceelen werd aangelegd met lichten, ouden zavelgrond, afkomstig van de boerderij van den Heer F. GROMMERS te Mensingeweer (gem. Leens, prov. Groningen). Hiertoe werd het terrein over een oppervlakte van 21,5 × 41,5 m tot een diepte van 1,10 m uitgegraven. Op den bodem werden in de lengte van het proefperceel twee rijen drainbuizen gelegd; de buizen werden met een flinke laag turfstrooisel bedekt.

Vervolgens werd, telkens bij lagen van 10 cm dikte en onder voortdurend aantrappen, 50 cm zgn. „stortgrond" ingevuld. Deze grond was circa 40 jaar

(1) A. 269.

U 53350

voordien verkregen bij verbreeding van het kanaal den Hoorn-Pieterburen en sedert door den Heer GROMMERS bebouwd [1]). De bovenlaag, de teellaag, werd terzijde geworpen, zoodat uitsluitend nimmer bebouwde ondergrond werd ingevuld.

Boven op den stortgrond kwam grond van een normaal perceel bouwland; de grond werd daar in twee lagen weggegraven, nl. de teellaag van 0—25 cm en de ondergrond van 25—55 cm.

Ontwatering van het proefveld.

Elk voorjaar blijkt, dat het perceel langer nat blijft dan soortgelijk gedraineerd land buiten. In enkele jaren is dit toe te schrijven geweest aan verstopping der drainbuizen. Vermoedelijk doordat ijzerhoudend water, afkomstig van de er naast liggende proefperceelen met veenkolonialen- en met heidezandgrond, zich in de drainbuizen kon vermengen met het kalkhoudende grondwater uit het zavelperceel, zette zich in de buizen, althans bij de uitmonding, veel ijzeroxyde af. Tot nu toe is het echter nog steeds gelukt de drains door te steken.

Maar ondanks het feit, dat de drainbuizen de latere jaren steeds goed open werden gehouden, blijft de grond in het voorjaar te lang nat.

Sedert eind November 1935 uitgevoerde grondwaterstandsmetingen hebben geleerd, dat de grondwaterstand, althans gedurende den winter, zeer hoog is en dat weken lang het water van 80—100 cm boven de drainbuizen, of van 40—20 cm onder de oppervlakte staat.

De waterafvoer door de drainbuizen schijnt niet in verhouding te staan tot de hoogte van den waterstand in den grond, zoodat het vermoeden is gerezen, dat de doorlatendheid van den ondergrond, tengevolge van de onvoldoende ontwatering te wenschen overlaat [2]). Getracht zal worden door een krachtige drainage rondom het proefveld hierin verbetering te brengen.

Samenstelling van den grond van het proefveld.

Bij den aanvang der proef, in het voorjaar van 1911, werden 6 der 18 veldjes, waarin het proefveld verdeeld werd, zorgvuldig bemonsterd ter diepte van 20 cm. Hieronder volgen de uitkomsten van het onderzoek van een uit 6 monsters samengesteld mengmonster.

---

[1]) Van dezen „stortgrond", vroeger langs het kanaal neergestort en in aard en wezen gelijk aan den ondergrond in het zavelgebied rondom Mensingeweer, werd gebruik gemaakt om het weggraven van grond uit het perceel bouwland zooveel mogelijk te beperken. Deze stortgrond bevatte 68 % zand (> 20 μ) en ruim 3 % $CaCO_3$.

[2]) Gedacht wordt aan onvoldoende doorworteling van den ondergrond in de omgeving der drainbuizen en onvoldoenden diepgang der wormgangen.

Mechanische samenstelling (GM. 161). *Proc. van drogen grond.*

Mechanische Zusammensetzung des Versuchsbodens.

Totaal zand.	> 100 μ	100—75 μ	75—50 μ	50—35 μ	35—20 μ	„Klei" < 20 μ
71,5	5,2	12,9	32,2	13,1	8,1	23,3

De mechanische samenstelling werd bepaald met het toestel van KOPECKY. De grond werd voorbehandeld met H_2O_2 en HCl; na uitwasschen van den behandelden grond door decanteeren met water, werd afgeslibd met 0,2 n. ammoniak.

Chemische samenstelling. (Procenten v. d. bij 110° C gedroogden grond).

Chemische Zusammensetzung des Versuchsbodens.

Zand > 20 μ	Onverweerde Silicaten (v. BEMMELEN)	SiO_2 der verweeringssilicaten (v. BEMMELEN)	Humus (Istschekow)	$CaCO_3$ Scheibler-azijnzuur	CaO geb. aan klei en humus HCl — 10 %	N (Jodlb.)	P_2O_5 HNO_3— 12½ %	K_2O HCl — 5 %
71,6	80,9	6,24	1,7	3,51	0,97	0,115	0,096	0,168
Sand > 20 μ	*Unverwitterte Silikate nach v. Bemmelen*	*SiO_2 der Verwitterungssilikate*		*$CaCO_3$ Scheibler-Essigsäure*				

Het gehalte aan onverweerde silicaten bedraagt 80,9 %; van deze deeltjes hebben 71,6 % een diameter > 20μ (het zand), zoodat van de deeltjes < 20μ, hetgeen wij „klei" (in totaal 23,2 %) noemen, 9,3 % dus ruim een derde, uit onverweerde mineraal fragmentjes bestaat.

Uit de bovenstaande analysecijfers volgt, dat men hier te doen heeft met een zavelgrond, die een voor de Groninger zavelgronden normale mechanische samenstelling bezit; de grond is fijnzandig.

Het nog hooge gehalte aan $CaCO_3$ is voor de oude zavelgronden in de omgeving van Eenrum niet normaal; deze gronden bevatten als regel minder dan 1 % en dikwijls nog slechts sporen $CaCO_3$. Welke bijzondere omstandigheden de ontkalking hier hebben vertraagd, is ons niet bekend; een eigenschap van den grond zelf is hier vermoedelijk niet in 't spel daar, zooals we later zullen zien, de ontkalking tusschen 1911 en 1934 op het proefveld met een normale snelheid verliep.

(3) A. 271.

Na den aanleg werd het perceel gedurende 5 jaren (1906—1910) gewoon bebouwd zonder dat er proeven op werden genomen, waarvan plaatselijke verandering van den grond te verwachten was. De gewassen waren achtereenvolgens: voederbieten, haver, vlas, wintertarwe en voederbieten. Voor het oogsten der drie laatste gewassen werd het proefveld in meerdere veldjes verdeeld en de opbrengsten dezer veldjes afzonderlijk gewogen om een inzicht te krijgen in de gelijkmatigheid van het veld, vóór daarop proeven werden genomen.

Overzicht der verbouwde gewassen en der toegediende bemestingen.

Jaar.	Gewas.	Soort.	Bemesting in kg per ha.				
			N	P_2O_5	K_2O		
1906	Voederbieten	Diverse soorten	45	72	—		
1907	Haver		16	69	—	N als Chilisalpeter	
1908	Vlas		—	53	—	P_2O_5 als superfosfaat	
1909	Wintertarwe	Grenadier—Mansholt	22	54	—		
1910	Voederbieten	Gelbe Leutewitzer	46	53	—		
		Begin der proef met $NaNO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, en NH_4NO_3					
1911	Haver	Zegehaver—Svalöf	25	63	—	Van 1912-1928 P_2O_5 als Ca $(H_2PO_4)_2$ aq.; in 1911 en 1920 als superfosfaat	
1912	Wintergerst	Mansholt N°. 1	30	48	—		
1913	Wierboonen	2e nab. v. Mansholt orig	15	54	—		
1914	Suikerbieten	Vilmorins verb. witte	45	55	—		
1915	Zomertarwe +r. klaver	Japhet	30	56	—		
1916	Roode klaver	Rozendaalsche	—	—	—		
1917	Voederbieten	Oberndorfer ronde gele	45	55			
1918	Zomertarwe	Japhet	38	—	—		
1919	Aardappelen	Ceres	30	—	—		
1920	Wierboonen		30	50	—	P_2O_5 als superfosfaat(15,8 pct)	Gewas mislukt
1921	Blauwmaanzaad		50	52	94	K_2O als patentkali (alle veldjes)	
1922	Winterrogge	Orig. Petküser	30	50	—		

Jaar.	Gewas.	Soort.	Bemesting in kg per ha.				
			N	P_2O_5	K_2O		
		Begin van het onderzoek naar de kalibehoefte van den grond.					
1923	Kanariezaad	Gekw. uit Friesch zaad	30	50	100	K_2O vanaf 1923 steeds als kaliumsulfaat.	
1924	Groene erwten	Mansholt's extra korte	16	60	100		
1925	Zomergerst + roode klaver	Heil's Frankengerst, 1e nab.	45	50	100		NH_4NO_3 te beginnen met 1925 vervangen door kalksalpeter.
1926	Haver + roode klaver	Orig. Zegehaver	45	50	150		Roode klaver mislukt (1925 en 1926).
1927	Haver + roode klaver	1e nabouw Zegehaver	15	60	150	1927–'31 inplaats van $NaNO_3$ Chilisalpeter	
1928	Roode klaver	Rozendaalsche	—	—	—		
1929	Aardappelen	Alpha's B	120	100	200	Vanaf 1929 P_2O_5 gegeven	
1930	Kanariezaad		50	100	150	als fosforzure voederkalk ($CaHPO_4$)	
1931	Blauwmaanzaad		80	100	150		Bij vergissing ontvingen de $(NH_4)_2SO_4$-veldjes in 1931 Ca-nitraat en omgekeerd.
1932	Wintertarwe	Robusta	40	100	150		
1933	Voederbieten	Barres Strynö VII	90	100	150		
1934	Vlas + roode klaver	Giganta + Rozend	15	100	150		

II.

ONDERZOEK NAAR DE GELIJKMATIGHEID VAN HET PROEFVELD [1]).

Eerst zullen wij hier bespreken de resultaten van het onderzoek naar de gelijkmatigheid in de drie jaren, welke aan den aanleg van het bemestingsproefveld voorafgingen en vervolgens zullen wij nagaan, wat de opbrengstcijfers gedurende de proefjaren 1911—1934 ons omtrent de gelijkmatigheid van het veld kunnen leeren.

[1]) In verband met dit onderwerp zij verwezen naar: Dr. Ir. H. J. FRANKENA: Over blanco- of blinde proeven. *Versl. v. landb.k. onderz.*, n°. 41 A, 1935.

a. Onderzoek naar de gelijkmatigheid van het perceel vóór het in gang zetten der proef.

Vlas — 1908.

Aan den noordkant van het perceel was de stand van het vlas, tengevolge van eenige ongelijkmatigheid in het zaaien, dichter dan verder op het perceel. Dit gaf aanleiding om een strook ter breedte van 3,5 m afzonderlijk te oogsten en de rest van het veld in 16 veldjes van 44 m² te verdeelen (zie fig. 1).



Vlas — 1908.

Fig. 1.

3,5 m — 9 m

4,88 m

a	e	i	n	r
103,7	100,5	99,4	100,8	98,6
	101,7	**100,6**	**102,0**	**99,7**
b	f	k	o	s
108,7	102,2	100,8	98,6	100,4
	103,4	**102,0**	**99,8**	**101,6**
c	g	l	p	t
103,7	99,4	101,8	96,0	97,0
	100,6	**103,0**	**97,1**	**98,2**
d	h	m	q	u
102,8	95,0	100,2	93,3	97,4
	96,1	**101,3**	**94,4**	**98,5**

In fig. 1 zijn de totaal-opbrengsten der afzonderlijke veldjes genoteerd, uitgedrukt in procenten van de gemiddelde opbrengst. De gewoon gedrukte cijfers hebben betrekking op alle veldjes, dus de veldjes a—d inbegrepen. Uit deze cijfers blijkt ook, dat de opbrengsten op de veldjes a tot en met d hooger waren dan op de overige veldjes. De hoogste opbrengst was 108,7 (*b*), en laagste 93,3 (*q*), een verschil dus van 15,4 % van het gemiddelde.

Laat men de strook a—d buiten beschouwing, dan wordt de toestand veel gunstiger (zie de vetgedrukte cijfers). De hoogste opbrengst was 103,4 (*f*), de laagste 94,4 (*q*), een verschil van 9 % van het gemiddelde.

Verdeelt men het perceel in O—W en in N—Z loopende banen en in een N- en een Z-helft en in een O- en W-helft, dan vindt men de in tabel 1 vermelde opbrengstcijfers.

Deze uitkomsten zijn zeer bevredigend. De Zuid-helft heeft een iets geringere opbrengst gegeven. Het is niet onwaarschijnlijk, dat de boomen, welke aan de Zuidzijde van het perceel langs de van Hallstraat stonden,

(6) A. 274.

TABEL 1.

O—W banen		N—Z banen	
e—h	100,5	e— i —n—r	101,0
i—m	101,7	f— k—o—s	101,7
n—q	98,3	g— l —p—t	99,7
r—u	99,5	h—m—q—u	97,6
N-helft	101,1	O-helft	101,4
Z- „	98,9	W- „	98,6

hiervoor aansprakelijk waren. In den winter wierpen deze boomen [1]) schaduw op het veld, hetgeen tengevolge had, dat de grond daar iets minder spoedig opdroogde.

Ook de West-helft heeft iets minder opgebracht, doch ook dit verschil is gering.

Voor de standaardafwijking (middelbare fout der afzonderlijke bepalingen) vindt men volgens de formule $S = \pm \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$ een bedrag van 2,54 %, hetgeen ook op een goede gelijkmatigheid van het gewas wijst.

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat de opbrengstcijfers in overeenstemming zijn met de standwaarnemingen omstreeks half Mei gedaan, in zooverre, dat de stand op de Zuidelijke helft, vooral die op de veldjes p, q, t en u toen veel minder was; daarna heeft de stand op de genoemde veldjes zich nog aanmerkelijk hersteld.

Wintertarwe — 1909.

De verdeeling van het veld bij het oogsten is aangegeven in fig. 2; de

Wintertarwe — 1909.

Fig. 2.

9,9 m

9,8 m

5		6		7		8	
korrel	stroo	korrel	stroo	korrel	stroo	korrel	stroo
106,6	102,5	100,1	104,9	103,3	97,8	90,9	96,4
1		2		3		4	
korrel	stroo	korrel	stroo	korrel	stroo	korrel	stroo
99,5	102,6	102,0	105,0	102,5	99,9	95,1	90,9

[1]) In 1932 en 1933 zijn deze boomen gerooid.

cijfers in de figuur geven weer de opbrengsten der afzonderlijke veldjes aan, uitgedrukt in procenten van het gemiddelde.

Deze cijfers loopen meer uiteen dan bij den vlasoogst; zoo verschillen de veldjes 5 en 8 in korrelopbrengst 15,7 %, in stroo-opbrengst 6,1 %, terwijl de veldjes 2 en 4 in korrelopbrengst 6,9 % en in stroo-opbrengst 14,1 % verschillen.

De minder goede overeenstemming blijkt ook uit de standaardafwijking S, die hier bijna twee keer zoo groot is als bij het vlas, nl. 4,95 % bij den korrel en 4,82 % bij het stroo.

Tusschen de W- en O-helft van het perceel bestaat geen noemenswaard verschil in opbrengst; de westelijke helft bracht 99,8 korrel en 99,6 stroo op tegen de oostelijke helft 100,2 en 100,4.

Wel bestaat er ook dit jaar een zeer duidelijk verschil in opbrengst tusschen N- en Z-helft, maar dit verschil is uitsluitend toe te schrijven aan de lage opbrengsten der veldjes 4 en 8. Van den aanvang af heeft de zuidhoek van het perceel er minder fleurig voorgestaan. Voor een deel kan dit geweten worden aan de beschaduwing in den winter door de langs de van Hallstraat staande boomen, voor een ander deel aan geringe vreterij door kuifleeuweriken.

Voederbieten — 1910.

De overeenstemming tusschen de opbrengsten (zie fig. 3) is op het eerste gezicht minder goed; veldje c gaf een belangrijk lagere, het aangrenzende

Voederbieten — 1910.

Fig. 3.

9,9 m

4,9 m

a 101,5 (100,7)	b 97,5 (96,7)	c 87,4	d 101,5 (100,7)
e 98,1 (97,3)	f 103,1 (102,2)	g 107,7 (106,8)	h 100,0 (99,2)
i 98,5 (97,6)	k 99,0 (98,2)	l 97,5 (96,7)	m 102,3 (101,4)
n 98,9 (98,0)	o 103,1 (102,2)	p 101,5 (100,7)	q 102,5 (101,6)

veldje g een duidelijk hoogere opbrengst dan het gemiddelde, zoodat het opbrengstverschil tusschen deze beide veldjes niet minder dan 20,3 % der gemiddelde opbrengst bedraagt. Schakelt men veldje c uit dan vertoonen de veldjes b en g het grootste opbrengstverschil nl. van 10 % van het gemiddelde. Dit verschil is nog wel tamelijk groot, maar voor een gelijkmatigen grond zeker niet abnormaal groot.

Vergelijkt men nu O—W en de N—Z loopende banen met elkander, dan krijgt men de volgende opbrengstcijfers (tabel 2):

TABEL 2.

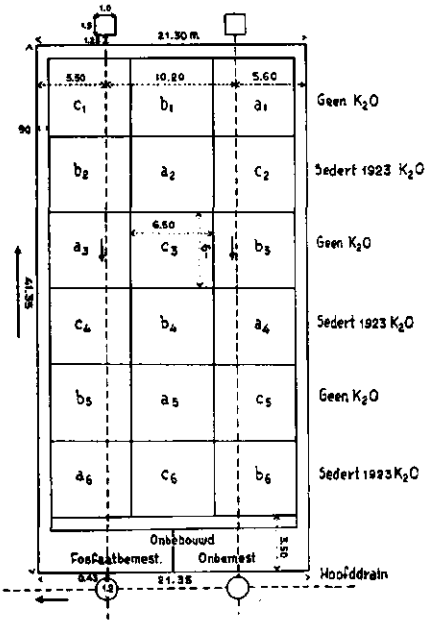
O—W banen		N—Z banen	
a—e—i—n	99,3	a—d	97,0
b—f—k—o	100,7	e—h	102,2
c—g—l—p	98,5	i—m	99,3
d—h—m—q	101,6	n—q	101,5
N-helft	100	O-helft	99,6
Z- „	100	W- „	100,4

Er is dus ditmaal verschil, noch tusschen de O- en W-helft, noch tusschen de N- en Z-helft. Regelmaat in de ongelijkmatigheid bestaat er dus niet; de ongelijkmatigheid beperkt zich in hoofdzaak tot de veldjes c en g en een reden daarvoor is niet op te geven. Dat de schaduw van de boomen op een gewas als bieten, dat laat in het voorjaar aan den groei komt, geen invloed had, is begrijpelijk: de kortere schaduw bereikte het perceel dan niet meer.

De standaardafwijking S is in 1910 4,29 %.

De algemeene indruk, die men uit de cijfers krijgt, is deze, dat het perceel zeer gelijkmatig is, hetgeen ook, gezien de zorg waarmede de grond werd ingevuld, te verwachten was. Er zijn op grond van dit vooronderzoek geen gedeelten op het perceel aan te wijzen, waar de productiviteit van het gemiddelde afwijkt. Toch kunnen er soms door secundaire invloeden aanzienlijke verschillen ontstaan, terwijl het niet buitengesloten is, dat de schaduw, welke door de aan den weg staande boomen op het perceel geworpen werd, op de productiviteit van den zuidhoek van het perceel invloed had. Laatst-

Plattegrond van het zavelproefveld Pr. 1.



a. bemesting met $NaNO_3$.
b. „ „ $(NH_4)\ SO_4$.
c. „ „ NH_4NO_3; vanaf 1925 $Ca(NO_3)_2$.

genoemde invloed zal zich waarschijnlijk hoofdzakelijk bij wintergewassen hebben doen gevoelen.

b. Wat leeren de opbrengstcijfers in de proefjaren 1911—1934 ons omtrent de gelijkmatigheid van het proefveld?

Door de voortgezette bemesting met verschillende stikstofmeststoffen en met kaliumsulfaat op de eene helft der veldjes, zullen er langzamerhand veranderingen in den grond optreden, die voor de veldjes behoorende tot verschillende objecten niet dezelfde zijn; men denke slechts aan de veranderingen, welke bij bemesting met $NaNO_3$, en aan die, welke bij bemesting met $(NH_4)_2SO_4$ in den grond kunnen optreden.

De aanvankelijke gelijkmatigheid van den grond moest dus langzamerhand verloren gaan. Na de ingangzetting van de proef in 1911 kunnen we dus niet meer alle veldjes onderling ten opzichte van de productiviteit vergelijken, doch slechts de veldjes behoorende tot één object. Dit kunnen we doen door de opbrengst van ieder veldje uit te drukken in procenten van de gemiddelde opbrengst van alle veldjes, welke tot hetzelfde object behooren. In één enkel jaar zeggen deze cijfers niet veel omtrent de productiviteit van den grond der afzonderlijke veldjes, daar de opbengsten nu eens meer dan weer minder beïnvloed worden door andere factoren dan bepaalde verschillen in den grond. Hoe zeer de onderlinge verhouding der opbrengsten van de tot één object behoorende veldjes in verschillende jaren uiteen kan loopen, blijkt uit de cijfers in tabel 3, waarin we de opbengsten der afzonderlijke veldjes in een viertal jaren hebben opgenomen.

In 1917 waren de verschillen in de bieten-opbrengsten der parallelveldjes bij de drie objecten zeer gering; het grootste verschil bestaat tusschen de veldjes c_2 en c_6 en is daar nog slechts 4 %. Bij het loof zijn de verschillen veel grooter; hierbij dient echter opgemerkt te worden, dat de loofopbrengsten

(10) A. 278.

Korrel- en stroo-opbrengsten in procenten van het gemiddelde voor ieder object.

TABEL 3.

Object	Veldje	1911 Haver	1917 Voeder-bieten	1918 Z-tarwe	1921 Blauw-maan-zaad	1911 Haver	1917 Voeder-bieten	1918 Z-tarwe	1921 Blauw-maan-zaad
		Korrel (biet)				Stroo (loof)			
Natrium-nitraat	a_1	96	100	85	69	107	92	97	80
	a_3	96	101	99	115	100	110	101	106
	a_5	101	100	103	105	98	93	97	109
	a_2	98	99	111	89	105	88	113	92
	a_4	103	99	115	111	95	95	103	103
	a_6	106	101	86	110	94	121	91	110
Amm. sulfaat	b_1	98	99	99	84	103	89	105	82
	b_3	100	101	113	99	104	105	115	98
	b_5	99	100	105	108	93	108	95	107
	b_2	96	100	90	110	100	105	90	104
	b_4	102	101	95	101	104	94	95	114
	b_6	105	99	99	97	97	98	100	95
Amm. nitraat	c_1	94	101	102	109	107	99	99	100
	c_3	101	100	111	86	104	90	115	92
	c_5	101	99	111	119	91	97	113	113
	c_2	98	98	106	99	105	100	101	103
	c_4	94	100	89	100	95	111	91	105
	c_6	111	102	82	87	97	103	81	86
S		4,4	1,0	10,4	12,8	5,1	8,9	9,4	10,2

geen juist beeld geven van de loofontwikkeling op de verschillende veldjes, omdat bij het oogsten reeds vrij veel blad was afgestorven en dit afsterven niet gelijkmatig over het geheele veld plaats vond. Nog minder waarde is te hechten aan loofopbrengsten bij aardappelen. Waarnemingen tijdens *den vollen groei omtrent de loofontwikkeling bij bieten en aardappelen* kunnen een inzicht geven in de gelijkmatigheid van een veld, de opbrengstcijfers van het loof zeggen daaromtent meestal niets.

Bij zomertarwe-1918 en blauwmaanzaad-1921 zijn de opbrengstverschillen aanzienlijk grooter dan bij de bieten, hetgeen ook blijkt uit de waarden voor *S*; dit geldt zoowel voor den korrel als voor het stroo. De cijfers voor korrel en stroo loopen wel niet volkomen parallel — er zijn enkele vrij belangrijke afwijkingen — maar over 't algemeen bestaat er toch een vrij goede overeenstemming tusschen korrel- en stroo-opbrengst.

De *S*-waarden geven een goed beeld van de opbrengstschommelingen binnen de objecten; daar vermelding van alle opbrengstcijfers te veel ruimte

zou vergen, kunnen we dus volstaan met in tabel 4 de *S*-waarden voor alle proefjaren te vermelden.

Standaardafwijking S der afzonderlijke opbrengstbepalingen.

TABEL 4.

	1911 Haver	1912 Winter-gerst	1913 Boonen	1914 Suiker-bieten	1915 Zomer-tarwe	1916 Roode klaver	1917 Voeder-bieten	1918 Zomer-tarwe
Korrel enz.	4,4	3,2	6,5	4,4	4,1	—	1,0	10,4
Stroo enz.	5,1	5,0	4,0	(9,1)	4,4	—	(8,9)	9,4

	1919 Aard-appelen	1921 Blauw-maan-zaad	1922 Rogge	1923 Kanarie	1924 Erwten	1925 Zomer-gerst	1926 Haver-	1927 Roode klaver
Korrel enz.	4,7	12,8	2,4	(11,3)	3,5	4,3	2,8	—
Stroo enz.	(18,6)	10,2	2,7	6,6	5,7	5,3	3,3	5,7

	1928 Roode klaver	1929 Aard-appelen	1930 Kanarie	1931 Blauw-maan-zaad	1932 Winter-tarwe	1933 Voeder-bieten	1934 Vlas	Ge-midd.
Korrel enz.	—	3,5	7,7	(10,3)	3,8	3,5	(14,2)	**4,9**
Stroo enz.	5,7	—	9,6	(9,7)	5,0	5,9	3,6	**5,7**

Ten aanzien van de cijfers voor het loof der suikerbieten-1914, der voederbieten-1917 en der aardappelen-1919 zij verwezen naar de boven reeds gemaakte opmerking omtrent de waarde, welke aan loofopbrengst-cijfers bij deze gewassen is te hechten. Het hooge cijfer voor den korrel van het kanariezaad-1923 staat vermoedelijk onder invloed van het ongelijk legeren van het gewas in dit jaar. Ten aanzien van het blauwmaanzaad-1931 zij opgemerkt, dat het gewas op de met kali bemeste veldjes door een te dichten stand en op de veldjes zonder kali tengevolge van uitgesproken kaligebrek zich zeer onregelmatig ontwikkelde.

De hooge *S*-waarde voor het lijnzaad-1934 wordt wellicht verklaard door het feit, dat ten tijde van het trekken het zaad nog niet gerijpt was en vooral op de veldjes zonder kali nog ver van het stadium van rijpheid verwijderd was.

De overige cijfers voor *S* zijn, op een paar uitzonderingen na, laag en geven een gunstig beeld van de gelijkmatigheid van het proefveld.

Ten einde na te kunnen gaan, in hoeverre sommige veldjes neiging vertoonen tot een hoogere, andere tot een lagere opbrengst dan het gemiddelde, hebben we voor de beide proefperioden afzonderlijk, nl. 1911—1922 (vergelijking van drie N-meststoffen) en 1923—1934 (tevens onderzoek naar de werking eener kalibemesting), alsmede voor de beide proefperioden tezamen (1911—1934), de gemiddelde opbrengst per veldje, uitgedrukt in procenten van de gemiddelde opbrengst per object, berekend.

Wij berekenden deze gemiddelde opbrengstcijfers voor alle jaren zonder onderscheid, slechts met uitzondering van 1920, toen de wierboonen een misgewas gaven, en daarnaast voerden we deze berekening uit met uitschakeling van enkele jaren, waarin door bijzondere omstandigheden of de korrel (1923 — kanarie, 1931 — bl. maanzaad, 1934 — vlas), of het loof (1919 — aardappelen) ten deele abnormale opbrengsten gaf. Aangezien dit in de gemiddelde cijfers slechts geringe verschillen geeft, vermelden wij in tabel 5 slechts de laatstbedoelde cijfers, nl. die, berekend met uitschakeling van enkele tot op zekere hoogte abnormale opbrengsten.

Tevens staat in deze tabel aangegeven, hoeveel malen ieder veldje in de jaren 1911 tot en met 1934 een hoogere en een lagere opbrengst gaf dan het gemiddelde voor het betreffende object.

Verder zij erop gewezen, dat we in de periode 1911—1922, toen er drie objecten, ieder met zes veldjes waren, de opbrengsten der veldjes niet hebben uitgedrukt in procenten van de gemiddelde opbrengst der *zes* veldjes van het betreffende object, doch der drie veldjes van het object, waartoe vanaf 1923 het veldje behoorde. Vanaf 1923 kregen nl. van ieder zes veldjes, drie voortaan kali; ieder object werd dus in tweëen gesplitst, een met en een zonder kali.

Het is niet mogelijk om uit deze cijfers met zekerheid af te leiden, welke veldjes een hoogere, welke een lagere productiviteit hebben dan de gemiddelde productiviteit der 3 veldjes van het object, waartoe zij behooren. Want niet steeds gaat een hoogere korrelopbrengst ook gepaard met een hoogere stroo-opbrengst; verder schommelt de productiviteit van een veldje van jaar tot jaar (secundaire invloeden; de productiviteit kan afkankelijk zijn van het gewas) en staan de eindcijfers in tabel 5 soms vrij sterk onder den invloed van de opbrengst van een enkel of van een paar jaar.

Toch komt er o.i. wel iets uit deze cijfers naar voren, als men niet uitsluitend erop let, of de cijfers voor het tijdvak 1911—1934 boven of onder 100 liggen, maar er tevens rekening mede houdt, of de afwijkingen voor korrel en stroo en de afwijkingen in de beide perioden in gelijke of in tegengestelde richting liggen en men tevens aandacht schenkt aan de frequentie, waarmede de afwijking optreedt. Op deze wijze is tabel 6 tot stand gekomen. Hierin zijn de letters der veldjes met dubieuze afwijkingen tusschen haakjes geplaatst.

Vet gedrukt zijn verder de letters dier veldjes, waarbij de afwijkingen bij korrel en stroo in dezelfde richting liggen, terwijl de cijfers o.i. vrij zeker op een afwijkende productiviteit wijzen; door cursieven druk wordt geringere zekerheid uitgedrukt.

Gemiddelde opbrengsten der veldjes over een reeks van jaren in procenten der gemiddelde opbrengsten per object.

TABEL 5.

	Korrel enz.			Stroo enz.			Aantal malen dat het veldje van 1911—1934 meer (+) of minder (—) opbracht dan het gemiddelde			
	1911—1922	1923—1934	1911—1934	1911—1922	1923—1934	1911—1934				
Uitgeschakeld		1923 1931 1934	1923 1931 1934	1919		1919	Korrel		Stroo	
Aantal oogsten	10	7	17	9	11	20	+	—	+	—
Veldje										
a_1	96,5	100,0	98,0	95,9	98,2	97,2	6	10	6	14
a_3	101,7	98,6	100,4	103,7	101,7	102,6	9	8	13	7
a_5	101,8	101,7	101,8	100,4	100,1	100,2	11	6	10	9
a_2	96,1	96,6	96,3	97,0	100.0	98,7	2	14	8	10
a_4	102,2	100,1	101,3	98,4	98,6	98,5	10	6	6	12
a_6	101,7	103,6	102,5	104,6	101,5	102,9	14	3	12	7
b_1	97,8	101,3	99,2	95,8	98,9	97,5	7	9	7	12
b_3	100,7	97,6	99,4	102,4	97,8	99,9	9	8	10	10
b_5	101,5	101,0	101,3	101,7	103,3	102,6	10	5	14	6
b_2	98,0	100,1	98,8	98,1	100,5	99,4	7	9	8	10
b_4	100,0	99,3	99,7	101,0	101,3	101,2	7	10	11	8
b_6	102,0	100,7	101,5	100,9	98,1	99,4	10	6	8	12
c_1	98,9	100,3	99,5	99,4	100,3	99,9	8	9	6	14
c_3	98,5	100,3	99,2	100,8	100,5	100,6	9	7	11	7
c_5	102,6	99,7	101,4	99,9	99,1	99,5	9	6	10	10
c_2	100,2	100,0	100,1	100,9	100,8	100,8	7	9	8	11
c_4	99,2	97,9	98,7	101,2	100,5	100,8	6	11	10	9
c_6	100,6	102,4	101,3	97,9	98,5	98,2	13	4	8	11
S =	**2,0**	**1,7**	**1,6**	**2,5**	**1,5**	**1,7**				

Veldjes met in de periode 1911—1934 gemiddeld hoogere en lagere opbrengsten dan het gemiddelde per object.

TABEL 6.

Korrel		Stroo		Korrel	Stroo
+	—	+	—		
	a_1		a_1	98,0	97,2
a_3		a_3		1004,	102,6
a_5		a_5		101,8	100,2
	a_2		a_2	96,3	98,7
a_4			a_4		
a_6		a_6		102,5	102,9
	b_1		b_1	99,2	97,5
b_5		b_5		101,3	102,6
	b_2		(b_2)		
	b_4	b_4			
b_6			(b_6)		
	(c_1)		(c_1)		
	(c_3)	c_3			
c_5			(c_5)		
		(c_2)			
	c_4	c_4			
c_6			c_6		

Bij beschouwing van tabel 6 krijgt men den indruk, dat de veldjes met een hoogere productiviteit dan de gemiddelde zich in hoofdzaak aan den zuidkant, die met een lagere zich aan den noordkant van het perceel bevinden. Dit komt ook naar voren, als men uit tabel 5 de gemiddelde opbrengsten berekent voor de O—W loopende stroken van telkens drie veldjes (zie de plattegrond); deze berekening is uitgevoerd in tabel 7.

TABEL 7.

	1911—1922		1923—1934		1911—1934	
	Korrel.	Stroo.	Korrel.	Stroo.	Korrel.	Stroo.
N ▼ a_1—b_1—c_1	97,7	97,0	100,5	99,1	98,9	98,2
a_2—b_2—c_2	98,1	98,7	98,9	100,4	98,4	99,6
a_3—b_3—c_3	100,2	102,3	98,8	100,0	99,7	101,0
a_4—b_4—c_4	100,5	100,2	99,1	100,1	99,9	100,2
a_5—b_5—c_5	102,0	100,7	100,8	100,8	101,5	100,8
▼ a_6—b_6—c_6 Z	101,4	101,1	102,2	100,4	101,8	100,2

De noordzijde van het proefveld vertoont dus wel de neiging om gemiddeld een wat lagere, de zuidzijde om gemiddeld een wat hoogere opbrengst te geven. Het zijn voornamelijk de veldjes a_1—a_2—b_1, die een lagere, a_5—a_6—b_5, die een hoogere opbrengst gaven dan het gemiddelde.

Een nadeelige invloed van de schaduw der boomen langs den weg, waarvoor in de jaren 1908 en 1909 aanwijzingen bestonden, komt in de cijfers van tabel 7 niet tot uiting, daar juist de zuidkant wat hoogere opbrengsten geeft. Wij achten het niet buitengesloten, dat het geringe verschil in productiviteit tusschen noord- en zuidhelft toegeschreven moet worden aan een wat betere ontwatering der zuidhelft. De afwatering vond plaats aan den zuidkant van het perceel en nu en dan werden de drainbuizen aan dezen kant doorgestoken, zoover dit mogelijk was, d.i. over ongeveer 20 m. [1])

Gemiddelde opbrengst der veldjes in de jaren 1911—1922, uitgedrukt in procenten der gemiddelde opbrengsten per object van 6 veldjes.

TABEL 8.

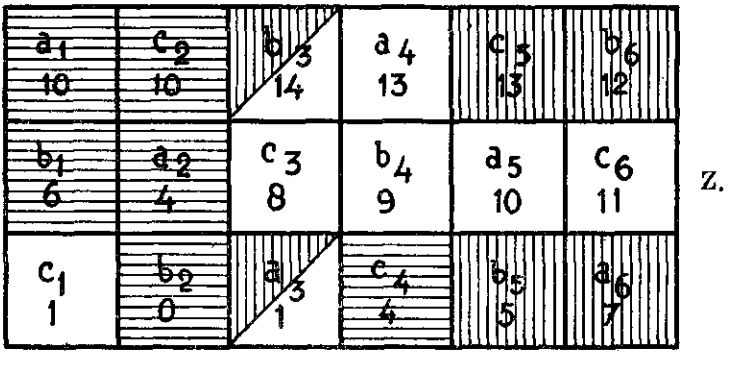
	Korrel enz.			Stroo enz.			Korrel.		Stroo.	
		Aantal malen dat het veldje meer (+) of minder (—) dan het gemiddelde opbracht.		1919 aardappelloof uitgeschakeld	Aantal malen dat het veldje meer (+) of minder (—) dan het gemiddelde opbracht.					
	10 Oogsten.	+	—	9 Oogsten.	+	—	+	—	+	—
a_1	95,2	3	6	95,8	1	6		a_1		a_1
a_3	100,3	5	5	103,3	7	1	(a_3)		a_3	
a_5	100,4	6	2	100,0	4	5	(a_5)			
a_2	97,3	2	8	97,2	2	5		a_2		a_2
a_4	103,5	6	3	98,8	3	6	a_4			a_4
a_6	103,1	8	2	105,0	7	2	a_6		a_6	
b_1	98,1	3	7	95,8	3	5		b_1		b_1
b_3	100,9	3	5	102,2	5	3	(b_3)		b_3	
b_5	101,6	4	3	101,6	4	3	b_5		b_5	
b_2	97,8	1	6	98,2	3	4		b_2		b_2
b_4	99,8	6	3	101,1	4	4			b_4	
b_6	101,9	5	5	101,0	3	5	b_6		b_6	
c_1	100,0	6	4	100,8	4	4			(c_1)	
c_3	99,8	3	4	102,4	6	2		(c_3)	c_3	
c_5	104,1	6	3	101,4	4	4	c_5		c_5	
c_2	98,9	3	7	99,1	3	5		c_2		c_2
c_4	97,9	2	5	99,6	4	5		c_4		c_4
c_6	99,5	6	3	96,7	4	5				c_6

[1]) Bovendien loopt langs de zuidzijde van het perceel een wijde verzameldrainstreng. De invloed daarvan spiegelde zich af in een belangrijk lageren grondwaterstand op den zuidkant van het perceel bij de in den winter van 1935—1936 uitgevoerde grondwaterstandspeilingen.

In 1919 werden ook aan de noordzijde putten gemaakt, waarin de beide drainstrengen uitmonden, zoodat voortaan tevens afvoer naar het noorden kon plaats vinden en het bovendien mogelijk werd de drainbuizen ook van de noordzijde af door te steken. Misschien mag men in de gunstiger cijfers voor de veldjes aan den noordkant in de periode 1923—1934 een afspiegeling zien van de verbetering der afwatering der noordelijke helft, welke in 1919 tot stand kwam.

Daar het verschil tusschen noord- en zuidkant van het perceel eigenlijk alleen in de periode 1911—1922 merkbaar is, willen we voor deze jaren de opbrengsten der veldjes ook nog uitdrukken, niet in procenten van de gemiddelde opbrengst der 3 veldjes van het object, waartoe de veldjes vanaf 1923 behoorden (tabel 5), doch in procnten van de gemiddelde opbrengsten der 6 veldjes, waaruit de objecten van 1911 tot en met 1922 bestonden. Deze laatste gemiddelde opbrengsten zullen een nog wat juister beeld geven van de gemiddelde productiviteit van het geheele veld. De aldus berekende gemiddelde opbrengstcijfers voor de jaren 1911—1922 zijn opgenomen in tabel 8, welke tabel tevens een overzicht geeft van de veldjes met een hoogere en die met een lagere productiviteit dan het gemiddelde. Bij vergelijking van de gegevens in tabel 8 met die in de tabellen 5 en 6 blijkt, dat men in hoofdzaak tot overeenstemmende resultaten komt.

fig. 4



Gemiddelde opbrengst 1911—1922: horizontaal gearceerd *lager*, verticaal gearceerd *hooger* dan het gemiddelde.

Figuur 4 geeft den toestand in de jaren 1911—1922 weer; bij de twee voor de helft gearceerde veldjes is de uitkomst onzeker. Wij hebben nog de mogelijkheid verondersteld, dat het geconstateerde geringe verschil in pro-

ductiviteit samen zou kunnen hangen met verschillen in hoogteligging der veldjes. Daarom werd in Mei 1935 de hoogteligging der afzonderlijke veldjes door waterpassing bepaald. De cijfers in figuur 4 geven in cm de ligging der veldjes aan boven het laagst liggende veldje b_2. Zooals men ziet bestaat er geen verband tusschen de hoogteligging en de afwijking van de gemiddelde productiviteit.

In tabel 9 geven wij nog een overzicht der opbrengstcijfers van de N—Z loopende banen, ieder van 6 veldjes. Uit deze cijfers schijnt te volgen, dat de westelijke baan een iets hoogere productiviteit heeft dan de beide andere banen. Een reden is hier niet voor aan te geven; dat de ligging t.o.v. zon en wind de oorzaak zou zijn, is onwaarschijnlijk, daar het eigenlijke proefveld omgeven is door een strook ter breedte van 0,90 m met beschermende randplanten, terwijl bovendien, enkele jaren uitgezonderd, van ieder veldje een rand, gemiddeld ter breedte van 0,5 m, buiten de opbrengstbepaling werd gehouden, zoodat de geoogste randveldjes aan de buitenzijde beschermd werden door een strook randplanten ter breedte van ongeveer 1,5 m.

TABEL 9.

	1911—1922		1923—1934		1911—1934	
	Korrel.	Stroo.	Korrel.	Stroo.	Korrel.	Stroo.
O						
$a_1-c_2-b_3-a_4-c_5-b_6$	100,7	99,7	99,7	98,8	100,3	99,2
$b_1-a_2-c_3-b_4-a_5-c_6$	99,1	98,8	100,3	99,9	99,6	99,4
$c_1-b_2-a_3-c_4-b_5-a_6$	100,2	101,5	100,3	101,3	100,2	101,4
W						

Verder valt op te merken, dat, althans in de jaren 1911—1922, de middelste baan gemiddeld een iets geringere opbrengst gegeven heeft dan de beide buitenste banen. Doet zich hier — in de periode dat de ontwatering nu en dan te wenschen overliet —, de invloed van de ligging der veldjes ten opzichte van de drainbuizen gevoelen? De drainstrengen toch liggen in de beide buitenste banen, hetgeen deze banen wellicht iets ten goede komt. [1])

[1]) Den 4den November 1935 bleek op de middelste rij veldjes de grond donkerder van tint te zijn dan op de O en W-rij, waar op meerdere veldjes de in de voorafgaande week gespitte grond reeds witte koppen vertoonde. Ook dit duidt op minder goede ontwatering der middelste rij veldjes. Het is overigens wel vreemd, dat op zoo'n korten afstand van de drainbuizen de waterafvoer reeds duidelijk verminderd zou zijn.
Wij zijn voornemens deze kwestie nader te onderzoeken door het doen van grondwaterstandwaarnemingen in enkele in het perceel te plaatsen buizen.

Berekening van de gemiddelde opbrengsten over de jaren 1911—1922 in procenten van de gemiddelde opbrengst per object van 6 veldjes inplaats van per object van 3 veldjes, geeft bij de voor deze periode in de tabellen 7 en 9 opgenomen cijfers slechts zeer geringe verschillen, nl. in tabel 7 voor den korrel hoogstens 0,1 % en voor het stroo hoogstens 0,5 % (97,5 inplaats van 97,0 en 98,2 inplaats van 98,7) en in tabel 9 bij korrel en stroo beide slechts hoogstens 0,1 %.

Beschouwt men de opbrengstcijfers, welke in de jaren 1911 tot en met 1934 op de afzonderlijke veldjes van dit proefveld verkregen werden, dan blijkt, dat afwijkingen van de gemiddelde opbrengsten per object van ongeveer 5 % bij den korrel en ongeveer 6 % bij het stroo als normaal beschouwd kunnen worden (zie tabel 4). Opbrengstverschillen tusschen twee parallelveldjes van 10 % in korrelopbrengst en 12 % in stroo-opbrengst zijn dus geenszins abnormaal; men mag zelfs aannemen, dat hier de grootste nauwkeurigheid, welke men werkende met veldjes van ongeveer $^1/_4$ are, bereiken kan, verkregen is. Soms zijn de afwijkingen nog aanmerkelijk grooter, zonder dat daarvoor een bepaalde oorzaak is aan te wijzen.

Berekent men de opbrengsten over meerdere jaren, dan vereffenen deze verschillen zich ten deele: zij krimpen tot ongeveer de helft of een derde van de bovengenoemde bedragen in (zie de S-waarden in tabel 5). Hierbij blijkt evenwel, dat, althans in de periode 1911—1922, over meerdere jaren gerekend, bepaalde veldjes een hoogere, andere een lagere opbrengst geven dan het gemiddelde voor het object, waartoe deze veldjes behooren. De grootte dezer afwijkingen, alsmede de frequentie, waarmede hoogere, resp. lagere opbrengsten in genoemde periode bij deze veldjes optreden, wettigen de conclusie, dat men inderdaad met afwijkingen in de productiviteit der veldjes te maken heeft. Waarschijnlijk hangen deze afwijkingen samen met een onvoldoende (ongelijkmatige) ontwatering van het proefveld in de jaren 1911—1922. Bij voldoende zorg voor het goed functionneeren der drainbuizen, schijnt het optreden van deze verschillen voorkomen te kunnen worden; onder deze voorwaarde voldoet het proefveld aan de eischen, welke men aan een nauwkeurig onderzoekingsproefveld ten aanzien van de gelijkmatigheid van den grond moet stellen.

III.

BESPREKING DER OP HET PROEFVELD IN DE JAREN 1911 TOT EN MET 1934 VERKREGEN RESULTATEN.

Aanvankelijk werd het proefveld aangelegd met drie objecten, nl. met drie verschillende stikstofmeststoffen, te weten: *natron-salpeter, zwavelzure*

ammoniak en *salperterzure ammoniak*. Elk object telde zes veldjes. Met opzet werd inplaats van Chilisalpeter technisch zuivere natronsalpeter gekozen, om mogelijke nevenwerkingen van bij-mengselen van het natuurlijke Chilisalpeter buiten te sluiten.

In 1923 werd besloten dit proefveld tevens dienstbaar te maken aan het onderzoek naar de kalibehoefte der zavelgronden. Daartoe ontvingen, te beginnen met genoemd jaar, drie veldjes van ieder object jaarlijks een kalibemesting (zwavelzure kali) terwijl de bebouwing op de drie andere veldjes werd voortgezet zonder kalibemesting.

In 1925 kwam er nogmaals verandering in de bemesting; het ammoniumnitraat werd nl. vervangen door *kalksalpeter*. Toentertijd scheen het alsof het kalksalpeter voor de praktijk een grootere toekomst had dan ammoniumnitraat, vooral op de klei- en zavelgronden, te meer daar van eerstgenoemde meststof een gunstige invloed op de structuur van deze gronden verwacht mocht worden. Eenerzijds is het te betreuren, dat deze wijziging toentertijd werd aangebracht, omdat de ontwikkeling van de fabricatie van synthetische stikstofmeststoffen juist de richting van de bereiding van ammoniumnitraat is ingeslagen en deze meststof thans van veel grooter belang is dan het kalksalpeter. Aan den anderen kant is de wijziging echter weer als een voordeel te beschouwen, omdat er nu twee N-meststoffen met elkander vergeleken worden, die beide de stikstof in den nitraatvorm bevatten, doch gebonden aan twee verschillende basen. Hierdoor wordt een licht geworpen op de beteekenis welke het natrium op dezen grond voor den plantengroei heeft.

De genoemde wijzigingen in de bemesting maken, dat we bij dit proefveld twee perioden moeten onderscheiden, nl. de eerste periode van 1911 t/m 1922, waarin geen kali werd gegeven, en de tweede periode van 1923 t/m 1934, waarin jaarlijks een deel der veldjes een kalibemesting ontving. Aan de eerste periode kunnen we nog de jaren 1923 en 1924 toevoegen, voor zoover betreft de objecten zonder kali; we hebben dan over de jaren 1911 t/m 1924 de vergelijking van de drie oorspronkelijke stikstofmeststoffen, natronsalpeter, zwavelzure- en salpeterzure ammoniak, zonder kalibemesting.

In de tweede periode, vanaf 1923, heeft men de vergelijking van natronsalpeter, zwavelzuren-ammoniak en kalksalpeter, met en zonder kalibemesting, met dien verstande, dat in de beide eerste jaren nog ammoniumnitraat inplaats van kalksalpeter gegeven werd. De hoeveelheden der toegediende meststoffen zijn te vinden in de overzichtstabel der gewassen en der toegediende bemestingen aan het begin van dit verslag.

De tabellen 10, 11 en 12 geven een overzicht der opbrengstcijfers in beide perioden.

Aard der aangewende bemestingszouten.

N-meststoffen. Van '1911 tot en met 1925 werden chemisch zuivere zouten gebruikt. Vanaf 1926 werden zouten uit den kunstmesthandel aangewend, die, gezien de gehaltecijfers, als technisch zuiver beschouwd mochten worden, te weten:

$NaNO_3$ in den vorm van „natronsalpeter", N-gehalte 16,1—16,35 %. In 1927 en 1929 t/m 1931 werd bij vergissing natuurlijke Chili-salpeter uitgestrooid.

$(NH_4)_2SO_4$ als „zwavelzure ammoniak", gehalte in 1927 19.35 %, overige jaren 20,03—21,0 % N.

$Ca(NO_3)_2$ in 1926 en 1927 als „Norge-salpeter", 11,6—12,4 % N. Overige jaren „kalksalpeter" met 15,2—15,9 % N.

P-meststoffen. In 1911 en 1920 werd superfosfaat gestrooid. Van 1912 tot 1929 werd chemisch zuiver monocalciumfosfaat, $Ca(H_2PO_4)_2$ aq. aangewend. Vanaf laatstgenoemd jaar werd dit zout, met het oog op de kosten, vervangen door dicalciumfosfaat, $CaHPO_4$ 2 aq., in den vorm van „fosforzure voederkalk". Volgens de formule zou dit zout moeten bevatten 41,3 % P_2O_5 en 32,5 % CaO; ook het zuivere product beantwoordt echter nimmer volkomen aan de formule. Bij de door ons gebruikte fosforzure voederkalk schommelde het P_2O_5-gehalte tusschen 38,8 en 44,2 %, het CaO-gehalte tusschen 31,2 en 36,0 %.

K-meststoffen. Het kali werd steeds gegeven in den vorm van „zwavelzure kali" uit den kunstmesthandel. Volgens de formule K_2SO_4 bevat dit zout 54,1 % K_2O; bij de door ons gebruikte zouten schommelde het gehalte tusschen 46,0 en 50,4 %.

A. Vergelijking van natronsalpeter, zwavelzuren ammoniak en salpeterzuren ammoniak (resp. kalksalpeter) zonder kalibemesting.

De cijfers in tabel 10 zijn berekend uit de gemiddelde opbrengsten der 6 veldjes van ieder object; in de jaren 1923 en 1924 telde ieder object slechts drie veldjes.

We laten hier enkele gegevens betreffende de gewassen in de afzonderlijke jaren volgen, voor zoover deze voor de beoordeeling der cijfers van belang zijn.

a. *Eerste periode 1911—1924.*

1911. Zegehaver.

Het gewas had in Juni van de droogte te lijden, op de veldjes met $NaNO_3$ het minst; op deze veldjes was de stand beter en de kleur flink groen, terwijl deze op de veldjes met de andere N-meststoffen meer geel groen was.

Na het in de pluim komen werden deze verschillen minder duidelijk zichtbaar, de opbrengsten zoowel aan korrel als aan stroo (tabel 10) vertoonen echter duidelijke verschillen ten gunste van $NaNO_3$

1912 — Wintergerst (Mansholt n°. 1).

In Mei teekenden de $NaNO_3$-veldjes zich af door een beteren stand; op de NH_4-sulfaat veldjes was de stand het minst, hetgeen in overeenstemming is met de opbrengstcijfers.

Overzicht der opbrengsten met drie verschillende N-meststoffen in de eerste periode van het proefveld (geen kalibemesting).

Opbrengst met $NaNO_3 = 100$.

TABEL 10.

Jaar.	Gewas.	$NaNO_3$ Quint p. ha	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$ Quint p. ha	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3
		Korrel, bieten of knollen.				Stroo of loof.			
1911	Haver	33	100	87	95	45	100	90	95
1912	Wintergerst .	38	100	91	98	50	100	84	94
1913	Wierboonen .	27	100	112	111	45	100	93	92
1914	Suikerbieten .	486	100	93	93	423	100	90	91
1915	Zomertarwe .	29	100	94	98	52	100	86	93
1916	Roode klaver [1])	—	—	—	—	—	—	—	—
1917	Voederbieten .	962	100	90	94	181	100	90	98
1918	Zomertarwe .	22	100	99	101	27	100	97	103
1919	Aardappelen .	285	100	90	96	55	100	90	106
1920	Wierboonen [2])	(11)	(100)	(121)	(114)	(30)	(100)	(97)	(96)
1921	Blauwmaanzaad	12	100	107	112	26	100	100	102
1922	Rogge	53	100	95	99	64	100	95	99
1923	Kanarie [3]) . .	11	100	133	118	56	100	105	104
1924	Gr. Erwten. .	33	100	93	91	30	100	92	93
Gemidd. (zonder 1920, 1923-korrel en 1919-loof)			**100**	**95,6**	**98,9**		**100**	**92,9**	**96,7**
5 Graangewassen gemiddeld			**100**	**93,2**	**98,2**		**100**	**90,4**	**96,8**

1913 — Wierboonen.

Gedurende den groei werden geen bijzonderheden genoteerd; de ont wikkeling was normaal. Bij het stroo geeft $NaNO_3$ weer de hoogste opbrengsten, maar ditmaal is de zaadopbrengst het grootst bij de beide andere N-meststoffen. Hetzelfde merkte men op bij de wierboonen in 1920, doch deze opbrengstcijfers verdienen weinig vertrouwen, daar men in dit jaar met een misgewas te doen had.

[1]) De klaveropbrengst der 3 objecten werd niet afzonderlijk gewogen.

[2]) Misgewas.

[3]) Zie opmerking betreffende dezen oogst in den tekst. De cijfers voor 1923 en 1924 hebben betrekking op de objecten zonder kali.

1914 — Suikerbieten (Vilmorins verbeterde witte-).

Ook in dit jaar vermelden de aanteekeningen niets omtrent verschillen in ontwikkeling bij de drie objecten, waaruit mag afgeleid worden, dat er geen sprekende verschillen waren op te merken. Nochtans treden er in de opbrengstcijfers voor biet en loof zeer duidelijke verschillen op en wel ten gunste van het $NaNO_3$.

1915 — Zomertarwe (Japhet).

In de eerste helft van Juni onderscheidden de $NaNO_3$-veldjes zich door een donkerder kleur; de tarwe met zwav. ammoniak was het lichtst van kleur. De tarwe had van de fritvlieg te lijden. Bij korrel en stroo gaf natronsalpeter weer de hoogste, zwav. ammoniak weer de laagste opbrengsten.

1916 — Roode klaver.

De klaver, welke onder de tarwe werd gezaaid, werd driemaal gemaaid. De opbrengst was hoog: de beide eerste sneden brachten ruim 11 000 kg hooi per ha op. De objecten werden niet afzonderlijk geoogst.

1917 — Voederbieten (Oberndorfer ronde gele-).

De opbrengstcijfers vertoonen weer ongeveer hetzelfde beeld als in de voorgaande jaren. Er traden geen verschillen op, die de bijzondere aandacht trokken.

1918 — Zomertarwe (Japhet).

Het gewas werd vrij erg aangetast door bladluis en fritvlieg; de opbrengst was niet groot. In tegenstelling met de andere jaren is het opbrengstverschil tusschen de drie N-meststoffen, zoowel bij korrel als bij stroo, gering. De hooge *S*-waarde (tabel 4) wijst op een onregelmatigen stand.

1919 — Aardappelen (Ceres).

De opbrengst was goed, doch 15 % der knollen was ziek. De cijfers voor de knolopbrengsten vertoonen weer hetzelfde beeld. Bij het loof is ditmaal de opbrengst met NH_4NO_3 het hoogst; bij aardappelen zegt overigens het gewicht van het loof bij het rooien niet veel omtrent de loofontwikkeling tijdens den groei, omdat graad van afsterving en bladverlies van grooten invloed zijn. Aanteekeningen omtrent de loofontwikkeling tijdens den groei ontbreken.

1920 — Wierboonen.

Het gewas ontwikkelde zich slecht en had veel van luis te lijden. Twee veldjes (a_6 en c_6) waren eind Juni vrijwel afgestorven; de korrelopbrengst bedroeg slechts ongeveer 50 % der gemiddelde opbrengsten der betreffende objecten, de stroo-opbrengst nog geen 70 %. Deze oogst moet dus als mislukt beschouwd worden; de opbrengstcijfers zijn dus verder buiten beschouwing gelaten.

De korrelopbrengst (zie tabel 10) is weer evenals in 1913 met zwavelzuren- en salpeterzuren ammoniak hooger dan met natronsalpeter (bij uitschakeling der geheel mislukte veldjes a_6 en c_6) maar deze cijfers zijn onder de gegeven omstandigheden te onzeker om daarin een bevestiging te zien van het in 1913 verkregen resultaat. We dienen dus een volgenden normalen boonenoogst af te wachten, alvorens de conclusie te kunnen trekken, dat boonen anders op de drie N-meststoffen reageeren dan de andere gewassen.

1921 — Blauwmaanzaad.

De opbrengstverschillen tusschen de parallelveldjes waren in dit jaar aanmerkelijk grooter dan in de voorafgaande jaren, de wierboonen 1920 en het aaradappelloof-1919 buiten beschouwing gelaten. De uitkomsten verdienen dus minder vertrouwen. ($S = 12{,}8$ % en 10,2 %).

De zaadopbrengst van veldje a_1 bedroeg slechts 69 %, de stroo-opbrengst slechts 80 % van de gemiddelde opbrengst aan zaad en stroo van het $NaNO_3$-object. Schakelt men dit veldje uit, dan ondergaan de verhoudingscijfers uit tabel 10, vooral voor het zaad een vrij groote verandering, maar toch blijft de zaadopbrengst met $NaNO_3$ nog iets bij die met de andere N-verbindingen ten achter. Men vindt nl. bij uitschakeling van a_1:

	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3
Zaad	100	101	105
Stroo	100	96	98

1922 — Rogge.

De overeenstemming tusschen de opbrengsten der parallelveldjes was zeer goed, zoodat de cijfers alle vertrouwen verdienen ($S = 2{,}4$ % en 2,7 %); zwavelzure ammoniak blijft duidelijk bij natriumnitraat ten achter, salpeterzure ammoniak slechts weinig.

1923 — Kanarie.

Te beginnen met dit jaar, ontvingen drie der zes veldjes van ieder object jaarlijks een kalibemesting. De cijfers in tabel 10 hebben betrekking op de

objecten zonder kali en dus slechts op drie parallellen in tegenstelling met de voorafgaande jaren, toen ieder object zes parallellen telde.

De stand was hier en daar wat hol. Begin Juli was de stand met $NaNO_3$ duidelijk beter dan met de beide andere meststoffen; $(NH_4)_2SO_4$ was het minst. Stortbuien op het einde der maand Juli deden het gewas plaatselijk legeren; op de $NaNO_3$-veldjes legerde het gewas het meest, op de NH_4NO_3-veldjes minder, terwijl de $(NH_4)_2SO_4$-veldjes overeind bleven. Vermoedelijk is het hieraan toe te schrijven, dat de parallelveldjes groote verschillen in korrelopbrengst vertoonen en het is niet onwaarschijnlijk, dat hierdoor de zaadopbrengst met $NaNO_3$ gedrukt, die met zwav. ammoniak begunstigd is geworden.

Bij de berekening der gemiddelde opbrengsten hebben wij dus gemeend ook dit proefjaar, voor zoover den korrel betreft, buiten beschouwing te moeten laten.

1924 — Groene erwten (Mansholts extra korte-).

In de tweede helft van Juni bleek de ontwikkeling der erwten met $NaNO_3$ veel beter te zijn dan met $(NH_4)_2SO_4$ en iets beter dan met NH_4NO_3.

De aandacht zij erop gevestigd, dat dit jaar slechts 16 kg N gegeven werd. De vraag rijst, in hoeverre men hier te doen heeft met de werking der in dit jaar gegeven N-bemestingen, of met den invloed dezer bemestingen in de voorafgaande jaren; wij denken hier bijv. aan de verrijking van den grond met Na door de $NaNO_3$-bemesting gedurende de 13 voorafgaande jaren. De opbrengstcijfers zijn met de waarnemingen tijdens den groei in overeenstemming.

De kaliwerking was op alle veldjes duidelijk zichtbaar; door grootere lengte; ook bleven de planten met kali langer groen. Zonder kali werd 29 Juli, met kali 4 Augustus geoogst. De erwten met kali hebben van den regen te lijden gehad; de onderste peulen begonnen reeds te schimmelen. Dit is vermoedelijk de oorzaak, dat de opbrengstverschillen tusschen met en zonder kali niet grooter zijn.

Berekent men, met uitschakeling van 1920, 1923 — korrel en 1919 — loof, de gemiddelde relatieve opbrengstcijfers over de periode 1911—1924, dan vindt men de cijfers, vermeld in tabel 11.

Conclusie. Uit dit onderzoek, loopende over de jaren 1911—1924 volgt, dat op den Groninger zavelgrond van dit proefveld met nog ongeveer 3 % $CaCO_3$ natriumnitraat vanaf het eerste jaar, waarin deze meststof naast ammoniumsulfaat en ammoniumnitraat werd gegeven, meestal de hoogste

TABEL 11.

Gemiddelde opbrengstcijfers 1911—1924.

Mittlere Erträge über die Jahre 1911—1924.

	Korrel enz. *Körner u.s.w.*			Stroo enz. *Stroh u.s.w.*		
	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3
Gemiddeld voor alle gewassen . . . . . *Im Mittel für alle Gewächse.*	**100**	96	99	**100**	93	97
Gemiddeld voor 5 graangewassen . . . . . *Im Mittel für 5 Getreidejahre.*	**100**	93	98	**100**	90	97

opbrengsten gaf, terwijl met gelijke hoeveelheden stikstof in den vorm van ammoniumsulfaat meestal de laagste opbrengsten werden verkregen; de opbrengsten met ammoniumnitraat bleven minder bij die met natriumnitraat ten achter.

Het bovenstaande geldt zoowel voor de korrel- (resp. bieten- en knollen-) opbrengsten, als voor de stroo- (resp. loof-) opbrengsten, doch de onderlinge verschillen zijn bij het stroo gemiddeld grooter dan bij de korrelopbrengsten.

Laat men den wierboonenoogst in 1920 en den kanariezaadoogst in 1923 buiten beschouwing, daar zij niet als normaal beschouwd mogen worden, dan zijn er bij den korrel slechts twee oogsten, die bepaald een uitzondering maken, nl. de wierboonen in 1913 en het blauwmaanzaad in 1921; bij het stroo vormt alleen het blauwmaanzaad in 1921 en het kanariezaad in 1923 een uitzondering.

De gemiddelde relatieve opbrengstcijfers voor de 5 in deze periode verbouwde graangewassen liggen nog iets verder uiteen dan die voor alle gewassen tezamen.

Het geconstateerde verschil in werking tusschen de drie N-meststoffen zou men kunnen verklaren uit de omstandigheid, dat de stikstof in natriumnitraat en ammoniumsulfaat aanwezig is, resp. in den vorm van nitraat en van ammoniak en in ammoniumnitraat voor de helft als nitraat en voor

objecten zonder kali en dus slechts op drie parallellen in tegenstelling met de voorafgaande jaren, toen ieder object zes parallellen telde.

De stand was hier en daar wat hol. Begin Juli was de stand met $NaNO_3$ duidelijk beter dan met de beide andere meststoffen; $(NH_4)_2SO_4$ was het minst. Stortbuien op het einde der maand Juli deden het gewas plaatselijk legeren; op de $NaNO_3$-veldjes legerde het gewas het meest, op de NH_4NO_3-veldjes minder, terwijl de $(NH_4)_2SO_4$-veldjes overeind bleven. Vermoedelijk is het hieraan toe te schrijven, dat de parallelveldjes groote verschillen in korrelopbrengst vertoonen en het is niet onwaarschijnlijk, dat hierdoor de zaadopbrengst met $NaNO_3$ gedrukt, die met zwav. ammoniak begunstigd is geworden.

Bij de berekening der gemiddelde opbrengsten hebben wij dus gemeend ook dit proefjaar, voor zoover den korrel betreft, buiten beschouwing te moeten laten.

1924 — Groene erwten (Mansholts extra korte-).

In de tweede helft van Juni bleek de ontwikkeling der erwten met $NaNO_3$ veel beter te zijn dan met $(NH_4)_2SO_4$ en iets beter dan met NH_4NO_3.

De aandacht zij erop gevestigd, dat dit jaar slechts 16 kg N gegeven werd. De vraag rijst, in hoeverre men hier te doen heeft met de werking der in dit jaar gegeven N-bemestingen, of met den invloed dezer bemestingen in de voorafgaande jaren; wij denken hier bijv. aan de verrijking van den grond met Na door de $NaNO_3$-bemesting gedurende de 13 voorafgaande jaren. De opbrengstcijfers zijn met de waarnemingen tijdens den groei in overeenstemming.

De kaliwerking was op alle veldjes duidelijk zichtbaar; door grootere lengte; ook bleven de planten met kali langer groen. Zonder kali werd 29 Juli, met kali 4 Augustus geoogst. De erwten met kali hebben van den regen te lijden gehad; de onderste peulen begonnen reeds te schimmelen. Dit is vermoedelijk de oorzaak, dat de opbrengstverschillen tusschen met en zonder kali niet grooter zijn.

Berekent men, met uitschakeling van 1920, 1923 — korrel en 1919 — loof, de gemiddelde relatieve opbrengstcijfers over de periode 1911—1924, dan vindt men de cijfers, vermeld in tabel 11.

Conclusie. Uit dit onderzoek, loopende over de jaren 1911—1924 volgt, dat op den Groninger zavelgrond van dit proefveld met nog ongeveer 3 % $CaCO_3$ natriumnitraat vanaf het eerste jaar, waarin deze meststof naast ammoniumsulfaat en ammoniumnitraat werd gegeven, meestal de hoogste

TABEL 11.

Gemiddelde opbrengstcijfers 1911—1924.

Mittlere Erträge über die Jahre 1911—1924.

	Korrel enz. *Körner u.s.w.*			Stroo enz. *Stroh u.s.w.*		
	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3
Gemiddeld voor alle gewassen . . . . . *Im Mittel für alle Gewächse.*	**100**	96	99	**100**	93	97
Gemiddeld voor 5 graangewassen . . . . . *Im Mittel für 5 Getreidejahre.*	**100**	93	98	**100**	90	97

opbrengsten gaf, terwijl met gelijke hoeveelheden stikstof in den vorm van ammoniumsulfaat meestal de laagste opbrengsten werden verkregen; de opbrengsten met ammoniumnitraat bleven minder bij die met natriumnitraat ten achter.

Het bovenstaande geldt zoowel voor de korrel- (resp. bieten- en knollen-) opbrengsten, als voor de stroo- (resp. loof-) opbrengsten, doch de onderlinge verschillen zijn bij het stroo gemiddeld grooter dan bij de korrelopbrengsten.

Laat men den wierboonenoogst in 1920 en den kanariezaadoogst in 1923 buiten beschouwing, daar zij niet als normaal beschouwd mogen worden, dan zijn er bij den korrel slechts twee oogsten, die bepaald een uitzondering maken, nl. de wierboonen in 1913 en het blauwmaanzaad in 1921; bij het stroo vormt alleen het blauwmaanzaad in 1921 en het kanariezaad in 1923 een uitzondering.

De gemiddelde relatieve opbrengstcijfers voor de 5 in deze periode verbouwde graangewassen liggen nog iets verder uiteen dan die voor alle gewassen tezamen.

Het geconstateerde verschil in werking tusschen de drie N-meststoffen zou men kunnen verklaren uit de omstandigheid, dat de stikstof in natriumnitraat en ammoniumsulfaat aanwezig is, resp. in den vorm van nitraat en van ammoniak en in ammoniumnitraat voor de helft als nitraat en voor de helft als ammoniak. De resultaten, verkregen in de tweede periode, waarin het ammoniumnitraat door calciumnitraat vervangen werd, geven echter aanleiding te vermoeden, dat de gunstige werking van natriumnitraat ten deele ook aan het natrium moet toegeschreven worden (blz. 574).

b. *Tweede periode 1925—1934* [1])

Wij beschouwen hier uitsluitend de objecten zonder kali, zoodat de opbrengstcijfers in deze periode met die in de eerste periode vergelijkbaar zijn. Ammoniumnitraat werd in 1925 vervangen door calciumnitraat, zoodat men in deze periode een vergelijking kan maken tusschen twee meststoffen, die beide de stikstof uitsluitend als nitraat bevatten, doch in het eene geval gebonden aan Na, in het andere geval gebonden aan Ca.

1925 — Zomergerst (Franken), met roode klaver.

De gerst had van roest te lijden; zij bleef kort. De kalistrooken waren wat langer en wat lichter van kleur dan de strooken zonder kali. De klaver had zich onvoldoende ontwikkeld en werd eind September omgespit.

1926 — Haver (Zege-), met roode klaver.

In Juni onderscheidden de za-veldjes zich van de andere door een geler kleur en een schraler gewas. 1 September werd de klaver, welke zich goed ontwikkelde, doch erg onegaal stond, kort afgemaaid.

1927 — Roode klaver, gezaaid onder haver.

11 Juli werd de haver groen gemaaid. 15 September werd de klaver gemaaid; de opbrengsten werden gewogen.

1928 — Roode klaver.

De klaver is goed door den winter gekomen. Reeds in de laatste helft van Maart kenmerken de kalibanen zich door een betere ontwikkeling; het verschil in hoogte wordt, naarmate het gewas groeit, steeds grooter. De banen zonder kali vertoonen tegen den bloeitijd duidelijk kaligebrek door bruine vlekjes en bruine randjes aan de blaadjes. Tusschen de verschillende N-bemestingen is geen verschil waargenomen. Als het gewas flink in bloei staat, wordt de eerste snede gemaaid (18 Juni). Ook de tweede snede vertoont tusschen met en zonder kali nog een aanmerkelijk verschil en wordt 25 Juli gemaaid. De derde snede geeft in het begin van de ontwikkeling nog eenig verschil te zien; later verdwijnt dit.

Ook bij de 2de en 3de snede is er geen verschil te zien geweest tusschen de stikstofmeststoffen. De derde snede werd 27 September gewonnen.

---

[1]) In het volgende overzicht is ook opgenomen hetgeen tijdens den groei omtrent de kaliwerking werd waargenomen.

Uit tabel 12 blijkt, dat de verschillen in totaal-opbrengst gering waren; in 1927 en bij de tweede snede in 1928 waren de verschillen wat grooter, maar 't behoeft ons niet te verwonderen, dat men vooral bij een gewas als klaver, deze verschillen niet met het oog heeft kunnen waarnemen.

1929 — Aardappelen (Alpha).

Eind Juni blijkt de loofontwikkeling op de za-veldjes minder te zijn. De kalibanen zijn iets lichter van kleur. Het verschil tusschen met en zonder kali wordt steeds duidelijker; de kaliveldjes vertoonen een rijkeren bloei en een forschere ontwikkeling.

In de eerste helft van Augustus begint het loof zonder kali af te sterven.

Het loof op de za-veldjes was lichter van kleur en iets minder goed ontwikkeld. Natriumnitraat (zie tabel 12) gaf een belangrijk hoogere knolopbrengst dan de beide andere N-meststoffen. Het loof werd niet gewogen, daar dit bij het rooien (11 October) vrijwel geheel was afgestorven.

1930 — Kanariezaad.

24 Maart gezaaid, was er reeds 17 April een duidelijk gunstige werking der kalibemesting te zien. Van de veldjes zonder kali waren die met natriumnitraat het beste, die met calciumnitraat het minst. Op 6 Juni is de stand op de veldjes zonder kali zeer slecht met uitzondering der natriumnitraatveldjes, die nog een behoorlijken stand vertoonen. De za-veldjes met kali zijn iets lichter getint.

12 Juli zijn door zware regens de kaliveldjes in erge mate gaan hangen; ook de natriumnitraat-veldjes zonder kali nog een beetje.

2 Augustus: de kaliveldjes, die erg legeren, groeien door.

26 Augustus wordt gezicht. De kalibanen zijn goed rijp, maar die zonder kali zijn doorgegroeid: er zijn zelfs nog bloeiende aren bij.

De opbrengstcijfers in tabel 12 zijn in overeenstemming met de waarnemingen tijdens den groei. Natriumnitraat steekt, wat zaad- en strooopbrengst betreft, dit jaar zeer gunstig af bij de beide andere N-meststoffen.

1931 — Blauwmaanzaad.

Den 18 Mei, 12 dagen na het zaaien, komen de plantjes op, waarbij al direct de gunstige werking der kalibemesting te zien is. De oppervlakte der calciumnitraat-veldjes vertoont een wit uitslag, zooals anders op de ammoniumsulfaat-veldjes wordt waargenomen (gips). Het vermoeden, dat de beide meststoffen verwisseld zijn, werd door nader onderzoek bevestigd; in de tabellen is echter met deze verwisseling geen rekening gehouden.

(28) A. 296.

TABEL 12.

Overzicht der opbrengsten met drie N-meststoffen in de tweede periode van het proefveld. (Geen kalibemesting).

Opbrengst met $NaNO_3 = 100$.

Jaar.	Gewas.	$NaNO_3$ q/ha	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$ q/ha	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
		Korrel, resp. bieten en knollen.				Stroo resp. loof.			
1925	Zomergerst	38,5	100	102	98	56,2	100	87	96
1926	Haver	32,9	100	101	108	51,6	100	91	99
1927	Roode klaver 2e sn.	—	—	—	—	226,4 [2]	100	91	91
1928	„ „ 1e „	—	—	—	—	42,2	100	102	96
	„ „ 2e „	—	—	—	—	33,2	100	94	91
	„ „ 3e „	—	—	—	—	25,6	100	98	107
	Totaal	—	—	—	—	101,1	100	98	97
1929	Aardappelen . . .	274,9	100	85	80	—	—	—	—
1930	Kanarie	13,7	100	83	77	49,5	100	81	85
1931	Blauwmaanzaad [1] .	6,7	100	101	97	23,4	100	109	102
1932	Wintertarwe . . .	41,3	100	99	101	99,0	100	92	98
1933	Voederbieten . . .	1227,0	100	77	80	193,0	100	94	102
1934	Vlas	2,6	100	72	65	59,6	100	84	86
Gemidd. (Vlas*zaad* uitgeschakeld)			**100**	**93**	**92**		**100**	**92**	**95**
Gemidd. 4 graangewassen			**100**	**96**	**96**		**100**	**88**	**95**

Mogelijk is het hieraan toe te schrijven, dat zoowel bij zaad als stroo dit jaar niet ammoniumsulfaat doch calciumnitraat de laagste opbrengst gaf.

De kaliwerking was ook gedurende de verdere ontwikkeling van het gewas zeer sprekend. Bepaalde kaligebrekverschijnselen werden echter niet waargenomen; de planten zonder kali onderscheidden zich, behalve door geringere ontwikkeling, door een donkerder kleur.

Op de banen zonder kali waren de natriumnitraat-veldjes aanmerkelijk beter, hetgeen echter in de opbrengstcijfers niet tot uitdrukking komt.

Met kali trad de bloei eerder in dan zonder kali.

Door omstandigheden werden de weelderige planten op de kaliveldjes te laat gedund (26 Juni op één gezet), waardoor de groote voorsprong, welke

[1]) Bij vergissing ontvingen de za-veldjes dit jaar kalksalpeter, de kalksalpeterveldjes za.

[2]) Versch gewogen; in 1928 werd de klaver luchtdroog gewogen.

zij aanvankelijk op de planten zonder kali hadden, niet alleen verloren ging, maar waardoor zij zelfs t.o.v. de planten zonder kali in ongunstiger conditie kwamen, zoodat tenslotte de kalibemesting een oogstvermindering gaf.

1932 — Wintertarwe (Robusta).

Den 12en October was er al een gunstige werking der kali waar te nemen op de ontwikkeling der tarwe, die 24 en 25 September gezaaid werd. Later viel op, dat de kleur zonder kali doffer was.

Toen begin April de tarwe begon te groeien, werden de verschillen tusschen kali en geen kali duidelijker; tusschen de N-bemestingen viel geen verschil waar te nemen. De tarwe zonder kali kenmerkte zich door geringere ontwikkeling, donkerder kleur en minder glans. Later, begin Mei, vertoonden de oudere bladen naar den top toe geel bruine randen, waardoor het gewas een lichtere tint had. Van de veldjes zonder kali waren die met natriumnitraat beter dan de andere.

Omstreeks half Juni, bij het in de aar komen, was de tarwe met kali ongeveer 10 cm langer, forscher en iets donkerder van kleur. Zonder kali was de stand dunner en onregelmatiger. De za-veldjes zonder kali waren het minst; overigens werd er geen verschil tusschen de N-bemestingen geconstateerd.

24 Juni werd de tarwe op alle veldjes gemeten; voor de objecten werden de volgende gemiddelde cijfers gevonden:

Lengte der tarwe in cm op 24 Juni 1932.

N-bemesting.	Zonder kali.	Met kali.
Natriumnitraat	118	130
Ammoniumsulfaat	113	127
Calciumnitraat	115	127

Uit deze cijfers blijkt, dat op de veldjes zonder kali de ontwikkeling der tarwe met natriumnitraat duidelijk beter was dan die der tarwe met ammoniumsulfaat; deze cijfers vertoonen hetzelfde beeld als die voor de strooopbrengsten in tabel 12. De korrelopbrengsten loopen voor de drie N-meststoffen weinig uiteen.

(30) A. 298.

1933 — Voederbieten (Barres Strynö VII).

De bieten den 25-sten April gezaaid, komen den 6den Mei op. 22 Mei wordt genoteerd, dat de plantjes met kali beter ontwikkeld zijn, terwijl op de strooken zonder kali de natriumnitraat-veldjes duidelijk beter zijn. Op 19 Juni is het laatst genoemde verschil zeer sprekend.

In de eerste helft van Juli beginnen op de kalilooze veldjes, *behalve op die met* $NaNO_3$, de bladeren gele en verdorrende randen te vertoonen. De bieten werden den 25sten October gerooid; het loof, dat reeds ten deele afgestorven was, vertoonde niet meer de duidelijke verschillen van toen het nog in vollen groei was, zoodat de loofopbrengsten geen goed beeld geven van het verschil in loofontwikkeling.

Zooals uit de opbrengstcijfers voor de bieten blijkt, heeft het natriumnitraat een belangrijk hoogere opbrengst gegeven dan de beide andere N-verbindingen; in 1914 bij suikerbieten en in 1917 bij voederbieten waren de opbrengstverschillen minder groot.

1934 — Vlas (Giganta), waaronder roode klaver.

Bij het vlas, den 7den April gezaaid, was den 27sten April reeds duidelijk de gunstige werking der kalibemesting zichtbaar. Zonder kali was de kleur meer geel. Het kleurverschil verdween in de eerste helft van Juni, maar het verschil in ontwikkeling bleef bestaan. Bij de veldjes zonder kali was het vlas met $NaNO_3$ duidelijk langer dan met de beide andere meststoffen.

Vermoedelijk tengevolge van regen na een droge periode kwam er den 9den Juni groei in het vlas zonder kali.

De bloei trad op de veldjes met kali eerder in en was eerder afgeloopen, dan op de veldjes zonder kali.

Eind Juni werd 't vlas op de kaliveldjes door regen en wind plat geslagen; op de veldjes zonder kali bleef het vlas overeind. Op de laatstgenoemde veldjes was het vlas met $NaNO_3$ wat langer en regelmatiger van stand dan met de andere N-meststoffen, hetgeen bij de opbrengstcijfers (tabel 12) duidelijk uitkomt.

Het vlas met kali werd met het oog op het optreden van „dooden harrel" reeds den 5den Juli getrokken; de knop was toen nog niet geheel rijp. Het vlas op de veldjes zonder kali moest om dezelfde reden den 12den Juli getrokken worden, hoewel het nog wat groen was. Mogelijk ligt hierin een oorzaak van het zoo bijzonder sterk uiteenloopen der cijfers voor de zaadopbrengsten.

Berekent men voor deze periode (1925—1934) de gemiddelde relatieve opbrengstcijfers, dan vindt men voor de drie N-meststoffen die, welke in tabel 13 zijn aangegeven. Bij den korrel hebben wij gemeend het vlas — 1934 te moeten uitschakelen, omdat men bij dit gewas niet met volgroeid zaad te doen had.

TABEL 13.

Gemiddelde opbrengstcijfers 1925—1934. (Geen kali)

Mittlere Erträge über die Jahre 1925—1934 (Ohne Kalidüngung).

	Korrel enz. *Körner u.s.w.*			Stroo enz. *Stroh u.s.w.*		
	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
Vlaszaad 1934 uitgeschakeld . . . . . *Flachssamen 1934 ausgeschaltet*	100	93	92	100	92	95
4 Graangewassen . . 4 *Getreidejahre.*	100	96	96	100	88	95

Bij de berekening der gemiddelden voor het stroo, resp. loof, werd uit den aard der zaak in 1928 slechts met de cijfers voor de totale klaveropbrengst rekening gehouden.

Conclusie. De conclusie, welke uit deze cijfers te trekken valt, is in hoofdzaak gelijk aan die, welke wij konden trekken uit de cijfers voor de 1ste periode der proef (tabel 11): als regel heeft $NaNO_3$ op dezen grond een duidelijk hoogere bemestingswaarde dan de beide andere N-meststoffen, ammoniumsulfaat en calciumnitraat; zelfs zijn deze cijfers nog iets meer ten gunste van het natriumnitraat dan die in de vorige periode. Aan dit laatste verschil is echter niet al te veel waarde te hechten, aangezien de aard der verbouwde gewassen en de weersgesteldheid in de verschillende jaren hier van invloed kan zijn geweest. Het is echter niet buitengesloten, dat de verschillen langzamerhand grooter zullen worden; wij komen hierop straks nog terug (zie blz. 584).

Verder vestigen we er de aandacht op, dat de bemestingswaarde van $Ca(NO_3)_2$ in vergelijking met $NaNO_3$ eerder geringer dan grooter schijnt te zijn dan die van NH_4NO_3, niettegenstaande het eerstgenoemde zout evenals $NaNO_3$ alle stikstof in den vorm van nitraat bevat. Dit geeft aanleiding te

vermoeden, dat de gunstige plaats, welke het $NaNO_3$ tusschen deze meststoffen inneemt, veroorzaakt wordt door het in dit zout aanwezige *natrium* (zie ook pag. 568).

Voor natriumnitraat en ammoniumsulfaat kunnen we de verhouding vaststellen over de jaren 1911—1934; we vinden dan de in tabel 14 vermelde cijfers.

TABEL 14.

Gemiddelde opbrengst met $(NH_4)_2SO_4$ in 1911—1934 (zonder kalibemesting).
Mittlerer Ertrag mit $(NH_4)_2SO_4$ über die Jahre 1911—1934 (ohne Kalidüngung).
$NaNO_3 = 100$.

	Korrel enz. *Körner u.s.w.*		Stroo enz. *Stroh u.s.w.*	
	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$
1911—1934.				
Uitgeschakeld 1920, 1923 en vlaszaad 1934 *Mit Ausschaltung von* 1920, 1923 *und des Flachssamens in* 1934.	100	94	100	92
9 graangewassen . . . . . 9 *Getreidejahre.*	100	95	100	92

Ook uit deze cijfers, welke betrekking hebben op twintig oogsten, ziet men weer, dat de invloed van den aard der stikstofbemesting bij het stroo wat duidelijker aan den dag treedt dan bij den korrel.

Hetzelfde volgt uit de cijfers in tabel 14*a*, welke de verhouding aangeven tusschen korrel en stroo bij de op het proefveld verbouwde graangewassen.

B. Vergelijking der drie N-meststoffen bij toediening eener kalibemesting.

Uit het boven gegeven overzicht der waarnemingen, welke in de periode 1925—1934 gedurende den groei der gewassen gedaan werden, blijkt reeds duidelijk, dat men hier te doen heeft met een kalibehoeftigen grond; later zullen wij dit ook nog aan de opbrengstcijfers demonstreeren.

De vraag is nu, in hoeverre is de relatieve bemestingswaarde der in onderzoek zijnde N-verbindingen afhankelijk van het in dezen grond heerschende kaligebrek? Dit proefveld kan ook een antwoord op deze vraag geven, omdat dezelfde N-meststoffen sedert 1923 vergeleken werden bij een jaarlijksche toediening van een tamelijk ruime kalibemesting. De opbrengstcijfers der

TABEL 14*a*.

Invloed van de verschillende N-meststoffen (en van de kalibemesting) op de verhouding tusschen korrel en stroo bij de verbouwde graangewassen.

Jaar.	Gewas.	Verhouding korrel : stroo.		
		$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3; vanaf 1925 $Ca(NO_3)_2$
1911	Haver	0,734	0,715	0,739
1912	Wintergerst	0,751	0,803	0,780
1915	Zomertarwe	0,563	0,619	0,592
1918	Idem	0,808	0,823	0,795
1922	Rogge	0,823	0,828	0,823
1923	Kanariezaad	0,192	0,244	0,218
	Idem met kali	0,195	0,244	0,204
1925	Zomergerst	0,685	0,801	0,700
	Idem met kali	0,647	0,723	0,658
1926	Haver	0,637	0,709	0,690
	Idem met kali	0,676	0,727	0,678
1930	Kanariezaad	0,276	0,284	0,251
	Idem met kali	0,366	0,405	0,451
1932	Wintertarwe	0,417	0,445	0,429
	Idem met kali	0,385	0,398	0,380
Gemiddelde van alle cijfers met uitzondering van die voor 1923		0,598	0,637	0,613
1911—1932 (behalve 1923), *zonder kali*		0,633	0,670	0,644
1925, 1926, 1930 en 1932 *met kali*		0,519	0,563	0,542
Idem *zonder kali*		0,504	0,560	0,518

objecten met kali zijn verzameld in tabel 15. In deze tabel zijn de opbrengsten vermeld vanaf 1923, toen met de kaliaanwending werd begonnen; hierbij moet opgemerkt worden, dat in de beide eerste jaren nog geen calciumnitraat doch ammoniumnitraat gegeven werd.

Vergelijkt men nu de cijfers in tabel 15 (met kali) met die in tabel 12 (zonder kali) en, voor zoover het de jaren 1923 en 1924 betreft, met die in tabel 10, dan ziet men, dat in sommige jaren bij de objecten met kali de cijfers voor ammoniumsulfaat en voor calciumnitraat meer, in andere jaren minder van dat voor natriumnitraat (100) afwijken dan bij de objecten zonder kali. In de later jaren, vanaf 1929, waren de onderlinge verschillen in opbrengst met kali meestal belangrijk kleiner dan zonder kali; het blauwmaanzaad in 1931 mogen wij hier buiten beschouwing laten, omdat, zooals wij zagen, de groeiomstandigheden met kali abnormaal waren.

TABEL 15.

Werking der drie stikstofmeststoffen bij jaarlijksche toediening van kali.

Opbrengst $NaNO_3 = 100$.

Jaar.	Gewas.	$NaNO_3$ q/ha	$NaNO_3$ = 100	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$ [1]	$NaNO_3$ q/ha	$NaNO_3$ = 100	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$ [1]
		Korrel, resp. bieten en knollen.				Stroo, resp. loof.			
		Met kali.							
1923	Kanarie	11,9	100	112	101	61,0	100	89	96
1924	Gr. erwten . . .	39,4	100	97	100	30,4	100	94	94
1925	Zomergerst . . .	37,8	100	99	101	58,3	100	88	99
1926	Haver	37,0	100	90	97	54,8	100	83	96
1927	R. klaver 2e sn. .	—	—	—	—	324,9 [2]	100	98	98
1928	„ „ 1e „ .	—	—	—	—	54,3	100	99	101
	„ „ 2e „ .	—	—	—	—	37,6	100	95	100
	„ „ 3e „ .	—	—	—	—	27,1	100	89	90
	Totaal	—	—	—	—	119,0	100	96	98
1929	Aardappelen . . .	487,0	100	93	100	—	—	—	—
1930	Kanarie	23,6	100	105	114	64,5	100	95	92
1931	Blauwmaanzaad .	6,9	100	86	86	22,4	100	89	84
1932	Wintertarwe . . .	45,4	100	96	91	117,7	100	93	93
1933	Voederbieten . .	1293,0	100	90	95	195,0	100	99	105
1934	Vlas	2,2	100	100	108	66,4	100	92	93
Gemidd. (1923 en 1931 uitgeschakeld)			**100**	**96,3**	**100,8**		**100**	**93,1**	**96,4**
Gemidd. der 4 graangewassen			**100**	**97,5**	**100,8**		**100**	**89,8**	**95,0**

Zonder kali (zie tabel 10 en 12).

Gemidd. (1923 en vlaszaad 1934 uitgeschakeld) . .		**100**	**92,6**	**91,5**		**100**	**91,9**	**94,9**
Gemidd. voor 4 graangewassen		**100**	**96,3**	**96,0**		**100**	**87,8**	**94,5**

[1]) 1923 en 1924 N-bemesting als NH_4NO_3; daarna $Ca(NO_3)_2$.

[2]) Versch gewogen; in 1928 werd de klaver luchtdroog gewogen.

In tabel 16 hebben wij de gemiddelde cijfers voor de objecten met en zonder kali onder elkaar geplaatst.

TABEL 16.

Werking der drie N-meststoffen met en zonder kalibemesting.
Wirkung der drei N-Düngemittel mit und ohne Kalidüngung.

1923—1934.		Korrel enz. *Körner u.s.w.*			Stroo enz. *Stroh u.s.w.*		
		$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
Alle gewassen; kanarie 1923 en vlas*zaad* 1934 uitgeschakeld . . . . . *Alle Gewächse mit Ausschaltung von Kanariensaat* 1923 *und von Flachssamen* 1934.	Geen kali	100	93	92	100	92	95
1923 en 1931 uitgeschakeld . . . . . *Mit Ausschaltung von* 1923 *und* 1931.	Kali	100	96	101	100	93	96
4 graangewassen . . . . . *Nur Getreide* (4).	Geen kali	100	96	96	100	88	95
	Kali	100	98	101	100	90	95

Deze cijfers doen zien, dat vooral bij de korrel- (resp. bieten- en knollen-) opbrengsten de verschillen tusschen de drie N-meststoffen door de kalibemesting geringer worden en dat althans bij $Ca(NO_3)_2$ de invloed der kalibemesting duidelijk voor den dag komt. Bij de stroo-, resp. loofopbrengsten, hebben de verhoudingscijfers slechts een zeer geringe verandering in dezelfde richting ondergaan.

Uitgezonderd bij $Ca(NO_3)_2$ (korrel) is de verandering der cijfers onder invloed der K-bemesting gering en daarbij moet men bedenken, dat de proef nog slechts over een betrekkelijk klein aantal jaren loopt, en dat dus enkele oogsten, wellicht ook een bepaald gewas, een te grooten invloed op de gemiddelde opbrengsten zal kunnen uitoefenen. Men zie bijv. de cijfers voor aardappelknollen-1929, voederbieten-1933 en vlasstengel-1934 met en zonder kali. Aan de gemiddelde cijfers uit de voorafgaande tabel moet men dus voorloopig geen te groote waarde toekennen en men zal moeten afwachten, hoe verder het verloop der opbrengstcijfers zal zijn. Het is niet buitengesloten, dat de groote verschillen, welke in laatste jaren bij de objecten zonder kali in de opbrengsten, eenerzijds met natriumnitraat, anderzijds met de beide andere N-verbindingen, optraden, toch met de toenemende kalibehoefte van den grond samenhangen.

Het behoeft nauwelijks gezegd te worden, dat men in geen geval aan de hier gevonden verhoudingsgetallen voor de bemestingswaarde der onderzochte N-meststoffen een algemeene geldigheid mag toekennen: de gevonden cijfers hebben uitsluitend betrekking op den grond van het proefveld en hoogstens op daarmee overeenstemmende zavelgronden van hetzelfde type elders, d.w.z. op dezelfde wijze gevormde zavelgronden (zeeafzetting) met ruim 70 % zand, die, tengevolge van de aanwezigheid van nog voldoende koolzure kalk, niet slempig zijn.

In hoeverre hierbij nog genoemd moet worden de kalibehoeftigheid van den grond, is niet zeker, nu op ons proefveld verhooging van den kalivoorraad in den grond blijkbaar slechts geringen invloed heeft op de verhoudingsgetallen voor de drie N-meststoffen.

Dat de kalkvoorraad in den grond en het daarmee samenhangende al of niet slempig zijn van den zavelgrond, voor de verhouding tusschen de bemestingswaarde van natriumnitraat en van calciumnitraat van groot belang is, wordt waarschijnlijk als men de resultaten, vergelijkt van het hier besproken proefveld met die, welke wij verkregen op proefveld Pr 43 bij den Heer JOH. P. BOS te Wehe, gelegen op zavelgrond in dezelfde omgeving, waaruit de zavelgrond afkomstig is, waarmede het proefveld bij het Proefstation werd aangelegd. Beide gronden worden gekarakteriseerd door de volgende cijfers.

	Zand $> 20\,\mu$ %	Klei $< 20\,\mu$ %	Humus %	$CaCO_3$ %	CaO geb. aan klei-humus %	V %	pH
Proefstation Pr. 1; monsters 1933	72	24	1,4	2,8	0,87	100	7,7
Bos-Wehe Pr. 43; monsters 1932	73	25	1,8	0,01	0,36	82	6,4

Bij Pr. 1 is dus tengevolge van den ruimen voorraad $CaCO_3$ de klei-humus verzadigd met Ca, bij Pr. 43 daarentegen is alle koolzure kalk op een spoor na uitgespoeld en bovendien de klei-humus door kalkonttrekking niet meer verzadigd: de verzadigingstoestand V is nog slechts 82 %. Hierdoor is het te verklaren, dat Pr. 1 nog geen neiging tot verslempen, Pr. 43 deze neiging in vrij sterke mate vertoont. Slechts éénmaal, nl. in begin Mei 1933, werd op Pr. 1 op de $NaNO_3$-veldjes duidelijk verslemping waargenomen. De omstandigheden waren toen echter voor de vernietiging der kruimels en kluitjes aan de oppervlakte bijzonder gunstig: 1ste had men te maken met kaal land (bieten), 2de was de bemesting met $NaNO_3$ tamelijk zwaar (600 kg

p. ha) en 3de vielen er gedurende een paar dagen zware plasregens. Maar met uitzondering van dit geval was er vanaf den aanleg van dit proefveld in 1911 geen opvallend verschil in structuur tusschen de veldjes met de verschillende N-meststoffen te zien geweest.

Wel teekenden telken jare weer na de toediening der N-meststoffen bij opdrogen van den grond de zwavelzure ammoniak-veldjes zich door een iets lichtere kleur af, gevolg van de vorming eener witte efflorescentie van gips aan de oppervlakte. [1])

Geheel anders is de toestand op Pr. 43 te Wehe. Van het eerste jaar af is er, naar gelang van de weersomstandigheden, nu eens een duidelijk, dan weer eens een minder duidelijk structuurverschil te zien geweest tusschen de natrium- en de calciumnitraat-veldjes.

Op dit proefveld nu bleek, dat in tegenstelling met Pr. 1, van 1924 tot 1934 $Ca(NO_3)_2$ steeds een *hoogere* opbrengst gaf dan $NaNO_3$, met uitzondering alleen van het vlas in 1930, toen de opbrengst met $NaNO_3$ 100 was tegen 95 met $Ca(NO_3)_2$ [2])

Gemiddeld was de opbrengstverhouding bij den korrel enz. als 100 : 106,4 en bij het stroo, resp. loof, als 100 : 106,8.

Op dezen, tengevolge van kalkgebrek, slempigen zavelgrond, doet de structuurverbeterende werking van kalksalpeter tegenover de ongunstige werking op de structuur van natronsalpeter de balans ten gunste der eerstgenoemde meststof doorslaan.

IV.

DE RESULTATEN DER KALIBEMESTING IN DE JAREN 1923—1934.

Tabel 17 en 18 geven een overzicht van de werking der kalibemesting in de achtereenvolgende jaren. In tabel 17 zijn de opbrengsten met kali vermeld, wanneer men de gemiddelde opbrengsten zonder kali bij de drie N-meststoffen = 100 stelt. [3])

---

[1]) Er heeft dus omzetting plaats tusschen $(NH_4)_2SO_4$ en het $CaCO_3$ in den grond en uitwisseling van Ca uit de klei en humus tegen NH_4 onder vorming van gips en ammoniumcarbonaat. De vorming van deze laatste verbinding hebben wij bij herhaling kunnen aantoonen door de blauwkleuring van een rood lakmoespapiertje in een omgekeerd op den grond geplaatst bekerglas. Er heeft dus inderdaad N-verlies in den vorm van ammoniak plaats. Hoe groot dit verlies is en in hoeverre het aansprakelijk is te stellen voor de geringere opbrengsten bij de bemesting met $(NH_4)_2SO_4$ is moeilijk uit te maken.

[2]) Of men in dit jaar te maken had met een gevolg van het uitblijven van verslemping ten gevolge van gunstige weersomstandigheden, of met een eigenschap van vlas, blijft een vraag. We kunnen er slechts op wijzen, dat op Pr. 1 bij het vlas in 1934 $NaNO_3$ een grooten voorsprong had op $Ca(NO_3)_2$.

[3]) Voor de grootte der kaligiften zij verwezen naar het overzicht der verbouwde gewassen en der toegepaste bemestingen aan het begin dezer verhandeling (blz. 546).

TABEL 17.

Opbrengst met kali, indien de opbrengst zonder kali = 100 gesteld wordt.

Jaar.	Gewas.	Korrel, bieten, knollen.			Stroo of loof.		
		$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
1923	Kanarie	110	92	94	108	92	100
1924	Gr. erwten	119	124	132	101	103	103
1925	Zomergerst	98	95	101	104	106	108
1926	Haver	113	100	101	106	97	103
1927	Roode klaver 2e snede	—	—	—	144	154	154
1928	„ „ totaal	—	—	—	118	115	119
1929	Aardappelen	177	194	219	—	—	—
1930	Kanarie	173	219	255	130	153	142
1931	Blauwmaanzaad	102	87	91	96	78	78
1932	Wintertarwe	110	107	99	119	120	112
1933	Voederbieten	105	124	125	101	106	105
1934	Vlas	86	120	144	111	121	120
Met uitschakeling van 1923, 1931 en vlas*zaad* 1934		**127,8**	**137,5**	**147,4**	**114,9**	**119,4**	**118,3**

Zooals vroeger bij de bespreking der afzonderlijke proefjaren reeds werd opgemerkt, verdienen de opbrengstcijfers voor het kanariezaad in 1923 niet het volle vertrouwen, omdat de zaadopbrengsten der parallelveldjes bij enkele objecten zeer ver uiteenliepen, hetgeen vermoedelijk moet toegeschreven worden aan het ongelijk legeren van het gewas door zware regenbuien aan het einde der maand Juli. De natronsalpeterveldjes legerden het meest, terwijl die met zwavelzuren ammoniak overeind bleven.

Eveneens kan het blauwmaandzaad — 1931 beter buiten beschouwing gelaten worden, omdat, zooals vroeger reeds werd medegedeeld, de ontwikkeling der planten met kali, tengevolge van te laat dunnen, abnormaal was. Uit de opbrengstcijfers zou tot een ongunstige werking der kali besloten moeten worden, hetgeen echter in strijd zou zijn met de waarnemingen tijdens den groei en met de ervaringen omtrent de werking van kali elders bij blauwmaanzaad opgedaan.

Indien wij deze beide proefjaren uitschakelen, dan is daarmede niet gezegd, dat in de overige proefjaren de resultaten niet door bijzondere omstandigheden werden beïnvloed; ongetwijfeld ondergingen de opbrengsten ook in

TABEL 18.

Overzicht der opbrengsten in de tweede periode van het proefveld (met K-bemesting).

Opbrengst $NaNO_3$ zonder kali = 100.
q.p. ha = quintalen (100 kg) per ha.

Jaar	Gewas	Korrel, resp. bieten en knollen							Stroo, resp. loof						
		Zonder kali				Met kali			Zonder kali				Met kali		
		$NaNO_3$ q.p. ha	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$ [1]	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$ [1]	$NaNO_3$ q.p. ha	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$ [1]	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$ [1]
1923	Kanarie	10,8	100	133	118	110	123	111	56,2	100	105	104	108	97	105
1924	Gr. erwten	33,0	100	93	91	119	115	119	30,1	100	92	93	101	95	96
1925	Zomergerst	38,5	100	102	98	98	97	99	56,2	100	87	96	104	92	103
1926	Haver	32,9	100	101	108	112	101	109	51,6	100	91	99	106	88	102
1927	Roode klaver 2de snede	—	—	—	—	—	—	—	226,4 [2]	100	91	91	143	140	140
1928	„ „ 1ste „	—	—	—	—	—	—	—	42,2	100	102	96	128	127	130
	„ „ 2de „	—	—	—	—	—	—	—	33,2	100	94	91	113	108	114
	„ „ 3de „	—	—	—	—	—	—	—	25,6	100	98	107	106	94	99
	Totaal	—	—	—	—	—	—	—	101,1	100	98	97	118	113	116
1929	Aardappelen	274,9	100	85	80	177	164	176	—	—	—	—	—	—	—
1930	Kanarie	13,7	100	83	77	173	181	197	49,5	100	81	85	130	123	120
1931	Blauwmaanzaad	6,7	100	101	97	102	88	88	23,4	100	109	102	96	85	80
1932	Wintertarwe	41,3	100	99	101	110	105	100	99,0	100	92	98	119	110	110
1933	Voederbieten	1227,0	100	77	80	105	95	100	193,0	100	94	102	101	99	106
1934	Vlas	2,6	100	72	65	86	86	93	59,6	100	84	86	111	102	104
Gemiddeld; bij „zonder kali" 1923 en vlas*zaad*-1934, bij „met kali" 1923 en 1931 uitgeschakeld		—	100	92,6	91,5	122,5	118,0	110,3	—	100	91,9	94,9	114,8	106,9	110,8
Gemiddeld voor 4 graangewassen		—	100	96,3	96,0	123,3	121,0	126,3	—	100	87,8	94,5	114,8	103,3	108,8

[1]) In 1923 en 1924 N-bemesting als NH_4NO_3; daarna $Ca(NO_3)_2$.

[2]) Versch gewogen; in 1928 werd de klaver luchtdroog gewogen.

die jaren meer of minder den invloed van weers- en andere omstandigheden, maar deze traden niet aanwijsbaar aan den dag. Misschien was dit nog wel het geval bij de zomergerst — 1925, die door roest geplaagd werd. Mogelijk waren er nog andere oorzaken, die maakten, dat het gewas zich niet forsch ontwikkelde en dat per slot van rekening de kalibemesting de korrelopbrengst eerder ongunstig dan gunstig beïnvloedde; de stroo-opbrengsten ondergingen door de kalibemesting eenige verhooging.

We mogen dus op grond van deze cijfers aan de verschillen in kaliwerking tusschen de gewassen onderling geen al te groote waarde hechten, hoewel misschien toch wel een paar maal de bijzondere verhouding van een gewas tot kali aan den dag treedt; wij wijzen hier op de sterke kaliwerking bij de roode klaver (1ste jaar), aardappelen en kanariezaad.

In de vier eerste jaren der kalibemesting was er van een kaliwerking gedurende den groei nog niet veel te bespeuren en de opbrengsten aan stroo in deze jaren zijn daarmede in overeenstemming.

Bij de *erwten — 1924* ziet men echter, dat de kalibemesting de zaadopbrengst aanmerkelijk heeft verhoogd. Beoordeeling der kaliwerking naar de ontwikkeling van het gewas is dus niet altijd betrouwbaar; ook bij boonen is meermalen geconstateerd, dat een kalibemesting de boonenopbrengst aanmerkelijk verhoogde, hoewel de ontwikkeling van het gewas dit niet deed verwachten.

In 1927 werd voor het eerst tijdens den groei een zeer sprekende kaliwerking waargenomen en wel bij klaver en sedert was dit alle jaren het geval. Men krijgt den indruk, alsof het kaligebrek zich vrij plotseling is gaan openbaren. Deze indruk wordt gesteund door de waarnemingen op de oude zavelgronden in Groningen; gevallen van kaligebrek nemen daar hand over hand toe en het kaligebrek demonstreert zich op deze grondsoort zonder twijfel veelvuldiger en duidelijker dan een tiental jaren geleden.

Bij de *aardappelen — 1929* heeft de kalibemesting een buitengewoon groote vermeerdering der knolopbrengst gegeven; de loofopbrengst werd niet bepaald, daar dit weinig zin had; aangezien het loof bij het rooien reeds grootendeels was afgestorven en bovendien het loof zonder kali reeds veel eerder afgestorven was dan dat met kali (zie blz. 570).

Verder blijkt uit de cijfers voor 1929, dat de opbrengstvermeerdering door de kalibemesting grooter is bij aanwending van ammoniumsulfaat of calciumnitraat dan bij de aanwending van natriumnitraat als N-bemesting. Hetzelfde neemt men waar in 1924 bij erwten (zaad), in 1930 bij kanarie (zaad en stroo), in 1933 bij voederbieten en in 1934 bij vlas. In al deze gevallen

waren zonder kalibemesting de opbrengsten met $NaNO_3$ belangrijk hooger dan met de beide andere N-meststoffen. Bij kanarie, voederbieten en vlas kan men hierbij denken aan de mogelijkheid, dat het Na uit het natriumnitraat in staat is geweest ten deele in het tekort aan kali, of aan basen in 't algemeen, te voorzien, maar bij erwten en aardappelen moet een andere oorzaak voor het genoemde verschijnsel bestaan, omdat er bij deze gewassen geen verband tusschen K- en Na-opname bestaat en zij een eventueel basentekort niet door meeropname van Na kunnen dekken. [1])

Het is echter niet buitengesloten, dat het Na uit het natriumnitraat nog op andere wijze den groei bevordert en zonder dat hiermede een merkbaar meerdere opname van Na door de plant gepaard gaat, hetzij dat dit een physiologische werking van Na is, die zich onmiddellijk op de plant doet gelden, hetzij dat het Na in eerste instantie een verandering in den grond teweegbrengt, die den plantengroei gunstig beïnvloedt, waardoor de planten in staat gesteld worden, zich bij een geringeren kalivoorraad in den grond nog goed te ontwikkelen.

Speelt bij de gunstigere werking van natronsalpeter beslist het Na op zichzelf een rol, dan moet ook een nawerking van een voortgezette bemesting met natronsalpeter verwacht worden. Een aanwijzing voor het bestaan van een dergelijke nawerking als gevolg van ophooping van Na in den grond of van een verandering in den grond, teweeggebracht door de voortgezette bemesting met $NaNO_3$, is o. i. gelegen in de veel hoogere opbrengst (1ste snede) in 1935 van de in het voorafgaande jaar onder vlas gezaaide roode klaver op de $NaNO_3$-veldjes zonder kali; ten opzichte van de veldjes met $(NH_4)_2SO_4$ was de meer-opbrengst 12 %, t.o.v. die met $Ca(NO_3)_2$ 37 %. Aan een directen invloed van de in het voorgaande jaar gegeven $NaNO_3$-bemesting, kan moeilijk gedacht worden.

In dit verband zouden wij eraan willen herinneren, dat wij bij vroegere onderzoekingen, waarbij naast elkaar $NaNO_3$, KNO_3 en $(NH_4)_2SO_4$ op vijf verschillende grondsoorten werden aangewend, aanwijzingen kregen, dat de oogstvermeerderende werking van KNO_3 eerder achtergesteld moest worden bij die van $NaNO_3$ dan omgekeerd, hetgeen geheel tegen de verwachting inging. [2])

Hetzelfde leert dit proefveld ten aanzien van een ander nitraat, nl. calciumnitraat. De vraag rijst dus of wellicht NO_3 gebonden aan Na beter in staat is om in de N-behoefte der planten te voorzien dan gebonden aan K of Ca.

---

[1]) Zie ook: J. G. MASCHHAUPT: In hoeverre kunnen K, Na, Ca en Mg elkander in de plant vervangen? *Versl. v. landb.k onderz.*, n°. 40 A, 1934.

[2]) J. G. MASCHHAUPT: De invloed van grondsoort en bemesting op het gehalte onzer cultuurgewassen aan stikstof en aschbestanddeelen. *Versl. v. landb.k. onderz. der Rijkslandbouwproefstations*, n°. XXII, 1918, blz. 45.

Hieruit behoeft geenszins te volgen, dat onder alle omstandigheden $NaNO_3$ als N-meststof preferent zou moeten zijn. Behalve dat de gewassen niet alle op dezelfde wijze op de verschillende nitraten (en ammoniumzouten) behoeven te reageeren, zoo staat het wel vast, dat de drie genoemde nitraten verschillend op den bodem inwerken, hetgeen voor den plantengroei van belang kan zijn.

Zoo deelden wij op blz. 580 een geval mede, waaruit wij de conclusie trokken, dat op slempige zavel- (klei-)gronden calciumnitraat een voorsprong kan krijgen op natriumnitraat. Op de zand- en veengronden is de invloed van Na- en van Ca-nitraat op de reactie zeer verschillend, hetgeen ook van beteekenis is voor den plantengroei.

De invloed der kalibemesting op de *kanarie* in *1930* was bijzonder frappant, hetgeen ook zichtbaar is in tabel 17, zoowel bij de cijfers voor de korrel- als bij die voor de stroo-opbrengst. Hierbij zij gememoreerd, dat wij bij onze oriënteerende onderzoekingen omtrent de kalibehoefte van de Groninger zavelgronden reeds in 1925 getroffen werden door een bijzonder sterke werking eener kalibemesting op kanarie bij een onzer bedrijfsproeven te Oosterburen (gem. Middelstum). Later werd meermalen de groote gevoeligheid van kanarie voor een kali-tekort geconstateerd, hetgeen sommigen aanleiding gaf om kanarie den naam van „kalimeter" te geven. [1])

Opgemerkt zij nog, dat in tegenstelling met 1930 in 1923, d.i. het eerste jaar, dat kali werd gegeven, noch tijdens den groei, noch in de opbrengstcijfers een gunstige werking der kali tot uiting kwam.

Bij het *blauwmaanzaad — 1931* zouden de cijfers op een ongunstige werking der kalibemesting wijzen. In het overzicht der proefjaren (blz. 571) gaven wij een verklaring voor deze afwijking: de veldjes met kali werden veel te laat gedund. Gedurende den groei bleek echter duidelijk, dat de kalibemesting een zeer gunstigen invloed op de ontwikkeling van het gewas had.

Bij de *wintertarwe — 1932* is de invloed der kalibemesting op de korrelopbrengst minder groot; op de veldjes met kalksalpeter heeft zij zelfs geen opbrengstverhooging gegeven.

De invloed der kali op de opbrengst aan stroo is belangrijk; het stroo met kali was ongeveer 12 cm langer. Zie verder de aanteekeningen tijdens den groei op blz. 572.

De kalibemesting heeft de *voederbieten*-opbrengst in 1933 aanmerkelijk verhoogd, althans op de veldjes met ammoniumsulfaat en calciumnitraat;

[1]) Zie bijv. TER HAAR: Het kanariezaad als kalimeter. *De Veldbode* van 12 Juli 1930.

bij bemesting met natriumnitraat is de opbrengstvermeerdering door kali nog maar gering geweest.

De opbrengstcijfers voor het loof geven geen juist beeld van den invloed der kali op de loofontwikkeling, tengevolge van de op blz. 573 genoemde oorzaak.

De cijfers voor het *zaad* van het *vlas — 1934* zijn met een zekere reserve te beschouwen, daar bij het trekken het zaad nog niet geheel rijp was (zie blz. 573). Wel staat vast, dat de invloed der kali op de zaad-opbrengst groot was. Mogelijk ware de invloed der kalibemesting op de stengel-opbrengst nog wat grooter geweest, indien de stand wat minder dicht geweest ware.

Indien men op dit proefveld, vooral in de latere jaren, een zeer groote kalibehoefte waarneemt, dan moet men wel bedenken, dat de grond sedert den aanleg van het proefveld in 1904 nimmer eenige stalmest ontving.

Naar wij vermoeden moet ook het verminderde gebruik van stalmest door inkrimping der veehouderij als een der oorzaken beschouwd worden van het meer en meer aan den dag treden van kaligebrek op de Groninger zavelgronden. Daarnaast kan als oorzaak genoemd worden: de verbouw van zwaardere en kaliroovende gewassen. En gezien de resultaten op ons proefveld verkregen, rijst de vraag, of het in de latere jaren meer en meer

TABEL 19.

Samenstelling der op het proefveld verbouwd
Zusammensetzung der auf dem Versuchsfelde angebaute

Korrel, resp. bieten en knollen — *Körner, bzw. Rüben und Knollen.*

N-bemesting. *N-Düngung.*	N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
									Suikerbieten-1914 —
$NaNO_3$	1,04	0,41	0,18	0,05	0,06	1,07	0,20	0,32	0,30
$(NH_4)_2SO_4$	0,91	0,42	0,16	0,04	0,05	1,13	0,12	0,35	0,28
NH_4NO_3.	0,94	0,40	0,16	0,04	0,06	1,13	0,12	0,34	0,28
									Voederbieten (Oberndorfer rond
$NaNO_3$	1,07	0,44	0,35	0,26	0,26	2,17	1,16	0,38	0,23
$(NH_4)_2SO_4$	1,04	0,46	0,27	0,30	0,16	2,52	0,78	0,44	0,25
NH_4NO_3.	1,15	0,47	0,27	0,27	0,16	2,52	0,74	0,44	0,25
									Voederbieten (Barres Strynö VII)-1933 zonder kali —
$NaNO_3$	1,26	0,59	—	—	—	2,07	2,26	0,33	0,18
$(NH_4)_2SO_4$	0,98	0,55	—	—	—	2,51	0,81	0,43	0,22
$Ca(NO_3)_2$	1,12	0,55	—	—	—	2,56	0,91	0,40	0,21
									Idem met kali-bemesting —
$NaNO_3$	1,06	0,60	—	—	—	2,86	1,45	0,32	0,25
$(NH_4)_2SO_4$	0,85	0,51	—	—	—	2,90	0,71	0,37	0,22
$Ca(NO_3)_2$	1,22	0,57	—	—	—	3,48?	0,84	0,39	0,24

op den achtergrond treden van het chilisalpeter als stikstofmeststof niet mede oorzaak kan zijn van het toenemend kaligebrek op de zavelgronden; de voorraad natrium, welke in den loop der jaren met de chilisalpeterbemesting in den grond werd gebracht en mede kon helpen te voorzien in de basenbehoefte der planten, zal langzamerhand uitgeput raken. [1])

V.

DE SCHEIKUNDIGE SAMENSTELLING DER OP HET PROEFVELD VERBOUWDE GEWASSEN.

Met uitzondering van een enkel jaar werden steeds monsters, afkomstig van de gewassen der verschillende objecten, min of meer volledig onderzocht. De analyseresultaten zijn verzameld in tabel 19; zij geven aanleiding tot de volgende beschouwingen.

---

[1]) Dat inderdaad voortgezette bemesting met $NaNO_3$ het natriumgehalte van den grond doet stijgen, bewijzen de Na_2O-cijfers (0,1 n HCl) der in 1933 op het proefveld genomen grondmonsters. Gevonden werd:

$NaNO_3$	— zonder kalibemesting	0,017 %	Na_2O,
$NaNO_3$	— met „	0,018 %	Na_2O,
$(NH_4)_2SO_4$	— zonder „	0,010 %	Na_2O,
$(NH_4)_2SO_4$	— met „	0,009 %	Na_2O.

:wassen in procenten van de zandvrije droge stof.
ewächse in Prozenten der sandfreien Trockensubstanz.

Stroo of loof — *Stroh bzw. Kraut.*

N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
Zuckerrüben.								
2,16	0,63	1,17	1,11	0,23	3,97	3,44	1,89	0,66
2,01	0,64	1,12	1,20	0,35	4,82	2,38	2,14	0,69
2,14	0,65	1,02	1,28	0,22	4,86	2,68	1,97	0,71
;ele) 1917 — *Futterrüben.*								
2,40	0,52	1,45	1,09	0,49	1,62	3,71	2,66	0,78
2,21	0,48	1,27	1,17	0,41	2,21	2,70	3,11	0,87
2,24	0,51	1,26	1,10	0,45	1,84	2,49	3,10	0,90
Futterrüben ohne Kalidüngung.								
2,69	0.67	—	—	—	1,79	5,40	3,32	1,18
2,63	0,65	—	—	—	2,45	2,91	4,40	1,39
2,79	0,69	—	—	—	2,11	2,59	4,64	1,03
'dem mit Kalidüngung.								
2,49	0,58	—	—	—	2,28	4,47	3,05	0,99
2,47	0,62	—	—	—	3,40	2,95	3,47	0,98
2,50	0,61	—	—	—	2,85	2,83	4,00	1,11

Korrel, resp. bieten en knollen — *Körner, bzw. Rüben und Knollen.*

N-bemesting. *N-Düngung.*	N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
Aardappelen (Ceres)-1919 -									
$NaNO_3$	1,35	0,65	0,38	0,12	0,04	1,81	0,02	0,09	0,14
$(NH_4)_2SO_4$	1,26	0,65	0,36	0,13	0,03	1,77	0,05	0,08	0,15
NH_4NO_3.	1,33	0,64	0,37	0,13	0,04	1,78	0,02	0,09	0,16
Aardappelen (Alpha's B)-1929 zonder kali -									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	1,43	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	1,69	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	1,63	—	—	—
Idem met kali-bemesting -									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	1,90	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	2,06	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	1,84	—	—	—
Roode klaver (2de jaar) - 1916. Mengmonsters der 3 N-meststoffen; geen kali-bemesting -									
								1ste snede	
								2de „	
								3de „	
Roode klaver (1ste jaar, 2de snede) 1927; zonder kali -									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Idem met kalibemesting -									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Idem 1928, 2de jaar, 1ste snede; zonder kali -									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Idem met kalibemesting -									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Roode klaver 1934, 1ste jaar na vla									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Idem met kalibemesting -									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Stroo of loof — *Stroh bzw. Kraut.*

N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
ırtoffeln.								
1,53	0,45	1,08	0,74	0,64	0,54	0,30	4,15	1,58
1,78	0,56	1,18	0,97	0,52	0,72	0,28	4,14	1,70
1,62	0,48	1,05	0,61	0,65	0,52	0,41	4,32	1,45
ırtoffeln ohne Kalidüngung.								
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
em mit Kalidüngung.								
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
ɔtklee (2tes Jahr) 1916. Mischprobe der 3 N-Düngungen; ohne Kalidüngung.								
3,21	0,85	0,44	0,54	0,51	1,34	0,59	2,96	0,68
2,75	0,67	0,45	0,37	0,26	1,35	0,57	3,30	0,62
2,76	0,60	0,49	0,51	0,58	1,32	0,53	2,62	0,66
ɔtklee (1es Jahr, 2ter Schnitt) 1927; ohne Kalidüngung.								
3,07	0,76	—	—	—	1,65	0,55	3,04	0,76
3,05	0,74	—	—	—	1,67	0,40	3,08	0,74
3,05	0,74	—	—	—	1,51	0,40	3,15	0,79
'em mit Kalidüngung.								
2,65	0,60	—	—	—	2,84	0,20	2,38	0,56
2,47	0,61	—	—	—	2,92	0,12	2,34	0,57
2,60	0,60	—	—	—	2,63	0,12	2,42	0,55
'em 1928, 2tes Jahr, 1er Schnitt; ohne Kalidüngung.								
3,16	0,46	—	—	—	1,00	0,46	4,45	0,88
3,25	0,46	—	—	—	1,09	0,39	4,39	1,05
3,16	0,46	—	—	—	0,96	0,36	4,43	0,87
'em mit Kalidüngung.								
2,95	0,41	—	—	—	1,39	0,24	3,96	0,78
2,91	0,43	—	—	—	1,54	0,20	3,89	0,75
2,94	0,40	—	—	—	1,42	0,19	3,96	0,76
nder kali — *Rotklee ohne Kalidüngung.*								
4,22	0,85	—	—	0,26	1,03	0,85	3,24	0,32
4,29	0,91	—	—	0,49	1,05	0,66	3,62	0,40
4,09	0,93	—	—	0,57	1,08	0,63	3,61	0,37
'em mit Kalidüngung.								
3,37	0,68	—	—	0,15	2,22	0,21	3,02	0,39
3,42	0,68	—	—	0,13	2,28	0,22	2,89	0,27
3,12	0,68	—	—	0,09	2,33	0,36	2,70	0,26

Korrel resp. bieten en knollen — *Körner, bzw. Rüben und Knollen.*

N-bemesting. *N-Düngung.*	N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
Groene erwten 1924, zonder kali									
$NaNO_3$	4,31	1,13	0,60	0,05	0,03	1,20	0,10	0,13	0,23
$(NH_4)_2SO_4$	4,42	1,12	0,61	0,05	0,05	1,19	0,09	0,14	0,24
NH_4NO_3.	4,34	1,09	0,60	0,07	0,04	1,14	0,10	0,14	0,23
Idem met kalibemesting									
$NaNO_3$	3,99	1,05	0,63	0,06	0,06	1,32	0,07	0,14	0,24
$(NH_4)_2SO_4$	3,93	1,07	0,62	0,04	0,07	1,38	0,11	0,14	0,25
NH_4NO_3.	4,00	1,06	0,62	0,02	0,07	1,29	0,07	0,13	0,26
Blauw maandzaad 1921									
$NaNO_3$	3,71	2,09	0,85	0,00	1,07	1,20	0,13	2,40	0,73
$(NH_4)_2SO_4$	3,56	2,10	0,71	0,00	0,89	1,04	0,26	2,44	0,72
NH_4NO_3.	3,75	2,04	0,76	0,00	0,91	1,15	0,10	2,28	0,71
Blauw maanzaad 1931, zonc									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	1,00	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	1,19	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	1,12	—	—	—
Idem met kalibemesting									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	0,98	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	1,17	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	1,11	—	—	—
Zomertarwe (Japhet) 1918									
$NaNO_3$	2,27	1,10	0,38	0,05	0,07	0,58	0,04	0,08	0,31
$(NH_4)_2SO_4$	2,24	1,08	0,37	0,04	0,04	0,56	0,05	0,08	0,29
NH_4NO_3.	2,20	1,09	0,35	0,02	0,06	0,53	0,03	0,08	0,29
Wintertarwe (Robusta) 1932, zonder kali									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	0,67	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	0,64	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	0,67	—	—	—
Idem met kalibemesting									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	0,63	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	0,67	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	0,65	—	—	—
Rogge (orig. Petkuser) 1922, geen kali									
$NaNO_3$	1,62	0,87	0,28	0,05	0,03	0,73	0,05	0,06	0,24
$(NH_4)_2SO_4$	1,51	0,87	0,26	0,05	0,03	0,74	0,09	0,06	0,22
NH_4NO_3.	1,56	0,88	0,26	0,05	0,02	0,76	0,05	0,05	0,24
Zomergerst (Franken, 1ste nabouw) 19									
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	1,02	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	0,95	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	0,99	—	—	—

Stroo of loof — *Stroh bzw. Kraut.*

N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
Grüne Erbsen ohne Kalidüngung.								
1,84	0,34	1,42	0,76	0,39	0,43	0,52	4,25	0,66
1,83	0,36	1,48	0,75	0,30	0,41	0,43	4,33	0,72
1,76	0,35	1,34	0,68	0,36	0,32	0,31	4,18	0,68
Idem mit Kalidüngung.								
1,51	0,26	1,18	0,62	0,55	0,73	0,37	3,43	0,52
1,47	0,36	1,26	0,71	0,60	0,88	0,30	3,65	0,50
1,54	0,27	1,21	0,71	0,55	0,84	0,31	3,67	0,58
Mohn.								
1,06	0,18	1,12	0,37	1,45	2,36	0,36	3,00	0,29
0,96	0,18	1,33	0,40	0,95	2,46	0,24	3,68	0,33
1,24	0,19	1,48	0,41	1,40	2,22	0,23	4,08	0,69
Kali — *Mohn ohne Kalidüngung.*								
1,84	0,92	—	—	—	1,81	0,33	3,11	0,46
2,13	1,26	—	—	—	1,96	0,21	3,94	0,46
1,72	1,01	—	—	—	2,16	0,18	3,42	0,43
Idem mit Kalidüngung.								
1,73	0,79	—	—	—	2,31	0,39	3,31	0,40
1,51	0,75	—	—	—	2,30	0,19	3,01	0,39
1,50	0,80	—	—	—	2,61	0,16	3,53	0,37
Sommerweizen.								
0,59	0,22	0,54	0,27	7,97	1,03	0,10	0,31	0,19
0,53	0,24	0,45	0,27	7,63	1,00	0,14	0,34	0,15
0,52	0,23	0,40	0,25	8,00	0,93	0,06	0,33	0,10
Winterweizen ohne Kalidüngung.								
0,35	0,16	—	—	—	0,75	0,21	0,43	0,10
0,31	0,16	—	—	—	0,74	0,11	0,44	0,13
0,41	0,18	—	—	—	0,75	0,14	0,43	0,16
Idem mit Kalidüngung.								
0,36	0,20	—	—	—	1,29	0,13	0,33	0,11
0,32	0,23	—	—	—	1,16	0,11	0,30	0,12
0,32	0,19	—	—	—	1,23	0,10	0,36	0,13
Roggen ohne Kalidüngung.								
0,41	0,16	0,34	0,50	3,54	1,35	0,03	0,35	0,12
0,35	0,16	0,36	0,44	3,86	1,29	0,05	0,33	0,10
0,41	0,18	0,33	0,45	3,74	1,16	0,07	0,30	0,12
Sommergerste ohne Kalidüngung.								
0,52	0,17	—	—	—	1,43	0,78	0,46	0,15
0,57	0,17	—	—	—	1,60	0,39	0,53	0,17
0,55	0,16	—	—	—	1,56	0,46	0,54	0,18

Korrel, resp. bieten en knollen — *Körner, bzw. Rüben und Knollen.*

N-bemesting. *N-Düngung.*	N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
							Idem met kalibemesting -		
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	1,06	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	1,06	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	1,07	—	—	—
							Kanariezaad 1923, zonder kali -		
$NaNO_3$	2,08	1,08	0,35	0,11	3,29	0,70	0,06	0,07	0,32
$(NH_4)_2SO_4$	2,00	1,04	0,37	0,11	4,16	0,68	0,06	0,08	0,29
NH_4NO_3	2,00	1,07	0,34	0,11	3,37	0,66	0,07	0,08	0,31
							Idem met kalibemesting -		
$NaNO_3$	2,13	1,11	0,42	0,10	3,38	0,70	0,06	0,07	0,31
$(NH_4)_2SO_4$	1,97	1.05	0,37	0,11	3,64	0,67	0,06	0,08	0,28
NH_4NO_3	2,11	1,09	0,43	0,12	3,46	0,71	0,08	0,09	0,34
							Kanariezaad 1930, zonder kali -		
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	0,58	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	0,61	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	0,61	—	—	—
							Idem met kalibemesting -		
$NaNO_3$	—	—	—	—	—	0,60	—	—	—
$(NH_4)_2SO_4$	—	—	—	—	—	0,60	—	—	—
$Ca(NO_3)_2$	—	—	—	—	—	0,59	—	—	—

A. Invloed van den aard der N-meststof op de samenstelling van het gewas.

Suiker- en voederbieten. De invloed van de soort der stikstofbemesting op de samenstelling van de *bieten* komt misschien aan den dag door een iets hooger N-gehalte bij bemesting met nitraten. Bemesting met $NaNO_3$ geeft echter, althans bij de voederbieten, een zeer duidelijke stijging van het Na-gehalte, hetgeen dan gepaard gaat met een daling van het K-gehalte en ook eeniger mate van het Ca-gehalte. Stijging en daling zijn echter in 1933 niet aequivalent, zoodat in dat jaar de $NaNO_3$-bieten basenrijker zijn; in 1917 is de som der basenaequivalenten voor de drie N-meststoffen echter vrijwel gelijk.

Bij het *loof* geldt t.o. van N hetzelfde als bij de bieten. De stijging van het Na-gehalte bij bemesting met $NaNO_3$ en de daling van het gehalte aan de andere basen, is bij het loof echter veel sprekender. Rekent men de procentcijfers om op milli-aequivalenten (mE) per 100 g droge stof, dan blijkt, dat een onderlinge vervanging der vier basen in ongeveer aequivalente verhoudingen plaats vond, zooals tabel 20 doet zien.

Wij zullen hier niet nader ingaan op het vraagstuk van de onderlinge vervanging der basen in de plant, omdat wij hieraan onlangs een afzonderlijke

Stroo of loof — *Stroh bzw. Kraut.*

N	P_2O_5	SO_3	Cl	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
lem mit Kalidüngung.								
0,60	0,20	—	—	—	2,19	0,53	0,47	0,14
0,48	0,18	—	—	—	2,24	0,26	0,46	0,16
0,57	0,19	—	—	—	2,24	0,26	0,52	0,16
anariensaat ohne Kalidüngung.								
0,43	0,36	0,49	1,32	5,12	1,41	1,93	0,15	0,08
0,39	0,30	0,48	1,30	5,41	1,46	1,46	0,08	0,24
0,47	0,30	0,51	1,32	4,88	1,38	1,48	0,20	0,08
lem mit Kalidüngung.								
0,47	0,36	0,54	1,27	5,68	1,68	1,77	0,23	0,09
0,37	0,33	0,49	1,39	5,17	1,74	1,25	0,14	0,13
0,45	0,33	0,46	1,33	5,45	1,56	1,37	0,15	0,08
anariensaat ohne Kalidüngung.								
1,24	0,38	—	—	—	1,16	2,55	0,56	0,19
1,26	0,38	—	—	—	0,99	2,22	0,62	0,18
1,36	0,42	—	—	—	1,02	2,17	0,75	0,22
lem mit Kalidüngung.								
0,52	0,23	—	—	—	1,19	2,03	0,47	0,15
0,38	0,23	—	—	—	1,39	1,27	0,31	0,10
0,45	0,20	—	—	—	1,29	1,49	0,43	0,10

publicatie wijdden [1]), waarin op pg 1030 ook de cijfers voor het voerbietenloof — 1933 besproken worden. Toch willen wij er hier nog even op wijzen,

TABEL 20.

Onderlinge aequivalente vervanging der basen bij bietenloof.
Gegenseitige aequivalente Vertretung der Basen bei Rübenkraut.

	Suikerbieten-1914. *Zuckerrüben.*			Voederbieten-1917. *Futterrüben.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3
	mE	mE	mE	mE	mE	mE
K_2O	84,3	102,3	103,2	34,4	46,9	39,1
Na_2O	110,0	76,8	86,5	119,7	87,1	80,3
CaO	67,4	76,3	70,3	94,9	110,9	110,6
MgO	32,7	34,2	35,2	38,7	43,2	44,6
Som mE . . . . . *Summe der Milliaequivalenten.*	294	290	295	288	288	275

[1]) J. G. MASCHHAUPT: In hoeverre kunnen K, Na, Ca en Mg elkander in de plant vervangen? *Versl. v. landb.k. onderz. der Rijkslandb.proefstations,* n°. 40 A, 1934, blz. 1025.

TABEL 20 *(vervolg)*.

	Voederbieten-1933. *Futterrüben.*					
	Zonder kali. *Ohne Kali.*			Met kali. *Mit Kali.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
	mE	mE	mE	mE	mE	mE
K_2O	38,0	52,0	44,8	48,4	72,2	60,5
Na_2O	174,2	93,9	83,6	144,2	95,2	91,3
CaO	118,4	156,9	165,5	108,8	123,8	142,7
MgO	58,5	68,9	51,1	49,1	48,6	55,1
Som mE . . . . . *Summe der mE.*	389	372	345	351	340	350

dat het vermogen van het natrium uit $NaNO_3$ om K en de andere basen althans ten deele in de plant te vervangen, een oorzaak kan zijn, dat het $NaNO_3$ bij deze proeven als regel een grootere opbrengst vermeerdering geeft dan de andere N-meststoffen. Wel schijnt in 1933 de bemesting met $Ca(NO_3)_2$ t.o. van $(NH_4)_2SO_4$ eenige verhooging van het CaO-gehalte te hebben gegeven, doch lang niet in die mate als $NaNO_3$ dit doet bij het Na_2O-gehalte.

Roode klaver. Invloed van den aard der N-bemesting op N- en P_2O_5-gehalte is niet merkbaar. In tegenstelling met bietenloof geeft $NaNO_3$ bij

TABEL 21.

Samenstelling van roode klaver in mE p. 100 g droge stof.
Zusammensetzung von Rotklee in mE p. 100 g Trockensubstanz.

	Roode klaver-1927, 2e snede. *Rotklee, 2ter Schnitt.*					
	Zonder kali. *Ohne Kali.*			Met kali. *Mit Kali.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
K_2O	35,0	35,5	32,1	60,3	62,0	55,8
Na_2O	17,7	12,9	12,9	6,5	3,9	3,9
CaO	108,4	109,9	112,4	84,9	83,5	86,3
MgO	37,7	36,7	39,2	27,8	28,3	27,3
Som mE . . . . . *Summe der mE.*	199	195	197	180	178	173

TABEL 21. *(Vervolg.)*

	Roode klaver-1928, 1e snede.					
	Zonder kali. *Ohne Kali.*			Met kali. *Mit Kali.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
K_2O	21,2	23,1	20,4	29,5	32,7	30,1
Na_2O	14,8	12,6	11,6	7,7	6,5	6,1
CaO	158,7	156,6	158,0	141,3	138,8	141,3
MgO	43,6	52,1	43,2	38,7	37,2	37,7
Som mE . . . . . *Summe der mE.*	238	244	233	217	215	215

klaver slechts een geringe verhooging van het Na-gehalte, die in het tweede jaar (waarin geen N-bemesting gegeven werd) nog afneemt. Na is dus bij klaver niet, zooals bij bieten, in staat om de andere basen te vervangen, en de voorrang, die $NaNO_3$ ook bij klaver schijnt te hebben, kan door deze eigenschappen dus niet verklaard worden. [1])

Calciumnitraat heeft misschien in het eerste jaar een zeer geringe verhooging van het Ca-gehalte gegeven; in het tweede jaar is daar echter niets meer van te bespeuren.

Verder valt op te merken, dat in het tweede jaar de klaver (1ste snede) aanmerkelijk armer is aan kali maar veel rijker aan kalk en ook aan magnesium. Heeft het gewas in het eerste jaar den voorraad aan beschikbare kali zoo sterk aangesproken, dat het gewas in 't tweede jaar niet voldoende kali meer kan bemachtigen en, om in zijn behoefte aan basen te voorzien, zijn toevlucht moest nemen tot de andere basen, Ca en Mg?

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat per slot van rekening de klaver in het tweede jaar basenrijker is; ook is in 't tweede jaar de klaver wat rijker aan N doch wat armer aan P_2O_5. Een en ander geldt zoowel voor de klaver met als zonder kalibemesting.

Groene eruten. Bij het zaad, noch bij het stroo, is invloed te bespeuren van de N-meststoffen op de samenstelling, afgezien van een zeer geringe verhooging van het Na_2O-gehalte door de $NaNO_3$-bemesting. Ook bij dit gewas kan de gunstige werking van $NaNO_3$ in vergelijking met de beide

[1]) Men bedenke echter, dat de klaver onder een dekvrucht gezaaid wordt en de directe invloed van de gegeven meststoffen op de zich eerst later ontwikkelende klaver dus vermoedelijk gering zal zijn.

andere N-meststoffen dus moeilijk verklaard worden, door het vermogen van Na om K en de andere basen ten deele te vervangen.

Blauwmaanzaad. Bij het stroo geeft in alle drie de gevallen $NaNO_3$ een geringe verhooging van het Na-gehalte, maar het is niet zeker of de veranderingen in het gehalte aan de andere basen daarmede verband houden. Overeenstemming in de cijfers voor de som der basen-aequivalenten bestaat hier niet.

Merkwaardig zijn de aanmerkelijk hoogere gehalten aan N en P_2O_5 in het stroo — 1931 in vergelijking met het stroo — 1921, terwijl de gehaltecijfers voor de basen geen groote verschillen vertoonen. Houdt dit verband met de abnormale ontwikkeling der planten met kali in 1931 tengevolge van het te laat dunnen, bij die zonder kali tengevolge van kaligebrek? Of speelt hier ook verschil in de verhouding van blad, stengel en vruchtdoozen in het stroo in beide jaren een rol?

Tarwe. De samenstelling van den *korrel* is in 1918 bij de drie N-bemestingen dezelfde. Ook bij het *stroo* komt geen bijzondere invloed van een der N-meststoffen naar voren, behalve dat bij de wintertarwe zonder kali $NaNO_3$ het Na-gehalte misschien iets verhoogd heeft.

Rogge. Bij de rogge is geenerlei invloed van een der N-meststoffen op de samenstelling, noch van den korrel, noch van het stroo te bespeuren. Ook bij dit gewas kan de gunstiger werking van $NaNO_3$ t.o. van $(NH_4)_2SO_4$ dus niet verklaard worden uit het feit, dat de plant gebruik maakt van het natrium om in haar basenbehoefte te voorzien.

Zomergerst. De $NaNO_3$-bemesting heeft bij dit gewas weer duidelijk verhoogend op het Na-gehalte van het stroo gewerkt, hetgeen gepaard gaat

TABEL 22.

Samenstelling van zomergerst (stroo) in mE p. 100 g droge stof.
Zusammensetzung des Strohes von Sommergerste in mE p. 100 g Trockensubstanz.

	Zomergerst-1925.					
	Zonder kali. *Ohne Kali.*			Met kali. *Mit Kali.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
K_2O	30,4	34,0	33,1	46,3	47,6	47,6
Na_2O	25,2	12,6	14,8	17,1	8,4	8,4
CaO	16,4	18,9	19,3	16,8	16,4	18,5
MgO	7,4	8,4	8,9	7,9	7,9	7,9
Som mE . . . . . *Summe der mE.*	79	74	76	87	80	82

met een, in aequivalenten uitgedrukt, geringere verlaging van het K-gehalte en tevens met een geringe verlaging van het Ca- en Mg-gehalte, althans bij de gerst zonder kali. Per slot van rekening is het stroo bij bemesting met $NaNO_3$ nog iets rijker aan basen.

Kanariezaad. De nitraatstikstof heeft zoowel bij korrel als bij stroo het N-gehalte waarschijnlijk weer iets verhoogd, zooals wij dat in meerdere gevallen opmerkten. Het Na-gehalte van het *stroo* is door $NaNO_3$ aanmerkelijk verhoogd geworden, maar hiermede gaat geen verlaging van het K-gehalte, of van het Ca- en Mg-gehalte gepaard. Bemesting met $NaNO_3$ heeft dus verhooging van het basengehalte tengevolge, zooals duidelijk uit tabel 23 blijkt.

TABEL 23.

Samenstelling van kanariezaad-stroo in mE p. 100 g droge stof.
Zusammensetzung von Kanarienstroh in mE p. 100 g Trockensubstanz.

	Kanariezaad-1923.					
	Zonder kali. *Ohne Kali.*			Met kali. *Mit Kali.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3
K_2O	29,9	31,0	29,3	35,7	36,9	33,1
Na_2O	62,3	47,1	47,7	57,1	40,3	44,2
CaO	5,4	2,9	7,1	8,2	5,0	5,4
MgO	4,0	11,9	4,0	4,5	6,4	4,0
Som mE . . . . . *Summe der mE.*	102	93	88	106	89	87

	Kanariezaad-1930.					
	Zonder kali. *Ohne Kali.*			Met kali. *Mit Kali.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$
K_2O	24,6	21,0	21,7	25,3	29,5	27,4
Na_2O	82,3	71,6	70,0	65,5	41,0	48,1
CaO	20,0	22,1	26,8	16,8	11,1	15,3
MgO	9,4	8,9	10,9	7,4	5,0	5,0
Som mE . . . . . *Summe der mE.*	136	124	129	115	87	96

B. Invloed der kalibemesting op de samenstelling der gewassen.

Voederbieten — 1933. De kalibemesting heeft het K-gehalte der *bieten* verhoogd. Hiermede is wel eenige maar geen duidelijke verlaging der andere basen gepaard gegaan, behalve van het Na-gehalte bij de $NaNO_3$-bemesting; deze daling is echter niet aequivalent met de stijging van het K-gehalte doch grooter. De stijging van het K-gehalte bij bemesting met $Ca(NO_3)_2$ moet gewantrouwd worden; waarschijnlijk is het gehaltecijfer 3,48 % niet juist.

Bij het *loof* ziet men een daling van het N-gehalte en een geringe daling van het P-gehalte door de kalibemesting, hetgeen vermoedelijk samenhangt met de veel betere loofontwikkeling met kali; door reeds vroeger genoemde oorzaken komt deze betere loofontwikkeling in de opbrengstcijfers niet tot uitdrukking.

Het K-gehalte van het loof is door de kalibemesting aanmerkelijk verhoogd; alleen bij de $NaNO_3$-bemesting gaat dit gepaard met een daling van het Na-gehalte. Daarentegen treedt bij de drie N-bemestingen door de kalibemesting daling van het Ca-gehalte op en van het Mg-gehalte met uitzondering van de met $Ca(NO_3)_2$ bemeste bieten.

Uit tabel 20 blijkt, dat bij het loof der kali-veldjes de sommen der basenaequivalenten bij de drie N-bemestingen niet veel uiteenloopen. Bij het loof zonder kali ontbreekt deze overeenstemming; men bedenke echter, dat men hier te doen heeft met planten, die zeer duidelijk kaligebrekverschijnselen vertoonden, dus met een abnormaal gewas, waarbij afwijkingen in de samenstelling verwacht kunnen worden.

Roode klaver. De kalibemesting heeft het N- en P-gehalte doen dalen, hetgeen met de veel betere ontwikkeling der klaver met kali zal samenhangen.

Vooral in het eerste jaar heeft de kalibemesting het K-gehalte aanzienlijk verhoogd, hetgeen wel met eenige verlaging van het Na-gehalte is gepaard gegaan, maar toch in belangrijkere mate met een daling van het Ca-gehalte; ook het Mg-gehalte is door de kalibemesting iets afgenomen. Uit tabel 21 blijkt, dat in 1927 (1ste jaar) de stijging van het K-gehalte door de kalibemesting vrijwel aequivalent is met de daling van het Ca-gehalte; in het tweede jaar is de stijging van het K-gehalte wat kleiner dan de daling van het Ca-gehalte. Ook blijkt uit deze tabel, dat per slot van rekening de klaver zonder kalibemesting basenrijker is, dan die met kalibemesting. Voor verdere beschouwingen verwijzen wij naar onze vroeger genoemde publicatie in deze Verslagen, blz. 1057, e. v.

Groene erwten. De kalibemesting heeft bij het *zaad* een lager N en ook een iets lager P-gehalte tengevolge gehad, hetgeen waarschijnlijk samenhangt met de sterke opbrengstvermeerdering door de kalibemesting (zie tabel 17). Het K-gehalte van het zaad onderging eenige verhooging.

Ook bij het *stroo* deed de kalibemesting het N-gehalte dalen (ook P_2O_5- en SO_3-gehalte), hoewel de opbrengst door de kalibemesting slechts weinig steeg. Vermoedelijk was het verschil in loofontwikkeling echter belangrijk grooter dan de opbrengstcijfers aangeven; het weelderige loof met kali had nl. door regen veel te lijden en was bij het oogsten onderaan geschimmeld.

Het K-gehalte steeg door de kalibemesting, hetgeen gepaard ging met een belangrijker daling van het Ca-gehalte terwijl ook het Na- en het Mg-gehalte iets daalden, zoodat tenslotte zooals tabel 24 laat zien, het basengehalte met kali aanmerkelijk lager is dan zonder kali.

TABEL 24.

Basengehalte van erwtenstroo in mE p. 100 g droge stof.
Basengehalt von Erbsenstroh in mE p. 100 g Trockensubstanz.

	Groene erwten-1924.					
	Zonder kali. *Ohne Kali.*			Met kali. *Mit Kali.*		
N-bemesting. *N-Düngung.*	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3
K_2O	9,2	8,6	6,0	15,6	18,6	17,9
Na_2O	16,7	14,0	10,1	11,8	9,7	9,8
CaO	151,5	154,5	149,0	122,4	130,3	131,0
MgO	32,8	35,6	33,5	25,7	24,9	28,5
Som mE . . . . . *Summe der mE.*	210	213	199	176	184	187

Wij verwijzen hier verder naar hetgeen omtrent dit geval in onze vroegere publicatie op blz. 1048 werd opgemerkt.

Blauwmaanzaad — 1931. Zooals op blz. 571 werd medegedeeld, was de ontwikkeling der planten met kali abnormaal door te laat uitdunnen terwijl de planten zonder kalibemesting duidelijk kaligebrek vertoonden. Aan de analysecijfers is dus niet de volle waarde te hechten. De kalibemesting heeft het K-gehalte van het *stroo* verhoogd; de veranderingen in de andere gehalte-cijfers zijn gering en onzeker; het gehalte aan MgO schijnt door de kalibemesting iets gedaald te zijn.

Tarwe — 1932. De kalibemesting heeft het K-gehalte van het *stroo* duidelijk verhoogd. Hiermede ging wel eenige daling van het Ca-gehalte

gepaard, maar deze is met de K-stijging niet aequivalent, terwijl ook de veranderingen in het Na- en Mg-gehalte van geen beteekenis zijn, zoodat tenslotte het stroo der met kali bemeste veldjes iets basenrijker is.

Gerst — 1925. De vrij belangrijke stijging van het K-gehalte van het *stroo* door de kalibemesting gaat gepaard met eenige daling van het Na-gehalte, die echter de stijging van het K-gehalte niet compenseert, ook niet als men de geringe dalingen bij CaO en MgO in rekening brengt (zie tabel 22).

Kanariezaad. De kalibemesting verhoogde in 1923 het K-gehalte van het *stroo* in geringe mate maar deed het Na-gehalte dalen met ongeveer aequivalente bedragen (zie tabel 23).

In 1930 deed de kalibemesting het K-gehalte ook stijgen, maar de daling van het Na-gehalte was veel aanzienlijker. Bovendien daalde het Ca- en het Mg-gehalte, zoodat het basengehalte van het stroo met kali belangrijk lager was dan van het stroo zonder kalibemesting. Dit moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan de zeer slechte halmontwikkeling zonder kalibemesting, die zich ook demonstreert in het abnormaal hooge N-gehalte van het stroo (zie tabel 19). Wil men — wij wezen daar in onze vorige publicatie ook reeds op —, den invloed van de bemesting op de samenstelling der gewassen nagaan, dan mag de ontwikkeling der gewassen niet al te veel uiteenloopen.

VI.

VERANDERINGEN IN DE SAMENSTELLING VAN DEN GROND GEDURENDE DE PROEFJAREN.

a. Het kalkgehalte van den grond.

Het heeft van den beginne af aan in onze bedoeling gelegen om niet alleen de werking der N-meststoffen op het *gewas* maar ook die op den *grond* na te gaan. Met het oog hierop werden direct bij den aanleg van het N-proefveld in 1911 op twee veldjes van ieder object grondmonsters genomen; de bemonstering dezer veldjes werd tusschen 1911 en 1932 zesmaal herhaald. In 1932 en 1933 werden *alle* veldjes bemonsterd; achteraf is het met 't oog op de betrouwbaarheid der cijfers te betreuren, dat dit ook niet vroeger werd gedaan.

In de eerste plaats hebben wij onze aandacht gewijd aan de verandering van het gehalte aan $CaCO_3$ van den grond. De bepaling van het gehalte aan

koolzure kalk werd uitgevoerd met het toestel van SCHEIBLER onder gebruikmaking zoowel van azijnzuur als van zoutzuur; de resultaten zijn vermeld in tabel 25, terwijl zij in de figuren 5 en 6 grafisch zijn voorgesteld.

TABEL 25.

$CaCO_3$-gehalte van den grond bepaald volgens Scheibler met azijnzuur. [1])

$CaCO_3$-gehalte des Bodens, bestimmt nach SCHEIBLER *mit Essigsäure.*

N-bemesting. *N-Düngung.*	1911.	1912.	1913.	1914.	1916.	1919.	1923.	1928.	1932.	1933.	In 1933 lager dan in 1911.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
$NaNO_3$	3,60	3,42	3,38	3,42	3,30	3,33	3,16	2,98	2,87	2,86	**0,74**
$(NH_4)_2SO_4$	3,62	3,43	3,45	3,43	3,32	3,35	3,08	2,84	2,68	2,68	**0,94**
1911–1924 NH_4NO_3, vanaf (*sedt*) 1925 $Ca(NO_3)_2$	3,68	3,48	3,43	3,42	3,21	3,25	3,16	2,76	2,77	2,83	**0,85**
Onbebouwd - onbemest — *Unbebaut - ungedüngt*	3,51	3,27	3,19	3,34	3,30	3,05	3,03	2,90	2,85	2,87	**0,64**
Onbebouwd / *Unbebaut* Ca-fosfaat	3,53	—	3,28	3,41	3,33	3,28	3,11	3,06	2,93	3,00	**0,53**

$CaCO_3$-gehalte bepaald volgens Scheibler met HCl. [2])

$CaCO_3$-gehalt des Bodens, bestimmt nach SCHEIBLER *mit HCl.*

N-bemesting. *N-Düngung.*	1911.	1912.	1913.	1914.	1916.	1919.	1923.	1928.	1932.	1933.	In 1933 lager dan in 1911.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
$NaNO_3$	4,65	4,61	4,44	4,45	4,41	4,38	4,22	4,12	3,94	3,97	**0,68**
$(NH_4)_2SO_4$	4,69	4,63	4,50	4,60	4,44	4,40	4,24	3,95	3,88	3,77	**0,92**
1911–1924 NH_4NO_3 vanaf (*sedt*) 1925 $Ca(NO_3)_2$	4,69	4,72	4,38	4,56	4,26	4,38	4,15	3,90	3,92	3,88	**0,81**
Onbebouwd - onbemest — *Unbebaut - ungedüngt*	4,34	4,48	4,30	4,34	4,32	4,13	4,09	3,93	3,84	3,95	**0,39**
Onbebouwd / *Unbebaut* Ca-fosfaat	4,45	—	4,29	4,40	4,38	4,26	4,25	4,04	3,98	4,07	**0,38**

[1]) De cijfers van 1911 t/m 1928 zijn telkens gemiddelden voor 2 veldjes, die van 1932 en 1933 voor 6 veldjes; bij „onbebouwd" hebben de cijfers slechts op één veldje betrekking.

[2]) De cijfers zijn gemiddelden voor 2 veldjes. Bij „onbebouwd" hebben de cijfers slechts op één veldje betrekking.

ZAVELPERCEEL Pr. 1.

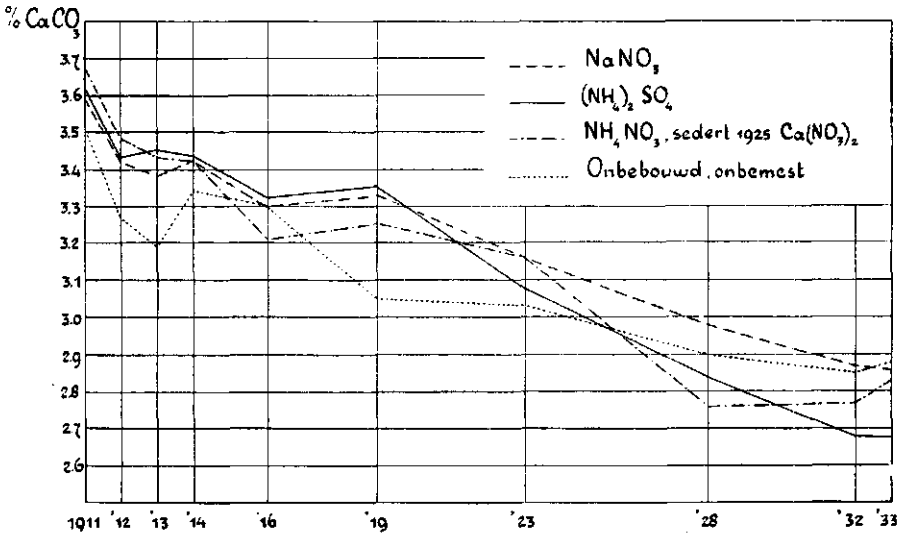


Fig. 5. Afname van het gehalte der bouwvoor aan $CaCO_3$, bepaald met azijnzuur, sedert 1911, bij 3 verschillende N-bemestingen.

ZAVELPERCEEL Pr. 1.

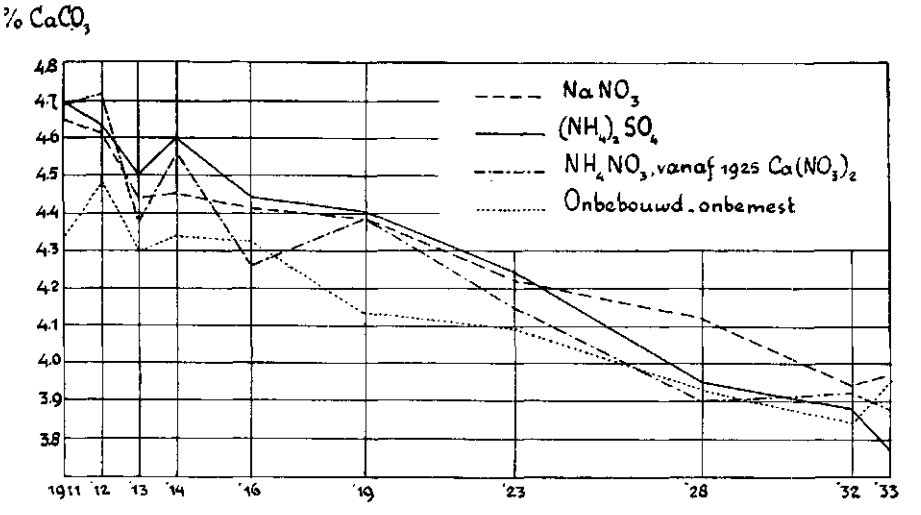


Fig. 6. Afname van het gehalte der bouwvoor aan $CaCO_3$, bepaald met HCl, sedert 1911, bij 3 verschillende N-bemestingen.

Met HCl vindt men bij de Nederlandsche kleigronden steeds een hooger carbonaatgehalte dan met azijnzuur; het verschil is grooter naarmate het

carbonaatgehalte hooger is. Hier bedraagt het gemiddeld 1 %. hetgeen normaal is voor kleigronden met ruim 3 % $CaCO_3$-azijnzuur. Bij een vroeger onderzoek [1]) hebben wij uitvoerig bij dit feit stilgestaan en vermoedens uitgesproken omtrent den aard der niet door azijnzuur, wèl door zoutzuur ontleedbare carbonaten. Het onderzoek in deze richting is later aan het Proefstation door BRUIN en TEN HAVE [2]) voortgezet; zij konden aantoonen, dat men in de door hen onderzochte gevallen met magnesiumcarbonaat te maken had.

Wanneer men de cijfers in tabel 25 en de grafische voorstellingen beschouwt, ziet men duidelijk, dat er een langzame daling van het $CaCO_3$-gehalte plaats heeft. Regelmatig is deze daling tusschen de jaren 1911 en 1919 echter niet; een paar maal treedt na een daling weer een geringe stijging op. Bij de lijn voor $CaCO_3$-HCl (fig 6) ziet men bijv. verheffingen in de jaren 1914 en 1919. Er is eenige overeenkomst tusschen het beloop der lijnen in de figuren 5 en 6, zoodat men niet uitsluitend aan analyse-fouten behoeft te denken, al valt op de nauwkeurigheid der methode SCHEIBLER wel wat af te dingen: bovendien werden alle bepalingen minstens in tweevoud uitgevoerd.

Niet onwaarschijnlijk moet het geacht worden, dat men te doen heeft met de gevolgen van verschillen in de diepte van bemonstering; is mogelijk in 1914 en 1919 iets dieper bemonsterd geworden? Of is bij het rooien der bieten in 1914 en van de aardappelen in 1919 iets van den kalkrijkeren ondergrond bovengebracht?

Naast deze mogelijkheden achten wij echter een tijdelijk geringe verrijking van de bouwvoor met $CaCO_3$ niet buitengesloten. In den grond immers beweegt zich steeds een oplossing van Ca-bicarbonaat; bij opstijging van bodemvocht in droge tijden kan dus eenige verrijking met $CaCO_3$ aan de oppervlakte plaats vinden.

Kan misschien ook afgevallen blad van bieten en aardappelen, beiden rijk aan kalk, wat $CaCO_3$ in de bouwvoor gebracht hebben?

Hoe is het verloop der ontkalking bij geregeld gebruik der in de proef betrokken N-meststoffen? Oefenen deze invloed uit op de ontkalking?

Het beste kunnen wij dit nagaan aan de hand van de grafieken. Bij beschouwing van fig. 5 ($CaCO_3$-azijnzuur) zien wij, dat het proces bij $NaNO_3$ en $(NH_4)_2SO_4$ tot 1919 parallel verloopt; daarna heeft de ontkalking met ammoniumsulfaat sneller plaats dan met natriumnitraat.

[1]) J. G. MASCHHAUPT en J. TEN HAVE: *De bepaling van den kalktoestand (verzadigingsgraad) van kleigronden*. Verslagen van Landb. onderzoek. der Rijkslandb. Proefst. No. 40A, 1934, blz. 720 e.v.

[2]) P. BRUIN en J. TEN HAVE: *Het bepalen van magnesiumcarbonaat naast calciumcarbonaat in grond*. Chemisch Weekblad 32, 1935, 375.

Volgens fig. 6 ($CaCO_3$-HCl) verloopt het proces [1]) bij bemesting met ammoniumsulfaat langer, nl. tot 1923, op ongeveer gelijke wijze als bij bemesting met natriumnitraat. Aan verschil in het beloop der lijnen in de beide figuren moet men echter niet te veel waarde hechten, gezien de in de verhouding tot de nauwkeurigheid der analyse slechts betrekkelijk kleine verschillen.

Beschouwt men in beide figuren de lijnen voor de ontkalking bij bemesting met *ammoniumnitraat* dan blijkt, dat de ontkalking sneller plaats heeft dan bij bemesting met natriumnitraat, en misschien zelfs iets sneller dan bij bemesting met ammoniumsulfaat. Nadat in 1925 deze bemesting door eene met *calciumnitraat* vervangen werd, vond geen verdere daling van het carbonaatgehalte plaats, althans vanaf 1928. [2])

Met het oog op het vraagstuk van de ontkalkende werking der verschillende stikstofmeststoffen, is het, vooral nu het ammoniumnitraat zoo'n belangrijke plaats onder de meststoffen is gaan innemen, jammer, dat het laatst genoemde zout in 1925 op dit proefveld door kalksalpeter werd vervangen, hoewel dit aan den anderen kant weer het voordeel heeft, dat wij daardoor instaat zijn twee meststoffen ten aanzien van hare werking op de gewassen te vergelijken, die beide de stikstof in den nitraatvorm bevatten, doch in het eene geval gebonden aan Na, in het andere geval aan Ca, hetgeen ons de gelegenheid biedt, een inzicht te krijgen in de beteekenis dezer basen voor den plantengroei.

Dat ammoniumnitraat bij dezen grond de ontkalking meer zou bevorderen dan ammoniumsulfaat, is niet waarschijnlijk, tenzij het met ammoniumsulfaat in den grond gevormde gips minder oplosbaar zou zijn in het bodemvocht dan het $CaCO_3$ waaruit het gevormd werd. Hetgeen er bij de bemesting met deze zouten in den begroeiden grond gebeurt, is zoo gecompliceerd, dat men bezwaarlijk met zekerheid een uitspraak kan doen. Slechts een langjarige proef met de genoemde zouten, waarbij de grond van tijd tot tijd op kalkgehalte wordt onderzocht, kan zekerheid geven. [3])

---

[1]) Feitelijk heeft men hier (ontleding der carbonaten met HCl) te doen met het uitspoelingsproces van *alle* carbonaten, dus ook van magnesiumcarbonaat, terwijl het uitspoelingsproces weergegeven in fig. 5 (ontleding met azijnzuur) slechts het calciumcarbonaat betreft.

[2]) Het is jammer ,dat in 1925 geen grondmonsters onderzocht werden.

[3]) De aandacht zij erop gevestigd dat de kwestie anders wordt, indien men te maken heeft met een grond *zonder* $CaCO_3$. Het uit ammoniumsulfaat gevormde zwavelzuur treedt dan in reactie met de basen in het adsorptiecomplex, waardoor dit basenarmer wordt. Het is dus begrijpelijk, dat op dergelijke gronden bij voortgezette bemesting met ammoniumsulfaat de pH meer zal dalen dan bij voortgezette bemesting met ammoniumnitraat. Zie: O. DE VRIES en W. C. VISSER: *De veranderingen in den grond door lang voortgezette* bemesting met enkele stikstofmeststoffen. *Versl. v. landb.k. onderz.*, n°. 40 A, 1934, 505.

Zooals wij zagen kwam de daling van het carbonaatgehalte tot staan, nadat in 1925 het ammoniumnitraat door calcium-nitraat vervangen was. De vraag moet gesteld worden, of het uitblijven van een verdere daling als wezenlijk te beschouwen is, m.a.w. of dit moet toegeschreven worden aan den toevoer van kalk door de calciumnitraatbemesting, waarbij dan verondersteld moet worden, dat het calcium als $CaCO_3$ in den grond achterblijft. De volgende berekening doet zien dat de hoeveelheid kalk, welke met het calciumnitraat in den grond gebracht werd, groot genoeg is om een daling van het $CaCO_3$-gehalte grootendeels op te heffen.

Bij het $NaNO_3$-object daalde het $CaCO_3$-gehalte van 1928 tot 1933 met 0,12 %. Het volumegewicht van den grond aannemende op 1,25 vindt men uit genoemd cijfer een verlies per ha/15 cm van 2250 kg $CaCO_3$ of 1260 kg CaO. Vanaf de monstername in 1928 tot die in 1933 werd op den grond gebracht 380 kg N in den vorm van kalksalpeter, waarmede, aangezien het kalksalpeter gemiddeld 15,5 % N en 27 % CaO bevatte, de grond verrijkt werd met 662 kg CaO of 1180 $CaCO_3$ Het verlies, dat wij bij de $NaNO_3$-veldjes vonden, is wel grooter, maar het zou toch door toevoeging van deze hoeveelheid kalk aan den grond met 52 % verminderen. Het is verder de vraag, of $NaNO_3$ de oplosbaarheid en dus de uitspoeling van $CaCO_3$ niet eenigermate bevordert. De toekomst zal leeren, in hoeverre door bemesting met kalksalpeter het $CaCO_3$-gehalte van dezen zavelgrond op peil gehouden wordt.

Vervolgens moeten wij de aandacht vestigen op de cijfers voor de beide veldjes, welke vanaf 1911 onbebouwd bleven en waarvan het eene in het geheel geen bemesting ontving, terwijl het andere jaarlijks dezelfde fosforzuurbemesting kreeg als het bebouwde proefveld. De lijnen in de figuren 5 en 6 hebben betrekking op het geheel onbemeste veldje.

De cijfers in tabel 25 en de lijnen voor den onbebouwden grond in de figuren 5 en 6 schijnen er op te duiden, dat het uitspoelingsproces van het calciumcarbonaat op den onbebouwden grond langzamer verloopt dan op den bebouwden grond. Zijn hiervoor oorzaken aan te wijzen?

Er zijn, in vergelijking met den bebouwden grond, bij den onbebouwden grond verschillende factoren te noemen, die de uitspoeling van $CaCO_3$ belemmeren, doch ook een enkele, die de uitspoeling bevordert. Belemmerend werken:

a. de afname van de CO_2-productie in den grond bij het achterwege blijven van geregelden toevoer van organische stof in den vorm van wortels en stoppelresten; ook het door de wortels uitgeademde koolzuur wordt op onbebouwden grond gemist;

b. afname van de doorlatendheid en dus afname van de hoeveelheid water, welke in den grond wegzakt en ondergronds wordt afgevoerd, tengevolge van:

1°. het niet steeds weer vormen van nieuwe wortelkanaaltjes, welke een belangrijke rol vervullen bij den afvoer van het water;

2°. peptisatie van de klei, afbraak van de bodemkruimels tengevolge hebbende, veroorzaakt door het armer worden aan electrolyten van de bodemvloeistof (geringere CO_2 productie en afname van de nitrificatie, waardoor minder kalk als bicarbonaat en nitraat in oplossing gaat).

De genoemde factoren hangen zeer nauw met elkander samen.

Tegenover deze belemmerende factoren staat, dat op den onbebouwden grond geen water door het gewas verbruikt wordt, zoodat er, bij voldoende doorlatendheid van den grond, meer water ondergronds zal kunnen wegvloeien, dan op den bebouwden grond, waardoor de uitlooging bevorderd wordt. Wellicht was de invloed van dezen factor in de beide eerste jaren overwegend en was het Ca-verlies toen op den onbebouwden grond grooter dan op den bebouwden grond, waarop het verloop van de lijn in fig. 5 misschien wijst. In hoeverre deze vermeerdering van de hoeveelheid drainwater vroeger of later weer opgeheven wordt door de sub *b* genoemde afname der doorlatendheid, is niet te voorspellen; slechts lysimeterproeven kunnen ons hierin inzicht geven. [1])

Aan de afname van de CO_2-productie in den grond, indien geen organische stof wordt toegevoerd, behoeft men niet te twijfelen. De analysecijfers wijzen ook uit, dat de onbebouwde grond verarmd is aan organische stof: de bebouwde grond bevat nl. 1,4 %, de onbebouwde grond nog slechts 1,0 % humus, bepaald volgens ISTSCHEREKOV. De resteerende humus zal vermoedelijk minder oxydabel zijn. Afname van de CO_2-productie moet vermindering van de oplossing van $CaCO_3$ tengevolge hebben. Verder is het niet onwaarschijnlijk, dat afname van gemakkelijk ontleedbare organische stoffen, vermindering van de nitrificatie en van de vorming van $Ca(NO_3)_2$ mee zal brengen.

Ten aanzien van den factor, genoemd onder b_1, kan het volgende opgemerkt worden.

De doorlatendheid van een kleihoudenden grond berust hoofdzakelijk op de in den grond gevormde wortelkanaaltjes; ook de gangen, door aard-

[1]) Hier zij opgemerkt, dat bij de lysimeterproeven, welke te Rothamsted sedert 1870 genomen worden met een *onbebouwden* leemgrond, tot op heden geen afname der doorlatendheid geconstateerd kan worden. Inderdaad een merkwaardig resultaat, waaraan wij voor de kleigronden zeker geen algemeene geldigheid zouden durven toekennen.

wormen in den onberoerden ondergrond gemaakt, zullen als waterkanalen dienst doen. Aanvankelijk waren deze wortelkanaaltjes ook nog in den onbebouwden grond aanwezig, maar in de eerste jaren na 1911 zullen zij door afzetting van ijzeroxyde [1]) en door het inspoelen van fijnere bodemdeeltjes verstopt geraakt zijn, terwijl er niet, zooals op den normaal bebouwden grond, ieder jaar weer door het gewas een nieuw kanalenstelsel werd gevormd.

Omtrent den factor b_2 valt het volgende op te merken.

Het vermogen van de kleideeltjes om zich in water te suspendeeren hangt ten nauwste samen met het electrolytgehalte van het water. Is de grond arm aan electrolyten, waaronder de Ca- en Mg-zouten vooral een belangrijke rol spelen, dan zullen de kleideeltjes zich gemakkelijker in het op den grond gevallen regenwater verdeelen en daarin zwevende blijven. Dit met kleideeltjes bezwangerde water dringt in den grond, waarbij de kleideeltjes zich in de fijne wortelkanaaltjes afzetten en deze verstoppen.

De eigenschap van de klei om zich in water fijn te verdeelen, brengt ook mede, dat de klei haar bindkracht verliest, waardoor de kruimels en kluiten aan de oppervlakte (de onbebouwde grond werd geregeld gespit) minder weerstand kunnen bieden aan de afbrekende werking van het regenwater en dientengevolge bij regen uiteenvallen. De onbebouwde grond is dus meer dan de bebouwde grond onderhevig aan verslempen, waardoor ook de bouwvoor ondoorlatender wordt.

Dat inderdaad de klei in den onbebouwden grond in meerdere mate dan die in den bebouwden grond de eigenschap verkregen heeft om zich te peptiseeren, tengevolge van de afname van het electrolytgehalte van den onbebouwden grond, blijkt overtuigend uit de opslibbingsproeven, die wij in de jaren 1912 tot en met 1914, 1916, 1919, 1931 en 1933 na den oogst met grondmonsters van het proefveld namen. Dergelijke bezinkingsproeven, met het doel veranderingen in den grond, veroorzaakt door plantengroei en bemesting, na te gaan, werden reeds vroeger door ons beschreven [2]). Bij deze proeven werd een hoeveelheid grond, overeenkomende met 100 g drogen grond, met uitgekookt gedestilleerd water in een mortier zacht aangewreven en in een hoogen glazen cylinder geslibd. Vervolgens werden de cylinders geruimen tijd geschud. Daarna werd het volume van grond + water op 500 cm^3 gebracht, omgeschud en de cylinders ter bezinking ter zijde gesteld.

---

[1]) Naarmate de doorlatendheid van den grond slechter wordt, worden de omstandigheden voor reductie en dus voor het in oplossing gaan van ijzerverbindingen gunstiger. Waar de ijzerhoudende bodemvloeistof met lucht in aanraking komt, zet het ijzeroxyde zich weer af, waardoor de grond steeds meer verstopt raakt.

[2]) J. G. MASCHHAUPT: Onderzoek naar de veranderingen, welke door plantengroei en bemesting in den bouwgrond teweeggebracht worden. *Versl. v. landb.k. onderz. der Rijkslandbouwproefstations*, n°. XII, 1912, 53.

Na een zeker aantal dagen werden de cylinders bij doorvallend licht gefotografeerd.

In 1912 t/m 1914 was het verschil in bezinkingssnelheid tusschen den onbebouwden en den bebouwden grond nog niet groot. Bij de bezinkingsproeven in de jaren 1916, 1919, 1931 en 1933 uitgevoerd, bezonken de kleideeltjes uit den onbebouwden grond echter veel langzamer, was de kleisuspensie dus veel stabieler. Fig. 7 geeft den toestand van bezinking na 6 dagen van de in Maart 1931 genomen grondmonsters. Het verschil in bezinking tusschen bebouwden en onbebouwden grond is zeer sprekend. De grond der C-veldjes (Ca-nitraat) bezinkt het beste; bij dien van de a-veldjes (Na-nitraat) is, zooals steeds, de bezinking in denzelfden tijd iets minder ver gevorderd; gewoonlijk komt grond met Na-nitraat bemest nog meer achteraan.

Bij onze vroegere onderzoekingen kwam het verband tusschen de bezinkingssnelheid en het CaO-gehalte van de vloeistof duidelijk aan den dag. Ook bij deze onderzoekingen werd weer in de door een Pukall filter gefiltreerde vloeistoffen het CaO-gehalte bepaald; hierbij bleek, dat ook nu weer het waterige extract van de langzaamst bezinkende grondmonsters, dus die van de onbebouwde veldjes, wat minder CaO bevatte (tabel 26).

TABEL 26.

mg CaO per 100 cm³ vloeistof.

	1916.	1931.	1933.
Bebouwd $NaNO_3$	7,85	6,0	5,85
„ $(NH_4)_2SO_4$	8,0	6,2	7,3
„ NH_4NO_3, in 1931 en 1933 $Ca(NO_3)_2$	7,35	6,0	7,45
Onbebouwd-onbemest	5,3	4,1	5,2

Keeren wij nog even tot tabel 25 terug. De cijfers uit 1933 verdienen volkomen vertrouwen, zoowel analytisch als ten opzichte der bemonstering,

wormen in den onberoerden ondergrond gemaakt, zullen als waterkanalen dienst doen. Aanvankelijk waren deze wortelkanaaltjes ook nog in den onbebouwden grond aanwezig, maar in de eerste jaren na 1911 zullen zij door afzetting van ijzeroxyde [1]) en door het inspoelen van fijnere bodemdeeltjes verstopt geraakt zijn, terwijl er niet, zooals op den normaal bebouwden grond, ieder jaar weer door het gewas een nieuw kanalenstelsel werd gevormd.

Omtrent den factor b_2 valt het volgende op te merken.

Het vermogen van de kleideeltjes om zich in water te suspendeeren hangt ten nauwste samen met het electrolytgehalte van het water. Is de grond arm aan electrolyten, waaronder de Ca- en Mg-zouten vooral een belangrijke rol spelen, dan zullen de kleideeltjes zich gemakkelijker in het op den grond gevallen regenwater verdeelen en daarin zwevende blijven. Dit met kleideeltjes bezwangerde water dringt in den grond, waarbij de kleideeltjes zich in de fijne wortelkanaaltjes afzetten en deze verstoppen.

De eigenschap van de klei om zich in water fijn te verdeelen, brengt ook mede, dat de klei haar bindkracht verliest, waardoor de kruimels en kluiten aan de oppervlakte (de onbebouwde grond werd geregeld gespit) minder weerstand kunnen bieden aan de afbrekende werking van het regenwater en dientengevolge bij regen uiteenvallen. De onbebouwde grond is dus meer dan de bebouwde grond onderhevig aan verslempen, waardoor ook de bouwvoor ondoorlatender wordt.

Dat inderdaad de klei in den onbebouwden grond in meerdere mate dan die in den bebouwden grond de eigenschap verkregen heeft om zich te peptiseeren, tengevolge van de afname van het electrolytgehalte van den onbebouwden grond, blijkt overtuigend uit de opslibbingsproeven, die wij in de jaren 1912 tot en met 1914, 1916, 1919, 1931 en 1933 na den oogst met grondmonsters van het proefveld namen. Dergelijke bezinkingsproeven, met het doel veranderingen in den grond, veroorzaakt door plantengroei en bemesting, na te gaan, werden reeds vroeger door ons beschreven [2]). Bij deze proeven werd een hoeveelheid grond, overeenkomende met 100 g drogen grond, met uitgekookt gedestilleerd water in een mortier zacht aangewreven en in een hoogen glazen cylinder geslibd. Vervolgens werden de cylinders geruimen tijd geschud. Daarna werd het volume van grond + water op 500 cm^3 gebracht, omgeschud en de cylinders ter bezinking ter zijde gesteld.

---

[1]) Naarmate de doorlatendheid van den grond slechter wordt, worden de omstandigheden voor reductie en dus voor het in oplossing gaan van ijzerverbindingen gunstiger. Waar de ijzerhoudende bodemvloeistof met lucht in aanraking komt, zet het ijzeroxyde zich weer af, waardoor de grond steeds meer verstopt raakt.

[2]) J. G. MASCHHAUPT: Onderzoek naar de veranderingen, welke door plantengroei en bemesting in den bouwgrond teweeggebracht worden. *Versl. v. landb.k. onderz. der Rijkslandbouwproefstations*, n°. XII, 1912, 53.

Na een zeker aantal dagen werden de cylinders bij doorvallend licht gefotografeerd.

In 1912 t/m 1914 was het verschil in bezinkingssnelheid tusschen den onbebouwden en den bebouwden grond nog niet groot. Bij de bezinkingsproeven in de jaren 1916, 1919, 1931 en 1933 uitgevoerd, bezonken de kleideeltjes uit den onbebouwden grond echter veel langzamer, was de kleisuspensie dus veel stabieler. Fig. 7 geeft den toestand van bezinking na 6 dagen van de in Maart 1931 genomen grondmonsters. Het verschil in bezinking tusschen bebouwden en onbebouwden grond is zeer sprekend. De grond der C-veldjes (Ca-nitraat) bezinkt het beste; bij dien van de a-veldjes (Na-nitraat) is, zooals steeds, de bezinking in denzelfden tijd iets minder ver gevorderd; gewoonlijk komt grond met Na-nitraat bemest nog meer achteraan.

Bij onze vroegere onderzoekingen kwam het verband tusschen de bezinkingssnelheid en het CaO-gehalte van de vloeistof duidelijk aan den dag. Ook bij deze onderzoekingen werd weer in de door een Pukall filter gefiltreerde vloeistoffen het CaO-gehalte bepaald; hierbij bleek, dat ook nu weer het waterige extract van de langzaamst bezinkende grondmonsters, dus die van de onbebouwde veldjes, wat minder CaO bevatte (tabel 26).

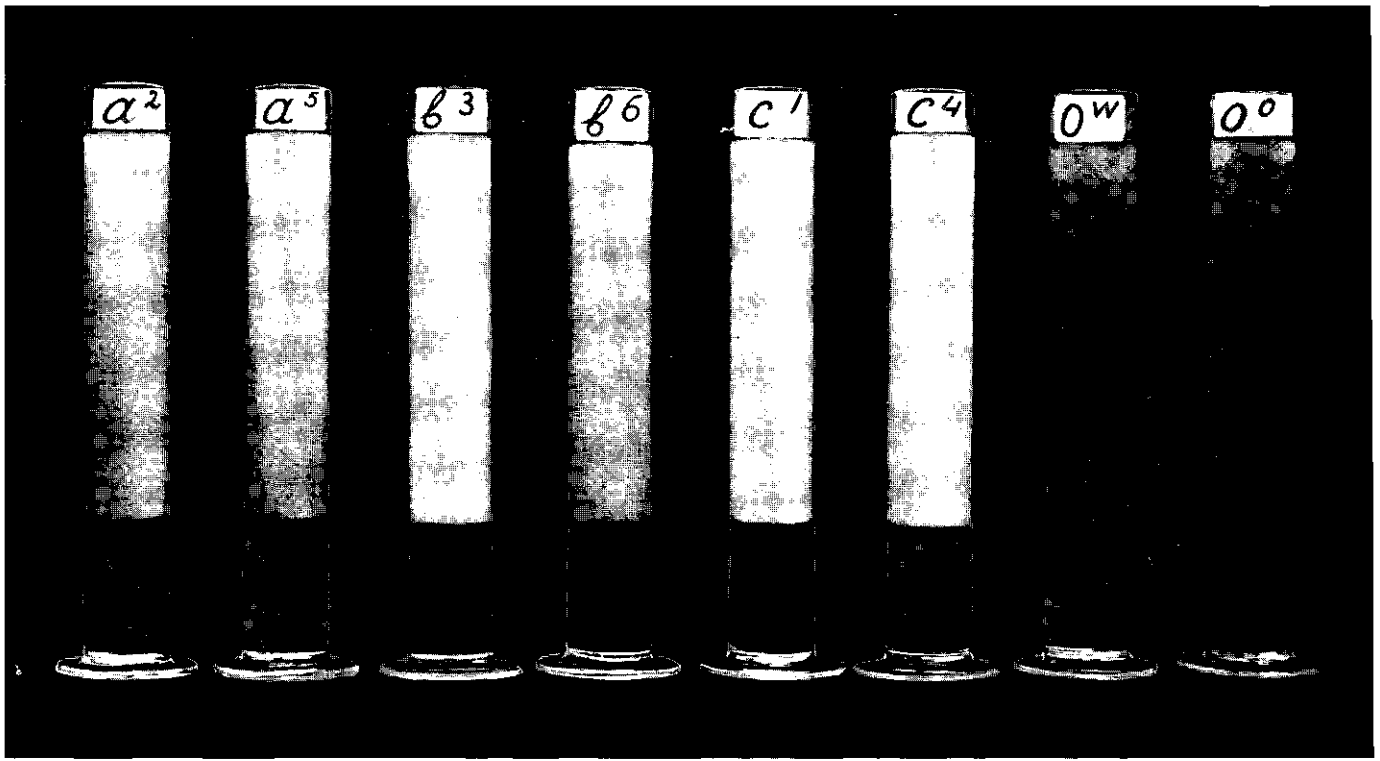
TABEL 26.

mg CaO per 100 cm³ vloeistof.

	1916.	1931.	1933.
Bebouwd $NaNO_3$	7,85	6,0	5,85
„ $(NH_4)_2SO_4$	8,0	6,2	7,3
„ NH_4NO_3, in 1931 en 1933 $Ca(NO_3)_2$	7,35	6,0	7,45
Onbebouwd-onbemest	5,3	4,1	5,2

Keeren wij nog even tot tabel 25 terug. De cijfers uit 1933 verdienen volkomen vertrouwen, zoowel analytisch als ten opzichte der bemonstering. Het zijn nl., voor zoover het de bebouwde veldjes betreft, gemiddelden van de uitkomsten van het onderzoek van 6 afzonderlijke monsters, welke op de 6 met dezelfde N-verbinding bemeste veldjes genomen werden, terwijl

Fig. 7. Bezinkingsproef met grond van het zavelproefveld Pr. 1. Maart 1931.



$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$Ca(NO_3)_2$	Onbebouwd	
			Slechts bemest met fosfaat.	Onbemest.

TABEL 27.

Verschil tusschen $CaCO_3$-HCl en $CaCO_3$-azijnzuur.
Differenz zwischen $CaCO_3$-HCl und $CaCO_3$-Essigsäure

N-bemesting. *N-Düngung.*	1911.	1913.	1914.	1916.	1919.	1923.	1928.	1932.	1933.
$NaNO_3$	1,05	1,06	1,03	1,11	1,05	1,06	1,14	1,07	1,11
$(NH_4)_2SO_4$	1,07	1,05	1,17	1,12	1,05	1,16	1,11	1,20	1,09
NH_4NO_3-$Ca(NO_3)_2$	1,01	0,95	1,14	1,05	1,13	0,99	1,14	1,15	1,05
Onbebouwd-onbemest *Unbebaut-ungedüngt.*	0,83	1,11	1,00	1,02	1,08	1,06	1,03	0,99	1,08
Onbebouwd-Ca fosfaat *Unbebaut-Ca-fosfat.*	0,92	1,01	0,99	1,05	0,98	1,14	0,98	1,05	1,07
Gemiddeld: *Im Mittel*	**0,98**	**1,04**	**1,07**	**1,07**	**1,06**	**1,08**	**1,08**	**1,09**	**1,08**

Bij de onbebouwde veldjes is de overeenstemming tusschen de cijfers voor de afname van het carbonaatgehalte sedert 1911, eenerzijds berekend uit $CaCO_3$-azijnzuur, anderzijds uit $CaCO_3$-HCl (tabel 25 laatste kolom), minder goed: uit de cijfers voor $CaCO_3$-HCl vindt men een geringere afname. Het is echter twijfelachtig, of men hier met een wezenlijk verschil te doen heeft, welk verschil dan een gevolg zou moeten zijn van een toename van het gehalte aan carbonaten, niet door azijnzuur, wèl door zoutzuur ontleedbaar. Hoewel niet onmogelijk — wij denken hier aan de vorming van ijzercarbonaat —, moet dit toch, ook gezien de cijfers in tabel 27, weinig waarschijnlijk geacht worden. Eerder denken wij hier aan analysefouten en aan de onmogelijkheid op verschillende tijdstippen van een veld absoluut vergelijkbare grondmonsters te nemen; de in 1911 van de onbebouwde veldjes genomen grondmonsters hebben ten opzichte van $CaCO_3$-azijnzuur een laag gehalte aan $CaCO_3$-HCl.

Tenslotte willen wij nog de vraag beantwoorden of het van 1911 tot 1933 bij bemesting met ammoniumsulfaat gevonden grootere $CaCO_3$-verlies, vergeleken bij het verlies op de natriumnitraatveldjes, overeenstemt met de hoeveelheid zwavelzuur, welke in die jaren als ammoniumsulfaat in den grond werd gebracht.

Hoewel wij er van overtuigd zijn, dat de bevordering der kalkuitspoeling door ammoniumsulfaat een ingewikkeld verschijnsel is, zoodat berekeningen dienaangaande zeer zeker een zwakke zijde hebben, willen wij er toch op wijzen, dat de onderstaande berekening overeenstemming doet zien tusschen de hoeveelheid $CaCO_3$, welke door de in den loop der jaren in den grond gebrachte hoeveelheid $(NH_4)_2SO_4$ in $CaSO_4$ omgezet zou kunnen worden en

de meerdere afname van het $CaCO_3$-gehalte van den grond bij bemesting met $(NH_4)_2SO_4$ inplaats van met $NaNO_3$.

Gedurende genoemd tijdvak werd op den grond gebracht 914 kg N per ha. 1 molecuul $(NH_4)_2SO_4$, (28 kg N), is instaat 1 molecuul (100 kg $CaCO_3$) in gips om te zetten. In totaal kan er dus van 1911—1933, 914 : 28 × 100 = 3260 kg $CaCO_3$ p. ha zijn omgezet. Neemt men aan dat de omzetting uitsluitend plaats had in de bouwvoor ter dikte van 15 cm, tot welke diepte ook de grondmonsters genomen werden, en dat het volume gewicht van den grond 1,25 is, dan werd de berekende hoeveelheid $CaCO_3$ onttrokken aan 1 875 000 kg grond, hetgeen een daling van het calciumcarbonaatgehalte met 0,17 % tengevolge gehad moet hebben. In tabel 25 vonden wij een meerdere daling bij bemesting met $(NH_4)_2SO_4$ van 0,2 %, zoodat van een goede overeenstemming gesproken kan worden:

De daling van het gehalte aan CaO, oplosbaar in 10 %-HCl.

In de grondmonsters werd ook het gehalte aan CaO, oplosbaar in 10-proc. HCl, bepaald. De gehaltecijfers zijn vermeld in tabel 28; ze zijn in fig. 8

TABEL 28.

CaO-gehalte van den grond (oplosbaar in 10 % HCl) [1]

CaO-Gehalt des Bodens (löslich in 10 proz. HCl).

N-bemesting. *N-Düngung.*	1911.	1914.	1919.	1923.	1928.	1932.	1933.	In 1933 lager dan in 1911.
	%	%	%	%	%	%	%	%
$NaNO_3$	2,79	2,69	2,63	2,57	2,47	2,42	2,45	**0,34**
$(NH_4)_2SO_4$	2,80	2,67	2,58	2,52	2,42	2,34	2,37	**0,43**
NH_4NO_3-$Ca(NO_3)_2$ vanaf (*sedt*) 1925	2,83	2,65	2,57	2,52	2,43	2,41	2,45	**0,38**
Onbebouwd-onbemest — *Unbebaut-ungedüngt*	2,66	2,58	2,54	2,49	2,39	2,35	2,42	**0,24**
Onbebouwd-Ca-fosfaat — *Unbebaut-Ca-fosfat*	2,73	2,67	2,59	2,58	2,48	2,45	2,50	**0,23**

grafisch voorgesteld. Opgemerkt zij, dat het verloop der lijnen voor CaO regelmatiger is dan dat voor $CaCO_3$. Uit deze gegevens kunnen dezelfde conclusies getrokken worden omtrent de uitspoeling van CaO bij de verschillende N-meststoffen en uit den onbebouwden grond als vroeger ten aanzien van de uitspoeling van $CaCO_3$.

[1]) De cijfers van 1911—1928 zijn telkens gemiddelden voor 2 veldjes, die van 1932 en 1933 voor 6 veldjes; bij „onbebouwd" hebben de cijfers slechts op één veldje betrekking.

Zavelperceel Proefveld 1.

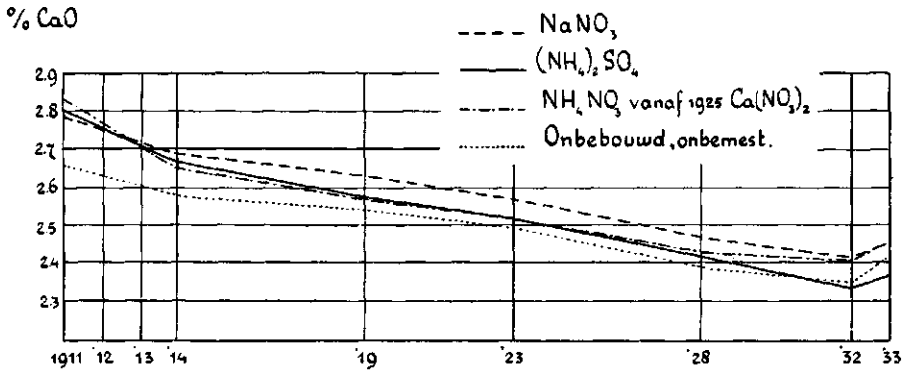


Fig. 8. Afname van het gehalte der bouwvoor aan CaO, oplosbaar in 10 proc. HCl, sedert 1911, bij 3 verschillende N-bemestingen.

In de laatste kolom van tabel 28 is de daling van het CaO-gehalte sedert 1911 vermeld. Rekent men deze cijfers om op procenten $CaCO_3$ dan vindt men bedragen die lager zijn, dan die in tabel 25 voor de daling van het $CaCO_3$-gehalte; volgens de CaO-bepaling is de daling slechts ongeveer 80 % (bij onbebouwd-onbemest nog iets lager, nl. 67 %) van die, welke volgens de CO_2-bepaling gevonden werd. Wijst dit erop, dat naast $CaCO_3$ ook nog andere carbonaten werden uitgespoeld?

Of is het gehalte aan Ca, niet aan CO_2 gebonden, gestegen? De cijfers in tabel 29, aangevende het gehalte aan totaal-CaO verminderd met het gehalte aan CaO gebonden aan CO_2 (tabel 25) zouden dan een beeld geven van deze, zij het ook geringe stijging.

TABEL 29.

Gehalte van den grond aan CaO, niet gebonden aan CO_2.
Gehalt des Bodens an CaO, nicht gebunden an CO_2.

N-bemesting — *N-Düngung.*	1911.	1914.	1919.	1923.	1928.	1932.	1933.
$NaNO_3$	0,77	0,77	0,76	0,80	0,80	0,81	0,85
$(NH_4)_2SO_4$	0,77	0,75	0,70	0,79	0,83	0,84	0,87
NH_4NO_3, vanaf (*sedt*) 1925 $Ca(NO_3)_2$	0,77	0,73	0,75	0,75	0,88	0,86	0,86
Onbebouwd-onbemest — *Unbebaut-ungedüngt*	0,69	0,71	0,83	0,79	0,77	0,75	0,81
Onbebouwd-Ca-fosfaat — *Unbebaut-Ca-fosfat*	0,75	0,76	0,75	0,84	0,77	0,81	0,82
Gemiddeld — *Im Mittel*	**0,75**	**0,75**	**0,76**	**0,79**	**0,81**	**0,81**	**0,84**

Welke zijn de bedoelde kalkverbindingen? In de eerste plaats moet daartoe gerekend worden de kalk, welke aan klei en humus gebonden is, dus de adsorptief gebonden kalk, en in de tweede plaats de kalk, gebonden aan fosforzuur en zwavelzuur.

Bij dezen grond, die bij den aanvang der proef reeds jarenlang in cultuur was, moet men wel aannemen, dat het adsorptie-complex in evenwicht was met de in den grond aanwezige koolzure kalk; vastlegging van kalk uit het $CaCO_3$ door het complex sedert 1911 is buitengesloten. Verandering van het complex met als gevolg verhooging van het adsorptievermogen, bijv. door toename van het humusgehalte is ook niet waarschijnlijk; de humuscijfers geven althans geenerlei grond voor een dergelijke veronderstelling. [1])

Om nog eens duidelijk te doen uitkomen, dat men een hooger kalkverlies vindt, indien men de berekening baseert op de verandering van het gehalte aan $CaCO_3$-azijnzuur dan bij beschouwing van de verandering van het gehalte aan in 10 %-HCl oplosbaar CaO, hebben wij in tabel 30 op beide grondslagen berekend in hoeveel jaren er 1 % CaO uit den grond verdwijnt.

TABEL 30.

Aantal jaren noodig voor uitspoeling van 1 % CaO uit de bouwvoor.

Anzahl Jahre erforderlich zur Auswaschung von 1 % CaO aus der Ackerkrume.

N-bemesting. *N-Düngung.*	Berekend uit de afname van het gehalte aan: *Berechnet aus der Abnahme des Gehaltes an:*	
	$CaCO_3$-azijnzuur. *$CaCO_3$-Essigsäure.*	CaO-10 % HCl.
	Jaren.	Jaren.
$NaNO_3$	52,4	64,7
$(NH_4)_2SO_4$	41,7	51,2
NH_4NO_3-$Ca(NO_3)_2$	46,8	57,9
Onbebouwd-onbemest — *Unbebaut-ungedüngt*	61,1	91,7
Onbebouwd-Ca-fosfaat — *Unbebaut-Ca-fosfat*	73,3	95,7

Bij de bestudeering van de ontkalking van den grond in de Dollardpolders aan de hand van een groot aantal monsters, is ons gebleken, dat het bij die gronden geen noemenswaard verschil maakt, of men bij de berekening van de ontkalkingssnelheid uitgaat van de verandering van het gehalte aan $CaCO_3$-azijnzuur of van de verandering van het gehalte aan CaO-10 % HCl. Wij laten in tabel 31 de analyse-uitkomsten der Dollardmonsters, waarop wij onze berekeningen hebben gebaseerd, volgen. De cijfers hebben betrekking op mengmonsters, samengesteld uit meerdere monsters (zie

[1]) Bij den onbebouwden grond gaat de duidelijke daling van het humusgehalte niet gepaard met een daling van het CaO-gehalte, zooals men zou kunnen verwachten.

kolom VI), die omstreeks 1920 door de 1ste Afdeeling van het Proefstation te Groningen systematisch over de polders verdeeld, genomen werden. Men mag dus aannemen, dat elk mengmonster een juist beeld geeft van den gemiddelden grond in den betreffenden polder.

TABEL 31.

CaO-gehalte van den grond in enkele der westelijke Dollardpolders omstreeks 1920.

CaO-gehalt des Bodens in einigen der westlichen Dollardpolder (1920).

Polder. *Polder.*	Jaar van indijking. *Jahr der Bedeichung.*	I		II		III		IV		V		VI
		$CaCO_3$ Scheibler-azijnzuur. *$CaCO_3$ Scheibler-Essigsäure.*		Totaal CaO 10% HCl. *Total CaO 10% HCl.*		CaO gebonden aan CO_2. *CaO gebunden an CO_2.*		CaO niet aan CO_2 gebonden. *CaO nicht an CO_2 gebunden.*		Zand $> 20\ \mu$ *Sand $> 20\ \mu$*		Aantal monsters. *Probenzahl.*
		B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	
Oud-Nieuwland .	1665	0,69	2,48	1,52	2,64	0,39	1,39	1,14	1,25	24,0	19,6	25
Nieuwland . . .	1701	1,38	3,70	2,10	3,34	0,77	2,07	1,33	1,27	18,1	14,1	53
Oostwolderpolder	1769	4,50	6,30	3,88	4,81	2,52	3,53	1,36	1,27	20,0	17,5	43
Finsterwolderpolder.	1819	6,47	8,08	5,04	5,78	3,62	4,53	1,41	1,26	19,7	19,9	27
Reiderwolderpolder A	1862	7,41	9,22	5,53	6,39	4,15	5,17	1,37	1,23	20,4	20,1	20
Reiderwolderpolder B	1874	8,43	9,51	5,91	6,43	4,72	5,33	1,19	1,10	35,5	30,4	6

B = laag van 0—20 cm. *Ackerkrume 0—20 cm.*
O = „ „ 20—40 „ . *Untergrund 20—40* „ .

In de eerste plaats willen wij de aandacht vestigen op de cijfers in kolom IV, aangevende het gehalte aan CaO niet aan CO_2 gebonden (II—III), dus praktisch gesproken, het gehalte aan geadsorbeerde kalk. Men ziet, dat met uitzondering van het eerste en het laatste cijfer bij B, en alleen met uitzondering van het laatste cijfer bij O, de overeenstemming der cijfers zeer groot is, ondanks het belangrijke verschil in ouderdom der gronden. Hieruit volgt, dat het gehalte aan adsorptief gebonden CaO gedurende een paar eeuwen niet veranderd is. Voor den bovengrond in het Oud Nieuwland wordt een lager cijfer gevonden, maar hier is het gehalte aan $CaCO_3$ zoo ver gedaald (0,69 %), dat de voorraad $CaCO_3$ in den grond niet meer instaat is geweest het adsorptiecomplex tegen ontkalking te beschermen. Bij den ondergrond (20—40 cm) is dit wel het geval geweest omdat deze nog 2,48 % $CaCO_3$ bevat; het cijfer is hier dus in overeenstemming met die der volgende polders.

Overeenstemming is natuurlijk alleen te verwachten bij een gelijk gehalte aan adsorptie-complex. Dit is bij de 5 eerste polders wel het geval, gezien de geringe verschillen in het zandgehalte (V). De grond in den Reiderwolderpolder B bevat aanmerkelijk meer zand en dus minder adsorbeerend complex en derhalve ook minder CaO niet gebonden aan CO_2.

In tabel 32 hebben wij de ontkalkingsnelheid van den Dollardgrond berekend zoowel uit de afname van het gehalte aan totaal CaO als uit die van het gehalte aan $CaCO_3$-azijnzuur (CO_2).

Uit tabel 32 blijkt, dat als men het kalkverlies dat de Dollardklei in den loop der tijden lijdt, berekent uit de afname van het gehalte aan totaal CaO

TABEL 32.

Kalkverlies bij Dollardgrond berekend uit de afname van het gehalte aan totaal CaO (10 %—HCl) en uit de afname van het $CaCO_3$-gehalte (azijnzuur).

Kalkverlust bei Dollardboden, berechnet aus der Abnahme des Gehaltes an Total-CaO (10 %-HCl) und aus der Abnahme des $CaCO_3$-Gehaltes (Essigsäure).

Polder. *Polder.*	Jonger dan Oud-Nieuwland van 1665. *Junger als Oud-Nieuwland von 1665.*	De grond in onderstaande polders bevat meer CaO dan de grond in het Oud-Nieuwland van 1665: *Der Boden in den untengenannten Poldern enthält mehr CaO als der Boden im Oud-Nieuwland von 1665:*				1 % CaO werd uitgespoeld in: 1 % *CaO wurde ausgewaschen in:*			
		CaO oplosbaar in 10 % HCl. *CaO löslich in 10 % HCl.*		CaO gebonden aan CO_2. *CaO gebunden an CO_2.*		berekend uit verschil in totaal CaO-gehalte. *berechnet a. d. Unterschied im Total-CaO-gehalt.*		berekend uit verschil in CO_2-gehalte. *berechnet a. d. Unterschied CO_2-gehalt.*	
		B	O	B	O	B	O	B	O
	Jaren *Jahre*	%	%	%	%	Jaren *Jahre*	Jaren *Jahre*	Jaren *Jahre*	Jaren *Jahre*
Reiderwolderpolder B	209	4,39	3,79	4,33	3,94	48	55	48	53
Reiderwolderpolder A	197	4,00	3,75	3,76	3,78	49	52	52	52
Finsterwolderpolder	154	3,51	3,14	3,24	3,14	44	49	48	49
Oostwolderpolder	104	2,36	2,17	2,13	2,14	44	48	49	49
Nieuwland . . .	36	0,58	0,70	0,39	0,69	62	51	94	53
Gemiddeld met uitschakeling van het Nieuwland. . . *Im Mittel bei Ausschaltung des Polders Nieuwland*						**46**	**51**	**49**	**51**

Bij vergelijking met Nieuwland van 1701.

Bei Vergleichung mit dem Nieuwlandpolder von 1701.

Polder. *Polder.*	Jonger dan het Nieuwland van 1701, *Junger als Nieuwland von* 1701.	De grond in onderstaande polders bevat meer CaO dan de grond in het Nieuwland van 1701: *Der Boden in den untengenannten Poldern enthält mehr CaO als der Boden im Nieuwland von* 1701:				1 % CaO werd uitgespoeld in: 1 % *CaO wurde ausgewaschen in:*			
		CaO oplosbaar in 10 % HCl. *CaO löslich in* 10 % *HCl.*		CaO gebonden aan CO_2. *CaO gebunden an* CO_2.		berekend uit verschil in totaal CaO-gehalte. *berechnet a. d. Unterschied im Total-CaO-gehalt.*		berekend uit verschil in CO_2-gehalte. *berechnet a. d. Unterschied im* CO_2*-gehalt.*	
		B	O	B	O	B	O	B	O
	Jaren *Jahre*	%	%	%	%	Jaren *Jahre*	Jaren *Jahre*	Jaren *Jahre*	Jaren *Jahre*
Reiderwolderpolder B	173	3,81	3,09	3,95	3,26	45	56	44	53
Reiderwolderpolder A	161	3,42	3,05	3,38	3,09	47	53	48	52
Finsterwolderpolder	118	2,93	2,44	2,85	2,45	40	48	41	48
Oostwolderpolder	68	1,78	1,47	1,75	1,46	38	46	39	47
Gemiddeld — *Im Mittel*						**42,5**	**51**	**43**	**50**

(10 %—HCl), men dezelfde cijfers vindt als bij de berekening van het kalkverlies uit de afname van het gehalte aan CO_2, bepaald volgens de methode SCHEIBLER onder gebruikmaking van azijnzuur. Bij den kleigrond uit den Dollard wordt dus gedurende de paar eerste eeuwen na de bedijking uitsluitend $CaCO_3$ uitgespoeld. Is het gehalte aan $CaCO_3$ tot ongeveer 1 % gedaald, dan wordt in 't vervolg ook geadsorbeerde kalk aan den grond onttrokken.

Bij tabel 32 dient nog opgemerkt te worden, dat de cijfers in het eerste gedeelte der tabel betrekking hebben op de ontkalking van het in 1665 ingepolderde Oud-Nieuwland, die in het tweede gedeelte op de ontkalking van het Nieuwland, ingepolderd in 1701. Bij de eerste berekening van de ontkalkingssnelheid vindt men voor den bovengrond iets lagere waarden dan bij de tweede berekening, hetgeen vermoedelijk hieraan toegeschreven moet worden, dat de grond in het Nieuwland, omstreeks 1920, met 1,38 % $CaCO_3$ nog de maxi-

male ontkalkingssnelheid vertoonde, terwijl die bij den grond in het Oud Nieuwland, met nog slechts 0,69 % $CaCO_3$, toen reeds dalende was. Voor den *ondergrond* vindt men, of men den grond uit het Nieuwland of dien uit het Oud Nieuwland beschouwt, gelijke waarden, omdat ook de grond in het Oud-Nieuwland nog 2,48 % $CaCO_3$ bevatte, bij welk gehalte dus blijkbaar nog een maximale uitspoeling plaats vindt. De ontkalkingssnelheid van de laag 20—40 cm is gemiddeld iets geringer dan die van de laag 0—20 cm; direct na de bedijking is het verschil het grootst, maar langzamerhand neemt de ontkalkingssnelheid van de laag 20—40 cm toe.

Keeren wij thans terug tot het bij het proefveld geconstateerde feit, dat de vermindering van het gehalte aan CaO, oplosbaar in 10 % HCl gedurende het tijdvak 1911—1933 niet aequivalent is met de vermindering in het gehalte aan CO_2, doch kleiner, terwijl bij den grond in de Dollardpolders in dit opzicht wel overeenstemming bestaat. Een en ander blijkt ook nog uit tabel 33, waarin wordt aangegeven in hoeveel jaren de grond van het proefveld en die in de Dollardpolders 1 % $CaCO_3$ resp. 1 % CaO verloor.

TABEL 33.

Ontkalkingssnelheid van Dollardklei en van den zavelgrond van het proefveld Pr 1.

	Aantal jaren, waarin 1 % $CaCO_3$ uitspoelt, berekend uit:		Aantal jaren, waarin 1 % CaO uitspoelt, berekend uit:	
	het CO_2-verlies van den grond.	het CaO-verlies van den grond.	het CO_2-verlies van den grond.	het CaO-verlies van den grond.
Dollardpolder	24	24	43	42,5
Zavelproefveld:				
met $NaNO_3$	30	36	52	65
„ $(NH_4)_2SO_4$	23	29	42	51
„ NH_4NO_3 en $Ca(NO_3)_2$	26	32	47	58
Onbebouwd-onbemest	34	52	61	92
Onbebouwd + Ca-fosfaat	41	54	73	96

Toename van de hoeveelheid adsorptief gebonden CaO meenden wij als oorzaak van genoemd verschil te mogen uitsluiten; er blijft dus over een toevoer van andere kalkverbindingen aan den grond. De grootte van den toevoer blijkt uit het volgende staatje (tabel 34). Wel zijn de bedragen niet groot, maar aangezien ze bij de monsters van alle objecten gevonden worden, zijn wij geneigd ze als wezenlijk te beschouwen; absolute zekerheid is alleen te verkrijgen na nog langer tijdsverloop.

TABEL 34.

Vermeerdering van de hoeveelheid niet aan CO_2 gebonden kalk in den grond.

	Afname van het CaO-gehalte, berekend uit de afname van het CO_2-gehalte 1911—1933.	Werkelijke afname van het gehalte aan CaO–10%-HCl 1911—1933.	Toevoer CaO van 1911—1933.
	%	%	%
$NaNO_3$	0,41	0,34	0,07
$(NH_4)_2SO_4$	0,53	0,43	0,10
NH_4NO_3—$Ca(NO_3)_2$	0,48	0,38	0,10
Onbebouwd-onbemest	0,36	0,24	0,12
„ Ca-fosfaat	0,30	0,23	0,07

Van waar is deze kalk afkomstig? Er zijn twee bronnen van kalk aan te wijzen:

1e. de fosfaatbemesting;

2e. het regenwater.

In 1911, bij den aanvang der proef was het gehalte aan P_2O_5, oplosbaar in 12.5 proc.—HNO_3, in de bouwvoor 0,091 %. In 1933 was dit gehalte 0,113 %. Het gehalte steeg dus tengevolge van de bemesting met calciumfosfaat en wellicht ook door aanvoer van fosforzuur uit den ondergrond door middel van wortels en stoppelresten met 0,022 %, overeenkomende met 550 kg P_2O_5 per ha in de bouwvoor ter dikte van 20 cm als men het volumegewicht van den grond op 1,25 stelt. Veronderstelt men dat dit fosforzuur in de bouwvoor aanwezig is als $Ca_3(PO_4)_2$, waarbij de kalk gedeeltelijk afkomstig van de meststof, gedeeltelijk afkomstig van den $CaCO_3$-voorraad in den grond kan zijn, dan is de hoeveelheid CaO, oplosbaar in 10 %-HCl en niet gebonden aan CO_2, vermeerderd met 650 kg.

Het regenwater, dat op het terrein viel, bevatte tusschen 1921 en 1931 gemiddeld 52 kg CaO per jaar per ha. Deze kalk is blijkens de analyses van het regenwater grootendeels gebonden aan zwavelzuur [1]). Van 1911—1933 kwam er met den regen dus ongeveer 1100 kg CaO in den grond. Hoeveel van deze kalk weer uit de bouwvoor werd uitgespoeld is onmogelijk te zeggen. Nemen wij aan, dat alle kalk in de bouwvoor 0—20 cm bleef, dan zou deze van 1911—

[1]) Het gehalte aan $CaSO_4$ is zeer hoog. Men bedenke echter, dat het regenwater werd opgevangen in een stad en op een terrein, grenzende aan een spoorwegemplacement! Aan het Tennessee Agric. Experiment Station vond men onder overeenkomstige omstandigheden 70 kg CaO per ha per jaar, terwijl aan het Virginia Agric. Experiment Station jaarlijks 44 kg CaO per ha met den regen op den grond kwam. Ook daar was de kalk in hoofdzaak als $CaSO_4$ in het regenwater aanwezig. (Virginia Agr. Exp. St. Apr. '34, *Techn. Bull.* 54.)

1933 door de fosfaatbemesting en doot het regenwater verrijkt zijn met 650 + 1100 = 1750 kg CaO per ha, hetgeen, het volumegewicht van den grond gelijk 1,25 stellende, neer zou komen op een verhooging van het gehalte aan CaO niet gebonden aan CO_2, met 0,07 %, een bedrag ongeveer overeenkomende met het geconstateerde verschil. Het is dus niet buitengesloten, dat er inderdaad eenige verrijking van de bouwvoor door fosfaatbemesting en regenval heeft plaats gevonden. Nauwkeuriger en betrouwbaarder berekeningen zijn eerst uitvoerbaar wanneer de proef een grooter aantal jaren heeft geloopen en men niet hoeft te rekenen met gehaltecijfers in een bepaald jaar maar b.v. de gemiddelde gehaltecijfers in de eerste vijf jaren van de proef kan vergelijken met die in een andere vijfjarige periode, die van de begin periode twintig of dertig jaar verwijderd is.

Tenslotte zij hier opgemerkt, dat in de Dollardpolders, ook in de oudste door ons onderzochte, tot 1920 slechts bij uitzondering hier en daar een fosforzuur-bemesting werd gegeven terwijl in dat gebied met het regenwater naar alle waarschijnlijkheid slechts zeer weinig kalk in den grond komt.

Hoewel in de voorafgaande beschouwingen en berekeningen nog veel onzekers is, meenden wij ze toch niet achterwege te moeten laten, om de aandacht te vestigen op een paar factoren, die bij langdurige proeven omtrent de kalkhuishouding in den grond een rol zouden kunnen spelen.

b. Het kaligehalte van den grond.

In 1911, 1912, 1916, 1923, 1928 en 1932 werd van elk N-object steeds van dezelfde twee veldjes een monster der bouwvoor onderzocht op K_2O, oplosbaar in 5 % HCl. Vanaf 1923 behoorde telkens van ieder paar veldjes één tot de veldjes zonder en één tot de veldjes met kalibemesting. In 1933 werden voor ieder N-object mengmonsters gemaakt van de veldjes zonder en van die met kalibemesting. Wij zijn dus in staat om de veranderingen in het kaligehalte van den grond, o. a. die, welke onder invloed der kalibemesting plaats grijpen, na te gaan. Nu klinkt dit eenvoudiger dan het inderdaad is, want, zooals uit het volgende zal blijken, is de kalihuishouding in den grond veel ingewikkelder dan men meestal veronderstelt. Men kan er niet eenvoudig een rekensommetje van maken, dat er als volgt uitziet: er werd per hectare a kg K_2O op den grond gebracht, het gewas onttrok er b kg aan en met het drainwater verdween c kg uit den grond, derhalve steeg de kalivoorraad in den grond met $a—(b + c)$ kg, om dan vervolgens na te gaan, of men door analyse van den grond deze winst (resp. verlies) kan constateeren.

Het is duidelijk, dat een kali-bepaling in de *bouwvoor*, waartoe men zich als regel beperkt, absoluut geen basis kan zijn voor een dergelijke berekening,

omdat de kalivoorraad, waaruit de planten kali putten, niet beperkt is tot de bouwvoor, doch zich ook onder de bouwvoor voortzet. Indien men een dergelijke berekening zou willen opzetten, dan zou men de geheele grondlaag, voor zoover deze doorworteld is, bijv. tot 1 m, erin moeten betrekken. Men gevoelt wel, dat alleen reeds ten aanzien van de bemonstering groote, zoo niet onoverkomenlijke bezwaren rijzen, waarbij dan nog de moeilijkheden komen ten aanzien van bepalingsmethode van het K_2O-gehalte van den grond.

Aangezien de gewassen, welke op het proefveld verbouwd werden, steeds werden geanalyseerd, zijn wij in staat het kaliverlies van den grond, uit dien hoofde, vrij nauwkeurig te ramen.

Uit de analyses der gewassen volgt, dat van 1923 tot en met 1933 de gewassen per ha de volgende hoeveelheden-K_2O aan den grond onttrokken.

N-bemesting.	Met kali.	Zonder kali.
	kg	kg
$NaNO_3$	1662	1031
$(NH_4)_2SO_4$	1654	1043
$Ca(NO_3)_2$	1686	1036

Deze cijfers zijn in werkelijkheid iets grooter geweest daar in 1927 de op 11 Juli groen gemaaide haver en in 1929 het aardappelloof niet werd geanalyseerd. Vermoedelijk zullen de hoeveelheden gemiddeld ongeveer 1825 en 1150 kg K_2O per ha geweest zijn. Aangezien er van 1923—1933 1400 kg K_2O in den grond werd gebracht, verarmde de grond op de veldjes met kali dus met ongeveer 425 kg K_2O per ha, terwijl op de veldjes zonder kalibemesting het verlies in de 10-jarige periode ongeveer 1150 kg bedroeg.

Neemt men aan dat de kali onttrokken werd aan een grondlaag ter dikte van 1 m en stelt men het volume gewicht van den grond op 1,25, dan zou de kalionttrekking door de gewassen zonder kalibemesting neerkomen op een daling van het K_2O-gehalte met ongeveer 0,0092 % bij een gemiddeld monster der laag ter dikte van 1 m. Op de veldjes met kalibemesting zou het verlies van 425 kg K_2O neerkomen op een daling van het K_2O-gehalte met 0,0034 %; derhalve zou men op de veldjes met kalibemesting in 1933 een K_2O-gehalte moeten vinden, dat 0,0058 % hooger ligt dan op de veldjes zonder kalibemesting.

Wij hebben hier de uitspoeling van kali buiten beschouwing gelaten, hetgeen bij de berekening van den invloed der kalibemesting op de verandering van het K_2O-gehalte van den grond ook geoorloofd is, als men mag veronderstellen, dat de uitspoeling van K_2O bij de met kali bemeste veldjes

gelijk is aan die bij de onbemeste veldjes. Dit laatste achten wij bij kleihoudende gronden geen te gewaagde veronderstelling.

Op dit proefveld kan men de hoeveelheid drainwater, welke wordt afgevoerd, niet bepalen; men kan dus ook niet berekenen hoeveel kali uitgespoeld wordt. Voor dit verlies zijn wij dus aangewezen op een raming en voor deze beschikken wij wel over gegevens, daar op hetzelfde terrein lysimeters geplaatst zijn, welke met een soortgelijken zavelgrond als die van het proefveld gevuld zijn. De jaarlijks uitgespoelde hoeveelheid K_2O, berekend per ha, wisselde bij deze lysimeters tusschen de jaren 1918 en 1931 zeer sterk, nl. tusschen 12 kg in het proefjaar September 1928—September 1929 en 154 kg in 1922—1923, hetgeen voornamelijk samenhangt met de groote verschillen in de hoeveelheden drainwater in de beide jaren, tengevolge van groote verschillen in den regenval (drainwater resp. 2723 en 304 m^3 per ha; regenval 728 en 539 mm). Gemiddeld spoelde er tusschen 1918 en 1932 73 kg K_2O per ha per jaar uit.

Vermoedelijk zal het jaarlijksche kaliverlies met het drainwater op het proefveld kleiner zijn dan in de lysimeters, daar naar verwacht mag worden de hoeveelheid drainwater op het proefveld kleiner zal zijn; in de lysimeters immers rust de laag grond ter dikte van 1 m op een ideaal gedraineerd zandbed. Neemt men aan, dat op het proefveld bijv. gemiddeld 50 kg K_2O per jaar p. ha uitspoelde, dan verdween er op de met kali bemeste veldjes dus gemiddeld per jaar $1825 : 10 + 50 = \pm 230$ kg K_2O; trekt men hiervan af wat er met de kalibemesting weer in den grond gebracht werd, dan komt men op een jaarlijks verlies van $\pm$ 100 kg K_2O. Voor de veldjes zonder kalibemesting vindt men voor het gemiddelde jaarlijksche kaliverlies $1150 : 10 + 50 = 165$ kg p. ha. Bij de 8 lysimeters, waarbij wij een zuivere balans konden opmaken, vonden wij over een 13-jarige periode een gemiddeld kali-verlies per jaar van 261 kg. Dit hoogere cijfer vindt waarschijnlijk zijn verklaring in de omstandigheid dat de jongere, nog kalirijkere zavelgrond in de lysimeters hooger opbrengsten aan kalirijke gewassen gaf. Gemiddeld bevatten de van 1919 tot en met 1931 verbouwde gewassen 212 kg K_2O per gewas per ha, terwijl wij bij het zavelperceel hiervoor op de met kali bemeste veldjes slechts 182 kg, op de veldjes zonder kali slechts 115 vonden. Verder werd er bij de lysimeters per jaar 23 kg K_2O meer met het drainwater afgevoerd, dan wij voor het zavelperceel in rekening brachten.

Hoe groot is nu de kalivoorraad in den grond van het proefveld, waaruit deze jaarlijks benoodigde hoeveelheid kali geput moet worden?

Het gehalte aan kali, oplosbaar in 5 proc. HCl, der bouwvoor van het proefveld bedroeg 0,168 % (pg. 545). Neemt men aan, dat het gehalte der diepere lagen even hoog is (later zullen wij zien, dat bij gelijke geaardheid

van den ondergrond het kaligehalte van den ondergrond meestal lager is dan dat van de bouwvoor) en dat het volumegewicht van den grond 1,25 bedraagt, dan vindt men voor de hoeveelheid K_2O, die aanwezig is in een grondlaag ter dikte van 1 m $0{,}168 \times 125\,000 = 21\,000$ kg per ha. *Bij een jaarlijks verlies van 100 kg, dat wij berekenden voor de veldjes, welke telken jare een behoorlijke kalibemesting ontvangen, zou de kalivoorraad dus, ondanks de geregelde aanvulling door bemesting, reeds na 210 jaar totaal zijn uitgeput. Zonder kalibemesting zou dit reeds binnen 130 jaar het geval zijn*; juister gezegd: lang voor deze 210, resp. 130 jaar, verstreken zouden zijn, zou er reeds geen plant meer kunnen groeien.

Dit resultaat leert ons, dat het in 5 %-HCl oplosbaar K_2O niet de eenige kalivoorraad in den grond is, waaruit de planten putten en waaruit kali door het regenwater wordt opgelost en weggevoerd. Ware dit wel het geval dan zou de cultuur op onze klei- en zavelgronden reeds lang bij gebrek aan kali moeten zijn spaak geloopen. Derhalve moeten de planten ook in staat zijn de niet in 5 proc.-HCl oplosbare kali tot zich te nemen, of de voor de planten toegankelijke kalivoorraad moet voortdurend door verweering van kalihoudende mineralen worden aangevuld. Dit laatste is mogelijk, want de voorraad moeilijk oplosbare kali is veel grooter dan de voorraad aan in 5 proc.-HCl oplosbare kali; zoo bedraagt het gehalte aan totaal-K_2O na opensluiten van den grond bij den grond van het proefveld, evenals bij dien van de genoemde lysimeters, 1,55 %.

Het is dus niet waarschijnlijk, dat het gehalte aan in 5 proc.HCl oplosbare kali ons een beeld kan geven van den kalirijkdom van kleihoudende gronden, hetwelk ons in staat stelt een oordeel te vormen over het vermogen van den grond om in de behoefte der planten aan kali te voorzien. En a fortiori geldt dit voor nog zwakkere oplosmiddelen.

Gaan we thans over tot de beschouwing der in de monsters van het proefveld gevonden cijfers voor het K_2O-gehalte, welke zijn opgenomen in tabel 35.

In de eerste plaats valt op, dat over het algemeen de cijfers een goede overeenstemming vertoonen. Tusschen de cijfers voor de jaren 1932 en 1933 treden echter met een paar uitzonderingen, vrij groote verschillen op, hetgeen wel den indruk geeft dat de cijfers van jaar tot jaar eenigszins kunnen schommelen. [1])

In de jaren na 1923, toen begonnen werd met de helft der veldjes jaarlijks een kalibemesting te geven, treedt er een verschil op in het kali-gehalte der veldjes met en zonder kalibemesting: op de K-veldjes is het gehalte hooger

[1]) Het is ook niet buitengesloten, dat men te maken heeft met afwijkingen in de diepte van bemonstering of met analysefouten.

TABEL 35.

Gehalte der bouwvoor aan in 5-proc.-HCl oplosbare kali (K_2O).

Gehalt der Ackerkrume des Versuchfeldes an in 5 proc. HCl löslichen Kali.

	Geen kalibemesting. *Ohne Kalidüngung.*				Kalibemesting. *Mit Kalidüngung.*				
	1911.	1912.	1916.	Gem. 1911—1916.	1923.	1928.	1932.	1933. [1]	
$NaNO_3$-geen (*ohne*) kali	0,163	0,163	0,160	0,162	0,164	0,152	0,179	0,174	
$NaNO_3$-kali	0,167	0,163	0,165	0,165	0,163	0,165	0,193	0,182	
$(NH_4)_2SO_4$-geen kali .	0,159	0,167	0,159	0,162	0,161	0,155	0,172	0,171	
$(NH_4)_2SO_4$-kali . . .	0,163	0,164	0,163	0,163	0,167	0,161	0,196	0,178	
$Ca(NO_3)_2$ [2])-geen kali	0,169	0,160	0,162	0,164	0,170	0,157	0,180	0,170	
$Ca(NO_3)_2$-kali	0,172	0,163	0,164	0,166	0,168	0,164	0,193	0,179	
Onbebouwd-onbemest	0,163	0,166	—	—	0,175	0,170	0,180	0,189	
„ + Ca.fosfaat	0,168	—	0,169	—	0,183	0,176	0,195	0,191	
Gemiddeld voor de bebouwde veldjes . .	**0,166**	**0,163**	**0,162**	**0,164**	**0,165**	**0,155**	**0,177**	**0,172**	oK
Im Mittel für die bebauten Parzellen.					**0,166**	**0,163**	**0,194**	**0,180**	K

TABEL 35*a*.

Gehalte der bouwvoor aan in 0,1 normaal HCl oplosbare kali (K_2O).

K_2O-gehalt (löslich in 0,1 n. HCl) der Ackerkrume.

	1932.	1933.
	%	%
$NaNO_3$ — geen (*ohne*) kali	0,010	0,009
$NaNO_3$ — kali	0,014	0,012
$(NH_4)_2SO_4$ — geen kali	0,010	0,009
$(NH_4)_2SO_4$ — kali	0,015	0,012
$Ca(NO_3)_2$ — geen kali	0,010	0,009
$Ca(NO_3)_2$ — kali	0,014	0,013
Onbebouwd — onbemest	0,014	0,015
Onbebouwd + Ca.fosfaat	0,015	0,015

dan op de veldjes met dezelfde N-bemesting, doch zonder kalibemesting. Zooals we boven zagen, is er ook verschil te verwachten, aangezien op de met kali bemeste veldjes, volgens onze berekening, het K_2O-verlies geringer

[1]) Mengmonsters van de 3 veldjes van ieder object.

[2]) Van 1911—1924 NH_4NO_3.

is dan op de veldjes zonder kalibemesting. In 1932 is het verschil gemiddeld 0,017 %, in 1933 0,008 %, terwijl wij vroeger (blz. 620) uit de kali-onttrekking aan den grond een verschil van 0,006 % berekenden.

In 1932 en 1933 werd ook het gehalte aan kali oplosbaar in 0,1 norm. HCl (60 *g* grond op 600 cc HCl bij kamertemperatuur) in de bouwvoor van alle veldjes bepaald. Tabel 35*a* geeft de gemiddelde cijfers per object.

Ook hier vinden we dus een hooger gehalte aan kali op de sedert 1923 met kali bemeste veldjes. In 1932 is het verschil gemiddeld 0,004, in 1933 0,003 %. Deze verschillen zijn kleiner dan die, welke gevonden worden voor de in 5 proc.-HCl oplosbare kali, hetgeen het vermoeden wekt, dat een deel der kali, waarmede de bouwvoor direct of indirect door de kalibemesting sedert 1923 verrijkt werd, niet oplosbaar is in 0,1 *n* HCl, doch wel in 5 proc.-HCl. [1])

Het schijnt dus op het eerste gezicht, alsof de hoogere kalicijfers op de met kali bemeste veldjes, vrij aardig met de berekening kloppen. Nu meenen wij echter, dat men met deze conclusie en met de verdere gevolgtrekking, dat men dus door de bepaling van het in 5 % HCl of in 0,1 *n* HCl oplosbaar K_2O *in de bouwvoor*, de kalihuishouding van den zavelgrond goed kan vervolgen, zeer voorzichtig moet zijn, nog afgezien van de vraag of de methode analytisch volkomen vertrouwen verdient.

In de eerste plaats weten we niet, welk deel der kali door de gewassen onttrokken wordt aan de bouwvoor, welk deel aan de diepere lagen; de vroeger gemaakte berekening gold voor de gehalte-daling bij een gemiddeld monster van de grondlaag ter dikte van 1 m, waaruit, naar we veronderstelden, kali zou opgenomen worden. Dan rijst de vraag: blijft er niet een deel van de kali der bemesting bij een kleigrond in de bouwvoor achter, hetgeen verhooging van het kaligehalte der bouwvoor tengevolge kan hebben?

En in de derde plaats moet men zich afvragen, of niet de bouwvoor met kali verrijkt wordt tengevolge van stoppelresten en afgevallen blad en of op de kaliveldjes deze verrijking niet grooter zal zijn dan op de kali-looze veldjes.

Omtrent dit laatste punt beschikken wij over enkele gegevens. Bij de analyseering van profielmonsters uit de Dollardpolders, waar nimmer kali en zeer spaarzaam stalmest werd gegeven, bleek, dat het gehalte der bouwvoor aan K_2O (en hetzelfde geldt voor P_2O_5) duidelijk hooger was dan dat der volgende lagen. Eerst op een diepte van circa 70 cm gaat de daling weer in een stijging der gehaltecijfers over. Hieruit meenen wij te moeten afleiden,

[1]) De aandacht zij er op gevestigd, dat de onbebouwde veldjes een hooger gehalte bezitten dan de bebouwde veldjes zonder kali. Hetzelfde is te zien in tabel 35 bij de kali, oplosbaar in 5 % HCl.

dat de gewassen ook uit de diepere lagen K en P opnemen en een gedeelte daarvan met de stoppels en de afgevallen bladeren in de bouwvoor deponeeren. [1])

TABEL 36.

K_2O-gehalte (5 proc. HCl) van den grond op verschillende diepten in enkele Dollardpolders (berekend op drogen grond 120° C).

K_2O-Gehalt (5 proc. HCl) der aufeinanderfolgenden Bodenschichten in einigen Dollardpolder (berechnet auf Trockenboden 120° C.).

Diepte in cm. *Tiefe in cm.*	Nieuwland 1701.		Oostwolderpolder 1769.			Finsterwolderpolder 1819 (Stikker).		Finsterwolderpolder 1819 (Ebbens).		Reiderwolderpolder 1862.	Gemiddeld.
	P 6	P 8	P 4	P 7	P 18	P 1	P 11	P 1	P 12	P 6	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0—20	0,371	0,397	0,361	0,383	0,359	0,345	0,328	0,329	0,353	0,365	**0,359**
20—40	0,249	0,309	0,276	0,294	0,275	0,245	0,220	0,243	0,258	0,262	**0,263**
40—70	0,221	0,245	0,263	0,240	0,257	0,252	0,255	0,246	0,239	0,237	**0,246**
70—100	0,214	0,250	0,261	0,254	0,270	0,260	0,260	0,255	0,252	—	**0,253**
100—130	0,259	0,270	0,278	0,284	0,289	0,274	0,284	0,306	0,293	—	**0,282**
130—160	0,248	—	—	0,298	—	—	—	—	—	—	**0,273**
160—190	—	—	0,286	—	—	—	—	0,419	—	0,307	**0,310**
190—220	—	—	0,267	—	0,252	—	0,307				
220—250	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Berekend op zand- en $CaCO_3$-vrijen drogen grond.
Umgerechnet auf Sand- und $CaCO_3$-freien Trockenboden.

0—20	0,459	0,471	0,475	0,504	0,475	0,430	0,428	0,413	0,465	0,525	**0,465**
20—40	0,309	0,370	0,338	0,371	0,334	0,302	0,287	0,313	0,344	0,383	**0,335**
40—70	0,255	0,312	0,319	0,305	0,310	0,301	0,313	0,298	0,313	0,340	**0,307**
70—100	0,286	0,349	0,330	0,311	0,347	0,318	0,334	0,315	0,334	—	**0,325**
100—130	0,372	0,428	0,381	0,372	0,400	0,391	0,403	0,376	0,367	—	**0,388**
130—160	0,509	—	—	0,558	—	—	—	—	—	—	**0,534**
160—190	—	—	0,382	—	—	—	—	0,607	—	0,634	**0,642**
190—220	—	—	0,650	—	0,700	—	0,619				
220—250	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Tabel 36 geeft de cijfers, welke wij bij de in 1919 op de observatievelden in de Dollardpolders genomen monsters voor het K_2O-gehalte der verschillende lagen vonden.

Bij alle tien profielen uit 5 verschillende polders, waarvan de bedijkingsjaren van 1701 tot 1862 uiteenloopen treedt een aanmerkelijke daling van het

[1]) Reeds vroeger wezen wij hierop en deelden wij enkele cijfers met betrekking tot profielen in de Dollardpolders mede. Zie: *Die Ernährung der Pflanze*, 1 Mai 1929, 215.

kali-gehalte op vanaf de bouwvoor (0—20 cm) tot de laag 20—40 cm. Deze daling zet zich, met een paar uitzonderingen in de laag 40—70 cm voort; vervolgens vindt weer een stijging van het kali-gehalte plaats.

Het kali-gehalte van den grond is uit den aard der zaak afhankelijk van het gehalte aan klei (en humus) en dus ook van het gehalte aan zand en $CaCO_3$. Om den invloed van de verschillen in de gehalten aan de beide laatste bestanddeelen te elimineeren, hebben we in de tweede helft der tabel de gehaltecijfers omgerekend op zand- en $CaCO_3$-vrijen grond, hetgeen dus hierop neer komt, dat we het kali-gehalte hebben uitgedrukt in procenten van de klei + humus, dus van het adsorptiecomplex. We zullen straks zien, dat er tegen deze omrekening der cijfers een bezwaar bestaat, althans bij monsters met sterk uiteenloopende zandcijfers; bij geringe verschillen in zandgehalte bestaat dit bezwaar niet.

Uit de cijfers in de tweede helft der tabel zou volgen, dat de daling van het kali-gehalte zich tot 70 cm voortzet; er is in dit opzicht slechts één uitzondering, nl. bij P 11 uit den Finsterwolderpolder. Onder 70 cm diepte stijgt het kali-gehalte weer.

TABEL 37.

Zandgehalte (deeltjes > 20μ) van den grond op verschillende diepten in enkele Dollardpolders.

Sandgehalt (> 20 μ) der in der Tabelle 36 genannten Dollardbodenproben.

Diepte in cm. *Tiefe in cm.*	Nieuwland 1701.		Oostwolderpolder 1769.			Finsterwolderpolder 1819 (Stikker).		Finsterwolderpolder 1819 (Ebbens).		Reiderwolderpolder 1862.	Gemiddeld.
	P 6	P 8	P 4	P 7	P 18	P 1	P 11	P 1	P 12	P 6	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0—20	18,2	15,2	19,6	19,5	19,9	12,9	16,5	13,2	17,0	22,8	**17,5**
20—40	15,8	13,6	9,8	14,0	10,1	9,8	14,6	13,3	16,0	22,2	**13,9**
40—70	7,1	15,5	9,7	12,8	10,0	7,4	9,8	8,1	14,1	21,5	**11,6**
70—100	29,1	24,3	14,1	11,0	16,1	9,8	13,2	10,3	16,2	—	**16,0**
100—130	25,2	32,6	21,5	17,6	22,2	21,2	21,2	10,9	12,5	—	**20,5**
130—160	46,2	—	—	40,3	—	—	—	—	—	—	**43,3**
160—190	—	—	19,2	—	—	—	—	27,1	—		
190—220	—	—	52,9	—	57,8	—	41,6		—	43,0	**44,5**
220—250	—	—	—	—	—	—	—	—			

De bouwvoor heeft, zooals wij zagen, in alle profielen een aanmerkelijk hooger gehalte aan kali, oplosbaar in 5 proc. HCl dan de daaronder liggende

laag van 20—40 cm, ook als er geen verschil van beteekenis bestaat tusschen beide lagen ten aanzien van het zandgehalte (zie tabel 37); dat de bouwvoor duidelijk rijker is aan kali dan de ondergrond staat dus o. i. wel vast. Ook elders neemt men dit waar. Over de vraag in hoeverre de verdere daling van het kaligehalte gevolgd door een stijging, zooals de cijfers in tabel 36 laten zien, wezenlijk is, kan eenige twijfel rijzen, maar toch wijst, zooals we later zullen zien, het verloop dezer cijfers op kalionttrekking door de gewassen aan den ondergrond. Een andere oorzaak weten we voor het verschijnsel niet te noemen en bij de cijfers voor het P_2O_5 ziet men ongeveer hetzelfde.

Het hoogere kaligehalte van de bouwvoor zou verklaard kunnen worden door toevoer van kali met de wortels, stoppels en afgevallen blad uit den ondergrond, terwijl tevens het adsorptievermogen van de bouwvoor tengevolge van een hooger humusgehalte ook iets grooter zal zijn dan dat van den ondergrond. [1]) Maar dan rijst toch aanstonds de vraag: hoe komt het dan, dat de bouwvoor niet steeds rijker wordt aan kali? Want we zien toch uit tabel 36, dat de cijfers geen wezenlijke verschillen vertoonen, die verband houden met den ouderdom, hetgeen ook geldt voor de cijfers voor de diepere lagen. *De gehaltecijfers voor de verschillende lagen zijn door de jaren heen merkwaardig constant gebleven, ondanks de belangrijke hoeveelheden kali, welke jaarlijks aan den grond onttrokken werden.* [2])

Uit de in tabel 36 genoemde gemiddelde kaligehaltecijfers voor de verschillende lagen, laat zich, het volumegewicht van den grond op 1,25 aannemende, berekenen, dat de grond in de Dollardpolders tot een diepte van 1 m ongeveer 35 000 kg K_2O per hectare bevat. Neemt men aan, dat jaarlijks 100 kg kali aan den grond onttrokken werd, dan zou de grond dus in 350 jaar alle kali, oplosbaar in 5 proc.-HCl tot een diepte van 1 m verloren moeten hebben. Stelt men het verlies op 150 kg per jaar, hetgeen voor de Dollardklei vermoedelijk niet te hoog is [3]), dan zou de uitputting reeds na

[1]) Dit laatste zal vermoedelijk niet veel gewicht in de schaal leggen. Voor de observatievelden, waarop de cijfers in tabel 36 betrekking hebben, werd als gemiddeld humusgehalte, bepaald volgens de methode van ISTSCHEREKOW ($KMnO_4$), voor de laag 0—20 2,73 %, voor de laag 20—40 cm 1,97 % gevonden, dus een verschil van slechts 0,76 %. Tusschen de jongere en oudere polders bleek ten aanzien van het humusgehalte geen verschil te bestaan.

[2]) Ook in nog andere Dollardpolders dan in tabel 36 genoemd, vonden wij kalicijfers voor de bouwvoor, die zeker niet lager waren. Zoo in 't Oud Nieuwland van 1665 0,39 % K_2O bij een zandgehalte van 24 % (mengmonster van een groot aantal monsters) en op het kaliproefveld Pr. 80 op de Proefboerderij te Nieuw-Beerta (polder Simson van 1550) 0,394 % kali bij een zandgehalte van 23,5 % (mengmonster van 6 monsters).

[3]) Men bedenke, dat op de Dollardklei nimmer een kalibemesting wordt gegeven, het gebruik van stalmest steeds zeer gering was en de gewassen op deze grondsoort hooge kaligehalten aanwijzen.

230 jaar gevolgd moeten zijn. Met deze cijfers voor oogen zou men dus tusschen den grond in het Nieuwland en die in den Reiderwolderpolder, die 161 jaar in ouderdom verschillen, een belangrijk verschil in kaligehalte mogen verwachten. Nu dit niet het geval is, ligt de conclusie, die we reeds vroeger trokken, voor de hand, dat de voorraad in 5 proc.-HCl oplosbare kali steeds weer uit andere moeilijker oplosbare kaliverbindingen (mineralen) wordt aangevuld. Maar dan moet daarbij de veronderstelling gemaakt worden, dat zich in de verschillende lagen op verschillend niveau een evenwicht instelt, waarbij de kalionttrekking gelijk is aan de hoeveelheid kali, die van den moeilijk oplosbaren vorm in den HCl-oplosbaren vorm overgaat.

Nu is de veronderstelling niet te gewaagd, dat de overgang van moeilijk in gemakkelijker oplosbare kali, dus van de verweering der kalihoudende mineralen, in den grond van boven naar beneden zal afnemen om eindelijk nul te worden, terwijl men wel als vaststaande mag aannemen, dat de kaliopname door de wortels naar beneden toe geringer zal worden. De kalionttrekking in de lagen 20—40 en 40—70 cm moet aanvankelijk grooter zijn geweest dan de aanvulling van den opneembaren kalivoorraad door verweering, anders zouden de gehaltecijfers in die lagen niet zoo laag kunnen zijn. Later echter moet de kalionttrekking gelijken tred zijn gaan houden met de aanvulling, anders zou men een geregelde daling van het gehalte in deze lagen moeten kunnen constateeren. Hebben de planten misschien op dit ingetreden lagere kaligehalte gereageerd door de kaliopname in deze lagen te verminderen bijv. door inkrimping der hoeveelheid wortels? En heeft de beworteling in de bouwvoor, waar door sterkere verweering en toevoer van kali met de stoppels enz. de voorraad opneembare kali grooter werd, zich uitgebreid?

Ook daar moet dan aanvulling en opname door de planten benevens uitspoeling weer in evenwicht zijn gekomen, want ook in de bouwvoor valt geen verandering van het gehalte in den loop der jaren te constateeren (tabel 36).

Afname van den kalivoorraad in den grond is bij Dollardklei dus in de eerste eeuwen na de bedijking niet door bepaling van het gehalte aan in 5 proc. HCl oplosbare kali te constateeren, doch uitsluitend door de bepaling van het *totaal kaligehalte* na opensluiten van den grond. Na verloop van langeren tijd, bijv. na een tiental eeuwen zal de verarming zich ook in het gehalte aan K_2O-5 % HCl gaan afspiegelen, omdat de aanvulling der gemakkelijk oplosbare kali tenslotte langzamer en langzamer moet gaan verloopen, daar de mineralen, welke bij verweering HCl-oplosbare kali leveren, toch ook eens uitgeput moeten raken.

Tot nu toe onderzochten wij nog slechts twee Dollardmonsters op het

gehalte aan totaal K_2O, te weten een mengmonster der bouwvoor uit het Oud-Nieuwland van 1665 en een dergelijk monster uit den Reiderwolderpolder van 1862. Gevonden werd resp. 2,54 % en 2,71 % K_2O. Aangezien de zandgehalten van beide monsters geen belangrijk verschil vertoonen, resp. 24,0 % en 20,6 %, zijn de genoemde cijfers waarschijnlijk wel vergelijkbaar en vormen ze een aanwijzing, dat het totaal kaligehalte in twee eeuwen aantoonbaar gedaald is. Zou de onttrekking uitsluitend in de bouwvoor hebben plaats gehad, dan zou het totale kaliverlies van 200×100 kg per jaar $= 20\,000$ kg K_2O per ha in de bouwvoor met een totaal gewicht van $2 \times 1{,}25 \times 10^6 = 2{,}5 \times 10^6$ kg per ha een daling van het kaligehalte van 0,8 % veroorzaakt moeten hebben, terwijl we slechts een daling van $2{,}71 - 2{,}54 = 0{,}17$ % constateerden. Ook dit is weer een aanwijzing, dat aan den ondergrond belangrijke hoeveelheden kali onttrokken worden.

Op blz. 626 wezen wij er terloops op, dat aan de omrekening van de kalicijfers op zand- en $CaCO_3$-vrijen grond, waarbij men dus het kaligehalte betrekt op de in den grond aanwezige klei en humus (adsorptiecomplex), bezwaren verbonden zijn, zoodra de verschillen in zandgehalte grooter worden. Deze berekening zou slechts dan juist zijn, men zou slechts dan na omrekening onderling volkomen vergelijkbare cijfers krijgen, onafhankelijk van het zandgehalte van den grond: 1° indien er uit het zand (mineralen) geen K_2O in het 5-procentig HCl oploste; 2° indien de hoeveelheid kali, welke bij behandeling met 5-procentig HCl in oplossing gaat, niet of slechts zeer weinig afhankelijk is van de verhouding, waarin bij de extractie de klei en humus (de bestanddeelen van den grond, die het grootste deel der kali bevatten) met zuur in aanraking zijn. Zijn beide voorwaarden niet vervuld, dan moet men bij gronden van dezelfde formatie, die slechts ten opzichte van het zandgehalte van elkaar verschillen, bij stijging van het zandgehalte een stijging van het op klei (en humus) omgerekende kaligehalte vinden. Zeer duidelijk vonden wij dit indertijd gedemonstreerd bij een serie grondmonsters, afkomstig van het eiland IJsselmonde (tabel 38).

Uit de cijfers in de voorlaatste kolom van tabel 38 blijkt duidelijk, dat het kaligehalte, betrokken op klei en humus, met de toename van het zandgehalte stijgt; uit de cijfers valt af te leiden, dat bij stijging van het zandgehalte met 5 % het kaligehalte betrokken op klei en humus met ongeveer 0,05 % toeneemt. [1])

[1]) Men houde in het oog, dat de som van klei + humus slechts een ruwe benadering is van het gehalte van den grond aan adsorptiecomplex. Ten eerste nemen wij voor adsorbeerende klei de deeltjes < 20 micron, hetgeen zeker niet juist is: het is slechts een ruwe benadering. Ten tweede wordt het verschil in kali-adsorptie tusschen klei en humus buiten beschouwing gelaten. Dit laatste zal hier echter van minder beteekenis zijn, omdat de humusgehalten laag zijn en over het algemeen onderling weinig verschillen.

TABEL 38.

Stijging van het op de in den grond aanwezige klei en humus berekende gehalte aan K_2O (oplosbaar in 5 % HCl), bij stijging van het zandgehalte bij gronden van het eiland IJsselmonde. [1])

Zunahme des auf den im Boden anwesenden Ton und Humus berechneten K_2O-gehaltes (löslich in 5 proz. HCl) beim Steigen des Sandgehaltes Flusztonböden von der Insel IJsselmonde.

Punt.	Analyse-nummer.	Zand > 20 μ	$CaCO_3$-azijn-zuur.	Humus.	Klei + humus.	Gehalte aan K_2O-oplosbaar in 5 %-HCl *K_2O-gehalt, löslich in 5 proz. HCl*		Totaal K_2O.
						in den drogen grond. *im Trocken-boden.*	berekend op klei+humus. *berechnet auf Ton+Humus.*	
		%	%	%	%	%	%	%
8	29430	28,2	5,8	2,9	66,0	0,206	0,312	
23	29459	30,2	5,0	2,2	64,8	0,202	0,312	2,323
43	29499	32,4	5,2	2,5	62,4	0,226	0,362	2,120
16	29446	33,9	8,9	2,3	57,2	0,220	0,385	
53	29519	34,2	1,1	2,5	64,7	0,231	0,357	
61	29534	34,7	1,1	2,5	64,2	0,207	0,322	
57	29527	37,0	0	2,2	63,0	0,209	0,332	2,364
17	29448	38,7	1,5	3,0	59,8	0,255	0,426	
7	29428	39,9	0	5,6	60,1	0,236	0,393	2,114
18	29450	47,0	10,8	1,9	42,2	0,183	0,434	1,739
24	29461	47,2	8,7	1,7	44,1	0,195	0,442	
9	29432	49,5	0,02	5,8	50,5	0,250	0,495	
4	29422	50,0	0,9	2,6	49,1	0,217	0,442	
13	29440	51,7	0	1,9	48,3	0,243	0,503	2,219
21	29456	51,9	7,5	2,4	40,6	0,203	0,500	
1	29416	52,8	8,6	2,3	38,6	0,217	0,562	1,673

Wij hebben ons nu de vraag gesteld, of de verschillen in het K_2O-gehalte op verschillende hoogten in het Dollardprofiel, misschien toch niet ten deele samenhangen met verschillen in 't zandgehalte der onderscheidene lagen. De daling van het gehalte van de bouwvoor tot de laag 20—40 cm is wezenlijk, omdat ze ook daar optreedt, waar het zandgehalte van bouwvoor en ondergrond gelijk is of slechts weinig verschilt. (Finsterwolderpolder—Ebbens, Nieuwland). Bij bestudeering der tabellen 36 en 37 vindt men ook enkele

[1]) Zie: J. G. MASCHHAUPT: De cultuurgronden op IJsselmonde, tabel III, blz. 512 *(Versl. v. landb.k. onderz.*, n°. 39 A, 1933).

De monsters in tabel 38 werden genomen van 0—20 cm, behalve de monsters van de graslandperceelen 7 en 9, waar slechts de laag 0—10 cm bemonsterd werd.

gevallen, waarbij een daling van het K_2O-gehalte vanaf de bouwvoor tot $\pm$ 70 cm valt waar te nemen, terwijl men met lagen met een ongeveer gelijk zandgehalte te doen heeft.

Ten overvloede hebben we uit onze collectie monsters, welke in 1921 op de kwelder aan den Dollard (thans Carel Coenraadpolder) genomen werden, een zestal monsters uitgezocht met gehalten aan zand, die ongeveer overeenkomen met de gemiddelde zandgehalten der profielmonsters uit de Dollardpolders (tabel 37) en deze op kaligehalte onderzocht. Om complicaties door de aanwezigheid van kwelderzode uit te sluiten, werden monsters gekozen van de laag 20—40 cm. De analyses zijn in tabel 39 opgenomen; tevens worden in deze tabel nog 3 slikmonsters vermeld met nog hoogere zandgehalten.

Ter berekening van het kleigehalte werd het gehalte aan $CaCO_3$-HCl bepaald en — daar de kwelder- en slikmonsters nog veel keukenzout bevatten ($\pm$ 80 % der w. o. bestanddeelen is NaCl) — tevens het gehalte aan in water oplosbare bestanddeelen.

TABEL 39.

K_2O-gehalte (5 %-HCl) van Dollardkweldermonsters (20—40 cm). en van drie slikmonsters (Do) uit den Dollard.

K_2O-gehalt einiger Bodenproben des Dollardgrodens (20—40 cm) und von drei Schlickproben (Do) aus dem Dollard.

Analysenummer.	Zand *Sand* > 20 μ	$CaCO_3$-HCl	Humus (Istsch.).	Wateroplosbaar. *Wasserlöslich.*	Klei. *Ton.*	K_2O berekend op *berechnet auf* grond. *Boden.*	K_2O berekend op *berechnet auf* klei + humus. *Ton + Humus.*	Na aftrek van w.o. K_2O. *Nach Abzug des wasserl. Kalis.*
	%	%	%	%	%	%	%	%
Kw 104	17,5	11,26	2,3	1,37	67,7	0,409	0,59	
153	13,9	9,69	2,6	1,70	72,1	0,404	0,54	
101	11,8	10,48	2,7	1,09	73,9	0,414	0,54	0,52
36	16,2	10,18	3,8	3,64	66,2	0,449	0,64	
118	22,5	10,14	2,4	1,78	63,2	0,393	0,60	0,56
42	43,4	10,92	2,8	1,62	41,3	0,360	0,82	0,75
Do 49	54,7	10,06	1,8	1,47	32,0	0,304	0,90	0,82
54	70,9	7,29	1,0	1,18	19,6	0,230	1,12	1,01
118	88,1	4,93	0,3	0,64	6,0	0,116	1,83	

De kalicijfers voor den grond werden weer op klei + humus omgerekend (voor-laatste kolom tabel 39). Deze cijfers vertoonen bij de monsters met

11,8 tot 22,5 % zand geen stijging van het kaligehalte bij stijging van het zandgehalte; de onderlinge verschillen zijn kleiner dan die, waarmede men bij de Dollardprofielen (tabel 36) te maken heeft.

Stijgt het zandgehalte tot 43,4 %, dan wordt het kalicijfer duidelijk hooger; de hoogere kalicijfers in tabel 36, tweede helft, voor de lagen 130—160 cm en dieper zijn dus zeker wel voor een groot deel uit het zooveel hoogere zandgehalte dier lagen te verklaren.

Voor Dollardafzetting met nog hooger zandgehalte waren we aangewezen op indertijd door ons verzamelde slikmonsters buiten de kwelder. Zooals te verwachten was, werd bij deze monsters een nog verdere stijging van het kaligehalte, berekend op klei, waargenomen. [1])

Langen tijd verkeerden wij in de meening, dat de stijging van het kaligehalte betrokken op klei, grootendeels een gevolg was van de aantasting der kalihoudende mineralen in den grond en dat de invloed van de verhouding klei : zuur bij de extractie slechts van geringe beteekenis zou zijn. Dat de laatste invloed echter zeer groot is, dat de aan het Proefstation gebruikelijke kalibepaling een typisch voorbeeld is van een evenwichtsreactie, drong eerst tot ons door, toen wij onlangs een paar monsters aan *herhaalde* extractie met 5 proc. HCl onderwierpen. Voor dit onderzoek werden gekozen de monsters:

1°. GO 83, Dollardklei van het observatieveld bij E. H. EBBENS in den Finsterwolderpolder, bevattende 15 % zand, 75 % klei, 2,7 % humus en 7,6 % $CaCO_3$ (azijnzuur);

2°. mengmonster van de monsters GM 194 t/m 201, in 1916 genomen op het zavelproefveld Pr. 1, waarop dit verslag betrekking heeft, bevattende 72 % zand, 23 % klei, 1,7 % humus en 3,3 % $CaCO_3$-azijnzuur.

De bepaling werd als volgt uitgevoerd: 40 g luchtdroge grond wordt met 200 cc zoutzuur overgoten van zoodanige sterkte, dat na omzetting van de in den grond aanwezige koolzure kalk de concentratie van het zoutzuur 5 % bedraagt. Daarna wordt gedurende 2 uur aan een terugvloeikoeler gekookt. Vervolgens wordt gefiltreerd, aan 50 cc van het filtraat wat H_2O_2

[1]) De aandacht wordt er op gevestigd, dat het kaligehalte der kweldermonsters belangrijk hooger is dan dat der poldermonsters 20—40 cm, terwijl het zandgehalte hetzelfde is. De vraag rees, of wellicht in de aanwezigheid van wateroplosbare kali in den van tijd tot tijd nog met zeewater in aanraking zijnde kweldergrond de oorzaak gezocht moest worden. Inderdaad bleken de monsters Kw 101, 118 en 42 en Do 49 en 54 iets in water oplosbare kali te bevatten, nl. resp. 0.016, 0,024, 0,030, 0,028, 0,021 %; bij aftrek dezer kali worden de cijfers voor het K_2O-gehalte der „klei" wel iets lager (zie laatste kolom tabel 39), maar toch blijven de cijfers nog belangrijk hooger dan bij de poldermonsters (tabel 36). De oorzaak van dit verschil tusschen kwelder en poldergrond zal nader onderzocht worden.

toegevoegd voor ontleding der organische stof, en $BaCl_2$ ter praecipitatie van zwavelzuur. Daarna wordt ammoniakaal gemaakt, ammoniumcarbonaat toegevoegd, opgekookt en het volume op 250 cc gebracht. 200 cc van het filtraat wordt drooggedampt en gegloeid en in 't residu kali bepaald volgens de cobaltmethode.

Voor de tweede en volgende extracties werd de reeds met HCl behandelde grond een paar maal op filter uitgewasschen en daarna met water in een vooraf gewogen kolf gespoeld, zoodat men kon berekenen hoeveel zoutzuur van 25 % en hoeveel water nog toegevoegd moest worden, om den grond tenslotte weer in aanraking te doen zijn met 200 cc zoutzuur van 5 %. Verder werd gehandeld als boven omschreven.

De gevonden kalicijfers zijn vermeld in tabel 40.

TABEL 40.

Verloop van het oplossingsproces der kali bij herhaalde extractie van 40 g grond met 200 cc 5-procentig HCl.

Lösungsprozess des Kalis bei wiederholter Extraktion von 40 g Boden mit 200 cc 5 proz.-HCl.

	Dollardklei GO 83.		Zavelgrond van proefveld.	
	% K_2O.	Verhouding der hoeveelheden opgeloste kali.	% K_2O.	Verhouding der hoeveelheden opgeloste kali.
1ste extract	0,411	**100**	0,170	**100**
2de „	0,309	75	0,081	48
3de „	0,201	49	0,049	29
4de „	0,132	32	0,036	21
	% *K_2O.*	*K_2O bei der 1sten Extraktion = 100 gestellt.*	% *K_2O.*	*K_2O bei der 1sten Extraktion = 100 gestellt.*
	Dollardboden. [1])		*Lehmboden des Versuchsfeld.*	

De voor ons verrassend groote hoeveelheden kali, welke bij de tweede en volgende extracties in oplossing gaan, maakt de waarde der bij eenmalige extractie verkregen cijfers in vele gevallen wel zeer dubieus. Onder deze omstandigheden immers moet de uitkomst wel zeer sterk onder den invloed staan van de verhouding, waarin het zoutzuur in aanraking is met dat bestanddeel van den grond, waarin de in 5 %-HCl oplosbare kali in hoofdzaak aanwezig is, dus met de per 40 g grond aanwezige klei (en humus). Bij kleirijke gronden zal deze verhouding enger zijn, de uitkomsten dus relatief lager uitvallen, bij kleiarme gronden zal de verhouding tusschen klei en zuur ruimer zijn en de uitkomsten der kalibepaling dus relatief hoog uitvallen.

[1]) Der Dollardboden (Bedeichung 1819) enthält 75 % Ton, 2,7 % Humus und 7,6 % $CaCO_3$ (Essigs.).

Met deze cijfers voor oogen rees de vraag, of de stijging van het kaligehalte, berekend op klei + humus, bij stijging van het zandgehalte niet geheel of grootendeels een gevolg was van het verschil in de verhouding tusschen klei + humus en HCl, indien wij steeds 40 g grond in bewerking nemen.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, hebben we van de monsters uit tabel 38 de eerste drie met het laagste en de laatste drie met het hoogste zandgehalte opnieuw met 5 %-HCl geëxtraheerd doch zóó, dat bij de eerste drie monsters zooveel grond in bewerking werd genomen, dat de daarin aanwezige hoeveelheid klei + humus ongeveer gelijk was aan de hoeveelheid klei + humus in 40 g van de laatste drie monsters, terwijl van de laatste drie monsters zooveel grond genomen werd, dat de hoeveelheid klei + humus ongeveer gelijk was aan die in 40 g van de eerste drie monsters. De resultaten zijn in tabel 41 opgenomen.

TABEL 41.

Invloed van de verhouding klei : volume HCl op de hoeveelheid K_2O, welke in 5 %-HCl in oplossing gaat.

Einflusz des Verhältnisses Ton : HCl auf die in 5 proz. HCl lösliche K_2O-Menge.

Punt.	Anal.-n°.	Geëxtraheerd werden met 200 cc 5 %-HCl *Extrahiert mit 200 cc 5 proz.-HCl*		K_2O-gehalte in procenten van *K_2O-gehalt in Prozenten von*		K_2O-gehalte klei + humus gemiddeld. *Mittlerer K_2O-gehalt des Ton-Humus.*	Verschil bij behandelen van gelijke hoeveelheden *Differenz bei Extraktion gleicher Teile*	
		grammen grond. *Grammen Boden.*	grammen klei + humus. *Grammen Ton + Humus.*	grond. *Boden.*	klei + humus. *Ton + Humus.*		klei + humus. *Ton + Humus.*	grond. *Boden.*
		g	g	%	%	%	%	%
8	29430	24	15,8	0,303	0,451			
23	29459	25	16,2	0,285	0,440	0,446		
43	29499	26	16,2	0,279	0,447			
							0,076	
13	29440	40	19,3	0,243	0,503			
21	29456	40	16,2	0,203	0,500	0,522		
1	29416	40	15,4	0,217	0,562			
								0,193
8	29430	40	26,4	0,206	0,312			
23	29459	40	25,9	0,202	0,312	0,329		
43	29499	40	25,0	0,226	0,362			
							0,077	
13	29440	54	26,1	0,190	0,393			
21	29456	64	26,0	0,147	0,362	0,406		
1	29416	67,5	26,1	0,179	0,464			

De cijfers in de tabel toonen aan, dat de verhouding, waarin grond en zoutzuur samen worden gebracht, van grooten invloed is op de uitkomst der kalibepaling. Verder ziet men uit tabel 41, dat het verschil in kaligehalte, betrokken op de in den grond aanwezig klei en humus, tusschen de monsters met een hoog en die met een laag zandgehalte, aanmerkelijk kleiner wordt, nl. van 0,193 % daalt tot 0,077 %, indien men bij de extractie zorg draagt, dat de verhouding tusschen klei + humus en HCl bij alle monsters dezelfde is. Het verschil, dat nog bestaan blijft, moet toegeschreven worden aan het in oplossing gaan van iets kali uit het zand; voor het optreden van dit verschil hoeft nog niet ten volle 0,1 % K_2O uit het zand in 5 % HCl op te lossen.

Ook bij een drietal der monsters afkomstig van de kwelder aan den Dollard en bij twee der slibmonsters uit den Dollard, vermeld in tabel 39, hebben wij de extractie uitgevoerd, niet met gelijke hoeveelheden grond doch met (ongeveer) gelijke hoeveelheden *klei*. Men krijgt zoodoende cijfers, die wel minder met het zandgehalte stijgen dan bij de extractie van gelijke hoeveelheden *grond*, maar toch is de stijging nog aanzienlijk; men vergelijke tabel 39 voor-laatste kolom en tabel 42 kolom II. Brengt men evenwel de hoeveelheid in water oplosbare kali, alsmede de kali, welke door 5 %-HCl uit het in de geëxtraheerde hoeveelheid grond aanwezige *zand* wordt opgelost, [1]) in mindering, zoo verkrijgt men cijfers voor de *in de klei en humus* aanwezige kali, die geen stijging meer vertoonen bij toename van het zandgehalte (tabel 42 kolom VI). Eerder zou men van een daling kunnen spreken, vooral als men het laatste cijfer ziet. Men bedenke echter, dat bij de zandrijke monsters de analysefouten bij de bepalingen van het zand-, $CaCO_3$- en humusgehalte en van het kaligehalte van grooten invloed op het berekende K_2O-gehalte der klei—humus zijn.

Hoewel dit onderzoek geen absolute zekerheid geeft, schijnen de uitkomsten, neergelegd in tabel 42, er toch wel op te wijzen, dat, indien men de hoeveelheden grond zoo kiest, dat de verhouding tusschen *klei* (+ humus) en HCl steeds dezelfde is en men bovendien van de hoeveelheid kali, welke in oplossing is gegaan, de hoeveelheid in water oplosbare en de hoeveelheid uit het zand opgeloste kali aftrekt, men een hoeveelheid kali vindt, die berekend op 100 g klei voor een bepaald grondtype constant is en dus onafhankelijk

[1]) Het Dollardzand, waarin de in 5 proc.-HCl oplosbare kali werd bepaald, werd verkregen door Dollardslikmonster Do 38, genomen op ± 2500 m vanaf den kwelderrand met 73,6 % zand, zonder voorbehandeling met 0,2 n NH_3 af te slibben, waarbij het achterblijvende zand enkele malen uit den slibcilinder van KOPECKY werd verwijderd om het met den vinger te kunnen fijnwrijven, waarna het slibproces weer werd voortgezet tot de afstroomende vloeistof volkomen helder bleef. Van dit zand, dat 7,3 % $CaCO_3$ (HCl) bleek te bevatten, werd resp. 20,30 en 40 g met 200 cc 5 proc. HCl als bij de kalibepaling in den grond (zie blz. 632) behandeld. In oplossing ging resp. 0,108, 0,104 en 0,102 % gemiddeld 0,105 % K_2O, berekend op het $CaCO_3$-vrije zand.

TABEL 42.

K_2O-gehalte der klei-humus in Dollardgrond met sterk uiteenloopend zandgehalte, bepaald door extractie van gelijke hoeveelheden klei + humus met 200 cc 5 proc.-HCl en onder aftrekking van het in water oplosbare K_2O en van het K_2O opgelost uit het zand.

K_2O-gehalt des Ton + Humus in Dollardböden mit steigendem Sandgehalt, bestimmt durch Extraktion gleicher Mengen Ton + Humus mit 200 cc 5 proz.-HCl und unter Abzug des wasserlöslichen und des aus dem Sande gelösten Kalis.

Analyse-n°.	In bewerking genomen (lucht-droog). [1]) *Extra-hierte Boden-mengen (lucht-trocken).*	Zand $> 20\,\mu$ *Sand* $> 20\,\mu$	Klei + hu-mus. *Ton + Hu-mus.*	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
				K_2O totaal opgelost in 200 cc 5 % HCl K_2O *total gelöst in 200 cc 5 proz. HCl*		K_2O in het zand en water oplosbaar K_2O *aus dem Sande und wasserlöslich*		K_2O gebonden aan klei en humus K_2O *gebunden an Ton und Humus*	
				p. 100 g grond. *auf 100 g Boden.*	p. 100 g klei + humus. *auf 100 g Ton + Humus.*	in zand p. 100 g grond. *aus dem Sande p. 100 g Boden.*	w. o. p. 100 g grond. *wasser-löslich p. 100 g Boden.*	in 100 g grond I—(III + IV). *in 100 g Boden I—(III + IV).*	in 100 g klei + humus. *in 100 g Ton + Humus.*
	g	%	%	g	g	g	g	g	g
Kw 101	40,9	11,8	76,6	0,389	*0,51*	0,012	0,016	0,361	**0,47**
118	47,0	22,5	65,6	0,381	*0,58*	0,024	0,024	0,333	**0,51**
42	66,9	43,4	44,1	0,289	*0,66*	0,046	0,030	0,213	**0,48**
Do 49	89,9	54,7	33,8	0,233	*0,69*	0,057	0,028	0,148	**0,44**
54	145,3	70,9	20,6	0,166	*0,81*	0,074	0,021	0,071	**0,34**

is van het zandgehalte van het grondmonster. Houdt men met het bovenstaande geen rekening, dan krijgt men cijfers, die onderling niet te vergelijken zijn.

Wij hebben bij deze kwestie wat uitvoeriger stilgestaan om duidelijk te doen uitkomen, dat men, wil men een studie maken van de veranderingen, welke de in de verschillende vormen en op verschillende diepten in klei-

[1]) De afgewogen hoeveelheden bevatten niet precies evenveel klei + humus, daar bij de berekening nog geen rekening werd gehouden met het humusgehalte en met het gehalte aan w.o. zouten (keukenzout), terwijl $CaCO_3$-azijnzuur in plaats van $CaCO_3$-HCl in rekening werd gebracht. Op de uitkomsten zal dit echter slechts van geringen invloed zijn.

houdende gronden aanwezige kalivoorraden onder invloed van plantengroei, uitspoeling en bemesting in den loop der tijden ondergaan, voor groote moeilijkheden komt te staan. Deels liggen deze moeilijkheden in het feit, dat de gewassen niet alleen uit de bouwvoor doch ook uit diepere lagen kali opnemen, terwijl er, tot op zekere hoogte, ophooping van kali in de bouwvoor plaats vindt, anderdeels in het feit, dat er uit de mineralen voortdurend gemakkelijker oplosbare kali vrijkomt.

Ook analytisch heeft men met moeilijkheden te kampen, daar men bij de kalibepaling met een typische evenwichtsreactie te maken heeft, terwijl, ten minste als men met 5 %-HCl werkt, niet alleen uit 't adsorptiecomplex doch tevens uit de mineralen kali oplost. Of dit bij behandeling van den grond met 0,1 *n* HCl of met andere zwakkere oplosmiddelen niet 't geval is, zou eerst door onderzoek vastgesteld dienen te worden.

SAMENVATTING.

I. Grondsoort.

De grond, afkomstig uit Mensingeweer, waarmede het proefveld in den tuin van het Proefstation te Groningen werd aangelegd, is te beschouwen als een goede vertegenwoordiger der Groninger zavelgronden. Het zandgehalte bedraagt 72 %; het gehalte aan koolzure kalk was bij den aanvang der bemestingsproef in 1911 3,5 %.

II. Onderzoek op gelijkmatigheid.

In de drie aan de proef voorafgaande jaren (1908—1910) werd het perceel op gelijkmatigheid onderzocht, waarbij het perceel resp. in 16, 8 en 16 veldjes verdeeld werd.

De in die jaren verkregen opbrengstcijfers wijzen uit, dat het perceel zeer gelijkmatig is.

De opbrengstcijfers, welke in de jaren 1911—1934 op de afzonderlijke veldjes verkregen werden, leeren, dat afwijkingen van de gemiddelde opbrengsten per object van ongeveer 5 % bij den korrel en van ongeveer 6 % bij het stroo nog als normaal beschouwd kunnen worden.

In de periode 1911—1922 blijken sommige veldjes gemiddeld een wat hoogere, andere een wat lagere opbrengst te geven dan het gemiddelde voor het object waartoe deze veldjes behooren. De grootte dezer afwijkingen, alsmede de frequentie, waarmede hoogere, resp. lagere opbrengsten in genoemde periode bij deze veldjes optreden, wettigen de conclusie, dat men inderdaad met, zij het dan ook geringe, afwijkingen in de productiviteit te maken heeft. Waarschijnlijk hangen deze samen met een onvoldoende (ongelijkmatige) ontwatering van het proefveld in de jaren 1911—1922.

III. De vergelijking der stikstofmeststoffen.

In 1911 werd het proefveld aangelegd met 3 objecten in 6-voud, nl. met drie verschillende stikstofmeststoffen, te weten: natronsalpeter (géén chilisalpeter om den mogelijken invloed van bijzondere bestanddeelen van het natuurproduct uit te schakelen), zwavelzure ammoniak en salpeterzure ammoniak. In 1925 werd de laatstgenoemde meststof vervangen door kalksalpeter.

In de proefperioden 1911—1924 en 1925—1934 verhielden de gemiddelde opbrengsten zich als in onderstaande tabel staat aangegeven.

Gemiddelde opbrengstcijfers in de jaren 1911—1924.

	Korrel enz.			Stroo enz.		
	Natron-salpeter.	Zwavelzure ammoniak.	Ammon-salpeter.	Natron-salpeter.	Zwavelzure ammoniak.	Ammon-salpeter.
Gemiddeld voor alle gewassen	100	96	99	100	93	97
Gemiddeld voor 5 graangewassen .	100	93	98	100	90	97

Gemiddelde opbrengstcijfers in de jaren 1925—1934
(Kalksalpeter in plaats van ammonsalpeter).

	Korrel enz.			Stroo enz.		
	Natron-salpeter.	Zwavelzure ammoniak.	Kalk-salpeter.	Natron-salpeter.	Zwavelzure ammoniak.	Kalk-salpeter.
Gemiddeld voor alle gewassen	100	93	92	100	92	95
Gemiddeld voor 4 graangewassen .	100	96	96	100	88	95

Uit deze cijfers, welke op 23 proefjaren betrekking hebben, volgt, dat natronsalpeter onder de op dit proefveld heerschende omstandigheden gemiddeld hoogere opbrengsten gaf dan zwavelzure ammoniak, ammonsalpeter en kalksalpeter; slechts bij uitzondering was dit niet het geval. Het feit, dat kalksalpeter in bemestingswaarde achterstaat bij natronsalpeter, niettegenstaande beide meststoffen de stikstof in den nitraatvorm bevatten, geeft aanleiding te vermoeden, dat de voorrang, welke het natronsalpeter hier geniet, toegeschreven moet worden aan voor den plantengroei gunstige werkingen van het natrium. Bij den zwavelzuren ammoniak, en ten deele ook bij ammonsalpeter, moet gedacht worden aan een iets mindere geschiktheid voor de stikstofvoorziening der planten van de ammoniakstikstof of aan eenig stikstofverlies bij bemesting met ammoniakzouten, hetzij door vervluchtiging van ammoniak, hetzij bij de omzetting van de ammoiakstikstof in nitraatstikstof in den grond. Eenige vervluchtiging van ammoniak

In verband met de beschouwingen over het kalkverlies van het proefveld in den loop der jaren, worden in de tabellen 31 en 32 de in de westelijke Dollardpolders door het Proefstation verzamelde gegevens, met betrekking tot de ontkalking van Dollardklei in den loop der eeuwen, medegedeeld.

b. Het kaligehalte van den grond. Van 1911 t/m 1933 werden 7 maal grondmonsters genomen en op in 5 %-zoutzuur oplosbare kali onderzocht, teneinde de veranderingen in het kaligehalte van den grond met en zonder kalibemesting te kunnen nagaan.

Inderdaad valt er een verschil in het kaligehalte van de bouwvoor der veldjes met en zonder kali op te merken, zoowel bij extractie van den grond met 5 % HCl (tabel 35) als bij extractie met 0,1 *n*-HCl (tabel 35*a*). Men kan echter bezwaarlijk verband leggen tusschen deze verschillen en de door de gewassen met en zonder kalibemesting aan den grond onttrokken hoeveelheden kali, omdat men niet weet: 1° welk deel der kali door het gewas aan de bouwvoor, welk deel aan den ondergrond onttrokken werd; 2° of er niet een deel der kali uit de bemesting bij een kleigrond in de bouwvoor achterblijft. Verder heeft er verrijking van de bouwvoor met kali plaats door voortdurende vermenging van de bouwvoor met stoppelresten, bladafval en wortels, wier kali ten deele ook uit den ondergrond afkomstig moet zijn, zooals de resultaten van profielonderzoekingen in de Dollardpolders (tabel 36) ons leeren.

Uitvoerig wordt gewezen op de moeilijkheden, welke verbonden zijn aan de bestudeering van de kalihuishouding in den grond, die voor een deel ook gelegen zijn in de methoden ter bepaling van het kaligehalte van den grond.

Een globale berekening leerde, dat op de met kali bemeste veldjes de kalivoorraad jaarlijks met ± 100 kg op de veldjes zonder kalibemesting met ± 165 kg K_2O afneemt. Wil men den kalivoorraad op het proefveld dus op peil houden dan dient men jaarlijks niet 100—150 doch 200—250 kg K_2O te geven.

DAS LEHMBODENVERSUCHSFELD DER REICHS-LANDWIRTSCHAFTLICHEN VERSUCHSSTATION-GRONINGEN IN DEN JAHREN 1911—1934.

VERGLEICHUNG VON DREI N-DÜNGUNGEN UND UNTERSUCHUNG ÜBER DIE WIRKUNG EINER KALIDÜNGUNG. ZUGLEIGH BEITRAG ZUR KENNTNIS DES KALK- UND KALIHAUSHALTES IN DEN GRONINGER MARSCHBÖDEN.

ZUSAMMENFASSUNG.

I. Das Versuchsfeld wurde in 1904 angelegt durch einfüllen von einem typischen Groninger Lehmboden (zavelgrond) zur Tiefe von 1,20 m im Garten der Versuchsstation. Das Feld, grosz 21,5 × 41,5 m, ist seit 1911 zerteilt in 18 Parzellen.

Der Boden (Meeresabsetzung) hat ein Sandgehalt von 71,5 % (> 20μ) und enthielt in 1911 3,5 % $CaCO_3$. (Siehe weiter *S* 545).

Von 1904 bis 1911 wurden keine Versuche auf dem Felde angestellt.

II. Von 1908 bis 1910 wurden die Ernten (Flachs, Winterweizen und Futterrüben) zur Bestimmung der Gleichmässigkeit des Versuchsbodens benutzt, welche sich als sehr gut erwies. Zum gleichen Resultate führt die Vergleichung der Erträge der einzelnen Parzellen in der Versuchsperiode 1911—1934.

III. Die Vergleichung der N-Düngungen.

In 1911 wurde das Veruchsfeld angelegt mit 3 Objekten(in 6-facher Wiederholung) nämlich: *Natronsalpeter* (kein Chilisalpeter um den möglichen Einflusz von den dem Naturprodukt eigenen Nebenbestandteilen auszuschalten), *schwefelsaurer*, und *salpetersaurer Ammoniak*. In 1925 wurde letztgenanntes N-Düngemittel durch *Kalksalpeter* ersetzt.

Die Tabellen 10—14 geben eine Uebersicht der Erträge mit den drei N-Düngungen, wobei der Ertrag mit $NaNO_3$ gleich 100 gestellt worden ist. Die Tabellen 15 und 16 geben eine gleiche Uebersicht der Erträge bei Anwendung einer Kalidüngung.

Aus diesen Daten, welche sich auf 23 Versuchsjahre beziehen, folgt, dasz $NaNO_3$ im Durchschnitt höhere Erträge gab als $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3 und $Ca(NO_3)_2$; nur ausnahmsweise war dies nicht der Fall.

Die Tatsache, dasz $Ca(NO_3)_2$ im Düngewert bei $NaNO_3$ zurücksteht, trotzdem beide Verbindungen den Stickstoff in der Nitratform enthalten, giebt Veranlassung zu der Vermutung, dasz der Vorrang, welcher dem

Natronsalpeter hier zukommt, den für das Pflanzenwachstum günstigen Wirkungen des Natriums zuzuschreiben ist. Beim schwefelsauren Ammoniak, und zum Teil auch beim Ammonsalpeter hat man an einen etwas geringeren Düngewert des Ammoniakstickstoffes im Vergleich zu dem Nitratstickstoffe zu denken, oder an geringe Stickstoffverluste, sei es durch Verflüchtigung des Ammoniaks aus dem kalkhaltigen Boden, sei es bei Umsetzung des Ammoniakstickstoffes in Nitratstickstoff im Boden.

Natronsalpeter kann, wie ein anderes Versuchsfeld lehrt, jedoch in Wirking bei Kalksalpeter zurückstehen, wenn der Boden kalkarm ist und Neigung zur Verschlammung zeigt.

Die Unterschiede zwischen den untersuchten Stickstoffdüngemitteln sind im allgemeinen bei den Stroherträgen etwas grösser als bei den Kornerträgen. Für $NaNO_3$ und $(NH_4)_2SO_4$ ist dieses auch aus den Zahlen in Tabelle 14, welche sich auf die Versuchsjahre 1911—1934 beziehen, ersichtlich.

Seit 1923 bekommen von jeden 6 Parzellen drei jährlich eine Kalidüngung von 100—200 kg K_2O p. ha als K_2SO_4. Die Zahlen in Tabelle 16 lehren, dasz besonders bei den Kornerträgen (bzw. Rüben- und Knollen-erträgen), die Unterschiede zwischen den drei- N-Düngungen durch die Kaldidüngung kleiner werden und dasz jedenfalls bei Kalksalpeter der Einflusz der Kalidüngung deutlich an den Tag tritt. Bei den Stroherträgen haben die Verhältniszahlen nur eine geringe Änderung in gleicher Richtung erfahren. Weil die Anzahl der Versuchsjahre noch ziemlich klein ist, stehen die Zahlen aus Tabelle 16 jedoch noch nicht ganz fest.

IV. Die Resultate der Kalidüngung in den Jahren 1923—1934.

Die Tabellen 17 und 18 geben eine Zusammenfassung dieser Resultate. In den ersten vier Jahren der Kalidüngung war während des Wachstumes nur wenig von der Kaliwirkung zu sehen; in Übereinstimmung hiermit zeigen die Stroherträge auch noch keine groszen Unterschiede.

Bei den Erbsten 1924 hat die Kalidügung den *Saatertrag* jedoch bedeutend erhöht; die Entwickelung des Gewachses läszt also nicht immer eine Kaliwirkung erkennen.

In 1927 wurde zum ersten Male während des Wachstumes eine frappante Kaliwirkung wahrgenommen (Klee), und seitdem war dies alle Jahre der Fall.

In mehreren Jahren (1924 — Erbsen, 1929 — Kartoffeln, 1930 — Kanariensaat bei Saat und Stroh, 1933 — Futterrüben, 1934 — Flachs) zeigt sich, dasz die prozentische Ertragssteigerung durch Kali grösser ist bei Anwendung

von $(NH_4)_2SO_4$ oder $Ca(NO_3)_2$ als bei Düngung mit $NaNO_3$. Bei Kanariensaat, Futterrüben und Flachs kan man hierbei an die Möglichkeit denken, dasz das Natrium aus $NaNO_3$ imstande gewesen ist einen Mangel an Kali, oder an Basen im allgemeinen, teilweise abzuhelfen; bei Erbsen und Kartoffeln musz diese Erscheinung jedoch einen anderen Grund haben, weil bei diesen Gewächse keine deutliche Beziehung zwischen K- und Na-Aufnahme besteht und diese Gewächse einen Mangel an Basen nicht durch Mehraufnahme von Natrium abhelfen können.

Die grosze Kalibedürftigkeit dieses Lehm- (zavel-) Bodens, ist vermutlich teilweise daran zuzuschreiben, dasz der Boden, seitdem das Versuchsfeld in 1904 angelegt wurde, niemals Stalldünger bekam.

Geringerer Stallmistgebrauch durch Einschränkung der Viehhaltung wird auch wohl eine der Ursachen sein der in den letzten Jahren mehr und mehr an den Tag tretenden Kalibedürftigkeit der Groninger Zavelböden. Daneben sind als Ursachen zu nennen: der Anbau von schwereren und von kaliraubenden Gewächsen und, wie wir auf Grund unserer Untersuchungen geneigt sind an zu nehmen, das in den letzten Jahren in den Hintergrund treten des Chilisalpeters als N-Düngung.

V. Die chemische Zusammensetzung der angebauten Gewächse.

Der Einflusz der angewandten N-Düngemittel und der Kalidüngung auf die Zusammensetzung der Pflanzen, besonders auf das Verhältnis zwischen den Basen K, Na, Ca und Mg, wird an der Hand der Tabellen 19—24 besprochen, wobei sich wieder zeigt, [1]) dasz dieser Einflusz nicht für alle Gewächse derselbe ist (z.b. Rüben einerseits, Erbsen und Klee anderseits).

Im allgemeinen scheint die Düngung mit Nitratstickstoff etwas N-reichere Gewächse zu geben, als Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak.

VI. Änderungen in der Zusammensetzung des Bodens seit 1911.

a. *Der Kalkgehalt des Bodens.* Tabelle 25 und Fig. 5 zeigen die Abnahme des $CaCO_3$-Gehaltes von 1911 bis 1933. Aus diesen Daten läszt sich berechnen, dasz der Boden bei Düngung mit $NaNO_3$ jede 30 Jahre, bei Düngung mit $(NH_4)_2SO_4$ jede 23 Jahre 1 % $CaCO_3$ verliert. Schwefelsaurer Ammoniak fördert also, wie zu erwarten ist, die Entkalkung des Bodens. Bei Ton- und Lehmböden, welche noch $CaCO_3$ enthalten, ist diese etwas schnellere Entkalkung praktisch von keiner Bedeutung.

[1]) Siehe auch die Abhandlung des Verfassers: In wiefern können K, Na, Ca und Mg einander in der Pflanze ersetzen? *Versl. v. landb.k. onderz. der Rijkslandb.proefstations*, n°. 40 A, 1934.

In Verband mit den Betrachtungen über den Kalkverlust des Versuchsfeldes werden in den Tabellen 31 und 32 die vom Verf. in den westlichen Dollardpoldern gesammelten Daten, bezüglich der Entkalkung des Dollardtones, mitgeteilt.

b. *Der Kaligehalt des Bodens.* Von 1911 bis mit 1933 wurden sieben mal Bodenproben genommen und auf in 5 proz.-HCl löslichem Kali untersucht um die Aenderungen im Kaligehalte des Bodens mit und ohne Kalidüngung zu verfolgen.

Allerdings tritt ein Unterschied im Kaligehalt der Ackerkrume zwischen den Parzellen mit und ohne Kalidüngung auf; dasselbe sieht man bei Extraktion des Bodens mit 0,1 n-HCl statt 5 proz.-HCl (Tab. 35 und 35*a*). Ob man diese Unterschiede mit den von den Gewächsen mit und ohne Kalidüngung dem Boden entzogenen Kalimengen in Verbindung bringen darf, ist jedoch fraglich, weil man nicht weisz: 1°. wieviel Kali aus der untersuchten Ackerkrume, wieviel aus den tieferen Bodenschichten aufgenommen wurde; 2°. ob nicht ein Teil des Kalis aus der Düngung in der Ackerkrume festgelegt worden ist. Weiter findet, wie Bodenprofieluntersuchungen in den Dollardpoldern lehrten (Tab. 36), Anreicherung der Ackerkrume mit Kali aus Stoppelresten, Blätterfall und Wurzeln statt, welcher Kali zum Teil aus tieferen Schichten herstammt.

Weiter hat man beim Studium des Kalihaushaltes im Boden mit Schwierigkeiten analytischer Art zu tun. Erstens sind die Gehaltzahlen, welche man bei Extraktion des Bodens mit Salzsäure bekommt, abhängig von dem Verhältnisse worin die Menge des Adsorptionskomplexes im Boden mit Säure zusammengebracht wird, und zweitens wird nicht nur an Ton und Humus gebundener Kali, sondern auch Kali aus dem Sande gelöst (Tab. 38—42).

INHOUD.

Blz.

I. Aanleg van het proefperceel. Ontwatering; samenstelling van den grond. Overzicht der verbouwde gewassen en toegediende bemestingen 543

II. Onderzoek naar de gelijkmatigheid van het proefveld

a. Onderzoek naar de gelijkmatigheid van het perceel vóór het in gang zetten der proef 548

b. Wat leeren de opbrengstcijfers in de proefjaren 1911—1934 ons omtrent de gelijkmatigheid van het proefveld? 552

III. Bespreking der op het proefveld in de jaren 1911 t/m 1934 verkregen resultaten:

A. Vergelijking van natronsalpeter, zwavelzuren ammoniak en salpeterzuren ammoniak (resp. kalksalpeter) zonder kalibemesting:

a. Eerste periode 1911—1924 563

b. Tweede periode 1925—1934 569

B. Vergelijking der drie N-meststoffen bij toediening eener kalibemesting 575

IV. De resultaten der kalibemesting in de jaren 1923—1934 . . . 580

V. De scheikundige samenstelling der op het proefveld verbouwde gewassen:

A. Invloed van den aard der N-meststof op de samenstelling der gewassen 592

B. Invloed der kalibemesting op de samenstelling der gewassen 598

VI. Veranderingen in de samenstelling van den grond gedurende de proefjaren:

a. Het kalkgehalte van den grond 600

b. Het kaligehalte van den grond 619

Samenvatting 638

Zusammenfassung 643