RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN.

SAMENVATTING VAN EENIGE RESULTATEN VAN KALKPROEFVELDEN OP BOUWLAND

DOOR

P. BRUIN.

(Ingezonden 23 December 1936.)

Doel van de samenvatting.

Nadat in de publicaties van HUDIG en medewerkers [1]) het belang van de zuurgraad en van de kalkhuishouding van den grond voor de cultuur op zand en dalgronden weer meer naar voren gekomen was en in 1922 en volgende jaren in verschillende Mededeelingen van de toenmalige Tweede Afdeeling voor de cultuur op zand- en veengronden van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen in meer populaire vorm het voordeel van een juiste bekalking en van een juiste keuze der kunstmeststoffen op grond van laboratoriumonderzoek werd bepleit, werden op verschillende plaatsen in Nederland door de Rijkslandbouwconsulenten, de Proefboerderijen en anderen kalkproefvelden op zand, dal- en veengronden aangelegd om de beteekenis van deze experimenteele bevindingen voor de practische landbouw te toetsen. Het ging hierbij vooral om de vraag, of het door HUDIG ingevoerde kalktoestandscijfer bij de cultuur van verschillende gewassen een bruikbare maatstaf kon zijn bij de beoordeeling van een eventueel kalk-teveel of kalk-tekort in den grond en of volgens de gebruikte laboratorium-methode kon worden aangegeven, welke kalkhoeveelheden aan den grond moesten worden toegevoegd om een meer gewenschten kalktoestand te verkrijgen. Verder was het ook van belang om meer gegevens te verkrijgen omtrent de vraag, of de keuze van de soort van bemesting, vooral bij stikstof en forforzuur, op grond van het kalktoestands-

[1]) SJOLLEMA, B. en HUDIG, J. Onderzoek naar de oorzaken der vruchtbaarheidsafname van enkele gronden in de Groningsche en Drentsche Veenkoloniën. *Versl. v. Landbouwkundige Onderzoekingen der R.L.P.S.* 1909 pg. 29—157.

HUDIG, J. en STURM, W. Het meten van waterstofionen-concentraties in bodemextracten en grondsuspensies. *Versl. v. Landbouwk. Onderzoekingen der R.L.P.S.* 23 (1919), p. 85—127.

HUDIG, J. en MEIJER, C. De invloed van zure en alcalische bemesting op den groei der gewassen (zes jaren practijk op het proefveld te Spitsbergen). *Versl. v. Landbouwk. Onderzoekingen der R.L.P.S.* 26 (1922), p. 61—88.

HUDIG, J. en HETTERSCHIJ, C. W. G. Die Wasserstoff-Electrode. *Landw. Jahrb.* 59 (1924), p. 687—691.

cijfer kon worden geregeld. Een paar jaar later werd door MASCHHAUPT ook voor de klei- en zavelgronden en voor de venige kleigronden een methode ter bepaling van een kalktoestandscijfer ingevoerd [1]). Dit gaf aanleiding om ook op deze grondtypen eenige kalkproefvelden aan te leggen.

Uit het voorgaande komt duidelijk naar voren, dat er bij het aanleggen van deze proeven een element van onderzoek voorzat. Er mag echter geenszins uit het oog worden verloren, dat proefvelden van de plaatselijke voorlichters voor demonstratie en voorlichting moeten dienen en verder voor het onderwijs van zeer groot belang zijn, zoodat de opzet vaak eenvoudig gehouden moet worden. Wij willen niet nalaten er op te wijzen, dat wij van het belang van laatstgenoemde punten ten zeerste overtuigd zijn. Het doel van deze samenvatting is echter om die gegevens naar voren te halen, die van belang zijn bij de beoordeeling van de algemeene stand van zaken bij het kalkvraagstuk. Deze gegevens kunnen dan mogelijk van nut zijn bij het uitstippelen van de richting, waarin het onderzoek verder zal moeten worden geleid.

Het te behandelen materiaal hebben wij voor een groot gedeelte bijeengebracht uit de gepubliceerde verslagen van Rijkslandbouwconsulenten, Proefboerderijen enz. De gegevens zijn ons zeer vaak in uitgebreider vorm welwillend ter beschikking gesteld. De analysegegevens van den grond, die aanvankelijk op de laboratoria van het Rijkslandbouwproefstation en later op het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek verkregen zijn, stonden ons ter beschikking.

Het is wel aardig den omvang van het materiaal even te bespreken. Wanneer wij de kalkproefvelden, die door het Rijkslandbouwproefstation zijn aangelegd, buiten beschouwing laten en de lijst met oogstjaar 1935 afsluiten, zijn er na 1922 183 proefvelden aangelegd, waarbij kalk als proefobject was opgenomen. Hierbij zijn zoowel de kalkhoeveelheidsproeven met een voor het geheele proefveld gelijke verdere bemesting geteld als ook die proefvelden, waarop de soort stikstof- resp. fosforzuurbemesting werd gevarieerd bij twee of meer kalktrappen. Echter zijn niet meegerekend de proefvelden, waarop, naast bekalking, ook de wijze van grondbewerking en verder het toedienen van groen- en stalmestbemesting als proefobjecten voorkomen. Een groot gedeelte van deze proeven is in de loop der jaren weer beeindigd, zoodat er in 1936 nog 88 loopende waren. In totaal hebben wij op bovengenoemde proefvelden met 760 oogstjaren te maken. Niet al deze oogstjaren kunnen bij de samenvattende bewerking betrokken worden. Bij een gedeelte van de proefvelden zijn de

---

[1]) Voor een beschrijving van deze methode zie MASCHHAUPT, J. G. Enkele beschouwingen over de door het Rijkslandbouwproefstation te Groningen toegepaste methode ter bepaling van den kalktoestand van kleigronden. *Landbouwkundig Tijdschrift* 44 (1932), p. 218—227 en p. 273—282.

gegevens onvolledig; van een ander gedeelte zijn de resultaten nog niet gepubliceerd en konden deze om verschillende redenen niet voor deze samenvatting beschikbaar gesteld worden. Een gedeelte ook is als mislukt opgegeven. In tabel I zijn eenige gegevens hieromtrent ressortsgewijze ingedeeld. Hierbij zijn de proefvelden, die niet door het Consulentschap zelf zijn aangelegd, ondergebracht bij het ressort, waarin ze gelegen zijn. De gewassen zijn niet onderverdeeld in de verschillende varieteiten en rassen. Zeer vaak wordt in de verslagen het ras niet vermeld en verder is er zeer weinig systematisch onderzoek omtrent de invloed van de kalkhuishouding van den grond op de verschillende varieteiten van één gewas gedaan, zoodat wij ons in de meeste gevallen met een samenvatting voor een gewas als geheel moeten tevreden stellen. In tabel 1 A zijn de proefvelden op kleihoudende gronden vermeld en in Tabel 1 B die op zand- en dalgronden.

Aangezien er slechts weinig gegevens, waarbij stalmest bij de proefopzet is betrokken, bekend zijn, hebben wij de invloed daarvan buiten beschouwing gelaten.

Bijgaande samenvatting maakt, mede om de boven uiteengezette reden, geen aanspraak op volledigheid. Ons doel was om eens een flinke greep te doen uit het groote feitenmateriaal, aan het bijeenbrengen waarvan door de verschillende proefnemers zooveel tijd en moeite is besteed.

Indeeling van de te behandelen stof.

Het is onze bedoeling allereerst de invloed van de zuurgraad van den grond op de verschillende gewassen na te gaan. In dit artikel geven wij een samenvatting voor rogge; in een volgende publicatie hopen wij ook andere gewassen de revue te laten passeeren. Als maat voor de zuurgraad hebben wij in het algemeen de pH gekozen. Het is bekend, dat op grond van een zeer uitgebreid onderzoek van het Rijkslandbouwproefstation en naar aanleiding van practische argumenten bij het werk van het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek in het najaar van 1934 andere methoden zijn ingevoerd en daarna de hierboven genoemde kalktoestandscijfers niet meer worden bepaald. De voornaamste overwegingen en gegevens betreffende deze verandering zijn door O. DE VRIES gepubliceerd [1]). Ook uit het voortgezette onderzoek bij verdere problemen is steeds weer gebleken, dat het veel vlugger en gemakkelijker te bepalen pH-cijfer voor ons doel zeker niet minder bruikbaar is dan het kalktoestandscijfer. Van de vroegere monsters waren de pH-cijfers grootendeels bekend, terwijl wij ons in sommige gevallen bediend hebben van het pH-kalk-

[1]) DE VRIES, O. Eenige aspecten van het Kalktoestandsvraagstuk. *Landbouwkundig Tijdschrift*, October 1934, blz. 677. Nieuwe methoden voor het kalkonderzoek van den grond. *De Nieuwe Veldbode* 1935, n°. 19.

TABEL 1A. *Kleihoudende gronden.*

Ressort.	Reg. letter.	Aantal prv. van 1922 t/m 1935.	In 1936 nog loopende proeven.	Aantal oogstjaren van 1922 t/m 1935.	Oogstjaren, waarvan de gegevens ons ten dienste stonden.	Verdeeling van de ons bekende gegevens over de verschillende gewassen.						
						Gerst.	Tarwe.	Haver.	Aardappelen.	Bieten.	Erwten.	Rest.
N.Groningen	N.Gr.	11	9	14	4	—	1	—	—	1	2	—
W.Friesland	W.F.	2	0	7	6	—	1	—	3	1	1	—
O.Friesland	O.F.	2	0	5	0	—	—	—	—	—	—	—
W.Overijsel	W.O.	1	1	5	5	—	1	—	2	1	—	1
Z.Gelderland	Z.Ge.	7	3	25	15	2	1	2	3	6	1	—
N.Gelderland	N.Ge.	9	4	63	15	1	1	4	1	4	1	3
Utrecht	U.	3	3	7	0	—	—	—	—	—	—	—
N-Holland	N.H.	2	0	4	2	1	1	—	—	—	—	—
Z-Holland	Z.H.E.	4	1	10	2	—	—	2	—	—	—	—
Zeeland	Z.	6	3	15	14	1	5	—	—	4	4	—
O.Noord-Brabant . . .	O.B.	4	0	19	12	—	1	—	3	5	3	—
Limburg	L.	1	11	1	0	—	—	—	—	—	—	—
Totaal		52	35	175	75	5	12	8	12	22	12	4

TABEL 1B. *Zand- en dalgronden.*

Ressort.	Reg. letter.	Aantal prv. van 1922 t/m 1935.	In 1936 nog loopende proeven.	Aantal oogstjaren van 1922 t/m 1935.	Oogstjaren, waarvan de gegevens ons ten dienste stonden.	Verdeeling van de ons bekende gegevens over de verschillende gewassen.					
						Rogge.	Tarwe.	Haver.	Aardappelen.	Bieten.	Rest.
Z.Groningen	Z.Gr.	4	1	8	2	2	—	—	—	—	—
N.Groningen	N.Gr.	2	1	6	5	2	1	—	1	1	—
W.Friesland.	W.F.	9	6	29	24	4	—	6	5	8	1
O.Friesland.	O.F.	15	4	48	32	6	—	5	11	6	4
Drenthe	D. en E.C.	21	3	103	94	42	4	9	34	4	1
O.Overijssel.	O.O.	10	7	79	61	13	5	8	27	4	4
W.Overijsel.	W.O. en P.O.	6	5	37	31	10	3	6	8	2	2
Z.Gelderland	Z.Ge.	2	1	6	4	—	—	1	1	2	—
N.Gelderland	N.Ge.	30	10	180	36	5	1	4	4	7	15
Utrecht	U.	2	0	6	6	—	—	2	—	4	—
N-Holland	N.H.	1	0	4	0	—	—	—	—	—	—
Zeeland	Z.	1	1	4	3	1	—	1	1	—	—
W. Noord-Brabant . . .	W.B.	14	3	35	19	1	1	5	3	4	5
O. Noord-Brabant . . .	O.B.	9	1	26	12	—	2	3	2	4	1
Limburg	L.	5	10	14	6	1	1	—	1	2	1
Totaal		131	53	585	335	87	18	50	98	48	34

toestandsverband, dat voor verreweg de meeste proefvelden bekend is, ten einde voor die gevallen de pH-cijfers te verkrijgen. Wij zijn ons bewust dat, evenals het kalktoestandscijfer, het pH-cijfer slechts een ruwe eerste benadering is van de basenhuishouding van den grond.

Na bespreking van den invloed van den zuurgraad, waarbij het gaat om de vraag, welk pH-gebied voor de verschillende gewassen optimaal genoemd kan worden, zullen wij nog het een en ander opmerken over de vraag, in hoeverre het laboratorium-onderzoek in staat is de kalkhoeveelheden aan te geven, die noodig zijn om dit optimale pH-gebied te bereiken.

Methode ter bepaling van het pH-cijfer.

Het pH-cijfer wordt in waterige suspensie met de chinhydron electrode bepaald [1]). Er wordt hierbij steeds uitgegaan van eenzelfde volume grond (omstreeks 10 g naar gelang van het volumegewicht van den grond overeenkomende met maar 6 tot wel 14 g), waaraan 50 cm^3 gedestilleerd water wordt toegevoegd. Na een paar maal schudden laat men de suspensie bij 25° over nacht staan. Daarna wordt na toevoegen van chinhydron intensief geschud en zoo snel mogelijk gemeten.

Voor de kleihoudende gronden werd de pH voorheen zeer globaal bepaald volgens de methode COMBER. Deze cijfers zijn bij de werkwijze, die hieronder wordt beschreven, niet te gebruiken.

Voor de zand- en dalgronden werd vóór 1924/25 de pH in waterige suspensie met de waterstof electrode bepaald. Van de monsters van eenige oogstjaren waren alleen deze pH-cijfers bekend. Voor deze gevallen hebben wij de pH-chinhydron cijfers hieruit afgeleid door gebruik te maken van het verband, dat in Fig. 1 staat aangegeven. Deze cijfers zijn ons door C. W. G. HETTERSCHIJ, die deze indertijd bepaalde, ter beschikking gesteld. Merkwaardig is, dat boven pH 6,0 het verschil tusschen pH-waterstof en pH-chinhydron steeds grooter wordt. Voor een pH 7 volgens de waterstof-electrode wordt volgens de chinhydron electrode pH 6,5 à 6,6 gevonden. Dit is indertijd de reden geweest, dat men bij vervanging van de waterstof-electrode door de chinhydron-electrode ter bepaling van het kalktoestandscijfer niet meer tot pH 7, maar tot pH 6,5 titreerde.

ROGGE.

De beschikbare gegevens bij rogge zijn practisch alleen afkomstig van zandgronden. Daarom beperken wij ons in deze samenvatting tot de zand-

[1]) HUDIG, J, en HETTERSCHIJ, C. W. G. Ein Verfahren zur Bestimmung des Kalkzustandes in Humus-Sandböden. *Landw. Jahrb.* 63 (1926), p. 207—215.

gronden. In zeer veel gevallen wordt de varieteit niet uitdrukkelijk genoemd; wij mogen echter wel aannemen, dat wij steeds met *Petkuser rogge* te maken hebben, tenzij anders wordt vermeld.

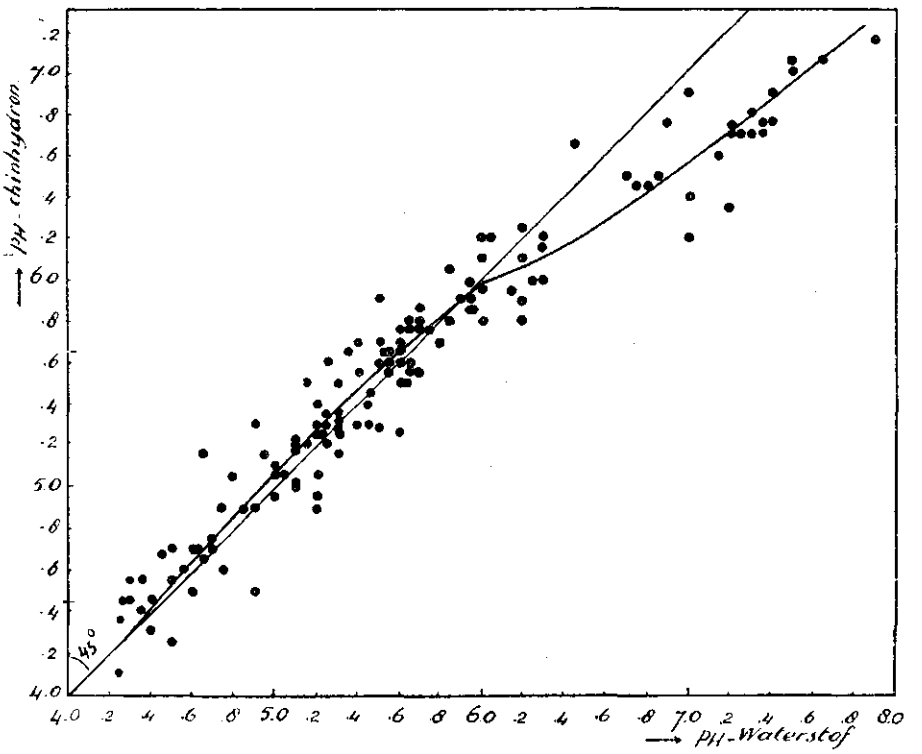

FIG. 1. Het verband tusschen de pH, bepaald met de waterstof-electrode, en de pH, bepaald met de chinhydron-electrode, van grondmonsters, welke van humus-zandgronden afkomstig waren. Wij gebruikten vóór 1924 de waterstof-electrode en daarna de chinhydron-electrode, en maakten van het hier gegeven verband bij de onderlinge vergelijking der resultaten gebruik.

ABB. 1. *Der Zusammenhang zwischen dem pH, bestimmt in Bodenproben von Humus-Sandböden mittels der Wasserstoffelelektrode, und dem pH, welche in denselben Proben mittels der Chinhydronelektrode bestimmt wurde. Wir bedienten uns vor dem Jahre* 1924 *von der Wasserstoffelektrode und später von der Chinhydronelektrode und verwendeten diesen Zusammenhang bei dem Vergleich der Resultate.*

A. DE INVLOED VAN DE pH OP DE KORRELOPBRENGST.

1. De wijze van verwerken der beschikbare gegevens.

Reeds een paar jaar geleden werden onder leiding van Prof. Dr. O. DE VRIES zeer vele gegevens, die op het kalktoestandsvraagstuk betrekking

hadden, systematisch gerangschikt en verwerkt, terwijl de voorloopige resultaten in een publicatie werden samengevat [1]). De grafische methode van verwerking der gegevens, waarvan wij ons bij deze samenvatting hebben bediend, is nader uitgewerkt door Ir. W. C. VISSER, die daarover te gelegener tijd een publicatie het licht zal doen zien aan de hand van vele op deze wijze verwerkte gegevens van proeven, die door het Rijkslandbouwproefstation werden genomen.

Wij hebben de pH-cijfers zoowel beschouwd in verband met de *relatieve opbrengstcijfers* (*opbrengst, uitgedrukt in procenten van de maximale opbrengst*), als in verband met *de opbrengstcijfers, uitgedrukt in quintalen per hectare.*

Voor een goed begrip van de beteekenis der in dit verslag weergegeven *relatieve opbrengstkrommen* is het noodig over deze methode van bewerken het een en ander op te merken.

Men begint van ieder oogstjaar en bij elke bemestingswijze afzonderlijk (b.v. voor elke soort stikstofbemesting, die op het proefveld als proefvariabele naast de kalkhoeveelheid voorkomt) de opbrengst van elk veldje afzonderlijk uit te drukken in procenten van de opbrengst, die voor het betrokken jaar en voor de bedoelde bemestingswijze als maximaal gevonden is. Deze procentcijfers worden uitgezet tegen de pH's van de betrokken veldjes. Men krijgt dan een stippenfiguur, zooals b.v. in Fig 2 en 3 is geteekend. Zeer vaak blijkt bij de verdere verwerking der gegevens, dat men een beter geheel verkrijgt, wanneer als maximale waarde een waarde wordt genomen, die iets van de oorspronkelijke afwijkt. Dit is zeer gemakkelijk te verhelpen door de serie punten procentueel een bepaald bedrag in verticale richting te verschuiven (dus geen verschuiving van elk punt over gelijke afstand).

Door de omrekening van ware opbrengstcijfers tot procentcijfers (grafisch bezien een *procentueele verticale verschuiving*) verkrijgt men vaak voor meerdere oogstjaren een nagenoeg uniform verloop van de pH-opbrengst kromme. Men heeft door deze bewerking de algemeene vruchtbaarheid van een veld en de vruchtbaarheidstoestand in de verschillende jaren als variabelen uitgeschakeld. Het is nu gebleken, dat verschillende krommen na deze procentueele vervorming pas dan nagenoeg samenvallen, wanneer men eerst ook nog een *horizontale verschuiving* teweeg brengt. Dit wil dus zeggen, dat de optimale pH voor een bepaald gewas niet steeds dezelfde waarde heeft; zelfs voor één en hetzelfde proefveld blijkt dit in verschillende jaren niet het geval te zijn. Wij krijgen hier te doen met een beperking van de beteekenis van het grondonderzoek. Hierop komen wij straks nog nader terug.

Door verticale en door horizontale verschuiving verkrijgt men nu in vele ge-

[1]) DE VRIES, O. Eenige aspecten van het kalktoestandsvraagstuk. *Landbouwkundig Tijdschrift* 46 (1934), p. 677—705.

vallen een vrij aardig samenvallen van krommen van verschillende oogstjaren en van verschillende bemestingswijzen. Het blijkt echter, dat lang niet alle krommen

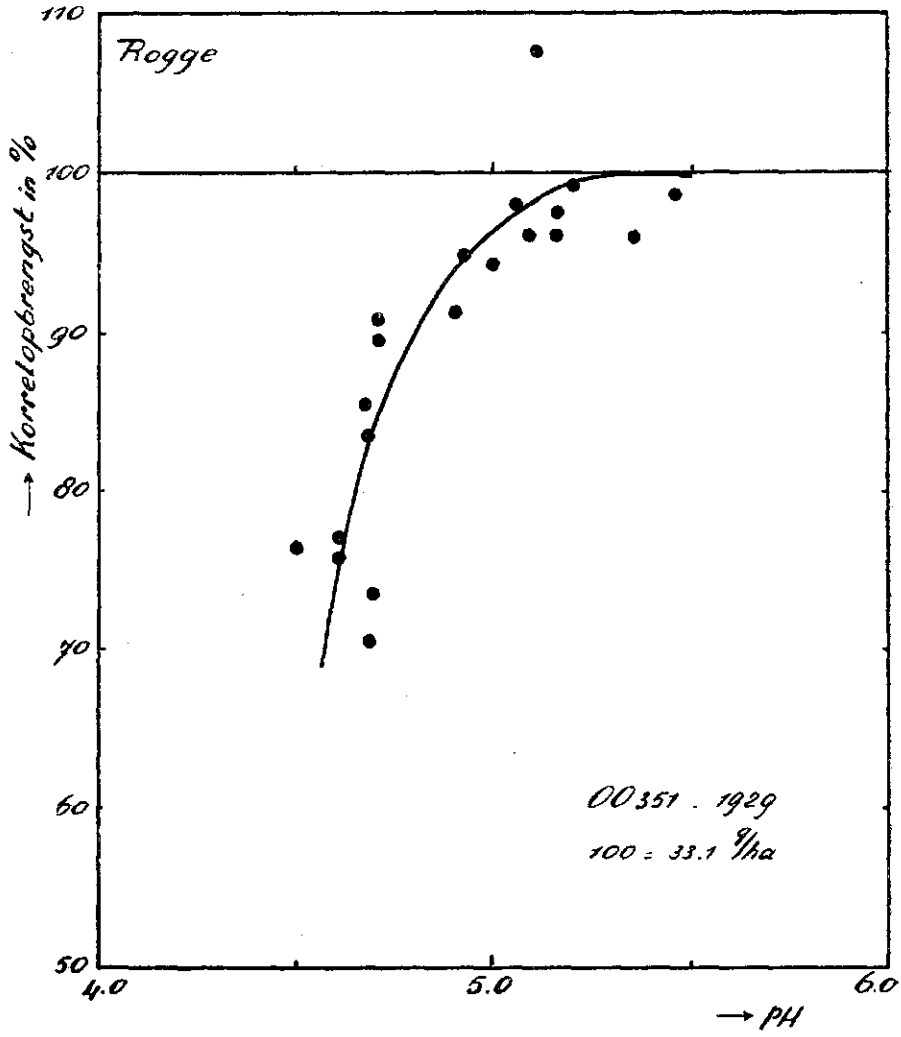

FIG. 2. Het verband tusschen pH en relatieve korrelopbrengst in het proefjaar 1929 van het proefveld OO 351. Een opbrengst van 33,1 quintalen per hectare (3310 kg) is gelijk aan 100 gesteld. Iedere stip is het resultaat van één veldje. De getrokken kromme lijn is een gedeelte van de samenvattende kromme uit Fig. 5; de punten sluiten zich goed daarbij aan.

ABB. 2. *Der Zusammenhang von dem pH mit dem relativen Korn-Ertrage in dem Versuchsjahr* 1929 *des Versuchsfeldes* OO 351. *Der auf* 100 *gesetzte Ertrag betrug* 33,1 *dz pro Hektar. Jeder Punkt gibt das Resultat von nur einer Versuchsparzelle. Die durchgezogene Linie ist ein Teil der Mittellinie von der grafischen Zusammenfassung in Abb.* 5.

volgens deze omrekeningsmethoden tot onderling samenvallen te brengen zijn. Wij hebben de gegevens daarom in groepen verdeeld; zoo zijn de stippenverzamelingen van Fig. 5 t/m 10 verkregen. Het trekken van een lijn door de punten van elke figuur geschiedde op het oog, terwijl achteraf gecontroleerd werd of groepsgewijze de som der afstanden loodrecht op de lijn aan beide kanten gelijk is. Op deze kwestie zal door Ir. W. C. VISSER te zijner tijd nader worden ingegaan. De gevonden lijn kan nu zeer gemakkelijk overgenomen

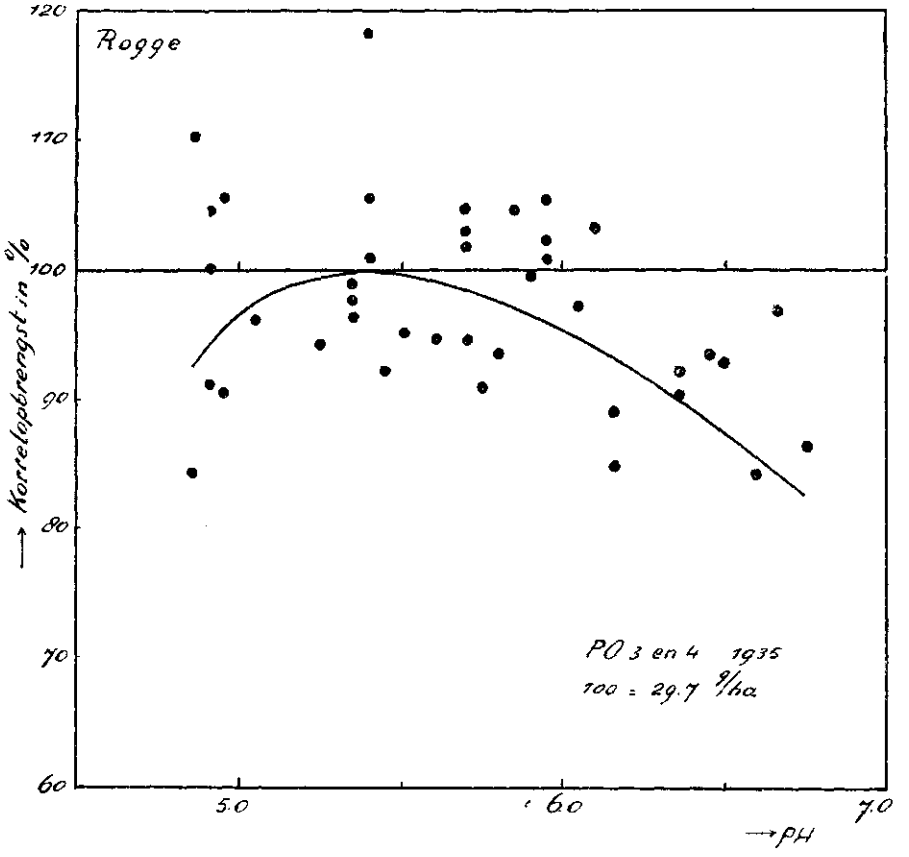

FIG. 3. PO 3 en 4 zijn vlak naast elkaar gelegen proefvelden. Zie voor verdere verklaring het onderschrift bij Fig. 2. Fig. 2 en 3 zijn twee voorbeelden, waarbij de extrapolaties, die toegepast zijn om de samenvatting van Fig. 5 te verkrijgen, zeer ver zijn doorgevoerd.

ABB. 3. *Diese Resultate wurden erhalten von zwei nebeneinander liegenden versuchsfeldern (PO 3 en 4) im Jahre 1935. Der auf 100 gesetzte Ertrag betrug 29,7 dz pro Hektar. Für weitere Erklärung siehe Unterschrift von Abb. 2. Die Abb. 2 und 3 sind zwei Beispiele, wobei die Extrapolationen, welche gemacht sind um die Zusammenstellung in Abb. 5 zu erlangen, sehr weit durchgeführt sind.*

worden in de afzonderlijke pH-opbrengst grafieken, waaruit de groote puntenverzameling werd opgebouwd. Het spreekt vanzelf, dat de lijn dan wel eens een eenigszins ander verloop heeft dan voor het geval dat men deze, zonder van de andere gegevens gebruik te maken, door de punten getrokken zou hebben. Het maakt tevens vaak den indruk, dat men aan de ligging van bepaalde punten wat te veel beteekenis heeft toegekend. Het algemeene verloop, dat men uit de figuur voor alle jaren tezamen afleidde, blijkt voor de afzonderlijke jaren niet steeds even goed te passen. Kleine afwijkingen hiervan worden als min of meer toevallig beschouwd. Deze redeneering gaat natuurlijk alleen op, wanneer men aan bepaalde proefvelden één bepaald type van roggekromme mag toeschrijven.

Wij willen er met nadruk op wijzen, dat, ook indien het op deze wijze bijeenbrengen der gegevens principieel onjuist mocht blijken, toch nog vaak het niet te onderschatten voordeel van groote overzichtelijkheid overblijft. Op dit punt leggen wij bij een samenvatting als deze de meeste nadruk.

Men zal inzien, dat het te veel plaatsruimte zou vragen om nu voor alle gevallen afzonderlijk te demonstreeren, hoe de resultaten der verschillende jaren zich om de verkregen lijn groepeeren. Van de kromme in Fig. 5 hebben wij dit voor twee gevallen gedaan v.n. om op nog één punt nader te kunnen ingaan. In de samenvattende kromme van Fig. 5 zijn o.a. de puntenverzamelingen van Fig. 2 resp. Fig. 3 naast elkander bijeengebracht. Wij hebben dus stilzwijgend aangenomen, dat ook op het proefveld 00 351 in het jaar 1929 een daling in opbrengst bij stijgende pH zou zijn waargenomen, wanneer door het toedienen van grooter kalkgiften de pH hooger zou zijn opgevoerd, evenals op het proefveld PO 3—4 in het jaar 1935 het geval was. Voor de verlenging van de kromme van Fig. 3 naar lager pH geldt mutatis mutandis hetzelfde. Wij hebben dus een *extrapolatie* toegepast. die vooral voor een geval als in Fig. 2 zonder nadere gegevens zeer gewaagd genoemd zou kunnen worden. Wij zijn hiertoe echter overgegaan, omdat de helling van de lijn overeenkomt met de helling van het stijgende gedeelte van de krommen bij andere oogstjaren van deze groep en verder, omdat latere roggejaren van ditzelfde proefveld, nadat door een herhaalde bekalking hoogere pH's verkregen waren, wel een maximum te zien geven.

Het valt te begrijpen, dat het toepassen van verticale en horizonrale verschuivingen, gepaard gaande met extrapolaties, zeker niet dergelijke afmetingen mag aannemen, dat men er toe komt een kromme te vormen uit verschillende kleine afzonderlijke pH-trajecten. Het is noodig, dat in de afzonderlijke krommen telkens een karakteristiek punt, zooals een top of een sprekende verandering in helling van de lijn, aanwezig is. Uit het vervolg zal blijken,

dat wij, wegens het ontbreken van dergelijke punten, er wel eens van hebben moeten afzien een samenvattende kromme te construeeren.

Het is wel duidelijk, dat deze wijze van werken, ook wanneer men zich zoo objectief mogelijk tegenover het resultaat stelt en elke vooropgestelde meening uitsluit, niet vrij is van een zekere mate van subjectiviteit. Het zal voorts geen nader betoog behoeven dat, ter verkrijging van zekerder conclusies en conclusies van verdere strekking, een groot pH-traject, waarbij dus ook extremen voorkomen, een eerste vereischte is.

Wij willen er tenslotte nog op wijzen dat men, door de resultaten per veldje uit te zetten, verder komt dan wanneer men alleen objectsgemiddelden neemt. Steeds immers zijn er pH-verschillen tusschen de parallellen van één object aanwezig. Deze verschillen kunnen, vooral in het gebied van groote veranderingen in opbrengst, van veel beteekenis zijn. Bij het berekenen van de middelbare fout van het verschil tusschen twee objecten is het geenszins onmogelijk, dat een gedeelte van deze fout op rekening gesteld moet worden van opbrengstverschillen, die uit deze pH-verschillen al zonder meer te verwachten waren.

Met betrekking tot de *horizontale verschuiving*, die noodzakelijk is om de krommen, die tot één groep behooren, te doen samenvallen, kan aan de mogelijkheid gedacht worden, dat er een verband bestaat tusschen de grootte van deze verschuiving en de pH-verschillen, die bij de proefvelden tengevolge van de zgn. *seizoenschommelingen* van jaar tot jaar optreden. Allen, die met analysecijfers van grondmonsters, afkomstig van proefvelden, te maken gehad hebben, zal het meermalen zijn opgevallen, dat het pH-niveau van één proefveld, ook als telken jare de grondmonsters na den oogst zijn genomen, van jaar tot jaar kan varieeren zonder dat een verandering in de wijze van bemesten en van behandelen daarvoor verantwoordelijk gesteld kan worden, Wij hebben deze variaties kortweg seizoenschommelingen in het pH-cijfer van den grond genoemd zonder dat bewezen is, dat dit verschijnsel iets te maken heeft met de letterlijke beteekenis van het woord. De naam zelf behoort eigenlijk bij de pH-variaties, die bij niet in cultuur gebrachte gronden in de loop van het jaar optreden. Wij zullen hier niet nader ingaan op de factoren, die op bebouwde grond bij dit verschijnsel een rol spelen; wij hebben hierover reeds het een en ander gezegd [1]). De door ons bedoelde schommelingen bedragen 0,1—0,4, soms wel 0,6 of nog meer pH-eenheden. Een voorbeeld is geteekend in Fig. 4 (OO 351—N° 1 t/m 3 van Tabel 2). De pH-stijging, die de vloeiend getrokken lijn in de loop der jaren vertoont, moet aan de voortdurende chili- en slakbemesting worden toegeschreven (alleen in 1931 is in plaats van chili, kalksalpeter ge-

[1]) BRUIN, P. Seizoenschommelingen in de pH van den grond. Chemisch Weekblad 32 (1935) p. 218—224.

geven). Ieder punt in de figuur stelt het pH-gemiddelde van het ongekalkte object voor. Aangezien in de loop der jaren bij verschillende proefvelden is bijgekalkt, waardoor dus het verloop van de lijn wordt gestoord, hebben wij onze beschouwingen gebaseerd op de schommelingen, waaraan het ongekalkte object onderhevig is.

Wij kunnen nu de ligging van elk pH-niveau van elk jaar en van elk proefveld aangeven t.o.v. zoo'n vloeiend getrokken lijn. Deze afstanden kunnen worden uitgezet tegen de hierboven genoemde horizontale verplaatsingen. Wij hebben dit gedaan voor de beide groepen van oogstjaren, die in Fig. 5 en 6 zijn samengevat. Wij kunnen er hier mee volstaan mee te deelen, dat door ons geen verband tusschen de beide genoemde grootheden is gevonden. Wij hebben

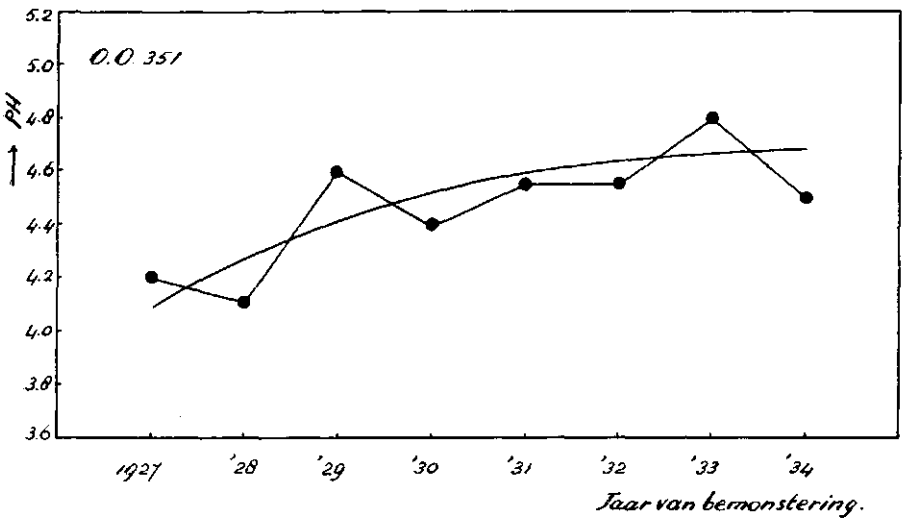

FIG. 4. Een voorbeeld van jaarlijksche variaties in de pH van den grond. De grondmonsters zijn na de oogst genomen. Ieder punt is een gemiddelde van de resultaten van 5 parallellen. De invloed van de alkalische bemesting (slakkenmeel en chilisalpeter) blijkt uit de vloeiend verloopende lijn.

ABB. 4. *Ein Beispiel der jährlichen Schwankungen im pH des Bodens. Die Proben wurden nach der Ernte entnommen. Jeder Punkt ist der Mittelwert der Resultate von 5 Parallelparzellen. Der Einflusz der alkalischen Düngung (Chilisalpeter und Thomasschlackenmehl) zeigt sich aus der fliesszend steigenden Linie.*

het daarom ook geoorloofd geacht de opbrengsten van enkele oogstjaren uit te zetten tegen de pH-cijfers van een ander jaar, wanneer er in hetzelfde jaar geen grondmonsters waren genomen. Hierbij hebben wij er ons natuurlijk van vergewist, dat er intusschen geen belangrijke wijziging in de bemesting was aangebracht.

In het vervolg krijgen wij nog met een factor te maken, die de bovengenoemde horizontale verschuivingen beinvloedt.

In de Fig. 12, 13 en 18 hebben wij de pH's uitgezet tegen de *opbrengstcijfers uitgedrukt in quintalen per hectare* (1 q = 100 kg). Over het algemeen zijn wij hierbij uitgegaan van een der samenvattende krommen der Fig. 5 t/m 11, waarvan het bepaalde proefveld deel uitmaakt. Een enkel oogstjaar, dat bij geen der rubrieken kon worden ondergebracht, is er nog bijgekomen. Verder ziet men in deze grafieken verschillende stippen staan. Deze zijn afkomstig van de oogstjaren, waarbij geen verband is aan te geven tusschen pH en opbrengst. De stippen liggen min of meer in een cirkel. Wij hebben in zoo'n geval de gemiddelde pH tegen de gemiddelde opbrengst van het proefveld uitgezet. Op eenige bijzonderheden, die uit deze grafieken zijn te halen, komen wij nog terug.

2. Procentueele pH-opbrengstkrommen.

Wij zullen achtereenvolgens de verschillende groepen van oogstjaren afzonderlijk en in onderling verband bespreken. Bij iedere groep is aangegeven op welke afzonderlijke oogstjaren de gegevens betrekking hebben. Voor nadere gegevens zij verwezen naar Tabel 2.

pH-opbrengst krommen van Fig. 5. Wij hebben hier te maken met de aanwezigheid van een uitgesproken maximum in opbrengst, waarop bij verder stijgende pH een daling in opbrengst volgt. Hieruit blijkt, dat men door een te groote bekalking reeds een oogstdepressie kan krijgen voordat er van een optreden van de Veenkoloniale Haverziekte sprake is. Vele van de bij deze figuur gebruikte proefveldgegevens zijn vermeld in de Jaarverslagen van de *Overijselsche Proefveldcommissie*. De kromme van Fig. 5 is, evenals die van Fig. 6, in een samenvattende beschouwing in het Proefveldverslag over 1935 van deze Commissie opgenomen. Als oorzaak van de gevonden oogstdepressie zou aan een vroegtijdige legering van het gewas bij de hoogste kalktrappen gedacht kunnen worden. Van legering wordt in de Verslagen echter geen melding gemaakt, terwijl volgens de voor deze proeven verantwoordelijke proefnemers hiervan geen sprake geweest is. Het maximum is gemiddeld bij een pH 5,35 gelegen en varieert bij de afzonderlijke oogstjaren tusschen 5,3 en 5,6, terwijl bij OO 353 in het jaar 1929 zelfs een maximum bij pH 5,0 optreedt.

Kromme van Fig. 6. De hierin vervatte gegevens zijn afkomstig van de proefvelden WO 114 en OO 355. De snijding van de kromme met de 100 % lijn is bij een gemiddelde pH van 5.7 (varieerend van 5,15—6,0). Deze kromme is in geen enkel opzicht te vergelijken met die van Fig. 5. Het stijgende gedeelte

van de kromme van Fig. 5 verloopt steiler dan in Fig. 6 het geval is. Bij de pH, waarbij gemiddeld in Fig. 5 een top optreedt, valt hier nog een flinke

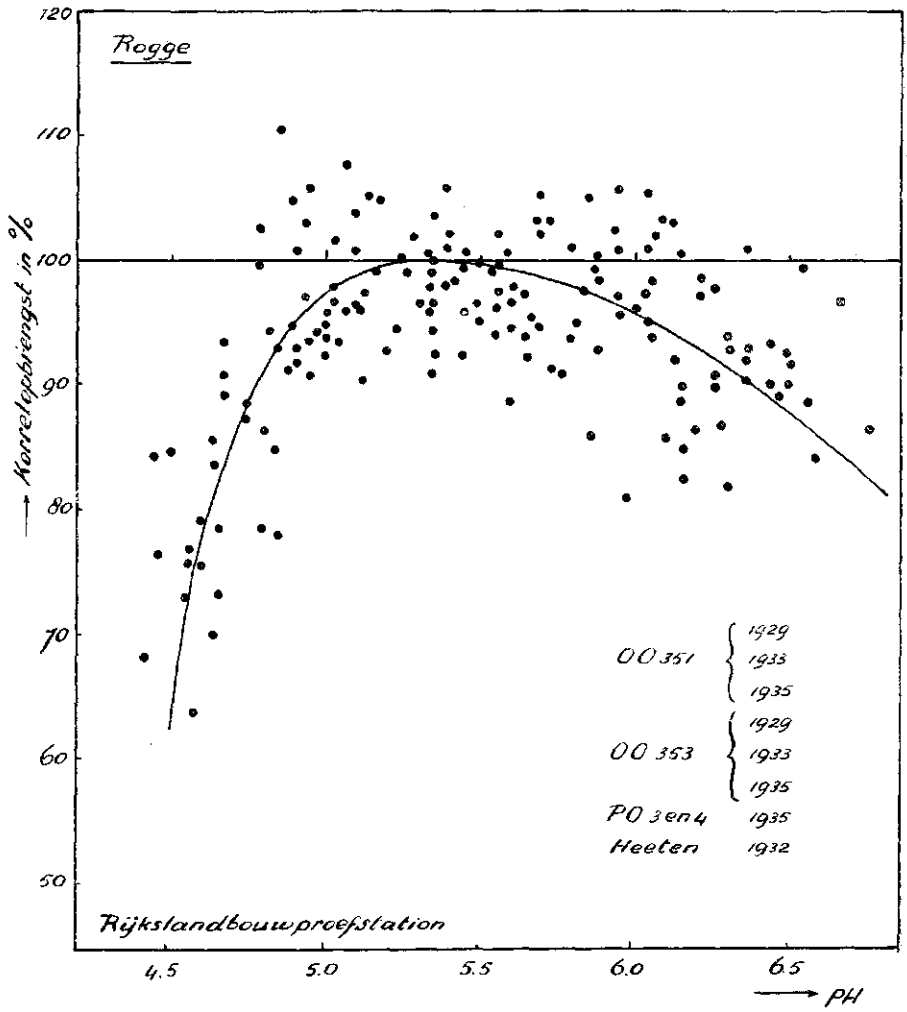

FIG. 5. Een samenvatting der resultaten van 5 proefvelden resp. 9 proefjaren. De stippen figuren der afzonderlijke proefjaren (zie als voorbeeld Fig. 2 en 3) zijn door verschuiving in de richting van de abscis onderling tot een zoo goed mogelijk samenvallen gebracht. Het maximum ligt gemiddeld bij pH 5,35 (bij de afzonderlijke jaren wisselend van 5,0 tot 5,6).

ABB. 5. *Eine Zusammenstellung der Ergebnisse von 5 Versuchsfeldern (9 Versuchsjahre). Abszisse: pH-Werte: Ordinat: relative Korn-Erträge. Die Punktefiguren der einzelnen Jahre (siehe z.B. die Abb. 2 und 3) wurden durch eine Verschiebung in die Richtung der Abszisse möglichst gut zusammen gebracht. Es ergibt sich ein Höchstertrag bei dem pH 5,35 (Mittelwert: Schwankungen vom pH 5,0 bis 5,6).*

stijging in opbrengst waar te nemen. Wij achten het natuurlijk geenszins buitengesloten, dat bij nog hooger pH ook hier een top zal gaan optreden.

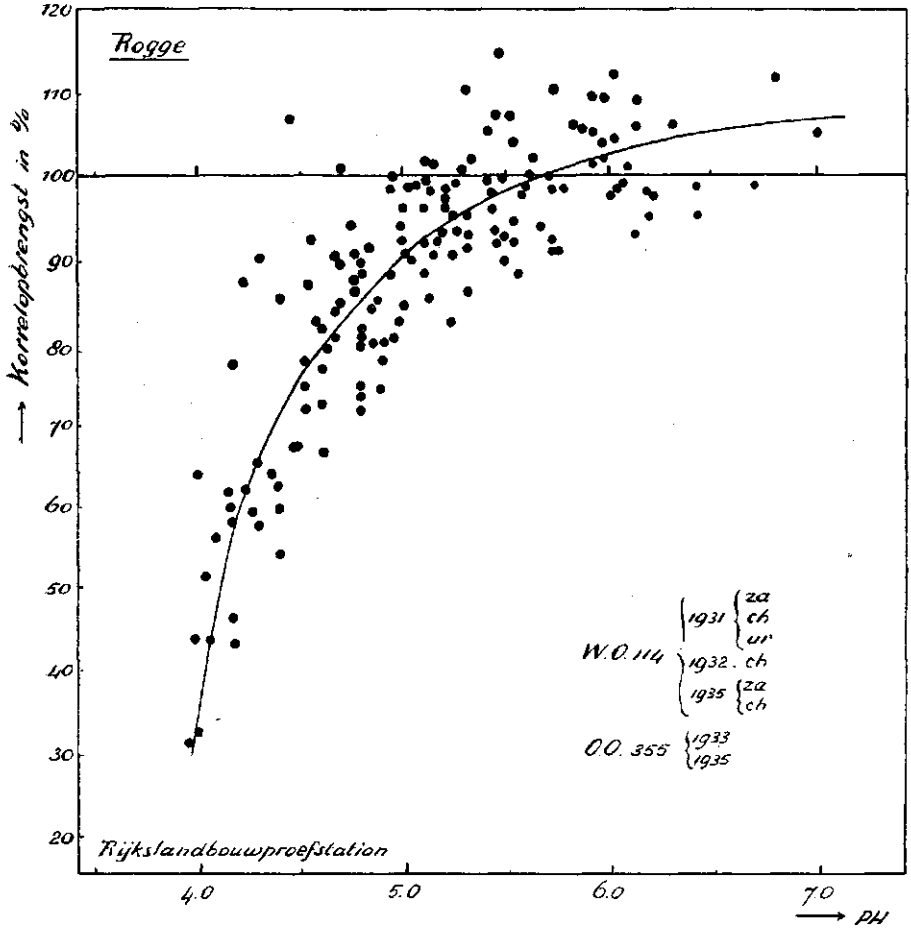

FIG. 6. Een samenvatting der resultaten van 2 proefvelden resp. 5 proefjaren. Bij 3 proefjaren waren naast kalkhoeveelheden ook de aangegeven soorten stikstofbemesting proefobjecten Bij deze grafische verwerking is voor die gevallen elke serie veldjes met dezelfde soort stikstofbemesting als een apart proefjaar behandeld. Bij een pH gemiddeld 5,7 (5,15—6,0) wordt de maximale korrelopbrengst nog niet bereikt. Zie voor verdere verklaring het onderschrift bij Fig. 5.

ABB. 6. *Eine Zusammenstellung der Resultate von 2 Versuchsfeldern (5 Versuchsjahre). Im Versuchsjahre 1931 des Versuchsfeldes WO 114 wurden neben verschieden groszen Bekalkungen auch Düngungen mit bzw. schwefelsaurem Ammoniak, Chilisalpeter und Harnstoff untereinander verglichen. In den Versuchsjahren 1932 und 1935 desselben Versuchsfeldes wurde schwefelsaures Ammoniak mit Chilisalpeter verglichen. In diesen Fällen wurde jede Serie der Parzellen, welche auf gleicher Weise gedüngt wurde, einzeln verarbeitet. Bei dem pH-Werte 5,7 (5,15—6,0) wird der Höchstertrag noch nicht erreicht. Für weitere Erklärung siehe Unterschrift von Abb. 5.*

De resultaten der zwavelzure ammoniak veldjes van het oogstjaar 1932 van WO 114 kunnen niet tot dekking gebracht worden met de overige gegevens. Wij hebben deze gegevens wel ondergebracht in Fig. 13.

Kromme van Fig. 7. Dit is een samenvatting van 4 oogstjaren van het proefveld bij Meyering te Lhee. De gegevens zijn door ons uit een rapport van den Rijkslandbouwconsulent van Drenthe, Prof. Ir. J. ELEMA overgenomen [1]). De stippen hebben hier geen betrekking op de korrelopbrengst, maar op de opbrengst aan korrel en stroo tezamen. Wij hebben uit de door ELEMA opgegeven droge-stof-cijfers de opbrengstcijfers aan ongedorschen graan weer berekend onder aanname van 20 % vocht. Om het verloop van de geconstrueerde kromme met dat van onze overige krommen te kunnen vergelijken, hebben wij de pH-opbrengst kromme voor de korrel er uit afgeleid (gearceerde lijn). Wij hebben hierbij gebruik gemaakt van de gegevens omtrent de verhouding tusschen korrelopbrengst en totaal opbrengst, die wij in een volgend hoofdstuk hebben samengevat. Hieruit zal blijken, dat de korrelopbrengst naar lager pH een steeds kleiner percentage van de totaal opbrengst gaat bedragen. Wij hebben voor dit geval aangenomen, dat bij een pH, die 0,5 eenheid beneden de pH van de maximale oogstopbrengst gelegen is, het korrelpercentage 5 % is afgenomen, betrokken op het korrelpercentage bij maximale opbrengst. Voor de reducties bij de pH's, die resp. 1,0 en 1,5 eenheden beneden de pH's van het optimum liggen, hebben wij resp. 14 en 23 % genomen. Het korrelpercentage van het optimum hebben wij hierbij op 35 % gesteld. In verband met de in het betreffende hoofdstuk vermelde gegevens zal men inzien, dat eenige onzekerheid blijft bestaan omtrent de vraag, of misschien in dit geval bij de hoogste kalkgiften reeds weer een kleine daling in korrelopbrengst moet worden aangenomen. In de teekening hebben wij maar aangenomen, dat dit niet het geval is. De hoogste opbrengst wordt dan verkregen bij een pH, gemiddeld 5,7 (varieerend van 5,65 tot 5,75). Het verloop van de kromme komt zeer veel overeen met dat van de kromme in Fig. 6.

Volledigheidshalve willen wij nog eenige resultaten, vermeld in genoemde publicatie, bespreken. Omtrent de resultaten op het kalkproefveld bij Wever te Pesse (D 1) is de conclusie van Prof. ELEMA, dat binnen het daar voorkomende pH-traject (5,4—6,4) geen verandering in totaal opbrengst valt waar te nemen. Aangezien wij hier met een oude eschgrond van hetzelfde type als bij Lhee te maken hebben, ziet Prof. ELEMA hierin een bevestiging van het resultaat van het laatstgenoemde proefveld, waarop immers practisch de hoogste opbrengst bij een pH van ongeveer 5,5 wordt verkregen.

In het rapport worden tevens de resultaten van een 15-tal proefvelden

[1]) ELEMA, J. Een onderzoek naar den kalktoestand van den grond in Drenthe. Publicatie, L. E. B. Fonds, n°. 13.

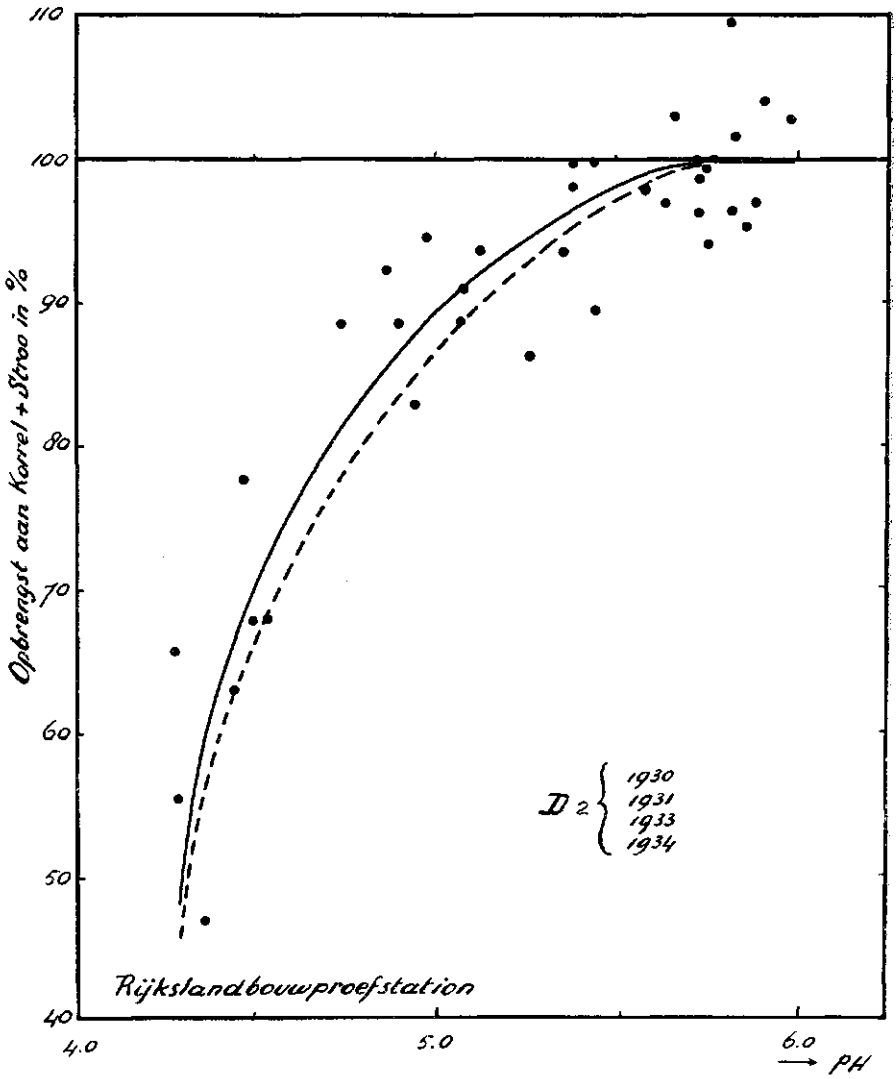

FIG. 7. Een samenvatting der resultaten van 4 proefjaren van één proefveld. De doorgetrokken lijn geeft het verband aan tusschen pH en opbrengst aan korrel + stroo. De gearceerde lijn is de berekende lijn voor de korrelopbrengst. Aan deze berekening ligt een gemiddeld verband bij verschillende pH's tusschen korrelopbrengst en totaalopbrengst ten grondslag (zie tekst). De hoogste opbrengst wordt bij pH 5,7 bereikt (5,65—5,75). Zie voor verdere verklaring het onderschrift bij Fig. 5.

ABB. 7. *Eine Zusammenstellung der Resultate von 4 Versuchsjahren des Versuchsfeldes D 2. Die Punkte und die durchgezogene Linie zeigen den Zusammenhang zwischen dem pH und dem „Korn + Stroh"-Ertrag. Die gestrichelte Linie ist die berechnete Linie für den Korn-Ertrag. Dieser Berechnung liegt ein Mittelwert zur Grundlage, welche bei den verschiedenen pH-Werten für den Zusammenhang von dem Korn-Ertrage mit dem Gesamt-Ertrage gefunden wurde. Der Höchstertrag wird bei dem pH 5,7 erreicht (5,65—5,75). Für weitere Erklärung siehe Unterschrift von Abb. 5.*

van zeer eenvoudige opzet samengevat. In totaal hebben wij hierbij te maken met 32 rogge oogstjaren. Ieder proefveld bestaat slechts uit 3 veldjes, namelijk

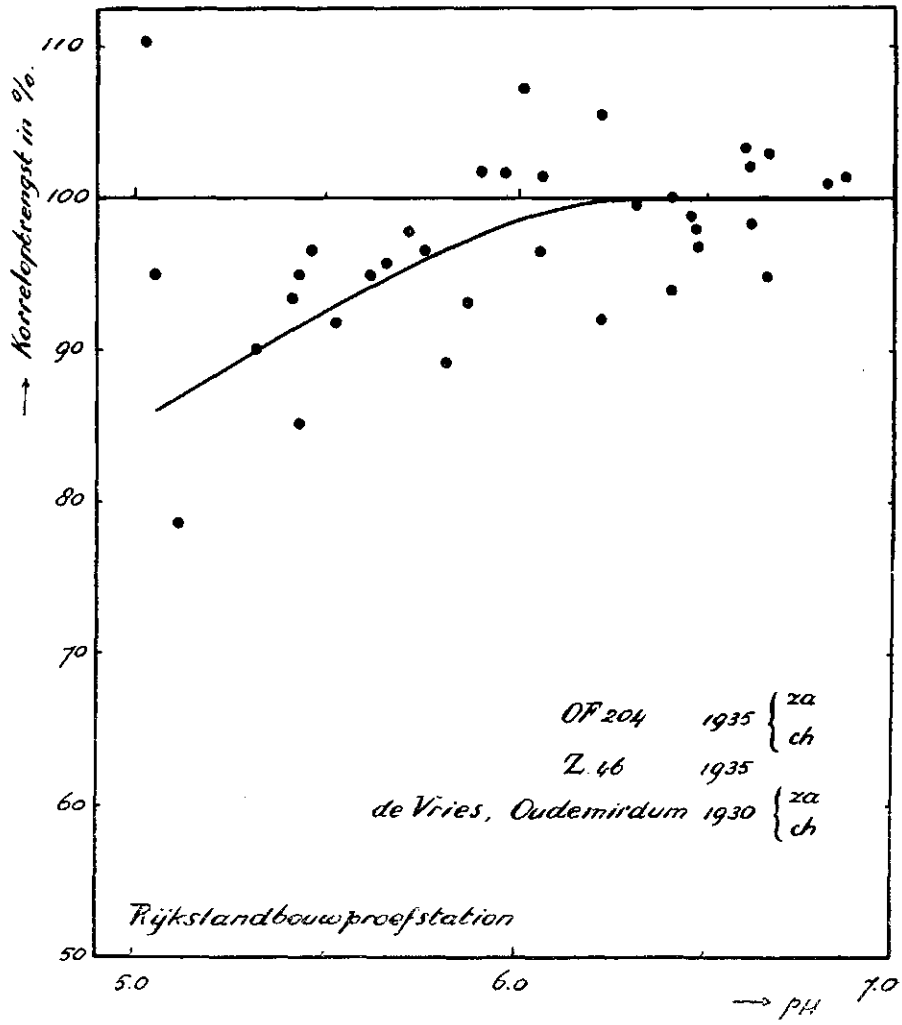

FIG. 8. Een samenvatting der resultaten van 3 proefvelden resp. 3 proefjaren. De hoogste opbrengst aan korrel wordt gemiddeld bij pH 6,25 verkregen (5,95—6,45). Zie voor verdere verklaring het onderschrift bij Fig. 5 en Fig. 6.

ABB. 8. *Eine Zusammenstellung der Ergebnisse von 3 Versuchsfeldern (3 Versuchsjahre). Abszisse: pH-Werte: Ordinat: relative Korn-Erträge. Auf 2 Versuchsfeldern wurde auch eine Stickstoffdüngung mit schwefelsaurem Ammoniak verglichen mit einer Chilisalpeterdüngung. Der Höchstertrag wird beim pH 6,25 (5,95—6,45) erreicht. Für weitere Erklärung siehe Unterschrift von Abb. 5 und Abb. 6.*

ongekalkt naast twee bekalkingen. Ook hieruit kan de conclusie worden getrokken, dat bij een pH 5,5 de maximale opbrengst reeds bereikt is.

Kromme van Fig. 8. Hierin zijn de gegevens van drie oogstjaren, behoorende bij drie verschillende proefvelden, samengevat. Wij hebben deze drie jaren bij elkaar moeten nemen, aangezien de hoogste pH's, die op deze proefvelden zijn bereikt, gemiddeld hooger zijn dan bij de andere gegevens, terwijl het pH-traject zich naar de lage kant niet ver genoeg uitstrekt om het geoorloofd te achten deze resultaten bij b.v. kromme 6 onder te brengen. Het is duidelijk, dat het verloop van deze kromme niet te onderscheiden is van het bovengedeelte van de kromme in Fig. 6. Het maximum wordt hier gemiddeld bereikt bij een pH 6,25 (varieerend van 5,95 tot 6,45).

Kromme van Fig. 9. Bij de in deze kromme vervatte cijfers valt het op, dat een daling in korrel-opbrengst pas bij zeer lage pH gaat optreden. Wij willen niet nalaten er op te wijzen, dat de gegevens der verschillende oogstjaren afzonderlijk in verschillende gevallen niet bijzonder veelzeggend zijn. Het is jammer, dat op deze proefvelden geen groot pH-traject aanwezig is. Na overweging van alle resultaten bij elkaar meenen wij toch op het aparte gedrag van deze resultaten de aandacht te kunnen vestigen. De hoogste opbrengst wordt hier gemiddeld bereikt bij pH 4,85 (varieerend van 4,6 tot 5,1).

Kromme van Fig. 10. De gegevens van de kromme bij de laagste pH hebben betrekking op 3 oogstjaren van slechts 2 proefvelden, gelegen in het ressort Noord-Gelderland. Het opvallende hierin is, dat bij een betrekkelijk hooge pH nog zoo'n steile helling van de procentueele pH-opbrengst kromme wordt waargenomen. De 100 % lijn wordt gemiddeld bij pH 5,95 gesneden (varieerend van 5,7 tot 6,15). De resultaten, waaruit de rechter kromme is opgebouwd, zijn afkomstig van het oogstjaar 1924 van het proefveld NGe 13. (Aalbers te Varsseveld, humusgehalte 5,7 %). Hiervan zijn ons alleen procentueele opbrengstcijfers bekend. De pH's der grondmonsters zijn hier met de waterstofelectrode bepaald, zoodat wij met behulp van de grafiek in Fig. 1 de cijfers voor de chinhydron electrode hebben verkregen. De door deze punten getrokken kromme loopt parallel aan de linker kromme in dezelfde Fig. Omtrent de beteekenis van de terzijde gelegen punten zijn wij in het onzekere.

Uit de geschriften van Ir. CLEVERINGA [1]) volgt, dat in dit gebied de maximale opbrengst pas bij een tamelijk hooge pH bereikt wordt. Als optimaal gebied wordt het kalktoestandstraject van —5 tot —10 genoemd (pH van 6,2 tot 5,7). Een kalktoestand beneden —10 moet volgens Ir. CLEVERINGA op

[1]) Zie o.a.: *Mededeelingen en Berichten der Geldersche-Overijselsche Maatschappij van Landbouw* 1925 II, 1926 I, 1927 II, 1929 II en 1931 I en verder in „*De Veldbode*", n°. 1139 t/m 1143 (1924), n°. 1160 t/m 1162 (1925) en n°. 1221 t/m 1223 (1925).

deze gronden in het algemeen zeker onvoldoende geacht worden, al is de grootte van de oogstdepressie volgens zijn gegevens zeer sterk afhankelijk van het oogstjaar.

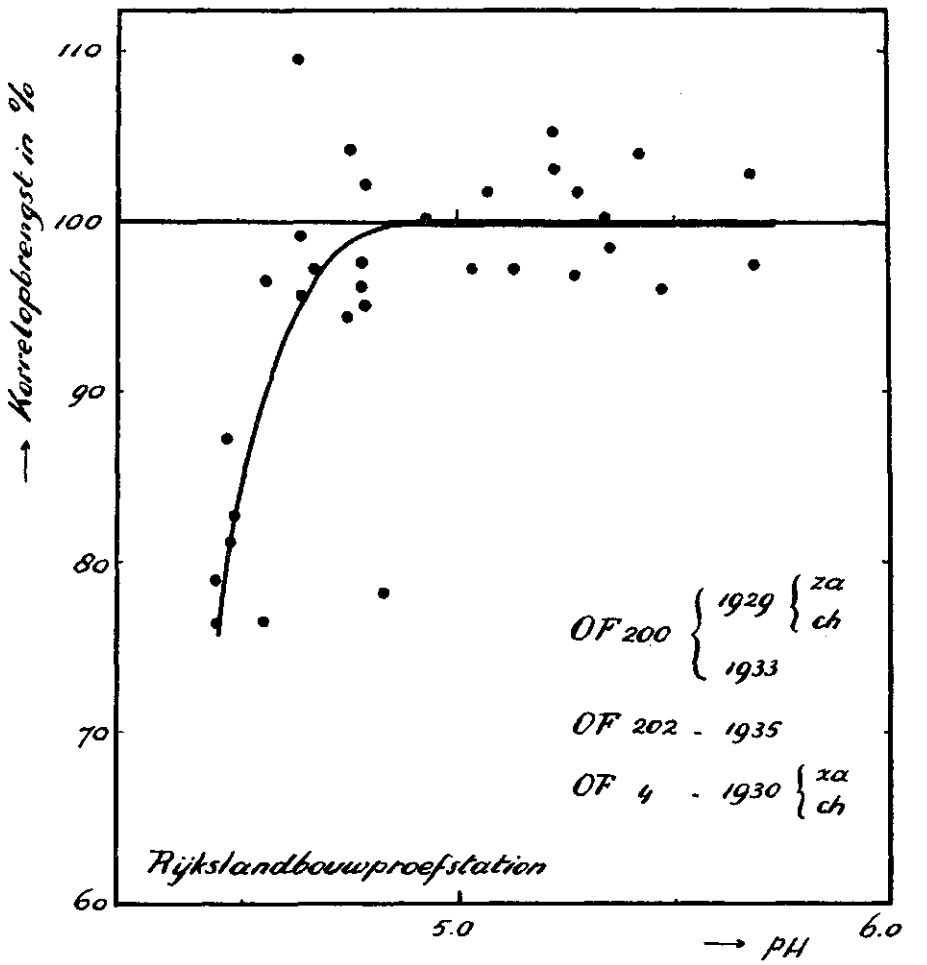

FIG. 9. Een samenvatting der resultaten van 3 proefvelden resp. 4 proefjaren. De hoogste opbrengst aan korrel wordt gemiddeld reeds bij pH 4,85 (4,6—5,1) bereikt. Zie voor verdere verklaring het onderschrift bij Fig. 5 en Fig. 6.

ABB. 9. *Eine Zusammenstellung der Resultate von 3 Versuchsfeldern (4 Versuchsjahre). Abszisse: pH-Werte: Ordinat: relative Korn-Erträge. Auf 2 Versuchsfeldern wurde eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak verglichen mit einer Chilisalpeterdüngung. Der Höchstertrag wird schon beim pH 4,85 (4,6—5,1) erreicht. Für weitere Erklärung siehe Unterschrift von Abb. 5 und Abb. 6.*

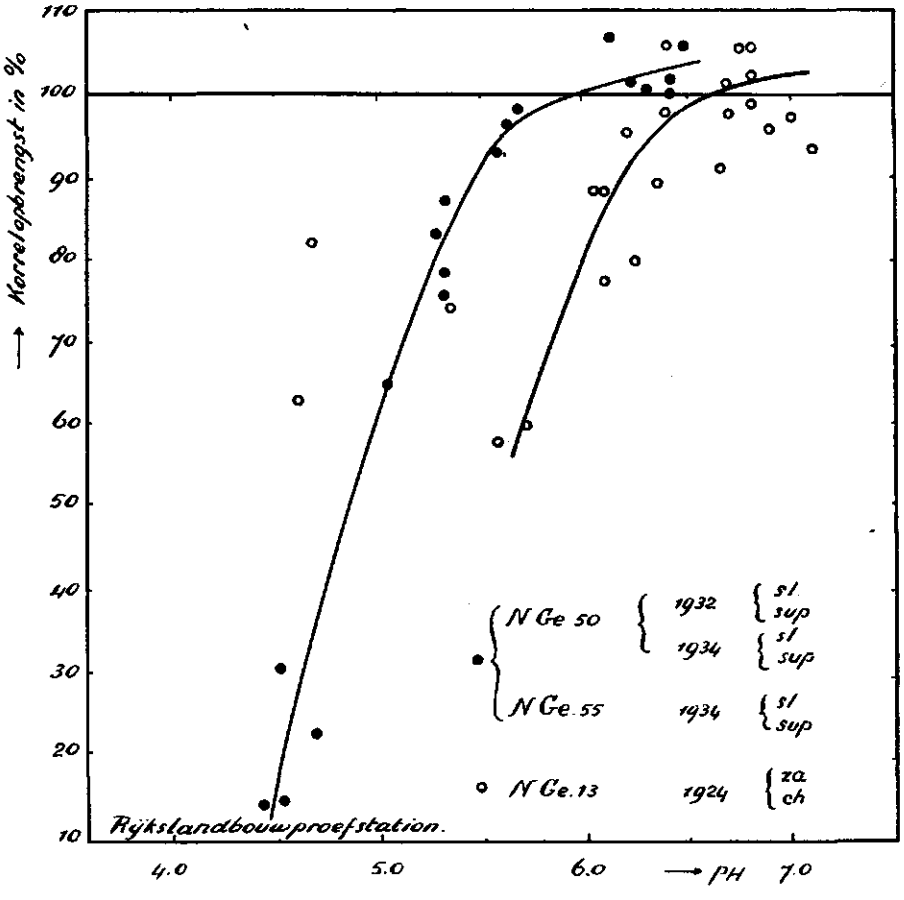

FIG. 10. De gemiddelde lijn door de punten is een samenvatting der resultaten van 2 proefvelden resp. 3 proefjaren. Hier werd bij verschillende pH's een bemesting met slakkenmeel vergeleken met een superfosfaat-bemesting. Elke serie veldjes met dezelfde soort fosforzuurbemesting is als een apart proefjaar behandeld. De hoogste opbrengst aan korrel wordt gemiddeld bij pH 5,95 (5,7—6,15) nog niet bereikt. Zie voor verdere verklaring het onderschrift bij Fig. 5. De cirkeltjes geven de resultaten weer van één proefveld apart. De pH's zijn met de waterstofelectrode bepaald en met Fig. 1 tot de overeenkomstige cijfers der chinhydron electrode herleid.

ABB. 10. *Die Punkte zeigen den Zusammenhang von dem pH mit dem relativen Korn-Ertrage bei 2 Versuchsfeldern (3 Versuchsjahre). Ueber den verschiedenen Kalkabstufungen wurde auch ein Vergleich gemacht zwischen einer Düngung mit Thomasschlackenmehl und einer Superphosphatdüngung. In diesem Falle wurde jede Serie der Parzellen, welche auf gleicher Weise gedüngt wurde, einzeln verarbeitet. Der Höchstertrag wird beim pH 5,95 (5,7—6,15) noch nicht erreicht. Die offenen Kreise zeigen den Zusammenhang zwischen dem pH und dem relativen Korn-Ertrage bei dem Versuchsfelde NGe 13 im Jahre 1924. Die pH-Werte wurden bestimmt mittels der Wasserstoffelektrode und umgerechnet auf die übereinstimmende Werte der Chinhydronelektrode (siehe Abb. 1).*

Krommen van Fig. 11. Wij hebben hier in één grafiek de krommen van de Fig. 5 t/m 10 overgenomen. Het gebied, waar de maximale opbrengst wordt bereikt, strekt zich bij de verschillende gevallen uit van pH 4,8 tot 6,5. De helling der verschillende lijnen loopt ook zeer ver uiteen.

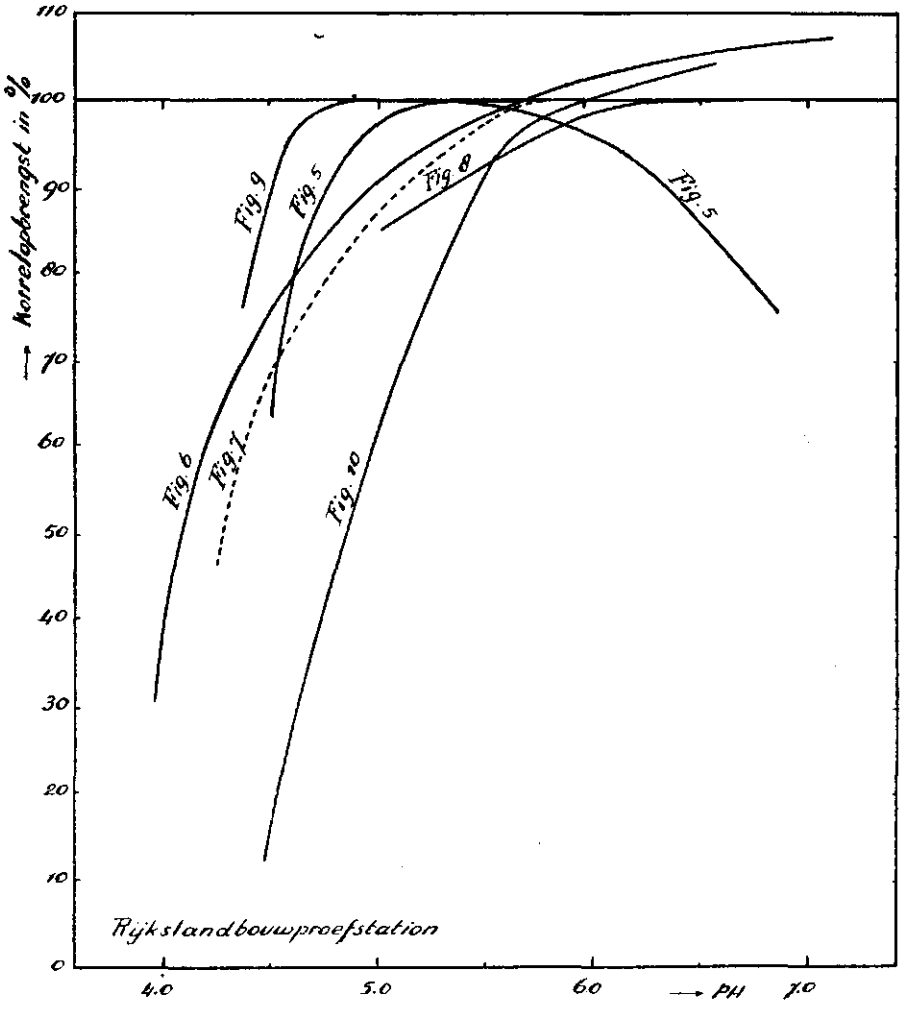

FIG. 11. De gezamenlijke krommen der Fig. 5 tot 10. Er is in het algemeen een groot verschil in de vorm der krommen en ook in de pH, waarbij de maximale opbrengst wordt bereikt. Het verschil tusschen de krommen van Fig. 6, 7 en 8 is niet groot te noemen.

ABB. 11. *Die sämtlichen Kurven der Abb. 5 bis 10. Es gibt im allgemeinen ein groszer Unterschied in der Form der Kurven und weiter auch im pH bei welchem der Höchstertrag erreicht wird. Es gibt kein groszer Unterschied zwischen den Kurven der Abb. 6, 7 und 8.*

3. Verband tusschen pH en de opbrengst in quintalen per hectare.

Zooals reeds is opgemerkt, zijn in Fig. 12 en 13 voor de verschillende oogstjaren de pH's uitgezet tegen de opbrengstcijfers aan korrel, omgerekend in

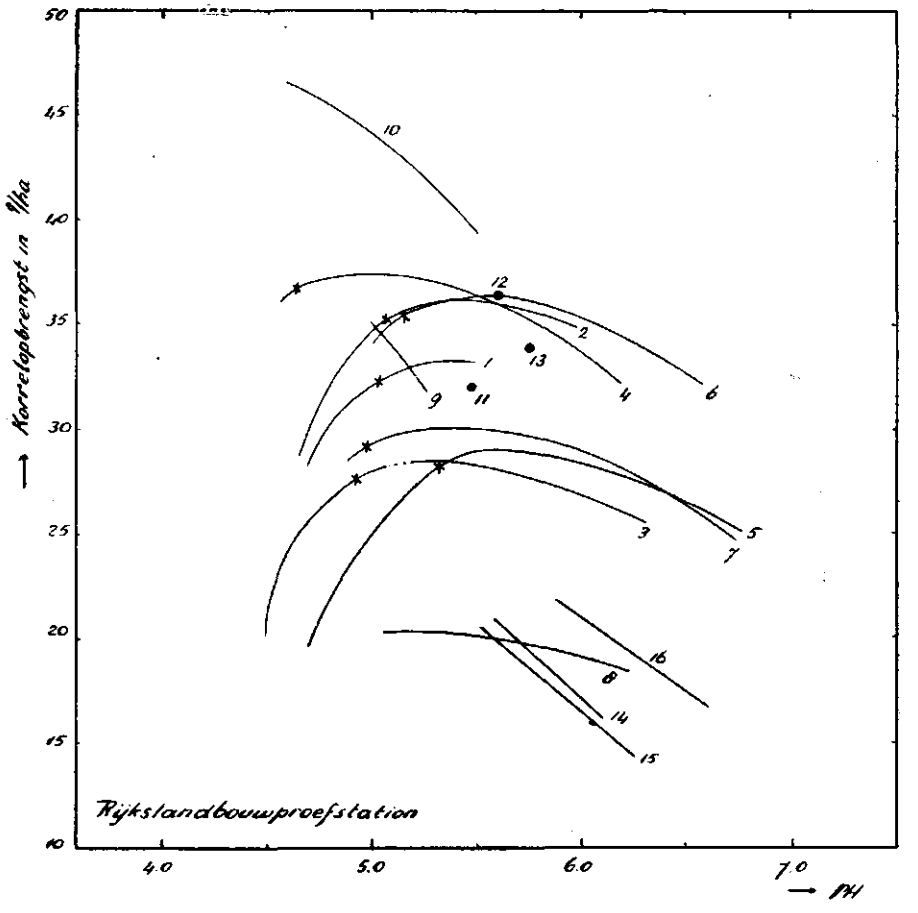

FIG. 12. Het verband tusschen pH en korrelopbrengst in quintalen per hectare voor de proefjaren, waarin bij stijgende pH tevens of alleen een daling in opbrengst werd waargenomen. Met de nummers wordt naar de nummers in de eerste kolom van Tabel 2 verwezen. De kruisjes geven de plaatsen op de krommen aan, waar de daling in opbrengst bij dalende pH 67 kg aan korrel per hectare en per 0,1 pH bedraagt.

ABB. 12. *Der Zusammenhang vom pH mit dem Korn-Ertrage in dz pro Hektar für die Versuchsjahre, in welchen beim steigenden pH zugleich oder nur allein ein Rückgang im Korn-Ertrage gefunden wurde. Mittels der Nummern wird auf die Nummern der ersten Spalte von Tabelle 2 hingewiesen. Die Kreuzchen zeigen die Stellen der Kurven, wo der Rückgang im Korn-Ertrage beim fallenden pH 67 Kilogramm pro Hektar und pro 0,1 pH beträgt.*

quintalen per hectare. Met de cijfers, die bij de kromme resp. stippen zijn geplaatst, wordt verwezen naar de overeenkomstige cijfers in Tabel 2.

In Fig. 12 hebben wij die gevallen grafisch weergegeven, waarbij bij stijgende pH tenslotte of in sommige gevallen uitsluitend een daling in opbrengst valt waar te nemen. Hierbij bevinden zich dus de afzonderlijke oogstjaren, waaruit de stippenfiguur van Fig. 5 is opgebouwd. Van de krommen, die uitsluitend een dalende tak te zien geven, trekken vooral 9 en 10 de aandacht (N Gr 33 bij Bouma te Slochteren). Het verloop van de kromme voor het jaar 1934 is als vaststaand te beschouwen, zoodat het verloop voor het jaar 1931, hoewel op zichzelf niet zoo vaststaand, hierdoor aan zekerheid wint. In dit geval wordt bij bekalking van een grond met een pH 4,6 zelfs een daling in opbrengst verkregen. Hoewel men in een algemeene samenvatting aan een enkel geval niet al te veel aandacht mag besteden, mogen wij dit toch niet onopgemerkt voorbij laten gaan.

Een kalkproefveld van de *Combinatie Westerwolde* bij Wijbelingh te Weende geeft in 1931 ook alleen een daling in rogge opbrengst te zien tengevolge van bekalking en wel zoowel bij chili als bij zwavelzure ammoniak als bij ammonsalpeter. De begin pH van dit proefveld is echter veel hooger dan bij NGr 33. De resultaten van een vorig oogstjaar hebben wij met een stip aangegeven, hoewel er misschien een kleine aanwijzing aanwezig is, dat wij in dat jaar met een stijging in opbrengst tengevolge van bekalking te maken hebben.

In Fig. 13 zijn behalve alle afzonderlijke oogstjaren, waaruit de stippen figuren 6 t/m 10 zijn opgebouwd, nog enkele andere pH-opbrengstkrommen weergegeven, terwijl er verder verschillende gevallen zijn aangeduid, waarbij het verband tusschen pH en opbrengst alleen maar door een stip kon worden weergegeven.

Zoowel in Fig. 12 als in Fig. 13 valt direct op, dat er een enorm verschil in opbrengst tusschen de verschillende proefvelden en oogstjaren bestaat, ook, wanneer wij alleen die gedeelten der krommen beschouwen, waar de opbrengsten der verschillende jaren ongeveer hun maximum hebben bereikt. Deze maxima varieeren van nog geen 20 q per hectare (28 hl) tot ruim 40 q per hectare (58 hl). Bij Fig. 13 krijgt men bij eerste oogopslag de indruk, dat een belangrijke daling in opbrengst bij de verschillende pH-opbrengst krommen bij des te lager pH intreedt, des te hooger de maximale opbrengst is. Wij hebben dit als volgt nader uitgewerkt. Op iedere kromme kan worden aangegeven bij welk punt de hellingshoek een bepaalde grootte heeft gekregen. Zoo geven de kruisjes in Fig. 13 de plaats aan, waar de hellingshoek zóó groot is geworden, dat een daling van 0,1 in pH overeenkomt met een daling in opbrengst van 67 kg per hectare. Op dezelfde manier is in Fig. 12 gehandeld. De kruisjes van Fig. 13 zijn als stippen in Fig. 14 overgenomen en de kruisjes van Fig. 12

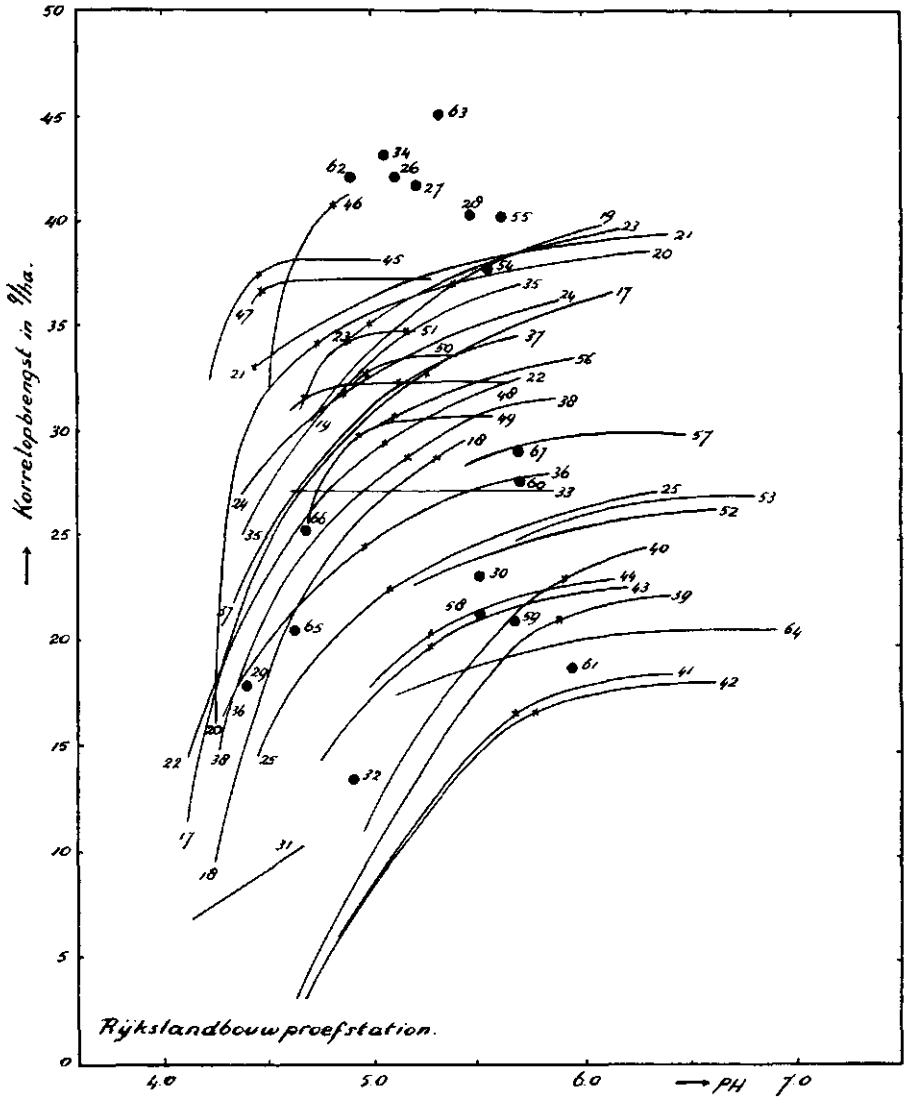

FIG. 13. Het verband tusschen pH en korrel opbrengst in quintalen per hectare voor de proefjaren, waarin bij stijgende pH een stijging in opbrengst werd gevonden. De gevallen, waarbij geen traject aanwezig was, zijn door stippen aangegeven. Voor de beteekenis van nummers en kruisjes zij naar het onderschrift van Fig. 12 verwezen.

ABB. 13. *Der Zusammenhang vom pH mit dem Korn-Ertrage in dz pro Hektar für die Versuchsjahre, in welchen bei steigendem pH ein Mehrertrag gefunden wurde. Falls kein bestimmter Zusammenhang gefunden wurde haben wir die Mittelwerte des pH's und des Ertrages mittels Punkte angegeben. Für die Erklärung der Nummern und der Kreuzchen siehe Unterschrift von Abb. 12.*

als kruisjes. De gemiddelde lijn, die door deze punten en kruisjes is getrokken, geeft dus het verband aan tusschen de opbrengst en de pH, waarbij steeds dezelfde opbrengstdepressie per 0,1 pH-verlaging wordt verkregen. Wij hebben hetzelfde gedaan voor andere hellingshoeken, aangezien hierdoor een aardig globaal beeld wordt verkregen omtrent de grootte der opbrengstdalingen bij de verschillende proefvelden in onderling verband. In Fig. 15 is bij de lijnen

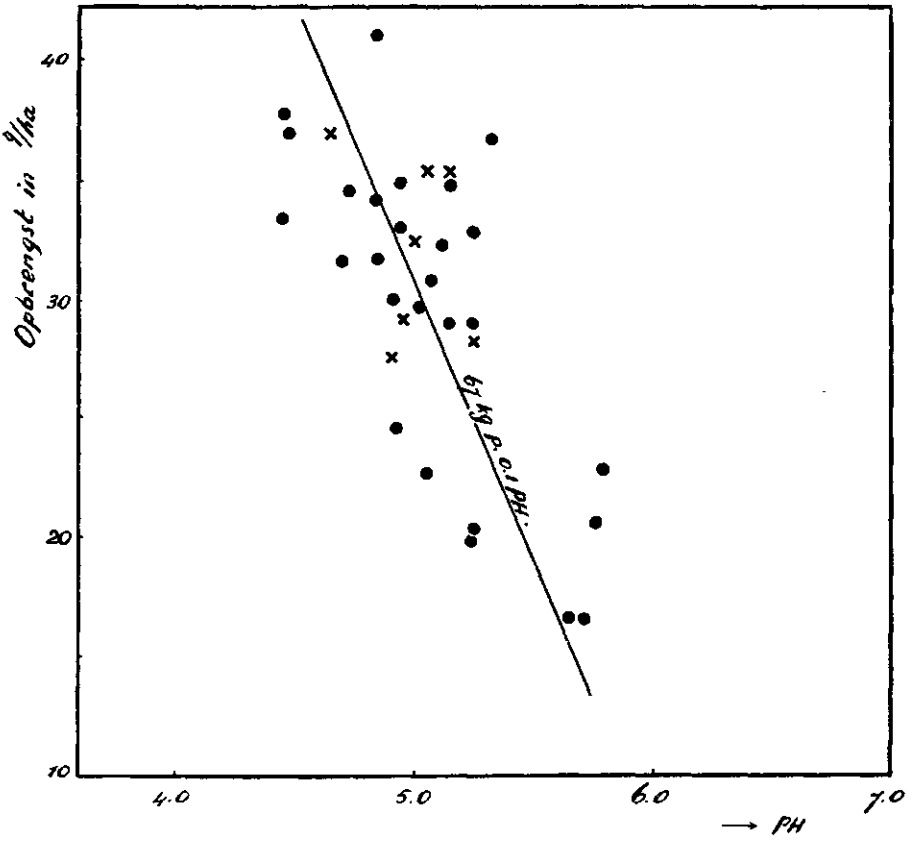

FIG. 14. De punten en kruisjes geven aan, bij welke pH en bij welke opbrengst der verschillende proefjaren bij dalende pH een vermindering in korrelopbrengst werd gevonden van 67 kg per hectare en per 0,1 pH. De kruisjes van Fig. 13 zijn als stippen in deze Fig. overgenomen, terwijl de kruisjes van Fig. 12 ook in deze Fig. door kruisjes zijn weergegeven. De getrokken lijn is de gemiddelde lijn door kruisjes en stippen.

ABB. 14. *Mittels der Punkte und der Kreuzchen wird angegeben bei welchem pH (Abszisse) und bei welchem Ertrage (Ordinat) der verschiedenen Versuchsjahre beim fallenden pH ein Rückgang im Korn-Ertrage wurde gefunden von 67 Kilogramm pro Hektar und pro 0,1 pH. Die Kreuzchen der Abb. 13 sind wie Punkte in dieser Abb. aufgenommen und die Kreuzchen der Abb. 12 wie Kreuzchen. Die vollgezogene Linie ist eine Mittellinie durch die Punkte und Kreuzchen.*

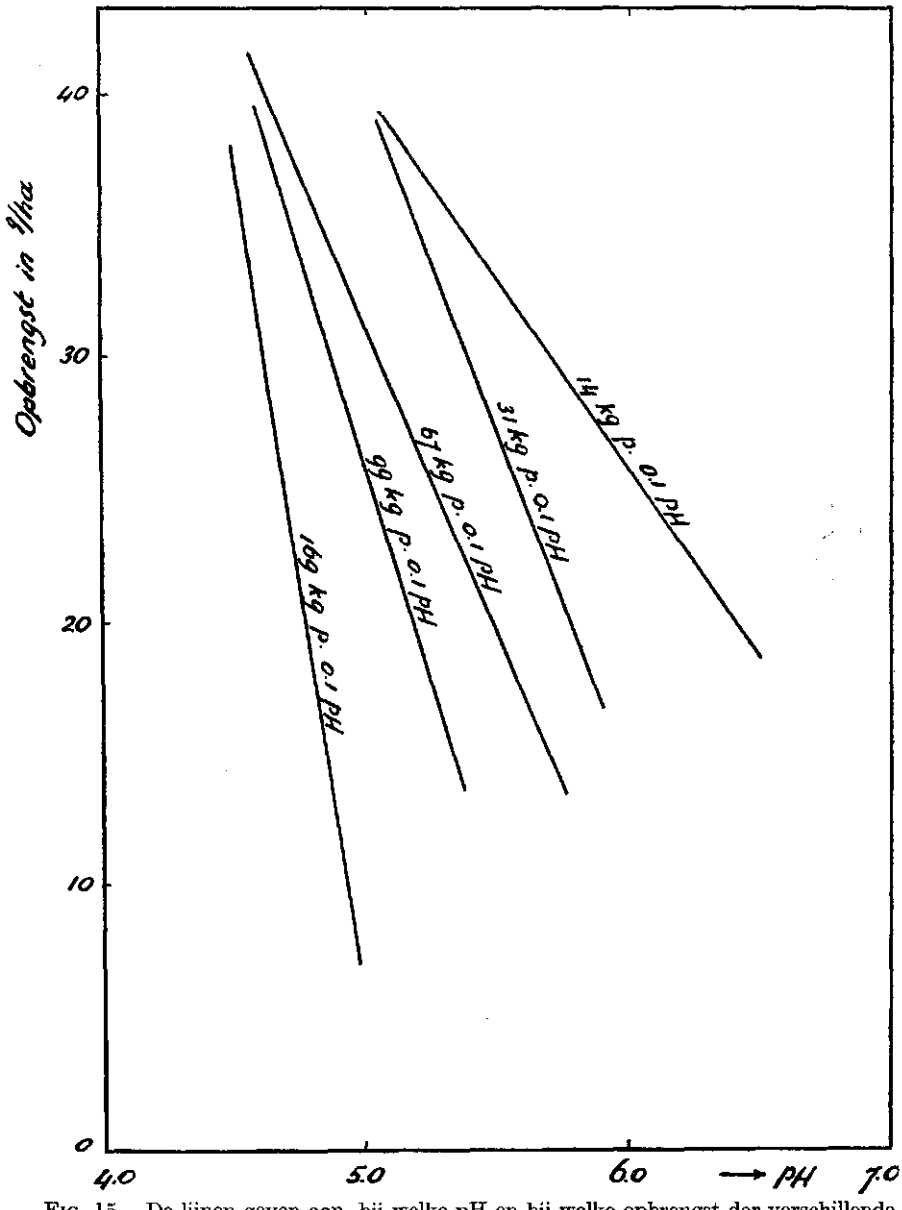

FIG. 15. De lijnen geven aan, bij welke pH en bij welke opbrengst der verschillende proefjaren bij dalende pH een vermindering in korrelopbrengst werd gevonden van resp. 14, 31, 67, 99 en 169 kg per hectare en per 0,1 pH. Voor verdere verklaring zie onderschrift der Fig. 12, 13 en 14.

ABB. 15. *Mittels der Linien wird angegeben, bei welchem pH (Abszisse) und bei welchem Ertrage (Ordinat) der verschiedenen Versuchsjahre beim fallenden pH ein Rückgang im Korn-Ertrage gefunden wurde von bwz. 14, 31, 67, 99 und 169 Kilogramm pro Hektar und pro 0,1 pH. Für weitere Erklärung siehe Unterschrift der Abb. 12, 13 und 14.*

vermeld op welke daling in opbrengst ze betrekking hebben. Het behoeft nauwelijks opgemerkt te worden, dat het beeld suggestiever is dan met de zekerheid der resultaten overeenkomt. Bij een nog grooter en t.o.v. het bebereikte pH-traject vooral volmaakter proefveldmateriaal zou meer zekerheid omtrent dit punt worden verkregen. Op een paar punten willen wij nog iets meer in detail ingaan.

Het is in het voorgaande reeds opgemerkt, dat deze pH-opbrengst krommen voor het grootste gedeelte verkregen zijn door herleiding van de samengestelde procentueele pH-opbrengstkrommen op ware opbrengsten. Men kan zich nu afvragen, of het nu verkregen verband misschien veroorzaakt is door een zekere mate van verwringing, waaraan men de resultaten heeft moeten onderwerpen ter verkrijging van gemeenschappelijke procentueele pH-opbrengstkrommen. De volgende overweging zal duidelijk maken, dat dit niet het geval is. Immers, wanneer men de aparte krommen, waaruit een gemeenschappelijke procentueele pH-opbrengstkromme is samengesteld, op ware opbrengsten herleidt, zal men bij proefvelden, waarbij een lage maximale opbrengst wordt verkregen, een veel vlakker verloop van de herleide kromme krijgen dan bij proefvelden met een hooger opbrengst. Dit heeft tot gevolg, dat de lijn, die punten van gelijke helling verbindt, in het algemeen bij stijgende opbrengst ook naar hoogeré pH's loopt. De hierboven veronderstelde invloed is dus juist tegengesteld aan het gevonden effect.

Men kan zich nu verder afvragen, of bij de oogstjaren, waaruit iedere stippenfiguur afzonderlijk is opgebouwd, het hierboven vermelde verband valt waar te nemen. Wij hebben dit voor Fig. 5 en 6, waarin de meeste oogstjaren verwerkt zijn, nagegaan. Het verband blijkt hierbij zeer twijfelachtig te zijn. Uit een hierboven gemaakte opmerking zal het duidelijk zijn, dat met een dergelijk verband gepaard moet gaan een correlatie tusschen de maximale opbrengst van de verschillende oogstjaren en de horizontale verschuiving, die noodig is om de stippen figuren der oogstjaren afzonderlijk in één stippenfiguur samen te brengen. In Fig. 17 zijn de resultaten samengevat. De verschuiving in pH is aangegeven t.o.v. het oogstjaar, waarbij de laagste optimale pH wordt gevonden. Bij de krommen, waarbij de maximale opbrengst nog niet wordt bereikt, is de opbrengst genomen, waarbij de 100 %-lijn wordt gesneden. Fig. 17 geeft een zwakke aanwijzing, dat het gezochte verband aanwezig is. Dit resultaat kan worden aangevuld met de volgende gegevens uit de andere stippen figuren. De stippen figuur van Fig. 7 is samengesteld uit 4 oogstjaren van D 2, waarvan de afzonderlijke krommen de 100 %-lijn snijden bij resp. de opbrengsten 105,2—99—90— en 79,4 (opbrengst aan korrel en stroo tezamen) en bij de pH's resp. 5,65—5,7—5,75—5,7. De proefjaren, die in Fig. 8 zijn verwerkt, geven de volgende resultaten: maximale opbrengsten resp. 31,6—26,5

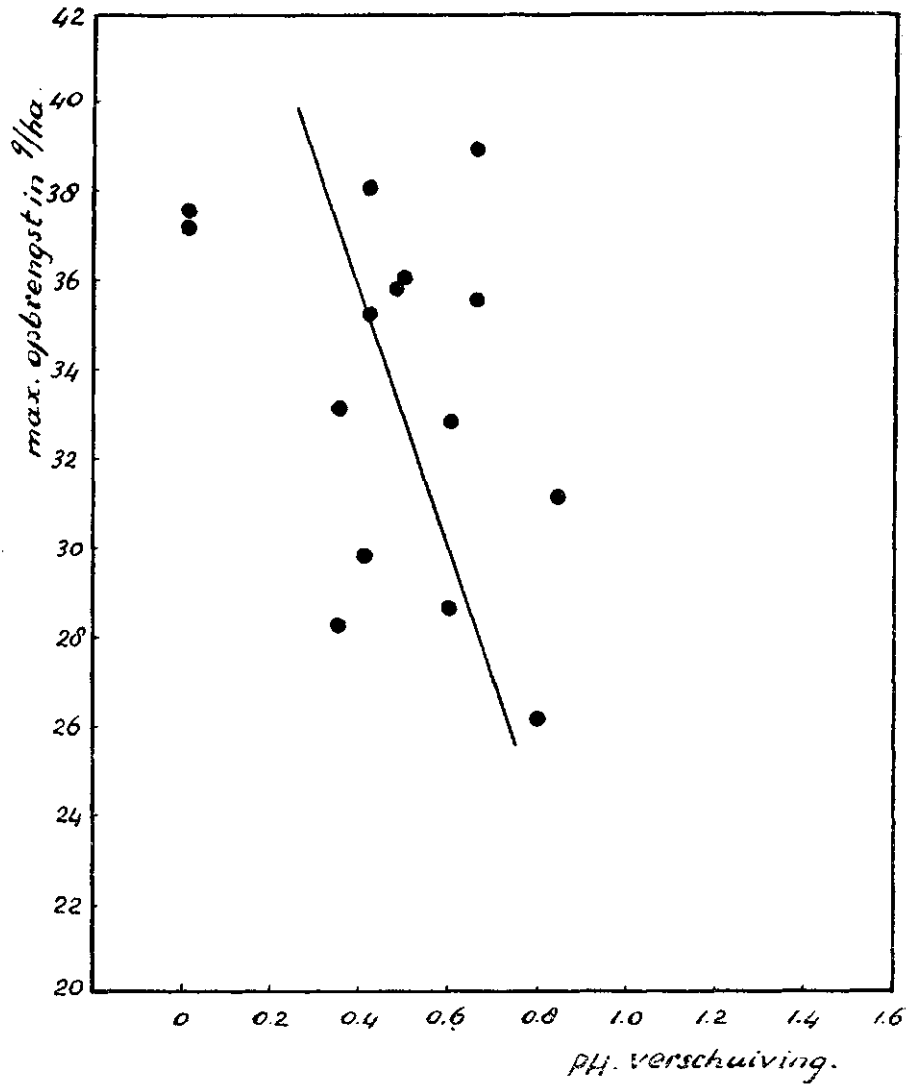

FIG. 17. Op de abscis is in pH-eenheden de horizontale verschuiving aangegeven die noodig was om de pH-opbrengst krommen der afzonderlijke proefjaren van Fig. 5, resp. Fig. 6 te doen samenvallen met die beide jaarkrommen van Fig. 5 resp. Fig. 6, waarbij de maximale opbrengst bij de laagste pH werd bereikt. Op de ordinaat zijn de maximale opbrengsten der verschillende proefjaren vermeld. De richting van de getrokken gemiddelde lijn wijst er op, dat er een negatieve correlatie bestaat tusschen de maximale opbrengst en de pH, waarbij deze maximale opbrengst werd bereikt.

ABB. 17. *Auf der Abszisse ist in Einheiten des pH's die horizontale Verschiebung angegeben, welche erforderlich war zur Zusammenstellung von den „pH-Korn-Ertrag" Kurven der einzelnen Versuchsjahre von Abb. 5 bezw. Abb. 6 mit denjenigen beiden Jahrkurven von Abb. 5 bzw. 6, wobei der Höchstertrag beim niedrigsten pH erreicht wurde. Die Richtung der vollgezogenen Mittellinie deutet darauf hin, dasz eine negative Korrelation besteht von dem Höchstertrage mit dem pH-Werte, wobei diezer Höchstertrag erreicht wurde.*

en 20,3 bij pH's resp. 6,0—6,45 en 6,35 (wij hebben hier de zwavelzure ammoniak en chili objecten van eenzelfde jaar gemiddeld). De opbrengst 20,3 bij een pH 6,35 behoort bij het kalkproefveld Z 46. Hier werd een landras uitgezaaid. Dit moet in dit verband wel even apart worden genoemd. De proefjaren van Fig. 9 geven de volgende cijfers: maximale opbrengsten resp. 39,6—37,0—34,1 en 31,4 bij pH's resp. 4,75—4,65—5,05—4,95 (ook hier zwavelzure ammoniak en chili gemiddeld). De cijfers van Fig. 10 zijn de volgende: opbrengsten op de 100 %-lijn resp. 22,7—21,8—18,8 bij pH's resp. 6,1—5,7—6,1 (slak- en superobjecten gemiddeld). Het is duidelijk, dat bij een nauwe correlatie tusschen maximale opbrengst en horizontale verschuiving een daling in maximale opbrengst parallel moet gaan aan een stijging in daarbij behoorende pH. Wij mogen o.i. concludeeren, dat er een aanwijzing aanwezig is in de door ons veronderstelde richting.

In tegenstelling met het voorgaande doet het hier volgende punt van kritiek wel afbreuk aan de gevonden regelmatigheid. Bij nadere beschouwing van het verloop der pH-opbrengst-krommen der afzonderlijke jaren valt het op, dat niet bij alle krommen een bepaalde hellingshoek kan worden aangegeven. In sommige gevallen is het pH-traject niet groot genoeg om alle gekozen hoeken te kunnen bevatten. Dit is natuurlijk geen bezwaar, wanneer extrapolatie van de lijn doet zien, dat aan het algemeen verband geen afbreuk wordt gedaan. Deze extrapolatie hebben wij nagelaten, aangezien dit een te groote willekeur met zich meebrengt. In sommige gevallen echter ziet men direct, dat door extrapolatie zeer waarschijnlijk een punt zou worden verkregen, waardoor het gevonden verband verzwakt zou worden. Wij wijzen in dit verband voor zoover het Fig. 13 betreft, op de lijnen 31, 64 en 33. De lijn 31 kunnen wij zonder meer voorbijgaan, aangezien dit verkregen traject te weinig zeggend is. Bij 64 valt het zeer sterk op, dat het verloop van de kromme veel horizontaler is dan volgens het algemeene verband verwacht zou worden. De kromme is afkomstig van het oogstjaar 1935 van het kalkproefveld bij van Waes te Zuiddorpe. In het betreffende jaarverslag wordt vermeld, dat een ladras is uitgezaaid. Er is dus wel reden hier een uitzonderlijk gedrag te verwachten. De algemeene opinie is immers, dat een *landras* beter een lage pH kan verdragen dan de *Petkuser rogge*. Cijfers hieromtrent zijn ons echter niet bekend. Wanneer wij bij 33 (Brucht 1934) de afzonderlijke gegevens beschouwen, dan behoeven wij ons omtrent dit verloop niet ongerust te maken. De gemiddelde cijfers per object, uitgedrukt in procenten van de hoogste opbrengst zijn bij stijgende pH als volgt: 97—100—97—92. Deze cijfers wekken de indruk, dat het pH-opbrengst verband beter door een gebogen lijn met een maximum zou zijn weergegeven dan door een horizontale lijn. De ligging der stippen van de afzonderlijke veldjes is echter zoodanig, dat ons dit voor het pH-opbrengst

verband te gewaagd voorkomt (men moet er steeds op bedacht zijn, dat het niet onmogelijk is, dat de gemiddelde cijfers per kalkobject, wat verloop betreft, afwijken van het pH-opbrengst verband). Al zijn wij ons wel bewsut, dat dergelijke argumenten a posteriori ter rechtvaardiging van een gevonden verband zeer gevaarlijk zijn, toch hebben wij gemeend hierop voor deze gevallen wel de nadruk te mogen vestigen. Bij de lijnen van Fig. 12 moet speciaal even gewezen worden op de gevallen, waarbij bij stijgende pH slechts een dalende opbrengst wordt waargenomen, aangezien door geen der gekozen hellingshoeken hiervan een verantwoording wordt afgelegd. Het verloop der lijnen 9 en 10 (Bouma Slochteren) is niet storend in het algemeen verband. Bij 14, 15 en 16 (Wijbelingh te Weende) zou een aanvulling naar lager pH zeer gewenscht geweest zijn. Opgemerkt moet worden, dat dit verloop bij de gegevens van 1929 voor hetzelfde proefveld niet aan den dag treedt (11, 12 en 13).

Tenslotte willen wij met betrekking tot het hier besproken verband nog opmerken, dat de gegevens niet talrijk genoeg zijn om uit te maken, in hoeverre de opbrengstcijfers per proefveld, maar over verschillende jaren beschouwd, een dergelijk verband vertoonen. Wij hebben nog wel een grafiek gemaakt, waarin voor ieder proefveld slechts één lijn is verwerkt (de gemiddelde lijn der verschillende proefjaren voor ro ge). In Fig. 16 zijn de stippen aangegeven, die betrekking hebben op de hellingshoek: 67 kg per 0,1 pH. Bij de stippen zijn de proefvelden genoemd.

Men kan zich met recht afvragen, of de wijze van samenvatten door middel van procentueele opbrengstkrommen zich wel verdraagt met een verwerking, waarbij de pH tegen de ware opbrengst wordt uitgezet, nu gebleken is, dat verschillende typen van procentueele krommen worden verkregen en er tevens verband blijkt te bestaan tusschen de maximale opbrengst en de pH, waarbij deze maximale opbrengst wordt bereikt. Voor deze samenvatting zijn beide wijzen van verwerken naast elkaar zeker geoorloofd, aangezien laatstgenoemd verband niet sterk voor den dag komt en wij practisch niets kunnen zeggen over de invloed van de klimatologische omstandigheden van jaar tot jaar, over de invloed van het grondtype, enz.

B. De invloed van de soort der stikstofbemesting op de opbrengst.

In Fig. 18 zijn de resultaten van die oogstjaren aangegeven, waarbij naast verschillende kalkhoeveelheden ook verschillende soorten stikstof zijn vergeleken. De nummers der lijnen resp. stippen zijn zoo gekozen, dat voor één oogstjaar aan zwavelzure ammoniak telkens het laagste nummer en aan chili het hoogste nummer is gegeven, terwijl het nummer voor de ammonsalpeter resp. ureum objecten hiertusschen is gelegen. De volgende nummers moeten bij elkaar worden beschouwd en wel resp.: 17, 18 en 19; 20 en 21; 22 en 23;

26, 27 en 28; 29 en 30; 31 en 32; 45 en 46; 50 en 51; 52 en 53; 54 en 55; 58, 59 en 60; 62 en 63; 66 en 67. Wij willen in dit verband alleen de gegevens samenvatten omtrent verschillen in oogstopbrengst, bij éénzelfde pH beschouwd. Hierbij is dus de invloed uitgeschakeld, die de verschillende stikstofmeststoffen tengevolge van hun pH-verhoogende resp. verlagende werking op de oogstopbrengst uitoefenen. In sommige gevallen kunnen de opbrengsten niet bij éénzelfde pH worden vergeleken, aangezien door de bovengenoemde invloed van de stikstofsoorten op de pH van den grond de trajecten te veel uit elkaar zijn

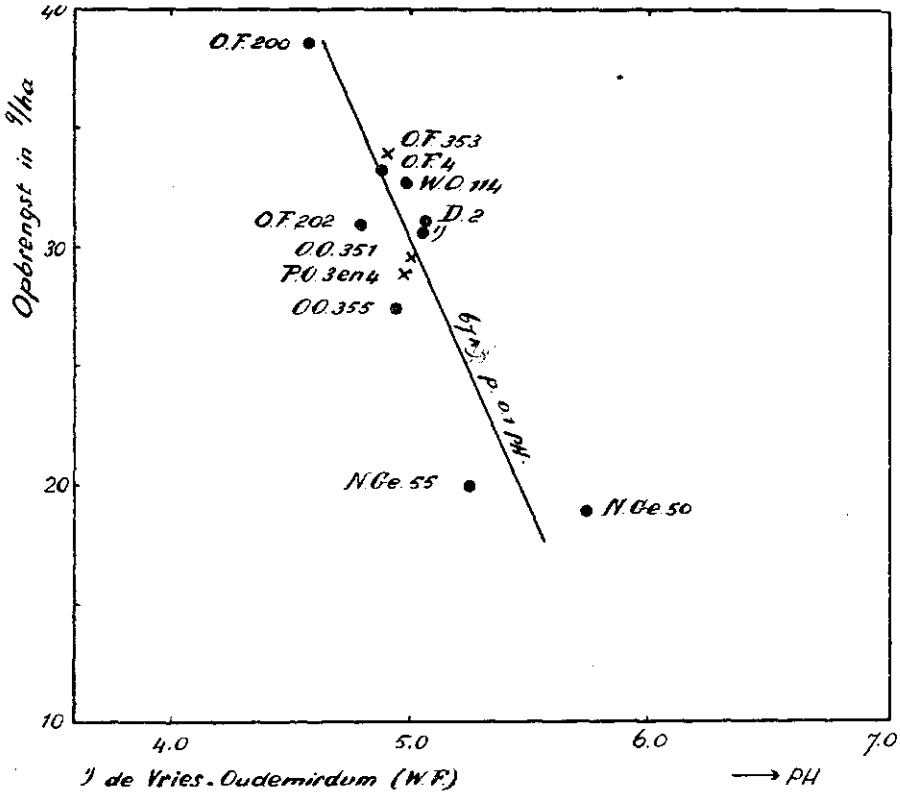

Fig. 16. Elke stip resp. kruisje geeft voor één proefveld aan, bij welke pH en bij welke opbrengst gemiddeld over de verschillende proefjaren bij dalende pH een daling in korrelopbrengst werd gevonden van 67 kg per hectare en per 0,1 pH. Bij elke stip resp. kruisje is het betreffende proefveld genoemd. Voor verdere verklaring zie onderschrift van Fig. 14.

Abb. 16. *Mittels jeder Punkt und jedes Kreuzchens wird der pH-Wert und Ertrag jedes einzelnen Versuchsfeldes angegeben, wobei im Durchschnitt in den verschiedenen Versuchsjaren beim fallenden pH ein Rückgang im Kornertrag wurde gefunden von 67 Kilogramm pro Hektar und pro 0,1 pH. Bei jeder Punkt und jedem Kreuzchen wird die Registernummer des beabsichtigten Versuchsfeldes erwähnt. Für weitere Erklärung siehe Unterschrift der Abb. 14.*

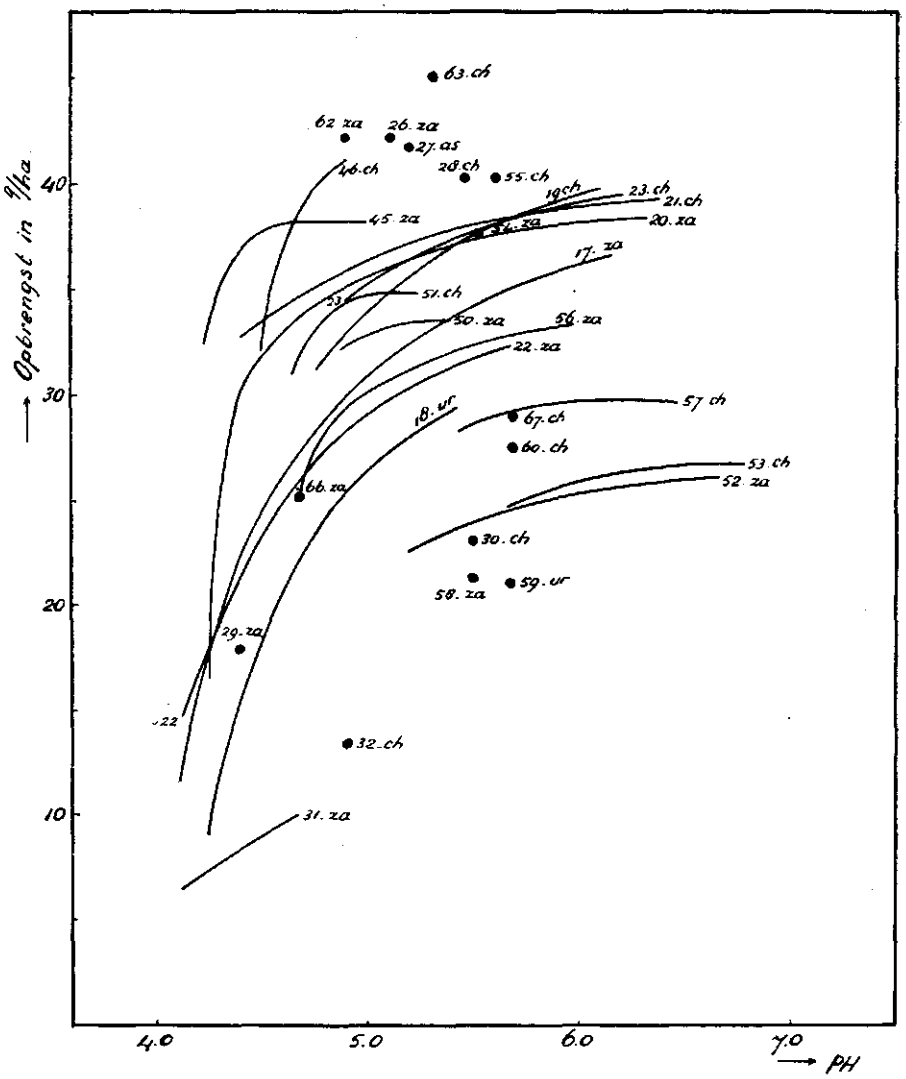

FIG. 18. Het verband tusschen pH en opbrengst in quintalen per hectare bij bemesting met verschillende soorten stikstofbemesting naast elkaar op hetzelfde proefveld. Met de nummers wordt verwezen naar de overeenkomstige nummers in de eerste kolom van Tabel 2. De volgende nummers behooren proefveldsgewijze als volgt bij elkaar: 17, 18 en 19; 20 en 21; 22 en 23; 26, 27 en 28; 29 en 30; 31 en 32; 45 en 46; 50 en 51; 52 en 53; 54 en 55; 58, 59 en 60; 62 en 63; 66 en 67.

ABB. 18. *Der Zusammenhang von dem pH (Abszisse) mit dem Korn-Ertrage (Ordinat) in dz pro Hektar bei einer Düngung mit verschiedenen Stickstoffarten neben einander auf demselben Felde. Mittels der Nummern wird auf die übereinstimmenden Nummern von der ersten Spalte der Tabelle 2 hingewiesen. Die folgenden Nummern gehören dem Versuchsfelde nach wie folgt zusammen: 17, 18 en 19; 20 en 21; 22 en 23; 26, 27 en 28; 29 en 30; 31 en 32; 45 en 46; 50 en 51; 52 en 53; 54 en 55; 59, 59 en 60; 62 en 63; 66 en 67.*

geraakt. Wij wijzen op de onderlinge ligging der nummers 31 en 32, 29 en 30, 66 en 67, 62 en 63, 26—27 en 28. Hierbij is niet uit te maken, of verschil in pH of verschil in soort stikstof de oogstopbrengst heeft beinvloed. Van de overige gegevens nemen de resultaten van het kalkproefveld op de Eese (WO 114) een belangrijke plaats in (3 oogstjaren nl. 17, 18 en 19; 20 en 21; 22 en 23). Hierbij valt het gunstige effect van een chilibemesting direct op. Bij pH 5 brengt, gemiddeld over de drie jaren, zwavelzure ammoniak 9 % minder op dan chili, terwijl ureum in het jaar 1931 22 % minder heeft opgebracht. Vergelijking der nummers 58, 59 en 60; 52 en 53; 50 en 51; 54 en 55 geeft voor de zwavelzure ammoniak objecten een opbrengst die gemiddeld ook 91 % is van de opbrengst der chili objecten. Merkwaardig is, dat op het proefveld bij de Vries te Oudemirdum in 1930 (zie de nummers 56 en 57) op de zwavelzure ammoniak veldjes gemiddeld 11 % meer aan korrel opbrengst is verkregen dan op de chiliveldjes. In het verslag wordt echter opgemerkt, dat het gewas op de chili veldjes van perchloraat schade te lijden heeft gehad, terwijl later nog legering op de chili veldjes optrad. Merkwaardig is, dat de stroo opbrengst op de chiliveldjes gemiddeld zelfs nog iets hooger is dan op de zwavelzure ammoniak veldjes. Bij de nummers 45 en 46 draait het effect van chili t.o.v. zwavelzure ammoniak, wat teeken betreft, bij een bepaalde pH om.

Hoewel de gegevens niet talrijk zijn en de resultaten niet altijd in dezelfde richting wijzen, krijgen wij de indruk, dat over het algemeen bij gebruik van chili bij dezelfde pH een hooger rogge-opbrengst wordt verkregen dan bij gebruik van zwavelzure ammoniak. Hierbij moet worden opgemerkt, dat op grond van dit materiaal natuurlijk niet uitgemaakt kan worden, of dit effect aan de chili moet worden toegeschreven of aan de nitraat werking in het algemeen.

C. De invloed van de pH op de stroo-opbrengst.

Wij hebben er van afgezien ook voor de stroo opbrengst pH-opbrengst krommen te maken en ons er toe beperkt een globaal verband aan te geven tusschen de pH en de korrelopbrengst in procenten van de totale opbrengst aan het rogge gewas. Hieruit volgt dan, hoe het in het algemeen gesteld is met de pH-opbrengst krommen voor stroo in vergelijking met die voor korrel.

In het algemeen kan worden opgemerkt, dat, waar bij stijgende pH een stijging in korrelopbrengst wordt waargenomen, ook een stijging in korrel percentage aanwezig is, terwijl ook een daling in korrel percentage wordt gevonden bij de gevallen, waarbij een daling in korrelopbrengst gepaard gaat aan een stijging in pH. In enkele gevallen treedt bij stijgende pH reeds weer een daling in korrel percentage op, terwijl de korrelopbrengst nog een verdere

stijging vertoont. Hieruit volgt, dat een afwijking van de optimale pH in de stroo opbrengst minder sterk tot uiting komt dan in de korrelopbrengst.

In onderstaande Tabel 3 hebben wij eenige cijfers gegeven omtrent de orde van grootte van bovengenoemde invloed. Wij hebben de daling in korrel percentage opgegeven in procenten van het maximale percentage voor ieder proefveld afzonderlijk. Dit is gedaan voor pH trajecten van telkens 0,5 pH eenheid. Deze trajecten zijn vastgesteld t.o.v. de pH, die bij ieder proefveld afzonderlijk gemiddeld over de verschillende proefjaren voor het korrelpercentage optimaal genoemd kan worden. Wij hebben hierbij de per object gemiddelde cijfers beschouwd.

TABEL 3.

Daling in korrelpercentage in % van het max. percentage.

	Vanaf het pH optimum				
	naar lager pH			naar hooger pH	
	0—0,5	0,6—1,0	1,1—1,5	0—0,5	0,6—1,0
OO 351	3	8	—	1	3
OO 353	3	9	—	2	4
PO 3—4	5	7,5	—	4	7,5
NGe 55	7	—	—	2	4
NGe 50	11	13	—	1	2
WO 114	2	5	7	—	—
OO 355	4	11	—	4	—
NGr 33	—	—	—	7	—
Gemiddeld	5	9	—	3	4

Uit de korrel-stroo verhoudingen van het in deze publicatie verwerkte materiaal hebben wij berekend, dat het maximale korrel percentage gemiddeld 34,3 % bedraagt. Door Ten Rodengate Marissen wordt 35 % opgegeven, zoodat een mooie overeenstemming wordt gevonden. Uit bovenstaande Tabel 3 volgt nu o.a., dat de daling in korrelpercentage bij een pH, die 1,0 eenheid beneden de optimale pH is gelegen, gemiddeld 14 % bedraagt t.o.v. het gemiddelde maximale percentage, dus t.o.v. 34 %. Wanneer over het geheele pH-traject voor het korrelpercentage 34 % gevonden zou zijn, zou de procentueele pH-opbrengst kromme voor stroo met die voor korrel zijn samengevallen. Nu ligt de kromme voor de stroo-opbrengst vlakker en wel bij genoemde pH een vierde gedeelte hooger, zooals uit de volgende berekening volgt:

$$\frac{\text{proc. stroo-opbrengst}}{\text{proc. korrel-opbrengst}} = \frac{100-(34-0{,}14\times 34)}{34-0{,}14\times 34} : \frac{66}{34}$$

Op grond van de gemiddelde cijfers, die in bovenstaande Tabel 3 genoemd zijn, kan men ook voor andere pH's de ligging van de procentueele pH opbrengst kromme t.o.v. de kromme der korrelopbrengst aangeven.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat bij een oogstdepressie tengevolge van een kalk-tekort de korrel opbrengst het meest te lijden heeft. De vraag kan worden gesteld, of in het algemeen een lage totaal opbrengst gepaard gaat met een lage korrel: stroo verhouding. Bij ons materiaal varieert het korrelpercentage van 24 tot 44. Hierbij hebben wij dan voor ieder oogstjaar de korrel : stroo verhouding genomen, die ongeveer maximaal genoemd kon worden. Het veronderstelde verband hebben wij uit dit materieel niet kunnen halen. Het is allereerst opgevallen, dat de genoemde verhouding van jaar tot jaar sterk varieert, zoodat van jaren met hooge en met lage korrel : stroo verhouding kan worden gesproken. Ter illustratie geven wij hieronder de resultaten der jaren 1929 en 1934 tegenover die van 1935 en 1933.

Korrelopbrengst in procenten van de opbrengst aan korrel + stroo.

1929.		1935.	
OO 353	44	OO 353	35
OO 351	43	OO 351	34
OF 200	38	OO 355	30
Boersma—Oudemirdum	34	OF 204	36
(West v. h. bosch)		OF 202	34
Wijbelingh—Weende	40	PO 3—4	29
de Boer—Ureterp (3e perc.)	41	Z 46	25 (landras)
gem.	40		32

1934.		1933.	
OO 357	33	OO 353	31
WO 102	39	OO 351	35
NGe 50	37	OO 355	31
NGe 55	38	L 1	31
NGr 33	44	OF 200	31
WF 139	41		
gem.	39	gem.	32

TABEL 2.

Lijst van proefjaren met rogge.

(*Liste der Versuchsjahre mit Roggen.*)

N°. in fig. 12 13 en 18.	Reg. n°.	Naam van het proefveld. (*Name des Versuchsfeldes.*)	Proef-objecten naast kalk. (*Versuchsobjecte neben Kalk.*)	Humusgehalte. (*Humusgehalt.*)	Oogstjaar. (*Versuchs-Jahr.*)	Grondtype. (*Bodentypus.*)
1	OO 351	Broeze te Notter	—	9,8	1929	eschgrond
2	OO 351	Idem	—	9,8	1933	id.
3	OO 351	Idem	—	9,8	1935	id.
4	OO 353	Spiele te Losser	—	5,5	1929	eschgrond
5	OO 353	Idem	—	5,5	1933	id.
6	OO 353	Idem	—	5,5	1935	id.
7	PO 3 en 4	Proefboerderij Heino . . .	—	5,0	1935	zandgrond
8	WO	Heeten	—	6,8	1932	zandgrond
9	NGr 33	Bouma te Slochteren . . .	—	14,5	1931	zandgrond
10	NGr 33	Idem . . .	—	14,5	1934	id.
11	ZGr	Wijbelingh te Weende . .	za	9,0	1929	zandgrond
12	ZGr	Idem . .	as	9,0	1929	id.
13	ZGr	Idem . .	ch	9,0	1929	id.
14	ZGr	Idem . .	za	9,0	1931	id.
15	ZGr	Idem . .	as	9,0	1931	id.
16	ZGr	Idem . .	ch	9,0	1931	id.
17	WO 114	Heerlijkheid de Eese (Willemsoord)	za	10,2	1931	zandgrond
18	WO 114	Idem	ur	10,2	1931	id.
19	WO 114	Idem	ch	10,2	1931	id.
20	WO 114	Idem	za	10,2	1932	id.
21	WO 114	Idem	ch	10,2	1932	id.
22	WO 114	Idem	za	10,2	1935	id.
23	WO 114	Idem	ch	10,2	1935	id.
24	OO 355	Heuver te Notter	—	8,9	1933	eschgrond
25	OO 355	Idem	—	8,9	1935	id.
26	OO 352	Hemmink te Almelo . . .	za	6,7	1934	zandgrond
27	OO 352	Idem . . .	as	6,7	1934	id.
28	OO 352	Idem . . .	ch	6,7	1934	id.
29	OO 356	Mulder te de Krim	za	17,0	1928	oude dalgrond
30	OO 356	Idem	ch	17,0	1928	id.
31	OO 357	Centraalprv. te Brucht . .	za	9,7	1925	eschgrond
32	OO 357	Idem . .	ch	9,7	1925	id.
33	OO 357	Idem . .	—	9,7	1934	id.
34	WO 102	Poortman te IJhorst . . .	—	8,9	1934	zandgrond
35	D 2	Meijering te Lhee	—	11,6	1930	eschgrond
36	D 2	Idem	—	11,6	1931	id.
37	D 2	Idem	—	11,6	1933	id.
38	D 2	Idem	—	11,6	1934	id.
39	NGe 50	Gortel	sup	6,0	1932	zandgrond
40	NGe 50	Idem	sl	6,0	1932	id.
41	NGe 50	Idem	sup	6,0	1934	id.
42	NGe 50	Idem	sl	6,0	1934	id.

N°. in fig. 12 13 en 18.	Reg. n°.	Naam van het proefveld. *(Name des Versuchsfeldes.)*	Proefobjecten naast kalk. *(Versuchsobjecte neben kalk.)*	Humusgehalte. *(Humusgehalt.)*	Oogstjaar. *(Versuchs-Jahr.)*	Grondtype. *(Bodentypus.)*
43	NGe 55	Niersen	sup	7,7	1934	zandgrond
44	NGe 55	Idem	sl	7,7	1934	id.
45	OF 200	Koopstra Elsloo	za	14,3	1929	zandgrond
46	OF 200	Idem	ch	14,3	1929	id.
47	OF 200	Idem	—	14,3	1933	id.
48	OF 202	Bergsma te Elsloo [1]) . . .	za	15,3	1935	zandgrond
49	OF 202	Idem	ch	15,3	1935	id.
50	OF 4	v. Bergen te Bakkeveen .	za	8,1	1930	heideontginning
51	OF 4	Idem .	ch	8,1	1930	id.
52	OF 204	Donker te Haule	za	6,2	1935	zandgrond
53	OF 204	Idem	ch	6,2	1935	id.
54	OF	de Boer te Ureterp (3e perc.)	za	6,2	1929	zandgrond
55	OF	Idem	ch	6,2	1929	id.
56	WF	de Vries te Oudemirdum .	za	4,4	1930	zandgrond
57	WF	Idem .	ch	4,4	1930	id.
58	WF	Boersma te Oudemirdum (West v. h. Bosch) . . .	za	4,3	1929	zandgrond
59	WF	Idem . . .	ur	4,3	1929	id.
60	WF	Idem . . .	ch	4,3	1929	id.
61	WF	Oostenbrug te Veenklooster	—	3,7	1930	zandgrond
62	WF 139	Wierstra te Harich	za	4,3	1934	zandgrond
63	WF 139	Idem	ch	4,3	1934	id.
64	Z 46	van Waes te Zuiddorpe . .	—	3,3	1935	zandgrond
65	WB	Chaam	—	5,7		zandgrond
66	L 1	Posterholt	za+sup	3,7	1933	zandgrond
67	L 1	Idem	ch+sl	3,7	1933	id.

[1]) In 1935 werd alleen kalkstikstof toegediend en geen ch, resp. za. (*Im Jahre 1935 wurde nur Kalkstickstoff gegeben und kein Schwefelsaures Ammoniak*).

za = zwavelzure ammoniak *(Schwefelsaures Ammoniak)*
ch = Chilisalpeter *(Chilisalpeter)*
ur = ureum *(Harnstoff)*
as = ammonsalpeter *(Ammonsalpeter)*
sup = superfosfaat *(Superphosphat)*
sl = Thomasslakkenmeel *(Thomasschlackenmehl)*

Oude dalgrond = *Alter Moorkolonialer Boden*
eschgrond = *sehr alter Sandboden*
zandgrond = *Sandboden*

SAMENVATTING.

Het is onze bedoeling na te gaan, of er een bepaalde lijn aanwezig is in de talrijke resultaten, die sinds 1922 bij bekalkingsproeven op bouwland zijn verkregen (zie Tabel 1 A en 1 B) en welke in afzonderlijke jaarsverslagen en andere geschriften zijn gepubliceerd. De proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation blijven hier buiten behandeling.

Allereerst zal de invloed van de pH van den grond op de opbrengst aan gewas worden nagegaan, terwijl wij in een volgend artikel het verband tusschen de zuurgraad van den grond, waarvoor het pH-cijfer een maat is, en de toegediende kalkhoeveelheden zullen behandelen. In deze publicatie hebben wij ons tot rogge beperkt. Wij hebben practisch uitsluitend met Petkuser rogge te maken, terwijl de proefvelden nagenoeg alle op zandgrond zijn gelegen (zie Tabel 2). In totaal hebben wij de gegevens van 42 jaren, waarin rogge werd verbouwd, samengevat. Deze rogge-jaren zijn verdeeld over 28 proefvelden. De eventueele invloed van stalmest is buiten beschouwing gelaten, aangezien de gegevens hieromtrent zeer onvoldoende zijn. Het verband tusschen de pH van den grond en de opbrengst is bij korrel en stroo apart nagegaan.

De zeer talrijke gegevens over de invloed van de pH van den grond op de korrelopbrengst hebben wij op tweeërlei wijze trachten te ordenen. Wij hebben n.l. de pH's zoowel uitgezet tegen de relatieve (procentueele) opbrengstcijfers, als tegen de opbrengsten, uitgedrukt in quintalen per hectare (1 q = 100 kg).

De relatieve opbrengstcijfers geven aan, hoe hoog de opbrengst bij een zekere pH van den grond is in procenten van de opbrengst, die bij een doelmatige bekalking van het veld kan worden verkregen. Het is nu gebleken, dat het verband tusschen de pH en deze procentueele opbrengstcijfers niet door één enkele kromme lijn is aan te geven. Wij hebben ons genoodzaakt gezien het beschikbare proefveldmateriaal over verschillende krommen te verdeelen, die onderling in het oog vallende verschillen vertoonen. Wij hebben deze verschillende krommen in Fig. 11 geteekend. Hoewel het materiaal door deze bewerking wel meer overzichtelijk geworden is, is er van één eenvoudig verband geen sprake.

In het midden van Fig. 11 ziet men een kromme met een maximum bij pH 5,35 (aangeduid door Fig. 5), terwijl zoowel naar lager als naar hooger pH een daling in opbrengst optreedt. Bij de krommen, die aangeduid zijn door resp. Fig. 6, 7, 8 en 10 is bij pH 5,35 nog een merkbare vermindering in opbrengst aanwezig, terwijl bij deze krommen geen top wordt aangetroffen. Het is natuurlijk geenszins buitengesloten, dat bij nog hoogere pH's ook hier een daling in opbrengst zal gaan optreden, voordat de kenteekenen van de Veenkoloniale

Haverziekte aan den dag treden. De krommen 6, 7 en 8 gelijken zeer veel op elkaar. Ze zijn alleen een weinig ten opzichte van elkaar verschoven. Kromme 10 heeft echter een veel steiler verloop. De kromme 9 heeft bij pH 4,85 reeds een maximum bereikt. Een top is ook in dit geval niet aanwezig; er zijn wel een paar gevallen bekend, die wij echter niet in dit verband hebben kunnen opnemen, waarbij bij pH 4,8 door bekalking reeds een daling in opbrengst wordt waargenomen.

Uit het bovenstaande krijgt men terecht de indruk, dat het optimale pH-gebied voor Petkuser-rogge slechts zeer globaal kan worden aangegeven. Door ons materiaal nog op een andere wijze te verwerken zijn wij er in geslaagd op een factor de aandacht te vestigen, die de ligging van de optimale pH beinvloedt. Uit de beschouwing van het verband tusschen pH en opbrengst, uitgedrukt in quintalen per hectare, is n.l. voor den dag gekomen, dat een daling in opbrengst tengevolge van een te zure grond pas bij lager pH gaat optreden, te lager naarmate de algemeene vruchtbaarheidstoestand beter is. In Fig. 19 hebben wij dit verband op grond van onze gegevens schematisch aangegeven. Bij de hier besproken proefvelden loopen de hoogste opbrengsten, die door een juiste bekalking bereikt konden worden, uiteen van ongeveer 20 tot ongeveer 40 quintalen per hectare. Er is dus een zeer groot verschil in algemeene vruchtbaarheidstoestand. In Fig. 19 hebben wij door cijfers de plaatsen aangegeven, waar de geschetste pH-opbrengst krommen, die tot velden van zeer uiteenloopende vruchtbaarheidstoestand behooren, eenzelfde daling in opbrengst vertoonen. Het hierboven genoemde verband komt hierbij duidelijk naar voren. Het valt bovendien nog op, dat de lijn over het algemeen des te steiler verloopt, naarmate de hoogste opbrengst hooger is, naarmate dus de pH waarbij een daling in opbrengst begint, lager is.

Uit het bovenstaande volgt dus, dat bij het geven van bekalkingsadviezen behalve met de pH ook rekening gehouden moet worden met verkregen opbrengsten. Dit laatste punt wordt door de practijk natuurlijk nooit uit het oog verloren.

Op grond van ons materiaal zouden wij het meest gewenschte pH-gebied voor Petkuser rogge als volgt willen accentueeren: een pH van ongeveer 5,5 kan in de meeste gevallen wel gunstig genoemd worden, al mag hierbij geenszins worden gegeneraliseerd. Zoo hebben wij gevonden, dat bij een pH 5 in verreweg de meeste gevallen tengevolge van een te lage pH een daling in opbrengst wordt waargenomen, die varieert van 0 tot ongeveer 20 % en in enkele gevallen zelfs tot 40 % van de opbrengst, die bij een doelmatige bekalking op het betreffende veld kan worden bereikt; in sommige gevallen treedt een daling in opbrengst pas op bij een pH van ongeveer 4,8, terwijl in een enkel geval bij pH 4,8 een bekalking, dus een verhooging van de pH, zelfs een ver-

laging van de opbrengst geeft. Bij een pH 5,5 valt in vele gevallen een daling in opbrengst niet of nauwelijks waar te nemen, terwijl in andere gevallen ook dan nog een daling in opbrengst tengevolge van een te lage pH tot ongeveer 10 % van de hoogste opbrengst optreedt. Bij pH 6,0 wordt het aantal gevallen, waarbij tengevolge van een te hooge pH een verlaging in opbrengst wordt ge-

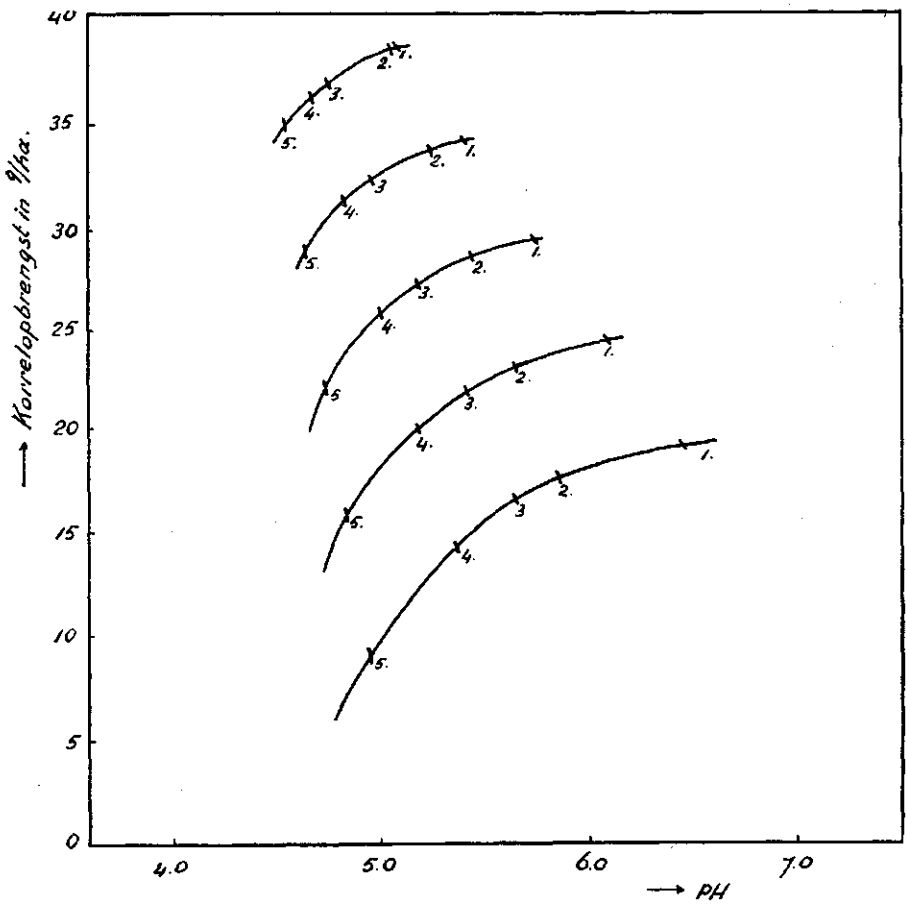

Fig. 19. Het verloop van eenige pH-opbrengst krommen (in quintalen per hectare) volgens de gegevens van Fig. 15 schematisch geconstrueerd. De cijfers 1 t/m 5 geven de plaatsen aan, waar de hellingstangenten, uitgedrukt in kilogram per 0,1 pH, resp. 14, 31, 67, 99 en 169 bedragen.

Abb. 19. *Einige „pH-Korn-Ertrag" kurven (in dz pro Hektar) sind nach der Zusammenfassung in Abb. 15 Schematisch Konstruiert worden. Die Nummern1 bis 5 zeigen die Stellen an, wo die Tangente der Linien, ausgedrückt in Kilogramm pro 0,1 pH, bzw. 14, 31, 67, 99 und 169 betragen. Es zeigt sich. dasz ein Rückgang im Korn-Ertrage bei einem um so niedrigeren pH-Werte auftritt desto höher der Höchstertrag ist. Die Resultate deuten weiter darauf hin, dasz die Neigung der Linien um so steiler ist desto höher der Höchst-ertrag ist.*

vonden, belangrijk, terwijl daarentegen in enkele gevallen een nog hoogere pH noodig is om een maximale opbrengst te verkrijgen.

Bij eenige proefvelden zijn naast verschillende kalkhoeveelheden ook nog verschillende soorten stikstofbemesting onderling vergeleken. Het betrof voornamelijk een vergelijking tusschen de werking van zwavelzure ammoniak en chilisalpeter. Het is bekend, dat door gebruik van zwavelzure ammoniak de grond zuurder wordt. Des te lager het humus- en het kleigehalte van den grond is, des te sneller zal dit proces voortgang hebben. Voor het geval nu een verlaging in pH van den grond gepaard gaat met een daling in opbrengst, zal uit dien hoofde het gebruik van zwavelzure ammoniak nadeelige gevolgen kunnen hebben. Het gebruik van chili heeft in de meeste gevallen een pH-verhooging van den grond ten gevolge. Bij de genoemde proefvelden hebben wij nu echter nagegaan, hoe het met de korrel-opbrengst gesteld is, wanneer chili en zwavelzure ammoniak bij eenzelfde pH van den grond worden vergeleken. Hierbij zijn steeds die pH-cijfers genomen, die na de oogst zijn gevonden. Zwavelzure ammoniak en chilisalpeter hebben dan hun aan elkaar tegengestelde werking op de pH van den grond reeds uitgeoefend. In de voorkomende gevallen vonden wij dan, dat het gebruik van zwavelzure ammoniak gemiddeld 9 % minder opbrengst aan korrel had gegeven dan chilisalpeter. Hierbij moet worden opgemerkt, dat op deze proefvelden niet uitgemaakt kon worden, of dit verschil in het bizonder aan het verschil in zwavelzure ammoniak en chilisalpeter moet worden toegeschreven, of in het algemeen wordt veroorzaakt door het verschil in de vorm, waarin de stikstof in deze kunstmeststoffen voorkomt (resp. gebonden als ammoniak en als nitraat). Dit laatste moet wel het waarschijnlijkste worden geacht.

De resultaten omtrent het verband tusschen de pH van den grond en de stroo-opbrengst kunnen als volgt worden weergegeven. In het algemeen gaat aan een daling in korrel-opbrengst een daling in stroo-opbrengst gepaard. Laatstgenoemde daling is echter geringer. Zoo is b.v. bij een pH, die 0,5 eenheid beneden de pH is gelegen, waarbij de hoogste opbrengst wordt verkregen, de stroo-opbrengst, uitgedrukt in procenten van de hoogste opbrengst, gemiddeld een twaalfde van de overeenkomstige korrel-opbrengst hooger. Bij een pH, die één eenheid beneden de optimale pH is gelegen, is dit bedrag gemiddeld een vierde.

EINE ZUSAMMENFASSUNG EINIGER RESULTATE VON KALKVERSUCHSFELDERN AUF ACKERBODEN

VON

P. BRUIN.

(ZUSAMMENFASSUNG.)

Wir haben die Resultate von 42 Versuchsjahren, worin der Einflusz von dem pH des Bodens auf den Roggenertrag verfolgt wurde, zusammengefaszt. Die Ergebnisse wurden 28 Versuchsfeldern auf Humus-Sandböden entnommen (siehe Tabelle 2). Die Varietät des Roggens war fast ausschlieszlich Petkuser Roggen. Es wurde nur mit Kunstdüngern gedüngt. Die Versuche wurden angestellt von Reichslandwirtschaftlichen Konsulenten und Landwirtschaftslehrern. Die Resultate der einzelnen Versuchsfelder sind zum grószten Teil in den verschiedenen Jahresberichten der Landwirtschaftlichen Konsulenten publiziert worden.

Das pH wurde vor dem Jahre 1924 mittels der Wasserstoffelektrode und später mittels der Chinhydronelektrode bestimmt in einer wässrigen Bodensuspension (siehe den Zusammenhang zwischen diesen beiden Methoden in Abb. 1).

Auf zweierlei Weise haben wir das umfangreiche Versuchsmaterial über den Einflusz von dem pH des Bodens auf den Korn-Ertrag graphisch geordnet. Wir haben die pH-Werte erstens betrachtet in Zusammenhang mit den relativen (prozentualen) Korn-Erträgen und zweitens in Zusammenhang mit den Korn-Erträgen, ausgedrückt in dz pro Hektar.

Im ersten Falle sind wir wie folgt verfahren. Für jedes Versuchsjahr haben wir den Höchstertrag d.h. den Ertrag, welcher infolge einer richtigen Kalkung des Bodens maximal auf dem betreffenden Versuchsfelde erreicht werden konnte, gleich 100 gestellt und die Erträge der übrigen Parzellen in Prozenten auf dieses Maximum bezogen. In dieser Weise werden die Fruchtbarkeitsunterschiede der verschiedenen Versuchsfelder und der verschiedenen Jahren eliminiert. Die Abb. 2 und 3 geben zum Beispiel den Zusammenhang zwischen den pH-Werten und der relativen Korn-Erträgen von zwei Versuchsjahren. Jeder Punkt gibt die Resultate einer einzigen Versuchsparzelle. Es gibt auch Versuchsfelder, wo neben den pH-Werten auch zwei oder drei Stickstoffdüngungsarten bzw. Phosphorsäuredüngungsarten als Versuchsobjekte gewählt wurden. In diesen Fällen wurde jede Serie von Versuchsparzellen, welche gleich gedüngt worden waren, wie ein einzelnes Versuchsfeld betrachtet.

Auf dieser Weise werden auch Ertragsunterschiede infolge der Düngungsart eliminiert. Es hat sich ergeben, dasz die Resultate von verschiedenen, aber durchaus nicht von allen Versuchsjahren, welche in dieser Weise graphisch geordnet worden waren, zusammengestellt werden können, wenn die Punkteserien parallel der Abscisse (pH-Werte) verschoben werden. In dieser Weise werden auch Unterschiede der pH-Werte, wobei der Höchstertrag in den verschiedenen Jahren und auf den verschiedenen Feldern erreicht wird, eliminiert. Die „pH-Kornertrag" Kurven werden nur durch die Form karakterisiert. Es hat sich kein Zusammenhang dieser Verschiebungen in die Richtung der Abszisse ergeben mit den jährlichen Schwankungen des pH-Wertes eines Versuchsfeldes (siehe Abb. 4). In der oben beschriebenen Weise sind die Zusammenhänge des pH mit dem relativen Korn-Ertrage in die Abb. 5 bis 10 konstruiert worden. Durch die zusammen gebrachten Punkteserien wurde eine Mittellinie gezogen [1]). Die pH-Werte, welche in den Abbildungen bei diesen Mittellinien genannt werden, sind Mittelwerte. Die Grenzen der Variationen wurden in den Unterschriften erwähnt. Die gefundenen Mittellinien können sehr geläufig durch die Punkteserien der einzelnen Jahre gezogen werden, wie zum Beispiel in den Abb. 2 und 3 getan wurde. Es wird deutlich sein, dasz mittels dieser Verarbeitungsmethode nur durchaus zuverlässige Resultate erzielt werden, wenn sehr grosze pH-Trajekte auf jedem Versuchsfelde vorhanden sind, so dasz nicht nur ein Teil der Ertragskurve sondern die ganze Kurve für jedes Versuchsjahr konstruiert werden kann. Hinsichtlich unseres Versuchsmaterials war dieses nicht immer der Fall, wie die Beispiele Abb. 2 und 3 zeigen.

In Abb. 11 wurden die Mittellinien der Abb. 5 bis 10 zusammengebracht. Im allgemeinen gibt es grosze Unterschiede zwischen den verschiedenen Kurven. Die Resultate können wie folgt zusammengefaszt werden.

In weitaus den meisten Fällen wird beim pH 5 infolge eines zu niedrigen pH-Wertes ein Rückgang im Korn-Ertrage gefunden von 0 bis etwa 20 % und in einigen Fällen sogar bis 40 % des Höchstertrages. In wenigen Fällen fängt dieser Rückgang eben an beim pH-Werte 4,8. Es gibt auch ein Versuchsfeld, wo durch Kalkung des Bodens von pH 4,8 ein Rückgang im Korn-Ertrage erzielt wird. Beim pH-Werte 5,5 wird in den meisten Fällen der Höchstertrag oder fast der Höchstertrag gefunden, während in anderen Fällen auch bei diesem pH-Werte ein Rückgang im Korn-Ertrage als Folge eines zu niedrigen pH-Wertes bis etwa 10 % des Höchstertrages auftritt. Bei pH 6,0 wird der Zahl der Fälle, wobei als Folge eines zu hohen pH-Wertes ein Rückgang im Korn-Ertrage gefunden wird, bedeutend, während in einigen Fällen ein noch

[1]) W. C. Visser wird mehr im Detail über diese Verarbeitungsmethode publizieren.

höheres pH erforderlich ist zur Erzielung eines Höchstertrages. Ein pH von etwa 5,5 kann also in den meisten Fällen günstig genannt werden, obwohl eine Generalisation keinesfalls erlaubt ist.

Wie erwähnt wurde ebenfalls der Zusammenhang der pH-Werte betrachtet mit den Korn-Erträgen ausgedrückt in dz pro Hektar. Die Resultate sind in den Abb. 12 und 13 zusammengebracht. Es gibt ein sehr groszer Unterschied im Korn-Ertrage bei den verschiedenen Versuchsfeldern (von etwa 20 bis etwa 40 dz pro Hektar). Die Resultate deuten darauf hin dasz der pH-Wert, wobei ein bestimmter Rückgang im Korn-Ertrage durch zu niedrigen pH-Wert vorliegt, abhängig ist vom Höchstertrage, welcher bei optimalem pH erzielt wird. Diese Korrelation ist eine negatieve, wie sich in Abb. 14, 15 und 16 zeigt. Dieser Zusammenhang bedeudet, dasz ein Rückgang im Korn-Ertrage des Roggens als Folge eines zu sauren Bodens erst auftritt bei einem um so niedrigeren pH-Werte, desto besser der allgemeine Fruchtbarkeitszustand des betreffenden Ackerbodens ist. Es leuchtet ein, dasz die im Anfang erwähnten Verschiebungen der einzelnen „pH-relativer Korn-Ertrag" Kurven in Beziehung stehen können mit dem hier gefundenen Zusammenhang. Die Resultate deuten tatsächlich darauf hin, wie u.a. in Abb. 17 gezeigt wird hinsichtlich der Verschiebungen der verschiedenen Jahrkurven, welche in Abb. 5 und 6 zusammengebracht wurden.

Wie schon erwähnt, wurden auf einigen Kalkversuchsfeldern zwei oder drei Stickstoffdüngerarten mit einander verglichen. Es handelte sich meistens um den Vergleich zwischen der Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak bzw. mit Chilisalpeter. Es ist bekannt, dasz die Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak das pH der Böden und besonders der leichten Humus-Sandböden herabsetzt, während die Düngung mit Chilisalpeter das pH erhöht [1]). Diese Aenderung des pH-Wertes kann einen sekundären Einflusz auf den Ertrag ausüben. Wir haben nun aber den Einflusz der Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak bzw. mit Chilisalpeter auf den Korn-Ertrag verglichen bei demselben pH (die Bodenproben wurden nach der Ernte entnommen) und es hat sich ergeben, dasz die Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak den Korn-Ertrag im Durchschnitt um 9 % herabsetzt verglichen mit einer Düngung mit Chilisalpeter (ziehe Abb. 18). (Für die Abweichung der Versuchsnummern 56 und 57 liegt eine sehr befriedigende Erklärung vor). Es ist sehr wahrscheinlich, dasz dieser Ertragsunterschied der verschiedenen Wirkung einer Ammoniak- und Nitratdüngung zugeschrieben werden musz.

---

[1]) DE VRIES, O. en VISSER, W. C. Ueber die Aenderungen im pH des Bodens bei fortgesetzten Düngung mit einigen Stickstoffdüngern-Zeitschr. f. Pflanzenernährung Düngung und Bodenkunde A. Bnd. 36 1934. Siehe weiter in: *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations* 40 (1934) p. 505—541.

Ueber den Einflusz des pH des Bodens auf den Stroh-Ertrag hat sich Folgendes ergeben. Im allgemeinen tritt beim Rückgang des Korn-Ertrages ebenfalls ein Rückgang des Stroh-Ertrages auf, der aber im Vergleich mit jenem zurückbleibt. Dieser Unterschied äuszert sich in dem Verhältnisse von Korn- und Totalertrag. Beim Höchstertrage ist dieses Verhältnis im Durchschnitt 34 %. Bei einem pH-Werte, welcher 0,5 Einheit niedriger ist als der pH-Wert des Höchstertrages, ist diese Zahl im Durchschnitt 32,3 % und bei einem pH, welcher 1,0 Einheit niedriger ist, 29,2 %. Bei den pH-Werten, welche um dieselben Beträge höher wie das pH des Höchstertrages sind, sind diese Zahlen 32,6 % und 31,3 %.