

Wasserkapazität ständig etwas ab. Die Ertrags-Unterschiede zwischen Böden mit verschiedenem Wassergehalt (aber bei gleicher Farbe) waren sehr gross. Mit der stufenweisen Erhöhung der Wassergabe erhöhten sich die Pflanzen-Erträge bedeutend. Der Wirkungsfaktor betrug dabei in jedem Falle 0,23.

3. Einem dunkeln Boden ist somit gegenüber einem hellen der Vorzug zu geben. Die Wirkung der dunklen Farbe eines trockenen Bodens bleibt hinter der Wirkung eines mit Wasser gesättigten Bodens zurück. Die grössten Erträge erzielt man bei dunkler Farbe und voller Wasser-Kapazität des Bodens, wenn die andern erforderlichen Wachstums-Faktoren in genügendem Masse vorhanden sind.

Ich benütze die Gelegenheit, Herrn Professor Dr. MITSCHERLICH für die Ueberlassung des Themas und die Anleitung zu seiner Bearbeitung meinen ergebensten Dank auszusprechen.

LITERATUR.

(1) MITSCHERLICH, Bodenkunde, 4. Aufl., 1923. - (2) SCHÜBLER, Grundsätze der Agrikulturchemie II, 1834. - (3) WOLLNY, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik Band I, IV, IX, XIX, XX. - (4) SCHATTNER, Über den Einfluss der Farbe auf das Produktionsvermögen unserer Kulturpflanzen. Diss. 1923. - (5) KERNER, Über Wanderungen des Maximums der Bodentemperatur, in Zeitschr. d. Österr. Gesellsch. f. Meteorologie VI, 1871. - (6) LORENZ, Handbuch der Klimatologie, Wien 1874.

Differenzdüngungen mit schwefelsaurem Ammoniak bei Cruciferen, Cerealien und Leguminosen mit besonderer Berücksichtigung der im Boden vor- handenen Stickstoffmenge.

Von PAUL STOEPPEL (Königsberg Pr.).

I. EINFÜHRUNG.

Schon in frühesten Zeiten war es bekannt, dass Angehörige verschiedener Pflanzenfamilien, unsere heutigen Leguminosen oder Hülsenfrüchte, die Fähigkeit haben, auch auf nährstoffarmen Böden zu wachsen, ja diese unter Nährstoff-Anreicherung zu verlassen. Diese Kenntnis hatte nach SAUSSURE (1) schon PLINIUS und die in damaliger Zeit auf höchster Kulturstufe stehenden Ägypter, die sie den Griechen u. diese dann wieder den Römern übermittelten.

Auch in Deutschland war diese "bodenverbessernde" Wirkung der Leguminosen schon frühzeitig bekannt, und der Anbau dieser Pflanzen ist deshalb von jeher geübt worden. So unterschied man in der praktischen Landwirtschaft ganz mit Recht bodenbereichernde Pflanzen, Leguminosen, und bodenverarmende Pflanzen, Getreidearten etc.

Bei der Erforschung der Grundlage dieser praktischen Beobachtung gelangte man erst dann zu einem Resultat, als der verdienstvolle Forscher und Landwirt SCHULTZ-Lupitz (2) die Frage untersuchte. Seine Behauptung, dass trotz allen Zweifeln und negativen Versuchs-Resultaten die Leguminosen doch in der Lage sein müssten, den Stickstoff der Luft auszunützen, hielt er gegen alle Anfeindungen und Kritiken aufrecht und belegte sie mit den Ergebnissen seiner Wirtschaft, de-

ren Beweiskraft so zwingend war, dass er ein in der Wissenschaft allgemein anregendes Interesse auf die Klärung dieser Frage lenkte.

Wo SCHULTZ anfang, bauten HELLRIEGEL und WILLFAHRT (3) weiter; sie legten gemeinsam den Grundstein unserer heutigen Anschauungen auf diesem Gebiete. WAGNER (4), HILTNER, STUTZER, NOLL und noch eine grosse Reihe anderer Forscher haben sich gleichfalls um diese Frage sehr verdient gemacht und ein umfassendes und wertvolles Material der Wissenschaft einverleibt.

Nachstehende Arbeit zeigt gleichfalls Stickstoff-Differenzdüngungen verschiedener Kulturpflanzen mit Berücksichtigung der im Boden vorhandenen Stickstoffmenge ("b"), (5). Ich lasse zunächst die Vorarbeiten zu dem Versuch, die Bestellung, darauf die Schilderung der Vegetation erfolgen, um mich dann dem Hauptteil der Arbeit, den Ernte-Ergebnissen, zuzuwenden.

II. VERSUCHSANSTELLUNG.

Der zur Ausführung des Versuches angewandte, sandige Lehm Boden stammte von dem im Samland gelegenen Gute Quanditten. Bei einer im Jahre zuvor angestellten Pflanzenphysiologischen Untersuchung reagierte er stark auf Stickstoff und erfüllte somit die zur Versuchsanstellung gehörenden Vorbedingungen. Nach seinem Eingang wurde er durch ein Maurersieb geworfen, um ihn von Steinfragmenten, Quecke und anderen Verunreinigungen zu säubern, und dann mehrmals gut durchgestochen, um eine möglichst gleichmässige Beschaffenheit zu erzielen. Hierauf erfolgte die Entnahme einer Bodenprobe mittels des GERSONSchen Bohrstockes zur Bestimmung der Trockensubstanz des Bodens, die nach dem Verfahren von MITSCHERLICH (6) ausgeführt wurde. Die beiden entnommenen Proben ergaben folgenden Wassergehalt: I. = 13,8%, II. = 13,9%, im Mittel = 13,85% Wasser.

Die zu den Versuchen angewandten Gefässe wurden vom Landwirtschaftlichen Institut, Abteilung für Pflanzenbau, zur Verfügung gestellt. Es waren 115 nummerierte, einfarbig braune, glasierte Tongefässe mit durchlöcherter Rosten von gleicher Beschaffenheit. Sie hatten eine Oberfläche von 318 qcm und eine Höhe von 25 cm.

Um die Wirkung des einen Wachstumsfaktors N feststellen zu können, ist es notwendig, alle andern inclusive Wasser gleichzusetzen. Zu diesem Zweck wurden die vorgesehenen Gefässe auf ein gleiches Gewicht gebracht. Das schwerste unter ihnen mit dem Gewicht von 8130 g wurde als Norm angenommen und das Mindergewicht bei den anderen mit nicht porösen Quarzsteinen ausgeglichen.

Am 26. und 27. April wurden die Gefässe gefüllt. Auf einer Dezimalwaage wurden 10 kg lufttrockener Boden abgewogen und dann in eine Emailwanne geschüttet. Hier wurde dem Boden in allen Fällen die Grunddüngung und in den vorgesehenen die gesteigerten Stickstoffmengen zugegeben, die mit ihm innig durchgemischt wurden. Dann wurde er in die Gefässe gefüllt, wobei er nach Möglichkeit gleichmässig leicht festgedrückt wurde.

Die Grunddüngung bestand aus 10 g Thomasmehl (mit 2 g zitratlösl. Phosphorsäure) und aus 3 g, in 50 ccm destill. Wasser aufgelöstem Kaliumsulfat. Die Stickstoff-Differenzdüngungen (bezeichnet mit I - V) wurden in Form von schwefelsurem Ammoniak (gleichfalls in destill. Wasser aufgelöst) gegeben und bestanden aus:

Düngung I	0,00 g	Ammonsulfat
"	II ..	0,30 "	"
"	III	0,75 "	"
"	IV	2,00 "	"
"	V	5,00 "	"

Es gehörten somit zu jedem Versuch 5 verschiedene mit Stickstoff gedüngte Gefässe. Da aber ganz gleich angestellte Versuche in den seltensten Fällen gleiche Resultate ergeben, ist es zweckmässig, mehrere Kontrollversuche anzustellen, aus deren Ergebnissen man den Beobachtungsfehler des Mittelwertes feststellen kann. Bei diesen Versuchen sind für 4 Versuchspflanzen je 4 Kontrollversuche und für weitere 3, da der Boden sonst nicht ausreichte, nur je 3 Kontrollversuche angestellt worden.

Es wurden zuerst alle Gefässe der ersten 4 Versuchspflanzen mit der Düngung

II, dann mit der Düngung III etc., und zum Schluss die mit der Düngung I gefüllt. Beim Übergang des Mischens des Bodens mit der Völldüngung V zur Düngung I (ohne Stickstoff) wurde versehentlich vergessen, die Hände zu waschen. Auf diese Weise ist eine unbeabsichtigte Stickstoff-Düngung der ersten Gefässe mit der Düngung I zustande gekommen, die sich im Laufe der Vegetationszeit ganz deutlich bei den betreffenden Pflanzen (Hafer) bemerkbar machte. Die verschleppten Stickstoffmengen sind rechnerisch erwiesen und später angeführt.

Die weiteren 45 Gefässe der anderen 3 Versuchspflanzen wurden in gleicher Weise gemischt. Der besagte Fehler wurde hierbei vermieden! Alle fertig gefüllten Gefässe wurden dann in einem Versuchsgarten des Landwirtschaftlichen Instituts aufgestellt und mit den dazu gehörigen Ton-Untersätzen abgedeckt.

Um die absolute Wasserkapazität des Versuchsbodens festzustellen, wurden 2 weitere, in gleicher Weise gefüllte Gefässe, die hernach nicht weiter zum Versuche verwendet wurden, so lange mit Wasser begossen, bis es gleichmässig durch die Roste sickerte. Nach einigen Stunden wurde das Übergiessen wiederholt. Sobald das Sickerwasser abgelaufen war, wurden die Gefässe gewogen. Das Mittel der hierbei gefundenen Gewichte, die aus Gefäss + Boden + Wasser bestanden, betrug 20,4 kgr und diente als Sollgewicht bei den späteren Wassergaben.

Als Versuchspflanzen wurden folgende gewählt:

	Keimfähigkeit in Prozenten.
1. Senf (<i>Sinapis alba</i>)	89 %
2. Gerste (<i>Hordeum distichum</i>)	95 %
3. Hafer (<i>Avena sativa</i>)	96 %
4. Zucker-Moorhirse (<i>Sorghum saccharatum</i>)	82 %
5. Pferdebohnen (<i>Vicia Faba</i>)	95 %
6. Erbsen (<i>Pisum sativum</i>)	95 %
7. Klee (<i>Trifolium pratense</i>)	90 %

Ausser Senf und Klee wurden die Saaten mit Uspulun (2,5 g Uspulun in 1 l Wasser) nach dem Tauchverfahren gebeizt.

III. VEGETATIONS-OBSERVATIONEN.

Am 30. April erfolgte die Einsaat des Hafers, am 1. Mai die der Bohnen und am 2. Mai die der anderen Saaten. Um einen gleichmässigen Weiten-Abstand und gleichmässige Tiefe der Saaten zu erreichen, wurden mit einem Pflanzbrett, das mit 25 Holzzapfen versehen war, die Saatlöcher markiert. In jedes der 25 Löcher waren bis auf Senf und Klee 2, von diesen letzteren 4 Samen gelegt, sodass 50 resp. 100 Samen ausgelegt waren. Die Seitenwände der Saatstellen wurden dann leicht zgedrückt und die eingesäten Gefässe täglich schwach angegossen. In den folgenden Tagen liefen Klee, Senf, Erbsen und Bohnen gleichmässig auf, Hafer und Gerste dagegen nur vereinzelt und unregelmässig, was auf einen wenige Tage nach dem Einsäen gefallenen, starken Regen zurückzuführen ist, wodurch die Keimfähigkeit grösstenteils verloren ging. Die Einsaat dieser beiden Versuche wurde deshalb mit der Pinzette aus dem Boden entfernt und alle 40 Gefässe wurden am 15. Mai noch einmal, jetzt mit je 75 Körnern derselben Pflanzen, besät, die dann am 21. gleichmässig und gut aufliessen. Von der Zucker-Moorhirse waren 14 Tage nach den Einsäen immer noch keine Samen aufgelaufen; deshalb wurden zur Sicherheit im Gewächshaus in abgedeckten Glasschalen Samen zu Keimlingen herangezogen und diese beim Einsetzen gleichmässig auf die Gefässe verteilt. Infolge der nicht genügend warmen Witterung (nach KRAFFT (7) beansprucht Zucker-Moorhirse 2050 - 2550° C.) kümmernten aber sämtliche Pflanzen, die in den ersten Junifagen bis auf 8 herangezogen waren, und ich entfernte diese samt den nicht aufgegangenen Samen, um gebeizte, vorgequollene Lupinen-Samen an deren Stelle einzusäen (2 mal 25 = 50 Samen pro Gefäss), die am 10. Juni gleichmässig aufliessen.

Sobald die Pflanzen genügend entwickelt waren und der Bestand gesichert erschien, wurden sie bei den Bohnen, Erbsen und Lupinen bis auf 15, beim Senf, Hafer und Gerste bis auf 35 und beim Klee bis auf 25 pro Gefäss verzogen. Diese

Zeit fiel in die zweite Hälfte des Mai und Anfang Juni. Später aufgelaufene Pflänzchen wurden entfernt, sodass nur der vorher erwähnte Bestand verblieb. Ferner wurden die Böden von Erbsen, Bohnen, Klee und später Lupinen, um ein Fehlen der für die Leguminosen wichtigen Bakterien zu verhindern, mit SIKONS Azotogen geimpft.

Nach dem Verziehen wurden die Gefässe, die bisher nach der laufenden Nummer gestanden hatten, so gestellt, dass sie zum Zweck geringerer Beschattung dem Grössenwachstum nach angeordnet (Klee vor Erbsen, Hafer vor Bohnen etc.) und ferner auf Lücke standen; gleichzeitig erfolgte die Zusammenstellung der ersten Gefässe eines jeden Kontrollversuches. Von jetzt ab wurde den Pflanzen das Wasser nach Gewicht einmal täglich, erforderlichenfalls zweimal täglich zugegeben. In der ersten Zeit erhielten sie Quantitäten von 70% des vorher erwähnten Sollgewichtes von 20,4 kg, die im weiteren Verlaufe bis auf die des vollen Wasserkapazitäts-Gewichtes + Pflanzensubstanz gesteigert wurden. Die Verdunstung war ganz verschieden und richtete sich in erster Linie nach der Witterung, dann nach der Art der Pflanzen und schliesslich bei den Cerealien und Senf nach dem in den Gefässen befindlichen verschiedenen Pflanzenbestand. Die Zeit vom 12. - 24. VI. und 1. - 4. VII. wies derartige Niederschlagsmengen auf, dass die Gefässe bis zur vollen Wasserkapazität gesättigt waren und das durchgelaufene Sickerwasser die Untersätze zu füllen begann. Um das Verlorengelien von darin möglicherweise gelösten Stickstoffmengen zu vermeiden, wurde das Sickerwasser in Glasflaschen gegossen, die der Anzahl der Vegetationsgefässe entsprachen, und später dem Boden nach Bedarf zurückgegeben.

Während dieser nasskalten Zeit wurden die Lupinen ins Gewächshaus gebracht, um sie über die Gefahren des ersten Wachstums-Stadiums hinwegzubringen, und um sie in ihrer Entwicklung möglichst zu begünstigen.

Alle übrigen Pflanzen wurden in den Tagen zuvor aufgebunden, um sie vor der Gefahr des Knickens zu schützen. An stürmischen Tagen wurden die Gefässe von den Bänken auf die Erde gestellt. Trotzdem konnte das Knicken einiger Bohnenpflänzchen nicht verhindert werden, deren Turgor aber durch Schienen erhalten blieb, sodass sie sich weiter entwickelten und ausreiften.

Aufschluss über den Eintritt in die Blütezeit und die andern Entwicklungsphasen gibt nachfolgende Tabelle:

Tabelle 1.

Pflanzenart	Einsaat	Aufgang	Schossen	Blüte	Ernte
Senf	2.V.	7.V.		21.VI.	15.VIII.
Gerste	15.V.	21.V.	11.VII.	14.VII.	15.VIII.
Hafer	15.V.	21.V.	19.VII.	21.VII.	1.IX.
Klee, I. Schnitt	2.V.	7.V.		26.VII.	15.VIII.
Erbsen	2.V.	8.V.		9.VII.	1.IX.
Bohnen	1.V.	11.V.		6.VII.	27.X.
Lupinen	5.VI.	10.VI.		10.VIII.	29.X.

Was nun die ferneren Vegetationsbeobachtungen anbelangt, so lässt sich allgemein sagen, dass die Gramineen wie auch Senf und die Leguminosen - die letzteren allerdings nur in der ersten Zeit - ein gleich freudiges Wachstum zeigten, das sich bei den beiden erstgenannten durch die gesteigerten Stickstoff-Gaben proportional erhöhte. Je stärker diese waren, desto stärker die Bestockung und ihr Blattreichtum, desto intensiver ihre grüne Farbe, desto länger ihre Ähren resp. ihre Schoten bei Gerste und Senf und desto voller die Rispen beim Hafer. Im weiteren Verlauf der Vegetation liess sich dann ein immer deutlicher werdender Unterschied bei den einzelnen Düngungsgruppen der Cruciferen und Cerealien erkennen. Bei den Düngungsgruppen der Leguminosen schienen einige Zeit hindurch gleichfalls Unterschiede im Grössenwachstum vorhanden zu sein, die später immer

mehr bis auf die vom Klee verschwanden. Hier waren sie in den ersten Vegetationswochen sehr deutlich erkennbar und verblieben, wenn auch abgeschwächt, bis zur Zeit der Ernte. Der vermehrte Blütenansatz der stärker gedüngten Gefässe des I. Schnittes wurde von denen mit geringeren Stickstoffgaben bis zur Ernte nicht mehr erreicht.

Wie ich vorher schon erwähnte, glich sich das Wachstum bei den Bohnen und Erbsen allgemein aus. Bei den Lupinen waren selbst in den ersten Vegetationswochen keine sichtbaren Unterschiede im Wachstum wahrzunehmen. Es ist dies wohl darauf zurückzuführen, dass sie durch die Treibhausluft des Gewächshauses ein bedeutend schnelleres Wachstum durchmachten als die anderen Pflanzen.

Trotz den getroffenen Vorkehrungen war es nicht möglich, Schädlinge und Krankheiten von den Pflanzen vollkommen fern zu halten. So litten alle unter der grünen Blattlaus (*Siphonophora cerealis*) und später die Bohnen und Hafer unter der schwarzen (*Aphis viciae*). Durch fortgesetztes Behandeln mit Parasitol und mechanische Entfernung ist eine stärkere Einwirkung auf die Pflanzen verhindert worden. Beim Hafer und Gerste fanden sich ferner die Rost-Arten *Puccinia glumarum* und *Puccinia graminis*, bei den Bohnen und Erbsen *Uromyces Phaseoli* resp. *Uromyces Pisi*. Die von den letzteren befallenen Blättchen wurden in der ersten Zeit entfernt, bis sich ihre Ausbreitung auf diesen bei den Versuchsreihen verallgemeinerte. Im Gefäss nr. 336 starben drei Bohnenpflänzchen Ende Mai ab; eine diesbezüglich angestellte Untersuchung ergab, dass sie vom Drahtwurm (*Agriotes seget.*) befallen waren. An ihre Stelle wurden 3 gesunde Pflänzchen gesetzt, was aber nicht ohne Einfluss auf das Ernte-Ergebnis blieb (Anhang, Tabellen XV und XVI).

Bei den Lupinen trat in der 8. Vegetationswoche, kurz vor der Blüte, ein Absterben der Stengel (*Cryptosporium leptostromiforme*) ein. Die feuchtwarme Witterung jener Zeit begünstigte sehr die Ausbreitung dieser Erscheinung, sodass ein sofortiges Entfernen der befallenen Pflanzen dem weiteren Ausbreiten der Krankheit keinen Einhalt bieten konnte. Nach den Angaben von SORAUER (8) ist als Ausgangspunkt dieser Krankheit der Boden selbst anzusehen, da deren Pilze lange Zeit darin virulent sind. - Am 4.VIII. und 8.VIII. wurden die kranken Pflänzchen entfernt und die Anzahl der gesunden ausgeglichen, sodass in jedem Gefäss 10 gesunde Pflanzen vorhanden waren. Über den weiteren Verlauf der Erscheinung gibt Tab. XVII und XVIII im Anhang Aufschluss.

Schliesslich wäre unter diesem Gesichtspunkt der Vogelfrass noch zu erwähnen, unter dem 2 Hafer- und 1 Gerstengefäss geringen Schaden erlitten, sodass keines von diesen von der Berechnung ausgeschlossen werden musste.

IV. ERNTE.

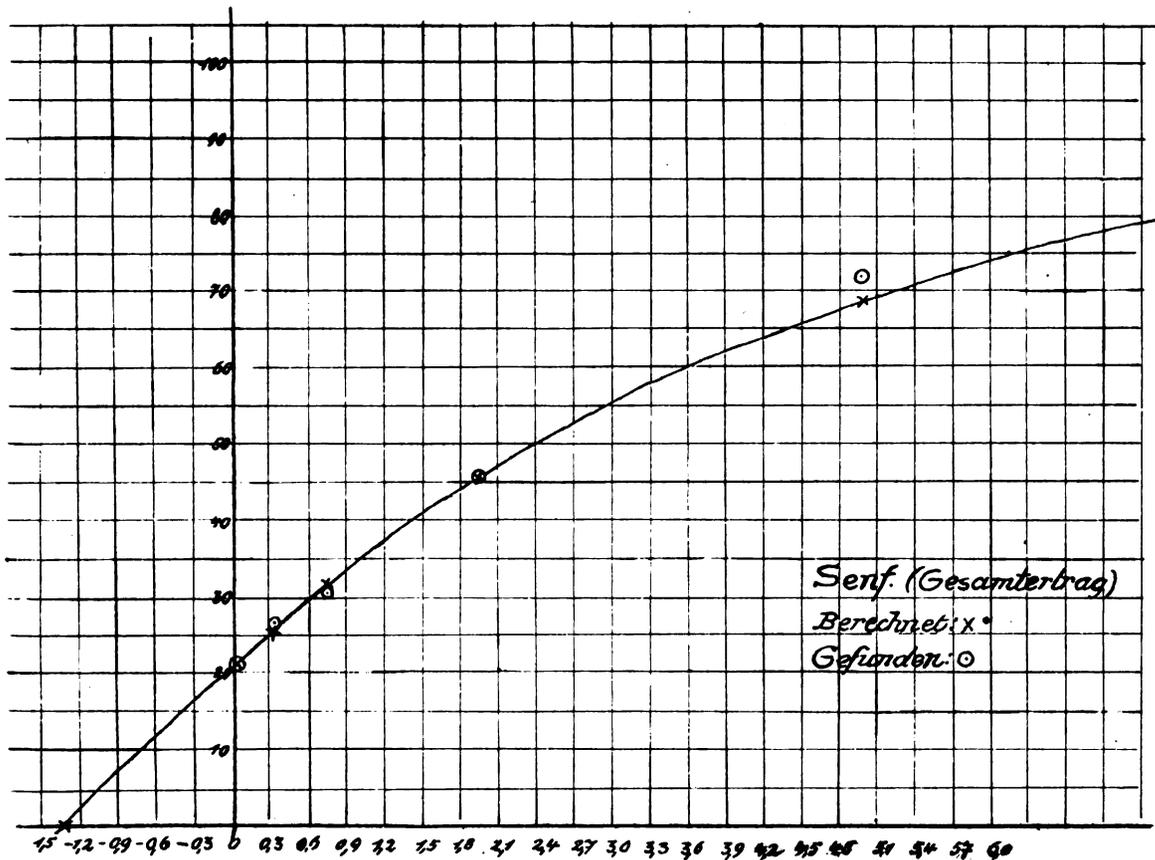
Die Ernte zog sich infolge der ungünstigen Witterung sehr in die Länge. Am 15. August wurden Senf, Gerste und I. Kleeschnitt, am 1. September Hafer und Erbsen, am 27. Oktober die Bohnen und am 29. die Lupinen und der II. Kleeschnitt geerntet. Bei allen Gewächsen wurden zur Beschleunigung der Reife die Wassergaben mehrere Tage vorher eingestellt. Bei Gerste, Hafer, Erbsen und Bohnen wurde zwischen Korn resp. Frucht und Stroh eine getrennte, bei den andern eine Gesamternte vorgenommen, um dann gesondert in Blechkästen im Trockenschrank bei einer Temperatur von 100° C. 24 Stunden lang gedörft und darauf gewogen zu werden.

Aus den Ergebnissen der 4 resp. 3 Parallelversuche wurde bei den Berechnungen Mittel gebildet und der wahrscheinliche Fehler derselben berechnet. Die Erträge von Senf, Gerste, Hafer und Klee folgen dem MITSCHERLICHschen (9) Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren $\log(A - y) = \log A - c(x + b)$, worin "b" die im Boden vorhandene Menge des jeweiligen Düngemittels - in diesem Falle schwefelsaures Ammoniak - bedeutet. Der Wirkungswert des schwefelsauren Ammoniaks für dz/ha (10) ist 0,025 und für g/318 qcm (Oberfläche der benützten Gefässe) =

$$\frac{0,025 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 10000}{100 \cdot 1000 \cdot 318} = 0,0786.$$

Auf physiologischem und mathematischem Wege lässt sich die im Boden vorhandene Düngermenge ("b") mit Hilfe der vorstehenden Formel finden, aus der sich für

$b = \frac{\log a - \log (A - y_0)}{c}$ ergibt; hierin ist A = Höchstertrag, y_0 = Anfangsertrag und c = Wirkungswert des jeweiligen Düngemittels zu setzen.



Aus den nachfolgenden, gefundenen Mittelwerten der Senf-Erträge ist "b" = 1,313 g/318 qcm oder 4,13 dz/ha gross. Da alle angewandten Kulturen auf demselben gut durchgemischtem Boden unter gleichen Bedingungen gewachsen sind, so müssen sie auch in den in jedes Gefäss gefüllten 10 kg Boden eine gleiche Menge Stickstoff vor der Versuchsanstellung zur Verfügung gehabt haben. Diese Annahme ist durch Rechnung, soweit sie sich anstellen liess, bestätigt worden, was aus den nachfolgenden Auszügen der Tabellen I - V (Anhang) ersichtlich ist:

=====

Tabelle II. Senf.

g / 318 qcm			dz / ha		
x	y gefunden	y berechnet	x	y gefunden	y berechnet
0,00	21,27 ±0,23	21,27	0,00	66,88 ±0,66	66,9
0,30	25,60 ±0,60	25,44	0,94	80,56 ±1,85	80,00

130. Stoepel, Differenzdüngungen mit schwefelsaurem Ammoniak.

Tabelle II, Senf, cont.

g / 318 qcm			dz / ha		
x	y gefunden	y berechnet	x	y gefunden	y berechnet
0,75	30,83 ±0,38	31,32	2,36	96,96 ±1,20	98,5
2,00	45,37 ±1,02	45,32	6,29	142,67 ±2,54	142,5
5,00	71,26 ±0,80	68,43	15,72	224,09 ±1,17	215,2

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:
 $g / 318 \text{ qcm } \log (100,49 - y) = \log 100,49 - 0,0789 (x + 1,313)$; $dz / \text{ha } \log (316 - y) = \log 316 - 0,025 (x + 4,13)$.

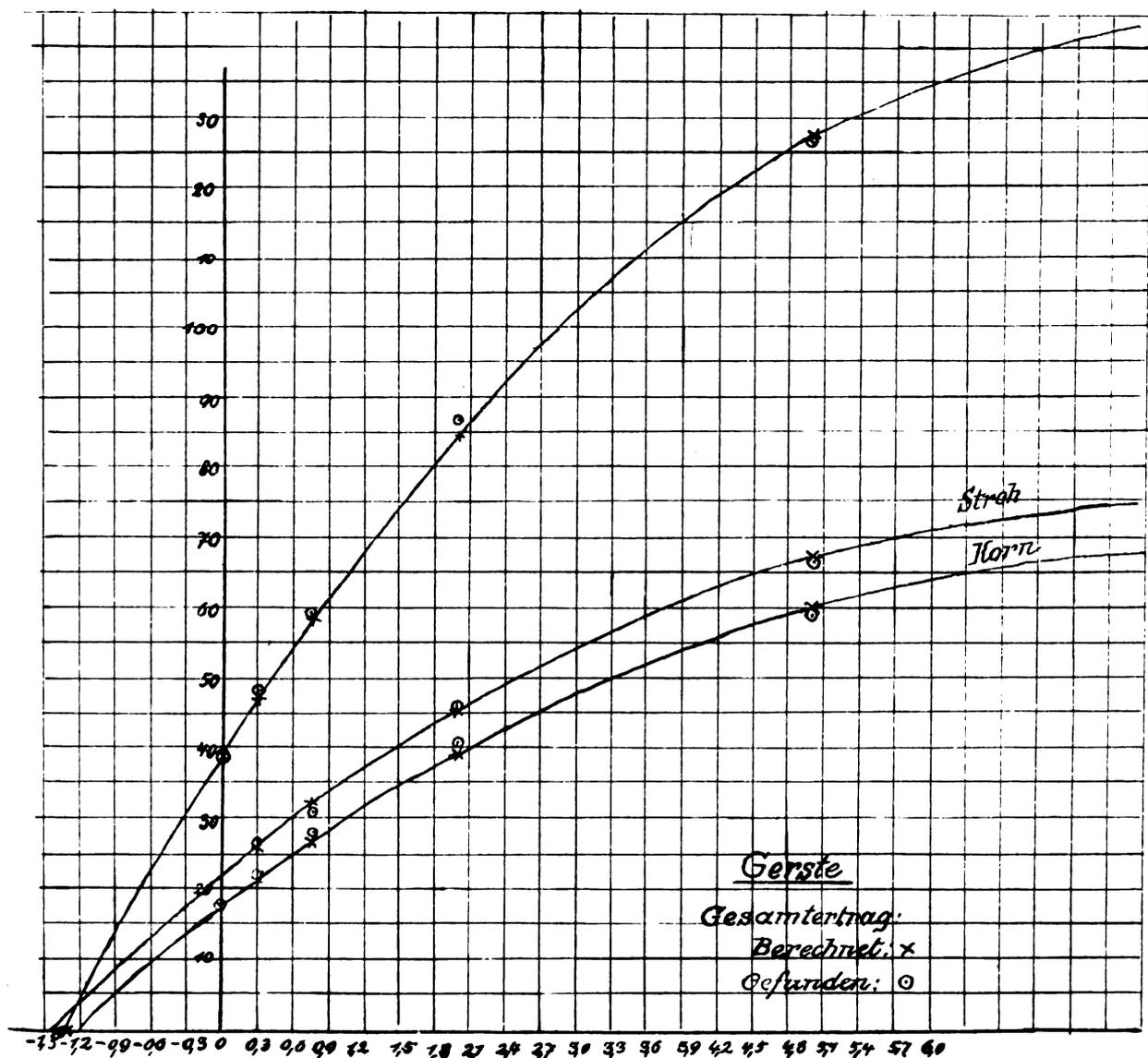


Tabelle III. Gerste, g/qcm.

x	Stroh		Korn		Gesamtertrag	
	y gefunden	y berechn.	y gefunden	y berechn.	y gefunden	y berechn.
0,00	21,83 ±0,07	21,82	17,94 ±0,09	17,94	39,77 ±0,04	39,77
0,30	26,46 ±0,71	25,89	22,09 ±0,12	21,69	48,55 ±0,83	47,52
0,75	31,20 ±0,72	32,37	27,93 ±0,30	26,97	59,13 ±1,02	58,52
2,00	45,73 ±0,07	45,15	41,04 ±0,66	39,53	86,77 ±0,65	84,42
5,00	67,00 ±0,54	67,52	59,83 ±0,35	60,27	126,83 ±0,33	127,78

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:

$$\text{Stroh: } \log (98,58 - y) = \log 98,58 - 0,0786 (x + 1,383)$$

$$\text{Korn: } \log (89,04 - y) = \log 89,04 - 0,0786 (x + 1,243)$$

$$\text{Gesamtertrag: } \log (187,62 - y) = \log 187,62 - 0,0786 (x + 1,313).$$

Tabelle IV. Gerste, dz/ha.

x	Stroh		Korn		Gesamtertrag	
	y gefunden	y berechn.	y gefunden	y berechn.	y gefund.	y berechn.
0,00	68,66 ±0,21	68,63	56,41 ±0,13	56,43	125,07 ±0,11	125,1
0,94	83,23 ±2,21	81,41	69,47 ±0,37	68,22	152,70 ±2,59	149,5
2,36	98,11 ±2,25	101,8	87,84 ±0,96	84,82	185,95 ±3,21	184,1
6,29	143,82 ±0,20	142,0	129,95 ±2,08	124,3	272,87 ±2,04	265,6
15,72	210,69 ±1,71	212,3	188,16 ±1,11	189,5	398,85 ±1,05	401,8

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:

$$\text{Stroh: } \log (310 - y) = \log 310 - 0,025 (x + 4,35)$$

$$\text{Korn: } \log (280 - y) = \log 280 - 0,025 (x + 3,91)$$

$$\text{Gesamtertrag: } \log (590 - y) = \log 590 - 0,025 (x + 4,13).$$

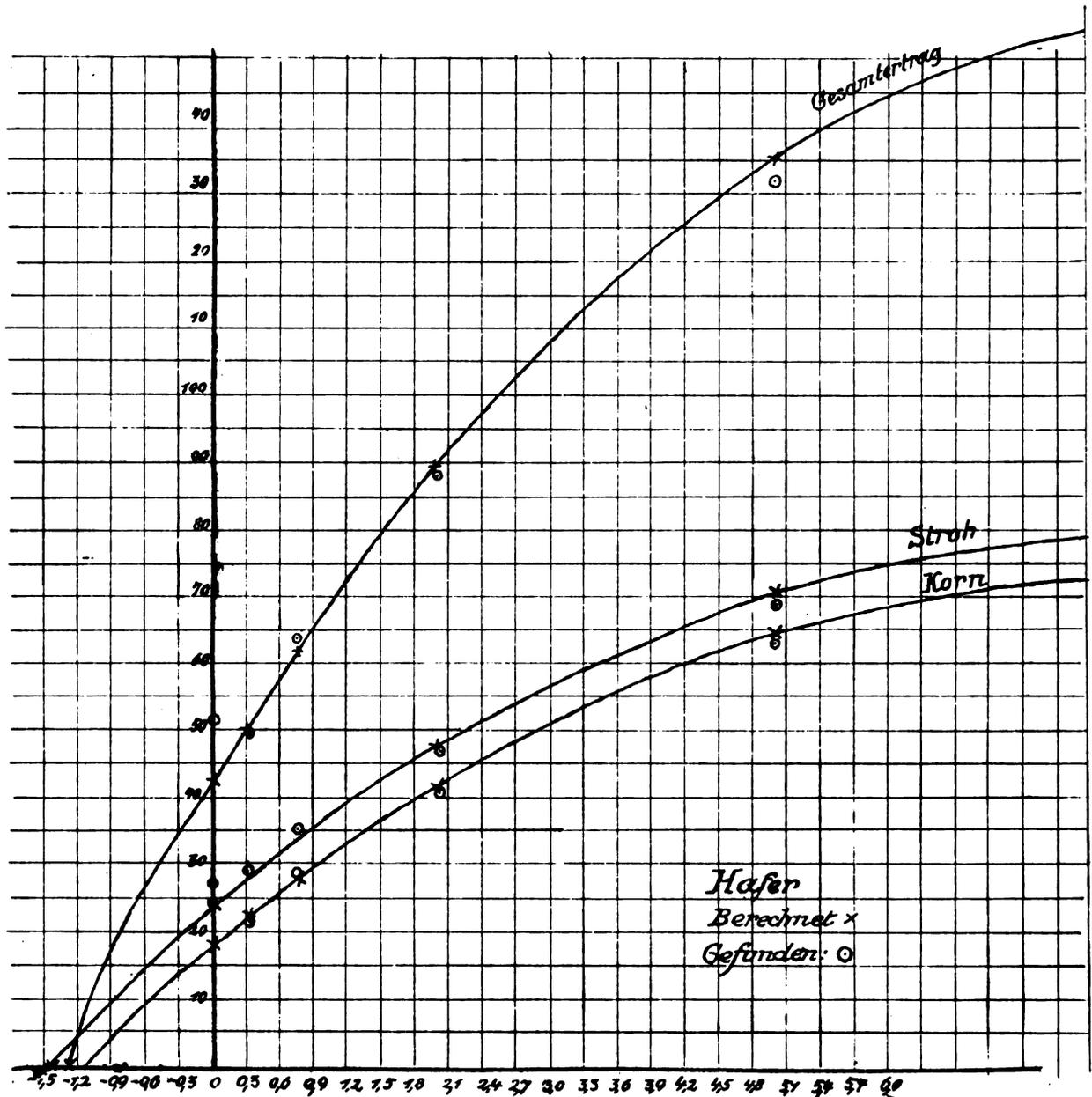


Tabelle V. Hafer g/ 318 qcm.

x	Stroh-		Korn-		Gesamtertrag	
	y gefunden	y berechn.	y gefund.	y berechn.	y gefund.	y berechn.
0,00	27,98 ±1,60	23,5	23,83 ±1,16	18,04	50,9 ±2,76	41,5
0,30	27,80 ±0,90	27,6	21,23 ±0,70	22,12	49,03 ±1,72	49,6
0,75	34,85 ±0,37	33,33	27,90 ±0,32	27,81	62,75 ±0,66	61,1

Tabelle V. cont.

x	Stroh-		Korn-		Gesamtertrag	
	y gefund.	y berechn.	y gefund.	y berechn.	y gefund.	y berechn.
2,00	46,90 ±1,24	47,04	40,28 ±0,11	41,41	87,18 ±1,59	88,4
5,00	67,83 ±1,18	69,65	62,65 ±0,48	63,86	130,48 ±1,35	133,48

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:
 Stroh: $\log (101 - y) = \log 101 - 0,0786 (x + 1,463)$
 Korn: $\log (95 - y) = \log 95 - 0,0786 (x + 1,163)$
 Gesamtertrag: $\log (196 - y) = \log 196 - 0,0786 (x + 1,313)$.

Tabelle VI. Hafer, dz/ha.

x	Stroh-		Korn-		Gesamtertrag	
	y gefund.	y berechn.	y gefund.	y berechn.	y gefund.	y berechn.
0,00	85,17 ±5,03	73,9	74,93 ±3,64	54,7	160,10 ±8,68	130,4
0,94	87,43 ±2,84	86,7	66,75 ±2,57	69,5	154,18 ±5,40	156,5
2,36	109,58 ±1,16	104,9	87,7 ±1,01	85,5	197,28 ±2,10	192,2
6,29	147,5 ±3,90	148,0	126,65 ±1,09	130,2	274,15 ±4,99	278,0
15,72	213,5 ±3,73	219,1	197,0 ±1,49	200,8	410,3 ±4,27	419,8

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:
 Stroh: $\log (101 - y) = \log 101 - 0,0786 (x + 1,463)$
 Korn: $\log (95 - y) = \log 95 - 0,0786 (x + 1,163)$
 Gesamtertrag: $\log (196 - y) = \log 196 - 0,0786 (x + 1,313)$.

Bei den Gesamterträgen der drei Versuchspflanzen ist "b" aus vorher erwähnten Gründen überall gleich gross, dagegen variiert es zwischen den Korn- und Stroh-Erträgen bei der Gerste und beim Hafer. Zu erklären ist diese Erscheinung dadurch, dass das Stroh beider Pflanzen früher den Stickstoff-Vorrat des Bodens angegriffen hat als das Korn. Die Differenz der "b"-Variation der Gerste ist gleichfalls nicht mit der des Hafers identisch. Die Erklärung hierfür ist zweifelsohne in der verschiedenartig langen Vegetationszeit dieser beiden Kulturpflanzen zu suchen.

Die Ertrags-Differenzen von Senf und Gerste mit steigender Düngung liegen in keinem Falle innerhalb des vierfachen, wahrscheinlichen Fehlers und beweisen somit eine Ertragssteigerung. Dagegen ist der 4-fache wahrscheinliche Fehler des

Mittelwertes der Düngung I vom Hafer so gross, dass er weit über die Grenzen des nächstfolgenden Ertrages mit der Düngung II hinausgeht. Beim Korn liegt der zweite Ertrag y_1 sogar noch niedriger als der Anfangsertrag y_0 . Dieser offensichtliche Fehler ist, wie ich auf Seite 126 schon erwähnte, lediglich in der Versuchsanstellung zu suchen. Bei der Feststellung der im Boden vorhandenen und den verschleppten Stickstoffmengen konnte deshalb nur y_1 und nicht y_0 berücksichtigt werden. Die aus den Tabellen IV. und V. des Anhangs ersichtlichen, verschleppten Stickstoffmengen belaufen sich auf 0,692 g (2,178^x) in dem ersten, 0,358 g (1,123^x) in dem zweiten, 0,169 (0,531^x) in dem dritten und 0,146 g (0,46^x) in dem vierten Gefäss nach den mit der Volldüngung gemischten Böden. Die berechneten Erträge von y_0 geben die Höhe des sonst gefundenen Anfangs-Ertrages an. Eine im Verhältnis zu den anderen Hafererträgen als anomal anzusehende Schwankung zwischen Stroh- und Korngewicht ist bei dem Ertrage des Gefässes 253 zu finden, dessen Pflanzen längere Zeit hindurch stark von Blattläusen trotz den vorher erwähnten Gegenmassnahmen befallen waren, die auf das Korngewicht nachteilig eingewirkt haben. Dagegen scheint der Blattrost durch Unterbinden der Assimilation sowohl auf Korn, als auch auf Stroh einzuwirken, wie es aus dem Ertrage des Hafergefässes nr. 273, das verhältnismässig stark davon befallen war, ersichtlich ist. Eine grössere Einwirkung auf den Versuchsfehler hatte er aber trotzdem nicht, weshalb dies Gefäss von der Berechnung auch nicht ausgeschlossen wurde. Eine gleiche Beobachtung konnte bei den Pflanzen des Gerstengefässes nr. 358 gemacht werden. Die Ertragszahl liegt auch hier wiederum etwas tiefer als die der andern Gefässe mit gleicher Düngung.

ERIKSSON-HENNING (11) hatten in dem Versuchsjahr 1890 ähnliche Beobachtungen anstellen können.

Die Mittelwerte des ersten, grün geernteten Kleeschnittes zeigen auf Tabelle VI. (des Anhangs) wie die bisher besprochenen Versuchspflanzen den Düngungen entsprechend abgestufte Steigerungen, die jedoch innerhalb des 4-fachen Wahrscheinlichkeits-Fehlers liegen. Diese Steigerungen würden somit als wertlos zu betrachten sein, wenn nicht eine andere Erscheinung in Kraft träte, nämlich die, dass sich sämtliche Erntegewichte innerhalb derselben Düngungsgruppe nach unten verringern. Die Erklärung dafür ist darin zu suchen, dass die 4 zusammengestellten, hintereinander stehenden Versuche nach unten durch vor dem Versuchsgarten befindliche hohe Bäume während ihres Wachstums allmählig zunehmender Beschattung ausgesetzt waren.

Es folgt hieraus, dass beim Klee die Wachstumsfaktoren Licht und Wärme mit die Hauptrolle in seinem Leben spielen.

Um diese Ernte-Ergebnisse vor ihrer Wertlosigkeit zu bewahren, ist es deshalb gestattet, sie nach dem MITSCHERLICHschen (12) Ausgleichsverfahren umzurechnen (Anhang, Tabelle VII und VIII). Der Licht-Intensität entsprechend zeigt das Gefäss nr. 263, das während der Vegetationszeit des 1. Schnittes auf dem oberen Ende der Bank gestanden hat, das in Verhältnis zu den andern Gefässen derselben Düngungsgruppe sehr hohe Ernte-Gewicht von 75,0 g. Bei dem Ausgleich-Verfahren auf Tabelle VII. ist es mit hinzugezogen worden; dadurch ist aber der immer noch zu grosse Fehler von $\pm 0,35$ des Mittels 61,23 g, der über die Grenzen des nächstfolgenden Mittels 62,13 g $\pm 0,29$ hinausgeht, gefunden. Auf Tabelle VIII (Anhang) ist das Ernte-Ergebnis des Gefässes nr. 263 unberücksichtigt geblieben und an seine Stelle der Mittelwert 60,93 der andern 3 Gefässe derselben Düngungsgruppe gesetzt worden. Hier erst werden die ausgeglichenen Mittelwerte 60,95 g $\pm 0,29$ für die erste Düngungsgruppe und 62,61 g $\pm 0,28$ für die zweite Düngungsgruppe wertvoll, denn die 4-fachen wahrscheinlichen Fehler erreichen nicht mehr ihre Grenzen.

Die Zusammenstellung auf Tabelle IX. und X (Anhang) zeigt die gefundenen wie errechneten Ernteergebnisse unter Hinzunahme des Gefässes nr. 263. Sie dienen nur zum Vergleich und werden fortan unberücksichtigt bleiben. Die Zusammenstellung von Tabelle IX (Anhang) ist in XI (und XII i. dz/ha) wieder zu finden, de-

x) dz/ha.

Tabelle VIII. cont.

x	I. Schnitt		II. Schnitt		Gesamtertrag	
	y gefund.	y berechn.	y gefund.	y berechn.	y gefund.	y berechn.
15,72	251,8 ±1,13	256,0	38,23 ±1,89	38,23	289,9 ±3,02	294,1

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:

$$\text{I. Schnitt: } \log (299,5 - y) = \log 299,6 - 0,025 (x + 4,13) \\ + \text{ aufgen. N} \quad \underline{13,61}$$

17,74)

$$\text{II. Schnitt: } \log (40,57 - y) = \log 40,57 - 0,025 (x + 4,13) \\ + \text{ aufgen. N} \quad \underline{29,72}$$

33,85)

$$\text{Gesamtertrag: } \log (340,07 - y) = \log 340,07 - 0,025 (x + 4,13) \\ + \text{ aufgen. N} \quad \underline{14,91}$$

19,04).

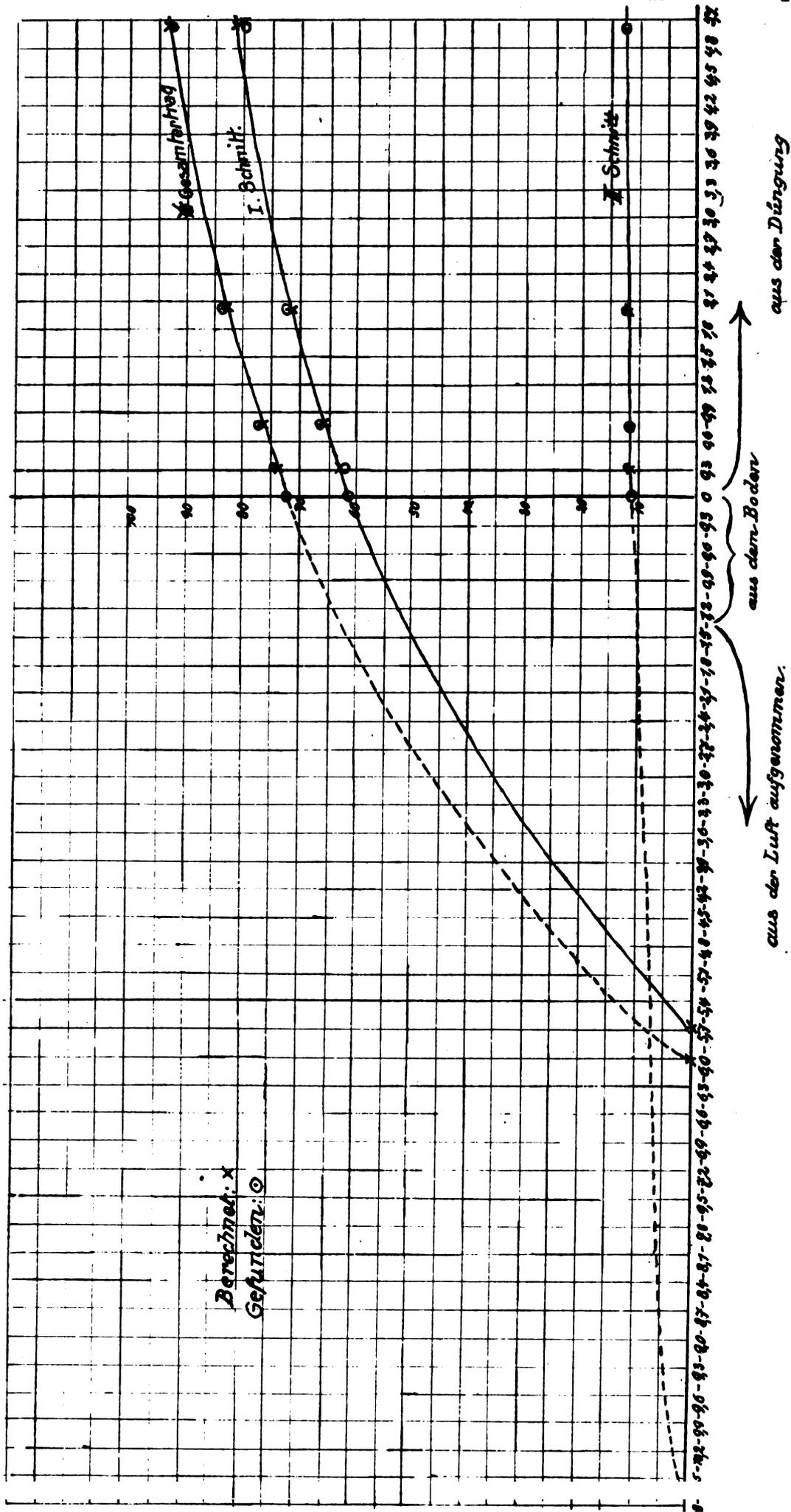
Die darin enthaltenen, durch die nasakalten Herbsttage hervorgerufenen, verhältnismässig niederen Mittel der Ernteergebnisse des II. Schnittes zeigen zwar eine, wenn auch sehr geringe, Steigerung und folgen den angeführten Gleichungen, sind aber von geringem Wert, da sie innerhalb ihrer Fehler liegen, mit andern Worten: von einer gesteigerten Wirkung des Ammonsulfats auf den Ertrag kann hier nicht gesprochen werden.

Was "b" beim Klee beider Schnitte anbetrifft, so ist unter den berechneten kein identisches mit denen der vorher erwähnten Kulturen zu finden. Ja selbst innerhalb der Klee-Berechnungen ist es sogar verschieden. Die Ursache hierfür findet sich in der Verschiedenheit des Anfangsertrages; die elementare Ursache ist aber weit anderer Natur. Da der Klee auf derselben Menge Boden wie die andern Versuchspflanzen, bei denen die vorhandene Quantität ("b") Ammonsulfat von 1,313 g bzw. 4,13 dz/ha rechnerisch ermittelt wurde, gewachsen ist, so muss die in seinem Boden vorhandene Stickstoffmenge ebenso gross gewesen sein. Die bei ihm berechneten auf Ammonsulfat zu beziehenden Stickstoffmengen von 5,642 g - 1,313 g = 4,329 g/318 qcm resp. 13,61 dz/ha beim ersten, 10,761 g - 1,313 g = 9,448 g/318 qcm bzw. 29,72 dz/ha beim zweiten Schnitt und 6,056 g - 1,313 g = 4,743 g/318 qcm resp. 14,91 dz/ha beim Gesamtertrage entstammen demnach andern Quellen.

Die durch die atmosphärischen Niederschläge oder durch Absorption von Ammoniak in den Boden gelangten Stickstoffmengen, die nur sehr gering sein können (13), können unberücksichtigt bleiben, da sie in allen Gefässen dieselben sein müssen. Ein gleiches trifft für die durch BEYERINCK (14) nachgewiesene Bindung des Stickstoffs durch die niederen Bodenorganismen *Clostridium Pastorianum* und den wichtigsten unter den jetzt bekannten Stickstoff-sammelnden Organismen *Azotobacter chroococcum* (15).

Dagegen liefern HELLRIEGEL und WILLFAHRT (16) durch ihre epochemachende Entdeckung die Lösung dieser Frage. Sie erbrachten zuerst den Beweis, dass die Leguminosen imstande sind, nicht nur den Stickstoff des Bodens, sondern auch den der Luft anzugreifen, und zwar durch Symbiose mit den niederen Organismen, die BEYERINCK (17) zuerst aus den Wurzelknöllchen isolierte und *Bacillus radicicola* nannte. Weitere Untersuchungen darüber, die NOBBE (18), STUTZER (19), FRANK (20) und andere Forscher anstellten, können hier unberücksichtigt bleiben, da sie ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit liegen.

Forscher, wie LINTNER, HEINZE (21) u. a. sind dann in die Lebensvorgänge der bei der Symbiose beteiligten Mikroorganismen weiter eingedrungen und haben, wenn auch keine völlige Klarheit, so sich doch grosse Verdienste hierin um die Wissen-



schaft erworben. Durch HILTNER und STÖRMER (22) ist die Einteilung dieser Bakterien in zwei Arten, *Bacterium radicicola* und *Rhizobium Beyerinckii*, erfolgt. Sie rechnen diese Formen - entgegengesetzt der Ansicht früherer Forscher, die sie zu den Spaltpilzen zählten - zu den sporenbildenden Saccharomyceten.

Nach NOLL (23) dringen die in einem Boden vorhandenen Rhizobien durch die Wurzelhaare, deren Wand sie durch enzymatische Einwirkung verquellen, in die Rinde d. Wurzel der auf dem betreffenden Boden wachsenden Leguminosen ein. Hier sollen sie einen Reiz auf die Gewebspartien ausüben, der die betreffenden Gewebe der Wurzel zu Wucherungen veranlasst, die als knotige oder als knollenartige Wucherungen, "Wurzelknöllchen" äusserlich in Erscheinung treten. Im Innern dieser Wurzelknöllchen kommen nun die Rhizobien scheinbar zu einer üppigen Entwicklung, bei der sie zunächst wohl stickstoffhaltige und stickstofffreie Stoffe der Wirtspflanzen verwenden. Später aber sollen sie nur noch stickstofffreie Stoffe von ihren Wirtspflanzen beziehen, während sie die zum Aufbau der Eiweiss-Stoffe notwendigen stickstoffhaltigen aus der Luft entnehmen. Sie gehen dann in abnorm gebildete "Involutionsformen", die sogenannten Bakteroiden, über, während nur ein Teil als normal gebildete Rhizobien erhalten bleibt.

Ältere Beobachtungen lehren, dass die Wirtspflanzen die Bakteroiden nach längerer oder kürzerer Entwicklung aufsaugen, sodass man allgemein zu der Ansicht neigte, dass der grösste Teil des durch Rhizobien angesammelten Stickstoffs erst nach deren Absterben der Wirtspflanze zur Verfügung stehe. Die Anschauung, nach der die Aufnahme des Stickstoffs durch die Wirtspflanze aus der assimilierten Bakterienmasse nur dann möglich ist, wenn ein Teil des assimilierten Stickstoffs in organischer oder anorganischer Form (als Nitrat oder Amid oder in sonstiger Wanderungsform) von den lebenden Rhizobien an den Stoff-Kreislauf der Wirtspflanze abgegeben würde, oder in der Weise, dass die Rhizobien absterben und durch Enzymwirkungen der Wirtspflanze zersetzt werden, sodass der hier niedergelegte Stickstoff nach dem Tode der Rhizobien der Wirtspflanze erst dienstbar wird, gewinnt heute immer mehr Boden.

In jedem der Fälle handelt es sich um eine auf wechselseitige Ergänzung beruhende Lebensgemeinschaft, die allgemein als "Symbiose" bezeichnet wird.

Die Erscheinung, dass die im Boden vorhandene Stickstoff-Menge ("b") beim Klee um 4,329 g beim ersten, 9,448 g beim zweiten Schnitt und 4,743 g bei dem Boden der Gesamternte höher ist als bei den Böden von Senf, Gerste und Hafer lässt sich nur dadurch erklären, dass diese Böden während der Vegetationszeit um die erwähnten Mengen Stickstoff angereichert worden sind.

Die Beobachtungen, dass ein der Differenzdüngung entsprechend ausgeprägteres Wachstum beim Klee in der ersten Zeit der Vegetation zu bemerken war, dass dieses sich dann später auszugleichen schien, ferner, dass bei den Erntegewichten schliesslich noch eine Steigerung vorhanden war, lassen folgenden Schluss ziehen: Während des ersten Wachstums bedienten sich die Pflänzchen des im Boden vorhandenen Stickstoffs, den sie später, als ihnen durch die symbiotische Stickstoff-Quelle genügenden Mengen zur Verfügung standen, nicht mehr benötigten, wodurch sich ihr bisheriges offensichtliches Grössenwachstum einer Ausgeglichenheit näherte. Bei einer späteren Ernte des I. Schnittes hätte somit die völlige Ausgeglichenheit der Erträge erwartet werden können.

Die Pflanzen des II. Schnittes haben fast gänzlich die durch die des I. Schnittes geschaffene symbiotische Stickstoff-Quelle inanspruch genommen und zeigten deshalb auch keine äusserlich sichtbaren Grössenunterschiede während ihrer Lebenszeit.

Die Gesamternte hat somit ihren eigenen Bedarf an Stickstoff gedeckt und ferner noch die berechnete Menge von 4,743 g Stickstoff jedem Gefässe zugeführt, welche 19,04 dz/ha entspricht. - Auf die Praxis ist diese sehr hoch erscheinende Quantität nicht ohne weiteres zu übertragen, da es sich um Gefässversuche handelt, die nach langjährigen Erfahrungen die zehnfachen Ergebnisse, infolge günstiger Gestaltung sämtlicher Wachstumsfaktoren, liefern.

Von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass sich die Ernte-Ergebnisse des I. Schnittes in späterer Zeit gänzlich ausgeglichen hätten, ist von einer Rentabilität der Kleedüngung mit Stickstoff in der Praxis - soweit ich sie hier streifen möchte - nicht mehr die Rede, vorausgesetzt, dass eine gewisse Menge durch die Pflanzen auf-

nehmbarer Stickstoff im Boden vorhanden ist. Nach den vorliegenden Versuchen genügten 1,313 g/318 qcm resp. 4,13 dz/ha. HELLRIEGEL und WILLFAHRT (24) fanden zwar, dass auf stickstoffreiem, mit genügenden Mengen von Kali und Phosphorsäure versehenem, sterilem Sande Leguminosen mitunter höhere Erträge zeigten als solche, die in gleichem Sande, mit geringen Stickstoff-Mengen versehen, gewachsen waren. Dagegen empfiehlt FRUWIRTH (25) eine mässige Stickstoff-Düngung auf sehr armen Böden beim Anbau von Leguminosen.

Noch schärfer als beim Klee tritt das Vermögen der Verwertung des freien Stickstoffs aus der Luft im folgenden Abschnitt bei den Erbsen, Bohnen und Lupinen hervor, deren Ernte-Ergebnisse (Anhang, Tabelle XIII - XVIII) keine den Differenz-Stickstoffdüngungen entsprechende Steigerungen, sondern einen sogar nach oben geöffneten Verlauf der Kurve (Tafel im Anhang) zeigen.

Die Ernte-Ergebnisse der Erbsen sind darin so verschieden, dass man ein klares Bild nicht gewinnen kann, zumal sie innerhalb ihrer Fehler liegen. Die Ernte-Gewichte der Gefässe nr. 279 und 299 fallen verhältnismässig von den anderen stark ab. Es ist anzunehmen, dass beim Einfüllen die Erde in der untersten Schicht zu fest gedrückt wurde; denn sie zeigten eine erheblich geringere Wasser-Durchlässigkeit als die anderen Gefässe. Durch die starken Regengüsse der ersten Zeit und d. darauf folgenden heissen Tage geriet der Boden annähernd in den physikalisch unerwünschten Zustand der Einzelkorn-Struktur (26). Die betreffenden pflanzlichen Individuen verrieten dies während ihres ganzen Wachstums dadurch, dass sie den anderen gegenüber "kümmerter", bedingt zunächst durch den grösseren Energie-Aufwand der Pflanze selbst (26) und ferner durch das Zurückdämmen der Virulenz der Rhizobien (27), denn bei der Untersuchung der Wurzeln wiesen diejenigen dieser beiden Gefässe auffallend wenig Wurzelknöllchen im Verhältnis zu denen der anderen auf.

Allgemein giltige Daten über Grösse, Form und Zahl lassen sich nach NOBBE (28) hierüber nicht angeben, da er verschiedentlich über 4000 und wiederum nicht einmal 100 fand.

Aus den Zahlen der Ergebnisse lässt sich der Schluss HELLRIEGELs und WILLFAHRTs (29) ziehen: "Das Wachstum der Erbsen zeigte in unsern Versuchen eine ähnliche strenge Abhängigkeit von den dem Boden zugesetzten Nitraten (hier Ammoniak) nicht nur nicht, sondern stand offenbar nirgends in einer bestimmten Beziehung zu denselben".

MITSCHERLICH (30), der nach dem Vorgehen HELLRIEGELs gleichfalls lange Jahre hindurch Sandkulturversuche anstellte, fand, dass die Erbsen einen sehr hohen Bedarf an Phosphorsäure, aber einen ganz geringen an Boden-Stickstoff haben.

Es lässt sich deshalb auch hier wieder folgern, dass eine Stickstoff-Düngung zu Erbsen in der Praxis nicht erforderlich ist, da Kulturböden gewisse Mengen Stickstoff stets aufzuweisen haben.

Aus den innerhalb der Fehler liegenden Ernte-Ergebnissen der Bohnen lassen sich ähnliche Schlüsse wie bei den Erbsen ziehen, die durch die im Jahre 1888 angestellten Freiland-Versuche WAGNERs (31) mit Pferdebohnen unterstützt werden, in denen er gleichfalls fand, dass diese keineswegs in einer Abhängigkeit von den dem Boden zugegebenen Stickstoff-Mengen stehen.

Die am 7.VI. aufgenommene Anzahl mit Rost (*Uromyces Phaseoli*) befallenen Pflanzen (Anhang, Tabelle XV und XVI) scheinen bei den Bohnen ohne besonderen Einfluss auf das Ernte-Ergebnis geblieben zu sein. Dagegen ist das Gewicht des Gefässes nr. 336, in dem 3 Pflänzchen vom Drahtwurm (*Agriotes segetis*) zerstört und dann nachgepflanzt wurden, erheblich geringer.

Wie schon früher erwähnt wurde, hatte sich bei den Lupinen das Absterben der Stengel (*Cryptosporum leptostromiforme*) so stark verbreitet, dass grössere Schwankungen der Ernte-Ergebnisse vorauszusehen waren. Dadurch, dass bei der Berechnung das Gewicht der bei der Ernte schon abgestorbenen Pflanzen mit dem halben Gewicht der grün geernteten Pflanzen angenommen ist, sind erstens die Erträge ausgeglichen und zweitens die damit behafteten Fehler geringer geworden (Anhang, Tab. XVIII und XIX). Die Erträge liegen trotz alledem innerhalb des 4-fachen wahrscheinlichen Fehlers, und es lässt sich hier derselbe Schluss wie bei den Bohnen und Erbsen ziehen.

Ähnliche Ergebnisse haben auch HELLRIEGEL und WILLFAHRT (32) bei ihren angestellten Sandkultur-Versuchen mit Lupinen gefunden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG.

Bei der Zusammenfassung der beschriebenen Versuche kann man diese nach den Pflanzen in drei Gruppen einteilen: 1. Senf, Gerste und Hafer, 2. Klee, und 3. Erbsen, Bohnen und Lupinen.

Gruppe I ist befähigt, den im Boden vorhandenen Stickstoff hervorragend auszunützen und seine Düngung rentabel zu gestalten. Die dazu gehörigen Pflanzen stehen in strengster Abhängigkeit von den dem Boden zugegebenen Stickstoff-Mengen und folgen dem MITSCHERLICH'schen (33) Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren; aus ihren Erträgen lässt sich schliesslich pflanzenphysiologisch die im Boden vorhandene Stickstoff-Menge ermitteln.

Von Gruppe II (Klee) zeigt der erste Schnitt bei gesteigerter Stickstoff-Düngung eine gewisse, mit zunehmendem Alter allem Anschein nach geringer werdende Ertragssteigerung. Die Rentabilität seines Anbaues erhöht sich durch seine Stickstoff-Anreicherung im Boden.

Der zweite Schnitt fand reichliche Mengen Bodenstickstoff vor und zeigt bei steigender Stickstoff-Düngung bereits einen innerhalb der Fehler liegenden, mit d. Höchstertrage gleichbleibenden Anfangsertrag.

Eine Stickstoff-Düngung dürfte sich beim I. Schnitt - was Rentabilität anbelangt - und beim II. Schnitt ganz erübrigen.

Die zur Gruppe III. gehörenden Leguminosen weisen mit dem Anfangsertrag (ohne Stickstoffdüngung) zugleich innerhalb der Versuchsfehler den bei maximaler Stickstoff-Düngung erreichbaren Höchst-Ertrag auf, was bei ihnen den Erfolg einer Stickstoff-Düngung gänzlich aufhebt. Aus dem Wirkungsgesetze lässt sich in diesem Falle die vor der Vegetation im System vorhandene Stickstoffmenge nicht mehr ermitteln.

Die Rentabilität einer Stickstoff-Düngung ist bei ihnen von vorn herein in Frage gestellt, dagegen nicht die Förderung der Bakterienflora im Boden durch Impfung bzw. Bodenbearbeitung (34).

In wie weit diese Schlüsse in Bezug auf Stickstoffdüngung, Stickstoff-Aufnahme aus der Luft und Stickstoff-Anreicherung im Boden bei allen Leguminosen ihre Berechtigung finden, können nur weitere, exakt ausgeführte Versuche feststellen.

Die vorliegenden Versuche wurden im Landwirtschaftl. Institut, Abteilung für Pflanzenbau, ausgeführt. - Ich möchte an dieser Stelle nicht verfehlen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E.A. MITSCHERLICH für die gütige Unterstützung und das grosse Interesse, das er jederzeit meinen Arbeiten entgegenbrachte, meinen herzlichsten, ergebensten Dank auszusprechen.

LITERATUR.

- (1) SAUSSURE, Rec. chiv. (1804) p. 206. - (2) SCHULTZ-LUPITZ, die Kalidüngung auf leichten Böden, 1881 - (3) HELLRIEGEL und WILLFAHRT in Beil. Zeitschr. Ver. Zuckerindustr. 1888 - (4) WAGNER, Stickstoffdüngung d. landwirtschaftl. Kulturpfl. - (5) MITSCHERLICH, Bestimmung d. Düngerbed. d. Bodens, p. 43. - (6) MITSCHERLICH, Bodenkunde, p. 12 ff. - (7) KRAFFT-FRUWIRTH, Pflanzenbaulehre, p. 60. - (8) SORAUER, Pflanzenschutz, p. 102. - (9) MITSCHERLICH, 6, p. 29 ff. - (10) MITSCHERLICH, 5, p. 37. (11) ERIKSON-HENNING, Cetreideroste. - (12) MITSCHERLICH, 6, p. 338. - (13) KNOP, Agrikulturchemie II, p. 53, 75; KELLNER, Landw. Jahrb. 1886, p. 708. - (14) BEYERINCK in Bot. Ztg. 1888, p. 798. - (15) Landw. Jahrb. CI, p. 801. - (16) Vergl. HELLRIEGEL u. WILLFAHRT, 3. - (17) BEYERINCK, l.c. - (18) NOBBE, Landw. Versuchstat. 1893, p. 467 und 1894, p. 155 und 1896, p. 266. - (19) STUTZER in Zentralbl. Bakt. 1. Abt. I (1895) p. 72. - (20) FRANK, Pilzsymbiose d. Leguminosen, 1890. - (21) Landw. Jahrb. 1906. - (22) Vergl. HILTNER, Arb. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwissensch. III, Heft 3. - (23) Vergl. NOLL in Straaburger, Lehrb.

d. Bot. 8. ed. p. 195-195. - (24) HELLRIEGEL u. Willfahrt, l.c. - (25) FRUWIRTH, Landw. Hefte XXIX, p. 10. - (26) MITSCHERLICH, 6, p. 48. - (27) Vergl. NOLL. l.c. p. 194. - (28) LÖHNIS, Vorles. über landw. Bakteriolog. p. 344. - (29) HELLRIEGEL u. WILLFAHRT, l.c. - (30) MITSCHERLICH, in Landw. Jahrb. IL, p. 355 ff. - (31) WAGER, Stickstoffdüngung u. Reingewinn, Vortrag 1906. - (32) HELLRIEGEL u. WILLFAHRT in Ber. D. bot. Ges. 1889, p. 141. - (33) MITSCHERLICH, 6, p. 4 ff. - (34) LÖHNIS, l.c. p. 342 ff., 370 ff.

ANHANG.

Tabelle 1. Senf. g/318 qcm u. dz/ha.

Düngung x	Gef. nr.	Gesamtertrag g/318 qcm			Gesamtertrag dz/ha		
		y gefund.	Mittel	y berechn.	y gefund.	Mittel	y berechn.
0,00	351	21,8			68,55		
	352	20,8	21,27	21,27	65,41	66,68	66,69
	353	21,2	±0,23		66,67	±0,66	
0,30 (0,94)	355	27,1			85,22		
	356	25,3	25,60	25,44	79,75	80,56	80,0
	357	24,4	±0,60		76,70	±1,85	
0,75 (2,36)	359	30,5			95,91		
	360	30,2	30,83	31,32	94,97	96,96	98,95
	361	31,8	±0,38		100,00	±1,20	
2,00 (6,29)	363	43,8			137,74		
	364	44,9	45,37	45,32	141,2	142,67	142,5
	365	47,4	±0,02		149,06	±2,54	
5,00 (15,72)	367	72,0			226,48		
	368	70,8	71,26	68,3	221,14	224,09	215,2
	369	71,4	±0,80		224,65	±1,17	

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:
g/318: $\log(100,49 - y) = \log 100,49 - 0,0768(x + 1,313)$
dz/ha: $\log(316 - y) = \log 316 - 0,025(x + 4,13)$

Tabelle 2. Gerste g/318 qcm (p. 142 - 143).

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:
Stroh: $\log(98,58 - y) = \log 98,58 - 0,0786(x + 1,398)$
Korn: $\log(89,04 - y) = \log 89,04 - 0,0786(x + 1,243)$
Gesamtertrag: $\log(187,62 - y) = \log 187,62 - 0,0786(x + 1,313)$

Tabelle 2. Gerste. g/318 qcm.

Düngung x	Gefäss nr.	Stroh-Ertrag		
		y gefunden	Mittel	y berechnet
0,00	354	21,80	21,83 ±0,07	21,82
	371	22,00		
	372	21,70		
0,30	358	24,69	26,46 ±0,71	25,89
	373	27,00		
	374	27,70		
0,75	362	30,50	31,20 ±0,72	32,37
	375	33,00		
	376	30,10		
2,00	366	45,90	45,73 ±0,07	45,15
	377	45,60		
	378	45,70		
5,00	370	68,11	67,00 ±0,54	67,52
	379	67,25		
	380	65,64		

Tabelle 3. Gerste. dz/ha.

0,00	354	68,55	68,66 ±0,21	68,63
	371	69,18		
	372	68,24		
0,94	358	77,67	83,23 ±2,21	81,41
	373	84,91		
	374	87,11		
2,36	362	95,91	98,11 ±2,25	101,80
	375	103,77		
	376	94,65		
6,29	366	144,34	143,82 ±0,20	142,0
	377	143,40		
	378	143,71		
15,72	370	214,19	210,69 ±1,71	212,3
	379	211,48		
	380	206,41		

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:

$$\text{Stroh: } \log (310 - y) = \log 310 - 0,025 (x + 4,250)$$

$$\text{Korn: } \log (280 - y) = \log 280 - 0,025 (x + 3,91)$$

$$\text{Gesamtertrag: } \log (590 - y) = \log 590 - 0,025 (x + 4,13).$$

Tabelle 2. Gerste. g/318 qcm.

Korn-Ertrag			Gesamtertrag		
y gefunden	Mittel	y berechnet	y gefunden	Mittel	y berechnet
17,93			39,73		
17,72	17,94	17,94	39,72	39,77	39,70
18,16	±0,09		39,86	±0,04	
21,79			46,48		
22,09	22,09	21,69	39,39	48,55	47,52
22,93	±0,12		49,79	±0,83	
27,20			57,70		
28,70	27,93	26,97	61,70	59,13	58,52
27,90	±0,30		58,00	±1,02	
39,80			85,70		
40,61	41,04	39,53	86,21	86,77	84,42
42,70	±0,66		88,40	±0,65	
59,56			127,67		
59,22	59,83	60,27	126,47	126,83	127,78
60,72	±0,35		126,36	±0,33	

Tabelle 3. Gerste. dz/ha.

56,39			124,94		
55,73	56,41	56,43	124,91	125,07	125,1
57,11	±0,13		125,35	±0,11	
88,53			146,20		
69,47	69,47	68,22	154,38	152,70	149,5
70,42	±0,37		157,53	±2,59	
85,53			181,44		
90,25	87,84	84,82	194,02	185,95	184,1
87,74	±0,96		182,39	±3,21	
125,16			269,50		
127,71	129,05	124,3	271,11	272,87	265,6
134,28	±2,08		277,99	±2,04	
187,30			401,49		
186,22	188,16	189,5	397,70	398,85	401,8
190,95	±1,11		397,36	±1,05	

Tabelle 4. Hafer. g/318 qcm.

Düngung x	Gef. nr.	Stroh-Ertrag.			
		y gefunden	Mittel	y berechnet	
0,692 0,358 0,169 0,146	0,341	251	33,4	27,08 ±1,60	23,5
		252	27,3		
		253	24,4		
		254	23,2		
0,30	271	26,0	27,80 ±0,90	27,60	
	272	29,0			
	273	25,9			
	274	30,3			
0,75	291	34,6	34,85 ±0,37	33,33	
	292	36,0			
	293	33,6			
	294	35,2			
2,00	311	44,2	46,90 ±1,24	47,04	
	312	52,0			
	313	45,8			
	314	45,6			
5,00	331	70,2	67,83 ±1,18	69,65	
	332	65,5			
	333	70,3			
	334	65,3			

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:
 Stroh: $\log (101 - y) = \log 101 - 0,0786 (x + 1,463)$

Tabelle 5. Hafer. dz/ha.

Tabelle 5. Hafer. dz/ha.					
2,178 1,123 0,531 0,460	1,073	251	105,1	85,17 ±5,03	73,9
		252	85,86		
		253	76,74		
		254	72,97		
0,94	271	81,77	87,43 ±2,84	86,7	
	272	81,20			
	273	81,45			
	274	95,28			
2,36	291	108,8	109,58 ±1,16	104,9	
	292	113,2			
	293	105,6			
	294	110,7			
6,29	311	139,0	147,5 ±3,9	148,0	
	312	163,5			
	313	144,1			
	314	143,4			

Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen für:
 Stroh: $\log (317,7 - y) = \log 317,7 - 0,025 (x + 4,602)$

Tabelle 4. Hafer. g/318 qcm.

y gefunden	Korntrag		y gefunden	Gesamtertrag	
	Mittel	y berechnet		Mittel	y berechnet
28,3	23,83 ±1,16	18,04	61,7	50,9 ±2,76	41,5
24,1			51,4		
21,2			45,6		
21,7			44,9		
20,9	21,23 ±0,70	22,12	46,9	49,03 ±1,72	49,6
23,7			52,2		
18,2			44,1		
22,1			52,4		
27,3	27,9 ±0,32	27,81	61,9	62,75 ±0,66	61,1
27,8			63,8		
27,3			60,9		
29,2			64,4		
40,2	40,28 ±0,11	41,41	84,4	87,18 ±1,59	88,4
41,7			93,7		
39,2			85,0		
40,0			85,6		
63,2	62,65 ±0,48	63,86	133,4	130,48 ±1,35	133,48
63,9			129,4		
62,8			133,1		
60,7			126,0		

$$\text{Korn: } \log (95 - y) = \log 95 - 0,0786 (x + 1,163)$$

$$\text{Gesamtertrag: } \log (196 - y) = \log 196 - 0,0786 (x + 1,513)$$

Tabelle 5. Hafer. dz/ha.

89,00	74,93 ±3,64	54,7	194,1	160,10 ±8,68	130,4
75,78			161,64		
66,67			143,41		
68,25			141,22		
65,72	66,75 ±2,57	69,5	147,49	154,18 ±5,40	156,4
74,52			165,72		
57,26			138,71		
69,50			164,78		
85,86	87,70 ±1,01	85,5	194,66	197,28 ±2,10	192,2
87,42			200,62		
85,68			191,28		
91,83			202,53		
126,4	126,65 ±1,09	130,2	265,4	274,15 ±4,99	278,0
131,1			294,6		
125,3			267,4		
125,8			269,2		

$$\text{Korn: } \log (298,7 - y) = \log 298,7 - 0,025 (x + 3,658)$$

$$\text{Gesamtertrag: } \log (616,4 - y) = \log 616,4 - 0,025 (x + 4,13)$$

Tabelle 5 cont.

Düngung x	Gefäss nr.	Stroh-Ertrag		
		y gefunden	Mittel	y berechnet
15,72	331	220,8	213,3 ±3,73	219,1
	332	206,0		
	333	221,1		
	334	205,3		

Tabelle 6. Klee. g/318 qcm.

Düngung x	Gefäss nr	Erster Schnitt		
		y gefunden	Mittel	y berechnet
0,00	263	75,0 ^{x)}	60,93 ±1,82	60,92 x) von der Berechnung ausgeschlossen.
	264	65,5		
	265	60,9		
	266	56,4		
0,30	283	66,4	62,97 ±1,41	62,74
	284	66,6		
	285	59,9		
	286	59,0		
0,75	303	68,7	65,43 ±1,93	65,29
	304	69,5		
	305	66,0		
	306	57,5		
2,00	323	75,5	71,13 ±2,01	71,35
	324	75,0		
	325	68,6		
	326	65,4		
5,00	343	83,9	79,03 ±1,85	81,36
	344	79,7		
	345	78,9		
	346	73,6		

Tabelle 7. Ausgleichsverfahren vom Klee, I. Schnitt.
(Unter Hinzunahme des Eckgefässes nr. 263 mit 75,0 g)

I. Versuchsreihe					II. Versuchsreihe				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
263	283	303	323	343	264	284	304	324	344
III. Versuchsreihe					IV. Versuchsreihe				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
265	285	305	325	345	266	286	306	326	346

Tabelle 5 cont.

Korn-Ertrag			Gesamt-Ertrag		
y gefund.	Mittel	y berechn.	y gefund.	Mittel	y berechn.
198,7			219,5		
200,9	197,0	200,8	406,9	410,3	419,8
197,5	±1,49		418,6	±4,27	
190,9			396,2		

Tabelle 6. Klee. g/318 qcm.

II. Schnitt.			Gesamtertrag.		
y gefunden	Mittel	y berechn.	y gefunden	Mittel	y berechnet
13,0	11,06	11,06	73,93	71,99	71,99
12,8	±0,90		78,3	±2,01	
8,7			69,6		
9,72			66,12		
12,5	11,48	11,16	78,9	74,45	73,89
14,0	±0,87		80,6	±2,12	
9,2			69,1		
10,2			69,2		
11,7	11,39	11,31	80,4	76,81	76,65
19,2 +)	±0,49		80,88	±2,24	
12,31			78,31	+) Von der Berechnung ausgeschlossen.	
10,14			67,64		
13,1	11,83	11,62	88,6	82,96	82,97
12,4	±0,52		87,4	±2,46	
12,12			80,72		
9,7			75,1		
14,3	12,16	12,16	98,2	91,18	93,52
11,62	±0,6		91,32	±1,80	
12,5			91,4		
10,2			83,8		

Tabelle 7. Ausgleichsverfahren vom Klee, I. Schnitt.
(Unter Hinzunahme des Eckgefäßes nr. 263 mit 75,0 g.)

Versuch nr.	Ertrag im Mittel	Erträge in Prozentzahlen der Düngung				
		0,00 g	0,30 g	0,75 g	2,00 g	5,00 g
1 - 5	73,89	101,48	89,84	92,95	102,15	113,52
2 - 6	72,0	90,98	92,23	95,42	104,87	116,54
3 - 7	72,4	90,98	52,51	95,42	104,87	116,54
4 - 8	72,2	90,78	92,31	96,33	104,64	116,29
5 - 9	72,1	90,85	92,37	96,40	104,03	116,37
6 - 10	71,26	91,87	93,44	97,51	105,23	111,82
7 - 11	70,34	86,60	94,71	98,83	106,65	113,33

Tabelle 7 cont.

Versuch nr.	Ertrag im Mittel	Erträge in Prozentzahlen der Düngung.				
		0,00 g	0,30 g	0,75 g	2,00 g	5,00 g
8 - 12	69,0	88,31	86,86	100,76	108,75	115,57
9 - 13	68,3	89,16	87,69	96,62	109,80	116,68
10 - 14	67,02	90,86	89,37	98,47	102,35	118,91
11 - 15	66,86	91,11	89,61	98,14	102,63	118,03
12 - 16	65,96	85,5	90,81	100,06	104,00	119,61
13 - 17	65,78	85,73	89,68	100,32	104,27	119,93
14 - 18	64,08	88,04	92,10	89,76	107,09	123,16
15 - 19	63,44	88,89	92,98	90,62	103,07	124,35
16 - 20	62,38	90,41	94,58	92,17	104,84	117,98
Wahrscheinl. Fehler eines Vergleiches	$\pm r$ ($\pm R$)	0,55 0,52	0,46 0,43	0,63 0,59	0,38 0,35	0,60 0,56)
Reduz. auf d. beobachteten Werte	Mittel $\pm r$ $\pm R$	61,23 $\pm 0,37$ $\pm 0,35$	62,13 $\pm 0,31$ $\pm 0,29$	65,29 $\pm 0,43$ $\pm 0,40$	71,20 $\pm 0,26$ $\pm 0,24$	79,66 $\pm 0,41$ $\pm 0,38$

Tabelle 8, Ausgleichsverfahren vom Klee, I. Schnitt.

(Ohne Berücksichtigung des Eckgefäßes nr. 263 mit 75,0 g, an dessen Stelle der Mittelwert 60,93 g eingesetzt worden ist.)

I. Versuchsreihe					II. Versuchsreihe.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
263	283	303	323	343	264	284	304	324	344
III. Versuchsreihe.					IV. Versuchsreihe.				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
265	285	305	325	345	266	286	306	326	346
Versuch nr.	Ertrag im Mittel	Erträge in Prozentzahlen der Düngung							
		0,00 g	0,30 g	0,75 g	2,00 g	5,00 g			
1 - 5	71,9	85,87	93,57	96,80	106,37	118,19			
2 - 6	72,0	90,98	92,23	95,42	104,87	116,54			
3 - 7	72,4	90,98	92,51	95,42	104,87	116,54			
4 - 8	72,2	90,78	92,31	96,33	104,64	116,29			
5 - 9	72,1	90,85	92,37	96,40	104,03	116,37			
6 - 10	71,26	91,87	93,44	97,51	105,23	111,92			
7 - 11	70,34	86,60	94,71	98,83	106,65	113,33			
8 - 12	69,00	99,31	86,66	100,76	108,75	115,57			
9 - 13	68,30	89,16	87,69	96,62	109,80	116,68			
10 - 14	67,02	90,86	89,37	98,47	102,35	118,91			
11 - 15	66,86	91,11	89,61	98,14	102,63	118,03			
12 - 16	65,96	85,50	90,81	100,06	104,00	119,61			
13 - 17	65,78	85,73	89,68	100,32	104,27	119,93			
14 - 18	64,08	88,04	92,10	89,76	107,09	123,16			
15 - 19	63,44	88,89	92,98	90,62	103,07	124,35			
16 - 20	62,38	90,41	94,58	92,17	104,84	117,98			
wahrscheinl. Fehler eines Vergleiches	68,39 $\pm r$ ($\pm R$)	98,12 $\pm 0,45$ $\pm 0,42$	91,55 $\pm 0,44$ $\pm 0,41$	96,48 $\pm 0,58$ $\pm 0,54$	105,19 $\pm 0,38$ $\pm 0,35$	117,71 $\pm 0,56$ $\pm 0,52)$			

Tabelle 8 cont.

Reduz. auf d. beobachteten Werte	Mittel ± r ± R	60,95 ±0,31 ±0,29	62,61 ±0,30 ±0,28	65,98 ±0,40 ±0,37	71,94 ±0,26 ±0,24	80,05 ±0,38 ±0,36

Tabelle 9a Klee, I. Schnitt. g/318 qcm.

(Die durch das Ausgleichsverfahren gefundenen und berechneten Werte unter Hinzunahme des Eckgefäßes nr. 263 mit 75,0 g.)

Die berechneten Werte folgen der Gleichung:

$$\log (95,25 - y) = \log 95,25 - 0,0786 x + 5,687$$

0,00 g		0,30 g		0,75 g		2,00 g		5,00 g	
y gef.	y ber.	y gef.	y berechn.						
61,23 ±0,35	61,23	62,13 ±0,29	63,03	65,29 ±0,40	65,55	71,20 ±0,24	71,56	79,66 ±0,38	81,48

Tabelle 9b Klee, I. Schnitt. g/318 qcm.

(Die durch das Ausgleichsverfahren gefundenen und berechneten Werte ohne Berücksichtigung des Eckgefäßes nr. 263 mit 75,0 g, an dessen Stelle der Mittelwert 60,93 g eingesetzt worden ist.)

Die berechneten Werte folgen der Gleichung:

$$\log (95,25 - y) = \log 95,25 - 0,0786 (x + 5,642)$$

0,00 g		0,30 g		0,75 g		2,00 g		5,00 g	
y gef.	y ber.								
60,95 ±0,29	60,95	62,61 ±0,28	62,76	65,98 ±0,37	65,30	71,94 ±0,24	71,36	80,05 ±0,36	81,37

Tabelle 10. Klee. g/318 qcm.

(Unter Hinzunahme des Eckgefäßes nr. 263 mit 75,0 g.)

Die berechneten Erträge folgen den auf p. 135 gegeb. Gleich.

Düngung x	Gefäß nr.	I. Schnitt		II. Schnitt		Gesamtertrag	
		Mittel	y ber.	y gef.	Mittel	y ber.	Mittel
0,00	263			13,0			
	264	61,23	61,23	12,8	11,06	11,06	72,29
	265	±0,35		8,7	±0,90		±1,25
	266			9,72			
0,30	283			12,5			
	284	62,13	63,03	14,0	11,48	11,16	73,61
	285	±0,29		9,2	±0,87		±1,16
	286			10,2			
0,75	303			11,7			
	304	65,29	65,55	19,2 ^x)	11,39	11,31	76,68
	305	±0,40		12,31	±0,49		±0,89
	306			10,14	+) von Berechn. ausgeschlossen.		

Tabelle 10. cont.

Düngung x	Gefäss nr.	I. Schnitt		II. Schnitt			Gesamtertrag	
		Mittel	y berechn.	y gef.	Mittel	y ber.	Mittel	y berechn.
2,00	323			13,1				
	324	71,20	71,56	12,4	11,83	11,62	83,03	83,18
	325	±0,4		12,12	±0,52		±0,76	
	326			9,7				
5,00	343			14,3				
	344	79,66	82,48	11,62	12,16	12,16	91,82	93,64
	345	±0,38		12,5	±0,60		±0,98	
	346			10,2				

Tabelle 11. Klee, g/318 qcm.

(Ohne Berücksichtigung des Eckgefäßes nr. 263 mit 75,0 g, an dessen Stelle der Mittelwert von 60,93 g eingesetzt ist. Die berechneten Erträge folgen der Gleichung p. 135.)

Düngung x.	Gefäss nr.	I. Schnitt		II. Schnitt		Gesamtertrag	
		Mittel	y berech	Mittel	y berechnet	Mittel	y berechn.
0,00	263						
	264	60,95	60,95	11,06	11,06	72,01	72,01
	265	±0,29		±0,90		±0,38	
	266						
0,30	283						
	284	62,61	62,76	11,48	11,16	74,09	73,92
	285	±0,28		±0,87		±1,15	
	286						
0,75	303						
	304	65,98	65,30	11,39	11,31	77,37	76,60
	305	±0,37		±0,49		±0,86	
	306						
2,00	323						
	324	71,94	71,36	11,83	11,62	83,77	82,98
	325	±0,24		±0,52		±0,76	
	326						
5,00	343						
	344	80,05	81,37	12,16	12,16	92,31	93,53
	345	±0,36		±0,60		±0,96	
	346						

Tabelle 12. Klee, dz/ha.

(Ohne Berücksichtigung des Eckgefäßes nr. 263, an dessen Stelle der Mittelwert der andern 3 Parallelversuche eingesetzt worden ist. Die berechneten Erträge folgen den Gleichungen p. 136.)

Düngung x.	Gefäß nr.	I. Schnitt		II. Schnitt		Gesamtertrag	
		Mittel	y berechn.	Mittel	y berechn.	Mittel	y berechnet
0,00	263						
	264	191,7	191,7	33,82	33,82	226,5	226,5
	265	+0,91		±2,83		±1,19	
	266						
0,94	283						
	284	196,9	197,3	36,1	35,06	233,0	232,5
	285	±0,88		±2,74		±3,62	
	286						
2,36	303						
	304	207,5	205,3	35,82	35,57	243,3	240,8
	305	±1,16		±1,54		±2,70	
	306						
6,29	323						
	324	226,2	224,0	37,2	36,52	263,4	261,0
	325	±0,75		±1,64		±2,39	
	326						
15,72	343						
	344	251,8	256,0	38,23	38,23	289,9	294,1
	345	±1,13		±1,89		±3,02	
	346						

Tabelle 13. Erbsen. gr/318 qcm.

Düngung x	Gefäß nr.	Strohertrag		Fruchtertrag		Gesamtertrag	
		y gefund.	Mittel	y gefund.	Mittel	y gefund.	Mittel
0,00	259	44,8		32,2		77,0	
	260	82,5	53,18	45,1	33,98	127,6	87,15
	261	31,5	±7,33	11,3	±5,97	42,8	±13,30
	262	53,9		47,3		101,2	
0,30	279	30,9		18,2		49,1	
	280	48,2	55,78	33,8	27,00	82,00	82,78
	281	87,4	±7,92	32,2	±2,93	119,6	±8,99
	282	56,6		23,8		80,4	
0,75	299	28,5		17,3		45,8	
	300	36,0	37,15	14,3	19,28	50,3	56,43
	301	51,1	±3,40	22,8	±1,70	73,9	±4,27
	302	33,0		22,7		55,7	
2,00	319	43,4		32,7		76,1	
	320	45,5	49,00	25,1	31,00	70,6	80,00
	321	45,9	±2,96	25,2	±2,85	71,1	±5,42
	322	61,2		41,00		102,2	

Tabelle 13 cont.

Düngung x	Gefäss nr.	Strohertrag		Fruchtertrag		Gesamtertrag	
		y gefund.	Mittel	y gefund.	Mittel	y gefund.	Mittel
5,00	339	97,1		41,6		138,7	
	340	86,7	72,45	40,2	32,75	126,9	105,2
	341	51,0	±9,49	22,5	±3,98	73,5	±13,47
	342	55,0		26,7		81,7	

Tabelle 14. Erbsen. dz/ha.

Düngung x	Gefäss nr.	Strohertrag		Fruchtertrag		Gesamtertrag	
		y gefund.	Mittel	y gefund.	Mittel	y gefund.	Mittel
0,00	259	140,9		101,3		242,2	
	260	259,5	167,24	141,9	106,89	401,4	273,85
	261	99,06	±23,06	35,54	±18,77	134,6	±41,7
	262	169,5		148,8		318,2	
0,94	279	97,18		57,24		154,4	
	280	151,6	175,42	106,3	84,92	257,8	260,3
	281	274,9	±24,9	101,3	±9,21	376,1	±28,27
	282	178,0		74,85		252,8	
2,36	299	89,64		54,41		144,1	
	300	113,2	116,84	44,96	60,54	158,2	177,48
	301	160,7	±10,60	71,69	±5,29	232,4	±13,40
	302	103,8		71,08		175,2	
6,29	319	136,5		102,8		239,3	
	320	143,1	154,1	78,94	97,47	222,0	251,6
	321	144,3	±9,37	79,25	±8,97	223,7	±17,03
	322	192,5		128,9		321,4	
15,72	339	305,4		130,8		436,3	
	340	272,7	227,88	126,4	102,98	399,1	330,88
	341	160,4	±28,85	70,76	±12,50	231,1	±42,37
	342	173,0		83,97		256,9	

Tabelle 15. Bohnen (Vicia Faba). g/318 qcm.

Düngung x	Gef. nr.	Strohertrag		Fruchtertrag		Gesamtertrag		Zahl der stark mit Rost bef. Pflanzen
		y gef.	Mittel	y gef.	Mittel	y gef.	Mittel	
0,00	255	82,3		75,6		157,9		3
	256	135,5	116,48	70,0	67,93	205,5	184,4	2
	257	135,0	±9,16	52,3	±3,81	187,3	±6,47	0
	258	113,1		73,8		186,9		1
0,30	275	97,4		71,7		169,1		0
	276	124,8	110,4	56,8	62,48	181,6	172,88	0
	277	115,6	±4,78	58,2	±2,43	173,8	±2,35	3
	278	103,8		63,2		167,0		3

Tabelle 15 cont.

Düngung x	Gef. nr.	Strohertrag		Fruchtertrag		Gesamtertrag		Zahl der stark mit Rost bef. Pflanzen.
		y gef.	Mittel	y gef.	Mittel	y gef.	Mittel	
0,75	295	75,3		84,1		159,4		4
	296	117,0	92,53	63,8	68,63	180,8	161,15	3
	297	94,5	±6,45	60,3	±3,78	154,8	±4,79	2
	298	83,3		66,3		149,6		0
2,00	315	105,0		55,6		160,6		6
	316	128,0	111,3	67,8	65,78	195,8	177,1	1
	317	120,2	±6,23	67,4	±2,48	187,6	±7,12	2
	318	92,1		72,3		164,4		1
5,00	335	143,7		60,4		204,1		0
	336	73,0	108,03	56,3	65,9	129,3	173,93	7
	337	94,8	±11,77	73,5	±3,68	168,3	±12,26	1
	338	120,6		73,4		194,0		1

Tabelle 16. Bohnen (Vicia Faba) dz/ha.

Düngung x	Gef. nr.	Strohertrag		Fruchtertrag		Gesamtertrag		Zahl der stark mit Rost bef. Pflanzen.
		y gef.	Mittel	y gef.	Mittel	y gef.	Mittel	
0,00	255	258,8		237,7		496,5		3
	256	426,1	366,28	220,1	213,6	646,2	579,88	2
	257	224,5	±28,8	164,5	±11,98	589,0	±20,34	0
	258	355,7		232,1		587,8		1
	275	306,3		225,5		531,8		0
0,94	276	392,5	347,18	138,6	186,38	531,1	533,55	0
	277	363,5	±15,04	182,7	±13,55	546,2	±3,09	3
	278	326,4		198,7		525,1		3
	295	236,8		264,5		501,3		4
2,36	296	367,9	290,95	200,6	215,75	568,5	506,7	3
	297	297,2	±20,30	189,6	±11,9	486,8	±15,08	2
	298	261,9		208,3		470,2		0
	315	330,2		174,8		505,0		6
6,29	316	402,5	350,0	213,2	206,83	615,7	556,83	1
	317	377,7	±19,57	211,9	±7,81	589,6	±22,36	2
	318	289,6		227,4		517,0		1
	335	451,9		189,9		641,8		0
15,72	336	229,6	339,7	177,0	207,13	406,6	546,83	7
	337	298,1	±37,01	231,1	±11,55	529,2	±38,52	1
	338	379,2		230,5		609,7		1

Tabelle 17. Lupinen (*Lupinus angustifolius*) g/318 qcm.

Düngung x	Gef. nr.	Gesamtertrag		b. d. Ernte gef. Pflanz.			Gesamtertrag ^{*)}	
		y gef.	Mittel	grün (gesund.)	trocken (erkrkt.)	Zusammen	y umgerechnet	Mittel
0,00	267	136,3		10	0	10	136,3	
	268	108,5	117,95	9	1	10	114,21	123,93
	269	119,7	+4,90	9	1	10	126,00	+3,52
	270	107,3		8	2	10	119,22	
0,30	287	94,3		8	2	10	104,78	
	288	99,8	96,95	9	1	10	105,05	106,26
	289	110,7	+4,05	8	2	10	123,00	+4,08
	290	83,0		8	2	10	92,22	
0,75	307	130,8		10	0	10	130,8	
	308	119,8	112,7	10	0	10	119,8	116,74
	309	96,5	+6,15	8	2	10	107,22	+4,17
	310	108,7		9	1	10	109,16	
2,00	327	79,0		8	2	10	87,78	
	328	71,8	85,78	6	4	10	89,75	96,32
	329	101,5	+15,06	9	1	10	106,84	+3,68
	330	90,8		8	2	10	100,89	
5,00	347	104,5		10	0	10	104,5	
	348	100,5	96,05	8	2	10	111,67	107,34
	349	91,7	+3,15	9	1	10	96,53	+3,33
	350	87,5		5	5	10	116,67	

*) Das Gewicht der bei der Ernte gefundenen, während der Vegetation erkrankten und abgestorbenen Pflanzen ist mit dem halben Gewicht der grün geernteten (gesunden) Pflanzen angesetzt und so die Erträge auf 10 gesunde Pflanzen umgerechnet worden.

Tabelle 18. Lupinen (*Lupinus angustifolius*) dz/ha.

Düngung x	Gef. nr.	Gesamtertrag		b. d. Ernte gef. Pflanzen			Gesamtertrag ^{*)}	
		y gef.	Mittel	grün (gesund)	trocken (erkrkt.)	zusammen	y umgerechnet	Mittel
0,00	267	136,3		10	0	10	136,3	
	268	108,5	117,95	9	1	10	114,21	123,93
	269	119,7	+4,90	9	1	10	126,00	+3,52
	270	107,3		8	2	10	119,22	
0,30	287	94,3		8	2	10	104,78	106,26
	288	99,8	96,95	9	1	10	105,05	+4,08
	289	110,7	+4,05	8	2	10	123,00	
	290	83,0		8	2	10	92,22	

*) Das Gewicht der bei der Ernte gefundenen, während der Vegetation erkrankten und abgestorbenen Pflanzen ist mit dem halben Gewicht der grün geernteten (gesunden) Pflanzen angesetzt und so die Erträge auf 10 gesunde Pflanzen umgerechnet worden.

Tabelle 18 cont.

Düngung x	Gef. nr.	Gesamtertrag		b. d. Ernte gef. Pflanzen			Gesamtertrag +)	
		y gef.	Mittel	grün (gesund)	trocken (erkrkt.)	zusammen	y umgerechnet	Mittel
0,75	307	130,8		10	0	10	130,8	
	308	119,8	112,7	10	0	10	119,8	116,74
	309	96,5	±6,15	8	2	10	107,22	±4,17
	310	103,7		9	1	10	109,16	
2,00	327	79,0		8	2	10	87,78	
	328	71,8	85,78	6	4	10	89,75	96,32
	329	101,5		9	1	10	106,84	±3,68
	330	90,8		8	2	10	100,89	
5,00	347	104,5		10	0	10	104,5	
	348	100,5	96,05	8	2	10	111,67	107,34
	349	91,7	±3,15	9	1	10	96,53	±3,33
	350	87,5		5	5	10	116,67	

+) Das Gewicht der bei der Ernte gefundenen, während der Vegetation erkrankten und abgestorbenen Pflanzen ist mit dem halben Gewicht der grün geernteten (gesunden) Pflanzen angesetzt und so die Erträge auf 10 gesunde Pflanzen umgerechnet worden.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Der auf Seite 38 des vorliegenden Heftes abgedruckte Sero-diagnostische Sero-diagnostische (Königsberger) Stammbaum des Pflanzenreichs soll, falls sich genügend Interesse dafür zeigt, nach Vollendung der in Gang befindlichen eingehenderen Untersuchungen über die Filicales, Muscineen und Pilze in grossem Format (ca. 1,5 x 2,5 Meter) als Demonstrationstafel lithographisch vervielfältigt werden. Das Blatt würde gegen Ende 1925 erscheinen und 10 - 15 Mark kosten. - Eventuelle Bestellungen werden an den Herausgeber, Königsberg, Besselplatz 3, erbeten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Stoepel Paul

Artikel/Article: [Differenzdüngungen mit schwefelsaurem Ammoniak bei Cruciferen , Cerealien und Leguminosen mit besonderer Berücksichtigung der im Boden vorhandenen Stickstoffmenge 124-156](#)