

DE ONGELIJKMATIGHEID VAN DEN GROND EN DE
NAUWKEURIGHEID BIJ PROEFVELDEN

DOOR

Ir. W. C. VISSER

(Ingezonden 30 April 1937)

HOOFDSTUK I

Inleiding

Men erkent tegenwoordig algemeen, dat een proefveld steeds onregelmatigheden in den grond zal te zien geven, hoe nauwgezet men ook een gelijkmatigen akker uitzoekt. Men zoekt daarom een zoo homogeen mogelijk stuk grond uit, en neemt de onregelmatigheid meestal op den koop toe. Om de ongewenschte gevolgen van deze heterogeniteit zooveel mogelijk te beperken, worden verschillende methoden toegepast. De meest gebruikte is wel het vermeerderen van het aantal herhalingen, waarbij de objecten regelmatig over den plattegrond worden verschoven (MÖLLER-ARNOLD-REICHTINGER 1) of waarbij de veldjes van een object volgens toeval over den plattegrond worden verdeeld (FISHER 2). Op een min of meer heterogeen grond wordt het aantal herhalingen, dat noodig is om een goed gemiddelde voor elk object te krijgen, echter vrij groot. Bovendien vraagt de moderne proefveldtechniek door het op een andere wijze aanpakken van de bemestingsvraagstukken steeds meer objecten (DE VRIES 3). Men zou, op de oude manier werkend, zulke geweldige proefvelden moeten aanleggen, dat alleen al het vinden van geschikte terreinen op moeilijkheden gaat stuiten. Verfijning van de bewerkingsmethode is hier geboden.

Hiertoe bestaan verschillende methoden, die alle ten doel hebben, het vruchtbaarheidsverloop op het veld te leeren kennen, en de oogsten te corrijeeren voor eventueele grootere of kleinere vruchtbaarheid van het veldje, waarop de oogst werd verkregen.

De in dit opzicht in zwang zijnde methoden zijn voor een deel zoo opgezet, dat men het eigenlijke vruchtbaarheidsverloop niet leert kennen, (KNUTVIK 4), FISHER (2), VAN UVEN (5) terwijl bij een ander deel men dit juist berekent en het als correctie gebruikt (NIKLAS en MILLER 7), van UVEN (6).

Zeer aantrekkelijk is tenslotte de methode, waarbij de oogsten van de voorafgaande jaren worden gebruikt om die van het jaar, dat men onderzoekt, te corrigeeren. Deze methode kan zeer bruikbaar zijn bij proefvelden, waar men eerst een paar jaar blanco proeven deed om de gelijkmatigheid vast te stellen. Voor Europeesche omstandigheden is dit soort bewerking slechts weinig toegepast, al is het aantal proeven, dat zich er toe zou leenen, ook vrij groot. De bewerking van deze resultaten is echter meestal achterwege gebleven of zeer oppervlakkig geschied.

Voor tropische cultures is van een correcte verwerking meer gebruik gemaakt, waarschijnlijk omdat gewassen en omstandigheden zich er beter toe leenen en de bewerking ook meer noodzakelijk maken. Wij wijzen hier op het werk van PRILLWITZ (8) en EDEN over thee (9), van TENGWALL en v. D. ZIJL (10), BARCLAY en GRANTHAM (11) en van MURRAY over rubber (12), terwijl VAIDYANATHAN (14) zich eveneens met deze bewerkingsmethode bezighield. Een theoretisch zeer diep op deze vraagstukken ingaande beschouwing werd aan de hand van de proefveldresultaten bij de rubbercultuur gegeven door G. POSTHUMUS en M. J. VAN UVEN (13). Wanneer men met zeer groote gewassen werkt, zooals boomen en heesters, dan maakt deze methode van berekenen het nemen van proeven pas goed mogelijk. Men werkt met een of meer boomen als herhaling voor elk object en herleidt de opbrengsten tot die van een gemiddelden boom. Voor de omstandigheden van het gematigd klimaat bevindt men zich bij proeven met vruchtboomen in ongeveer dezelfde omstandigheden als in de koloniën met thee en rubber. PARKER en BATCHELOR (15) bewerkten resultaten van dergelijke proefnemingen.

De grondleggende theorie werd door SANDERS gegeven (16). In zijn artikel wordt de werkwijze uiteengezet en de waarde ervan gedemonstreerd aan de hand van de resultaten van twee Deensche proefvelden. De leidende gedachte ervan is na te gaan, of in de oogsten in de verschillende jaren ook een verband te vinden is, dat er op zou wijzen, dat bepaalde veldjes steeds meer opbrengen en andere steeds minder. Uit de correlatie is dan verder op te maken, welke correctie moet worden toegepast om alle opbrengsten op een gelijke vruchtbaarheid om te rekenen, waardoor de herleide gegevens veel nauwkeuriger kunnen worden. Nu vindt men niet steeds een correlatie die eenige waarde heeft, terwijl ook negatieve correlaties gevonden kunnen worden, die aangeven, dat een hooge oogst in het eene jaar dus samenvalt met een lagen oogst in het volgende.

Verschillende onderzoekers toonden aan, dat hooge correlaties kunnen voorkomen, terwijl door anderen groote variaties in deze coëfficiënt werden vastgesteld. Wij noemen hier het werk gedaan door: GARBER, MC ILVAINE

en HOOVER (17, 18 en 19), ARTHUR HARRIS en SCOFIELD (20), SNEDECOR (21), SUMMERBY (22), IMMER, HAYES en POWERS (23).

In deze publicaties vindt men slechts hier en daar een enkele losse opmerking omtrent de landbouwkundige en proeftechnische oorzaken van de hoogte van de correlatiecoëfficiënten. Het is echter voor landbouwkundig werk juist van groot belang te weten, waarom de correlatiecoëfficiënt groot of klein is, waarom de vruchtbaarheidscorrecties het eene jaar zooveel grooter zijn dan het andere, en tenslotte, waarom men bij het eene gewas, of in het eene jaar, bij de opbrengstbepaling een zeer regelmatig en nauwkeurig stel uitkomsten krijgt, terwijl het andere jaar, of bij een ander gewas, na een oogst, waaraan alle zorg werd besteed die onder de gegeven omstandigheden mogelijk was, bij berekening van de middelbare fout blijkt, dat de waarde van de opbrengstcijfers maar zeer betrekkelijk is.

In het hiernavolgend verslag hebben wij getracht, de nauwkeurigheid van de proefvelduitkomsten te verklaren als gevolg van het vruchtbaarheidsverloop in het veld, de heterogeniteit van den grond van het perceel, de weersgesteldheid gedurende het proefjaar, en de reactie van het gewas op deze factoren, terwijl ook de fout van de oogstmethode in de beschouwing betrokken werd.

Voor dit onderzoek maakten wij alleen gebruik van eenige bouwlandproefvelden van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen. Voor het grasland geschiedde de bewerking reeds eerder. Wij verwijzen daarom voor grasland naar een publicatie van FRANKENA (24), waarin de resultaten van het nauwkeurighedsonderzoek bij deze proefvelden werden besproken.

HOOFDSTUK II

Gelijkmatighedsbeoordeeling bij proefvelden

Bij den aanleg van een nieuw proefveld is een van de punten, waaraan zeer veel aandacht wordt geschonken, de vraag, of de gelijkmatigheid van een veld wel voldoende is. Vooral bij proefvelden, waarbij de bedoeling is dat ze langen tijd achtereen zullen worden gehouden, wordt heel wat moeite besteed om zeker te zijn, dat het veld behoorlijk gelijkmatig is. Soms wordt het proefveld zelfs eenige jaren als blanco proef geëxploiteerd, om wat meer over de verdeling van de vruchtbaarheid over het veld te weten te komen. In gevallen, waarbij men er niet zoo veel tijd aan kan besteden, vraagt men meestal den toekomstigen proefveldhouder, wat hij van de gelijkmatigheid van het veld weet, of vormt er zich zelf een indruk van, door het gewas te bezichtigen,

dat op het veld stond in het jaar, voorafgaande aan het eventueele eerste proefjaar.

Naderhand moet dan blijken, in hoeverre men geluk heeft gehad bij het zoeken naar een homogeen veld. Bij het bewerken van opbrengsten en grondanalyses van een meerjarig proefveld valt het vaak op, dat het proefveld het eene jaar veel onregelmatiger lijkt dan het andere. Men krijgt daardoor de overtuiging, dat de ongelijkmatigheid van een proefveld geen constante eigenschap is. Niet alleen de grootte van de ongelijkheden blijkt te wisselen, maar een veldje, dat het eene jaar een oogst levert, die onder het gemiddelde ligt, kan het andere jaar wel een opbrengst geven, die beter is dan het gemiddelde.

Wij onderzochten deze kwestie eens aan de opbrengsten van eenige stikstofsoorten-proefvelden, waar verschillende kalktoestanden voorkwamen. Op eenige van deze velden kwamen onregelmatigheden voor, die het trekken van conclusies moeilijk maakten.

Slechts na een analyse van het vruchtbaarheidsverloop werd de werking van de stikstofsoorten duidelijk.

De werking van deze stikstofsoorten op zich zelf zal hier verder niet ter sprake komen. Men zij daartoe verwezen naar de betreffende, bij elk proefveld afzonderlijk genoemde, publicaties.

Voor het onderzoek naar vruchtbaarheidsverschillen, dat op blanco proeven, zooals vanzelf spreekt, het eenvoudigst kan geschieden, vormt het aanwezig zijn van verschillende objecten een complicatie, die een dergelijke bewerking echter geenszins onmogelijk maakt. Men dient bij de bewerking dan te letten op de ligging van elk veldje in het proefveld, zoowel als op de behandeling van het veldje of van den toestand van den grond.

Bij de hier te behandelen proefvelden waren de aard van de meststof en de zuurgraad twee factoren, die door het vruchtbaarheidsverloop heen speelden. Wij willen hier, voordat op de resultaten van dit onderzoek nader wordt ingegaan, eerst aangeven, op welke manier deze, voor dit onderzoek niet terzake dienende factoren worden uitgeschakeld.

§ 1. *Een voorbeeld van de bewerkingswijze*

Zooals hierna zal worden aangetoond, is het mogelijk op proefvelden met verschillende, door elkaar heenspelende, factoren het vruchtbaarheidsverloop te reconstrueeren, zelfs wanneer er geen herhalingen aanwezig zijn, mits er in de behandeling of bodemtoestand maar trappen voorkomen, dus wanneer er verschillende hoeveelheden van een meststof zijn toegepast, of wanneer door grondanalyse de verschillende toestanden zijn weergegeven.

Wij willen de methode van bewerken demonstreeren aan de opbrengsten in 1934 van Pr 13, een proefveld, gelegen op perceel V van de proefboerderij te Borger Compagnie. Dit veld is door grootte en aanleg zeer geschikt om er deze bewerking aan te laten zien, aangezien de verschillende complicaties zich op dit veld voordoen. De nadere beschrijving van dit proefveld en de oogst- en analysegegevens vindt men jaarlijks vermeld in de Verslagen van de Proefboerderijen te Borger Compagnie en Emmercompasuum (25).

De plattegrond van dit proefveld heeft den vorm van een rechthoek, waarin 5 veldjes naast elkaar liggen en 12 van zulke rijen achter elkaar. Op dit proefveld heeft men met een weinig gecompliceerd geval van vruchtbaarheidsverloop te maken. Bij het ontginnen van dalgrond wordt het bonkveen met een zandlaag bedekt. Dit zand haalt men uit de kanalen of wijken en verspreidt dat over den akker. Waarschijnlijk doordat het zand vanaf de wijk wordt aangevoerd en ook het verveningsproces zelf verloopt in een richting, loodrecht op de wijk, vindt men ongelijkheden in den grond meestal het duidelijkst in deze richting optreden, terwijl parallel aan de wijk de verschillen in vruchtbaarheid van den grond veelal gering zijn. De nauwkeurigheid van de proefveldresultaten verbetert dan ook sterk, wanneer men de ongelijkheid loodrecht op de wijk uitschakelt. Een eventueel vruchtbaarheidsverloop in een richting evenwijdig aan de wijk hebben wij niet in aanmerking genomen. Het proefveld ligt nu zoodanig, dat de rijen van 5 veldjes evenwijdig met de wijk liggen. De veldjes van zoo'n rij hebben, tengevolge van de door het proefplan vereischte ongelijke kalkhoeveelheden, die werden aangewend, een onderling sterk verschillende pH. De rijen krijgen om de andere hun stikstofbemesting als chili en als zwavelzuren ammoniak.

Wij begonnen met de oogsten per veldje voor elke rij van 5 veldjes afzonderlijk tegen de pH uit te zetten. Hierdoor blijven tegelijkertijd de veldjes naar chili en zwavelzuren ammoniak gescheiden. Men krijgt door dit uitzetten stukken van de pH-opbrengstkromme van het gewas. Omdat echter niet alle strooken een gelijke vruchtbaarheid hebben, vallen deze stukken van de kromme niet samen, maar komen boven elkaar te liggen. De onderlinge afstanden zijn nu een maat voor het vruchtbaarheidsverschil. Fig. I geeft hiervan een voorstelling.

Men kan de opbrengst van elke rij met een factor vermenigvuldigen, zoodat alle lijnen zoo goed mogelijk samenvallen. Het ligt daarbij voor de hand alle krommen op het niveau van een van de krommen te brengen, dus voor een van de krommen de factor gelijk 1 te stellen. Het beste neemt men daarvoor een lijn, die een goed vloeiend verloop heeft, en tevens het geheele pH gebied van de laagste tot de hoogste waarden doorloopt.

Deze bewerking voerden wij voor chili en voor zwavelzuren ammoniak

afzonderlijk uit. Zoo verkregen wij dus twee krommen, die het vruchtbaarheidsverloop op het veld aangeven, en wel één voor zwavelzuren ammoniak, waarvoor de even rijen van het proefveld werden gebruikt, en één voor chili, die uit de opbrengsten van de veldjes van de oneven rijen werd samengesteld. Deze lijnen zijn niet dadelijk met elkaar te vergelijken, omdat ze elk op een afzonderlijke kromme betrokken zijn, en het is niet zonder meer uit te maken, hoe groot het niveauverschil in de vruchtbaarheid tusschen de betreffende rijen van het proefveld is. Neemt men echter aan, dat het vruchtbaarheidsverloop geleidelijk is, dan kan men uit de opbrengstverschillen van rij 1 en rij 3 ongeveer voorspellen, wat het verschil voor rij 2 moet zijn. Het verschil

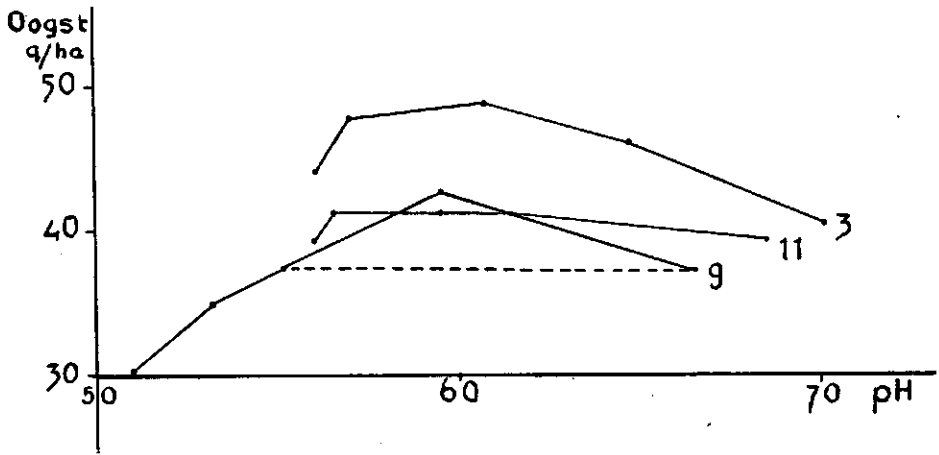


Fig. 1

Bij een kalkproefveld, waarop de vruchtbaarheid in één richting verandert, geven de veldjes in een dwars op deze richting staande rij afzonderlijk een pH-opbrengst kromme, die voor elke rij op een ander niveau ligt. De rijen 3, 9 en 11 van een dergelijk proefveld zijn hier boven weergegeven.

van dit getal met het getal, dat men vond door het vergelijken van de stukken van de pH-opbrengstkromme, geeft aan, hoeveel de vruchtbaarheid van de twee rijen, waarop men bij die vergelijking de gegevens betrok, en waarvan één voor den zwavelzuren ammoniak bemesting, en de andere voor de chili bemesting geldt, onderling uiteenloopt. Dit bedrag kan men ook berekenen uit de vergelijking van rij 3 met rij 2 en 4, rij 4 met rij 3 en 5, enz. Het snelst voert men deze bewerking uit door de beide krommen op doorzichtig papier te teekenen en de krommen dan over elkaar te verschuiven, tot ze zoo goed mogelijk samenvallen. Hiermee is het vruchtbaarheidsverloop bepaald. Men moet het dan nog betrekken op de gemiddelde vruchtbaarheid van het veld, waartoe men de uitwijkingen opgeeft ten opzichte van hun gemiddelde.

De geheele bewerking geschiedt dus grafisch. Ongetwijfeld is een rekenkundige bewerking van dit vraagstuk eveneens mogelijk. Het tijdroovende en omslachtige daarvan maakt echter, dat wij deze werkwijze slechts ongaarne toepassen, vooral omdat de grootere nauwkeurigheid van zoo'n berekening meestal maar fictief is. De formules, die men gebruikt, zijn meestal niet soepel genoeg, om de toppen en dalen voldoende te kunnen volgen. Breidt men ze uit, zoodat ze het wel kunnen, dan verliest men zooveel graden van vrijheid, dat de fout daardoor weer hooger wordt.

Het rekenen heeft naar onze meening meer beteekenis in gevallen, waarbij de nauwkeurigheid grooter is dan de nauwkeurigheid van teekenen, en in gevallen, waarbij de wetten, die de grootte van de resultaten beheerschen, zoo ingewikkeld zijn, dat men met eenvoudige middelen geen regelmaat in het materiaal kan aantonen. Door middel van een berekening zal men in sommige gevallen in staat zijn, een dergelijken samenhang te ontwarren.

Wij controleerden de nauwkeurigheid van deze wijze van werken, door het vruchtbaarheidsverloop nog eens een tweede maal te bepalen, maar nu onder gebruikmaking van een andere zuurgraadsbepaling, en wel de V-bepaling, zooals die bij het Rijkslandbouwproefstation wordt toegepast (26).

In Tabel I geven wij de vruchtbaarheidsverschillen weer in procenten van den gemiddeld grootsten oogst.

TABEL I

Vruchtbaarheidsverschil ten opzichte van de pH

Rij N°.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Chili	0,0		2,4		0		- 10		-18,6		- 8,0	
Zwavelzure ammoniak . .		7,0		18,8		0		- 6,6		- 11,6		3,2

Vruchtbaarheidsverschil ten opzichte van de V

Rij N°.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Chili	13,5		14,6		16,0		- 2,4		- 8,2		0	
Zwavelzure ammoniak . .		16,0		9,3		10,4		- 8,0		- 4,9		0

Herleidt men alles op hetzelfde gemiddelde vruchtbaarheidspeil, dan vindt men de in Tabel II vermelde uitkomsten.

TABEL II

Vruchtbaarheidsverschil

Rij N°.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Ten opzichte van de pH	5,0	6,0	7,4	17,7	5,0	-1,0	-5,0	-7,6	-13,6	-12,6	-3,0	+2,2
Ten opzichte van de V	7,9	12,2	9,0	5,5	10,4	6,6	-8,0	-11,8	-13,8	- 8,7	-5,6	-3,8

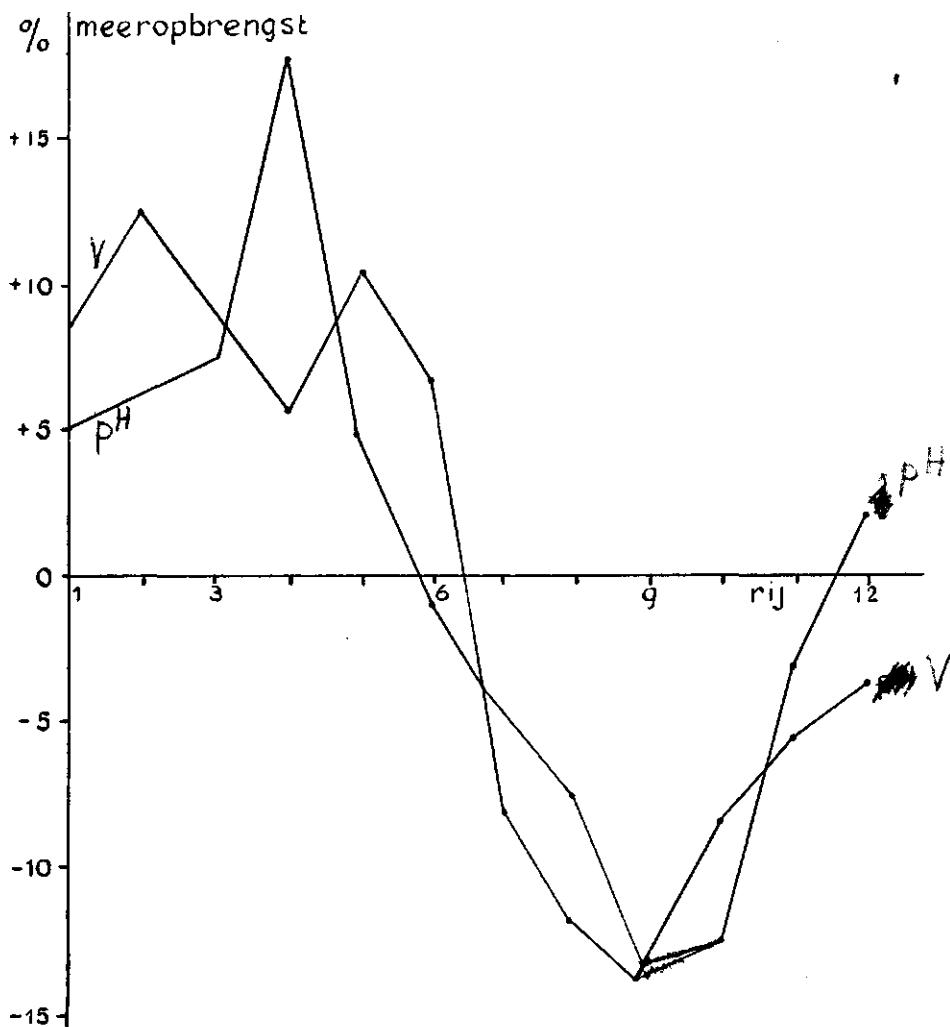


Fig. 2

Verloop van de vruchtbaarheid over een proefveld, waarbij deze verschillen onafhankelijk van elkaar met behulp van twee verschillende grondanalyse-methoden zijn bepaald. Het gelijke verloop van de twee lijnen bewijst de bruikbaarheid van de gevolgde methode.

De gevonden gang in het veld blijkt in beide gevallen goed parallel te loopen. Duidelijk wordt dit nog eens door Fig. 2 aangetoond.

Het blijkt, dat op dit veld een geleidelijke vruchtbaarheidsverandering optreedt, waardoor vlak bij de menning de tarwe het beste groeide, terwijl op de verder van de wijk afliggende veldjes het gewas het steeds minder doet. Op rij 9 is de opbrengst daardoor ongeveer 22 % minder geworden dan die op de rijen 2, 3 en 4. Op de achterste rij treedt weer een verbetering op, al blijft daar de oogst nog ongeveer 10 % onder dien op de rijen, vlak bij de wijk.

In het hierbovenstaande gaven wij een overzicht van de grafische wijze van bepalen van het vruchtbaarheidsverloop. Wij toonden aan dat het elimineeren van de invloed van de zuurgraad en de meststofsoort het mogelijk maakt, het verloop van de vruchtbaarheid vast te stellen. Ook bleek deze wijze van vaststellen voldoende nauwkeurig mogelijk te zijn, aangezien twee geheel onafhankelijke bewerkingen tot hetzelfde beeld voor de vruchtbaarheidsverandering leiden. In Hoofdstuk III zullen wij nu bij de bewerking van een aantal proefvelden van deze methode gebruik maken.

HOOFDSTUK III

Bewerking van de resultaten van eenige proefvelden volgens een eenvoudige half grafische methode

§ 2. *Pr 19 te Borger Compagnie*

Het proefveld, dat wij het eerst volledig willen behandelen, is een veld, waarop zes verschillende stikstofsoorten naast elkaar worden vergeleken. Het is gelegen op de Proefboerderij te Borger Compagnie en staat bekend als Pr 19. Voor de beschrijving van het proefveld, en de opbrengstgegevens in de verschillende jaren, verwijzen wij naar de Verslagen van de Proefboerderijen (27).

Het proefveld is gelegen op een ouden dalgrond en is aangelegd in 3 rijen van 6 veldjes. De meststoffen liggen zoo over het veld verdeeld, dat elke meststof éénmaal in elk van de 3 rijen voorkomt, terwijl in een richting loodrecht daarop elke bemesting om de andere rij voorkomt. Een object, dat in de eerste rij voorkomt, heeft de herhalingen dus in de derde en vijfde rij, een object in de tweede rij evenzoo in de vierde en zesde.

De hierboven beschreven wijze van onderzoek naar de vruchtbaarheid hebben wij, aangepast aan dit proefveld, gebruikt om de opbrengsten nader

te bewerken. Het onderzoek strekte zich uit over alle oogstjaren van Pr 19, waarvan opbrengst en pH beide bekend waren.

De uitkomsten geven wij in Tabel III als de meeropbrengst in procenten van den gemiddeld maximalen opbrengst.

TABEL III

Jaar.	Gewas.	Rij 1.	Rij 2.	Rij 3.	Rij 4.	Rij 5.	Rij 6.
1923	Aardappelen	— 0,6	+ 0,5	+ 0,5	— 5,5	+ 1,0	+ 3,2
1925	Wierboonen	+ 1,2	+ 4,0	+ 1,7	— 3,6	— 4,1	+ 0,7
1926	Haver	+ 6,6	+ 1,2	— 2,3	— 3,3	— 2,2	+ 0,2
1927	Eigenheimer	+ 0,5	— 2,9	— 6,1	+ 12,4	+ 2,8	— 6,9
1928	Petkuser	+ 10,7	+ 8,6	— 9,6	— 13,6	— 3,6	+ 7,5
1929	Kampioen	— 0,4	+ 1,8	— 1,5	— 3,2	— 0,5	+ 3,5
1930	Goudgerst	+ 4,2	+ 5,9	— 3,9	— 7,0	— 2,8	+ 3,3
1931	Triumph	+ 1,0	+ 0,6	+ 0,2	— 0,2	— 0,6	— 1,0
1932	Robusta	+ 4,3	+ 0,5	— 3,7	— 3,7	— 0,6	+ 4,4
1933	Thorbecke	+ 2,2	— 2,9	— 1,9	+ 1,7	+ 1,5	— 0,3
1934	van Hoek	+ 0,3	+ 10,6	+ 6,8	+ 3,1	— 2,5	— 18,3
1935	Thorbecke	— 0,3	— 1,3	— 1,7	+ 0,9	+ 5,9	— 3,2

Wanneer men de opbrengsten op een gelijke vruchtbaarheid herleidt, verbetert dit de nauwkeurigheid van de proefveldresultaten, afhankelijk van de grootte van de aangebrachte correctie. Tabel IV geeft aan, hoeveel de middelbare fout door toepassing van een correctie op het vruchtbaarheidsverloop vermindert.

TABEL IV

Jaar.	Gewas.	Middelbare fout.		Jaar.	Gewas.	Middelbare fout.	
		On-gecorr.	Gecorr.			On-gecorr.	Gecorr.
1923	Aardappel . .	4,6	2,7	1930	Gerst	6,4	5,1
1924	Boon	5,3	4,4	1931	Aardappel . .	2,7	2,9
1926	Haver	3,7	2,7	1932	Tarwe	5,9	3,7
1927	Aardappel . .	7,8	5,7	1933	Aardappel . .	3,6	3,3
1928	Rogge	10,6	3,7	1934	Tarwe	10,4	4,0
1929	Aardappel . .	3,0	2,3	1935	Aardappel . .	3,6	3,5

Wij merken hierbij op, dat bij de middelbare fout van de, voor het verloop van de vruchtbaarheid gecorrigeerde opbrengsten, geen rekening is gehouden met het aantal graden van vrijheid, dat bij de correctie moest worden op-

geofferd. Bij grafische bewerkingen is namelijk het daarvoor benodigde aantal eigenlijk niet vast te stellen.

Uit de weergegeven cijfers blijkt, dat, 1927 uitgezonderd, de aardappel-oogst steeds een zeer lage middelbare fout te zien geeft. Vergelijkt men Tabel IV met Tabel III, dan blijkt, dat ook ten opzichte van het vruchtbaarheidsverloop de aardappel een aparte positie inneemt. Het vruchtbaarheidsverloop komt met aardappelen het minste tot uiting, waarbij ook weer het jaar 1927 een uitzondering vormt. Aardappelen blijken dus op dezen ouden dalgrond over het algemeen een ongevoeliggewas te zijn. Men zou hieruit de conclusie kunnen trekken, dat dit een echte aardappelgrond is, een inzicht, dat door de feiten ook wel wordt gewettigd.

Dat het jaar 1927 er uit loopt, is uit de klimatologische omstandigheden te verklaren. 1927 was een zeer ongunstig jaar, waaraan in den herfst van 1926 veel regens voorafgingen, terwijl de maand Juni van 1927 de regenrijkste maand was sinds 1850. Het is nu zeer goed denkbaar, dat door deze regen verschillende groeifactoren niet langer in het optimum waren. Terwijl bij het optimum kleine variaties in een groeifactor geen invloed op den oogst meer uitoefenen, is buiten het optimum de uitwerking van een kleine verandering van den groeifactor op den oogst vaak vrij groot. De onvermijdelijke inhomogeniteit van een veld geeft dan aanleiding tot een grootere middelbare fout.

§ 3. Pr 34. *Proefveld bij Freije te Harkstede*

Veelal zal men niet in staat zijn een bewerkingswijze toe te passen, zooals wij hierboven demonstreerden. Wanneer het vruchtbaarheidsverloop ingewikkelder wordt, kan men op deze wijze het vraagstuk niet meer aanpakken. Nieuwe moeilijkheden treden op, wanneer men een vruchtbaarheidsverloop in twee richtingen aantreft, terwijl ook proefvelden, waarop de veldjes in een rij achter elkaar liggen op deze wijze niet te bewerken zijn. Voor het hier na te bespreken proefveld moest een iets andere wijze van aanpakken van het vraagstuk worden uitgewerkt.

Dit proefveld werd aangelegd om den invloed van den kalktoestand van den grond op de werking van zwavelzuren ammoniak en chilisalpeter na te gaan. Het was aangelegd in twee naast elkaar liggende rijen van elk 10 veldjes waarop 3 kalktrappen in tweevoud, en het onbekalkte object in viervoud voorkwam. Nader vindt men dit proefveld beschreven in de Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen (28).

De opbrengstverschillen, aan den zuurgraad toe te schrijven, werden ook hier weer geëlimineerd door ze met behulp van de pH-opbrengstkromme

tot een gelijken zuurgraad te herleiden. Dit kon in eenige gevallen echter alleen met geringe zekerheid gedaan worden, omdat in verschillende jaren de pH invloed onduidelijk was. De hooge middelbare fout, die in verschillende jaren optrad, is hiervan als oorzaak aan te zien.

De zoo verkregen afwijkingen werden nu op verschillende wijzen gecorrigeerd. Het eenvoudigste is hierbij, de gemiddelde oogstdepressie van elk veldje over een reeks van jaren te bepalen, en deze gemiddelde waarde voor elk jaar afzonderlijk toe te passen. Zooals bij het vorige proefveld werd gedemonstreerd is echter het productievermogen van een veldje, zelfs in verhouding tot de anderen, niet constant. Een gemiddelde oogstdepressie zal dus maar een beperkte waarde hebben. Het zal duidelijk zijn, dat de hier beschreven werkwijze de fout veel minder zal doen verkleinen, dan de methode, die wij bij Pr 19 toepasten. De middelbare fouten toonen dit voldoende duidelijk aan.

Naast deze methode werd echter nog een andere methode geprobeerd. Wanneer men in een grafiek de vruchtbaarheidsafwijkingen van elk veldje tegen de ligging van het veld uitzet, blijkt meestal wel een zeker verloop in deze afwijking te bestaan. Een voorbeeld daarvan levert Figuur 3.

Oogstdepressie

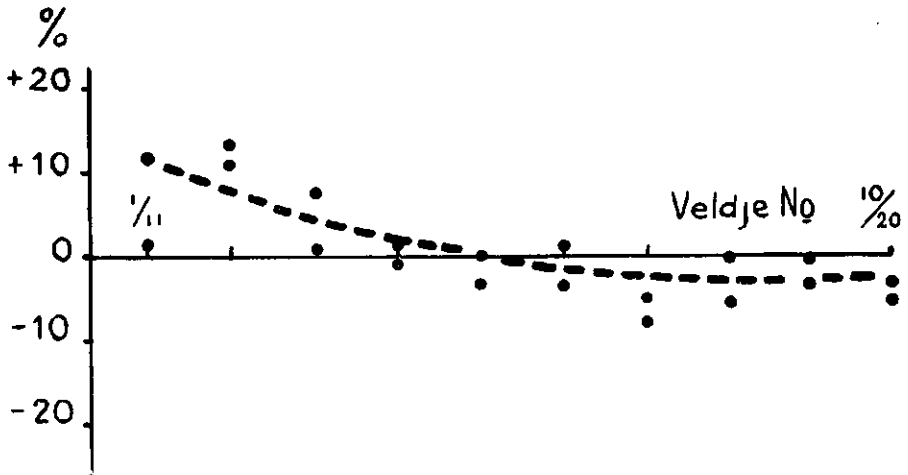


Fig. 3

Samenhang tusschen de oogstdepressie bij opeenvolgende veldjes van een proefveld

In deze figuur werden de tien veldjes achter elkaar uitzet, en daar wij aannamen, dat het vruchtbaarheidsverloop in beide rijen gelijk was, werden de afwijkingen van de twee aan twee bij elkaar liggende veldjes boven elkaar uitzet. Men ziet nu van de veldjes met laag nummer naar die met een hoog

nummer de vruchtbaarheid dalen. De getrokken lijn geeft aan, welk vloeiend verband wij daarin veronderstellen.

Wanneer men aanneemt, dat een dergelijk vruchtbaarheidsverloop bestaat, dan moeten de afwijkingen van de gebogen lijn als toevallige fouten worden beschouwd, en niet de afwijkingen ten opzichte van de horizontale lijn. Door deze bewerking vermindert men de fout veel sterker, dan door correctie met de gemiddelde oogstdepressie van elk veldje over een reeks van jaren. In Tabel V geeft het verschil in de op de verschillende wijzen berekende middelbare fout aan, welke verbetering men krijgt, door rekening te houden met het op verschillende wijzen berekende vruchtbaarheidsverschil.

TABEL V

Jaar.	Gewas.	Gecorrigeerd:		
		niet.	met gemiddelde.	grafisch.
1925	Erwt	8,6	8,3	8,5
1926	Rogge	8,0	5,9	5,4
1927	Aardappel	5,8	7,2	2,7
1928	Haver	6,0	5,4	4,1
1929	Rogge	11,8	9,4	8,7
1930	Suikerbiet	5,9	5,6	5,9
1931	Gerst	3,8	3,6	3,6
1932	Aardappel	3,8	4,4	3,6
1933	Suikerbiet	10,7	9,8	6,9
1934	Gerst	3,8	2,9	3,7

De verbetering, die men krijgt, door met het gemiddelde berekende vruchtbaarheidsverloop rekening te houden, is op dit veld, en vooral met deze methode veel minder groot, dan bij Pr 19, terwijl de ongecorrigeerde waarden ook veel onnauwkeuriger bleken te zijn.

Wanneer men de fouten, die men bij gebruikmaking van de gemiddelde vruchtbaarheidsafwijking verkrijgt, onderling vergelijkt, dan vallen eenige belangwekkende eigenschappen op. Zoo valt op dat door de correctie de fout bij Eigenheimer aardappelen in 1927 zoowel als in 1932 grooter wordt. Hieruit kan men dus concluderen, dat voor dit gewas het veld dus gelijkmatiger was dan door het gemiddelde vruchtbaarheidsverloop wordt aangegeven. Een andere mogelijkheid is, dat de in die jaren optredende verschillen in de vruchtbaarheid principieel anders verliepen dan in de meeste andere jaren, en dat zij daardoor met het gemiddelde vruchtbaarheidsverloop niets gemeen hebben. De correcties zouden dan neerkomen op volmaakt willekeurige veranderingen, die de uitkomst, zooals vanzelf spreekt, minder mooi maken. Eveneens valt op,

dat de gerst in 1931 en 1934 een lage fout te zien geeft, en zelfs de laagste, die in de 10 proefjaren voorkomt. Te meer is dit opmerkelijk, omdat gerst een gevoelig gewas is, waarbij kleine afwijkingen van de optimale omstandigheden reeds invloed op den groei hebben. Men zou uit dien hoofde bij gerst eerder een hooge middelbare fout verwacht hebben, zooals bij Pr 19 voorkomt. Zoo zou men ook voor rogge een lage fout verwachten, omdat het bekend is, dat dit gewas nogal een stootje kan verdragen. Ook dit gaat echter niet op. In 1926 en vooral in 1929 kleven nog vrij groote fouten aan de opbrengsten van dit gewas.

Misschien kan met de volgende verklaring dit verschijnsel in een grootter verband bezien worden. Rogge is een plant, die een wat bezakten grond moet hebben voor een optimalen groei. De luchtcapaciteit van den grond moet niet te hoog zijn. Gerst vraagt een veel lossere grond, terwijl aardappelen echte luchtplanten zijn, en een hooge luchtcapaciteit vragen. De grond van dit proefveld bestaat nu uit kleirijk laagveen, waarin naast 40 % afslibbare deelen, 40 % organisch materiaal voorkomt. Dit maakt dat de grond zeer los is. Deze zwammige, veenachtige massa bezit een hooge luchtcapaciteit, zoodat aardappelen en gerst daar hun gewenschte milieu vinden. Voor rogge is de grond te los en de omstandigheden zijn dus niet optimaal. Rogge groeit hier dus op een grond met een, ten opzichte van dit gewas, niet optimalen vruchtbaarheids-toestand en zal daardoor ook aan andere minder gunstige omstandigheden moeilijker het hoofd kunnen bieden. Hierdoor wordt de variabiliteit grooter. Voor gerst en aardappelen is de grond in optimale conditie. De opbrengst van deze gewassen is daarom zeer gelijkmatig. Alleen in het regenjaar 1927 treedt een andere factor op, die den groei ongunstig beïnvloedt, n.l. overmatig veel vocht. Dit vocht veroorzaakt een grootere variabiliteit zonder de gevolgen van de losheid van den grond op te heffen, n.l. dat de toestand van den grond voor den aardappel zoo dicht bij het optimum ligt, dat het gemiddelde vruchtbaarheidsverloop zich in de opbrengsten van dit gewas niet kan uiten.

De toestand zou men zich als volgt kunnen voorstellen. De grond is niet op alle veldjes geheel gelijk. De ongelijkheden uiten zich in kleine opbrengst-depressies. Voor aardappelen is de toestand van den grond vrijwel optimaal, zoodat de aardappel op deze ongelijkheden niet reageert. Door nu de gemiddelde vruchtbaarheid als correctiefactor te gebruiken, maakt men het resultaat bij aardappelen onnauwkeuriger, omdat die niet gecorrigeerd behoeften te worden.

Voor gerst is de toestand iets verder van het optimum verwijderd, zoodat de correctie daar nog eenige verbetering van het resultaat ten gevolge heeft. Voor rogge is de toestand verre van optimaal. Kleine verschillen in den grond veroorzaken daardoor groote schommelingen in de opbrengst en daardoor

een groote middelbare fout. De regen in 1927 brengt tenslotte een nieuwe factor in het minimum. Het gemiddeld gevonden vruchtbaarheidsverloop staat hiermee niet in verband, omdat het in de andere jaren niet onder invloed van een zoo sterken regenval is tot stand gekomen. De correctie kan de ongelijkheid van het veld daarom niet opheffen, zoodat de middelbare fout toch hoog blijft. Voor de middelbare fout van den aardappeloogst in 1932 geldt dezelfde redeneering, met dat verschil, dat de fout veel lager ligt dan in 1927, door het achterwege blijven van den heftigen regen.

De vastgestelde gemiddelde vruchtbaarheidsverschillen geeft de volgende tabel weer, terwijl de fout van de gemiddelde meeropbrengst, die eronder wordt aangegeven, een inzicht geeft in de constantheid, waarmee dat verschil van jaar tot jaar terugkeert.

TABEL VI

Veldje N°.	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.
Vruchtbaarheidsverschil	- 4,5	- 4,7	+ 4,7	+ 2,5	+ 3,3	+ 3,3	- 0,5	- 2,1	+ 2,3	+ 0,6
Middelbare fout . . .	± 7,5	± 2,9	± 4,2	± 5,0	± 4,0	± 6,8	± 4,1	± 3,6	± 6,2	± 10,9
Veldje N°.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
Vruchtbaarheidsverschil	+ 1,8	+ 1,8	- 0,6	+ 0,5	+ 1,5	- 0,5	- 4,0	- 3,5	- 3,0	- 6,8
Middelbare fout	± 5,7	± 2,3	± 4,2	± 7,6	± 4,7	± 6,4	± 3,8	± 8,2	± 11,5	± 11,5

De rangschikking van de veldjes in de tabel is de zelfde als op den plattegrond. De fout is opgegeven als fout in de enkele waarneming. De fout van het gemiddelde vindt men, door deze waarde te deelen door $\sqrt{(n-1)} = \sqrt{(10-1)} = 3$. De cijfers geven in dit geval dus direct aan, waar de afwijking grooter is dan $3 \times$ de middelbare fout, een zekerheid, die bij dit aantal gegevens beteekent, dat bij 150 opeenvolgende jaren onder gelijke omstandigheden slechts eenmaal een tegengestelde afwijking zal voorkomen. Zou men zich met een kans van 1 op 25 al tevreden stellen, dan is in dit geval $2 \times$ de middelbare fout al voldoende. Van een aantal veldjes staat het feit, dat er een uitwijking is, dus zeer behoorlijk vast.

Wanneer nu nog de resultaten van de grafische vereffening van het vruchtbaarheidsverloop worden nagegaan, dan blijkt, dat slechts in een paar gevallen het resultaat verbeterd is. Bij aardappelen en gerst was de fout laag. Door

grafische verwerking wordt die niet lager. Het jaar 1927 vormt hier een uitzondering. De fout daalt in dit geval aanzienlijk. De overige gewassen vallen in twee groepen uiteen en wel erwten en bieten tegenover haver en rogge. Bij de eerste groep is de ongecorrigeerde, zoowel als de grafisch gecorrigeerde fout hoog, en blijkt de grafische correctie een grooteren invloed te bezitten. Dit verschil loopt parallel met de eischen, die de gewassen aan de kalkvoorziening van den grond stellen. Erwten en bieten stellen namelijk hogere eischen dan haver en rogge. Het is echter niet in te zien hoe dit een verklaring kan zijn voor het gedrag van de middelbare fout.

§ 4. *Pr 30. Proefveld bij Doornbos te Sappemeer*

Het eerst behandelde proefveld lag op dalgrond, en het tweede op venige klei. Het hierna te behandelen proefveld was aangelegd op een grond, die tusschen veengrond en humeuze zandgrond instond. Dit proefveld was, evenals het proefveld bij Freije, een stikstofsoorten proefveld met kalktrappen. Een uitgebreid verslag over de proefveldresultaten en opgave van de gedane waarnemingen gaf C. MELJER (29). Het proefveld bestaat uit 12 achter elkaar liggende veldjes en bevat de bemestingen chili en zwavelzuren ammoniak bij 3 kalktrappen, terwijl het veld in tweevoud is aangelegd.

Door middel van het verband tusschen zuurgraad en opbrengst werd vastgesteld, welke afwijkingen er in de opbrengst optraden, en werden op de reeds omschreven manier de opbrengsten op een voor alle veldjes gelijke pH herleid.

De afwijkingen van het gemiddelde van deze gecorrigeerde opbrengsten geven dan weer een inzicht in de vruchtbaarheidsfluctuaties. Op deze gegevens hebben wij weer de correcties toegepast, die uit het gemiddelde vruchtbaarheidsverschil over 11 jaren werden berekend, en die, welke door een grafische bewerking van elk jaar afzonderlijk werden bepaald. De volgende tabel geeft de resultaten van de correcties van beide methoden, vergeleken met de ongecorrigeerde middelbare fout.

TABEL VII

Proefjaar.	Gewas.	Correctie:		
		niet.	berekend.	grafisch.
1924	Petkuser rogge	4,5	6,0	4,8
1925	Eigenheimer aardappel	6,0	6,5	4,6
1926	Zegehaver	4,9	4,5	4,0
1927	Eigenheimer aardappel	11,5	9,2	1,2
1928	Winterrogge	5,2	3,5	2,6
1929	Eigenheimer aardappel	7,6	4,9	4,3
1930	Zegehaver	11,2	9,8	8,1
1931	Eigenheimer aardappel	3,7	3,9	1,5
1932	Robusta tarwe	6,9	5,2	1,3
1933	Eigenheimer aardappel	3,3	3,3	3,2
1934	Juliana tarwe	3,7	4,6	4,0

De resultaten op dit proefveld zijn veel minder overzichtelijk, waarbij nog in aanmerking moet worden genomen, dat dit proefveld tot 1930 door den boer werd geogst, en pas vanaf 1931 in eigen beheer werd genomen, hetgeen zich in de hoogte van de middelbare fout weerspiegelt. Moeilijkheden geven hier vooral de veldjes 2 en 3, die in 1927, 1928 en 1932 zeer lage opbrengsten gaven, en de fout van de overigens nauwkeurige proefvelduitkomsten geheel bepalen. Wij lieten daarom deze veldjes buiten beschouwing in de genoemde jaren.

De praktische moeilijkheid van het grafisch bepalen van een gemiddeld vruchtbaarheidsverloop komt bij dit proefveld sterk tot uiting. De uitwijkingen liggen zoo gerangschikt, dat men bij de afwijkingen in verschillende jaren zonder moeite een vrij strakke kromme kan trekken, die door alle stippen loopt, zoodat in zoo'n jaar eigenlijk geen proeffout zou hebben bestaan.

Wij hebben in elke figuur een vloeiend verloopende kromme getrokken, waarbij op kleinere schommelingen geen acht werd geslagen. Verder viel op dat in de laatste twee oogstjaren er een aanwijzing was, dat het vruchtbaarheidsverloop bij chili en za over het geheele veld genomen, niet gelijk was. Chilisalpeter werd op dit proefveld op de veldjes met oneven nummer gegeven, zwavelzure ammoniak op de veldjes met even nummer. Men kan dus steeds het gelijke verloop van de vruchtbaarheid controleeren, omdat de vruchtbaarheid van een bepaald veldje steeds in een of andere verhouding moet staan tot de vruchtbaarheid van de aangrenzende veldjes. Hadden we voor 1933 en 1934 de opbrengsten met ch en za elk volgens een eigen gemiddeld vruchtbaarheidsverloop gecorrigeerd, dan waren de middelbare fouten in die jaren zeer laag geweest. Ook in dit geval hebben we de verfijning van de bewerking achterwege gelaten om een te ver gaande, en daardoor zijn betekenissen verliezende, correctie te voorkomen.

Door het steeds verder differentieeren en aanpassen verkrijgt men tenslotte volkomen fictieve cijfers voor de middelbare fout. Men doet dan beter, hiermee minder ver te gaan en met een grootere variabiliteit genoegen te nemen. Hierbij de juiste maat te houden vormt de groote moeilijkheid bij de grafische correctie.

Wanneer men de uitkomsten van de berekeningen overziet, vallen de groote fouten van de Eigenheimer aardappelopbrengsten in 1927 op, die, zooals blijkt, met groote nauwkeurigheid kunnen worden gecorrigeerd, terwijl de eveneens groote fout van Zegehaver in 1930 door correctie maar zeer onbelangrijk verminderd wordt. Uit de verklaring zal blijken dat de oorzaak van deze groote fouten in beide gevallen zeer verschillend is.

De groote middelbare fout in 1927 schreven wij reeds toe aan het uit-

zonderlijke gedrag van de veldjes 2 en 3, waar groote oogstdepressies optraden. Men zou hier kunnen veronderstellen, dat door de heftige regenval in dat jaar de factor water buiten het optimum is gekomen, waardoor de oogstdepressie ontstond. Voor de beide andere jaren, waarin veldje 2 en 3 zooveel te weinig opbrachten ontbreekt echter deze verklaringsmogelijkheid.

Het ongunstige resultaat in 1930 is toe te schrijven aan langdurige regens in Augustus van dat jaar. Het gewas heeft na het zichten te lang in hokken op het veld gestaan, en heeft toen, naar aantekeningen vermelden, vrij sterk geleden. Dit bleek vooral uit de kwaliteit van korrel en stroo. Maar ook in de gelijkmatigheid van de opbrengsten zien wij dezen invloed sterk naar voren komen.

Voor de grootte van de middelbare fout of van het verloop van de vruchtbaarheidlijn is geen aanwijzing te vinden in welke richting men de factor, die de ongelijkheid veroorzaakt moet zoeken. Vrijwel alle jaren komt een depressie aan de uiteinden van het proefveld voor, die voor alle gewassen ongeveer gelijk is. Neemt men het gemiddelde van de fouten voor aardappeloogst en granen, dan is de aardappeloogst gemiddeld iets nauwkeuriger geweest dan de graanoogst. Wellicht komt hier weer de invloed van de gunstige werking van lossen grond naar voren, die op het proefveld van Freije zoo opvallend was. De grond van dit proefveld heeft door het hooge humusgehalte van omstreeks 25 % een vrij losse structuur.

In Tabel VIII geven wij de vruchtbaarheidsverschillen van de opeenvolgende veldjes met de fout, waarmee dit gemiddelde behept is. Tevens geeft de tabel het bijbehorende humusgehalte weer.

TABEL VIII

Veldje N°.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Meeropbrengst	— 1,7	— 7,4	— 4,6	+ 0,7	+ 2,7	+ 0,8
M. f.	± 3,1	± 10,6	± 8,5	± 4,2	± 5,3	± 3,9
Humus %	21,8	22,4	23,3	24,8	25,9	28,2
Veldje N°.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Meeropbrengst	+ 2,7	+ 1,5	— 0,2	+ 0,8	— 2,5	— 5,5
M. f.	± 5,5	± 3,2	± 5,2	± 3,7	± 7,6	± 5,7
Humus %	28,9	28,4	25,7	25,3	24,3	23,0

Het valt hierbij op, dat het vruchtbaarheidsverval hier parallel loopt met het humusgehalte. Het is niet waarschijnlijk, dat het humusgehalte hierbij zelf de beïnvloedende factor is. Grooter is de waarschijnlijkheid, dat

men naar een invloed moet zoeken, die met het humusgehalte samenhangt, of waardoor het humusgehalte beïnvloed wordt, en die tevens de vruchtbaarheidstoestand beheerscht. Zonder nader onderzoek valt hieromtrent echter weinig te zeggen.

§ 5. *Pr 96. Proefveld bij Siebenga te Marum*

Als laatste proefveld kozen wij een veld op pas ontgonnen heidegrond. Op dit proefveld werd een onderzoek over fosforzuur meststofsoorten gedaan gedurende de jaren 1930—1934. Het veld was in exploitatie bij het Rijkslandbouwproefstation. Gegevens omtrent dit proefveld vindt men elders vermeld (28 en 30).

De op dit veld gegeven fosforzuurmeststoffen veroorzaakten een verandering in de fosforzuur- zoowel als in de kalkhuishouding van dit proefveld. Door grondonderzoek kon hierover het een en ander worden vastgesteld. De fosforzuurhuishouding werd daarbij onderzocht en weergegeven volgens de methode van het P-getal, terwijl de kalktoestand van den grond met de pH werd weergegeven.

Voor het onderzoek naar het vruchtbaarheidsverloop werd in dit geval de opbrengst zoowel op een zelfde pH als op een zelfde P-getal herleid. Veel resultaat hadden deze herleidingen niet, omdat alleen in 1931 een duidelijke reactie op de pH voorkwam, terwijl alleen in 1933 eenige invloed van het fosforzuur te constateeren viel.

Op de, op gelijke chemische grondconstanten herleide opbrengsten werd nu weer de berekende correctie toegepast, die werd gevonden als gemiddelde van het vruchtbaarheidsverschil van elk afzonderlijk veldje, over de vijf proefjaren genomen. Tenslotte werd nog grafisch gecorrigeerd, door de opbrengsten op een voor elk jaar afzonderlijk geconstrueerd vloeiend vruchtbaarheidsverloop te betrekken.

In Tabel IX geven wij de op deze wijze bepaalde middelbare fouten aan.

TABEL IX

Proefjaar. Gewas.	1930. Roode Star.	1931. Eigen- heimer.	1932. Pet- kuser.	1933. Eigen- heimer.	1934. Pet- kuser.
mf na herleiding op constante pH	12,0	2,5	2,5	3,9	2,4
mf na herleiding op constant P-getal	12,3	3,4	2,3	2,5	2,0
mf via de pH en het gemiddelde vruchtbaarheidsverloop gecorri- geerd	10,1	2,1	3,8	3,8	3,0
mf via P-getal en het gemiddelde vruchtbaarheidsverloop gecorri- geerd	9,9	2,2	3,8	3,3	3,4
Grafisch gecorrigeerd	(8,3) 4,8	2,3	1,6	2,0	1,3

Evenals bij de vorige proefvelden blijkt, dat in jaren met een groote proeffout de grafische correctie de grootste verbeteringen te zien geeft. De gemiddelde vruchtbaarheidscorrectie vergroot ook in dit geval in jaren met groote nauwkeurigheid van opbrengstbepaling de middelbare fout. Zooals wij reeds opmerkten, reageerde de oogst in 1931 op de pH, en in 1933 op het P-getal. Dientengevolge ziet men, dat in die jaren de genoemde factoren voor correctie een groote waarde hebben. Bij het gebruik van de berekende gemiddelde correctie verdwijnt in 1931 het verschil. In 1933 blijft het bestaan. Het algemeen beeld verandert weinig ten opzichte van het niet op vruchtbaarheidsverloop gecorrigeerde.

De grafische correctie brengt zeer groote verbeteringen aan. In 1930 valt een van de veldjes nogal buiten de algemeene lijn. Neemt men deze opbrengst in de berekening op, dan vindt men de tusschen haakjes geplaatste fout. Zonder deze opbrengst wordt het tweede, in Tabel IX vermelde getal verkregen.

In de grootte van de fout zit hier weer een zekere lijn, en wel deze, dat in de twee roggejaren een kleinere middelbare fout werd verkregen, dan in de drie aardappeljaren. De verklaring kan men weer zoeken in de hypothese over den invloed van de structuur van den grond. Deze pas uit hei ontgonnen, matig humeuze zandgrond was vrij zeker een nogal vaste grond, die wat water-lucht verhouding betreft meer den optimalen toestand voor rogge benaderde dan dien voor aardappelen. De groei van aardappelen was daardoor minder goed, en de fout daarom hooger. In het eerste jaar waren ook nog andere factoren op dezen, toen juist in cultuur gebrachten grond buiten het optimum, met als gevolg een extra groote fout in het eerste proefjaar.

Opvallend is op dit proefveld de groote gelijkvormigheid in het vruchtbaarheidsverloop in de loop van de jaren. Bij de waarnemingen te velde werd op dit proefveld steeds rekening gehouden met de ongelijke hoogteligging op dit veld. Het eene uiteinde, waarop de veldjes 9, 10, 19 en 20 zijn gelegen helde nogal wat af. In het vruchtbaarheidsverloop in de vijf proefjaren is van deze ongelijkheid geen invloed op te merken, zooals Fig. 4 laat zien.

§ 6. *Proefveldfout en cultuurtoestand*

In het voorgaande zijn wij er steeds van uitgegaan, dat een hoogere middelbare fout wijst op een lagen cultuurtoestand. Het omgekeerde, dat bij een lageren cultuurtoestand, of in beperkter zin, een lageren bemestings-toestand, een hoogere fout optreedt, is een bekend verschijnsel. Men mag hieruit afleiden, dat hoe meer groeifactoren in het optimum zijn, hoe grooter de opbrengst is en hoe lager de fout.

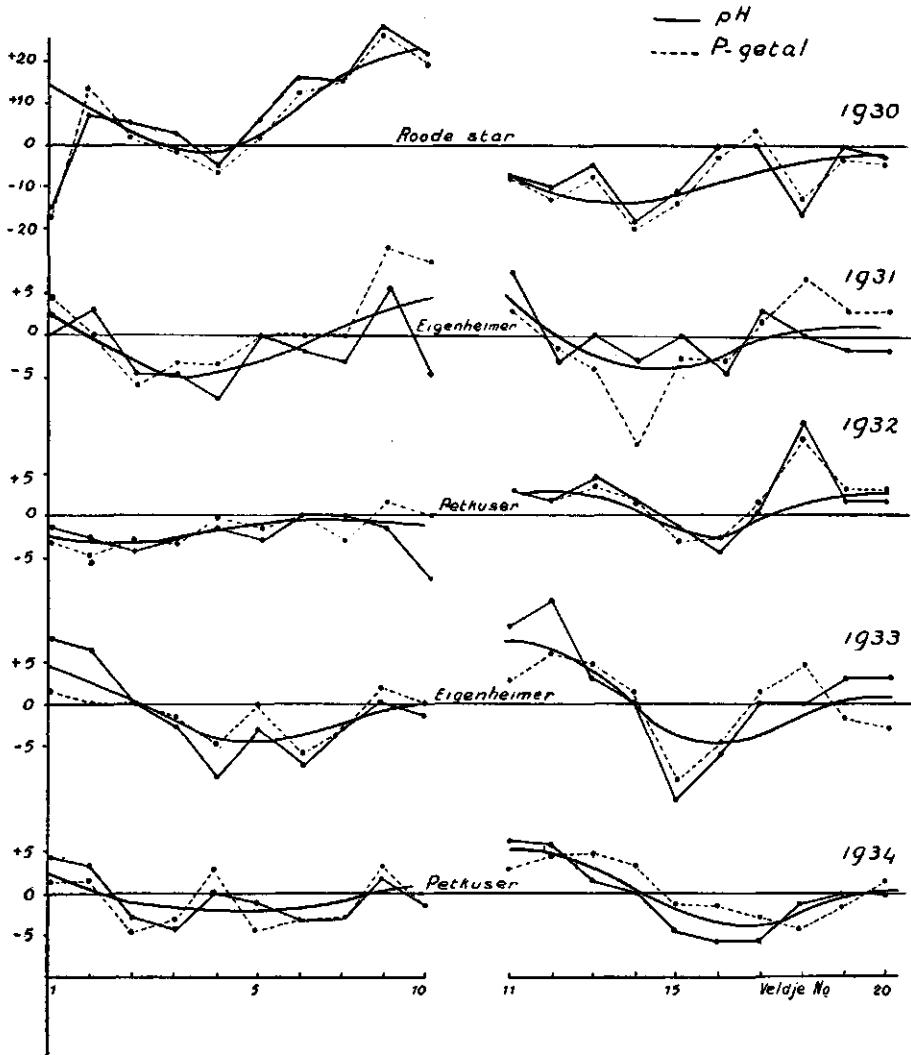


Fig. 4

Meeropbrengsten bij proefveld Pr. 96, in procenten in de opeenvolgende jaren, in verband gebracht met de ligging van de veldjes op het proefveld. De veldjes 1 tot 10 op de linkerhelft van de teekening weergegeven, moet men zich naast de op de rechterhelft van de teekening weergegeven veldjes 11 tot 20 gelegen denken. De opbrengsten na correctie op de pH zoowel als op het P-getal zijn hier weergegeven. Opvallend is vooral het gelijkvormig verloop van de vruchtbaarheidskrommen in de opeenvolgende jaren.

Dit geldt zoowel voor een proefveld als voor een landstreek. Hoe vruchtbaarder de grond is, des te nauwkeuriger de proefvelden.

Deze uitspraak willen wij illustreren met een enkel voorbeeld.

Op het proefveld Pr 90 bij Brouwer te Scheemda exploiteert het Rijkslandbouwproefstation (gedurende eenige jaren in samenwerking met het Instituut voor Suikerbietenteelt te Bergen op Zoom) op een sterk ontkalkten roodoorn grond een proef betreffende kalk en kali, waarbij de stijgende kalkgiften een stijgenden oogst bewerken, terwijl de vergelijking van het object, met kali bemest, tegenover het object zonder die bemesting ten gunste van de kalibemesting uitvalt. Nadere gegevens omtrent dit proefveld vindt men elders gepubliceerd (28, 31 en 32).

Tabel X geeft de middelbare fouten voor de verschillende objecten weer voor het gewas groene erwten in 1933.

TABEL X

Pr 90. Brouwer Scheemda

Object.	Middelbare fouten.	
	Zonder kali.	Met kali.
Geen kalk	7,04	9,76
Kleinste gift kalk	7,76	6,81
Middelste gift kalk	7,55	7,28
Grootste gift kalk	4,82	4,75

De hier opgegeven fouten zijn berekend uit de oogsten, die niet op gelijken kalk- en kalitoestand herleid zijn. Duidelijk blijkt uit deze cijfers de algemeene lijn. Verbetering van den kalktoestand doet de fout dalen, terwijl ook de kaligift de nauwkeurigheid verhoogt. De kleinste fout vindt men hier bij het object, waar de toestand het dichtst bij het optimum ligt, het met kali bemeste object met de hoogste kalkgift.

Ten opzichte van groeifactoren, zooals o. a. kalk en kali, stellen verschillende planten verschillende eischen. Zoo kan het voorkomen, dat de kalktoestand voor het eene gewas optimaal is, terwijl voor het andere gewas een hoogere of lagere kalktoestand gunstiger zou zijn. Dit heeft dan ten gevolge, dat het eene gewas een nauwkeuriger opbrengstbepaling toelaat dan het andere. Hierdoor wordt dan ook begrijpelijk, dat op het eene proefveld een gewas nauwkeuriger opbrengstbepaling toelaat dan een ander, terwijl op een ander proefveld dit juist andersom kan zijn.

Voor zoover het groeifactoren zijn, die min of meer constant blijven, hangt op een proefveld de nauwkeurigheid dus af van het verbouwde gewas. Deze regelmaat kan echter door wisselende groeïnvloeden worden verbroken. Het eerst moet men hierbij aan klimatologische factoren denken. Zooals wij konden aantonen, kan de invloed daarvan onder omstandigheden zeer

groot zijn, en, wegens het wisselend karakter van het weer, elk jaar weer anders. Dit laatste is van zeer groot belang bij het beoordeelen van de mogelijkheid, of de proefveldresultaten te verbeteren zijn door de oogsten van vorige jaren in de bewerking te betrekken.

Dat ook regionaal deze samenhang tusschen vruchtbaarheid van den grond en de middelbare fout tot uiting komt, moge blijken uit de cijfers, die wij uit een publicatie van H. J. FRANKENA overnamen (33). In dit verslag, waarin een groot aantal proefvelden samenvattend worden bewerkt, geeft genoemde schrijver in een van de hoofdstukken een overzicht van de nauwkeurigheid, die bij deze velden behaald werd. Wanneer men deze gegevens provinciegewijs samenneemt, verkrijgt men het onderstaande overzicht:

TABEL XI

Provincie:	Zeeland.	Groningen.	Noord Holland.	Utrecht.	Overijsel.	Gelderland.
Grasland	—	5,2	6,9	6,3	8,5	11,4
Bouwland	4,5	5,5	4,1	—	8,8	7,6

In de volgorde, die men in deze tabel in de fouten ziet optreden, vindt men ook de volgorde weer van de vruchtbaarheid van de in die provincies voorkomende gronden.

De provincies van het goede grasland zijn Groningen, Utrecht en Noord Holland, terwijl op het punt van akkerbouw Zeeland, Noord Holland en Groningen met den vruchtbaarsten grond aan de spits staan. Een nauwkeuriger analyse van de door FRANKENA vermelde gegevens laten wij hier verder achterwege, daar er voor de vruchtbaarheid van een grond eigenlijk geen goede maat bestaat, zoodat een nauwkeuriger bewerking toch zeer sterk het karakter van een schatting zou krijgen.

Een ander overzicht ontleenen wij aan een publicatie in hetzelfde verslag opgenomen, betreffende 20 stikstofsoortenproefveldjes (34). Deze proefveldjes dienden tot het onderling vergelijken van zes verschillende stikstofsoorten en waren met twee herhalingen aangelegd. De proefvelden waren op zuren, en ten deele in slechte structuur verkeerenden grond aangelegd. Op dertien velden, waarvan een bij het oogsten verloren ging, werd tarwe verbouwd. Op de zeven overige groeide rogge.

De invloed van de ongelijkheid van den grond was op deze velden vrij gering, aangezien elk proefveld niet grooter was dan 36×12 meter. De proefvelden werden slechts een jaar aangehouden, zoodat over de ongelijkmatigheid niet meer bekend is, dan in dit eene jaar werd opgemerkt.

Tabel XII geeft de bijeenbehorende middelbare fout en de gemiddelde opbrengst voor elk proefveld weer.

TABEL XII

Gewas.	Tarwe.											
	203	204	205	206	207	208	209	210	211	213	214	215
Proefveld N° . . .	203	204	205	206	207	208	209	210	211	213	214	215
Opbrengst	34,7	37,8	29,8	32,8	47,8	50,3	43,0	30,8	38,1	26,1	40,3	45,8
Fout	10,2	1,7	4,8	4,6	2,0	3,6	7,9	7,7	1,9	10,3	5,0	7,8

Gewas.	Rogge.						
	216	217	218	219	220	221	222
Proefveld N° . . .	216	217	218	219	220	221	222
Opbrengst	21,1	22,1	27,0	19,7	33,3	22,6	37,4
Fout	2,8	11,1	5,1	9,5	3,9	4,3	4,4

De middelbare fout varieert op deze proefvelden vrij sterk. Het kleine aantal veldjes (in totaal 12) is hiervan de oorzaak. De onzekerheid van de middelbare fout is in zoo'n geval namelijk groot. Toch blijkt uit deze getallen, dat er een samenhang bestaat tusschen de grootte van de opbrengst en de middelbare fout, en wel zoo, dat een lagere opbrengst samengaat met een grootere fout. Men kan dit ook weer op de reeds genoemde manier verklaren. De cultuurtoestand, een samenvattend begrip voor allerlei groei-factoren, is niet op alle proefvelden even goed geweest. Is de cultuurtoestand slecht, dan gaat daarmee een kleine oogst gepaard. Een geringe verbetering van een slechten cultuurtoestand zal op den oogst een groote verbetering kunnen uitoefenen. Bij een goeden cultuurtoestand is dit niet, althans minder, het geval, omdat daar de oogst al maximaal of nagenoeg maximaal is, en dus moeilijk nog grooter kan worden. Bij slechten cultuurtoestand is de variabiliteit, en daarom de fout, dus grooter. Daar cultuurtoestand en opbrengst parallel met elkaar gaan, is ook duidelijk, dat bij lage opbrengst een groote fout verwacht moet worden.

§ 7. Proefveldfout en methode van opbrengstbepalen

Het zal opgevallen zijn, dat tot nog toe steeds de cultuurtoestand van het veld, als oorzaak van de onnauwkeurigheid, het middelpunt van deze

beschouwing uitmaakte, terwijl men gewoonlijk veel meer aan de methode van oogstbepaling, als hoofdbron van fouten denkt. Dat wij echter alle reden hebben om aan te nemen, dat de oogstmethode weinig invloed heeft, blijkt wellicht het beste uit de volgende voorbeelden.

Op een proefveld, geëxploiteerd door de Technische Tarwe Commissie, waarop verschillende tarwe-variëteiten, op diverse wijze behandeld, werden verbouwd, werden eenige methoden van opbrengstbepaling naast elkaar geprobeerd. Een rapport over dit proefveld, van de hand van DR. IR. W. FEEKES, dat nog niet werd gepubliceerd, ontvingen wij ter inzage. Aan dit rapport ontleenen wij de gegevens, waarvan hier gebruik werd gemaakt.

Naast elkaar werden op hetzelfde veld de volgende drie methoden ter bepaling van de nauwkeurigheid geprobeerd:

1°. Op elk veldje werd op 12, regelmatig over het veld verdeelde plaatsen, een halve meter uit de graanrijen gesneden, zoodat van de 75 meter rij, die in het totaal op elk veldje groeide, 8 % werd weggenomen. Deze 12 halve meters werden tot twee monsters vereenigd, die werden gewogen en uitgedorschen. De totale oogst vindt men als $25 \times$ het gewicht van één monster, terwijl ook de totale korrel- en stroo-opbrengst kunnen worden gevonden.

2°. De geheele korrel- en stroo-opbrengst van elk veldje werd bepaald, door hetgeen na het wegnemen van de sub. 1°. bedoelde monsters nog te velde stond te wegen en het monster sub 1°. daarbij op te tellen. Uit het monster kan men berekenen, hoe de verhouding is van het gewicht van de korrel tot het gewicht van korrel plus stroo. Past men deze verhouding toe op het gewicht van de totale opbrengst aan korrel plus stroo per veldje, dan vindt men zoo de korrel en stroo-opbrengst per veldje afzonderlijk.

3°. De totale opbrengst werd gedorschen en zoo bepaald, hoeveel korrel en stroo het veldje leverde.

Volgens elke methode werd de middelbare fout van het geheele proefveld van 84 veldjes berekend. Als resultaat werd gevonden voor:

methode 1°.	10,1 %
methode 2°.	8,0 %
methode 3°.	5,3 %

Er blijkt dus nogal eenig verschil te bestaan in de nauwkeurigheid van deze verschillende wijzen van opbrengstbepaling. Doch dit was te verwachten. Wanneer wij, om deze drie methoden met elkaar te kunnen vergelijken, een opbrengstbepaling een oogenblik opvatten als een totaal opbrengstbepaling, vermenigvuldigd met een korrel-totaal-verhouding, dan wordt de nauwkeurigheid van de uitkomst steeds beheerscht door een totaalweging en een verhouding.

Bij de 1ste methode betrekken zich nu zoowel de totaalweging als de verhouding op 4 % van het veldje. Bij de tweede methode berust de totaalweging op de opbrengsten van het geheele veld, de verhouding echter op die van 4 % van het oppervlak. Bij de derde methode berusten en totaalweging en verhouding op het geheele veld.

Men kan nu ten ruwste berekenen wat voor fout het meebrengt wanneer men de verhouding van 4 % van het oppervlak bepaalt, in plaats van die van het geheele oppervlak van het veldje. Met inachtneming van de voortplanting van de fout is dit $\sqrt{(8^2 - 5,3^2)} = 6 \%$.

Gaat men over van een berekening met behulp van de totaalopbrengst per veldje op de opbrengst van 4 % van het veldje, dan brengt dat nog eens een fout mee van $\sqrt{(10,1^2 - 8,0^2)} = 6,2 \%$.

De cijfers gelden voor een vijfentwintigste van het totale oppervlak. Had men het geheele veld voor de bepaling genomen, dan zou, ook weer globaal rekenende, de fout tot op een vijfde verminderd zijn, en resp. 1,2 % en 1,24 % hebben bedragen.

Dit komt goed overeen met de resultaten van twee andere velden, die zoowel volgens de tweede als volgens de derde methode zijn geoogst, waarbij de monsterneming alleen wat minder nauwkeurig werd uitgevoerd. Bij deze proefvelden werd gevonden, dat met monsters, die 29 % van het totaal uitmaakten, de door deze bemonstering veroorzaakte fout 3,13 % bedroeg, hetgeen op een monster, gelijk aan de oogst van het geheele veldje omgerekend, een fout van 1,69 % geeft. Op het andere proefveld werden monsters genomen ter grootte van 21 % van de geheele opbrengst. De door de bemonstering veroorzaakte fout bedroeg er 3,83 %. Op een monster omgerekend, gelijk aan de geheele opbrengst, wordt dit 1,77 %.

Met deze fouten van 1,69 % en 1,77 % is de fout bij de eerste proef, groot 1,24 % te vergelijken. Door de globale wijze van berekenen komen de cijfers niet geheel overeen. Wij merkten reeds op, dat de wijze van bemonsteren niet zoo nauwkeurig was bij de proefvelden die de hooge fout geven. Ook slaan de beide hooge getallen op proefvelden met veel minder vruchtbaren grond, als het proefveld met de lage fout. Mogelijk ook dat nog invloed op de hoogte van de fout.

Maar dit alles neemt niet weg, dat de getallen van dezelfde orde van grootte zijn. Neemt men aan, dat de invloed van de fout in de totaalweging 1,2 % is en die van de verhouding 1,24 %, dan is de gezamenlijke fout 1,7 %. Neemt men echter aan dat deze fouten in de buurt van 1,7 liggen, dan zou deze fout 2,4 zijn. Dus mag men zeggen, dat deze fout ongeveer 2 % bedraagt.

Het doel van deze berekening was, de fout van het te velde dorschen

en wegen los te maken van de fout, veroorzaakt door de heterogeniteit van den grond. Nu kan men een veld niet tweemaal oogsten, en het oogsten van gedeelten brengt de heterogeniteitsfout er weer in. Door nu van de opbrengstbepalingen van monsters uit te gaan, kan men deze zuivere oogstfout benaderen. Wij komen tot de slotsom dat deze fout omstreeks 2 % bedraagt.

Dat wil dus zeggen, dat op een proefveld met een fout van 5 %, men door het bepalen van alle mogelijke groeifactoren de opbrengst kan herleiden en corrigeeren tot de fout tot 2 % is gedaald. Deze fout is verder niet te reduceeren, want hij berust op zuiver toeval, dat bij het oogsten zijn invloed heeft doen gelden.

Bij de grafische correctie blijkt het eveneens mogelijk, de fout in sommige gevallen tot deze grens te drukken. Wij zien daarin een goede overeenstemming met de berekende oogstfout. In een aantal gevallen bleek de fout, ook na de correctie, veel grooter dan 2 %. Dit is niet anders te verwachten. Het is namelijk zeer zeker mogelijk dat een groeifactor niet continu over het veld verandert, in welk geval de grafische vereffeningsmethode geen resultaat kan opleveren.

De berekening gold alleen de graanopbrengst. Bij deze proeven is daarnaast de bieten- en aardappelenopbrengst eveneens bewerkt. Hierover ontbraken ons alle gegevens waaruit de fout van de oogstmethode te berekenen zou zijn, zoodat elke uitspraak daarover een speculatie beteekent. Wij zouden echter willen opmerken, dat als algemeen oordeel mag gelden, dat de graanoogst het minst zeker is. Bij bieten weet men nauwkeurig, welke fouten worden gemaakt, daar die bestaan in het afbreken van wortels en ongelijk koppen. Bij aardappelen kan een enkele knol verloren gaan, doch op een proefveld kan men daar extra zorg aan besteden.

Naar onze meening schat men de fout niet te laag, wanneer men voor de voornaamste gewassen deze op 2 % aanneemt. De beteekenis hiervan ziet men uit de volgende beschouwing.

Een veel voorkomende grootte van een proeffout is 6 %. Was een dergelijk veld volmaakt homogeen, en bleef deze homogeniteit onder alle omstandigheden behouden, dan zou de middelbare fout van de opbrengst 2 % bedragen hebben. Zou men echter op het veld een oogstmethode gebruikt hebben, die fouteloos was, dan zou de fout 5,65 % hebben bedragen. Op deze uitkomst baseerden wij de overtuiging, dat bij proefveldfouten niet de oogstmethode, doch de heterogeniteit van den grond de grootste belangstelling verdient.

HOOFDSTUK IV

Zuiver rekenkundige bewerking

§ 8. *Algemeene beschouwing*

In het hiervoor behandelde werd ter correctie van den oogst een werkwijze gevolgd, die een subjectieve inslag bezit, en waarvan een met deze wijze van werken niet vertrouwde lezer zich zal afvragen, in hoeverre dat alles betrouwbaar en verantwoord mag worden geacht. De betrouwbaarheid hangt, zooals bij veel subjectieve werkwijzen, samen met de routine, die men verkregen heeft. Zooals reeds in het voorwoord werd opgemerkt, bestaan er echter ook objectieve methoden. Deze methoden werden eveneens op deze proefvelden toegepast.

De gevolgde berekeningsmethode berust op het vermoeden, dat een veldje, dat in een bepaald jaar een afwijkenden oogst gaf, het volgend jaar weer een afwijking in den oogst zal geven, die met de eerst gevonden afwijking samenhangt. In zijn eenvoudigsten vorm kan men het zich voorstellen, zooals in Fig. 5 is aangegeven.

Op het veld varieert de vruchtbaarheid V tengevolge van de ongelijkheid van een of andere groefactor. Wanneer deze vruchtbaarheid een bepaald traject zou doorloopen, zou de oogst O daarop reageeren volgens een bepaalde afhankelijkheid, die het meest algemeen met een optimum curve kan worden weergegeven. Het eene gewas reageert echter anders dan het andere. De twee curven in Fig. 5 geven hiervan een beeld. Zou men bij het eene gewas een samenhang volgens curve C_1 moeten aannemen, dan zou bij een ander gewas een reactie volgens kromme C_2 kunnen voorkomen. Zooals vanzelf spreekt stelt men hiermee het probleem te eenvoudig, omdat meestal een aantal factoren zullen variëren.

Wanneer men echter, zooals meestal het geval is, niet weet, welke factoren variëren, dan is dit deel van het vraagstuk ontoegankelijk voor verdere bewerking. Wij willen daar niet verder op in gaan.

De grafiek kan in drie gedeelten verdeeld worden. In het linkerdeel valt een stijging in de curve C_1 samen met een stijging van C_2 . In het rechtervak is dit eveneens het geval. Het verschil is slechts, dat in het linkervak een groote V samengaat met een hooge opbrengst, en in het rechtervak met een lage opbrengst. In het middenvak daalt C_1 terwijl C_2 stijgt. Het zal duidelijk zijn, dat in het middenvak de correlatiecoëfficiënt, die het verband tusschen de opbrengsten van het gewas 1 en 2 aangeeft, negatief zal zijn, terwijl in de twee andere vakken de coëfficiënt positief uitvalt. Omdat de oogst samen-

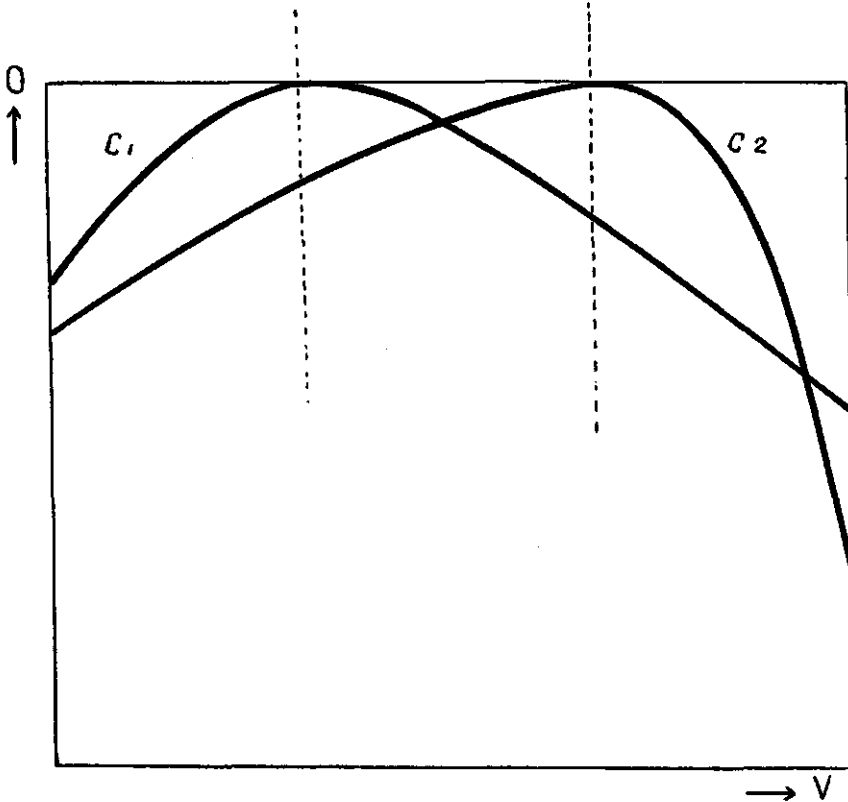


Fig. 5

Grafische voorstelling van den invloed van een vruchtbaarheidsfactor V op de opbrengst O van de gewassen C_1 en C_2 , waaruit blijkt dat tusschen de reactie van het gewas C_1 en die van het gewas C_2 geen eenvoudige samenhang kan bestaan.

hangt met de vruchtbaarheid V kan men dit met een algemeene formule weergeven met:

$$O_1 = f_1(V)$$

$$O_2 = f_2(V)$$

Deze laatste vorm kan men zich opgelost denken naar V en geschreven als:

$$V = g_2(O_2)$$

Hieruit volgt dat O_1 en O_2 van elkaar afhangen volgens de formule:

$$O_1 = f_1 g_2(O_2)$$

Dit zal over het algemeen een zeer ingewikkelde vorm zijn, die voor berekening ongeschikt is.

Men moet noodgedwongen het vraagstuk vereenvoudigen door een benaderingsformule te gebruiken, iets wat zeer goed mogelijk is, wanneer de variaties in de vruchtbaarheid zich binnen een nauw traject afspeelen. Vaak zal dit echter niet het geval zijn, vooral wanneer men denkt aan structuur en vochtvariaties. SANDERS (16) vereenvoudigt de formule tot:

$$O_1 = aO_2 + b,$$

waarin a en b constanten zijn. Zooals vanzelf spreekt is dit maar een zeer ruwe benadering, die slechts onder bepaalde omstandigheden een nauwkeurige correctie zal leveren. Vooral wanneer men met toestanden te maken heeft, die in de buurt van het optimum liggen, zal deze formule niet soepel genoeg zijn. Toch zal het meestentijds de moeite niet loonen nauwkeuriger formules op te stellen, tenzij men van de, den groei weergevende, formules uitgaat, die op andere wijze in algemeenen vorm zal zijn vastgesteld, zooals bijv. een formule als die van MITSCHERLICH. Veel zal men zich hier echter niet van moeten voorstellen. Het aantal veldjes zal over het algemeen zoo groot moeten zijn, wil men een behoorlijke kans op kloppende en waardevolle resultaten hebben, dat de meeste proefvelden niet groot genoeg zullen blijken te zijn.

§ 9. Pr 34. Proefveld Freije te Harkstede

In dit hoofdstuk wordt van dezelfde gegevens gebruik gemaakt, als waarop de grafische correctie werd toegepast. Tabel XIII geeft weer, hoeveel de middelbare fout in een bepaald jaar vermindert, wanneer men het vruchtbaarheidsverloop corrigeert door van de meeropbrengsten of oogstdepressies in een ander jaar gebruik te maken. De tabel is daarbij zoo te lezen, dat in een rij, naast een bepaald jaartal de middelbare fouten staan, die na correctie

TABEL XIII

	1925.	1926.	1927.	1928.	1929.	1930.	1931.	1932.	1933.	1934.
Erwten 1925	8,18	8,16	8,17	8,13	7,89	8,15	6,88	7,75	8,17	7,35
Rogge 1926	7,69	7,71	6,52	6,52	7,06	7,59	7,61	7,25	4,09	7,43
Aardappelen 1927	5,03	4,88	5,69	5,53	5,05	5,69	5,65	5,69	4,78	5,69
Haver 1928	5,56	5,53	5,48	5,64	5,17	5,63	5,31	5,64	5,59	5,51
Rogge 1929	10,53	10,52	9,59	9,61	10,61	10,61	9,52	10,32	10,26	9,58
Suikerbieten 1930	8,09	7,99	8,02	8,02	8,02	8,12	7,97	8,04	8,07	7,92
Gerst 1931	3,20	3,77	3,78	3,65	3,42	3,74	3,81	3,81	3,66	3,36
Aardappelen 1932	3,55	3,52	3,73	3,74	3,65	3,71	3,76	3,75	3,55	3,72
Suikerbieten 1933	10,82	5,75	9,09	10,73	10,49	10,77	10,19	10,25	10,83	10,63
Gerst 1934	3,52	3,77	3,91	3,69	3,54	3,82	3,26	3,89	3,85	3,92

verkregen worden onder gebruikmaking van de proefveldopbrengsten van het oogstjaar dat boven de kolom staat. In de diagonaal, waar de cijfers vet gedrukt staan, vindt men de middelbare fouten van opbrengsten, die met zichzelf gecorrigeerd zijn. Dit is, zooals duidelijk zal zijn, hetzelfde als de ongecorrigeerde middelbare fout.

Wanneer men de middelbare fouten na de correctie beschouwt, valt het op, dat de invloed van deze correctie maar vrij gering is. Het grootste verschil vindt men bij den oogst van 1933, gecorrigeerd met dien van 1926, nl. een daling van 10,83 op 5,75, gelijk 5,08 of 46,9 %. In procenten is de daling het grootst bij den oogst van 1926, gecorrigeerd met dien van 1933, nl. een daling van 7,71 op 4,09 gelijk 3,62 of 47,0 %. Alle middelbare fouten staan opgegeven in procenten van den gemiddeld maximalen oogst.

Een tweede opvallende eigenschap is, dat de beste correctiemogelijkheid niet samenhangt met het gewas. Zou men à priori veronderstellen, dat men roggeopbrengsten het beste met roggeopbrengsten kan corrigeren, en bieten met bieten, dan blijkt voor een dergelijke opvatting uit dit materiaal geen bewijs te putten zijn.

§ 10. *Pr 30. Proefveld bij Doornbos te Sappemeer*

Bij dit proefveld deed zich de moeilijkheid voor, dat in de jaren 1927 en 1928 de veldjes 2 en 3 een diepe depressie in den oogst toonden, zonder dat door vergelijking met vorige jaren of met aanliggende veldjes waarschijnlijk gemaakt kon worden, dat deze depressies den aard van vruchtbaarheidschommelingen hadden. Andere jaren vertoonden deze veldjes de vruchtbaarheidsdepressie niet, en ook het feit dat de veldjes 1 en 4 geen opbrengstvermindering toonden, 2 en 3 daarentegen zeer sterk, maakt dat de veronderstelling, dat dit een vruchtbaarheidsverloop zou zijn, op zeer losse schroeven staat.

De uitkomsten worden mooier, wanneer men deze cijfers geheel negeert. Doch hiertoe waren geen termen aanwezig. Bij wijze van compromis is de berekening daarom uitgevoerd met en zonder de gegevens van de beide veldjes in de jaren, waarin het genoemde abnormale gedrag optrad. Tabel XIV geeft de resultaten van deze berekening aan.

Evenals bij het vorige proefveld zijn de verbeteringen van de middelbare fout door de correctie weer vrij gering. Een hoogere correlatie tusschen de opbrengsten van eenzelfde gewas in de verschillende jaren bestaat niet. Wel vindt men tusschen de aardappelopbrengsten eenige malen hooge correlaties, maar dat is moeilijk anders mogelijk op een proefveld, dat om het jaar aardappelen draagt. Zoo is de correlatie van de opbrengsten van het aardappeljaar

1927 met die van 1925 hoog. Tusschen 1927 en 1929, 1931 en 1933 echter niet. Wel is de correlatie weer hoog met 1932, doch dit jaar werd tarwe verbouwd.

Deze soort waarnemingen kan men in groot aantal uit de tabel aflezen.

TABEL XIV

Veldjes 2 en 3 opgenomen.	1924.	1925.	1926.	1927.	1928.	1929.	1930.	1931.	1932.	1933.	1934.
Winterrogge . . . 1924	4,4	3,9	4,4	4,4	4,4	4,1	4,4	4,4	4,4	4,1	4,4
Eigenheimer aard- appelen . . . 1925	4,8	5,7	5,7	5,0	5,4	5,7	5,5	5,4	5,7	5,5	5,4
Zegehaver . . . 1926	4,7	4,7	4,7	4,4	4,0	4,1	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7
Eigenheimer aard- appelen . . . 1927	10,2	10,3	10,2	10,4	10,1	10,1	10,4	10,4	10,2	10,1	10,4
Winterrogge . . . 1928	5,1	4,8	4,4	3,5	5,1	4,4	5,1	4,9	4,2	4,7	5,0
Eigenheimer aard- appelen . . . 1929	6,8	7,3	6,3	5,1	6,3	7,3	6,9	6,7	6,6	6,3	7,1
Zegehaver . . . 1930	10,6	10,2	10,1	10,6	10,6	10,0	10,6	10,2	10,6	9,9	9,4
Eigenheimer aard- appelen . . . 1931	3,6	3,5	3,5	3,7	3,6	3,3	3,6	3,7	3,6	3,5	3,6
Wintertarwe Robusta . . . 1932	6,3	6,4	6,3	5,4	5,4	5,7	6,4	6,3	6,4	6,4	6,4
Eigenheimer aard- appelen . . . 1933	3,0	3,3	3,3	3,2	3,0	2,8	3,0	3,0	3,3	3,3	3,3
Wintertarwe Juliana . . . 1934	3,6	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,2	3,6	3,6	3,6	3,6

Veldjes 2 en 3 van 1927 en 1928 niet opgenomen.	1924.	1925.	1926.	1927.	1928.	1929.	1930.	1931.	1932.	1933.	1934.
Winterrogge . . . 1924	4,4	3,9	4,4	4,4	4,4	4,1	4,4	4,4	4,4	4,1	4,4
Eigenheimer aard- appelen . . . 1925	4,8	5,7	5,7	5,6	5,3	5,7	5,5	5,4	5,7	5,5	5,4
Zegehaver . . . 1926	4,7	4,7	4,7	4,7	3,5	4,1	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7
Eigenheimer aard- appelen . . . 1927	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	1,9	1,8	1,9	1,6
Winterrogge . . . 1928	3,1	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	2,9	2,7	3,1	2,6	3,1
Eigenheimer aard- appelen . . . 1929	6,8	7,3	6,3	6,9	7,1	7,3	6,9	6,7	6,6	6,3	7,1
Zegehaver . . . 1930	10,6	10,2	10,1	10,6	10,5	10,0	10,6	10,2	10,6	9,9	9,4
Eigenheimer aard- appelen . . . 1931	3,6	3,5	3,5	3,7	3,1	3,3	3,6	3,7	3,6	3,5	3,6
Wintertarwe Robusta . . . 1932	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4	5,7	6,4	6,3	6,4	6,4	6,4
Eigenheimer aard- appelen . . . 1933	3,0	3,3	3,3	3,3	3,3	2,8	3,0	3,0	3,3	3,3	3,3
Wintertarwe Juliana . . . 1934	3,6	3,5	3,6	2,9	3,6	3,6	3,2	3,6	3,6	3,6	3,6

§ 11. *Pr 96. Proefveld bij Siebenga te Marum*

Bij dit proefveld doet zich, evenals bij het hierboven behandelde, een moeilijk geval voor. In het eerste proefjaar geeft veldje I een oogst, die ons zeer laag voorkomt. Hierbij ontbreekt elke mogelijkheid tot controle, omdat deze opbrengst niet met voorgaande jaren vergeleken kan worden, daar het proefveld toen nog niet bestond, en bovendien kan het veldje niet met de naburige worden vergeleken, omdat veldje I geen buurveldje 0 bezit. Aangezien vergelijking met de overige opbrengsten in dat jaar aanleiding geeft, den opbrengst te wantrouwen, zijn de berekeningen weer uitgevoerd met en zonder veldje I. Tabel XV geeft hiervan een overzicht.

TABEL XV

Veldje 1, 1930 opgenomen.		1930.	1931.	1932.	1933.	1934.
Aardappelen	1930	9,6	8,4	9,6	9,4	9,4
Aardappelen	1931	2,2	2,5	2,5	2,3	2,4
Rogge	1932	1,7	1,7	1,8	1,6	1,6
Aardappelen	1933	2,6	2,5	2,5	2,6	2,2
Rogge	1934	1,9	1,9	1,8	1,7	1,9

Veldje 1, 1930 niet opgenomen.		1930.	1931.	1932.	1933.	1934.
Aardappelen	1930	8,1	6,4	8,1	7,7	7,9
Aardappelen	1931	1,9	2,5	2,5	2,3	2,4
Rogge	1932	1,7	1,7	1,8	1,6	1,6
Aardappelen	1933	2,6	2,5	2,5	2,6	2,2
Rogge	1934	1,9	1,9	1,8	1,7	1,9

Ook hier komen weer geen hogere correlaties tusschen de oogsten van eenzelfde gewas voor, dan tusschen de gewassen onderling. De oogstjaren splitsen zich in twee groepen, nl. 1930 en 1931, waarin de oogsten nauw met elkaar samen blijken te hangen, gezien de invloed van de correctie op de middelbare fout, en de overige jaren die ook weer nauw samen blijken te hangen.

§ 12. *Grafische weergeving van de resultaten*

In grafiek 6 hebben wij in een figuur aangegeven, welke jaren onderling een groote overeenstemming in het vruchtbaarheidsverloop te zien gaven en dus een groote correctie mogelijkheid bieden. Elk hoekpunt van de veel-

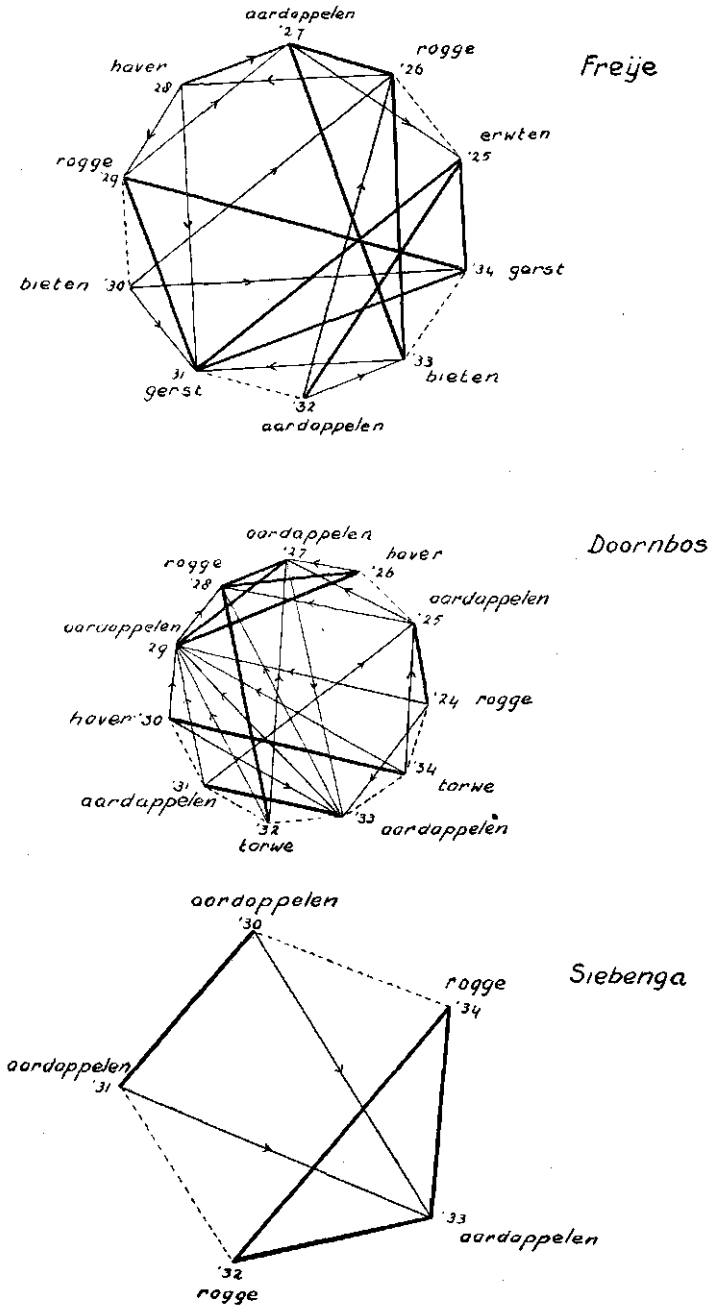


Fig. 6

Overzicht van de correlaties tusschen de onregelmatigheden in de opbrengst van eenzelfde proefveld in den loop van de jaren. Bij elk jaar is een pijl getrokken naar de drie jaren, waarmee de hoogste correlatie voorkomt. Twee samenvallende pijlen zijn verenigd tot een dikke lijn. De teekening bewijst de geringe beteekenis van het gewas op deze correlaties.

hoeken in de teekening geeft een proefjaar weer. Wij gingen nu voor elk proefveld na, welke combinatie van oogstjaren de grootste correctie gaf. Genoteerd werden de drie jaren die met een vierde jaar de beste resultaten gaven, behalve bij het proefveld Siebenga, waar wij twee jaren aantekenden. In de veelhoek gaven wij die combinatie weer door de corresponderende koorde. Soms moet men een koorde dubbel trekken. In dat geval leveren beide jaren goede correctiemogelijkheden voor elkaar.

Vaak komt echter voor dat deze beste correctiemogelijkheid niet samenvalt. In dat geval staat dat in de figuur aangegeven met een enkele lijn, waarbij een pijl wijst naar het jaar, dat voor correctie gebruikt werd.

Bij het proefveld Doornbos krijgt men de indruk, dat dicht opeenvolgende jaren een betere kans op correctie gaven, dan oogstjaren, waartusschen meer jaren verlopen zijn. Dat zou dan kunnen wijzen op het langzaam veranderen van den vruchtbaarheidstoestand van dit proefveld. Bij de beide andere velden is een dergelijke samenhang niet aanwezig.

Duidelijk valt in deze grafieken op, dat de beste correlatiemogelijkheid niet met het gewas samenhangt.

Deze conclusies maken het waarschijnlijk, dat de verklaring van deze correlaties in klimaatsomstandigheden dient te worden onderzocht, en in den invloed die deze omstandigheden uitoefenen ten gevolge van de specifieke eigenschap van het gewas en den toestand van den grond, waarop het proefveld ligt. Onze kennis omtrent deze reacties is echter te gering om hieruit meer inzicht te kunnen verkrijgen.

H O O F D S T U K V

Samenvattende beschouwing

In het voorgaande werden een aantal proefvelden onderzocht op het verloop van de vruchtbaarheid van den grond over het veld, en de veranderingen in dit verloop gedurende de opeenvolgende jaren. De grafische methode werd daarbij gebruikt naast de numerische. Op de bezwaren van beide methoden werd gewezen. De grafische methode is zeer soepel en zonder moeite kan men zowat alle verschillen als vruchtbaarheidsvariatiën verklaren. In zoo'n geval gaat men vlug te ver en pretendeert, dat het proefveld een nauwkeurigheid heeft, die het in werkelijkheid niet bezit. Bij verdere bewerking van de gecorrigeerde gegevens staat men bovendien voor de moeilijkheid dat men niet kan zeggen, hoeveel graden van vrijheid bij de bepaling van de grafische correctie zijn gebruikt. De berekening van middelbare fouten komt daardoor in de lucht te hangen.

De numerische methode is zeer weinig soepel. Wanneer het vruchtbaarheidsverloop niet door een rechte lijn kan worden weergegeven, is bij een eenvoudige berekening de correctie in veel gevallen zeker niet zoo groot als wel kon zijn. Een nauwkeuriger behandeling van het vraagstuk gaat veel tijd van berekenen kosten, zoodat vrijwel elke verdere verfijning op dit bezwaar afstuit.

Omdat een wetenschappelijk onderzoeker eerder beschikt over de noodige terughoudendheid, die de grafische methode vereischt, dan over de groote hoeveelheden tijd, die voor een numerische behandeling noodig zijn, willen wij de grafische methode voor gevallen, waar een verdere bewerking van het materiaal gewenscht is, onder de aandacht van de onderzoekers brengen.

De nauwkeurigheid van de opbrengstbepaling is op eenzelfde proefveld en ook bij eenzelfde gewas in de loop van de jaren aan sterke schommelingen onderhevig. In het hier bewerkte materiaal zijn aanwijzingen te vinden voor den invloed van klimatologische factoren in dien zin, dat een meer dan optimale regenval een hoogere fout veroorzaakt. De gewassen geven ook onderling een verschil in middelbare fout te zien, zoodat op verschillende proefvelden de oogsten van de diverse gewassen in een andere volgorde van nauwkeurigheid kunnen voorkomen. Deze volgorde laat zich op sommige proefvelden verklaren uit de losheid van den grond. Daardoor geeft op een bepaald veld die plant de nauwkeurigste opbrengsten, die daar ter plaatse de gunstigste groeifactoren vindt. Nader toegelicht wordt dit aan de hand van een foutenbeschouwing van een kalk-kaliproefveld. De kleinste fout vindt men op de veldjes, die het best met deze beide meststoffen zijn voorzien, terwijl de onbehandelde veldjes de grootste fout opleveren. Deze uitkomst is dus geheel in overeenstemming met de te voren ontwikkelde opvatting.

Een logisch gevolg van de veronderstelling, dat de fout kleiner zal zijn, naarmate meer groeifactoren in het optimum zijn, of naarmate een minimumfactor naar het optimum nadert, is, dat een groote opbrengst, als gevolg van het aanwezig zijn van gunstige groeiomstandigheden, samen zal gaan met een lage opbrengstfout en omgekeerd. Dat deze tendens inderdaad aanwezig is volgt uit de resultaten van 12 tarweproefvelden en 7 roggeproefvelden, die alle in hetzelfde jaar en volgens dezelfde opzet en behandeling zijn geëxploiteerd.

Ook regionaal blijkt deze tendens uit te komen. In provincies, waar de grond als vruchtbaar wordt aangemerkt, zijn de veldproeven gemiddeld nauwkeuriger dan in de streken, die als minder vruchtbaar bekend staan. Op kleigronden is de proefveldfout daardoor lager dan op zandgrond.

Uit het materiaal blijkt, dat een groot deel van de veldfout door de variabiliteit van een aantal groeifactoren wordt beheerscht, en dat de reactie

van de plant op die groeifactoren bij de beoordeeling van de veldfout eveneens in aanmerking moet worden genomen. Er kan daarom niet worden gesproken van een bepaalde nauwkeurigheid van de oogst, noch ten aanzien van de methode als zoodanig, noch ten aanzien van een bepaald gewas. Ten opzichte van een bepaald proefveld is het wel mogelijk, een verschil in niveau van nauwkeurigheid aan te wijzen, doch de vele nevenfactoren maken het onmogelijk, een dergelijk verschil nauwkeurig vast te stellen.

Ten aanzien van de fout in de opbrengstbepaling als zoodanig valt ook weer geen nauwkeurige uitspraak te doen. Dat men door correctie van het vruchtbaarheidsverloop van een proefveld tot zeer lage waarden kan komen, wijst er op dat de fout bij de opbrengstbepaling zeer gering moet zijn, en waarschijnlijk omstreeks 2 % bedraagt. Dit bedrag komt overeen met de benaderde berekening van de oogstfout, afgeleid uit de nauwkeurigheid van monsterneming. De onnauwkeurigheid in de proefveldresultaten op bouwland is dus voornamelijk een gevolg van de heterogeniteit van den grond.

Voor de numerische bewerking van het materiaal vormen biologische wetten den grondslag. Men mag verwachten dat het gebruik van formules, die zonder vereenvoudigingen deze wetten weergeven, moeilijk en langdurig rekenwerk zal vragen, met weinig kans op resultaten, die met dit vele werk in overeenstemming zijn. Toegepast werden zulke formules nog niet. SANDERS vereenvoudigde den theoretischen samenhang tot een lineaire formule. Hiervan gebruikmakend bereikt men een vermindering van de middelbare fout, die echter bij de hier bewerkte proefvelden vrij gering is, en de moeite van het rekenwerk niet loont. De oorzaak van de geringe verbetering zoeken wij daar in, dat de verschillende gewassen onder ongelijke klimaatsomstandigheden te weinig gemeen hebben om een hooge correlatie ten opzichte van elkaar te kunnen bezitten, terwijl verder het doelbewust uitzoeken van het veld, waarop de proef zal komen, meebrengt, dat de verschillen er gering zullen zijn. Dit is ook een reden, die hooge correlaties onwaarschijnlijk maakt en waardoor eveneens een groote correctie aan de opbrengsten niet verwacht kan worden.

Wanneer de verbetering van de nauwkeurigheid, zooals wij vermoeden, ook bij een verder gebruik van deze rekenwijze gering zou blijken te zijn, dan wil dat zeggen, dat de aan een proef voorafgaande blanco jaren voor deze proef weinig beteekenis hebben, voor wat betreft de vergrooting van de nauwkeurigheid in navolgende jaren.

De waarde van deze wijze van aanleg van een proefveld is dus slechts gelegen in het nauwkeurig nagaan of niet een ongelijkheid voorkomt, die het nemen van een proef op het betreffende veld ongewenscht maakt.

Conclusies

1. De proefveldfout, berekend uit de oogsten van verschillende gewassen, kan in den loop van de jaren op hetzelfde proefveld vrij aanzienlijk uiteenloopen.
2. De proefveldfout is op eenzelfde veld voor elk gewas afzonderlijk geenszins constant.
3. In hetzelfde jaar varieert de proefveldfout op verschillende velden aanzienlijk.
4. Uit de heterogeniteit van het veld, de klimatologische omstandigheden en de physiologische eigenschappen van de verbouwde gewassen mag getracht worden de grootte van de proefveldfout te verklaren.
5. De opvatting, dat de grootte van de proefveldfout samenhangt met het aantal groeifactoren, dat niet in het optimum verkeert, en met de mate, waarin zij van dat optimum afwijken, bleek met de uitkomsten van de berekeningen in overeenstemming te zijn, voor zoover dat althans nagegaan kan worden.
6. De fout, door de oogstbepaling als wegen en dorschen veroorzaakt, moet bij zorgvuldige behandeling, als bij het Rijkslandbouwproefstation gebruikelijk is, vrij klein zijn, en van de orde van 2 %.
7. Op een nauwkeurig behandeld proefveld moet men de proefveldfout opvatten als een aanwijzing voor de factor of het factorencomplex, dat in het minimum verkeert. Dit getal heeft een algemeen landbouwkundige beteekenis en mag niet worden opgevat als een maat voor onvermijdbare kleine fouten en vergissingen, omdat de invloed daarvan bij normaal zorgvuldig werk op een veel lager niveau ligt.
8. Wordt de rekenkundige bewerking in nauwe aansluiting aan physiologische wetten uitgevoerd, dan wordt de berekening te ingewikkeld om bruikbaar te zijn.
9. De vereenvoudiging, zooals door SANDERS werd uitgevoerd, is te weinig in overeenstemming met den samenhang tusschen de verschijnselen om op de hier beschouwde velden een verbetering van eenig belang te geven.
10. Het is zeer de vraag of de blanco jaren, die men soms aan een belangrijke proef laat voorafgaan, zooveel bijdragen tot de nauwkeurigheid van de latere resultaten, dat het de moeite van het werk loont, dat men in deze voorafgaande jaren verricht.

H O O F D S T U K VI

Zusammenfassung

Die Ernten von Parzellen eines Versuchsfelds weisen öfters gruppenweise zusammenliegende Gebiete hoher Werte auf, welche man kaum als Fehler betrachten kann, sondern als Schwankungen in der Bodenfruchtbarkeit anzusehen hat. Die Zuverlässigkeit der Erntedaten wird von diesen Fruchtbarkeitsungleichmässigkeiten beträchtlich beeinflusst. Viele Autoren haben sich damit bemüht, durch mehr oder weniger komplizierte Berechnungsverfahren den Einfluss dieser Bonitätsschwankungen auf das Ergebnis zu beseitigen (1) bis (23). Die Berechnungsweisen haben alle mehr oder weniger die unangenehme Eigenschaft dass sie entweder den Bonitätsänderungen ungenügend gerecht werden, oder sehr langwierig sind.

Es wird eine grafische Methode vorgeschlagen, welche sich besser an die auftretenden Schwankungen anzuschmiegen vermag, und wenig Arbeit fordert, dagegen aber gewissermassen subjectiv ist. Dazu wurde nachgeprüft, in wieweit die Ernten zusammenhängen mit den Analysedaten der Bodenuntersuchungen. Die Erträge kann man auf einen bestimmten Wert des pH oder des Phosphorsäuregehaltes umrechnen.

Die Variabilität, welche dann zurückbleibt, und nicht auf zahlenmässig festgestellte Ursachen zurückzuführen ist, stellt sich zusammen aus Bodenheterogenität und Erntefehler.

Figur 1 zeigt die Erntedaten, gegen das pH eingetragen, für ein Versuchsfeld dass nur in einer Richtung ein Verlauf in Bodeneigenschaften zeigte. Die Ernten einer Reihe von gleicher Bonität formen zusammen eine Ertragskurve. Das Niveau dieser Reihen liegt aber auf ungleicher Höhe, abhängig von der Fruchtbarkeit zur Stelle. Die Höhenunterschiede sind ein Mass für die Fruchtbarkeit. Nimmt man eine Reihe als Vergleichswert, so kann man eine Bonitierungskarte des Versuchsfelds anfertigen.

In Tabelle I werden die Fruchtbarkeitsunterschiede für die 12 Reihen des schon erwähnten Versuchsfeld für die auf diesem Feld angewandten Dünger schwefelsauerer Ammoniak und Natronsalpeter gesondert gegeben, und zwar abgeleitet von dem pH und dem Sättigungswert.

In Tabelle II sind die erst für die Dünger einzeln angegeben Fruchtbarkeitswerte zusammen gestellt zu einer Bonitierung des ganzen Feldes. Die zwei, für pH und Sättigungswert unabhängig von einander abgeleiteten Werte geben einen Einblick in die Reproduzierbarkeit der Methode. Von Figur 2 wird dies nachher dargetan.

Öfters wird es nicht möglich sein, Kurven zu konstruieren. Die Ungleichmässigkeit verläuft bei vielen Versuchsfeldern in jede Richtung. In solchen

Fällen kann man immer versuchen die Erträge auf eine mittlere Ertragskurve zu beziehen. Die Abweichungen der Ernten von den durch die mittlere Kurve angegebenen Ernten geben dann einen Anhalt für die Fruchtbarkeitsänderung. Auch diese Methode wurde in mehreren Fällen benutzt.

Theoretisch ist es nicht möglich, Fruchtbarkeitsänderungen und zufällige Fehler von einander zu trennen. Existieren aber in einem Versuchsfeld Teile mit überall hohen oder niedrigen Erträgen so wird man dies als eine Stelle mit höherer oder niedriger Fruchtbarkeit erklären, und nicht an zufällig immer hohe Fehler denken, obwohl es vielleicht so erklärt werden könnte. Als Kriterium für Fruchtbarkeitsunterschiede nimmt man dann, dass zwischen den Ernten von aufeinander folgenden Parzellen ein fließender Zusammenhang anzuzeigen ist, dass also die Erntedaten aller Parzellen sich gegenseitig unterstützen in der Angabe der Höhe des Fruchtbarkeitsunterschiedes. Wir haben die Feststellung der Bonitätsänderungen zu erreichen versucht indem wir feststellten, wieviel die Erträge in Prozenten im Mittel für alle Versuchsjahren über oder unter dem Mittelwert lagen. Daneben haben wir die fließende Änderung der Bonität als eine Kurve in die, gegen den aufeinander folgenden Parzellen eingetragen en reduzierten Erntedaten eingeschätzt. Das wurde für jedes Jahr gesondert getan und aus Tabelle III, VI und VIII erhellt, wie ungleich die Fruchtbarkeitsverläufe in den aufeinander folgenden Jahren sind.

Wenn man die Erträge für Fruchtbarkeitsungleichheiten korrigiert, bekommt man die korrigierten Fehler, in Tabellen IV, V, VII, und IX angegeben. Wo die, als Mittelwert für alle Jahren berechnete Korrektion verwendet wurde, gibt es Fälle wo der Fehler grösser wird, anstatt kleiner. Da hat der Faktor, welcher die Fruchtbarkeitsänderung bedingt, keinen Einfluss gehabt, und daher ist korrigiert, wo nicht zu korrigieren war. Dass die Bodeneigenschaft welche ungleichmässig verteilt ist, in einen Jahr keinen Einfluss hat, kann man erklären indem man annimmt, dass die Bodeneigenschaft in diesem Jahr und für die angebaute Frucht optimal war. Dies braucht nicht einzuschliessen, dass der Fehler niedrig sein soll, denn anstatt den sonst in dem Minimum sich befindenden Faktor, kann ein anderer auftreten, der grösseren Einfluss ausübt. Zum Beispiel ist in Tabelle V der mittels der berechneten Korrektion gewonnene Fehler mit Kartoffeln immer höher als die nicht korrigierte Fehler. Also ist der Boden für den am meisten variierenden Faktor, hier Struktur, für Kartoffeln optimal. In 1927 regnete es aber ausserordentlich viel und wurde das Feld für Kartoffeln zu feucht. Der hohe Fehler wurde von diesem Regen verursacht. Auf diesem sehr losen und humosen Boden war die Struktur für Kartoffeln richtig. Gerste fragt einen etwas festeren Boden, und hat daher einen Fehler, der durch Verwendung der berechneten Korrektion niedriger

wird. Roggen braucht einen noch festeren Boden und weist einen sehr hohen Fehler auf, der durch Korrektion sehr viel besser wird. Der Fehler des Versuchsfelds kann also behilflich sein bei dem Aufsuchen der auf ein Boden in das Minimum sich befindenden Bodeneigenschaft. Im allgemeinen kann man sagen, dass der Bodenzustand ungünstig ist bei höherem mittlern Fehler, und dass ein niedriger Fehler einen günstigen Bodenzustand wahrscheinlich macht.

Tabelle X zeigt dies für ein Kalk-Kali Versuch, wo die höchste Kalk- und Kalistaffel den niedrigsten Fehler hat, das Objekt ohne Kalk und Kali aber den höchsten. Auch Tabelle XII zeigt, dass ein guter Bodenzustand und also eine hohe Ernte mit niedrigen Fehler zusammengeht. Auf zwanzig Weizen- und Roggenversuchsfelder konnte festgestellt werden, dass dieser Zusammenhang existiert, sei es denn, dass dieses Ergebnis nur undeutlich hervortritt. Auch für verschiedene Landesteile trifft der Grundsatz zu, dass auf bessern Böden und in ertragsreicheren Gegenden der Versuchsfehler niedriger ist, wie in Tabelle XI gezeigt wird. Auf Sandböden, wie in Overijssel und Gelderland, ist aus diesen Gründen der Fehler hoch, auf Tonböden wie in Groningen und Zeeland niedrig.

Dass von dem Erntefehler durch dreschen, roden oder sonst, so wenig gesprochen wird, findet seine Ursache in dem, im Verhältnis zu dem von der Ungleichmässigkeit verursachten Fehler, geringen Wert. Diesen Bearbeitungsfehler zu errechnen ist schwierig, weil man die Parzellen nur einmal ernten kann. Man kann aber Doppeltproben verschiedener Grösse nehmen. Die maximale Grösse betragt die Hälfte der ganzen Ernte. Durch Extrapolation kann man aus dem Fehler dieser Doppeltproben den Fehler von zwei Proben errechnen, welche je die Grösse der ganzen Ernte hätten. Der so errechnete Fehler wurde dann zutreffen für den nicht zu realisierenden Fall, dass man ein Gewächs zweimal erntete. Aus diesem Fehler ist dann der Bearbeitungsfehler zu bestimmen. Wir berechnen diesen Fehler zu 2 %. Das heisst, dass man durch Auswertung von Bodenanalyse- und Klimadaten Abweichungen bis auf 2 % Ungewissheit erklären kann. Dieser 2 % Fehler ist reiner Zufall, und für weitere Deutung nicht zugänglich.

Ein Nachteil der grafischen Methode ist ihre Subjectivität. Ein objectives Berechnungsverfahren ist theoretisch allerdings möglich, wenn man es gründet auf mathematisch formulierte Wachstumsgesetze. An Hand von Figur 5 wird dargetan, dass solche Berechnungen äusserst schwerfällig werden und daher praktisch kaum im Betracht kommen werden. Die von Sanders 16) ausgearbeitete Methode wurde auf den, schon grafisch bearbeiteten Angaben angewandt, und die Ergebnisse in Tabelle XIII, XIV und XV dargestellt. Diese Methode geht aus von dem Grundsatz, dass wenn in einem Jahr die

Ernten auf einer Parzelle hoch gewesen ist durch grössere Fruchtbarkeit, im nächsten Jahre dieser Fruchtbarkeitsunterschied sich wieder in einer höheren Ernte auswirken wird, und also zwischen den verschiedenen Jahren eine gewisse Korrelation aufzufinden sein wird. Man ist dann im Stande, die eine Ernte mit der anderen zu korrigieren.

Im allgemeinen verbessern die Resultate bei diesen Untersuchungen nur sehr wenig, woraus erhellt dass zwischen den Jahren wechselseitig wenig Zusammenhang existiert. Weiter ist der berechnete gradlinige Zusammenhang zu wenig geschmeidig, um damit die Abhängigkeit richtig darstellen zu können.

Es ist nicht deutlich, welche Ursachen eine stärkere oder schwächere Korrelation zu Folge haben. Die Art der Frucht beeinflusst die Resultate nicht. Zwischen gleichen Früchten findet man keinen besonders hohen Zusammenhang, und nicht höher als zwischen verschiedenen Früchten.

Schlussfolgerungen

1. Der Versuchsfehler, schwankt auf demselben Versuchsfeld bei verschiedenen Saaten im Laufe der Jahre beträchtlich.
2. Der Versuchsfehler ist für dasselbe Gewächs und Versuchsfeld keinesfalls immer der gleiche.
3. Der Versuchsfehler schwankt im selben Jahr, aber auf verschiedenen Feldern, stark.
4. Es ist zulässig, den Versuchsfehler als Ergebnis der Heterogenität des Feldes, der Klimaverhältnisse, und der Eigenschaften der Pflanzen zu betrachten.
5. Die Voraussetzung, dass der Versuchsfehler einen Einblick gewährt in die Zahl der nicht optimal anwesenden Wachstumsfaktoren und das Ausmass worin diese vom Optimum abweichen, war, in sofern gezeigt werden konnte, mit den Beobachtungen im Einklang.
6. Der Fehler, aus der Erntebestimmung herrührend, ist auf 2 % einzuschätzen.
7. Der Versuchsfehler kann daher nicht als Mass für nicht zu umgehenden Irrtümer und Fehler betrachtet werden, aber ist eine Zahl von gewisser landwirtschaftlichen Bedeutung.

8. Die mathematische Bearbeitung auf Grund physiologischer Gesetze ist für den gewöhnlichen Gebrauch zu umständlich.
9. Die Vereinfachung, von SANDERS eingeführt, ist zu wenig mit den vorherrschenden Umständen im Einklang als dass das Resultat durch Anwendung dieses Verfahrens beträchtlich besser würde.
10. Es ist fraglich ob Blindversuche, dem eigentlichen Versuch vorangehend, wie bei wichtigen Versuchsfeldern üblich ist, das Ergebnis sosehr verbessern werden, dass sich die Mühe lohnt.

LITERATUURLIJST.

- (1) MÖLLER ARNOLD, E. en FEICHTINGER, E. Der Feldversuch in der Praxis.
- (2) FISCHER, R. ^LH. Statistical Methods for Research Workers.
- (3) DE VRIES, O. Das Serienprinzip in Feldversuchen. *Ztschr. Pfl. D. u. B.* 43, 1936, blz. 83—93.
- (4) KNUT VIE. Fehlerberechnung auf Versuchsfeldern mit oder ohne Massparzellen.
- (5) VAN UVEN, M. J. Mathematical treatments of the results of agricultural and other experiments, blz. 166.
- (6) VAN UVEN, M. J. Idem, blz. 144.
- (7) NIKLAS, H. en MILLER, H. Die Ausschaltung der Ungleichheit des Boden bei Feldversuchen nach dem Trendverfahren. *Landw. Jb.* 80, 1934, blz. 453.
- (8) PRILLWITZ, P. M. H. H. Opzet en beoordeeling der resultaten van veldproeven bij de theecultuur. *Archief voor de theecultuur in Nederlandsch-Indië* 1929, N^o. 4, blz. 159—210.
- (9) EDEN, T. Studies on the yield of tea. *Journ. Agr. Sci.* 21. 1931, blz. 547.
- (10) TENGWALL, T. A. en v. d. ZIJL, C. E. Het berekenen van proefveldresultaten bij de rubbercultuur. *Archief voor de rubbercultuur in Nederlandsch-Indië*, 1929, blz. 591.
- (11) BARCLAY, C. en GRANTHAM, J. Statistische methoden bij veldproeven van rubber. *Archief voor de rubbercultuur in Nederlandsch-Indië* 1933, Jrg. 17, blz. 213—234.
- (12) MURRAY, R. K. S. The value of a uniformity trial in field experimentation with rubber. *Journ. Agr. Sci.* 24, 1934, blz. 177.
- (13) POSTHUMUS, G. en VAN UVEN, M. J. Vereffening van proefveldresultaten in de rubbercultuur. *Archief voor de rubbercultuur in Nederlandsch-Indië* 1935, Jrg. 19, blz. 27.
- (14) VAIDYANATHAN, M. The method of „covariance” applicable to the utilisation of the previous crop records for judging the improved precision of experiments. *Indian Journ. Agr. Sci.* 4, 1934 blz. 327.
- (15) PARKER, E. R. en BATCHELOR, L. D. Variations in the yield of fruit trees in relation to the planning of future experiments. *Hilgardia* 7 1932, blz. 81.
- (16) SANDERS, H. G. A note on the value of uniformity trials for subsequent experiments. *Journ. Agr. Sci.* 20, 1930, blz. 63.
- (17) GARBER, R. J., MC. ILVAINE, T. C. en HOOVER, M. M. A study of soil heterogeneity in experimental plots. *Journ. Agr. Res.* 33, 1926, blz. 255.
- (18) GARBER, R. J. en MC. ILVAINE, T. C. Analysis of variance of corn yields obtained in crop rotation experiments. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 27, 1935, blz. 480.
- (19) GARBER, R. J., MC. ILVAINE, T. C. en HOOVER, M. M. Persistence of soil differences with respect to productivity. *Journ. Amer. Soc. Agron.*, 22, 1930, blz. 883.
- (20) ARTHUR HARRIS, J. en SCOFIELD, C. S. Permanence of differences in the plots of an experimental field. *Journ. Agr. Res.* 20, 1920, blz. 335.
- (21) SNEDECOR, G. W. Analysis of covariance of statistically controlled grades. *Journ. Amer. State Assos. Suppl.* Vol. 30, 1935, blz. 263.
- (22) SUMMERBY, R. The value of preliminary uniformity trials in increasing the precision of field experiments. *Macdonald Coll. Tech. Bull.* 15, 1934, blz. 5.
- (23) IMMER, F. R., HAYES, H. R. en POWERS, L. Statistical determination of barley varietal adaptation. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 26, 1934, blz. 403.
- (24) FRANKENA, H. J. Over blanco of blinde proeven. *Verlagen van landbouwkundige onderzoekingen*, N^o. 41 A, 1935, blz. 173.

- (25) Vereeniging tot exploitatie van Proefboerderijen in de Veenkoloniën. Verslag van de proeven van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen over het jaar 1934. Pr. 13, Proef B op Perceel 5 te Borger Compagnie. Verslag over het jaar 1934 van de Proefboerderijen te Borger Compagnie en Emmercompascuum, blz. 121.
- (26) MASCHHAUPT, J. G. en TEN HAVE, J. De bepaling van de kalktoestand (verzadigings-toestand) van kleigronden. *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen*, N°. 40 A, blz. 695—775.
- (27) Vereeniging tot exploitatie van Proefboerderijen in de Veenkoloniën. Verslag van de proeven van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen. Pr. 19, Proef C op Perceel 5 te Borger Compagnie. Verslagen over de jaren 1923—1936.
- (28) Rijkslandbouwproefstation voor de akker- en weidebouw te Groningen. Verslag over een 33-tal meerjarige bemestingsproeven. *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen*, N°. 39 A, 1933, blz. 103—294.
- (29) MEYER, C. Verslag over een 5-tal meerjarige bemestingsproeven. *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen* N°. 42 (2) A, 1936, blz. 134.
- (30) VAN DER PAAUW, F. Samenvattend overzicht van de resultaten, verkregen met verschillende vormen van fosfaatmeststoffen op Nederlandsche proefvelden. *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen*, N°. 41 A, 1935, blz. 265—302.
- (31) DE HAAN, K. Kalkbemestingsproefveld te Scheemda 1931. *Mededeelingen v/h Inst. v. Suikerbietenteelt* 2-6-1932.
- (32) DE HAAN, K. Verslag van het kalk-kaliproefveld te Scheemda 1934. *Mededeelingen v/h Inst. v. Suikerbietenteelt* 5-3-1935.
- (33) FRANKENA, H. J. Samenvattend verslag over de Staatsmijnproefvelden 1931—1935. Ter publicatie ingezonden.
- (34) VISSER, W. C. Samenvattend verslag over de Staatsmijnproefvelden 1931—1935. Verslag over twintig stikstofsoortenproefveldjes in het Duurswold en N. Drente. Ter publicatie ingezonden.

I N H O U D

	Bladz.
HOOFDSTUK I.	
Inleiding	225
HOOFDSTUK II.	
Gelijkmatigheidsbeoordeeling bij proefvelden	227
§ 1. Een voorbeeld van de bewerkingswijze.	228
HOOFDSTUK III.	
Bewerking van de resultaten van eenige proefvelden volgens een eenvoudige half grafische methode	233
§ 2. Pr 19 te Borger Compagnie	233
§ 3. Pr 34 Proefveld bij Freije te Harkstede.	235
§ 4. Pr 30 Proefveld bij Doornbos te Sappemeer.	240
§ 5. Pr 96 Proefveld bij Siebenga te Marum.	243
§ 6. Proefveldfout en cultuurtoestand.	244
§ 7. Proefveldfout en methode van opbrengstbepalen.	248
HOOFDSTUK IV.	
Zuiver rekenkundige bewerking	252
§ 8. Algemeene beschouwing	252
§ 9. Pr 34 Proefveld bij Freije te Harkstede.	254
§ 10. Pr 30 Proefveld bij Doornbos te Sappemeer.	255
§ 11. Pr 96 Proefveld bij Siebenga te Marum.	257
§ 12. Grafische weergeving van de resultaten	257
HOOFDSTUK V.	
Samenvattende beschouwing	259
HOOFDSTUK VI.	
Zusammenfassung	263