p. 320. - (9) LOTSY, l.c. p. 621. - (10) LOTSY, l.c. p. 779. - (11) STRASBURGER, Die Coniferen und Gnetaceen, p. 245. - (12) LOTSY, l.c. p. 245. - (13) MEZ in MEZ, Archiv V (1924) p. 111. - (14) STRASBURGER, l.c. p. 16. - (15) KIRSTEIN, l.c. p. 73. - (16) WARMING nach IKENO, Unters. über d. Entwicklung d. Geschlechtsorgane und den Vorgang der Befruchtung bei *Cycas revoluta*, in Pringsh. Jahrb. XXXII, p. 596. - (17) IKENO, l.c. p. 597. - (18) STRASBURGER, l.c. p. 254. - (19) LUERSSSEN, Grundz. d. Bot. p. 372. - (20) GOHLKE, Diss. Königsberg 1913. - (21) KIRSTEIN, l.c. p. 61. - (22) HITOSHI KOJIMA, Serobiol. Unters. über d. Verwandtschafts-Verh. zw. d. Dikotylen u. den Gymnospermen, in Mitt. Med. Fakult. Kaiserl. Kyushu-Univ. Fukuoka VI, p. 223. - (23) KOJIMA, l.c. p. 237. - (24) KOJIMA, l.c. p. 238.

Beitrag zur Kenntnis der alkalischen Reaktion des Bodens und deren Wirkung auf die Pflanzen.

Von WALTER LIEROW (Königsberg Pr.).

Die bei einer Bodenuntersuchung inbetracht kommenden Reaktionen sind "sauer, neutral und alkalisch". Von diesen Reaktionen dürfte die saure Reaktion für die Pflanzen am schädlichsten sein, denn es haben sich unsere Autoren mit dieser besonders viel beschäftigt. Es gibt daher heute eine Reihe von Untersuchungsmethoden, die saure Reaktion festzustellen und auch durch geeignete Düngung zu beseitigen.

Die auf die meisten Pflanzen am günstigsten einwirkende Reaktion ist die neutrale, da die Pflanze diese im wesentlichen liebt und an sie gewöhnt ist.

Eine ebenfalls schädigende Wirkung übt die alkalische Reaktion auf die Pflanzenwelt aus. Im zweiten Teil meiner Arbeit habe ich festgestellt, dass diese Reaktion bis zu einem gewissen Grade durch physiologisch saure Düngemittel beseitigt werden kann. Zweck meiner Arbeit ist es nun, festzustellen, ob es Untersuchungsmethoden gibt, die uns deutlich eine alkalische Reaktion des Bodens anzeigen. Im Nachfolgenden gebe ich einen Überblick über die angewandten Verfahren u. ihre Brauchbarkeit bei der Untersuchung auf Alkalität.

Zuerst benützte ich die einfachste Methode, die Lackmus-Probe. Sie konnte jedoch nicht weiter verwendet werden, da ihre Mängel in einer zu grossen Unempfindlichkeit und in einer zu geringen Pufferwirkung bestanden. Schon deutlicher traten die Unterschiede zwischen "sauer" und "neutral" bei der Comber-Methode (6, p. 16) hervor. Sie basiert darauf, dass bei saurer Reaktion Eisen in Lösung geht, welches leicht nachgewiesen werden kann. Ich untersuchte diese Methode, um auf umgekehrtem Wege bei neutraler Reaktion durch Hinzusetzung von Säure den Alkalitätsgehalt zu errechnen. Acht Böden wurden von mir mit der Comber-Methode untersucht. Von diesen reagierten zwei Böden offensichtlich sauer. Die Versuchsanstellung ist kurz folgende:

2 - 3 gr Boden werden in ein Reagenzrohr gebracht. Diesem Boden werden 5 ccm einer alkoholischen Rhodankalium-Lösung hinzugegeben (40 g Rhodankalium auf 1 l 95% Alkohol). Das Gemisch wird kräftig geschüttelt und nach einigen Stunden die Farbreaktion beobachtet. Rötliche Färbung zeigt saure Reaktion, gelbliche bis farblose Färbung neutrale Reaktion an. Im letzteren Falle wollte ich solange Tropfen einer sauren Lösung zusetzen, bis eine rötliche Farbreaktion eintreten würde. Aus Zahl und Gewicht der Tropfen wollte ich dann später den Alkalitätsgehalt errechnen.

Zur Untersuchung verwandte ich 4 verschiedene Lösungen von Eisenchlorid aus folgender Zusammensetzung:

I = 1 g; II = 0,1 g; III = 0,01 g; IV = 0,001 g Eisenchlorid in 1 l Wasser. Von der starken Lösung wurden so viel Tropfen gegeben, bis die Rotfärbung eintrat.

Alsdann versuchte ich durch Staffelung der schwächeren Lösung die Grenze des Farbumschlags zu finden. Leider ist mir dieser Versuch bei allen 6 Boden-Untersuchungen missglückt. War die erste Lösung hinzugesetzt, und wurde zur feineren Abstimmung die schwächere Lösung hinzugegeben, so wirkten 20 und noch mehr Tropfen der zweiten Lösung (d.h. die doppelte bis dreifache Menge von Eisenchlorid) nicht wie ein Tropfen der starken Lösung. Selbst der Zusatz von Salzsäure vermochte eine intensive Rotfärbung nicht mehr hervorzurufen. Da dadurch ein Weiterarbeiten in diesem Sinne unmöglich war, musste der Versuch als erfolglos aufgegeben werden.

Eine dritte Untersuchung wurde durch eine Titriermethode vorgenommen. 10 g Boden wurden mit 200 ccm dest. Wasser mehrere male kräftig geschüttelt und über Nacht stehen gelassen. Am nächsten Tage wurden 25 ccm der Lösung mit einem Indikator "Methylorange" versehen und mit einer n/50 Schwefelsäure titriert. Die Böden verbrauchten bis zur Rotfärbung folgende Mengen n/50 Schwefelsäure in ccm:

Boden I (Rachsittental)	1,25 g Boden	= 0,6 ccm n/50 H ₂ SO ₄
" II (Julchenfelde)	" " "	= 0,7 " " "
" III (Quanditten I)	" " "	= 0,5 " " "
" IV (Quanditten II)	" " "	= 0,8 " " "
" V (Gr. Klingbeck I-III)	" " "	= 0,8 " " "
" VI (Gr. Klingbeck IV-VI)	" " "	= 0,7 " " "

Ein nach der Comber-Methode sauer reagierender Boden wurde zum Vergleich herangezogen, und zwar verbrauchte dieser (Schulstein Aussenschlag) nur 0,3 ccm n/50 H₂SO₄. An Hand des Mehrverbrauches von n/50 H₂SO₄ der neutral bis alkalisch reagierenden Böden versuchte ich den Alkalitätsgehalt zu errechnen. Bei mehrmaligem Wiederholen des Versuches stellte sich jedoch heraus, dass die in ccm gegebenen Mengen von n/50 H₂SO₄ derartig schwankten, dass ich den Versuch als erfolglos aufgeben musste. Schulstein zeigte z.B. bei Wiederholung einen Verbrauch von 0,4 bis sogar 0,8 ccm n/50 H₂SO₄ bis zur Rotfärbung. Ähnlich ging es mir mit den andern angeführten Böden, die ebenfalls starke Abweichungen nach beiden Seiten ergaben. Den schwankenden Verbrauch von n/50 H₂SO₄ in ccm führe ich darauf zurück, dass der Indikator Methyorange nicht genügend scharf den Farbumschlag angibt.

Eine vierte von EMICH (11) angeführte Methode beruht darauf, vermitteltst Lackmus-Seide die alkalische Reaktion nachzuweisen. Lackmus wird dazu mit dest. Wasser gekocht, der erste Auszug filtriert, siedend mit Schwefelsäure übersättigt und dann Seidenfäden in der Lösung gefärbt. Ein Seidenfaden wird, nachdem er getrocknet ist, auf einem Wachsklötzchen befestigt und seine Spitze etwa 1 cm in die zu untersuchende Bodenflüssigkeit getaucht. Wirkt die Bodenflüssigkeit alkalisch, so soll die rote Lackmus-Seide schwach blau gefärbt werden. Die Empfindlichkeit der Seide soll so stark sein, dass man unter dem Mikroskop die Färbung deutlich wahrnehmen kann. - Ich habe bei allen 6 Böden keine Blaufärbung feststellen können. Bei Hinzufügung einer Lauge trat allerdings ein offensichtlicher Farbumschlag auf. Demnach könnte sich diese Methode nur für besonders stark alkalische Böden eignen.

Da nach HARALD R. CHRISTENSEN (6, p. 1) das Kalk-Bedürfnis des Bodens mit dessen Bedürfnis an basischen, als Puffersubstanzen wirkenden Stoffen identisch war, versuchte ich als nächste Möglichkeit die *Azotobacter*-Untersuchung. Zunächst setzte ich aus Gartenboden Kulturen an, die glänzend gediehen. 5 g Boden wurden mit 50 ccm einer Lösung von 2% Mannit und 0,02% sec. Kaliumphosphat K₂HPO₄ gemischt und 48 Stunden in ein Wasserbad von ca 30° gestellt. Die untersuchten Böden wurden dann nach der Versuchs-Anstellung mit den Kulturen geimpft. Alle Böden ausser VI zeigten keine Bakterien-Entwicklung. Bei letzterem war auch nur eine ganz schwache Entwicklung festzustellen.

Nach mir später gelieferten Ergebnissen, die durch P. CHRISTENSEN (13) festgestellt waren, ersah ich, dass die Boden-Untersuchungen mit *Azotobacter* grossen Schwankungen unterliegen. P. CHRISTENSEN fand z.B. die auf der Tabelle der folgenden Seite wiedergegebenen Zahlen.

Aus diesen Zahlen ersieht man, dass selbst bei einer Reaktionszahl (auf die ich später noch zurückkomme) von 7,1 keine Bakterien-Entwicklung stattfinden kann, andererseits wurde bei 6,6 eine recht kräftige Entwicklung beobachtet. Es

kräftig	recht kräftig	schwach	keine Reaktion			
6,1	6,2	5,7	5,3	6,5	6,4	7,0
6,6	6,6	6,4	6,0	6,1	6,4	6,9
	6,4	6,6	6,0	6,2	6,0	6,8
	6,2	6,8	6,0	6,6	6,8	6,8
	7,2	6,8	5,3	6,5	7,1	6,5
			6,6	6,5	7,1	6,6
			6,2	6,5	6,2	
			6,4	6,1	6,6	
			6,8	-	6,8	

ist ein Zeichen dafür, dass bei alkalischer Reaktion die Anwesenheit von Kalk nicht erforderlich ist.

Aus einer sechsten Untersuchung, die ich PARKER und TIDMORE (12) entnahm, wollte ich auf umgekehrtem Wege den Alkalitätsgehalt feststellen. Das Verfahren soll eine Säure-Feststellung ermöglichen und ist kurz folgendes:

20 g lufttrockener Boden werden in einem Erlenmeyer-Kolben eingewogen, zugesetzt werden 100 ccm einer 1% BaCl₂-Lösung mit 0,10 g ZnS. Ein Streifen Fließpapier wird dann in einer Lösung von Bleiessig angefeuchtet und in den Kolben gehängt. Letzterer wird dann über einer Bunsenflamme erwärmt. Ist im Boden Säure vorhanden, so setzt diese das ZnS in Schwefelwasserstoff um, das Lösungsprodukt soll das Bleipapier schwarz färben. - Ein Moorboden, der eine Reaktionszahl von 4,5 pH aufwies, sollte mir als Anhaltspunkt dienen. Der mit ihm angestellte Versuch missglückte, sodass auch hiermit nicht weiter gearbeitet werden konnte.

Zum Schluss des ersten Teiles meiner Arbeit möchte ich eine Methode anführen, welche die Alkalitätsreaktion in recht guter und einfacher Weise anzeigt. Sie konnte nicht früher untersucht werden, da die zur Arbeit verwendeten Indikatoren recht kostspielig waren und daher vom Institut zunächst nicht angeschafft werden konnten.

Die Methode ist von GILLESPIE beschrieben und von O. ARRHENIUS (7, p. 2-4) zur leichteren Arbeit ausgebaut. Sie verläuft folgendermassen:

18 Reagenzgläser werden so in ein Gestell gebracht, dass immer je 2 Gläser hintereinander stehen und wir so 2 Reihen zu 9 Gläsern erhalten. Jedem Glas werden 10 ccm dest. Wassers zugesetzt, und dann der ersten Reihe jedem Glas 1 Tropfen Säure, in d. hinteren Reihe jedem Glas 1 Tropfen Lauge zugegeben. Abstufend wird jetzt tropfenweise ein Indikator zugesetzt, und zwar erhält das 1. Glas der sauren Reihe 9 Tropfen Indikator, das 2. Glas 8 Tropfen etc. - Die zweite Reihe wird umgekehrt genau so behandelt. Sieht man durch die sich deckenden Gläschen hindurch, so erhält man eine Farbenskala, welche die Bestimmung der Reaktionszahlen in Wasserstoffionen-Konzentration pH ausgedrückt angibt. Die Reaktionszahlen kann man aus der Herstellung der Farbenskala berechnen. Die Bereitung der Indikatoren ist von O. ARRHENIUS (l.c.) wiedergegeben und erübrigt eine weitere Ausführung. Kurz gefasst werden die Indikatoren folgendermassen behandelt: Man zerreibt sie in einem Mörser, gibt dann eine gewisse Menge Alkali hinzu, und füllt in einem Messkolben bis zu einem bestimmten Volum auf. Der Verlauf der Boden-Untersuchung ist folgender: 5 g Boden werden mit derselben Menge Wasser mehrere male geschüttelt und dann über Nacht stehen gelassen. Am nächsten Tage wird der ganze Boden-Extrakt filtriert. Dem Filtrat setzt man dann 2 - 3 Tropfen eines Indikatoren zu. Da die meisten unserer Bodenarten um den Neutralpunkt liegen, wird es zweckmässig sein, einen Indikator zu wählen, dessen Wendepunkt zwischen 6,0 bis 7,6 pH liegt. Der Neutralpunkt liegt etwa zwischen 6,8 - 7,0 pH. Der hier inbetracht kommende Indikator wäre Bromthymolblau. Der Boden-Extrakt + Indikator wird dann mit der hergestellten Farbenskala verglichen und bei Übereinstimmung der Farben die Reaktionszahl abgelesen.

Die von mir untersuchten Böden ergaben nun folgende Reaktionszahlen:

Boden I	6,5 pH	Boden IV	6,7 pH
	6,5 "		6,7
	6,5 "		6,6
Boden II	7,0 "	Boden V	7,0
	7,1 "		7,1
	7,1 "		7,1
Boden III	6,5 "	Boden VI	6,9
	6,5 "		6,8
	6,5 "		6,9

Aus den ermittelten Zahlen sieht man, dass die von mir untersuchten Böden nicht als alkalisch wirkende Böden angesprochen werden können, sondern nur neutrale Reaktion aufweisen. Von alkalisch reagierenden Böden könnte man nur sprechen, wenn man Reaktionszahlen von 7,2 pH und darüber erhalten würde.

ABSTUMPfung DER ALKALITÄT.

Der zweite Teil meiner Arbeit beschäftigt sich damit, festzustellen, inwieweit es möglich ist, die in einem Boden befindliche Alkalität durch Hinzufügung von chemischen Mitteln zu verringern.

Der mir zu meiner Arbeit zur Verfügung gestellte Boden ist von dem in Ostpreussen gelegenen Gut Frassnicken. - Eine im vorigen Jahr angestellte pflanzenphysiologische Untersuchung ergab alkalische Reaktion.

Vor der Versuchs-Anstellung wurde der Boden gut durchgearbeitet und dann durch ein Sieb geworfen, um ihn von Steinen, Quecke und andern Verunreinigungen zu säubern. Darauf folgte die Entnahme einer Bodenprobe um die Trockensubstanz des Bodens zu bestimmen. Die Berechnung der Trockensubstanz führte ich nach dem von KITSCHERLICH (1, p. 17) angeführten Schema durch. Zwei entnommene Proben ergaben folgenden Wassergehalt: I. = 23,4%; II = 22,9% Wasser.

Versuchs-Anstellung.

Die zu dem Versuch angewandten Gefässe waren glasierte Tontöpfe mit durchlöcherten Rosten. Wo die Tonroste fehlten, wurden sie durch paraffinierte Blechroste ersetzt. Die die Alkalität abstumpfenden chemischen Mittel bestanden in 3 verschiedenen Gaben Schwefel, und zwar in 0,5 g, 2 g und 5,0 g Schwefel, ferner in 2 Gaben Kainit zu 6,0 g und 15 g und in 3 Lösungen von Mangan zu 0,2 g, 0,5 g und 2,0 g. - Bei Versuch II (Gerste) konnten nur die Lösungen von 0,5 g und 2,0 g Mangan verwendet werden, da der Boden nicht ausreichte.

11 kgr Boden wurden auf einer Wage abgewogen, dann mit der Grunddüngung versehen, die bei allen Töpfen gleich ist, und zwar 10,0 g Thomasmehl und einer Lösung von 3 g Kali + 6 g Natron-Salpeter. Dieses Gemisch wurde kräftig mit dem Boden vermischt, die diesbezüglichen Chemikalien dazugemischt und dann die Gefässe gefüllt.

Da man, selbst bei 2 ganz gleich angestellten Beobachtungen, nie ganz genau das gleiche Resultat erhält, ist es zweckmässiger, mehrere Versuche anzustellen, die uns ein Resultat geben, das ± um einen Mittelwert schwankt. Bei meinen Versuchen habe ich nun 4 Kontrollversuche ohne chemische Beigabe, 4 Kontrollversuche mit 0,5 g Schwefel etc. angewendet, sodass auf einen Versuch $4 \times 9 = 36$ Töpfe kommen. Die nun fertig gefüllten Gefässe wurden in dem Versuchsgarten des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität aufgestellt.

Vegetationsbeobachtungen.

2 Tage nachdem die Gefässe gefüllt waren, wurden sie mit Saatgut versehen. Leider stand mir zu wenig Boden zur Verfügung, sodass meine Versuche auf nur 2 Getreidearten, Hafer und Gerste, beschränkt werden mussten.

Das mir gelieferte Saatgut beizte ich gegen Flugbrand mit Uspulum (auf 1 l

Wasser 2,5 g Uspulum), Die an der Oberfläche schwimmenden leichten Körner wurden mittelst eines Siebes abgeschöpft, sodass nur die schweren Körner zur Saat verwendet wurden. Die Aussaat in die Gefässe erfolgte am 27. April 1923.

Um ein gleichmässiges Aussäen der Körner zu erreichen, benützte ich ein Pflanzbrett, das mit Holzzapfen in entsprechender Zahl (in diesem Fall 25 Zapfen) von entsprechender Länge versehen war. In die durch Aufdruck des Pflanzbrettes entstandenen Löcher wurden je 2 Körner getan und die Seitenwände leicht zgedrückt. Das Saatgut lief gut und gleichmässig auf. Die Keimfähigkeit betrug im Durchschnitt 98 - 100%. Nur Topf nr. 68 zeigte ein ungleichmässiges Aufgehen, was ich auf den Boden, der aus zusammengeschaufelten Resten bestand, zurückführe. Da dieser Topf während der ganzen Vegetationszeit im Rückstand blieb, musste er bei der Berechnung ausgeschaltet werden.

Am 17., 18. Mai wurden die Pflanzen auf 35 Stück verzogen. Die Aufstellung d. Gefässe war zunächst nach laufender Nummer geschehen. Am 1. Juni wurden die Gefässe so gestellt, dass zuerst hintereinander Hafer und dann die Gerste kam, und zwar wurden die ersten Gefässe eines jeden Kontrollversuches zusammengestellt. Waren diese Nummern durch, so folgten die zweiten Gefässe eines jeden Kontrollversuches un so fort.

Was die Wassergabe betrifft, so wurden die Töpfe in den ersten Tagen nur leicht angegossen. Später wurde täglich eine bis zur vollen Wasser-Kapazität gehende Menge Wasser verabfolgt. In den ersten Juni-Tagen wurde täglich 2 mal, morgens und abends, gegossen, was aber durch den später alle 2 - 3 Tage einsetzenden Regen unterbunden wurde.

Was nun die Vegetationsbeobachtungen beim Hafer anbetrifft, so waren Unterschiede durch das Auge innerhalb der mit Schwefel, Mangan und Kainit gefüllten Töpfe nicht wahrzunehmen, wohl aber zeigte sich bis zur Rispenbildung ein Unterschied zwischen den Töpfen, die keine abstumpfende Beigabe erhalten hatten, und diesen andern. Später jedoch schwand dieser Unterschied immer mehr, sodass zur Erntezeit keine ins Auge springenden Unterschiede wahrnehmbar waren.

Was die Gerste anbetrifft, so fanden sich deutlich sichtbare Unterschiede zwischen den ohne abstumpfende Beigabe und den mit Schwefel, Kainit und Mangan gefüllten Gefässen, die auch bis zur Erntezeit verblieben. Sichtbare Unterschiede zwischen den mit den verschiedenen alkali-*abschwächenden* Mitteln versehenen Gefässen konnten während der ganzen Vegetationszeit nicht beobachtet werden. Von den tierischen Schädlingen waren es in erster Linie die Sperlinge, die trotz Drahtgitter zweimal hereingekommen waren und Schaden im Hafer verursachten. Die durch Vogelfrass befallenen Töpfe sind bei der Berechnung berücksichtigt worden. In zweiter Linie wären vielleicht die Blattläuse zu erwähnen, die aber durch 2 bis 3-maliges Spritzen von einer 10% Lösung des reinen Parasitel völlig verschwanden. Bei der Gerste traten noch kleinere Insekten, wie Fritfliege (*Oscinis frit*) und der Asakäfer (*Silpha atrata*) auf, die aber keinen wesentlichen Schaden verursachten.

Bei Hafertopf nr. 58 war eine Rispe vom Flugbrand des Hafers (*Ustilago Avenae*) befallen. Sie wurde sofort entfernt.

Ernte.

Am 9. August wurde die Gerste abgeerntet. Stroh und Ähren wurden voneinander getrennt und im Trockenschrank bei 100° 24 Stunden getrocknet. Die gefundenen Zahlen der getrockneten Gerste (Strohgewicht, Korngewicht und Gesamtgewicht) in g sind in der Tabelle auf Seite 462 angegeben.

Aus den errechneten Zahlen geht hervor, dass schon die kleine Gabe Schwefel von 0,5 g einen Mehr-Ertrag von 16,5 g im Gesamtmittel ergibt. Die gesteigerte Gabe Schwefel wirkt jedoch schädigend ein, sodass bei 5 g Schwefel im Vergleich mit 0,5 g ein Rückgang von 4,1 g zu verzeichnen ist. Demnach würde nur eine schwache Düngung mit Schwefel ratsam sein.

Kainit zeigt eine günstige Wirkung, sodass bei 15 g ein Mehrertrag von 12,5 g auftritt und es bliebe noch zu untersuchen, eine wie starke Kainitgabe bis zum

Chemische Beigabe	Stroh	Körner	Gesamtertrag
Nichts	36,5	26,5	63,0
	33,2	23,6	56,8
	29,8	22,4	52,2
	28,9	23,5	52,4
Mittel	32,1	24,0	56,1
Wahrscheinlicher Fehler	±1,3	±0,6	±1,8
0,5 g Schwefel	43,8	33,6	77,4
	41,8	31,4	73,2
	41,5	30,5	72,0
	37,7	29,9	67,6
Mittel	41,2	31,4	72,6
Wahrscheinlicher Fehler	±0,9	±0,5	±1,3
2,0 g Schwefel	45,1	28,2	73,3
	42,4	30,1	72,5
	35,9	29,7	65,1
	42,8	28,5	71,3
Mittel	41,6	29,1	70,7
Wahrscheinlicher Fehler	±0,7	±0,4	±1,2
5,0 g Schwefel	40,2	30,0	70,0
	37,9	28,9	66,8
	39,5	29,0	68,5
	37,7	30,8	68,5
Mittel	38,8	29,7	68,5
Wahrscheinlicher Fehler	±0,5	±0,4	±0,4
6,0 g Kainit	36,3	24,6	60,9
	35,1	31,5	66,6
	40,4	29,4	68,8
	38,6	29,7	68,8
Mittel	37,6	28,8	66,4
Wahrscheinlicher Fehler	±0,9	±1,0	±1,3
15,0 g Kainit	38,2	27,9	66,1
	44,7	29,5	74,2
	40,4	30,3	70,7
	35,3	28,0	63,3
Mittel	39,7	28,9	68,6
Wahrscheinlicher Fehler	±1,4	±0,5	±1,8
0,5 g Mangan	41,9	31,2	73,1
	40,9	29,9	70,8
	41,0	33,0	74,0
	41,3	30,5	71,8
Mittel	41,3	31,2	72,5
Wahrscheinlicher Fehler	±0,1	±0,5	±0,5

Chemische Beigabe	Stroh	Körner	Gesamtertrag
2,0 g Mangan	41,3	29,4	70,7
	37,0	28,0	65,0
	40,8	27,2	68,0
	39,1	29,2	68,3
Mittel	39,6	28,5	68,1
Wahrscheinlicher Fehler	±0,7	±0,4	±0,7

Höchstertrag nötig wäre.

Von der Manganlösung ist die von 0,5 g Mangan am günstigsten gewesen und weist einen Merertrag von 16,4 g im Gesamtmittel auf und würde demnach der Wirkung der Schwefeldüngung von 0,5 g entsprechen. Die Lösung von 2 g Mangan verringert jedoch wieder den Ertrag um 4,4 g und ist daher zur Abstumpfung der Alkalität nicht zu verwenden.

Aus den gefundenen Resultaten ersieht man, dass es möglich ist, die im Boden befindliche Alkalität zu verringern und sowohl im Korn als auch im Strohgewicht einen Mehrertrag zu erzielen.

Der Hafer wurde am 26. August geerntet. Seine Ernte wurde dadurch vereinfacht, dass man die Körner gleich vom Stroh auf dem gewachsenen Halm abstreifen konnte. Sie wurden in eine Glasflasche geschüttet und Stroh und Korn kamen dann ebenfalls 24 Stunden in den Trockenschrank. Die ermittelten Gewichte des Hafers sind folgende:

Chemische Beigabe	Stroh	Körner	Gesamtertrag
Nichts	39,0	29,7	68,7
	36,7	25,8	62,5
	40,7	30,0	70,7
	35,4	27,0	62,4
Mittel	37,9	28,1	66,0
Wahrscheinlicher Fehler	±0,8	±0,8	±1,8
0,5 g Schwefel	41,0	25,2	66,2
	35,7	26,0	61,7
	43,9	33,0	76,9
	35,5	26,0	61,5
Mittel	38,5	27,6	66,1
Wahrscheinlicher Fehler	±1,9	±0,7	±2,7
2 g Schwefel	43,4	25,3	68,7
	35,0	25,2	60,2
	45,5	34,9	80,4
	43,5	32,0	75,5
Mittel	41,9	29,4	71,2
Wahrscheinlicher Fehler	±1,7	±2,0	±3,2

Chemische Beigabe	Stroh	Körner	Gesamtertrag
5 g Schwefel	39,5	(20,0) 31,3	70,8
	40,0	28,9	68,9
	37,0	28,4	65,4
	34,7	31,4	66,1
Mittel	37,8	30,0	67,8
Wahrscheinlicher Fehler	±0,9	±0,6	±1,0
6 g Kainit	46,0	23,4	69,4
	42,0	31,5	73,5
	36,7	26,0	62,7
	34,0	28,1	62,1
Mittel	39,7	27,3	66,9
Wahrscheinlicher Fehler	±2,1	±1,2	±2,2
15 g Kainit	43,5	22,3	65,8
	34,5	25,5	60,0
	38,0	29,4	67,4
	33,7	24,5	58,2
Mittel	37,4	25,4	62,8
Wahrscheinlicher Fehler	±2,1	±0,9	±1,8
0,2 g Mangan	40,2	23,5	63,7
	37,5	29,0	66,5
	35,7	27,0	62,7
	-	-	-
Mittel	37,8	26,5	64,3
Wahrscheinlicher Fehler	±1,0	±1,2	±0,8
0,5 g Mangan	45,9	(22,3) 34,3	(68,2) 80,1
	42,5	31,2	73,7
	35,2	27,7	62,9
	50,0	37,0	87,0
Mittel	43,4	32,5	75,9
Wahrscheinlicher Fehler	±2,2	±1,5	±3,7
2 g Mangan	45,5	31,0	76,5
	44,4	33,2	77,6
	40,4	31,5	71,9
	43,0	30,5	73,5
Mittel	43,3	31,6	74,9
Wahrscheinlicher Fehler	±0,8	±0,4	±1,1

Die mit () bezeichneten Zahlen sind bei der Berechnung ausgeschaltet und durch errechnete Werte ersetzt, da diese Töpfe Vogelfrass aufzuweisen hatten!

=====

Vergleicht man die erhaltenen Resultate, so ersieht man, dass eine Ertragssteigerung in Bezug auf Korn- und Strohgewicht bei den Gefässen, die eine abstumpfenden Beigaben erhalten haben, im Gegensatz zu den Gefässen mit abstumpf-

ungsloser Düngung deutlich bei den letzten Mangandüngungen auftritt, und zwar weist die stärkere Düngung von 2 g Mangan einen Mehrertrag von 8,9 g im Gesamt- mittel auf. Ferner zeigt die zweite Schwefeldüngung im Mittelwert eine Ertrags- steigerung von 5,3 g. Die nächste Schwefeldüngung ist jedoch schon zu stark, da hier ein Rückgang im Gesamtmittel von 6,3 g zu verzeichnen ist.

Kainit weist bei der stärkeren Gabe ebenfalls einen Rückgang im Ertrag auf, sodass bei Hafer nur die schwächere Gabe als abstumpfendes Mittel verwendet werden kann.

Zum Schluss meiner Arbeit möchte ich eine Tabelle geben, die das Stroh- und Korngewicht von Gerste und Hafer, in Prozentzahlen ausgedrückt, zum Vergleich bringt.

Gerste.									
Düngung	0		Schwefel		Kainit			Mangan	
Stroh in %	82,5 ±3,3	105,9 ±2,3	106,9 ±2,3	99,7 ±1,3	96,6 ±2,3	102,0 ±4,5	-	106,1 ±0,3	101,8 ±2,3
Korn in %	83,0 ±2,1	108,6 ±1,7	100,6 ±1,4	102,7 ±1,4	99,6 ±3,5	100,0 ±1,7	-	107,9 ±1,7	98,6 ±1,4

Hafer.									
Stroh in %	95,4 ±2,1	96,9 ±4,9	105,5 ±4,4	95,2 ±2,3	100,2 ±5,4	94,2 ±5,4	94,7 ±2,3	109,3 ±5,7	109,0 ±2,1
Korn in %	97,9 ±2,8	96,1 ±2,4	102,4 ±7,0	104,5 ±2,1	95,1 ±4,2	88,5 ±3,1	92,3 ±4,2	113,2 ±5,2	110,1 ±1,4

Aus diesen Zahlen ersieht man, dass Unterschiede zwischen Korn- und Strohertrag innerhalb einer Pflanze bei den verschiedenen Düngungen nicht auftreten, sondern dass die errechneten Werte innerhalb des wahrscheinlichen Fehlers liegen. Vergleichen wir die Resultate von Gerste und Hafer in bezug auf die Düngung, so ergibt sich folgendes Bild: Bei der Gerste haben alle Düngungen einen mehr oder weniger starken Einfluss auf den Pflanzen-Ertrag gehabt. Bei Hafer dagegen ist es nur die letzte Mangandüngung gewesen, die einen Mehrertrag aufweist, der außerhalb des wahrscheinlichen Fehlers liegt.

LITERATUR.

- (1) MITSCHERLICH, Bodenkunde für Landwirte, 3. ed. 1920. - (2) PRYANISCHNIKOW, Die Düngerlehre, herausgegeben von WRANGELL, Berlin 1923. - (3) PFEIFFER, Der Vegetationsversuch. - (4) LÖHNIS, Vorlesungen über landwirtschaftliche Bakteriologie. - (5) KOSSOWICZ, Einführung in die Agrikulturmycologie, Teil I, Bodenbakteriologie. - HARALD R. CHRISTENSEN, Untersuchungen über einige neuere Methoden zur Bestimmung der Reaktion und des Kalk-Bedürfnisses des Erdbodens, XIII, Heft 3 - 4, 1923. - (7) O. ARRHENIUS, Bodenreaktion und Pflanzenleben mit spezieller Berücksichtigung des Kalkbedarfes für die Pflanzenproduktion. - (8) KAPPEN, Bodenazidität und Kalkdüngung. Berlin 1921. - (9) Saure Böden, ihre Erkennung u. Gesundheit. Berlin 1921, Verlag des Vereins deutscher Kalkwerke. - (10) GOY, Die Kalk-Düngungsfrage und Ostpreussen. Königsberg 1923. - (11) EMICH, Lehrbuch der Mikrochemie, Wiesbaden 1911. - (12) PARKER u. TIDMORE in Soil Science 1923, p. 75 - 76. - (13) P. CHRISTENSEN, Über Methoden zur Bestimmung vom Säuregrad des Bodens, 1923.

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: 1924

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Lierow Walter

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntnis der alkalischen Reaktion des Bodens und deren Wirkung auf die Pflanzen 457-465](#)