

DIE ERNÄHRUNG DER PFLANZE

Illustrierte Halbmonatsschrift
über Fortschritte im Ackerbau und landwirtschaftlichen Düngewesen
des In- und Auslandes

Herausgegeben von der Wissenschaftlichen Abteilung des Deutschen Kalisyndikats, Berlin
Hauptschriftleiter: DR. PAUL KRISCHE, Berlin-Lankwitz

„Die Ernährung der Pflanze“ erscheint am 1. und 15. jeden Monats, Bezugspreis: Vierteljährlich 1,50 M., jährlich 6,00 M. (Ausl. einschl. Porto M. 8,00). Zuschriften sind zu richten an die Schriftleitung der „Ernährung der Pflanze“ Deutsches Kalisyndikat, Berlin SW 11, Dessauer Straße 28/29. Bestellung durch die Post, Postscheckkonto Nr. 20964 Deutsches Kalisyndikat G.m.b.H., Berlin. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung gestattet.

XXX. JAHRGANG

15. NOVEMBER 1934

HEFT 22

I N H A L T

Professor Dr. O. de VRIES, Groningen: *Düngungsfragen in ihren gegenseitigen Beziehungen als polydimensionales Problem.*

Landwirtschaftliche Bilder aus Nah und Fern 272. *Bauernhäuser in Holland.*

REFERATE

WIRTSCHAFTSGEOGRAPHISCHE ÜBERSICHTEN
Der Bauer verändert die Landschaft
WIRTSCHAFTLICHES LITERATUR

Düngungsfragen in ihren gegenseitigen Beziehungen als polydimensionales Problem*)

Von Prof. Dr. O. de Vries, Rijkslandbouwproefstation Groningen

Wie jeder Zweig der Wissenschaft hat sich auch die Düngerlehre in den letzten zehn, zwanzig Jahren in immer rascherem Tempo entwickelt. Die einfache Fragestellung, wie sie früher dienlich war, befriedigt uns jetzt nicht mehr; es werden jetzt immer mehr Faktoren einzeln und in gegenseitigem Zusammenhang in die Untersuchung mit einbezogen, und es bildet sich eine Vielheit von Beziehungen und Gesichtspunkten, die schwerer und schwerer zu übersehen und zu beherrschen ist.

Ich werde in meinen Erörterungen die Beispiele wo möglich aus eigenen und anderen in holländischer Sprache veröffentlichten Ergebnissen schöpfen. Bekanntlich ist der Düngerverbrauch in Holland sehr hoch; im Durchschnitt je Hektar steht er wohl an der Spitze. Übrigens gibt eine Durchschnittszahl für das ganze Land uns nur ein sehr verflachtes Bild, denn in den einzelnen Gebieten sind die Düngergaben sehr verschieden. So werden auf dem reichen Tonboden, der Meeresküste entlang, nur etwa 30 kg/ha Stickstoff (N), 40 kg Phosphorsäure (P₂O₅) und manchmal gar kein Kali gegeben, während in den Veenkolonien, auf dem mit Sand gemischten Moor in stalldüngerlosem Betriebe die Stickstoffgabe manchmal auf 110 bis 140 kg/ha N gesteigert wird, neben 200 kg K₂O und 100 kg P₂O₅. Im gewöhnlichen gemischten Betrieb auf Sandboden sind 60–90 kg N, 100 kg P₂O₅ und 140 bis 200 kg/ha K₂O in Anwendung.

*) Abgekürzt nach einem Vortrage, gehalten am 13. Juni 1934 vor der Wissenschaftlichen Abteilung des Deutschen Kalisyndikats G. m. b. H.

In Niederländisch-Indien, wo die Landwirtschaft sich im Plantagengroßbetrieb sehr intensiviert hat, ist Handelsdünger vorwiegend für Zucker und Tabak gebräuchlich; die Düngung wird unter Führung der großzügig organisierten Versuchsstationen möglichst rationell betrieben. Es hat sich wie im Mutterland auch in den tropischen Gebieten ein reges Interesse für Düngungsfragen entwickelt, wovon nach dem Auslande aber nur verhältnismäßig wenig bekannt geworden ist.

Schon unser ältestes Versuchsfeld, das 1881 von A. G. Mulder in der Nähe von Sappemeer in der Provinz Groningen angelegt wurde und in der historischen Reihenfolge direkt nach den fünf klassischen Versuchsfeldern (1843–1836) in Rothamsted kommen dürfte, beruht auf dem Düngungsschema: NPK, NP, NK, PK, N, P, K und ohne Dünger und einigen Stallmist- und Nebenobjekten. Die Parzellen sind ohne Wiederholung, aber auf zwei benachbarten Streifen, wovon abwechselnd der eine Getreide, der andere Kartoffeln trägt, in Übereinstimmung mit der auf dem betreffenden Boden üblichen Fruchtfolge angelegt.

Aus der graphischen Darstellung (Abb. 1), einer Zusammenfassung von Dr. Th. B. van Itallie entnommen, ist ersichtlich, daß der Weizen in erster Linie Stickstoff, dann aber Kali braucht. Die Verhältnisse bei Kartoffeln gibt Abb. 2 wieder. Auch die Zahlen in Tafel 1 sind sehr lehrreich; deutlich zeigt sich, daß in erster Linie für Weizen Stickstoff, für Kartoffeln aber Kali nötig ist; mit den 28 kg Kali, die beide Früchte dem Boden, der 51 Jahre lang kein Kali

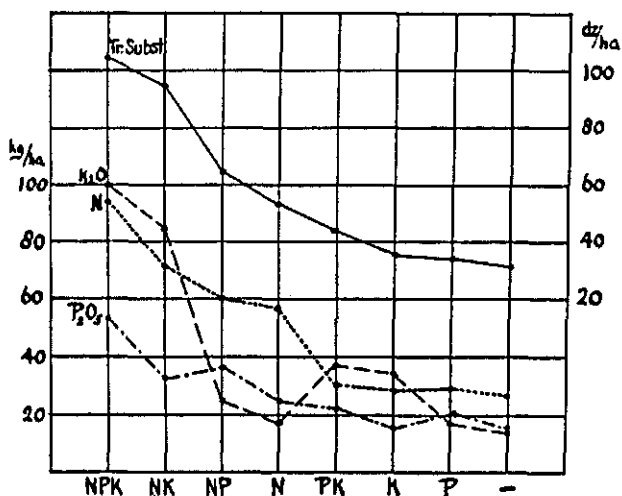


Abbildung 1 Weizenernte im 52. Jahre auf dem Versuchsfeld Sappemeer, Prov. Groningen

Ober: Ertrag (Trockensubstanz) in dz/ha
 Unten: Entzug kg/ha K_2O , N und P_2O_5 in der Ernte

empfang, noch zu entziehen vermögen, bildet der Weizen 6400 kg Trockenmasse, die Kartoffel vermag es nicht weiter als bis auf 2100 kg oder 24 % der Vollenernte zu bringen.

Dem seinerzeit als „vollständig“ betrachteten Schema dieses Versuchsfeldes schließt sich nun eng das Wagnersche Schema NPK, NP, NK, PK, O an,

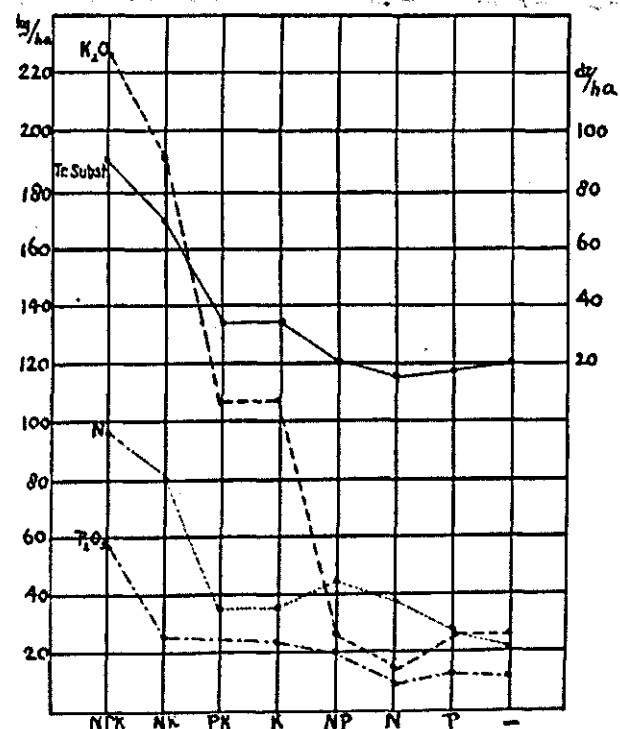


Abbildung 2 Kartoffelernte im 52. Jahre auf dem Versuchsfeld Sappemeer, Prov. Groningen (vgl. Abb. 1)

Höchster Ertrag bei den Kaliparzellen

Zahlentafel 1
 Versuchsfeld A. G. Mulder
 in Sappemeer (Provinz Groningen), 1932.

	Weizen	Kartoffeln
NPK-Ertrag, kg/ha Trockensubstanz	10600	9300
N-Entzug kg/ha	94	98
51 Jahre ohne N (Ertrag (NPK = 100) N-Entzug kg/ha)	41 %	37 %
	29	34
P-Entzug kg/ha	52	63
51 Jahre ohne P (Ertrag (NPK = 100) P-Entzug kg/ha)	90 %	77 %
	33	28
K-Entzug kg/ha	99	233
51 Jahre ohne K (Ertrag (NPK = 100) K_2O -Entzug kg/ha)	61 %	24 %
	28	28
51 Jahre nur N, Ertrag (NPK = 100)	49 %	18 %
51 Jahre nur P, Ertrag (NPK = 100)	34 %	18 %
51 Jahre nur K, Ertrag (NPK = 100)	38 %	41 %

oder — wenn man z. B. die Stickstoffdüngung als sicher notwendig voraussetzt und nur auf Kali und Phosphorsäure prüfen will — das auch vielfach benutzte Schema NPK, NP, NK, N. In vollendeter Form, z. B. ohne Stickstoff und mit vier verschiedenen Stickstoffdüngern, davon jeder mit den genannten vier Objekten, angeordnet nach dem Latin-square-System mit „randomised blocks“ (regellos zusammengestellten Parzellen), findet man dasselbe Prinzip im heutigen Stadium, z. B. in den neueren Rothamsteder Versuchen, wie Abb. 5 einen mit 100 Parzellen (20 „Objekte“ in fünfacher Wiederholung) zeigt.

Die Vorteile solcher rationalisierten Schemata — Schlussfolgerungen aus Differenzdüngung — waren sicher groß; aber alsbald stieß man auf eine neue Frage: Ist die Höhe der einzelnen Düngergaben richtig gewählt? Würde man nicht andere, vielleicht bessere Ergebnisse erhalten, wenn man andere Mengen N, P oder K gewählt hätte? Da schloß sich dann bei den einfachen Versuchen bald ein Objekt 2N, 2P, 2K an, und man bekam ein Schema, wie Beispiel 4 in Tafel 2 zeigt. Weiter entwickelt, entstanden Versuche mit steigenden Gaben an dem zu untersuchenden Nährstoff, also z. B. ON, 1/2 N, N, 1 1/2 N (Beispiel 5), oder besser noch 5—7 steigende Mengen (Beispiel 6). Auch solche Schemata haben große Vorteile: Die Objekte formen eine Reihe, die Ergebnisse lassen sich in Kurven wiedergeben, wobei die Versuchsfehler weniger störend wirken, weil ein allgemeiner Zusammenhang zwischen den Objekten angenommen werden darf und man ausgeglichene Kurven darstellen kann. Während zu Versuchen nach dem erstgenannten Schema (das man rezessiv nennen könnte, weil jeweils ein Nährstoff zurücktritt) gegriffen wird zur Lösung von einfachsten wirtschaftlichen Fragen (z. B.: Soll ich mit Kali oder Phosphorsäure düngen oder

Zahlentafel 2.

Düngungsschemata.	
Rezessiv.	Progressiv.
1. NPK	5. PK mit
NP, NK, PK	O, 1/2 N, N, 1 1/2 N
N, P, K	
O	
2. NPK	6. PK mit
NP, NK, PK	O, N, 2N, 3N, 4N, 5N
O	
3. NPK	
NP, NK	
N	
Übergang.	
4. 2N 2P 2K	
NPK	
NP, NK, PK	
O	

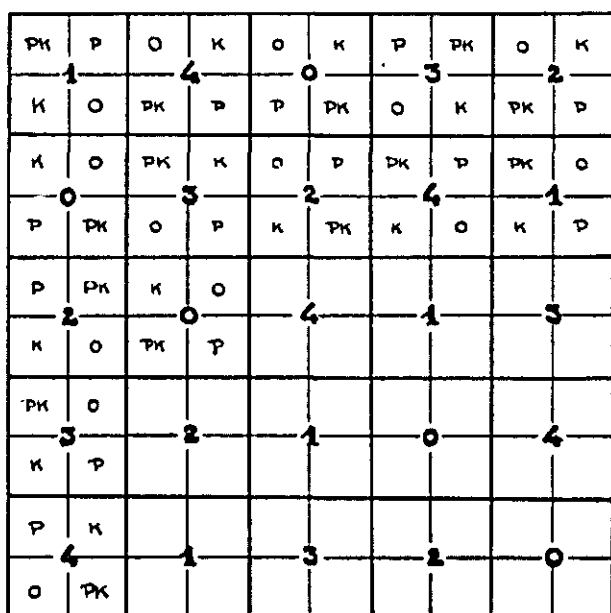


Abbildung 3 Long Hoos Feld, Abchnitt IV, Rothamsted

Gerstenverfuch 1929

- O = Ohne Stickstoff
- 1-4: mit verschied. N-Düngern:
- 1 = NaNO₃
- 2 = (NH₄)₂SO₄
- 3 = NH₄Cl
- 4 = Kalkstickstoff

kann ich diese Düngerstoffe weglassen? Welche Art Stickstoffdünger usw. werde ich wählen?) eignen sich „progressive“ Versuche mit steigenden Nährstoffgaben gut für die Klärung von Fragen, die mehr in physiologischer Richtung liegen: optimale Düngergabe, Gehalt der Pflanzen an den verschiedenen Nährstoffen unter verschiedenen Verhältnissen zu verschiedenen Zeiten, optimale Zusammensetzung der Gewächse, gegenseitige Ersetzung oder Verdrängung der Ionen und schließlich für Qualitätsfragen in mannigfacher Hinsicht. Auch eine Beurteilung der Bodenanalysen und ihrer Bedeutung für die Ernährung der Pflanzen kommt am besten mit solchen Versuchen zur Durchführung.

Als Beispiel bringt Tafel 3 Zahlen von einem Versuchsfeld mit steigenden Kaligaben auf Fehlboden einer neu angelegten Moorkolonie. Der Kaligehalt des Bodens steigt dabei regelmäßig mit den Kaligaben (das erste Versuchsjahr war das der Ernte 1931); er ist aber nach der Kartoffelernte 1933 etwas zurückgegangen. Die Roggen- und Kartoffelernten deuten vorläufig auf eine Gabe von etwa 120 kg/ha K₂O als am wirtschaftlichsten hin, während Kaligehalt und Kalientzug durch die Ernte bei höheren Gaben nicht unbeträchtlich steigen. Bei den Kartoffeln sinkt bei zu hoher Kaligabe der Stärkegehalt und der Stärkeertrag. Die Zahlen sind in Abb. 4 wiedergegeben, wobei die vertikale Lage der Kurven willkürlich gewählt ist, um den allgemeinen Verlauf übersichtlich vorzuführen.

Aus mehreren solcher Versuche kann man natürlich Erscheinungen wie die letzterwähnte mehr allgemein ableiten; so aus Kaliversuchen mit Kartoffeln (Abb. 5)¹⁾. Steigende Kaligaben erhöhen zunächst die Kartoffelernte und den Stärkegehalt, also auch die Stärkeausbeute; dann erreicht aber der Stärkegehalt ein Maximum und fängt an zu sinken, so daß also die

Zahlentafel 3 Versuchsfeld 100, Emmercompascuum (Fehlboden in Neukultur)

		Kalidüngung in kg/ha K ₂ O					
		0	60	120	180	240	300
K-Zahl des Bodens	Sept. 1931 . . .	13	13	17	19	22	24
	Aug. 1932 . . .	13	15	23	28	33	47
	Sept. 1933 . . .	11	11	14	22	32	39
Roggen 1932	Korn dz.	16	30 ¹ / ₂	33 ¹ / ₂	34 ¹ / ₂	35	34 ¹ / ₂
	Stroh dz.	36 ¹ / ₂	57	62 ¹ / ₂	62 ¹ / ₂	65	63
	K ₂ O in Korn %	0,45	0,50	0,50	0,70	0,64	0,60
	in Stroh %	0,31	0,49	0,79	0,94	0,97	1,04
	K ₂ O-Entzug kg .	18	32 ¹ / ₂	65	81	64	64
Kartoffeln 1933	Knollen dz. . . .	153	331	370	379	388	382
	Stärke %	14,5	10,3	10,0	18,4	17,9	18,1
	Stärke dz. . . .	22 ¹ / ₂	64	70 ¹ / ₂	69 ¹ / ₂	69 ¹ / ₂	69
	K ₂ O in Knollen %	1,71	1,49	1,00	2,23	2,45	2,54
	K ₂ O-Entzug kg .	73	112	164	216	238	244

Stärkeernte nicht mehr steigt, sondern sogar fällt, zumal auch die Knollenernte bei Überdüngung mit Kali das Maximum überschreitet.

Steigendes Kalibedürfnis bei Getreide hatte, wie S. J. Snieder aus einer Zusammenfassung von Versuchen feststellen konnte, folgenden Einfluß auf das Hektolitergewicht:

Kaliwirkung	Ertrag in % des Hektoliterflüchstertrages	gewicht %
stark	30-69	92
„ mäßig	70-89	98
„ gering	90-99	99
„ keine	100 od. weniger	100,2

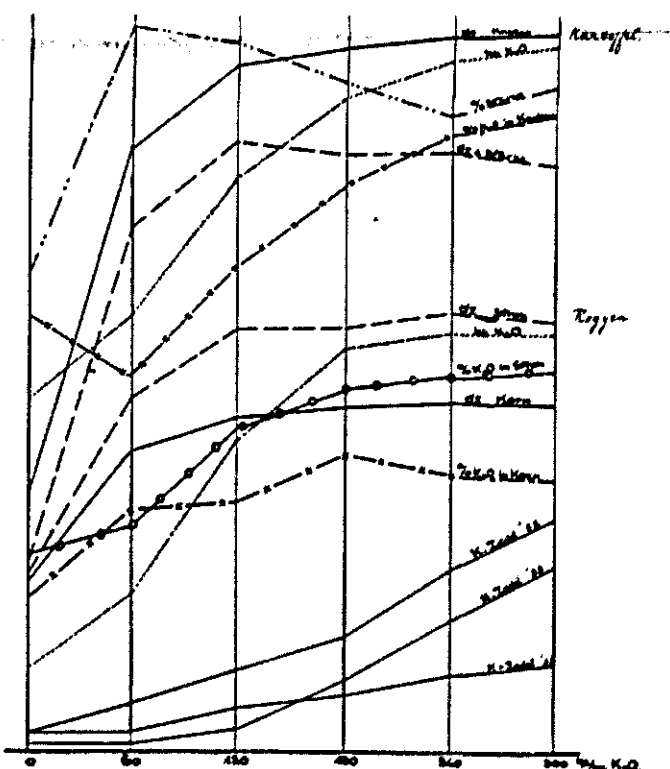


Abbildung 4 Versuchsfeld 100, Emmercompascuum Zahlen der Tafel 3 in Kurven übersichtlich vereinigt, um die Veränderungen durch steigende Kaligaben zu zeigen

¹⁾ Siehe auch Th. B. v. Itallie, Landbouwkundig Tijdschrift 45, 1933, 241 und 421, 46, 1934, 272.

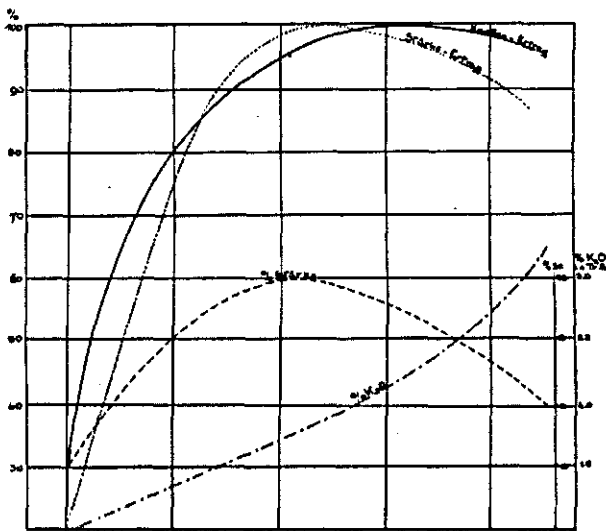


Abbildung 5 Zusammenhang zwischen Kaliverförgung, Knollen- und Störkertrag bei Kartoffeln

Abziffer: Kaliverförgung (spärlich, ungenügend, gut, reichlich, zu reichlich)
Allgemeines Bild, zusammengestellt aus mehreren Ver-
suchen

Damit wurden die Ergebnisse von A. Jacob³⁾ be-
stätigt und erweitert; man sieht, daß der Einfluß auf
das Hektolitergewicht ziemlich bedeutend ist und daß
eine Überdüngung mit Kali, die bereits ertrags-
mindernd wirkt, das Hektolitergewicht noch erhöhen
kann.

Nehmen wir neben dem gestaffelten Nährstoff noch
irgend einen anderen Faktor in die Untersuchung
herein, z. B. das pH des Bodens, so brauchen wir, um
die Frage allseitig zu übersehen, eine gestaffelte
Reihe für beide Variable. Ein Beispiel gibt uns ein
Phosphorsäure- und Kalkdüngungsversuch auf armem
Heidesand (Abb. 6): Der Ertrag steigt durch höhere
Phosphorsäuregaben; eine Kalkung von 650 kg/ha
CaCO₃ wirkt in allen Fällen günstig, aber relativ
weniger, wenn mehr Phosphorsäure gegeben wird.
Höhere Kalkgaben wirken bei den niedrigeren Phos-
phorsäuregaben ertragsniedrigend; bei den höheren
Gaben ist dies in geringerem Maße der Fall; es ent-
stehen Kurven, die allmählich einen flacheren Scheitel
bekommen, wobei das Maximum sich nach rechts ver-
schiebt. Diese Kurven kann man nun als Durchschnitte
betrachten von einer Fläche, die den vollständigen
Verband P₂O₅-CaCO₃-Ertrag tridimensional darstellt;
die Nährstoffe beeinflussen sich gegenseitig so, daß
die P₂O₅-CaCO₃-Fläche nicht eine Ebene ist, sondern
eine Krümmung zeigt. Eine ähnliche gegenseitige Be-
einflussung ist schon in mehreren anderen Fällen ge-
funden worden; man darf eben die Wirkung eines
Nährstoffes nur im Zusammenhang mit den anderen
Faktoren betrachten und muß immer die Änderungen
in gegenseitiger Beziehung erforschen.

Daß die chemischen Elemente der Pflanzen-
ernährung nicht einzeln betrachtet werden dürfen,
weiß man übrigens längst. Ich brauche nur an das
Kali-Kalk-Gesetz, an die verschiedenen Antagonismen
und Entgiftungen und ähnliche Erscheinungen zu er-
innern, die schon vor Jahren von verschiedenen For-
schern studiert worden sind.

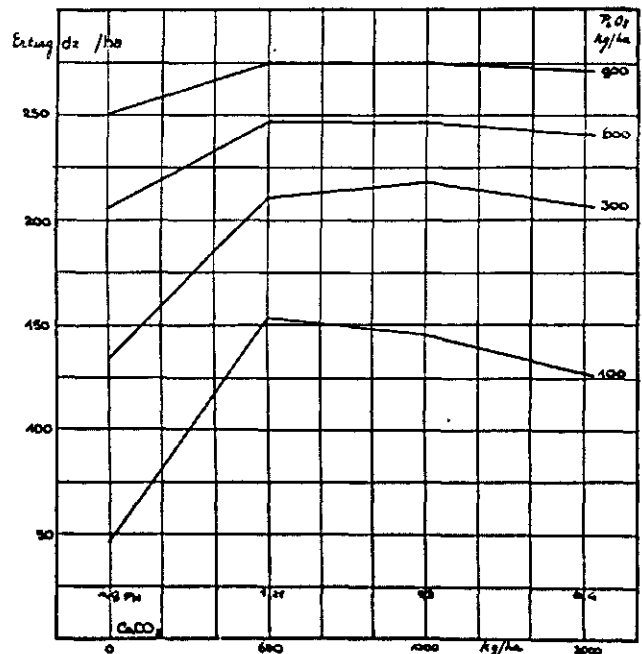


Abbildung 6 Kartoffelerträge bei steigenden
P₂O₅- und Kalkgaben auf neu
kultiviertem Heidesand

Manchmal müssen mehr als zwei Faktoren in Be-
tracht gezogen werden. Wenn wir z. B. verschiedene
Stickstoffformen — sagen wir Nitrat- und Ammoniak-
stickstoff — in ihrer Wirkung auf Grasland ver-
gleichen wollen, so kommt bekanntlich der Stickstoff
nicht in prozentual gleicher Menge und auch nicht
mit gleicher Geschwindigkeit zur Wirkung. Die ein-
fachste Versuchsform — die Stickstoffformen neben-
einander entsprechend gleichen Mengen N verab-
reicht und alle Parzellen zu gleicher Zeit gemäht —
zeigt uns die Verhältnisse ungenügend und kann
leicht die eine oder die andere Düngerform benach-
teiligen; denn der eine Stickstoffdünger könnte besser
abschneiden, wenn davon z. B. eine größere oder
kleinere Gabe verabreicht worden wäre, ein anderer,
wenn früher oder später gemäht worden wäre. Um
ein allseitiges Bild zu erhalten und allen Dünger-
formen gerecht zu werden, sollte man Versuche mit
verschiedenen Düngersorten immer nur mit ge-
stafelten Gaben anlegen und bei Grasland immer
dazu noch verschiedene Mähzeiten einhalten. Einige
der diesjährigen, von Dr. H. J. Frankena ange-
legten Versuche haben denn auch das in Tafel 4
angegebene Schema mit 36 Objekten in vierfacher
Wiederholung, d. h. 144 Parzellen.

Auch wenn man gestaffelte Mengen eines Nähr-
stoffes vergleicht, hat die Anwendbarkeit eines pro-
gressiven Schemas eine Grenze. Denn es erhebt sich
die Frage: Was ist mit den anderen Nährstoffen, z. B.
mit P und K, wenn wir die Stickstoffgabe fortschrei-
tend steigern? Kommen P und K dann nicht ins
Minimum? Um das zu studieren, muß man auch von
den anderen Nährstoffen höhere Gaben in den Ver-
such miteinbeziehen, und so kommt man, demselben
Entwicklungsgang folgend, den ich eingangs schilderte,
zu gestaffelten Gaben auch von diesen Düngern. Von
solchen kombinierten Schemata möge ein Beispiel ge-
zeigt werden, in dem drei Phosphorsäure- und drei
Kalistufen bei drei steigenden Stickstoffgaben unter-
sucht wurden. Bei P und K wurde bis zu extrem

³⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düngg. u. Bodenkd., Bd. 8, 1929, 61.

Zahlentafel 4

Versuchs-
schema { 150, J. G. Aukema, Rhoden.
155, J. J. Viak, Enumatil.

	N kg/ha	Zeit der Düngergabe		
		15. Mai	1. Juni	15. Juni
Schwefelsaures Ammoniak	35	—	—	—
" "	50	—	—	—
" "	65	—	—	—
Ammonsalpeter	35	—	—	—
" "	50	—	—	—
" "	65	—	—	—
Kalksalpeter	35	—	—	—
" "	50	—	—	—
" "	65	—	—	—
Chilosalpeter	35	—	—	—
" "	50	—	—	—
" "	65	—	—	—

hohen Gaben gegangen, um deren Einfluss zu untersuchen. Das Schema Tafel 5 zeigt die 27 Objekte (Kombinationen) und die wichtigsten Daten, die von Jr. R. H. Visser gesammelt wurden; es braucht nicht näher auseinandergesetzt zu werden, wie umfangreich schon ein einziger Versuch dieser Anordnung wird. Zur besseren Übersichtlichkeit sind in Tafel 6 nur einige Eigenschaften zusammenfassend dargestellt. Man sieht, daß die relativ kleine Steigerung in der Stickstoffgabe nicht viel Einfluss hat auf den Körnerertrag (übrigens auch nicht auf den Strohertrag), aber das Hektolitergewicht schon herunterdrückt, wobei die Differenz zwischen den Zahlen nach der Fehlerrechnung zuverlässig und feststehend ist. Eine Steigerung bis zu ganz hohen Phosphorsäuregaben ändert nicht den Ertrag, erniedrigt aber den Klebergehalt; abnorm hohe Kaligaben drücken Körnerertrag und Klebergehalt, während das Hektolitergewicht, wie schon oben betont, noch Neigung zum Steigen hat.

Zahlentafel 5

Weizenversuchsschema 141, O. Venema, Ruigezand.

	4 N			5 N			6 N		
	oP	1P	2P	oP	1P	2P	oP	1P	2P
oK
1K
2K

4 N = 15 kg/ha N P = 500 kg/ha Superphosphat
K = 600 kg/ha Patentkali

Bestimmt wurden:

- Körnertrag.
- Strohertrag.
- Lagera.
- Chemische Zusammensetzung von Stroh und Korn.
- Handelsgradierung des Kornes.
- Hektolitergewicht.
- Tausendkorngewicht.
- Eiweiß-% im Korn.
- Kleber-% im Mehl.
- Bäckzahl.

Wenn man nun die vollständigen Ergebnisse eines solchen Versuches bildlich darstellen wollte, so müßte man für jede Eigenschaft schon zu einem vierdimensionalen Bilde übergehen. Dies ist aber uns Menschen nur in Gedanken, nicht konkret möglich; man kann sich zunächst zu helfen versuchen, indem man Vereinfachungen vornimmt (z. B. Verhältniszahlen benutzt) oder auch zu bildlichen Kunstgriffen seine Zuflucht nimmt. Zieht man aber noch mehr Faktoren als Variable hinzu, so wird eine bildliche Darstellung unmöglich und die Übersicht über die Resultate ungemein erschwert; dennoch bildet sozusagen jede Düngungsfrage ein solches polydimensionales Problem.

Durch Kombinationen, wie zuletzt besprochen, vereinigen wir die zwei Schemata, die wir vorher be-

trachtet haben — das rezessive und das progressive — in ein vollständigeres Schema, das sich beliebig ausdehnen läßt. Bei drei Variablen — etwa den drei Hauptnährstoffen N, P, K, oder Kombinationen, wie wir sie soeben kurz besprochen haben — und drei Staffeln jeder Variablen, haben wir 27 Objekte, wie im zuletzt gezeigten Beispiel; mit 5 oder 6 Staffeln, wie dies wünschenswert ist, um eine anschauliche Kurve zu bekommen (vgl. Tafel 3), würde sich die Zahl auf 125 bzw. 216 steigern, also bei nur dreifacher Wiederholung ein Versuchsfeld mit 375 bzw. 648 Parzellen erfordern. Wünscht man vierfache oder fünffache Wiederholung, so erhöht sich die Zahl dementsprechend; kommt noch eine Variable hinzu, so steigert sich die Anzahl Objekte und Parzellen ganz ungemein. Und dennoch ist dies eigentlich unvermeidlich, wenn wir uns ein einigermaßen vollständiges Bild der verschiedenen Verhältnisse machen wollen. Eine Grenze zieht dabei natürlich die praktische Ausführbarkeit, in erster Linie der allgemeine methodische Aufbau, z. B. ob Topfversuch oder Feldversuch, weiter die Möglichkeit gleichmäßiger Aufstellung, die Größe des Versuchsfeldes oder der Versuchsanlage, und schließlich die Kosten und das Personal, um alle Arbeiten zeitgerecht auszuführen.

Zahlentafel 6

Versuchsfeld 141.

Weizen	Körnertrag 100=40,5 dz/ha	Hektolitergewicht kg	Kleber %
Mittel von N 4	96,7	74,0	8,30
5	93,9	73,8	—
6	100	73,1	—
Mittel von P 0	97,2	73,5	8,40
1	96,9	73,8	8,40
2	96,9	73,5	8,10
Mittel von K 0	99,5	73,3	8,46
1	98,9	73,8	8,40
2	92,1	73,9	8,03

Die gegenseitige Abhängigkeit, die Relativität, die in Düngungsfragen wie in allen pflanzenphysiologischen Problemen herrscht, führte auch in anderer Richtung zu einer Betrachtungsweise, die sich sehr fruchtbringend erwies und wobei die Nährstoffe nicht nur unter sich und in gegenseitigem Verhältnis betrachtet, sondern auch zu den verschiedenen Bodenbestandteilen in Beziehung gebracht wurden. Natürlich ist vor allem der Vorrat an verfügbaren Nährstoffen je Hektar für das Wachstum der Pflanzen und die Höhe der Ernte von Bedeutung; um die Verfügbarkeit auszudrücken, kommt man aber vielfach zu klareren Vorstellungen, wenn man den Nährstoffgehalt nicht auf den ganzen Boden, sondern auf den aktiven Bestandteil desselben bezieht, so die Basen auf den Sorptionskomplex (Ton-Humus), wie im Sättigungsgrad V nach Hissink, und bei der Betrachtung der Kalkdüngung in Kalkeinheiten nach Hudig (Kalkmenge bezogen auf Humus oder Ton-Humus), die sich in Holland seit 10—15 Jahren eingebürgert haben. Die Größe V dürfte allgemein bekannt sein; die Kalkeinheit möge durch folgende Beispiele von Sandböden illustriert werden:

Boden	Volumgewicht	Humus %	Krumendicke cm	Ton-Humus in Krume je ha (Kalkeinheit)
A	1,3	5	20	130
B	1,3	10	20	260
C	1,15	10	20	230
D	1,15	10	12	138

(Die Kalkeinheit erhält man durch Multiplikation der Zahlen für Volumgewicht, Humus-% und Krumendicke in Zentimeter.)

Kalkmengen von 130, 260, 230 bzw. 158 kg (oder Vielfache davon) werden in diesen vier Böden eine äquivalente Änderung in dem Sättigungsgrad des Humus und — innerhalb gewisser Grenzen — eine gleichmäßige pH-Änderung bewirken; es ist zweckmäßig, die Kalkgaben nicht nur in Kilogramm je Hektar, sondern auch in Kalkheiten auszudrücken, so daß man vergleichbare Werte bekommt, die den kalkbindenden Eigenschaften des betreffenden Bodens Rechnung tragen. Dabei sollte man die Basen nicht nur auf den Sorptionskomplex beziehen, sondern die auf den Sorptionskomplex bezogenen Äquivalente auch in ihrem gegenseitigen Verhältnis studieren, wie dies von Gedroiz betont und im Dienste der praktischen Bodenuntersuchung wohl zuerst von P. Vageler in Buitenzorg in großem Maßstabe durchgeführt

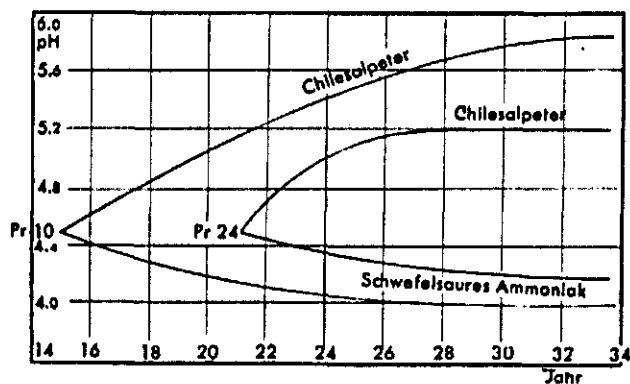


Abbildung 7 pH-Änderung (schematisch) bei jährlicher Düngung mit Chilesalpeter bzw. schwefelsaurem Ammoniak auf zwei Versuchsfeldern

Nach einigen Jahren wird ein GleichgewichtspH erreicht, das je nach dem Versuchsfeld verschieden ist

wurde. In den Arbeiten von Vageler und Alten findet man es genauer beschrieben. Die Zahl der untersuchten Eigenschaften nimmt dabei zu; sie werden im gegenseitigen Zusammenhang betrachtet und das Gesamtbild vervollständigt sich; aber mit der steigenden Zahl der Faktoren und Kombinationen wird es immer schwieriger, sie zu beherrschen und zu übersehen.

Man kann natürlich die Methoden der relativen Betrachtung noch weiter führen. So haben wir es beim Studium des Einflusses verschiedener Stickstoffdüngerformen auf die Basensättigung des Bodens nützlich gefunden, die jährliche Stickstoffgabe auf den Sorptionskomplex zu beziehen. Aus den Ergebnissen von gut zwanzig statischen Versuchen auf Sand- und Moorböden, die nun 5 Jahre und länger, größtenteils 10–13 oder gar 18 Jahre laufen, stellt sich nämlich heraus, daß die Basenzufuhr durch Chilesalpeter und der Basenentzug durch Ammoniumsulfat zu Gleichgewichten führen, wobei das pH innerhalb der unvermeidlichen Schwankungen konstant bleibt und sich unter dem Einfluß verschiedener Faktoren (Zufuhr, Umsetzung, Entzug durch die Pflanze, Auswaschung) auf eine bestimmte Höhe einstellt, wie es die Kurven in Abb. 7 als Beispiele zeigen. Das GleichgewichtspH ist aber für verschiedene Böden verschieden, wie es sich schon aus Abb. 7 ersehen läßt. In einer demnächst erscheinenden Arbeit werde ich zusammen mit W. C. Vissler zeigen, daß sich ein Zusammenhang zwischen diesen Endwerten nachweisen läßt, wenn man die jährliche Stickstoffgabe auf Humus bezieht (siehe Abb. 8).

Daß in der Pflanze die Mengenverhältnisse der Ionen von hervorragender Bedeutung sein können, ist wohl bekannt; als Beispiel, wie dies auch für praktisch wichtige Eigenschaften unserer Kulturgewächse von großer Bedeutung ist, wollen wir den Tabak anführen. Man weiß längst, daß Kali günstig für seine Brennbarkeit ist, während Chlorverbindungen diese verschlechtern, aber es stellte sich alsbald heraus, daß hierbei die Verhältnisse keineswegs einfache sind. Durch Untersuchungen von Coolhaas in Java kam man darauf, daß die Brennbarkeit (Glühdauer) unge-

gefähr dem Quotienten $\frac{K_2O}{Cl(CaO + MgO)}$ folgt; neben dem Kali- und Chlorgehalt spielt also auch das Verhältnis von zweiwertigen Kationen zu Kali eine Rolle. Tafel 7 gibt eine Zusammenfassung der gefundenen Korrelationen, nämlich: Bei Kali eine ziemlich positive, bei Chlor eine deutlich negative Korrelation zwischen Gehalt in der Blattsche und Glühdauer; der Quotient $\frac{K_2O}{Cl(CaO + MgO)}$ gibt eine noch engere Korrelation.

Ähnliche Verhältnisse findet man bei Chlorschäden der Kartoffeln: Laub und Stengel kranker Pflanzen enthalten nicht immer mehr Chlor als diejenigen von gesunden Pflanzen; das Verhältnis $\frac{CaO + K_2O}{Cl}$ gibt, wie Dr. van Itallie fand, den besten Anhalt, indem unter unseren Umständen die Pflanzen stets gesund sind, wenn dieser Quotient größer ist als 1,7, und stets krank, wenn er unter 1,0 sinkt. Es erklärt sich daraus auch die größere Gefahr von Chlorschäden auf Feldern oder an Stellen mit zu niedrigem Kalkzustand, wo also der Basengehalt der Pflanze zu niedrig ist, um einer etwaigen Zunahme des Chlors Widerstand zu bieten. —

Zahlentafel 7. Glühdauer von Tabak.

Gehalt der Blattsche an	Korrelationskoeffizient mit Glühdauer
K ₂ O	+ 0,4
Cl	— 0,7
CaO + MgO	— 0,2
SO ₂	0,0
K ₂ O	
$\frac{Cl(CaO + MgO)}{K_2O}$	+ 0,8

Neben den Hauptnährstoffen N, P, K, den Kationen Ca, Mg, Na, den H-Ionen, dem pH und dem Anion Cl kommen noch eine ganze Menge anderer Faktoren für das Pflanzenwachstum in Frage, die jeder für sich das Bild weiter komplizieren und sozusagen eine weitere Dimension in unser polydimensionales Schaubild hineinbringen. Einige von diesen Faktoren können wir zunächst aus dem großen Problem ausschalten, so z. B. den Einfluß von einzelnen Elementen, wie Mn oder B, deren Fehlen allerdings interessante Mangelercheinungen und praktische Schwierigkeiten oder Ertragsverminderungen verursachen kann. Es läßt sich aber jeweils für deren Anwesenheit in genügenden Mengen Sorge tragen, so daß sie nicht notwendigerweise in die Betrachtung miteinbezogen zu werden brauchen. Wieder andere Faktoren verursachen Erscheinungen, die man zunächst gesondert untersuchen kann. So z. B. die Zeit der Düngung, wobei die Auswaschung, Festlegung im Boden, Umsetzungen durch Mikroorganismen usw. eine Rolle spielen. Auch die Art und Weise, wie die Düngstoffe gegeben und im Boden verteilt werden, kann man vorher studieren; z. B. gleichmäßiges Ausstreuen, Eingrubbern oder Einspülenlassen nur durch den

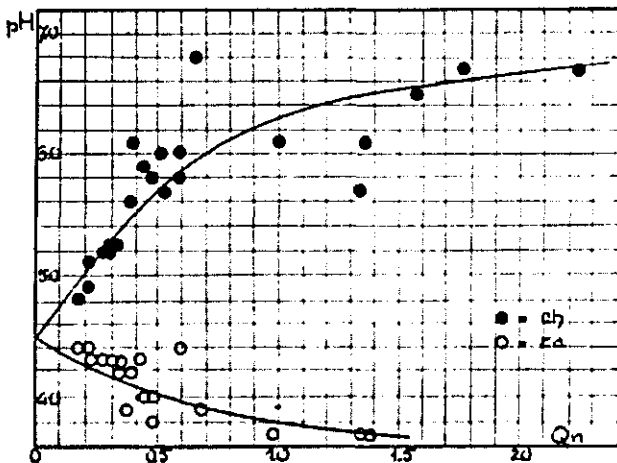


Abbildung 8 Gleichgewichts-pH auf verschiedenen Versuchsfeldern

angeordnet nach dem Faktor
 $Q_N = \frac{\text{jährlich zugefetzte kg N je ha}}{\text{Tonnen Humus je ha}}$

Regen, Streuen auf die Furche oder Reihendüngung, Düngung in Tablettenform; also die Frage möglichst gleichmäßiger oder gewollt lokaler Verteilung. Durch Auswahl einer dieser Methoden kann man dann das Hauptproblem dementsprechend vereinfachen.

Es bleiben aber dann noch zahlreiche Faktoren, die man nicht regulieren kann, sondern die man einfach in ihrer Verschiedenheit zu nehmen hat, wie sie sich bieten. Darunter fallen die jeweils gegebenen Bodentypen und Bodenverhältnisse (Dicke der Krume, Untergrund usw.), Wasserhaushalt, Klima, die Fruchtfolge, die pflanzenbaulichen Maßnahmen (Bodendichte, Pflege, Ernte und Aufbewahrung usw.). Und dann soll dies alles gesondert studiert werden für die verschiedenen Früchte, wobei es nicht genügt, nur Getreide, Hackfrüchte und einige sonstige Pflanzengruppen zu unterscheiden, sondern wobei schließlich jede Frucht, u. U. jede Rasse oder Varietät sich anders verhält. Wie weit die Verhältnisse voneinander abweichen können, zeigt Abb. 9, die den Einfluß des pH bei Sandböden auf vier Kartoffelklone darstellt. Man sieht, daß der Unterschied sowohl bezüglich des optimalen Ertrages als hinsichtlich der Empfindlichkeit gegen abweichende Umstände (flacher Scheitel oder stärker gekrümmt) nicht unbedeutend ist.

Man könnte noch weiter gehen und die genannten Faktoren weiter zergliedern, so das Klima in Regenverteilung, Wasserverlust durch Verdunstung und Abfluß, Temperatur der Luft und des Bodens bei Tag und bei Nacht, im Frühling und im Sommer, Belichtung und Sonnenschein bezüglich Intensität und Verteilung usw. Das wären, kurz skizziert, die Faktoren, die eine irgendwie vollständige Düngerlehre zu berücksichtigen hätte; es sind viele. Wir wissen es alle, bei wissenschaftlichen Untersuchungen ist das Ende niemals in Sicht, denn für jede Frage, die man löst, sind inzwischen wieder neue Fragen hinzugekommen. Jedes Gebiet, das man zu erforschen anfängt, dehnt sich alsbald zu einer neuen Wissenschaft aus, die mehreren Spezialisten eine Lebensaufgabe verschafft. Ganz kennen lernen und beherrschen werden wir das Düngungsproblem nie; je weiter wir kommen, um so mehr weicht die Grenze zurück; der Kreis dehnt sich immer mehr aus und radial vergrößern sich alle Sektoren. Bei aller Anerkennung dessen, was Wissenschaft und wissenschaftliche Neugierde uns Nützliches

und Interessantes immer wieder bringen werden, kann der bescheidene Wissenschaftler nicht anders sagen als: das Ganze werden wir nie beherrschen; also kann das Ziel nur sein: soviel wie möglich das Nützliche herausholen!

Wenn man an eine so schwierige Aufgabe herantritt, so ist natürlich die erste Frage diejenige der Methodik. Und da ist nun eine erfreuliche Fülle von Möglichkeiten zu verzeichnen. Ich lasse ganz beiseite die Gebiete der Bodenanalyse, der botanischen und chemischen Pflanzenanalyse, der Qualitätsbestimmung, die ich in einigen Beispielen schon kurz gestreift habe und die, jedes für sich, zu großen Wissensgebieten ausgewachsen sind innerhalb unseres Problems; wie beherrsche ich das Wachstum und den Ertrag der landwirtschaftlichen Gewächse? Um den Ertrag zu bestimmen, haben wir eine ganze Reihe von Versuchsmöglichkeiten, wobei wir allmählich immer mehr Faktoren als Variable einschalten.

Methodisch, aber nicht in der praktischen Ausführung am einfachsten ist wohl die Wasserkultur mit ständig fließender Nährlösung, wobei die Wurzeln von einer Lösung konstanter Zusammensetzung und Konzentration umgeben sind. Bei einer Wasserkultur, deren Nährlösung nur von Zeit zu Zeit aufgefüllt oder erneuert wird, schwankt die Zusammensetzung derselben; es beginnen sich die Änderungen, welche die Folge der Nährstoffaufnahme und des Austausches durch die Wurzeln sind, als neue Faktoren geltend zu machen. In einer Sand-Wasserkultur können zeitlich und örtlich Änderungen auftreten, sich evtl. Mikrosphären um die Vegetationspunkte der Wurzeln bilden, wobei die lokale Versäuerung die Aufnahmemöglichkeit für gewisse Stoffe abändert, z. B. wird die Löslichkeit der Phosphate vergrößert.

Neben Wasserkulturen, Kulturen in Sand- und Zeolithmischungen, Sand- und Humusmischungen und dgl. verwenden wir die Kultur in Sand- und Bodenmischungen und in nur mit Boden gefüllten Töpfen. Da sind nun schon alle komplizierten Eigenschaften der verschiedenen Bodentypen mehr oder weniger im Spiele; ihr Austausch, ihre Pufferung, ihre mehr oder weniger komplizierte Zusammensetzung, wodurch ebensoviele

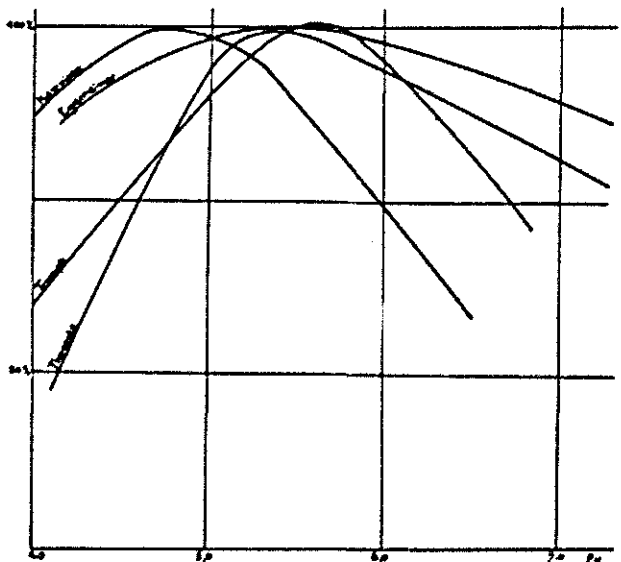


Abbildung 9 Ertragskurven bei steigendem pH für vier verschiedene Kartoffelklone (auf Sandboden)

unbekannte oder nicht ganz zu übersehende Faktoren mit in den Versuch eingeschaltet werden.

Vom Topfversuch unter geregelten äußeren Bedingungen, namentlich hinsichtlich Wasser (regenfrei unter Glasdach) und u. U. auch bei genau bestimmter Temperatur im Glashaus und unter künstlicher Beleuchtung mittels Neon- oder anderen Lampen, bzw. mit Lichtregelung durch Schattenschirme, kommen wir dann zu den mit Boden angefüllten Kästen im Freien, wobei Regen und sonstige klimatische Verhältnisse in ihren natürlichen Kombinationen einwirken; ihr Einfluß muß dann durch Wiederholung der Versuche in verschiedenen Jahren und unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen ausgeschaltet oder studiert werden. Auch der vertikale Wechsel des Kulturbodens beginnt hier eine Rolle zu spielen, indem wir eine Unterlage von Sand oder Untergrundboden und eine verschiedene Stärke der Krümmen-schichten wählen können.

Ein weiterer Schritt führt uns dann zum Feldversuch im Freien, wo alle Faktoren, die in der Praxis von Bedeutung sind, ins Spiel kommen. Nicht nur Untergrund und natürliche Wasserverhältnisse bringen hierbei Komplikationen mit sich, die im Kastenversuch methodisch beherrscht werden, sondern es liegt der Boden in seiner natürlichen Zusammensetzung, Struktur oder Schichtung vor; er ist nicht künstlich homogenisiert durch Sieben und gleichmäßiges Verteilen wie im Topf- oder Kastenversuch.

Der Feldversuch gibt uns nur Ergebnisse bestimmter Stellen, wovon andere Stellen desselben Feldes mehr oder weniger abweichen können und die für andere Felder oder für andere Gegenden nicht gelten. Auch gilt das Resultat nur für die Witterungsverhältnisse des einen Jahres. Eine mehrfache Wiederholung ist deshalb notwendig; diese hat sich in Düngungsfragen nach zwei Seiten hin entwickelt, und zwar zum einjährigen Versuch, der jedes Jahr an einer anderen Stelle angelegt wird, manchmal einer bestimmten Frucht folgend, z. B. jedes Jahr wieder ein Versuch mit steigenden Stickstoffmengen zu Weizen oder ein Kaliversuch zu Rüben; oder zum mehrjährigen (evtl. langjährigen), sog. statischen Versuch, wo die Teilstücke jedes Jahr wieder in derselben Weise behandelt werden und in aufeinander folgenden Jahren andere Früchte in der gewöhnlichen Fruchtfolge tragen.

Um für die verschiedenen Früchte rascher zu Ergebnissen zu kommen, hat man manchmal solche statische Versuche mit mehreren Wiederholungen angelegt, jede mit einer Frucht der üblichen Fruchtfolge, so daß man die Wirkung auf jede Frucht unter den bestimmten Witterungsverhältnissen eines jeden Jahres vergleichen kann.

Der statische Versuch gibt uns die Wirkungen bestimmter, längere Zeiträume gleichbleibender Düngungen, also auch ihre Nachwirkung, und daher im Laufe der Jahre auch die verstärkte Wirkung von Nebenbestandteilen oder die allmählichen Bodenveränderungen durch Basenentzug (Versäuerung) oder Basenzufuhr und von Anhäufungen (Reservebildung, Festlegung, Effekt von Anionen, wie Sulfat, Chlor usw.). Die Resultate eines statischen Versuches können aber nur als Ganzes gewertet werden; wie ein Nährstoff in einem bestimmten Jahre wirkt, z. B. ob Kalidüngung im vierten Jahre nützlich und lohnend ist, lehrt uns so ein Versuch nicht; denn „Kali“ und „ohne Kali“ liegen nicht auf gleichem Boden, sondern auf Böden, in denen vier Jahre lang Kalizufuhr bzw. nur Kalientzug stattgefunden hat. Zum Studium der direkten Wirkung eines Nährstoffes kann nur der einjährige Versuch dienen, wo die verschiedenen Düngungen auf gleichem Boden liegen. Will man den Einfluß des Nährstoffzustandes des Bodens kennenlernen,

so soll man den einjährigen Versuch mehrmals auf Parzellen verschiedenen Nährstoffzustandes wiederholen, seien sie nun willkürlich auf verschiedenen Feldern ausgewählt und durch eine Bodenuntersuchung charakterisiert oder seien sie — aber dies ist wohl meistens zu umständlich — durch Vorbehandlung auf einen bestimmten Nährstoffzustand gebracht. Das heißt also, man sollte ein Feld zuerst einige Jahre lang durch Düngung in einer bestimmten Richtung anreichern oder verarmen lassen und kann dann — durch Objekte „mit“ und „ohne“ bzw. durch gestaffelte Düngergaben — prüfen, ob und wie die Düngung wirkt.

Die kurze Besprechung der Frage — mehrjährige statische oder einjährige Versuche? — schien mir von Wichtigkeit, weil vielfach der Standpunkt vertreten wird, daß eine dieser beiden Versuchsanstellungen den Vorzug verdient; dabei dürfen sich oft die statischen Versuche, mit historischen Lorbeeren bekränzt, besonderer Vorliebe und Verehrung erfreuen. Meines Erachtens kann das Urteil nur sein: beide Formen sind unumgänglich nötige Hilfsmittel zur Lösung des Problems; man bedarf sie beide nebeneinander. Vor Trugschlüssen, die so oft aus statischen Versuchen gezogen werden, sollte aber immer wieder gewarnt werden; denn man kann im zehnten Jahre nicht sagen, daß z. B. Kali wieder gewirkt und 10 oder 15 % Mehrertrag gegeben hat; man weiß doch nicht, was die Parzelle geliefert hätte, wenn man nach 10jähriger Kalidüngung das Kali einmal weggelassen hätte, ebensowenig, wie man weiß, was eine Kalidüngung erzielen würde auf den Parzellen,



Abbildung 10 Rechenabteilung der Zuckerverfuchstation in Pasoeroean, Java

die zehn Jahre kein Kali erhielten. Solche Parzellen sind aber nicht im Versuch vertreten. Dies kann nur entschieden werden, wenn ein Feld 10 Jahre lang Kali (oder zehn Jahre lang kein Kali) erhalten hat und nun einjährig mit den nötigen Wiederholungen „mit Kali“ und „ohne Kali“ verglichen wird.

Die Wasserkultur, in der wir so vieles in der Hand haben, kann uns zwar bestimmte Verhältnisse ganz deutlich und klar aufzeigen; aber noch neuerdings brachte uns die Fachliteratur instruktive Beispiele^{*)}, wie bestimmte Gesetzmäßigkeiten, die in Wasserkulturen gefunden wurden, in Topfversuchen

^{*)} Siehe z. B. Sokolow, „Die Phosphorsäure“ 2 (1933), S. 65. Über die Verfügbarkeit von tertiären Kalziumphosphaten unter dem Einfluß von physiologisch sauren Stickstoffdüngern, wie schwefelsaurem Ammoniak.

mit Boden sozusagen weggepuffert wurden und gar nicht mehr in Erscheinung traten. Der Feldversuch steht unter unseren Methoden unzweifelhaft den praktischen Verhältnissen am nächsten und ist unerlässlich. Was bedeutet es nun, wenn z. B. eine bestimmte Bodenuntersuchung einen größeren oder geringeren Parallelismus zeigt mit irgend einer anderen Methode, z. B. mit der nach Neubauer oder nach Mitscherlich? So anerkannt nützlich diese beiden Methoden, jede für bestimmte Fragestellungen, bei landwirtschaftlichen Untersuchungen auch sind, als allgemeine Vergleichsmethoden sind sie natürlich unzureichend. Die Bodenanalyse oder jede andere Methode kann nur richtig und zuverlässig erprobt werden an dem Feldversuch. Dies wird, wie mir scheint, in Europa noch nicht allgemein anerkannt und angewandt, was wohl darauf beruht, daß man den Feldversuch nicht richtig, d. h. nicht in genügender Zahl ausführt. In großzügiger und bahnbrechender Weise wird er von der Zuckerversuchstation in Pasoeroean durchgeführt; eine kurze Beschreibung der gewaltigen Arbeit, die von der Zuckerplantagenindustrie auf Java auf diesem Gebiet geleistet worden ist, kann vielleicht Anregungen geben.

Auf einem Areal von rd. 200 000 ha wurden von etwa 175 Zuckerplantagen in den Jahren 1928—1932 rd. 16 400 Feldversuche angelegt, wobei 10—12fache Wiederholung gefordert wurde. Darunter waren jährlich mehr als tausend Versuche zum Vergleich neuerer mit älteren Varietäten (Klonen) und eine noch größere Zahl Düngungsversuche, meistens um die optimale Gabe schwefelsauren Ammoniaks festzustellen, aber auch um manche andere Frage zu klären. Kali wurde auf den reichen Böden wenig gebraucht. Als aber in den Jahren 1928—1929 die Frage aufgeworfen wurde, ob nicht bestimmte Erscheinungen durch Kalidüngung behoben werden könnten, wurden im Jahre 1930 141, 1931 607 und 1932 276 Kalidüngungsversuche angelegt, so daß diese Frage in drei Jahren mittels 1024 Ver-

suchen (bei allen zehnfache Wiederholung einer zwischen 3 und 12 schwankenden Zahl von Objekten!) geklärt und die Kalidüngung, wo nötig, rationell gegeben werden konnte. Selbstverständlich mußten für eine solche Arbeit spezielle Methoden ausgearbeitet werden; Abb. 10 zeigt die Rechenabteilung, in der Javaner beschäftigt sind, das umfangreiche Versuchsmaterial zu sichten und für zusammenfassende Bearbeitung fertigzustellen. Es können auf diese Weise die zufälligen Faktoren, die in einem Versuchsfeld auftreten, ausgeschaltet und durch Kombination nach Bodentypen oder sonstigen Verhältnissen gar manche Einzelheiten herausgeschält werden.

In dieser Weise gehandhabt, wird der Feldversuch zu einem mächtigen Hilfsmittel und nimmt, weil er die größere Zahl von Faktoren umfaßt und der praktischen Wirklichkeit am nächsten steht, die bevorzugte Stelle unter den Untersuchungsmethoden ein, die ihm gebührt. Es scheint mir, daß in Europa die Arbeit nach dieser Richtung noch bedeutend ausgebaut werden könnte. Feldversuche werden zwar viele angestellt; in Holland jährlich viele Hunderte auf dem Gebiet der Düngung, und in Deutschland mit seinen Versuchsringen wahrscheinlich Tausende. Eine zweckmäßige Organisation im Aufbau der Versuche und eine planmäßige Verarbeitung der Resultate würden aber auch hier dieses Hilfsmittel an den richtigen Platz bringen. Nur wenn wir die Hilfsmittel und Methoden, die zu unserer Verfügung sind, richtig verstehen und kunstgerecht handhaben, werden wir die unzähligen Faktoren zu unserem Nutzen zusammenfassen und beherrschen können. Die Schulung des landwirtschaftlichen Fachmannes soll so sein, daß er die Verzweigung des ganzen Problems und den Zusammenhang zwischen den vielen Faktoren versteht — und doch wird man sich nur durch Beschränkung den Meistertitel erwerben, indem man konkrete Probleme, praktisch abgegrenzt, herausgreift und mit den richtigen Hilfsmitteln bearbeitet.

Landwirtschaftliche Bilder aus Nah und Fern 272

Fern 272

Bauernhäuser
in Nord-Holland

Im Anschluß an den Vortrag von de Vries bringen wir mit den Abbildungen 11—14 noch einige Ansichten von holländischen Bauernhäusern

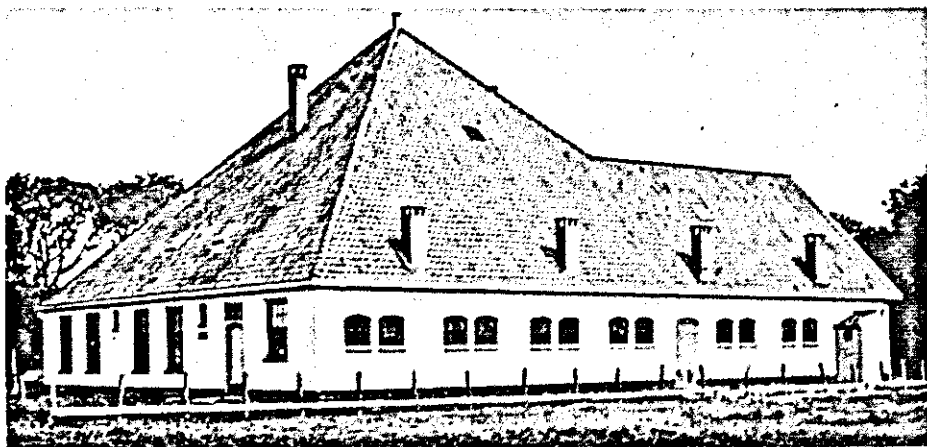
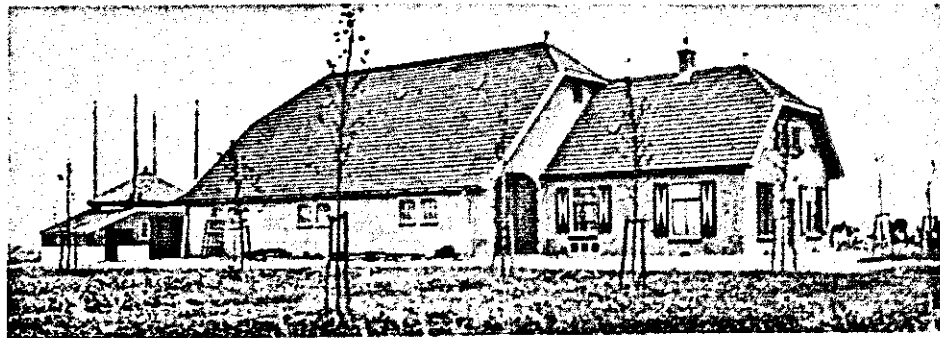


Abbildung 11



Neue Bauernhöfe
aus der Provinz
Groningen

Abbildung 12



Bauernhof
aus der Provinz Friesland,
Holland

Abbildung 13

Alter Bauernhof
aus der Provinz Drenthe,
Holland

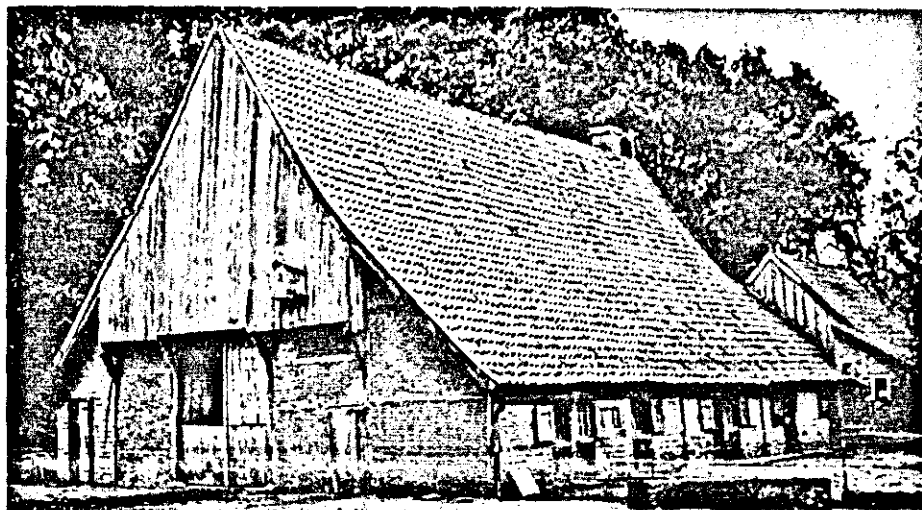


Abbildung 14

REFERATE

Überdüngung bis zur Ertragsdepression

Prof. Dr. Mitscherlich und A. Kuhnke, Königsberg/Pr.
Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, B. 13. Jahrgang, Heft 4/1934, Seite 151.

In der landwirtschaftlichen Praxis findet man nicht selten die Ansicht vertreten, daß man durch Überdüngung Ertragsminderungen verursacht. Um zu prüfen, ob eine Überdüngung mit Kali und Phosphorsäure schädliche Folgen hat, wurden von dem Institut für Pflanzenbau der Universität Königsberg zwei Jahre hindurch Feldversuche durchgeführt, und zwar das erste Jahr mit kleiner Gerste, das zweite Jahr mit Kartoffeln. Diese Versuche wurden mit je 7 verschiedenen hohen Gaben der betr. Düngemittel, und zwar einmal mit Kali als 40er Kalidüngesalz, dann mit Kali als schwefelsaurem Salz und endlich mit Phosphorsäure als Superphosphat angestellt.

Der Boden war im ersten Jahre bei den Gerstenversuchen ein milder Leimboden (pH = 6,2); die Grunddüngung betrug für die Kalireihen 2 dz/ha schwefelsaures Ammoniak und 2 dz/ha Superphosphat; für die Phosphorsäurereihe: 2 dz/ha schwefelsaures Ammoniak und 2 dz/ha 40er Kalidüngesalz. Die Erträge an kleiner Gerste zeigen die folgenden Zahlentafeln:

Ertragsdepressionen durch Kali konnten nur bei der höchsten Gabe von 40er Kalidüngesalz festgestellt werden, d. h. bei einer Gabe von 64 dz/ha, welche für die praktische Landwirtschaft nie in Frage kommen kann!

Versuchsreihen 1932 mit kl. Gerste

Kali-gaben in dz/ha	40er Kalisalzt dz/ha	Erträge in dz/ha		Schwefel- saures Kali dz/ha	Erträge in dz/ha	
		Gesamt	Korn		Gesamt	Korn
0	0	52,9 ± 3,5	25,2 ± 1,7	0	49,2 ± 1,4	25,5 ± 0,8
0,8	2	55,8 ± 1,9	26,3 ± 0,8	1,67	49,6 ± 1,2	24,6 ± 0,6
1,6	4	58,8 ± 1,4	24,6 ± 0,4	3,33	54,3 ± 1,4	26,0 ± 0,9
3,2	8	59,1 ± 2,1	28,3 ± 0,6	6,67	55,8 ± 1,4	26,2 ± 0,4
6,4	16	58,5 ± 2,8	29,0 ± 1,5	13,33	55,8 ± 3,1	28,4 ± 1,5
12,8	32	56,7 ± 2,6	29,0 ± 1,1	26,67	59,3 ± 1,9	28,2 ± 0,7
25,6	64	32,5 ± 2,1	15,5 ± 0,9	53,33	59,1 ± 2,1	29,3 ± 1,0

Phosphor- säuregaben dz/ha	Super- phosphat dz/ha	Gesamterträge in dz/ha	Kornerträge in dz/ha
0	0	52,9 ± 1,4	25,6 ± 0,4
0,36	2	54,6 ± 0,9	26,0 ± 0,6
0,72	4	57,4 ± 2,6	27,0 ± 1,2
1,44	8	56,9 ± 1,4	27,1 ± 0,3
2,88	16	56,9 ± 1,4	26,8 ± 0,6
5,76	32	54,8 ± 1,2	29,0 ± 0,5
11,52	64	61,2 ± 2,3	30,2 ± 1,1

Es ist dagegen nicht gelungen, selbst mit den hohen Gaben von 64 dz/ha Superphosphat Ertragsdepressionen zu erzielen.

Bei den Kartoffelversuchen des zweiten Jahres lag ein milder, humoser, lehmiger Sandboden mit eisen-schüssigem Untergrund (pH = 5,6) vor; die Grunddüngung für die Kartoffeln betrug 3 dz/ha schwefel-saures Ammoniak und 4 dz/ha Superphosphat für die Kalireihen und 3 dz/ha schwefelsaures Ammoniak und