

Internationale Bodenkundliche Gesellschaft  
International Society of Soil Science  
Association Internationale de la Science du Sol

---

## Zweiter Bericht

über die Arbeiten und über die Tagung  
der Arbeitsgemeinschaft zur Prüfung  
der Laboratoriumsmethoden für die  
Bestimmung des Kali- und  
Phosphorsäurebedürfnisses  
der Böden

---

Herausgegeben von:

Edited by:

Rédigé par:

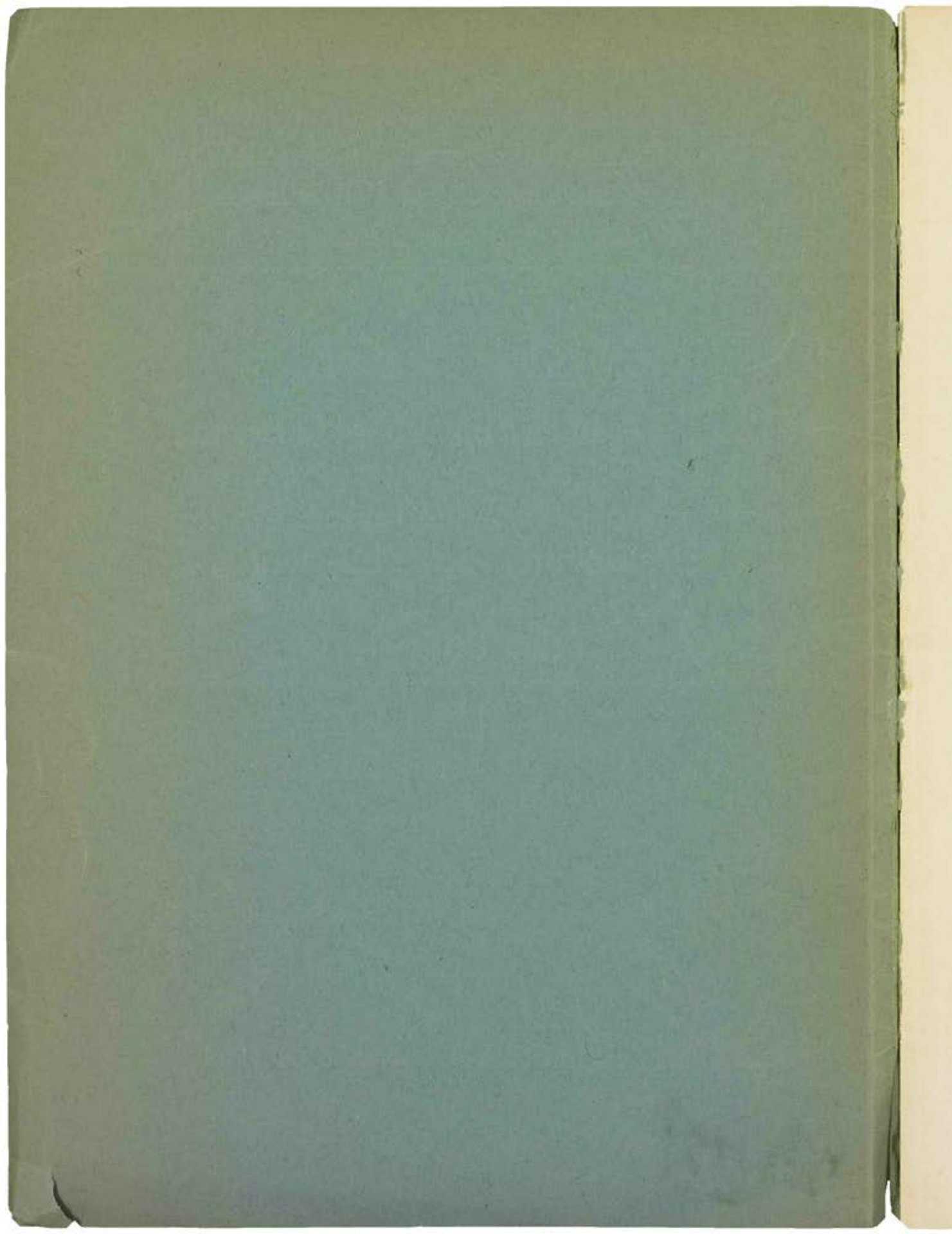
Eilhard Alfred Mitscherlich, Königsberg (Pr)

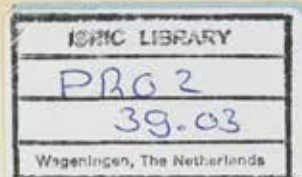
in Stockholm am 5. Juli 1939

ISRIC LIBRARY

PRO2 - 39.03

Wageningen  
The Netherlands





Internationale Bodenkundliche Gesellschaft  
International Society of Soil Science  
Association Internationale de la Science du Sol

---

# Zweiter Bericht

über die Arbeiten und über die Tagung  
der Arbeitsgemeinschaft zur Prüfung  
der Laboratoriumsmethoden für die  
Bestimmung des Kali- und  
Phosphorsäurebedürfnisses  
der Böden

---

Herausgegeben von:

Edited by:

Rédigé par:

Eilhard Alfred Mitscherlich, Königsberg (Pr)

Verhandelt in Stockholm am 5. Juli 1939

1080

1892. 1. 1. 1. 1.



## Vorwort.

Wie auf der ersten Tagung in Königsberg beschlossen wurde, fand die zweite Tagung unserer Internationalen Gemeinschaftsarbeit am 5. Juli 1939 in Schweden statt, und zwar in Verbindung mit der IV. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, deren Tagungsberichte über die Sitzungen und Ausflüge gesondert im Druck erscheinen werden.

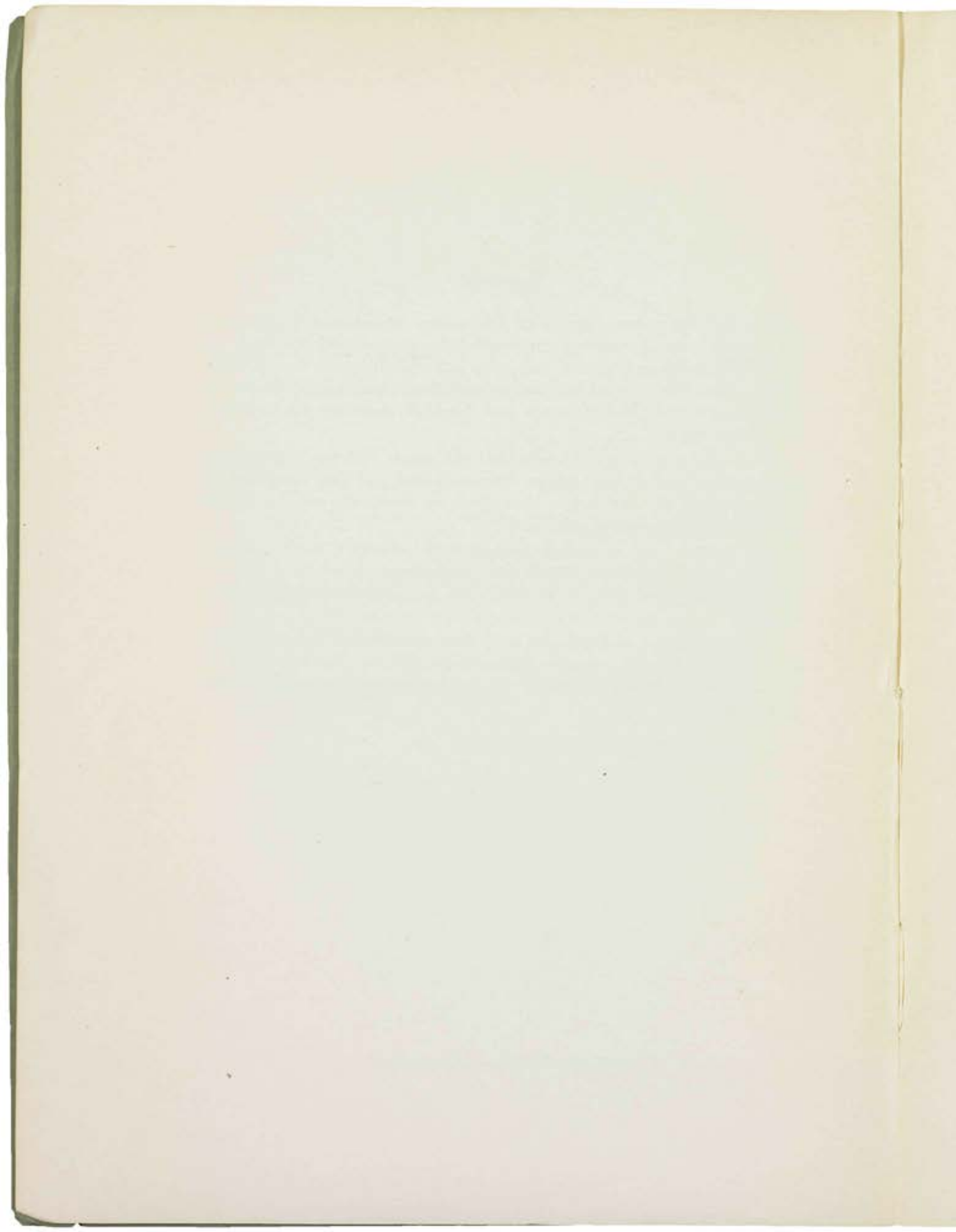
Der vorliegende Bericht beschränkt sich somit auf die Niederlegung des seit Königsberg erarbeiteten Materials und auf das Protokoll der Tagung, die in der Forstlichen Hochschule zu Stockholm vor den Sitzungen der IV. Kommission stattfand.

Wir danken den deutschen Düngemittel-Industrien für die Bereitstellung der erforderlichen Mittel zur Drucklegung dieses Berichtes. Wir danken auch allen, die uns in Schweden so gastfreundschaftlich aufnahmen.

Ein besonderer Dank gebührt auch der landwirtschaftlich-technischen Kalistelle, Berlin, die unserem Königsberger Institut die Mittel für die hier zugrunde gelegten Tausende von Kalibestimmungen zur Verfügung gestellt hat.

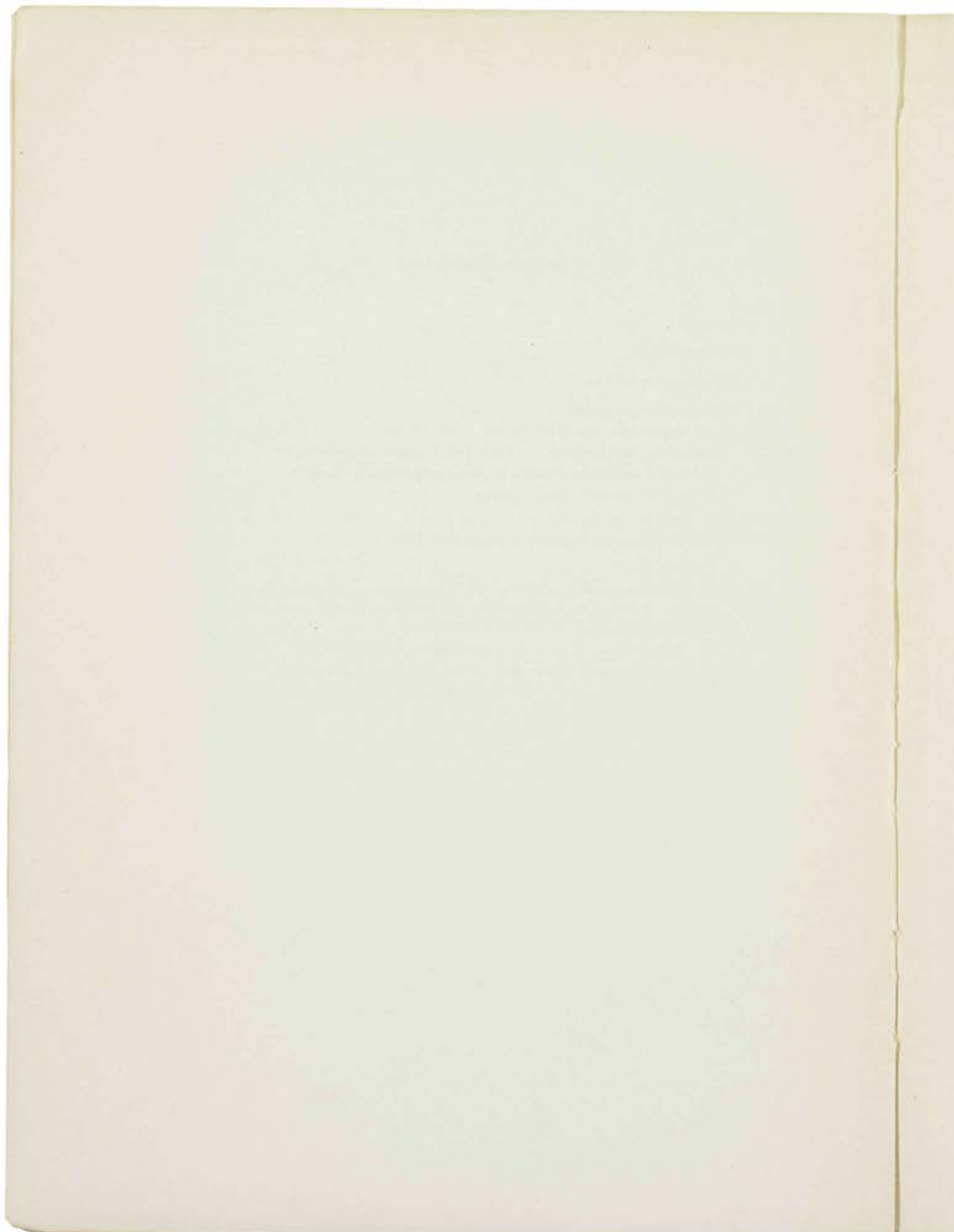
Königsberg (Pr), den 24. August 1939.

E. A. Mitscherlich.



## Inhalts-Übersicht

	Seite
Vorwort . . . . .	III
Inhaltsübersicht . . . . .	V
Teilnehmerverzeichnis . . . . .	VII
<b>I. Verhandlungsbericht . . . . .</b>	<b>1</b>
Die Ergebnisse der Rundfragen über die Anwendung der Methoden zur Bestimmung des Kali- und Phosphorsäurebedarfes der Böden für praktische Zwecke in den verschiedenen Ländern . . .	1
A. Die Phosphorsäurebestimmung . . . . .	3
B. Die Kalibestimmung . . . . .	19
Die Verarbeitung des vorliegenden Materials . . . . .	24
<b>II. Anhang . . . . .</b>	<b>28</b>
Vergleichsuntersuchungen über die Phosphorsäure-Düngebedürftigkeit der Böden nach chemischen Schnellmethoden und nach den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Stationen . . . . .	30
Kurze Bemerkungen zu den Phosphorsäuremethoden . . . . .	46
Vergleichsuntersuchungen über die Kali-Düngebedürftigkeit der Böden durch Kationenaustausch mit den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Stationen . . . . .	48
Kurze Bemerkungen zu den Kalimethoden . . . . .	56





## Teilnehmerverzeichnis.

Dänemark:	<i>Bondorff, K. A.</i> , Prof. Dr. — Lyngby <i>Lunding, E.</i> , Direktor — Kopenhagen
Deutschland:	<i>Allen</i> , Dr. — Berlin-Lichterfelde-Süd <i>Bär</i> , Dozent Dr. — Berlin <i>Behrens, W. U.</i> , Dr. — Berlin-Karlshorst <i>Beutelspacher, H.</i> , Dr. — Königsberg (Pr) <i>v. Boguslawski, E.</i> , Dozent Dr. — Breslau <i>Giesecke</i> , Prof. Dr. — Berlin-Dahlem <i>Heinz, W.</i> , Dr. — Hamburg 26 <i>Holzappel</i> , Dr. — Berlin-Dahlem <i>Keese</i> , Dr., I. G. Farben A. G. — Ludwigshafen a. Rh. <i>Mitscherlich, E. A.</i> , Prof. Dr. — Königsberg (Pr) <i>Mückenhausen</i> , Dr. — Berlin NW 7 <i>Nehring</i> , Prof. Dr. — Seestadt Rostock <i>Pfeil</i> , Reg.-Rat Dr. — Berlin-Dahlem <i>Piegler</i> , Dipl.-Landw. — Berlin-Dahlem <i>Rauterberg</i> , Dr. — Berlin-Lichterfelde-Süd <i>Riehm</i> , Dr. — Halle a. S. <i>Scheffer</i> , Prof. Dr. — Jena <i>Schmitt</i> , Dozent Dr. — Darmstadt <i>Schucht, F.</i> , Prof. Dr. — Berlin-Wilmersdorf <i>Trenel</i> , Prof. Dr. — Berlin
England:	<i>Warren, R. G.</i> , Dr. — Rothamsted Exp. Stat. Harpenden Herts
Estland:	<i>Nommik</i> , Prof. — Tartu, Raadi
Finnland:	<i>Kivinen, E.</i> , Dr. — Helsinki, Bulevardi 29 <i>Salonen, M.</i> , Cand. Agr. — Helsinki
Frankreich:	<i>de Ferrière, J. F.</i> , Direktor — Mulhouse, Le
Holland:	<i>van der Paauw, F.</i> , Dr. — Reichsversuchsstation, Groningen <i>de Vries, O.</i> , Hoofddirecteur, Prof. Dr. — Groningen
Schweden:	<i>Akerman, A.</i> , Prof. Dr. — Svalöf <i>Arrhenius, O.</i> , Dr. — Gl-Haga, Stockholm <i>Astrand, H.</i> , Fil. Kand. — Arlöv <i>Egnér, H.</i> , Dr. — Lantbrukshögskolan, Uppsala <i>Ekman, P.</i> , Agr. lic. Lantbrukshögskolan, Uppsala <i>Ekström, G.</i> , Docent Dr. S. G. U. — Stockholm 50 <i>Franck, O.</i> , Statsagronom, Dr. — Experimentalfältet <i>Larsen, H.</i> , Agronom — Alnarp <i>Lundblad, K.</i> , Statsagronom — Experimentalfältet <i>Mattson, S.</i> , Prof. Dr. — Lantbrukshögskolan, Uppsala <i>Nilsson, N.</i> , Amanuens Geol. Inst. — Lund <i>Sylvan, H.</i> , Generaldirektör, Kgl.-Lantbruksstyrelsen — Stockholm <i>Tamm, O.</i> , Prof. Dr. — Skogshögskolan, Experimentalfältet <i>Torstensson, G.</i> , Prof. Dr. — Uppsala
Schweiz:	<i>Eckstein, O.</i> , Prof. Dr. — Saas Fee
Schottland:	<i>Smith, A.</i> , Dr. Ph. — Edinburgh <i>Stewart, A. B.</i> , Dr. Ph. — Aberdeen
Ungarn:	<i>Endrédy, Dr.</i> — Budapest <i>Sik, K.</i> , Dr. — Budapest.



# I. Verhandlungsbericht.

Vierzehn Tage vor der Sitzung wurden von Königsberg alle inzwischen erarbeiteten Analysen an die einzelnen Teilnehmer, die sich zu der Tagung angemeldet hatten, versandt. Das Material war hierzu in Königsberg zusammengestellt worden. Es befindet sich am Schluß unseres Berichtes.

---

## Die Ergebnisse der Rundfragen über die Anwendung der Methoden zur Bestimmung des Kali- und Phosphorsäurebedarfes der Böden für praktische Zwecke in den verschiedenen Ländern.

Von E. A. Mitscherlich.

Anläßlich unserer Arbeitstagung 1956 in Königsberg wurde ich beauftragt festzustellen, wie es mit der Verbreitung der einzelnen Methoden über Düngungsfragen für die praktische Beratung der Landwirte in den verschiedenen Ländern aussieht. Ich habe mich bald darauf mit einem Rundschreiben an die Vertreter der nationalen Sektionen der IBC. gewandt. Aus den eingegangenen Antworten kann zusammenfassend kurz folgendes mitgeteilt werden:

Man ist bestrebt, den verschiedenen chemischen Methoden mit Säuren, alkalischen oder neutralen Salzen den Vorzug zu geben, da sie billiger sind und sich für Massenuntersuchungen besser eignen. Zur Festlegung der Grenzwerte bei der Extraktion mit Chemikalien wurden die Vergleichsversuche hauptsächlich mit den Feld- bzw. Gefäßversuchen ausgeführt.

Für die  $P_2O_5$ - und  $K_2O$ -Ausschüttelung wird meistens Zitronensäure verwendet (Finnland, Frankreich, Protektorat Böhmen und Mähren, Holland und Südafrikanische Union). In Dänemark, Finnland, Frankreich und USA. wird mit Salpetersäure, und in Japan, Rußland und Amerika teilweise mit Salzsäure geschüttelt. In Schweden wird die Phosphorsäure nach Egnér mit Laktat-Lösung ermittelt. Außerdem werden in USA. Schwefelsäure, Essigsäure und Natriumazetate gebraucht. In Ägypten wird die Aspergillus niger-Methode benutzt.

Der Gefäßversuch nach E. A. Mitscherlich wird für die Beratung der Praktiker in Japan und im Gebiete der früheren Tschecho-Slowakei



hauptsächlich angewandt. Die Methode von *Neubauer* wird außer in Deutschland für Beratungszwecke wenig gebraucht.

Der Feldversuch wurde bisher ausschließlich in Norwegen benutzt.

Von den in Aussicht gestellten Bodenarten aus aller Herren Länder sind leider nur recht wenige (18) in Königsberg eingegangen und dort nach der Gefäßmethode untersucht worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen liegen in Übersicht 1 vor. Ein Versand der Böden fand noch nicht statt.

Tabelle 1

Jahr	H e r k u n f t	kg tr. Boden	Erträge in g Trockensubstanz je Gefäß			mg/100 g Boden	
			V — K	V — P	V	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1936	Makropoulon (27. 4. 36.)	2,3	85,1 ± 0,6	25,2 ± 0,3	106,7 ± 0,1	22,7	2,5
1936	Pyrgos Wasilissis (11. 6. 36.)	2,2	65,9 ± 1,7	13,4 ± 0,2	64,6 ± 3,5	50,0	2,2
1936	Tscheidt / O. S.	1,7	78,0 ± 1,2	71,1 ± 1,2	112,8 ± 0,9	22,6	12,7
1937	Steinach (Bayern)	0,77	43,0 ± 1,2	5,9 ± 0,3	102,0 ± 1,1	23,3	1,7
1937	Sendrowen Ostpr.	0,72	16,6 ± 1,0	30,9 ± 0,4	99,7 ± 1,8	8,2	11,3
1937	Eleusis Ugr.	2,3	103,9 ± 2,4	41,6 ± 3,0	106,9 ± 1,7	50,7	4,6
1937	Annelsbach Hessen.	1,87	82,4 ± 1,4	22,6 ± 0,1	98,0 ± 0,2	32,0	3,2
1937	Djupadalsgard, Ronneby	1,85	30,5 ± 0,4	39,3 ± 0,9	85,6 ± 1,8	7,7	7,1
1937	Wambasa Johannishus	2,10	54,2 ± 0,4	62,3 ± 1,4	81,4 ± 1,4	17,0	15,0
1937	Janneberg Johannishus	1,75	27,9 ± 1,3	70,8 ± 2,2	82,4 ± 0,9	7,7	24,3
1937	Ängeskiftesgarden Svedala	1,93	41,2 ± 0,6	58,5 ± 0,8	82,6 ± 0,5	11,7	13,8
1937	Ladugarden Köpingebro	2,04	44,3 ± 1,0	69,2 ± 0,3	77,9 ± 1,2	13,4	23,5
1937	Jordbergagard	1,98	52,9 ± 1,1	72,3 ± 1,4	79,9 ± 1,1	17,6	25,5
1937	Severin Andersson V. Torp	2,02	52,7 ± 1,1	50,9 ± 1,1	79,3 ± 0,7	17,8	11,1
1937	Birger Larsson Sjovik Trelleborg	1,96	65,9 ± 1,5	49,2 ± 0,7	90,8 ± 1,6	21,5	8,7
1937	Sigfridsborg Hököpinge	1,91	41,4 ± 3,5	55,1 ± 0,9	82,8 ± 1,1	11,8	12,5
1938	Java Boden DKS I u. II	1,69	24,1 ± 5,3	7,0 ± 0,7	113,6 ± 2,3	4,6	0,8
1938	Java Boden DKS III u. IV	1,72	57,3 ± 6,1	14,6 ± 1,5	113,0 ± 1,9	14,0	1,7

Weitere Anfragen und Vorschläge wurden hierzu nicht gemacht.

Auf Anregung des Vorsitzenden wurden in der Sitzung zunächst die weiteren Ergebnisse der Phosphorsäureuntersuchungen und dann die der Kaliuntersuchungen behandelt.

## A. Die Phosphorsäurebestimmung.

### Bericht.

erstattet von Eilh. Alfred Mitscherlich, Königsberg (Pr).

Auf unserer letzten Tagung in Königsberg war beschlossen worden, vergleichende Untersuchungen mit Schnellmethoden an Böden auszuführen, die nach der Gefäßmethode untersucht worden waren, und zwar sollte hierfür ein Material von wenigstens 1000 verschiedenen Bodenarten herangezogen werden. Diese Untersuchungen sind für Phosphorsäure ausgeführt worden von Herrn Dr. *Olle Franck*, Experimentalfältet, Stockholm, dann teilweise von Herrn Prof. Dr. *Niklas-München* und Herrn Dr. *Dreyspring* und Dr. *Heinz-Hamburg* und endlich von uns nach einer eigenen Methode. Das ganze, zum Vergleich heranzuziehende Material liegt in Tabellenform vor. Über die anderen Methoden bitte ich die anderen Mitarbeiter selbst zu berichten; ich begnüge mich hier damit, einen Einblick in unsere neue Methode zu geben, an welcher besonders Herr Dr. *Beutelspacher* gearbeitet hat.

Wir sind zunächst von der Kohlensäure-Extraktion abgegangen, da es sich herausgestellt hat, daß bei kalkhaltigeren Bodenarten infolge der hierbei in Lösung gehenden Mengen von Kalziumbikarbonat beim ersten Extrakt zu geringe Mengen an Phosphorsäure gelöst wurden, wie das bei Erschöpfungsversuchen deutlich in Erscheinung trat. Andererseits schien uns eine Wiederholung der Extraktion mit der gleichen Bodenprobe für eine „Schnellmethode“ unangebracht zu sein.

Bei der Ausarbeitung einer chemischen Methode zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes des Bodens müssen eine Reihe physikalisch-chemischer Vorgänge Berücksichtigung finden; denn, wie ich bereits in früheren Arbeiten gezeigt habe, hängt die Löslichkeit der Nährstoffe ab

1. von der Behandlung des Bodens mit dem Lösungsmittel (Stehenlassen, Schütteln, Rühren) und der Zeitdauer dieser Behandlung;
2. von dem Verhältnis von Boden zur Flüssigkeitsmenge;
3. von der Wahl des Lösungsmittels und
4. von der Temperatur.

Wir haben zunächst bei Kohlensäuresättigung des Wassers und einer konstanten Temperatur von  $+30^{\circ}\text{C}$  je 20, 40 und 100 g Boden in je einem Liter Wasser aufgeschlämmt und unter ständiger Zuleitung von Kohlensäure verschiedenlange Zeit gerührt. Dabei erhielten wir die in Tabelle 2 wiedergegebenen gelösten Mengen an Phosphorsäure. Sie zeigen, daß sowohl mit der Rührzeit, wie mit der Streckung des Verhältnisses von Boden zu Flüssigkeit die absolute Löslichkeit zunimmt.

Es steht nun in Frage, unter welchen Bedingungen man lösen soll!? Wollte man die Gesamtmenge der löslichen Phosphorsäure z. B. bestimmen, dann müßte man das Verhältnis von Boden zur Flüssigkeitsmenge ganz außerordentlich weit nehmen. Dadurch würde man den Analysengang wesentlich erschweren, weil man für jede Analyse mehrere Liter Lösung eindampfen müßte, da auch unseren Mikroanalysen nach unten hin Grenzen gesetzt sind. Eine „Schnellmethode“ läßt sich demnach auf dieser Grundlage nicht durchführen! — Demnach müssen wir bei der



Tabelle 2

Einfluß der Rührzeit auf die Lösungsgeschwindigkeit  
der Phosphorsäure bei fortlaufendem Zuleiten von Kohlensäure  
(Boden Nr. 27 aus Italien).

Rühr- dauer in Std.	Das Verhältnis des Bodens zum Extraktionsmittel					
	1 : 50		1 : 25		1 : 10	
	mg $P_2O_5$		mg $P_2O_5$		mg $P_2O_5$	
	im Ltr.	in 100 g	im Ltr.	in 100 g	im Ltr.	in 100 g
1	4,4 ± 0,1	22,0	7,6 ± 0,1	19,0	10,7 ± 0,1	10,7
2,5	4,9 ± 0,2	24,5	8,1 ± 0,1	20,3	13,5 ± 0,3	13,5
5	5,2 ± 0,0	26,0	8,5 ± 0,1	21,3	15,5 ± 0,0	15,5
7,5	5,4 ± 0,0	27,0	8,7 ± 0,1	21,8	16,5 ± 0,0	16,5
10	5,7 ± 0,1	28,5	9,0 ± 0,0	22,5	16,5 ± 0,0	16,5

Ausarbeitung irgendeiner Schnellmethode ein willkürliches Verhältnis wählen.

Viel schwieriger wird nun aber unser Problem bei der Wahl des Lösungsmittels und der Lösungskonzentration. Wir zeigen hier zunächst in Tabelle 3, wie die Löslichkeit der Nährstoffe mit der Säurekonzentration unter sonst gleichen Bedingungen zunimmt.

Tabelle 3

Die Salz-, Kali- und Phosphorsäurelöslichkeit  
bei der Extraktion mit zunehmender Salzsäurekonzentration.  
Lösungsverhältnis 1 : 10.

Nor- malität der Salz- säure	Sandiger Lehm aus Belgien (37)				Lehmboden aus Königsberg			
	g lösl. Salze		mg $P_2O_5$		g lösl. Salze		mg $P_2O_5$	
	in 100 g	in 100 g	1. Extr.	2. Extr.	in 100 g	in 100 g	1. Extr.	2. Extr.
0,025	2,26	3,70	4,08	3,8	0,96	5,6	29,0	17,9
0,05	3,10	6,30	5,18	4,0	1,15	8,1	33,7	19,2
0,1	3,74	16,5	6,96	4,8	1,57	16,8	35,1	19,8
0,02	4,31	34,8	10,04	5,9	1,86	29,2	38,0	22,0
0,3	4,64	46,0	10,32	6,7	2,10	38,4	41,2	22,8
0,4	5,11	51,6	11,3	7,0	2,20	43,6	—	23,3
0,5	5,14	53,0	14,1	7,5	2,40	46,4	—	26,3
0,75	5,36	57,0	18,6	8,3	2,64	51,6	80,0	26,9
1,0	5,60	59,2	21,8	10,5	2,76	53,6	88,7	27,8

Auch hier wissen wir zunächst nicht, welche Säurekonzentration wir anzuwenden haben. Zu schwache Konzentrationen bringen die Gefahr mit sich, daß nur ganz geringe Mengen an Phosphorsäure gelöst werden. Wollte man dem durch wiederholtes Extrahieren der gleichen Bodenprobe entgegenarbeiten, so würde damit der Analysengang wieder ganz wesentlich kompliziert. Bei der Wahl von starken Säuren wird der Bodenkomplex angegriffen; wir bekommen insbesondere Eisenverbindungen in die Lösung, welche sich störend bei der analytischen Bestimmung der Phosphorsäure bemerkbar machen. Wir konnten dieses Eisen

durch Ferrocyankalium und Zinksulfat beseitigen. Der Hauptnachteil bei der Anwendung der anorganischen Säuren ist jedoch die zu schwache Pufferung. Sie hat zur Folge, daß bei Beendigung der Extraktion je nach der Schwere des Bodens und je nach seiner Reaktion der pH-Wert bei jedem untersuchten Boden ein anderer ist, und daß man so zu Ergebnissen kommt, die keinen direkten Vergleich zulassen. Aus diesem Grunde haben wir versucht, als Lösungsmittel für die Phosphorsäure hauptsächlich organische Säuren anzuwenden. Als solche kommen speziell in Betracht: Oxalate, Acetate, Zitate, Laktate u. a. —

Von der Anwendung der Zitronensäure haben wir abgesehen, weil sie den Analysengang bei der Phosphorsäurebestimmung kompliziert, da sie vor der Zugabe des Molybdänblaus zerstört werden muß. Die Oxalate bilden schon in der Kälte Komplexsalze mit dem Eisen, die sich nur durch Glühen zerstören lassen. Hierbei werden auch die Eisenphosphate angegriffen, so daß wir auch bei diesen zu keinem befriedigenden Ergebnis kommen konnten. Auf die Laktate sind wir nicht weiter eingegangen, da, wie Herr Franck uns in der letzten Sitzung mitteilte, die Laktatmethode auch bei Böden mit höherem pH versagt.

Wir haben uns aus den genannten Gründen mit dem Acetatessigsäure-Puffer eingehend beschäftigt. Dieser ist zunächst von der Temperatur unabhängig. Die Phosphorsäurebestimmung kann ohne weiteres in Gegenwart von Essigsäure ausgeführt werden. Die Pufferungseigenschaft der Acetate hat sich besonders gut bei der Extraktion der Böden bewährt, da beim Schluß der Extraktionen kaum nennenswerte Änderungen der pH-Ionen-Konzentration beobachtet werden konnten.

Die Essigsäure hat noch den Vorteil, daß sie den Eisenkomplex des Bodens nicht angreift, so daß ein Ausfällen des Eisens für die Analyse nicht erforderlich wird.

Wir haben nun zunächst den Einfluß der Kationen (Magnesium-Kalzium- und Natrium-Acetat) in Gegenwart von Essigsäure auf die Löslichkeit der Phosphorsäure des Bodens geprüft und kamen dabei zu den in Tabelle 4 zusammengestellten Ergebnissen.

Es wurde dabei eine 0.25 normale Essigsäure gewählt, der solange Acetate zugegeben waren, bis der Puffer ein pH von 5.5 besaß. Das Verhältnis von Boden zu Extraktionsmittel war 1 : 25; die Schütteldauer betrug 18 Stunden. — Danach hat die Art des Kation zunächst innerhalb der Versuchsfehler keinen Einfluß auf die Phosphorsäurelöslichkeit. Die Wahl des Kations spielt nun aber bei der Verarbeitung der Extrakte eine ausschlaggebende Rolle. Durch das Natrium wird der Boden derart dispergiert, daß jede Filtration außerordentlich lange Zeit beansprucht. Bei Kalzium besteht die Gefahr, daß sich eine Trübung der Flüssigkeit durch Ausscheiden von Gips einstellt, welche das Kolorimetrieren der Phosphorsäure erschwert. Der Gips entsteht dadurch, daß wir das schwefelsäurehaltige Reagens von Zindzadze benutzen.

Beim Magnesium als zweiwertigem Kation werden diese Nachteile beseitigt, so daß wir uns für die Anwendung des Magnesiumacetates entschieden.

Aus rein analytischen Gründen war nun zunächst die Frage zu prüfen, welches Verhältnis von Boden : Lösungsmittel man zweckmäßig



Tabelle 4

Die Löslichkeit der Phosphorsäure des Bodens bei Gegenwart von Mg-, Ca- und Na-Ionen in der Essigsäure als Puffersubstanzen (pH = 3,5). Boden-Lösungsmittelverhältnis 1 : 25. Schütteldauer = 18 Stunden. Die Böden stammen von der ersten internationalen Gemeinschaftsarbeit.  
mg  $P_2O_5$  in 100 g Boden.

Nr.	Mg-Acetat+ Essigsäure	Ca-Acetat+ Essigsäure	Na-Acetat+ Essigsäure
2	15,9	13,5	16,4
3	15,2	14,8	14,5
6	21,0	20,7	—
7	23,7	19,1	25,0
9	20,0	17,7	—
16	17,2	15,3	18,9
29	8,8	9,6	—
36	14,0	13,9	—
38	18,5	16,7	18,4
53	10,7	11,6	10,8
71	10,8	9,1	11,0
76	16,0	15,2	16,4
102	15,9	15,8	15,5
116	14,5	13,6	15,7

anzuwenden hat. Versuche hierfür haben wir in Tabelle 5a und 5b niedergelegt.

Tabelle 5a

Die Löslichkeit der Phosphorsäure bei verschiedenem Boden-Lösungsmittelverhältnis mit Magnesiumacetat-Essigsäure (pH = 3,5). Marienburger Böden.

Nr.	mg $P_2O_5$ beim Verhältnis Boden zu Lösung:			
	1 : 25	1 : 50	1 : 100	1 : 200
48	4,6	7,8	15,5	24,0
49	5,1	7,7	16,7	26,6
72	7,0	9,4	10,6	16,4
75	6,0	6,8	7,8	15,3
118	8,3	11,0	11,1	11,5
136	4,0	6,0	7,5	13,0
137	4,0	5,2	7,9	14,7

Tabelle 5b

Die Löslichkeit der Phosphorsäure beim Boden-Lösungsmittel-Verhältnis von 1:25 und 1:100 mit Magnesiumacetat-Essigsäure (pH = 3,5).

Böden von der Mitscherlich-Station in Marienburg.

mg  $P_2O_5$  in 100 g Boden.

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	1:25 Mg-Acetat + Essigsäure	1:100 Mg-Acetat + Essigsäure	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	1:25 Mg-Acetat + Essigsäure	1:100 Mg-Acetat + Essigsäure	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	1:25 Mg-Acetat + Essigsäure	1:100 Mg-Acetat + Essigsäure
1	5,1	3,2	2,4	4,0	54	6,4	1,2	0,7	4,0	105	7,0	2,8	5,0	13,2
3	5,9	8,1	3,4	4,8	55	6,7	5,4	1,8	9,8	106	7,6	17,5	26,5	48,8
4	6,0	6,3	3,3	4,0	56	6,6	1,9	1,7	4,3	107	6,2	1,4	1,5	4,3
5	6,0	3,3	1,0	2,6	57	6,7	2,0	0,8	2,6	108	7,2	11,3	18,9	28,0
6	6,4	2,9	0,9	1,6	59	6,1	2,2	1,0	2,6	109	6,2	1,2	1,1	2,0
7	7,0	5,0	2,6	3,6	60	5,7	5,0	1,4	4,8	110	6,1	1,5	2,9	21,0
8	6,4	2,6	0,4	0,6	61	5,9	5,6	2,0	6,8	111	6,1	1,3	1,2	6,3
9	6,7	4,4	2,3	3,0	63	5,9	2,2	1,2	3,4	112	6,7	14,2	16,5	29,0
12	6,1	2,6	0,6	1,0	64	6,8	5,1	9,6	18,2	113	6,6	1,9	3,0	13,4
13	6,5	4,9	2,0	3,4	69	6,2	14,1	5,5	7,8	114	5,4	3,7	0,6	3,0
14	6,7	5,5	2,5	3,8	70	7,1	8,2	0,8	2,2	115	7,0	10,3	10,2	17,2
15	6,4	4,4	1,8	2,2	71	6,8	10,6	6,2	12,8	116	6,2	17,9	13,6	18,0
16	6,1	5,3	6,0	12,2	74	5,9	10,0	3,9	7,4	117	6,9	17,7	10,8	22,2
17	5,4	5,2	3,0	8,6	78	6,2	3,0	1,3	4,8	119	6,4	10,5	9,1	12,2
18	5,9	6,6	6,6	11,8	79	6,6	8,2	7,8	14,0	120	6,2	3,0	1,8	4,0
19	6,5	6,3	4,7	11,4	80	7,2	8,5	7,9	15,2	121	5,2	2,1	2,7	4,2
21	7,2	5,3	9,6	20,6	81	6,4	3,3	4,7	8,1	122	5,2	2,4	1,7	2,2
22	6,8	13,4	12,9	24,8	82	6,3	2,3	5,0	8,4	123	6,0	2,3	4,2	5,0
23	6,4	14,0	12,4	24,2	83	6,1	3,8	2,0	6,2	124	5,9	1,9	0,3	2,8
24	4,9	16,5	17,7	27,2	84	6,2	12,6	11,4	14,6	125	6,0	2,4	2,4	4,0
25	6,9	3,3	2,2	8,4	85	7,2	1,6	0,9	8,2	126	5,6	5,0	1,3	4,0
26	6,2	7,9	4,7	14,8	86	7,1	30,3	22,3	30,2	127	6,5	7,3	5,9	12,0
27	5,7	8,5	3,4	9,0	87	6,5	7,4	4,7	9,2	128	6,4	10,7	6,6	12,2
31	5,7	6,3	2,2	6,2	88	6,4	10,0	9,6	14,6	129	6,2	5,9	2,4	4,3
32	5,8	3,9	2,3	6,0	89	7,0	9,6	9,6	23,0	130	4,5	7,8	2,1	3,6
33	7,4	7,8	6,7	14,8	90	6,2	6,7	4,1	12,0	131	6,0	3,5	2,9	5,8
34	7,4	11,5	10,7	16,0	91	6,4	14,3	10,6	17,0	132	5,8	1,8	0,2	1,2
35	7,4	6,0	6,3	11,4	92	7,3	19,1	24,5	50,8	133	6,0	8,3	2,0	4,0
36	7,3	4,3	4,5	4,7	93	7,3	29,6	16,5	34,0	134	6,9	10,7	27,8	45,0
37	7,3	5,6	4,7	10,0	94	7,2	13,9	16,7	36,7	135	5,7	5,8	1,7	4,5
38	7,0	6,4	5,1	8,6	95	6,7	15,3	12,4	23,4	139	5,8	7,0	2,4	6,7
39	7,4	8,7	10,0	20,6	96	6,2	9,2	5,4	12,2	140	6,6	13,2	8,3	14,2
40	7,4	9,9	8,4	17,0	97	7,3	4,0	5,1	8,6	141	6,1	4,6	0,8	2,0
42	7,4	2,1	0,6	5,8	98	7,3	26,9	22,5	39,6	142	7,0	6,1	8,2	13,4
45	6,0	5,8	2,2	6,8	99	5,8	2,7	1,8	3,0	143	6,4	12,1	7,2	10,6
46	6,4	4,5	2,5	6,0	100	6,8	3,3	2,9	5,5	144	6,9	5,3	5,4	12,6
47	6,0	6,4	3,6	8,2	101	6,5	1,9	0,3	0,4	146	6,1	2,5	0,4	0,8
50	6,5	1,1	1,3	5,0	102	5,8	4,2	1,0	6,3	147	7,0	7,3	7,6	14,0
51	7,2	1,9	3,7	4,7	103	6,8	11,4	8,5	12,0	148	5,9	2,6	1,5	3,0
52	6,8	8,8	4,5	12,6	104	6,6	11,8	8,2	15,6	150	5,8	3,0	1,1	2,0



Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	1 : 25 Mg-Acetat + Essigsäure	1 : 100 Mg-Acetat + Essigsäure	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	1 : 25 Mg-Acetat + Essigsäure	1 : 100 Mg-Acetat + Essigsäure	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	1 : 25 Mg-Acetat + Essigsäure	1 : 100 Mg-Acetat + Essigsäure
151	5,9	12,2	8,2	11,6	193	6,2	3,9	3,4	7,0	302	7,0	9,8	6,8	10,2
152	5,9	11,5	5,2	9,4	194	6,0	1,4	0,3	1,4	303	7,0	9,2	6,5	10,0
153	5,8	6,0	2,5	5,5	215	6,3	4,9	1,0	3,4	305	7,1	6,9	3,9	8,2
154	6,4	17,2	23,5	38,4	218	5,6	20,9	10,7	16,0	307	7,2	1,3	2,0	5,4
155	7,0	25,3	25,8	50,8	220	5,3	20,6	2,1	5,3	309	5,9	1,4	0,3	5,8
156	6,7	15,4	20,9	34,0	222	6,0	4,3	1,4	2,6	316	6,8	4,4	3,8	10,4
157	6,0	5,2	5,1	9,8	223	6,2	7,5	3,4	5,5	317	5,5	1,7	10,5	26,8
158	6,4	12,6	11,5	12,6	224	6,1	10,5	5,0	7,1	319	5,6	3,4	3,0	6,0
159	6,4	28,7	7,5	13,0	225	6,3	5,3	2,1	2,4	321	6,3	4,4	8,0	16,0
160	6,6	9,5	4,8	8,6	226	6,0	9,3	2,1	2,8	322	6,0	4,3	1,1	3,6
161	6,3	5,9	2,3	3,6	234	6,0	15,7	10,9	19,3	323	6,7	7,2	1,8	6,4
162	6,0	2,7	0,2	0,4	239	6,0	17,9	14,3	24,2	326	6,9	10,1	5,7	8,5
163	6,0	3,6	0,9	1,4	251	7,2	25,9	18,7	23,6	327	5,1	11,2	5,6	12,3
164	6,2	12,5	7,9	15,0	255	6,6	3,6	6,1	14,2	328	6,9	11,2	4,0	12,0
165	6,0	6,8	2,0	3,0	257	7,3	2,8	2,1	4,2	330	6,8	18,1	8,5	11,8
166	5,5	3,2	1,2	1,2	260	5,7	4,7	4,2	8,0	332	7,8	35,0	27,2	50,2
167	5,0	3,4	0,8	1,4	261	5,6	6,0	1,7	4,0	333	7,4	35,0	29,5	50,8
168	7,3	1,3	7,3	36,0	262	5,5	6,9	23,8	53,5	334	7,3	15,8	23,8	31,3
169	6,4	19,4	12,6	17,6	263	6,9	2,8	2,3	5,7	335	7,3	30,8	24,3	38,6
170	5,7	8,0	4,1	6,8	264	5,9	6,3	4,8	9,4	336	6,5	16,1	12,6	22,4
171	6,8	16,4	5,0	10,2	265	5,8	9,8	4,4	5,8	338	5,6	1,7	0,1	3,0
172	6,8	14,0	6,8	11,6	266	7,2	5,3	9,8	17,4	342	6,6	9,5	5,0	10,8
173	5,6	35,0	12,4	21,4	267	6,3	17,9	11,4	17,2	343	6,7	6,6	4,9	13,8
174	5,9	17,1	17,4	20,0	268	5,3	5,9	2,9	9,6	355	7,7	29,2	18,0	32,8
175	7,1	7,1	2,9	4,2	269	5,8	18,1	11,6	19,1	362	5,6	1,3	0,3	1,8
176	5,7	3,7	1,3	3,0	271	6,3	14,7	7,8	16,7	363	5,7	6,7	3,2	7,0
177	5,4	4,9	2,0	3,0	272	5,4	5,9	2,4	7,2	364	6,0	1,8	2,7	9,0
179	5,9	5,4	2,0	4,0	274	6,0	2,4	2,4	5,3	366	6,3	1,9	2,0	5,4
180	7,2	6,0	3,0	9,0	275	6,7	6,4	6,7	15,6	391	5,9	12,5	7,3	10,7
181	6,7	6,5	4,0	9,2	276	6,7	2,6	3,7	7,8	392	7,1	27,6	29,6	49,5
182	6,9	4,2	4,0	10,0	277	6,0	5,4	1,5	4,2	393	6,4	13,4	13,8	18,8
183	5,6	3,8	4,7	9,6	280	7,0	15,5	17,0	25,8	394	7,1	12,0	27,2	50,0
184	6,1	3,8	5,1	10,0	282	6,3	12,7	6,8	13,4	399	6,8	4,8	6,6	17,8
185	6,5	12,5	8,2	15,8	283	6,4	14,3	8,0	14,5	412	6,4	10,5	13,5	24,6
186	6,7	0,8	9,6	19,4	285	6,3	12,8	6,0	10,8	413	7,1	3,7	14,3	11,8
187	6,2	0,8	0,3	0,6	286	7,2	13,7	23,0	34,0	423	7,2	5,4	18,6	23,6
188	6,1	5,2	3,9	4,7	287	6,8	4,1	5,4	12,0	424	7,4	10,0	16,0	32,4
189	6,0	1,2	0,8	2,6	288	7,1	8,1	6,1	12,0	425	7,3	11,3	13,3	25,2
190	6,1	3,5	0,9	4,0	289	6,3	7,4	2,8	6,4	426	6,8	16,2	24,0	38,2
191	6,7	2,8	1,2	2,4	291	5,0	8,9	4,5	8,4	427	6,8	13,1	0,7	10,2
192	6,2	1,8	0,4	1,8	301	6,7	8,9	5,2	10,0	428	6,6	9,0	5,7	7,2
										429	6,5	10,9	7,0	11,2



Sie zeigen wieder, daß die Löslichkeit der Phosphorsäure mit der Weite des Verhältnisses zunimmt. Da wir nun bei der Schnellmethode nur geringe Flüssigkeitsmengen verarbeiten müssen, die Konzentration der Lösung aber mit der Erweiterung dieses Verhältnisses wesentlich zurückgeht, so sind wir wiederum aus rein technischen Gründen auf ein engeres Verhältnis angewiesen. Wir haben uns so für das Verhältnis von Boden zu Lösungsmittel = 1 : 25 entschieden. Auf diese Weise ist es möglich, den Phosphorsäuregehalt im Extrakt, ohne diesen einzulegen oder zu verdünnen, direkt zu bestimmen.

Bei der Berührung des Bodens mit dem Extraktionsmittel im Schüttel-apparate spielt die Zeit eine Rolle. Diese mußte derart lang bemessen werden, daß in jedem Falle der Gleichgewichtszustand erreicht wurde. Unsere Versuche hierfür sind in Tabelle 6 wiedergegeben: sie zeigen, daß hierzu zwei Stunden erforderlich sind.

Tabelle 6

Die Löslichkeit der Phosphorsäure des Bodens bei verschiedener Extraktionsdauer mit Mg-Acetat-Essigsäure-Lösung vom pH = 3.5. Verhältnis 1 : 25.

Nr.	Schütteldauer in Stunden und mg $P_2O_5$ in 100 g Boden			
	1	2	3	5
9 G	19,5	20,1	20,0	19,9
15 G	9,4	9,4	9,5	9,4
28 G	2,9	2,7	2,8	2,9
30 G	2,2	2,1	2,2	2,2
40 G	0,3	0,4	0,4	0,4
43 G	1,2	1,5	1,5	1,5
57 G	2,2	2,4	2,3	2,4
68 G	10,4	10,3	10,3	10,3
84 G	9,3	10,8	10,7	10,8
93 G	8,7	10,4	10,3	10,5
107 G	3,8	4,2	4,1	4,3
117 G	2,3	2,1	2,4	2,4
24 M	14,3	17,7	17,6	17,8
112 M	19,8	20,1	20,0	20,3
286 M	23,0	24,0	23,6	24,0
334 M	24,0	24,1	23,8	23,7
17 I	19,8	19,8	19,8	19,8
93 K	18,5	18,9	18,9	19,1
109 K	16,0	16,2	16,2	16,3
21 A	16,4	17,0	17,1	17,0
201 A	6,5	7,5	7,4	7,5

Endlich war noch die Frage zu klären, bei welchem pH-Wert wir unter den gegebenen Bedingungen unsere Extraktionen ausführen mußten, um gerade diejenigen Nährstoffmengen zu erhalten, welche uns der Gefäßversuch als maßgebend vorschreibt. Zu diesem Zweck haben wir uns eine Serie verschiedener Acetat-Essigsäure-Pufferlösungen gemacht und den Boden im Verhältnis von 1 : 25 mit diesen Lösungen bis zur Erreichung des Gleichgewichtes geschüttelt.

Tabelle 7  
Einfluß der H-Ionen- und Salzkonzentration  
auf die Löslichkeit der Phosphorsäure im Boden  
mg  $P_2O_5$  in 100 g.

	0,5-n Essigsäure pH = 2,4	Mg-Acetat+ Essigsäure pH = 3,5	0,1-n Na-Acetat pH = 7,3	1-n Na-Acetat pH = 7,6	0,1-n Ammoniak	Gefäß- versuch
24 M	35,8	17,7	5,7	14,9	29,1	16,5
112 M	25,2	16,5	5,2	20,3	18,4	14,2
286 M	35,4	23,0	4,2	17,2	10,6	13,7
334 M	27,4	23,8	5,5	19,8	17,4	15,8
17 I	25,0	18,0	4,3	19,3	35,6	13,4
93 K	37,4	18,9	6,6	25,0	40,2	24,1
109 K	22,4	17,2	4,5	18,7	24,3	15,7
262 K	25,8	16,0	4,1	15,5	10,5	14,9
12 A	39,6	24,0	6,6	24,0	42,9	35,0
201 A	26,8	12,3	3,9	18,9	36,8	13,1

Aus den vorstehenden Untersuchungen ersehen wir, daß wir die beste Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Gefäßversuches erhalten, wenn wir eine Pufferlösung von einem pH = 3,5 verwenden. Mit einer Magnesiumacetatlösung haben wir dann die große Reihe der vergleichenden Untersuchungen durchgeführt.

Wollte man das gleiche Ergebnis bei Anwendung eines höheren pH-Wertes erzielen, so müßte man dabei auch die Nachlieferung berücksichtigen und mit der gleichen Bodenprobe wiederholt Extraktionen ausführen.

Tabelle 8  
Vergleichsuntersuchungen vom 1. und 2. Extrakt bei einer Natriumacetat-Essigsäure-Lösung von pH = 4,7 mit dem ersten Extrakt eines Puffers von pH = 3,5.  
Königsberger Böden.

Nr.	pH = 4,7			pH = 3,5	Nr.	pH = 4,7			pH = 3,5
	I. Extr.	II. Extr.	Summe			I. Extr.	II. Extr.	Summe	
2	2,26	1,60	3,86	3,6	64	4,80	3,12	7,92	8,7
12	3,36	2,46	5,82	5,5	67	3,90	2,56	6,46	7,5
13	2,92	2,38	5,30	5,4	78	3,82	2,34	6,16	5,7
15	5,50	3,12	8,62	8,5	81	13,00	4,82	17,82	20,0
25	2,00	1,20	3,20	4,6	89	9,70	4,94	14,64	13,5
26	2,52	1,88	4,40	5,5	148	12,68	7,52	20,20	18,4
37	14,00	11,22	25,22	25,2	438	7,66	4,50	12,16	12,4
42	3,22	2,68	5,90	6,6	455	9,04	6,20	15,24	14,3
55	2,30	1,80	4,10	5,0	476	13,82	6,50	20,32	16,5
57	3,70	2,12	5,82	8,0					

Dadurch wird der Analysengang verdoppelt oder gar vervielfacht, ohne daß man auch hier zu einem definitiven Abschluß gelangt; und die Er-



gebnisse werden dadurch trotzdem, wie wir bei zahlreichen Untersuchungen feststellen konnten, keineswegs bessere.

### Unser Analysengang zur Ermittlung der Phosphorsäurebedürftigkeit der Böden.

#### I. Benutzte Reagenzien:

##### a) Magnesiumacetat-Essigsäure-Puffer.

20 g Magnesiumoxyd werden in 300 ccm Eisessig durch langsames Erhitzen gelöst; nach dem Abkühlen wird die klare Lösung mit 5 Tropfen Xylol versetzt und auf ein Liter mit dest. Wasser aufgefüllt. Zur Bodenextraktion wird diese Lösung auf das Zwanzigfache verdünnt.

Der Magnesiumacetat-Puffer muß einem pH-Wert von 3,5 entsprechen. — Wir haben die Reaktion am Schluß der Extraktion bei unseren zirka 1500 Bodenarten geprüft und nur selten Erhöhungen bis zu 0,2 pH-Einheiten beobachten können. Wir können somit diese Stärke des Puffers als für unsere Böden ausreichend erachten.

##### b) Reagens nach Zindzadze (bezogen von Schering-Berlin).

#### II. Die Ausführung:

4 g lufttrockener Boden wurden in einem dickwandigen 300 ccm fassenden Erlenmeyerkolben mit 100 ccm Pufferlösung (Ia) versetzt, mit Gummistopfen verschlossen und in der Rotiermaschine bei Zimmertemperatur unter zirka 40 Umdrehungen in der Minute die Nacht über geschüttelt (15 Stunden). Die Suspension wurde über Schleier- und Schüll-Filter Nr. 589<sup>o</sup> filtriert. 50 ccm des Filtrates wurden unter Zusatz einiger Tropfen Perhydrol in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade eingedampft; den Rückstand versetzten wir mit 5 ccm n-1 Salzsäure, um damit bei wiederholtem Eindampfen die Kieselsäure auszuscheiden. — Der eingedampfte Extrakt wurde mit 1 ccm n-1 Schwefelsäure aufgenommen, mit heißem Wasser etwas verdünnt und in ein 50 ccm Meßkölbchen filtriert. Schale und Filter wurden dann mehrmals mit geringen Mengen kochenden Wassers nachgespült. Das Kölbchen wurde darauf mit 0,7 ccm Reagens nach Zindzadze (Ib) versetzt und eine halbe Stunde später in ein siedendes Wasserbad gehängt. Nach zirka zwei Stunden wurde das wiederabgekühlte Kölbchen bis zur Marke mit dest. Wasser aufgefüllt, und die Farbintensität im Photometer von Leitz bestimmt.

Zahlreiche Vergleichsuntersuchungen, die wir direkt mit den Filtraten und andererseits mit der oben beschriebenen Vorbehandlung ausgeführt haben, führten zu den gleichen Ergebnissen; wir beabsichtigen darum, in Zukunft für die Extraktion nur je zwei Stunden zu schütteln und dann die Molybdänblaufarbe im Filtrat der Bodenpuffersuspension direkt zu erzeugen, wodurch diese Methode noch ganz wesentlich vereinfacht wird. Um noch eine bessere Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Gefäßversuches zu erzielen, dürfte ein Verhältnis von Boden : Lösungsmittel gleich 1 : 30 vorzuziehen sein.



*Riehm:* Ich möchte Ihnen eine kurze Beschreibung der *Egnér*-Methode geben, damit Sie sehen können, wie einfach auch diese Methode arbeitet. 5 g lufttrockene, auf 2 mm gesiebte Feinerde wurde mit 250 ccm Laktatpuffer-Lösung von pH 5.7 zwei Stunden geschüttelt. Die Phosphorsäure wird dann direkt im Filtrat nach der Molybdänblauemethode bestimmt, wobei als Reduktionsmittel Zinnchlorürlösung verwandt wird. Zur Messung der Farbstärke verwenden wir ein lichtelektrisches Kolorimeter; es gibt solche, bei denen man direkt mg  $P_2O_5$  je 100 g Boden ablesen kann. Bei der Auswertung dieser mg-Zahlen wird der pH-Wert des Bodens und die Bodenart berücksichtigt.

Durch gute Organisation und Anwendung geeigneter Apparate ist es möglich geworden, daß ein Mann einschließlich Vorbereitung der Proben und Auswertung der Analysenzahlen täglich 100 Proben untersuchen kann.

*Egnér:* Man sollte nicht nur die pH-Pufferung berücksichtigen; es ist z. B. die Ionenstärke und die Art der Kat- und Anionen auch wichtig. Beim Extrahieren mit starken Säuren spielt pH eine viel größere Rolle als bei Essigsäure, und bei dieser ist pH noch viel wichtiger als bei Milchsäure oder Zitronensäure. Bei letzterer tritt die lösende Wirkung der H-Ionen sehr in den Hintergrund. In einigen Versuchsserien dieses Winters habe ich mit noch schwächer gepufferten Laktatlösungen als den ursprünglichen gute Erfolge gehabt. — Gipsausfällungen haben wir bei der von uns verwandten Modifikation der *Denigé*-Methode nie beobachtet. Übrigens müssen ja auch mit  $Mg^{++}$  als Kation in den Extraktionslösungen große Mengen von  $Ca^{++}$  in kalkreichen Böden auftreten.

*Scheffer:* Das von Mitscherlich vorgeschlagene Lösungsmittel Essigsäure und Mg-Acetat soll ähnlich den Vorschriften *Egnér* eine pH-Zahl von 5.5 haben. Meiner Ansicht nach hat dieses Lösungsmittel den Nachteil, daß es einmal das in den meisten Böden vorhandene oder nach der Düngung vorhandene, daher fast immer wirksame Calcium-Ion nicht enthält und außerdem das vorhandene Mg-Ion die Humusstoffe in weit stärkerem Maße als das Ca-Ion in Lösung bringt und daher bei der Analyse störend wirkt. Nach allen Untersuchungen mit puffernden Lösungsmitteln unter ganz bestimmten Verhältnissen haben die vergleichenden Bodenuntersuchungen überaus günstige Ergebnisse geliefert, so daß die Frage des  $P_2O_5$ -Zustandes des Bodens damit praktisch genügend geklärt ist. Bereits frühere Untersuchungen mit verschiedenen Puffergemischen aus organischen Säuren und Salzen, darunter auch Essigsäure (Hoffmann, Landw. Jahrb. 1930) oder mit  $CO_2$ -Bikarbonat haben im Vergleich mit dem Gefäßversuch die Brauchbarkeit der genannten  $P_2O_5$ -Verfahren erbracht. Wenn man aber von der wissenschaftlichen Seite aus die Frage nach dem physiologischen Wert der Lösungsmittel aufwirft, so muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Mehrzahl der Lösungsmittel sicherlich andere Eigenschaften oder andere Zusammensetzungen aufweisen, als das Lösungsmittel, das die Pflanze zur Löslichmachung der Nährstoffe benutzt, oder richtiger als die der Pflanze zur Verfügung stehenden Kräfte. Nach den neueren Anschauungen verläuft nämlich die Nährstoffaufnahme zwischen Bodenkolloid und Pflanzenkolloid direkt nach bestimmten Austauschgesetzen.



die im einzelnen noch genauer zu studieren sind (vgl. *Miller, Jenny u. a.*), ohne daß die Reaktion des Bodens verändert oder auf ein derart niedriges pH gebracht wird, wie es z. B. die Essigsäure- bzw. Laktatmethode verlangen. Da in neutralen bzw. alkalischen Böden die Reaktion unter einem Pflanzenbestand neutral, in sauren Böden dagegen je nach Bodenzustand sauer ist, haben wir (*Dirks und Scheffer*) seinerzeit ein Lösungsmittel vorgeschlagen, das aus  $\text{CO}_2$  und Bikarbonat für neutrale und alkalische Böden, und aus dest. Wasser für saure Böden besteht und damit wichtige Eigenschaften der echten Bodenlösung, wie sie sich unter einem Pflanzenbestand befindet, aufweist. Mit diesem Lösungsmittel ist es nicht nur möglich, den  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Zustand zu charakterisieren, sondern darüber hinaus den quantitativen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Bedarf des Bodens, das Festlegungsvermögen der Böden für  $\text{P}_2\text{O}_5$ , zu bestimmen, das nach den Ausführungen von Prof. *Bondorff* und *Torstensson* auch für Dänemark und Schweden in vielen Böden von ausschlaggebender Bedeutung für die Düngewirkung der Nährstoffe im Feldversuch ist. Die chemischen Bodenanalysen haben nicht allein praktische Bedeutung, sie sollen wesentlich zur Klärung des Nährstoffzustandes, des Nährstoffbedarfs, der Nährstoffaufnahme und anderer physiologischer Fragen beitragen.

*de Vries:* Meiner Auffassung nach muß man die Sache so sehen, daß es nur von beschränkter Wichtigkeit ist, zu erforschen, welche Methoden gut übereinstimmende Resultate geben. Denn wenn dies der Fall ist, braucht bei der allgemein gewünschten Methodenbereinigung nur eine von diesen Methoden — die schnellste und billigste — behalten bleiben, und wir können die anderen, welche uns dasselbe oder ein sehr ähnliches Bild von der Sachlage geben, verwerfen. Bevor wir dies tun, müssen wir aber erforschen, ob sie uns nicht vielleicht etwas Spezielles lehren, und ob sie für spezielle Grundtypen vielleicht etwas speziell Interessantes herausbringen.

Eine solche Untersuchung über einige Säureextraktionsmethoden und bei einigen Bodentypen haben wir in *Soil Research* VI, Seite 65, publiziert. Diese Untersuchung war unserer Gemeinschaftsarbeit gewidmet, und einige Exemplare davon stelle ich gern den Kollegen zur Verfügung. Wir haben den Zusammenhang von in Lösung gebrachter Phosphorsäure und End-pH des Bodenextraktes studiert für die Zitronensäure-, die Laktat-, die Truog-, die Wasserextraktionsmethode und noch einige andere. Teilweise ist ein regelmäßiger Zusammenhang zu konstatieren, und dann können alle diese Methoden mittels einer Korrekturtabelle oder graphisch ineinander umgerechnet werden: teilweise kommen Abweichungen vor, und dann kann studiert werden, warum eine bestimmte Säure relativ mehr (oder weniger) Phosphat löst als andere (Komplexbildung; Zersetzung schwerer löslicher Phosphate usw.). Ich möchte zu ähnlichen Untersuchungen bei anderen Bodentypen anregen: erst wenn wir mehr auf diesem Gebiet wissen, können wir eine rationelle Einteilung unserer sauren Extraktionsmittel machen und eine gut begründete Auswahl tun.

*Beutelspacher:* Wir haben den Magnesiumacetat-Essigsäure-Puffer für die  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Extraktion des Bodens nicht deswegen gewählt, um die bis heute noch angewandte Säureserie zu ergänzen, sondern weil sie sich in



der  $P_2O_5$ -Löslichkeit von den anderen Säuren unterscheidet. Das Eisen- und Aluminiumphosphat ist in Essigsäure unlöslich, während die Alkali- und Erdalkaliphosphate von ihr gelöst werden. Diese Löslichkeitswerte erscheinen uns, wie aus den vorgelegten Tabellen zu ersehen ist, bei der  $P_2O_5$ -Düngerbedürftigkeit des Bodens von ausschlaggebender Bedeutung zu sein. Von den Mineralsäuren werden auch die Eisen- und Aluminiumphosphate gelöst.

Die Wahl des Kations spielt, wie schon Prof. *Mitscherlich* betont hat, nur eine untergeordnete Rolle und wirkt sich hauptsächlich in analytischer Hinsicht aus. Der Unterschied in der Löslichkeit der Humusstoffe bei der Extraktion mit Magnesium- und Calciumacetat ist nur unwesentlich und stört nicht, wie wir uns an zahlreichen Untersuchungen überzeugen konnten. Im Natriumacetat wurden ganz beachtenswerte Humatmengen gelöst, die leicht stören können.

Um die Analysen nicht zu komplizieren, haben wir die Versuchsbedingungen der analytischen Methode anpassen müssen. Kleinere Ca-Mengen stören nicht. Wir arbeiten mit einem sehr großen Acetatüberschuß, um das pH vor und nach der Extraktion konstant zu halten; hier wirkt nur in dem schwefelsäurehaltigen Reagens nach *Zindzadze* das Calcium störend. *Egnér* wendet die salzsäurehaltige Zinnchlorür- und Molybdänlösung an, bei der das  $Ca^{++}$  nicht stören kann, ähnlich wie bei uns das  $Mg^{++}$ .

*Torstensson*: In Schweden haben wir außerordentlich wertvolle Resultate von den Untersuchungsmethoden mit *Egnér's* Laktat-Methode erhalten. In Mittelschweden hatten wir eine große Anzahl von Fällen, wo die Düngungsversuche ohne Wirkung für Phosphorsäure blieben, trotzdem deutete alles darauf hin, daß ein  $P_2O_5$ -Bedarf vorlag. Eine Untersuchung nach der Laktatmethode zeigte auch ganz niedrige „Laktatwerte“.

Sowohl *Franck* wie wir haben dann diese Böden näher untersucht, und zwar haben wir dabei den Phosphatzustand dieser Böden teils durch Kalkung und teils durch Zusatz von Humus resp. Kieselsäure = Verschieben des Verhältnisses — Basidoid : Azidoid — zu verbessern versucht. Wir haben dabei erhebliche Fortschritte gemacht, die aber zum Teil doch nicht zufriedenstellend waren, und haben deshalb einen dritten Weg beschritten, nämlich den, daß wir Superphosphat in einer solchen Weise verabreichen, daß die Festlegung minimal wurde. Durch Verwendung von gekörntem Superphosphat, am liebsten in Reihendüngung, suchen wir die Beziehungsflächen zwischen Boden und Düngung so klein wie möglich zu gestalten, um dadurch einer Festlegung der Phosphorsäure entgegenzuarbeiten. Wir haben auf diese Weise sehr günstige Ergebnisse erhalten.

In diesem Zusammenhang möchte ich weiter darauf hinweisen, daß wir hier in Schweden sehr häufig die Beobachtung machen können, daß Superphosphat und Kali zusammen nicht so gute Wirkung zeigten, wie die beiden Düngungsmittel jedes für sich ergeben. Bei näheren Untersuchungen hat sich gezeigt, daß diese Beobachtung bei sauren Böden gemacht wird. Auf diesen wird  $K^+$  gegen  $Al^{+++}$  und  $Fe^{+++}$  eingetauscht und bei gleichzeitigem Verabreichen von Superphosphat wird die Phosphor-



säure dabei bei den letztgenannten Kationen gebunden und damit den Pflanzen entzogen.

In den gar nicht seltenen Fällen unter entsprechenden Bedingungen, wo in den Düngungsversuchen das Kali allein gegeben eine Depression hervorruft, dürfte die Erklärung darin zu finden sein, daß die Bodenphosphorsäure eine entsprechend erhöhte Festlegung erfährt. Innerhalb welches Reaktionsbereiches eine derartige verschlechterte Ausnutzung der Phosphorsäure bei gleichzeitiger Kalidüngung stattfindet, muß noch näher untersucht werden.

*Heinz:* Die große Bedeutung der  $P_2O_5$ -Festlegung hat uns in Hamburg veranlaßt, bei unserem Bodenuntersuchungsverfahren auch diesen Faktor mitzuerfassen. Wir düngen den Boden im Labor mit einer bestimmten Menge  $P_2O_5$  (150 kg/ha entsprechend) und erhalten nach einer längeren Einlagerungszeit durch Bestimmung der Konzentrationserhöhung gegenüber der ungedüngten Probeinheit Einblick in das bei den einzelnen Böden sehr stark wechselnde Festlegungsvermögen für  $P_2O_5$ . Für die praktische Beratung werden diese Ergebnisse nicht mehr in Prozent-Zahlen angegeben, sondern nur noch „gradmäßig“: sehr stark, stark, mittel, gering, sehr gering.

Da unsere Untersuchungsergebnisse bei der Gemeinschaftsarbeit zu spät fertig wurden, konnte Herr Prof. *Mitscherlich* eine Auswertung nicht mehr vornehmen. Ich kann die Zahlen hier angeben: in Treffer und Nichttreffer eingeteilt, brachte unsere Methode in 90,9 % aller Fälle Übereinstimmung mit dem Gefäßversuch. Es hat sich also herausgestellt, daß bei dieser Prüfung alle starken Puffer, sowohl die stark sauren wie auch der fast neutrale, die gleichen Ergebnisse brachten. Erwähnen möchte ich noch, daß unser Puffer ( $1/10$  n-Magnesiumbikarbonat + Kohlensäure), selbst bei Anwendung von 20 g Boden auf 100 ccm durch stark kalkreiche Böden nur um einige Zehntel pH-Einheiten verschoben wird, seine Kraft also sehr stark ist.

Analytische Verbesserungen oder Veränderungen haben wir gegenüber den früheren mitgeteilten Angaben nicht vorgenommen, wir sind aber der Meinung, daß bei der direkten kolorimetrischen  $P_2O_5$ -Bestimmung nach der *Zindzadze*-Methode eine Zerstörung der organischen Substanzen ebenso wie der Nitrite unbedingt erforderlich ist.

*Bondorff:* Die Cäsiumzelle ist Humus gegenüber blind, so daß man damit die Schwierigkeiten der Humusfärbung der Extrakte überwindet.

*Riehm:* Auch die Selenzelle ist fast blind gegen eine Gelbfärbung, zumindest gegen die Schwedengelbfärbungen, die bei den Laktatextrakten vorkommen. Der Calciumgehalt der Extraktionslösung verursacht nämlich, daß sich nur wenig Humus löst, da die Calciumhumate bekanntlich schwer löslich sind.

Ich möchte Sie nochmals auf die Tabellen von Herrn Prof. *Mitscherlich* hinweisen. Sieht man sich z. B. die Tabellen mit den Phosphatwerten von Insterburg näher an und vergleicht die absoluten Mg-Werte, so findet man, daß die mit der Laktatmethode gefundenen Zahlen in sehr vielen Fällen mit den Werten der Gefäßversuche übereinstimmen. Wenn sie nicht mit den Gefäßversuchen übereinstimmen, stimmen sie oft mit den Werten der Acetatmethode überein, während die Werte der Acetat-



methode in vielen Fällen weder mit den Werten des Gefäßversuches noch mit denen der Laktatmethode übereinstimmen. Ich glaube, daß wir auch aus diesem Grunde die Laktatmethode der Acetatmethode vorziehen sollen.

*Egnér:* Gelbfärbung der Extrakte kommt bei der Laktatmethode verhältnismäßig selten vor, weil  $\text{Ca}^{++}$  (unlösliche Humate) anwesend ist. Die Grünfärbung stört sehr bei der visuellen Kolorimetrie, dagegen sehr wenig beim Photokolorimetrieren, auch mit Selenzelle, insbesondere, wenn man Farbfilter verwendet, wie wir es nunmehr tun.

*Rauterberg:* Ich möchte zu dem Vergleich verschiedener Methoden zur Untersuchung des Bodens auf seine Phosphorsäurebedürftigkeit einige allgemein gültige Bemerkungen machen.

Werden Böden mit verdünnten Säuren oder mit Salzlösungen behandelt, so ist die dabei in Lösung gehende Phosphorsäuremenge von dem Verhältnis Boden : Flüssigkeit abhängig. Je größer die Flüssigkeitsmenge ist, die pro Einheit Boden genommen wird, desto mehr Phosphorsäure wird gelöst. Bei einer sehr großen Flüssigkeitsmenge wird eine derartige Menge von Phosphorsäure gelöst, die auch nicht mehr vermehrt wird, wenn die Flüssigkeitsmenge noch vergrößert wird. Es ist also ein Endwert der löslichen Phosphorsäure erreicht. Sollen nun mehrere Lösungsmittel, die zur Bestimmung leicht löslicher Phosphorsäure benutzt werden, mit einander verglichen werden, so müßte man feststellen, ob die Beziehungen zwischen Flüssigkeitsmenge und gelöster Phosphorsäure durch eine einfache Gleichung wiedergegeben werden können, damit man aus nur zwei Ausschüttelungen den Endwert der überhaupt löslichen Phosphorsäure berechnen kann. Nach der Hyperbel

kann z. B. ein Endwert aus der Formel  $A = \frac{y_1 \cdot y_2}{2 \cdot y_1 - y_2}$  berechnet

werden, oder nach der logarithmischen Gleichung kann der Endwert

nach der Formel  $A = \frac{y_1^2}{2 y_1 - y_2}$  bestimmt werden. In beiden Fällen

muß  $x_2 = 2 x_1$  sein. Werden nun mehrere Bodenuntersuchungen miteinander verglichen, so muß einmal festgestellt werden, ob durch die verschiedenen Lösungsmittel derselbe Endwert löslicher Phosphorsäure erhalten wird. Es kann dann weiter bestimmt werden, wo der Wert der ersten Ausschüttelung, mit dem praktisch bei der Methode gearbeitet wird, auf der Kurve liegt. Bei Sandböden wird der Wert in der Nähe der Gesamtmenge löslicher Phosphorsäure liegen und bei schweren Böden wird der Wert auf dem unteren Teil der Kurve liegen. Die Zahlen in der Tabelle 4a, welche von Prof. Mitscherlich verteilt wurden, zeigen z. B., daß der Boden 118 ein leichter Sandboden sein muß, denn bei dem Verhältnis Boden zu Lösung 1:25 werden 8,3 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  gelöst, während bei dem Verhältnis 1:200 11,5 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  in Lösung gehen, also es wird schon fast die gesamte lösliche Phosphorsäure bei dem Verhältnis 1:25 gelöst. Der Boden 48 dagegen muß ein schwerer Boden sein, denn bei dem Verhältnis 1:25 werden 4,6 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  gelöst und bei dem Verhältnis 1:200 werden 24 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  in Lösung gebracht. Bei der Methode zur Bestimmung leicht löslicher Phosphorsäure nach *Egnér* werden die Resultate je nach Bodenart mit einem Faktor multipliziert, oder es werden verschiedene



Grenzzahlen für die verschiedenen schweren Böden eingesetzt. Wenn für Sandböden mit dem Faktor 1 gearbeitet wird, so werden bei Ton- und Leimböden die Resultate mit einem Faktor, der größer als 1 ist, multipliziert, um auf den gleichen Grenzwert zu kommen. Durch die Bestimmung der Löslichkeitskurve der Phosphorsäure wird es wahrscheinlich möglich sein, die Faktoren, mit welchen bei den verschiedenen schweren Böden die Ergebnisse der ersten Ausschüttelung zu multiplizieren sind, genau zu ermitteln. Liegen für eine größere Anzahl von Böden derartige Untersuchungsergebnisse vor, so kann festgestellt werden, ob aus Ergebnissen einer Methode die Resultate nach einer anderen berechnet werden können. Wenn dieses der Fall ist, müssen derartige Lösungsmittel dieselben Ergebnisse bei den Bodenuntersuchungen liefern, und es ist das Lösungsmittel zu wählen, mit welchem die Arbeit im Laboratorium am einfachsten durchführbar ist. Die Herstellung der Löslichkeitskurve der Phosphorsäure soll dabei nur eine Vorarbeit sein, um festzustellen, ob bei Böden verschiedener Reaktion die einzelnen Methoden das gleiche leisten. Für die praktischen Bodenuntersuchungen, bei denen es nur darauf ankommt, Annäherungswerte zu erhalten, wird man mit einer Ausschüttelung auskommen, nur in Zweifelsfällen würde man vielleicht eine Ausschüttelung mit der doppelten Flüssigkeitsmenge durchführen müssen, um auch in diesem Falle den Endwert berechnen zu können.

*Mitscherlich:* Mit der chemischen Bodenanalyse habe ich mich wohl seit 35 Jahren beschäftigt; ich ging dabei von der Kohlensäureextraktion aus, da dieses Lösungsmittel pflanzenphysiologisch das Nächstliegende war. Ich habe die Gesetzmäßigkeiten studiert, die bei der Lösung der Nährstoffe vorliegen, und zwar bei verschiedenem Verhältnis von Boden zu Lösungsmittel, bei verschieden langer Extraktionsdauer, bei verschiedener Temperatur und bei verschiedener Sättigung des Wassers mit Kohlensäure. Auch haben wir schon bald wiederholte Extraktionen ausgeführt. Hier zeigte sich nun aber bei kalkhaltigeren Bodenarten, daß der zweite Extrakt vielfach mehr Nährstoffe in Lösung brachte, als der erste, was den üblichen gesetzlichen Befunden widersprach. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß der bei der ersten Extraktion gelöste saure kohlensaure Kalk die weitere Löslichkeit z. B. der Phosphorsäure hemmte. In der Natur liegen die Verhältnisse darum anders, weil die Pflanzen ja immer nur das betreffende Ion aufnehmen. Diesen pflanzenphysiologischen Vorgängen können wir nun nicht durch irgendein Lösungsmittel nachkommen; jedwede chemische Methode kann darum stets nur einen gewissen Annäherungswert geben, selbst wenn wir uns auch konventionell auf eine ganz bestimmte Methode einigen. Aus diesem Grunde muß in jedem Falle der Gefäßversuch die Standardmethode bleiben, nach der die anderen Methoden geeicht werden müssen.

*de Vries* erinnert daran, daß in der Groningen-Versuchsstation mehrere Phosphatbestimmungen nebeneinander ausgeführt werden, nämlich Zitronensäure, P-Zahlen in Wasser, Festlegung, und gegebenenfalls P-total und zweite oder wiederholte Extraktion. Diese Zahlen, im Zusammenhang studiert, geben ein vollständigeres Bild. Bei der stärkeren sauren



Extraktion ist ein festes End-pH des Extraktes erwünscht; in dieser Beziehung läßt die Laktatmethode zu wünschen übrig, sie puffert bei karbonathaltigen Böden nicht genug. Die P-Zahl fügt sich dem pH des Bodens an, und dies hat bei der Bewertung der Sachlage auch Vorteile. Die Festlegung ist oft für einen bestimmten Bodentyp bekannt; ist dies nicht der Fall, so sollte diese Bestimmung sicher ausgeführt werden (Beschreibung der Methode u. a. im Königsberger Bericht und in Publikationen); der Fall, den Torstensson beschrieb, zeigt deutlich, wie wünschenswert es ist, nicht nur die Laktatmethode anzuwenden, sondern diese z. B. mit der Festlegungsbestimmung zu ergänzen.

*Bondorff:* Der Vergleich zwischen den verschiedenen Laboratoriumsmethoden untereinander und mit dem Gefäßversuch ist wichtig und muß unbedingt fortgesetzt und durchgeführt werden, um die billigste Methode für die Praxis herauszufinden. Wir müssen doch nicht vergessen, daß letzten Endes die Untersuchungen der Praxis dienen sollen.

*von Boguslamski:* Wir müssen das gestellte Ziel verfolgen hinsichtlich der Erfahrungen über die Abhängigkeit der  $P_2O_5$ -Wirkung von der Stickstoffdüngung (*Bondorff*) sowie von der Festlegung (*Torstensson*). Es wirken hier noch mehr Fruchtbarkeitsfaktoren (Klima, Wasser u. a.) mit, die durch Schnellmethoden nicht zu erfassen sind. Es müssen vielmehr übliche Vergleiche mit Feldversuchen durchgeführt werden, so daß die Bodenergebnisse in der Beratung richtig eingesetzt werden können.

*Heinz:* Wir versuchen unsere Laborwerte für die Praxis verständlich zu machen, indem wir sie in Vorratswerte „kg  $P_2O_5$  ha“ umrechnen und den  $P_2O_5$ -Entzugswerten von Durchschnittsernten gegenüberstellen. Stellt sich ein Nährstoff-„Defizit“ heraus, so muß dieses aufgefüllt werden. Die Höhe der  $P_2O_5$ -Düngung wird dann je nach dem  $P_2O_5$ -Festlegungsgrad eingesetzt, z. B. bei gleichen Vorratswerten müssen bei „starker“ Festlegung wesentlich mehr  $P_2O_5$ -Mengen verabreicht werden als bei „geringer“ Festlegung.

*Eckstein* weist darauf hin, daß wir nicht den Boden, sondern die Pflanze düngen.

*Nehring:* Es wird darauf entgegnet, daß für die Auswertung der Bodenuntersuchungen nicht der Düngebedarf der einzelnen Pflanzen und Früchte ausschlaggebend ist. Es kommt vielmehr darauf an, den Boden in einen Nährstoffzustand zu versetzen, daß er den Ansprüchen auch der anspruchsvollsten Pflanzen genügt. Die Düngung bzw. die Auswertung der Bodenuntersuchungen muß also in die Richtung der Erhöhung des Fruchtbarkeitszustandes gehen. Wo dabei die Grenze liegt, wird von den örtlichen Verhältnissen, Boden, Erträgen usw. abhängen. Ist der Nährstoffzustand erreicht, der für die vorliegenden Verhältnisse als gesund angesehen werden kann, so ist die Düngung den Pflanzen bzw. dem Nährstoffentzug anzupassen. Endzweck der Bodenuntersuchungen ist in erster Linie die Erhöhung des Fruchtbarkeitszustandes.

*Endrédy:* Anschließend an die Ausführungen von *Nehring* und *Eckstein* möchte ich bemerken, daß man z. B. mit den gewöhnlichen Superphosphatgaben eher die Pflanze düngt, als den Boden bereichert. Die Unter-



suchungen von *Dmorak* zeigen namentlich, in völliger Übereinstimmung mit dem Befund von *Torstensson*, daß das Superphosphat in dem Boden verhältnismäßig unbeweglich wird. Nun brachten aber einige Untersuchungen das merkwürdige Resultat, daß die relative Verarmung der Böden an löslicher Phosphorsäure in einer Tiefe von 30—40 cm am größten ist. Der größte Verbrauch findet also hier statt. Das stimmt ausgezeichnet damit überein, daß unter den trockenen Bedingungen der ungarischen Tiefebene die obere Krumenschicht nur in der verfänglichen Wachstumszeit der Pflanzen eine Bedeutung als Nährstofflieferant hat. Die junge Pflanze bekommt also das Düngemittel konzentriert, kann aber im Laufe ihrer späteren Entwicklung nur selten zu den Reserven der Oberkrume greifen. Man düngt also tatsächlich die Pflanze, nicht den Boden.

*Riehm*: Ich möchte noch kurz die Korrektionswerte für die Bodenart angeben, nach denen Herr Dr. *Rauterberg* gefragt hat: Die Korrektion für Sandböden ist 1, für lehmige Sande und sandige Lehme 1.5, für Leimböden 1.8, Tonböden 1.9 und schließlich für schwere Tone 2.0.

## B. Die Kalibestimmung.

Bericht von E. A. Mitscherlich, Königsberg (Pr).

Während wir sahen, daß bei der Phosphorsäure die Löslichkeit vom pH und dem gewählten Boden-Lösungsverhältnis abhängt, liegen die Verhältnisse beim Kali doch viel komplizierter. Bei unserer ersten internationalen Gemeinschaftsarbeit wurden eine Reihe von Salzen und Säuren angewandt, die auf dem Austausch des Kalis beruhten. Dieser Austausch war, da immer nur der erste Extrakt berücksichtigt wurde, kein vollständiger. Daher führten die Ergebnisse zu völlig unbefriedigenden Resultaten. Düngen wir einen Boden mit einem leichtlöslichen Kalisalz, so werden wir bei einem solchen, der dieses Kali nicht absorbiert, mit jedem beliebigen Lösungsmittel die gegebenen Kaligaben wiederfinden. Geben wir die gleichen Kaligaben zu einem Boden von hoher Absorptionskraft (= großer Bodenoberfläche), so werden wir in der Lösung nur einen geringen Teil dieser Kalimenge unter den gleichen Lösungsbedingungen wiederfinden. Man wird darum bei der Kalibestimmung entweder die Absorptionskraft der Böden durch Bestimmung ihrer Hygroskopizität mitberücksichtigen müssen, oder die Nachlieferung von Kali durch wiederholtes Extrahieren der gleichen Bodenprobe festzustellen haben.

Wir haben die Erschöpfungsextrakte für eine Reihe von Bodenarten durchgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 9 vorliegen.

Die Erschöpfung des Bodens folgt, wie wir das an einer ganzen Reihe von Böden feststellen konnten, einer logarithmischen Funktion, deren Endwert die Gesamtmenge an löslichem Kali ergibt. Die Lösungsgeschwindigkeit mit wiederholter Extraktion variiert dabei auch noch bei den verschiedenen Bodenarten innerhalb geringer Grenzen.

Wir haben nun eine Reihe unserer im ersten internationalen Bericht untersuchten Böden mit den verschiedensten Chemikalien bei verschiedener Konzentration behandelt, und zwar im Verhältnis von Boden zu

Lösungsmittel = 1 : 25, und dabei Ergebnisse gefunden, die wir in Tabelle 10 wiedergeben.

Tabelle 9  
K<sub>2</sub>O-Löslichkeit bei wiederholter Extraktion.

Im Extrakt	Boden 1		Boden 2		Boden 3	
	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet
1	21,7	18,1	35,0	27,7	25,8	20,4
1-2	31,7	31,8	45,9	45,1	36,0	34,9
1-3	41,2	42,3	55,6	56,2	45,2	45,2
1-4	50,0	50,2	63,0	63,1	52,3	52,4
1-5	55,7	56,2	66,8	67,5	56,3	57,5
1-6	60,9	60,7	70,8	70,3	60,6	61,2
1-7	65,9	64,2	75,0	72,0	65,3	63,8

Lösungsgleichungen : gelöste Kalimengen y in x Extrakten:

für Boden 1:  $\log (75-y) = \log 75 - 0,12 \cdot x$

für Boden 2:  $\log (75-y) = \log 75 - 0,2 \cdot x$

für Boden 3:  $\log (70-y) = \log 70 - 0,15 \cdot x$

Tabelle 10  
Einfluß von verschiedenen Stoffen auf die K<sub>2</sub>O-Löslichkeit des Bodens.  
mg K<sub>2</sub>O in 100 g Boden.

Nummer	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure pH = 4,7	2. Extr. dgl.	Ca-Acetat-Essigsäure pH = 4,1	1-n Sodablösung	0,1-n Salpetersäure	1-n Salpetersäure	3-n Salpetersäure	1-n Essigsäure	2-n Essigsäure 2 Std. gekocht	0,5-n Salpetersäure 2 Std. gekocht	Gefäßversuch
2	14,2	6,9	13,0	12,8	20,2	26,4	27,6	19,8	18,0	118	39,3
3	9,5	4,8	9,0	6,9	13,6	16,2	20,0	12,2	9,6	88	24,6
7	9,6	5,2	10,0	11,8	18,2	27,4	37,8	12,2	13,2	130	31,6
9	9,5	4,3	9,0	7,7	10,6	10,7	11,3	9,9	8,0	52	24,8
11	6,3	3,6	7,0	7,8	13,6	12,2	—	11,2	10,2	69	26,4
12	10,0	5,6	8,8	10,2	14,8	15,0	—	13,8	11,8	75	18,3
15	5,3	3,8	5,0	5,3	12,8	14,2	—	9,1	11,2	104	27,4
18	14,0	3,9	16,0	19,0	22,6	31,0	31,6	22,8	16,0	138	36,6
22	7,3	3,5	7,0	7,8	11,3	15,0	—	8,9	9,4	66	18,2
23	10,6	5,4	9,8	9,8	13,6	16,2	—	12,9	12,6	86	23,3
25	7,0	3,0	5,3	5,6	10,4	14,2	—	7,8	9,6	82	27,4
26	8,2	5,0	6,5	7,7	13,0	14,0	17,2	10,0	10,8	99	29,0
28	5,4	2,5	7,0	10,4	12,1	21,0	23,0	11,8	10,6	90	34,0
29	5,7	2,6	5,3	7,3	10,1	14,5	23,0	8,4	12,2	62	23,7
32	5,8	2,6	5,8	7,4	11,1	12,7	—	9,8	10,2	103	24,9
33	3,4	1,5	2,7	5,8	6,6	12,0	20,4	4,7	6,6	55	20,7
38	5,5	2,0	5,8	7,4	11,1	15,4	—	9,1	9,8	72	19,9
43	17,8	8,5	21,4	—	29,2	38,2	—	30,0	29,6	165	46,9
45	6,3	2,9	7,8	8,9	15,6	15,7	21,4	9,9	10,4	82	31,5
46	9,7	5,5	11,7	—	31,6	32,6	40,8	18,8	16,2	294	31,3
47	9,4	6,2	9,0	—	16,8	15,5	—	11,9	10,4	74	21,2
48	9,8	6,2	16,0	—	31,4	32,6	46,0	23,0	24,4	245	30,5
50	14,6	2,7	11,2	—	16,2	23,2	—	—	12,8	40	9,0



Es ergibt sich aus den vorstehenden Zahlen, daß das zum Austausch gewählte Kation unter sonst gleichen Bedingungen den Austausch beim Boden kaum beeinflusst. Bei den wiederholten Extraktionen, die wir mit Natriumacetatpuffer bei  $\text{pH} = 4.7$  ausgeführt haben, zeigte sich (vergleiche die Böden 2 und 50), daß die Nachlieferung beim schweren Boden (2)  $W_H = 4.1\%$  eine weit größere war, als beim leichten Boden (50)  $W_H = 1.7\%$ , während bei den ersten Extrakten aus beiden Böden die gleichen Kalimengen in Lösung gingen.

Dabei zeigt der Gefäßversuch bei Boden 2 eine Kalimenge von 39,3 mg, beim Boden 50 eine solche von 9,0 mg/100 g Boden an!

Des weiteren haben wir die gleichen Bodenarten mit einer 1-n Soda-lösung behandelt und kaum Unterschiede zwischen der schwach-sauren und der alkalischen Reaktion der Lösungen bei der Kalilöslichkeit feststellen können.

Wir haben ferner diese Bodenarten mit Salpetersäure von steigenden Konzentrationen (0,10 — 1,0 — 3,0 = normal) extrahiert und gefunden, daß mit steigender Konzentration die Kalilöslichkeit zunahm, sie aber trotzdem die Werte des Gefäßversuches nicht erreichte.

Mit Erhitzen der Salpetersäure (0,5 normal) nahm die Kalilöslichkeit aus den Böden dagegen außerordentlich zu; sie überwog dabei weit die Ergebnisse des Gefäßversuches.

Versuche mit 1,0 = normaler Essigsäure in der Kälte und mit 2,0 = normaler Essigsäure bei zweistündigem Kochen führten zu fast übereinstimmenden Ergebnissen, die jedoch auch mit den Ergebnissen des Gefäßversuches nicht übereinstimmten.

Danach greift die Salpetersäure noch schwer lösliche Silikatverbindungen an, während die Essigsäure sich scheinbar nur am Austausch beteiligt.

### Die Bestimmung des Kaliums im Boden.

#### I. Benutzte Reagenzien:

##### 1. Fällungsreagens:

- a) 100 g Kobaltnitrat wurden in 100 ccm dest. Wasser gelöst und mit 50 ccm Essigsäure versetzt;
- b) 480 g Natriumnitrit wurden in 720 ccm dest. Wasser aufgelöst.

Vor dem Gebrauch wurde ein Teil von der Lösung a mit drei Teilen von der Lösung b gemischt. Durch diese Mischung wurde solange Luft durchgesaugt, bis keine Nitrosengase mehr entwichen. Das Fällungsreagens wurde im Eisschrank aufbewahrt und am nächsten Tage durch ein Blaubandfilter filtriert.

##### 2. Sulfanilsäurelösung:

5 g Sulfanilsäure wurden in 500 ccm 30 %iger Essigsäure gelöst.

##### 3. Naphthylaminlösung:

3 g Naphthylamin wurden mit 700 ccm dest. Wasser aufgeköcht und die farblose Lösung nach dem Filtrieren mit 500 ccm Essigsäure versetzt.

#### II. Die Ausführung:

4 g Boden wurden mit 100 ccm Natriumacetat-Essigsäure-Puffer über Nacht in der Rotiermaschine bei Zimmertemperatur extrahiert. Um hier



leicht ein wiederholtes Extrahieren zu ermöglichen, nahmen wir 300-ccm fassende dickwandige Jenaer Erlenmeyerkolben, an deren Boden ein Loch angebracht war, welches mittels eines Wachs-Kolophoniumgemisches (1:1) zunächst verschlossen wurde. Nach Einfüllen des Bodens und der erforderlichen Lösung wurde sodann der Hals mit einem Gummistopfen verschlossen, durch dessen Durchbohrung eine Filterkerze (Masse P 26 b, Form Nr. 0. 15 983 der staatlichen Porzellanmanufaktur Berlin) in den Flaschenhals eingeführt wurde. Nach der Extraktion wurde das Kölbchen auf eine Saugflasche aufgestellt, der Wadsklecks am Boden entfernt und die Flüssigkeit abfiltriert. Für die wiederholte Extraktion wurde jetzt durch einen kleinen Trichter die erforderliche Flüssigkeitsmenge durch das Bodenloch eingefüllt, dieses wieder mit dem Wachs-gemisch verschlossen und von neuem extrahiert.

20—50 ccm des klaren Bodenextraktes wurden in kleinen Porzellanschälchen bis zur Trockene eingedampft, das Schälchen schwach gegläht, um das Ammonium zu vertreiben; nach Erkalten wurde der Rückstand mit 4 ccm 1%iger Essigsäure versetzt und nach dem Zerreiben mit einem Gummipistill möglichst rasch filtriert. Von diesem Filtrat wurden genau 2 ccm in spitzzulaufende Zentrifugengläschen pipettiert und langsam mit 2 ccm frisch filtriertem Fällungsreagens (1) versetzt. Das gefällte Kalium wurde über Nacht im Eisschrank aufbewahrt. Die Fällung wurde 10 Minuten bei 3000 Touren zentrifugiert. Der Niederschlag wurde je zweimal mit je 2 ccm gekühltem dest. Wasser und dann je zweimal mit je 2 ccm 50%igem Alkohol übergossen, wobei nach jeder Zugabe von je 2 ccm von neuem zentrifugiert und die darüberstehende klare Flüssigkeit abgehebert wurde. Der so gut ausgewaschene Niederschlag wurde dann in 5 ccm 0.1-normaler Natronlauge auf dem kochenden Wasserbade gelöst und in ein Meßkölbchen übergefüllt; von dem nun bekannten Flüssigkeitsvolumen wird jetzt je nach der Stärke des Niederschlages ein aliquoter Teil entnommen, in einen Meßzylinder von 100 ccm abpipettiert, auf 88 ccm mit Wasser aufgefüllt und nach Zusatz von je 1 ccm der Lösungen (2) und (3) gut gemischt. Nach zehn Minuten hat sich die rote Farbe maximal entwickelt, die darauf durch weitere Zugabe von 10 ccm 2.0-normaler Natronlauge stabilisiert und kolorimetriert wurde. Die Eichskala wurde mit Kaliumchloridlösungen unter gleichen Versuchsbedingungen aufgenommen.

Da diese Methode verhältnismäßig umständlich ist und wir einen von der Firma Zeiß in Aussicht gestellten Spektralapparat noch nicht erhalten konnten, haben wir unsere Kaliuntersuchungen zunächst zurückstellen müssen.

*Heinz:* Die  $K_2O$ -Bestimmung erfolgt bei uns in Hamburg im gleichen Filtrat wie die  $P_2O_5$ -Analyse. Benutzt wird die Fällungsmethode mit Natrium-Kobaltinitrit nach Kramer-Tisdall. Der gelbe Niederschlag wird mit Filterstäbchen abgesaugt und in den Fällungskölbchen, die unten eine Ausbuchtung haben, mit  $n/50-KMnO_4$  und  $n/100-C_2O_4Na_2$  titriert. Zur Zerstörung der organischen Substanzen und zur Austreibung von  $NH_3$  wird ein aliquoter Teil des Filtrates unter Zusatz von  $H_2O_2$  eingedampft.

Die Beurteilung des Kali-Vorrates geschieht in drei Stufen: arm, mittel, reich.



*Bondorff* teilt mit, daß in Dänemark die Kalibestimmung weniger Schwierigkeiten verursacht als die Phosphorsäurebestimmung. Er beschreibt seine im ersten Bericht niedergelegte Methode.

*Egnér* extrahiert den Boden mit  $n/10$  Monochloressigsäure im Verhältnis 1:20. Das Kalium im Auszug wird nach *Cameron* mit Platinchlorid gefällt, von überschüssigem Reagens befreit und die Farbe mit Jodid erzeugt. Platinjodwasserstofffarbe wird im lichtelektrischen Kolorimeter gemessen. Bisweilen machen sich Störungen von Kaliumoxalat bemerkbar; um das zu vermeiden, kann man das Königswasser beim Zerstören der organischen Stoffe mit etwas Manganchlorür versetzen, welches als Katalysator dient.

*de Ferrière*: Possédant en France une gamme de sols extrêmement variée, nous avons été amenés à étudier spécialement les questions relatives aux méthodes analytiques applicables à la détermination de l'acide phosphorique et de la potasse assimilables des différents sols et à la concordance avec les essais en culture des engrais phosphatés et potassiques.

M. Brioux a étudié plus spécialement les diverses formes de  $P_2O_5$ : phosphate de chaux, abondant dans les sols calcaires, auxquels conviennent les méthodes d'analyse à base d'acide nitrique dilué (de Sigmond); phosphate de fer et phosphates organiques des sols acides, justiciables au contraire des méthodes d'analyse à l'acide citrique ou même au citrate d'ammonique. Chaque sol, où domine telle ou telle sorte de phosphate, paraît donc avoir une méthode, qui se trouve préférable à son égard, et il paraît assez peu indiqué de vouloir appliquer à tous les sols une méthode universelle, qui conduit toujours à un nombre assez considérable de discordances avec les essais de la pratique agricole. Il y a lieu de tenir compte d'ailleurs également de la répartition variée des réserves en acide phosphorique sous ses diverses formes dans les divers horizons des profils des sols. Donc, en France, le choix de la méthode d'analyse, et des normes d'interprétation des résultats en  $P_2O_5$  assimilable, sont pour nous sous la dépendance de la nature et du profil des sols.

Pour la potasse assimilable, c'est surtout sur adsorption par les colloïdes argileux du sol qui joue le rôle prédominant ainsi que la répartition de ces colloïdes dans les divers horizons du sol.

Les études physico-chimiques faites sous la direction de M. Demolon semblent prouver que quelque soit l'agent solubilisant employé: acide faible, sel neutre ou même agent biologique, les résultats donnés par la potasse dite assimilable correspondent assez bien avec la pratique agricole. Il y a lieu de tenir compte cependant du fait que l'argile, surtout fortement saturée par les ions Calcium, adsorbe souvent avec une telle vigueur les premières doses ou les trop faibles doses de potasse apportées au sol, que les plants ne peuvent en profiter et que seules des doses plus élevées d'engrais potassiques se révèlent efficaces. Il peut y avoir là une cause de discordance apparente entre les résultats analytiques et ceux des essais en plein champ.

En résumé, la concordance de résultats analytiques et d'essais en plein champ ne pourra être obtenue dans de bonnes conditions, que si l'on tient compte, pour le choix des méthodes à employer et des chiffres

limites, d'un certain nombre de considérations parmi lesquelles je retiens tout particulièrement: l'état physico-chimique des divers horizons du profil du sol, sur lequel devra se faire l'essai d'engrais phosphatés ou potassiques.

Dr. Schmitt: Um die Arbeiten bezüglich der Untersuchung des Bodens auf Kali vorwärts zu bringen, müssen wir in der Arbeitsgemeinschaft festlegen, mit welchen Lösungs- und Extraktionsmitteln gearbeitet werden soll. Die analytische Erfassung des Kalis in den Bodenauszügen bietet nach der nunmehr erfolgten Konstruktion des Apparates von *Schuhknecht-Waibel* (Zeiß-Jena) keine Schwierigkeiten mehr, da man leicht am Tag 600—700 Kalibestimmungen ausführen kann. Wir haben diese Flammenphotometer-Methode eingehend geprüft und sie als sehr genau und billig arbeitend gefunden. Für besondere Kalibestimmungsmethoden müßten wohl lediglich zur Ausschaltung bestimmter Kationenlinien ( $\text{Na}^+ \text{Ca}^{++}$ ) noch Filter entwickelt werden, was nach den bisherigen Erfahrungen leicht möglich ist.

Es sprachen noch die Herren *Giesecke*, *Scheffer* und *Rauterberg* über ihre letzten Erfahrungen bei der Spektralanalyse.

*Mitscherlich*: Nach den vorliegenden Untersuchungen dürften die  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Methoden eine ausreichende Genauigkeit für die Beurteilung des Düngebedürfnisses des Bodens in qualitativer Beziehung ergeben. Bei den Kalimethoden ist dieses leider noch nicht der Fall. Hier sind dringend noch weitere Arbeiten erforderlich, die aber auch hoffentlich bald zum gewünschten Erfolge führen mögen. Allen unseren Mitarbeitern wünsche ich hierzu besten Erfolg. Ich danke ihnen gleichzeitig für die bisher geleistete wertvolle Arbeit.

## Die Verarbeitung des vorliegenden Materials.

Von Eilh. Alfred Mitscherlich.

Bevor wir die hier vorliegenden Ergebnisse im einzelnen auswerten, mag für jede Methode eine Übersichtstabelle folgen, in welcher der Grenzwert der Gefäßmethode (= 10,5) als senkrechte, der Grenzwert der Vergleichsmethode als wagerechte Linie eingetragen ist. In dem so entstehenden Kreuz befinden sich links unten die Treffer bei den armen Böden, und in den Quadranten rechts oben die Treffer bei den reichen Böden. Die Zahlen im Quadranten links oben geben die Anzahl der Böden an, die nach der Gefäßmethode arm, nach der Vergleichsmethode dagegen reich sind (= Nichttreffer); die in den Quadranten rechts unten umgekehrt die Böden, die nach der Gefäßmethode reich, nach der Vergleichsmethode dagegen arm sind (= Nichttreffer).

1. Magnesiumazetat-Essigsäure-Methode

17	129
1154	70

2. Calciumlaktat-Salzsäure-Methode

14	88
833	63



3. Magnesiumbicarbonat-Kohlensäure-Methode

41	105
951	53

4. Aspergillus-Methode

51	29
402	4

In der folgenden Tabelle ersieht man sodann die Beobachtungen, die mit den Böden aus den verschiedenen Gegenden Ostpreußens erzielt wurden, sowie die Weiterverarbeitung des umfangreichen Beobachtungsmaterials, soweit dieses z. Zt. erforderlich erschien.

Phosphorsäure-Untersuchungen.

Station	Mg-Acetat + Essigs.-Meth.			Ca-Laktat + Salzs.-Meth.			Mg-Bikarb. + Kohlens.-Meth.			Aspergillus Mycel - Gewichte		
	Anzahl der Böden	Fehler		Anzahl der Böden	Fehler		Anzahl der Böden	Fehler		Anzahl der Böden	Fehler	
		—	+		—	+		—	+		—	+
Königsberg	497	6	9	315	3	9	478	4	27	486		55
Insterburg	226	2	0	223	5	0	223	1	5			
Allenstein	372	28	2	362	36	2	355	33	6			
Marienburg	267	37	3	98	22		94	17	1			
zusammen:	1362	87		998	77		1150	94		486	55	
Treffer:	93,6 %			92,3 %			91,8 %			88,7 %		

Reiche Böden:	> 10,5		> 10,5		> 1,67		> 20 + bzw 31	
Königsberg	36	— 6	27	— 3	34	— 4	33	(— 4?)
Insterburg	9	— 2	10	— 4	10	— 2		
Allenstein	69	— 28	68	— 35	68	— 31		
Marienburg	88	— 37	46	— 21	46	— 16		
zusammen:	202	— 73	151	— 63	158	— 53	33	— 4
Treffer:	63,8 %		58,3 %		66,3 %		88,0? %	

Arme Böden:	< 10,5		< 10,5		< 1,67		< 20 + bzw. 31	
Königsberg	461	+ 9	288	+ 9	444	+ 27	453	+ 51
Insterburg	217	+ 0	213	+ 0	213	+ 5		
Allenstein	303	+ 2	294	+ 2	287	+ 6		
Marienburg	179	+ 3	52	+ 0	48	+ 1		
zusammen:	1160	+ 14	847	+ 11	992	+ 39	453	+ 51
Treffer:	98,8 %		98,7 %		96,1 %		88,8 %	

Auch die bis zu unserer Tagung eingegangenen Ergebnisse der Kali-bestimmungen habe ich auf ihre Treffsicherheit hin verarbeitet. Es lagen leider nur die Versuche vor nach unserer Natriumazetat-Methode und nach der Hamburger Magnesiumbicarbonat-Methode, und zwar von 900 bzw. 910 Böden.

Analog der Phosphorsäureverarbeitung gebe ich zunächst je eine Übersichtstabelle, aus welcher die Anzahl der Treffer bei den reichen wie bei den armen Böden leicht zu ersehen ist. Die Treffer-Zahlen sind auch hier dick gedruckt worden, während die jeweiligen Zahlen für die Nichttreffer in den anderen Quadranten entsprechend angeordnet sind:

Natriumazetat-Methode		Magnesiumbicarbonat-Methode	
166	<b>446</b> reiche Böden	163	<b>417</b> reiche Böden
<b>206</b> arme Böden	82	<b>222</b> arme Böden	108

Im einzelnen gebe ich die folgende Übersicht über die verschiedenen armen und reichen Böden und die bei den Bestimmungen auftretenden Nichtübereinstimmungen mit den Ergebnissen der Gefäßmethode wieder, die hier als „Fehler“ bezeichnet wurden.

#### Kali-Untersuchungen.

Station	Natriumacetat-Methode			Magnesiumbicarbonat-Methode		
	Anzahl der Böden	Fehler		Anzahl der Böden	Fehler	
		+	—		+	—
Königsberg	498	38	106	472	54	91
Insternburg	225	32	25	225	37	25
Allenstein	177	12	35	213	17	47
zusammen:	900	248		910	271	
Treffer:	72,4 %			70,2 %		

Reiche Böden:	Anzahl der Böden	> 10,5 mg K <sub>2</sub> O	Anzahl der Böden	> 6,7 mg K <sub>2</sub> O
Königsberg	302	106	285	91
Insternburg	134	25	134	25
Allenstein	92	35	106	47
zusammen:	528	166	525	163
Treffer:	66,7 %		69,0 %	

Station	Natriumacetat-Methode		Magnesiumbicarbonat-Methode	
	Anzahl der Böden	< 10,5 mg K <sub>2</sub> O	Anzahl der Böden	< 6,7 mg K <sub>2</sub> O
Arme Böden:				
Königsberg	196	38	187	54
Insterburg	85	32	107	37
Allenstein	91	12	91	17
zusammen:	372	82	385	108
Treffer:	77,9 %		71,9 %	



## Anhang.

In unserer ersten internationalen Tagung wurde angeregt, die Gefäßversuche auch unter den verschiedensten klimatischen Bedingungen mit verschiedenen Bodenarten auszuführen, nachdem Herr *Mitscherlich* mitgeteilt hatte, daß bereits vergleichende Gefäßversuche in verschiedenen Ländern ausgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser bisher vorliegenden gesamten vergleichenden Gefäßversuche wurden zunächst in der Schrift: „Klimatische Einflüsse auf die Ertragssteigernde Wirkung der Pflanzennährstoffe“ (eine internationale Arbeit) von *Eilh. Alfred Mitscherlich*, Verlag Max Niemeyer, Halle (Saale), als Heft 5 des 15. Jahres der Königsberger Gelehrten Gesellschaft, Naturwissenschaftliche Klasse, 1939 veröffentlicht und den Tagungsteilnehmern vor der Tagung zugestellt. Hier findet man auch die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen. Da jedoch dabei ein Druckfehler in der betreffenden Tabelle S. 24 untergelaufen ist, und andererseits Ergebnisse, die Herr *de Vries* aus Groningen uns zustellte, zu spät ankamen, um noch in diese Tabelle aufgenommen zu werden, geben wir die Ergebnisse dieser Bodenuntersuchungen hier nochmals wieder.

Es waren Bodenarten versandt worden von den Herren *Stewart-Aberdeen*, *de Vries-Groningen*, *Franck-Experimentalfältet* (Stockholm) und von *Nepros-Athen*; an den Gefäßversuchen mit den verschiedenen Bodenarten beteiligten sich die Herren *Stewart-Aberdeen*, *Scurti* und *Hauffmann-Turin*, *Franck-Stockholm*, *Jonescu-Sişeşti*- und *Sandoiu-Bukarest*, *de Vries-Groningen* und *Mitscherlich-Königsberg*.

Das einzelne dürfte aus der folgenden Tabelle zu ersehen sein, in welcher die Erträge an Gramm Trockensubstanz auf den verschiedenen Bodenarten wiedergegeben sind; zur Verrechnung habe ich nur festgestellt, wieviele Prozente des jeweiligen Höchstertrages man im Einzelfalle einmal ohne Kalidüngung, und dann ohne Phosphorsäuredüngung erzielte, da sich daraus der Gehalt des Bodens an diesen Nährstoffen berechnen läßt.

Wie aus den vorstehenden Ergebnissen gut zu ersehen ist, werden die betreffenden Prozentzahlen ungewöhnlich hoch in dem Augenblick, wo die Gesamterträge infolge ungünstiger Witterung u. a. m. auffallend niedrig ausfallen. Das tritt besonders bei den Beobachtungen von Turin in Erscheinung, wo die Aussaat des Hafers infolge der durch Zollschwierigkeiten verzögerten Ankunft der eingesandten Saat erst zu spät erfolgen konnte. — Wenn man aber von diesen Einzelfällen absieht, ist die Übereinstimmung der in den verschiedenen Ländern erzielten Versuchsergebnisse doch recht befriedigend.

Diese Arbeit soll jedoch weiter fortgesetzt werden.

Ergebnisse bei der Untersuchung verschiedener Bodenarten  
in verschiedenen Ländern.

Boden aus	Unter- suchungs- station	Gefäßbeträge in g			in Prozent der Volldüngung (V)	
		Volldg. V	V—K <sub>2</sub> O	V—P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—K <sub>2</sub> O	—P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Aberdeen I	Aberdeen	60,3 ± 0,5	17,1 ± 0,3	9,8 ± 0,4	28,4 ± 0,5	16,3 ± 0,7
	Königsberg	74,8 ± 1,3	21,8 ± 1,1	10,0 ± 0,4	29,2 ± 1,6	13,2 ± 0,9
	Turin	28,7 ± 0,3	21,8 ± 0,9	17,2 ± 0,7	75,6 ± 3,2	59,9 ± 2,5
	Stockholm	54,4	22,8	11,7	41,9 ± ?	2,5 ± ?
Aberdeen II	Aberdeen	63,2 ± 1,0	19,2 ± 1,0	11,7 ± 0,6	30,1 ± 1,7	18,5 ± 1,0
	Königsberg	89,1 ± 0,6	18,5 ± 1,8	23,3 ± 0,3	20,8 ± 2,0	26,2 ± 0,6
	Turin	24,3 ± 0,6	24,2 ± 0,4	21,3 ± 0,6	100	87,7 ± 3,3
Aberdeen III	Aberdeen	61,0 ± 3,0	40,4 ± 1,0	17,1 ± 1,0	66,2 ± 4,6	28,0 ± 2,1
	Königsberg	97,3 ± 0,7	68,4 ± 1,1	36,1 ± 0,7	70,3 ± 1,2	37,1 ± 0,8
	Turin	23,7 ± 0,6	28,8 ± 0,1	21,3 ± 0,4	100	89,9 ± ?
Klooster- buren (Holland)	Aberdeen	101,6 ± 1,6	52,7 ± 0,2	34,9 ± 0,8	51,9 ± 0,8	34,4 ± 1,0
	Königsberg	101,0 ± 0,5	45,4 ± 2,2	24,8 ± 0,9	45,0 ± 2,2	27,6 ± 0,9
	Stockholm	48,5	31,1	14,2	64,1 ± ?	29,3 ± ?
Groningen hum. Sand	Bukarest	56,8	20,3	13,2	35,8 ± ?	23,2 ± ?
	Königsberg	91,9 ± 3,4	32,2 ± 2,0	27,9 ± 0,8	35,0 ± 2,5	30,4 ± 1,2
	Groningen	117,2 ± 4,3	43,1 ± 1,7	30,0 ± 1,7	36,7 ± 1,5	25,0 ± 1,6
Groningen Tonboden	Bukarest	55,6	18,9	34,9	33,9 ± ?	62,8 ± ?
	Königsberg	107,6 ± 3,6	42,3 ± 2,4	35,5 ± 2,4	39,3 ± 2,6	33,1 ± 2,5
	Groningen	127,0 ± 4,6	57,1 ± 4,5	33,9 ± 2,1	45,0 ± 3,6	26,7 ± 1,9
Stockholm	Aberdeen	80,4 ± 3,1	74,3 ± 3,0	42,1 ± 1,6	92,4 ± 5,2	52,4 ± 2,7
	Königsberg	95,8 ± 1,0	88,7 ± 1,7	71,6 ± 0,6	92,6 ± 2,0	74,7 ± 1,0
Athen	Aberdeen	106,8 ± 2,2	89,3 ± 2,1	60,1 ± 0,9	83,6 ± 2,6	56,3 ± 1,4
	Königsberg	107,5 ± 0,9	106,4 ± 1,6	67,8 ± 0,8	99,0 ± 1,7	63,2 ± 0,9
	Stockholm	48,8 ±	40,8	35,5	83,6 ± ?	72,7 ± ?



Vergleichsuntersuchungen  
über die Phosphorsäure-Düngebedürftigkeit der Böden nach chemischen  
Schnellmethoden und nach den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Station  
in Königsberg.  
mg  $P_2O_5$  in 100 g Boden.

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht
1	5,5	6,0	7,2	9,0	1,23	80—90	0,41	43	7,2	5,3	7,8	—	1,57	< 10	0,23+
2	6,5	3,0	3,6	3,7	0,69	80—90	0,18	44	7,5	3,9	4,4	—	1,17	40—50	0,21+
3	5,4	4,1	3,5	6,3	0,73	> 90	0,22	45	6,4	2,0	4,7	3,3	0,63	60—70	0,20
4	5,3	5,1	5,2	7,0	0,90	> 90	0,34	46	6,5	2,1	2,7	2,7	0,65	50—60	0,19
5	5,6	3,4	2,4	4,3	0,59	80—90	0,19	47	6,8	6,4	10,0	—	2,58	< 10	0,29+
6	4,9	2,1	3,6	3,3	0,74	> 90	0,16	48	5,5	1,3	2,4	2,0	0,62	70—80	0,17
7	6,3	1,8	1,8	3,0	0,50	80—90	0,15	49	5,6	2,2	3,6	3,0	0,68	80—90	0,16
8	6,3	5,3	6,9	8,3	0,90	80—90	0,34	50	6,3	1,5	2,7	2,3	0,64	60—70	0,16
9	5,8	1,2	3,6	2,0	0,78	> 90	0,13	51	6,0	1,1	2,4	1,7	0,56	80—90	0,14
10	6,5	1,0	3,7	—	1,50	> 90	0,14+	52	5,2	1,5	3,0	2,3	0,47	> 90	0,15
11	6,1	5,4	5,0	8,7	1,45	80—90	0,50	53	6,6	1,5	3,1	3,0	0,78	> 90	0,15
12	5,9	4,8	5,5	8,0	0,96	80—90	0,17	54	6,0	11,5	13,0	13,0	2,30	60—70	0,56
13	5,6	4,2	5,4	7,3	0,99	70—80	0,17	55	6,5	4,5	5,0	5,7	0,99	80—90	0,18
14	5,1	4,8	6,1	7,3	1,08	> 90	0,20	56	6,4	2,7	4,2	5,0	0,63	80—90	0,19
15	6,5	6,6	8,5	8,3	1,56	40—50	0,25	57	5,8	8,5	8,0	13,0	2,29	60—70	0,61
16	6,9	1,5	2,1	—	0,74	50—60	0,16+	58	6,2	2,0	3,2	4,0	0,75	80—90	0,19
17	7,2	2,3	7,8	—	1,20	20—30	0,19+	59	6,6	2,3	2,7	—	0,83	80—90	0,16+
18	7,2	2,4	3,6	—	0,82	60—70	0,14+	60	6,3	2,5	3,2	4,0	0,82	70—80	0,19
19	7,1	1,4	2,9	—	0,88	50—60	0,14+	61	6,3	2,2	3,5	3,3	0,62	80—90	0,17
20	5,6	2,6	3,0	4,3	0,89	> 90	0,16	62	6,0	2,2	3,3	3,3	0,63	80—90	0,16
22	5,7	2,4	1,7	3,3	0,62	> 90	0,15	64	6,2	9,7	8,7	—	—	—	—
23	5,0	1,1	0,6	1,3	0,40	80—90	0,13	65	5,8	3,1	4,9	6,3	0,80	80—90	0,23
24	6,0	2,3	2,7	3,0	0,78	80—90	0,15	66	5,9	9,2	8,4	13,0	1,98	60—70	0,38
25	5,6	4,6	4,6	6,7	1,13	80—90	0,19	67	6,2	7,5	7,5	—	—	—	—
26	6,4	3,2	5,5	4,7	1,11	60—70	0,17	68	6,2	1,8	3,3	4,0	0,67	80—90	0,18
27	7,0	5,0	5,0	—	1,73	40—50	0,24+	69	5,4	0,7	1,5	1,0	0,46	60—70	0,17
28	6,3	1,8	1,8	2,0	0,73	80—90	0,14	70	5,9	2,4	3,9	4,0	0,78	80—90	0,21
29	6,2	1,1	1,5	1,7	0,72	80—90	0,12	71	6,1	3,4	4,7	4,7	1,21	80—90	0,19
30	5,5	1,3	2,0	2,3	0,67	80—90	0,14	72	7,1	5,5	15,7	—	2,39	30—40	0,24+
31	6,6	1,3	2,3	2,0	0,68	70—80	0,15	73	6,1	2,8	3,7	3,7	0,74	80—90	0,17
33	6,8	10,2	13,7	—	2,82	30—40	0,51	74	5,7	2,0	4,2	4,0	0,85	> 90	0,18
34	5,5	3,6	4,3	9,6	1,71	80—90	0,40	75	6,1	3,2	5,2	4,7	0,95	> 90	0,17
35	6,0	4,2	4,3	8,6	1,25	60—70	0,41	76	6,7	1,3	4,0	3,0	0,72	70—80	0,19
36	6,1	2,5	3,6	8,0	0,98	80—90	0,35	77	6,0	1,5	4,2	3,7	0,59	80—90	0,17
37	6,7	15,1	25,2	—	2,73	30—40	0,53+	78	6,0	5,3	5,7	7,3	1,40	80—90	0,28
38	7,6	3,8	4,3	—	0,86	40—50	0,15+	79	6,5	5,4	10,0	11,6	1,94	70—80	0,50
39	7,6	1,9	3,1	—	0,88	40—50	0,18+	80	6,1	0,9	2,6	2,0	0,47	80—90	0,15
40	7,5	1,4	8,2	—	0,89	20—30	0,17+	81	6,5	12,2	20,0	17,6	2,62	70—80	0,33
41	7,7	3,3	8,5	—	0,75	60—70	0,20+	82	5,7	1,7	2,9	—	—	—	—
42	7,5	4,0	6,6	—	0,82	60—70	0,15+	83	5,1	3,9	5,8	5,7	1,38	60—70	0,18

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht
84	5,7	9,8	8,4	14,0	2,36	60-70	0,48	134	6,5	4,1	1,5	4,7	1,17	80-90	0,17
85	5,9	1,2	2,4	1,7	0,67	80-90	0,13	135	6,7	2,7	2,8	4,3	0,88	80-90	0,18
86	6,7	2,0	4,3	2,7	0,85	70-80	0,16	136	6,3	0,9	0,6	1,3	0,58	80-90	0,15
87	6,4	4,4	6,6	8,7	1,85	60-70	0,30	137	6,4	5,4	5,6	—	1,55	50-60	0,36+
88	5,9	12,0	10,8	15,0	2,22	60-70	0,68	138	6,9	3,8	6,1	—	1,10	40-50	0,19+
89	6,3	21,0	13,5	—	—	—	—	139	—	1,4	5,6	2,7	1,48	80-90	0,20
90	7,0	2,0	2,2	2,7	0,89	80-90	0,18	140	6,4	1,0	3,4	—	—	—	—
91	6,8	10,2	7,5	11,0	1,95	60-70	0,30	141	7,0	3,7	6,9	—	1,19	30-40	0,17+
92	6,2	2,8	2,9	5,3	0,98	80-90	0,21	142	6,5	2,9	2,3	3,7	0,75	80-90	0,18
93	6,2	22,6	18,9	22,0	4,08	10-20	0,89	143	6,2	1,2	1,7	2,3	0,56	80-90	0,14
94	6,0	3,0	3,7	5,7	0,97	80-90	0,22	144	6,4	3,3	2,6	5,7	0,73	80-90	0,22
95	5,1	3,1	2,5	5,0	1,08	80-90	0,20	145	6,0	4,0	1,8	5,3	0,75	80-90	0,22
96	5,5	4,6	4,5	10,0	1,55	>90	0,47	146	6,5	4,5	3,4	6,0	0,96	70-80	0,25
97	6,0	1,4	2,1	2,3	1,02	>90	0,16	147	5,2	4,1	4,9	5,3	0,85	>90	0,17
98	5,9	2,1	2,4	4,3	0,94	>90	0,21	148	6,8	17,9	18,4	—	3,41	40-50	0,39+
99	6,3	4,1	3,4	5,7	0,89	80-90	0,23	149	6,5	1,3	1,7	2,0	0,52	70-80	0,16
100	6,3	3,7	2,9	5,3	0,75	80-90	0,19	150	6,8	2,4	2,1	—	0,68	70-80	0,12+
101	6,3	7,1	6,0	8,7	1,56	60-70	0,37	151	6,4	3,1	1,4	2,7	0,67	80-90	0,15
102	6,1	2,8	2,9	4,0	1,00	80-90	0,20	152	7,1	2,9	3,4	—	0,79	70-80	0,14+
103	6,1	4,5	5,0	—	—	—	—	153	7,0	3,6	6,0	—	0,88	60-70	0,16+
104	6,4	2,8	4,4	4,3	0,91	70-80	0,17	154	6,0	4,0	4,2	8,0	1,05	80-90	0,33
105	6,5	1,0	3,7	—	0,81	70-80	0,15+	155	5,9	8,6	6,4	11,0	1,80	60-70	0,55
106	7,1	2,7	7,5	—	1,09	70-80	0,16+	156	6,0	10,0	6,1	12,0	1,95	60-70	0,61
107	6,2	2,3	3,6	3,7	0,81	80-90	0,15	157	5,6	2,9	2,2	5,0	0,86	80-90	0,23
108	6,1	3,0	3,1	5,3	0,97	>90	0,20	158	6,8	5,4	8,7	7,3	1,40	40-50	0,27
109	7,1	14,7	17,2	—	2,90	30-40	0,27+	159	6,9	2,4	5,9	—	0,83	60-70	0,16+
110	6,5	4,5	5,6	7,7	1,26	70-80	0,25	160	6,7	1,0	6,4	—	1,36	70-80	0,16+
111	6,5	7,3	7,7	9,7	1,95	40-50	0,38	161	6,5	1,9	5,1	—	1,50	70-80	0,15+
112	6,7	3,9	6,3	—	1,24	50-60	0,20+	162	5,9	3,2	2,6	4,7	0,68	>90	0,17
113	6,3	4,7	5,7	8,3	1,39	60-70	0,33	163	5,9	2,7	2,5	4,0	0,75	80-90	0,21
114	6,2	3,3	4,7	—	—	—	—	164	6,1	2,4	3,7	3,0	0,70	70-80	0,19
115	6,0	3,8	4,1	6,7	1,13	80-90	0,28	165	6,0	3,0	3,6	4,3	0,70	80-90	0,14
116	6,8	7,3	8,7	—	1,83	60-70	0,27+	166	5,9	5,4	4,0	6,0	1,02	70-80	0,19
117	6,7	7,9	10,8	11,3	2,77	50-60	0,51	167	5,9	5,5	6,3	7,7	1,06	70-80	0,20
118	6,3	1,4	2,9	2,0	0,63	>90	0,16	168	5,9	2,2	2,6	3,3	0,63	80-90	0,14
119	6,6	4,8	6,8	6,0	0,97	70-80	0,21	169	6,8	5,4	4,4	—	—	—	—
120	6,5	1,0	2,7	1,3	0,44	80-90	0,14	170	6,9	10,8	6,0	—	1,26	60-70	0,18+
121	6,3	1,8	2,7	3,7	0,81	80-90	0,16	171	7,0	5,5	4,3	—	1,24	50-60	0,17+
122	6,6	10,0	5,3	—	1,36	80-90	0,22+	172	6,8	7,6	9,9	—	1,28	40-50	0,18+
123	6,0	2,2	2,2	2,7	0,72	80-90	0,14	173	7,0	6,9	6,0	—	1,41	50-60	0,19+
124	6,5	2,2	2,6	2,3	0,58	80-90	0,15	174	6,8	2,9	4,0	—	0,64	80-90	0,16+
125	7,4	2,2	8,1	—	0,48	80-90	0,20+	175	4,7	1,4	2,7	2,0	0,75	80-90	0,10
126	7,1	2,2	6,0	—	0,71	70-80	0,16+	176	5,8	1,4	2,5	2,3	0,79	80-90	0,12
127	7,3	4,3	6,7	—	0,86	70-80	0,16+	177	7,0	2,4	6,0	—	1,10	50-60	0,18+
128	6,0	3,6	4,7	6,3	1,02	80-90	0,26	178	6,5	2,0	3,0	3,0	0,72	>90	0,15
129	6,4	2,4	1,2	3,0	0,90	>90	0,17	179	6,4	3,8	6,7	6,7	1,04	60-70	0,25
130	6,4	2,5	2,0	3,3	0,70	80-90	0,16	180	6,0	4,0	2,4	4,3	0,84	70-80	0,16
131	7,0	3,1	4,6	4,3	0,69	70-80	0,18	181	5,9	3,0	3,2	4,0	0,73	80-90	0,17
132	7,0	9,5	3,0	—	0,89	80-90	0,14+	182	5,7	4,2	2,9	8,0	1,13	80-90	0,25
133	6,1	1,1	1,2	2,3	0,63	>90	0,14	183	6,0	5,3	4,5	7,7	0,92	80-90	0,28



Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	Aspergillus g Mycelgewicht	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	Aspergillus g Mycelgewicht
184	5,7	7,4	3,8	10,0	1,04	70-80	0,27	234	6,5	1,5	3,0	—	0,56	60-70	0,15+
185	5,5	3,8	2,1	6,3	0,97	80-90	0,21	235	6,3	0,8	3,2	—	0,69	80-90	0,13+
186	5,3	3,8	2,4	7,0	1,00	>90	0,24	236	6,3	3,2	6,5	4,7	0,81	70-80	0,18
187	5,5	5,0	2,2	6,7	0,75	80-90	0,23	237	5,7	9,3	6,5	11,0	1,09	80-90	0,25
188	5,6	6,9	3,9	10,0	1,00	80-90	0,23	238	5,7	2,1	2,2	2,7	0,61	80-90	0,16
189	6,6	3,0	4,2	—	0,79	60-70	0,13+	239	6,4	2,4	3,9	3,0	0,84	70-80	0,20
190	6,9	3,9	6,5	—	0,78	60-70	0,17+	240	4,9	3,8	6,2	6,0	0,86	70-80	0,19
191	5,8	4,9	2,0	6,0	1,00	80-90	0,19	241	5,9	7,9	5,8	7,0	1,21	70-80	0,21
192	6,7	2,5	2,9	—	0,77	80-90	0,16+	243	6,2	7,6	7,9	—	—	—	—
193	7,0	3,4	1,8	4,0	0,79	70-80	0,25	244	5,9	5,4	6,6	7,6	1,30	70-80	0,35
194	6,4	2,4	3,3	3,3	0,54	60-70	0,17	245	5,7	8,4	4,4	—	—	—	—
195	6,0	2,3	0,9	2,7	0,57	>90	0,15	246	5,0	3,6	1,8	4,0	0,82	>90	0,17
196	6,1	2,6	2,9	—	—	—	—	247	5,5	8,8	8,5	9,6	1,43	70-80	0,34
197	6,4	2,4	2,3	—	—	—	—	248	5,3	5,5	3,4	6,3	1,16	80-90	0,21
198	6,2	1,4	0,9	—	0,40	80-90	0,14+	249	5,9	10,7	7,5	13,0	2,32	70-80	0,44
199	6,1	0,8	0,9	1,3	0,37	80-90	0,13	250	6,5	2,0	3,4	—	0,71	60-70	0,16+
200	5,9	1,1	0,6	1,7	0,39	80-90	0,14	251	6,0	2,5	2,6	3,0	0,66	80-90	0,17
201	5,8	3,0	2,6	3,7	0,83	70-80	0,21	252	6,9	1,7	3,6	—	0,66	60-70	0,14+
202	5,6	4,8	1,0	4,0	0,58	>90	0,17	253	6,8	1,8	2,7	—	0,67	60-70	0,14+
203	5,7	5,1	2,0	3,7	0,72	80-90	0,19	254	6,9	2,0	3,0	—	0,71	60-70	0,17+
204	5,8	4,8	2,1	4,7	0,74	80-90	0,20	255	7,0	11,0	15,5	—	3,23	10-20	0,36+
205	5,8	6,7	4,2	5,3	0,73	>90	0,19	256	7,0	35,0	26,5	—	6,35	60-70	0,75+
206	6,1	2,8	1,4	—	—	—	—	257	6,9	8,1	9,1	—	2,55	70-80	0,33+
207	6,1	4,4	1,8	3,3	0,71	70-80	0,16	258	6,7	12,0	12,3	—	2,18	30-40	0,30+
208	6,1	15,8	10,9	13,0	2,22	40-50	0,60	259	7,4	3,6	5,1	—	0,77	70-80	0,18+
209	6,5	2,5	4,8	—	0,66	80-90	0,16+	260	7,4	8,2	7,7	—	1,52	60-70	0,28+
210	6,7	2,2	2,2	2,7	0,54	>90	0,16	261	7,1	9,6	9,7	—	2,06	60-70	0,28+
211	5,5	2,5	3,0	3,0	0,73	>90	0,21	262	7,2	14,9	16,0	—	2,35	40-50	0,41+
212	7,1	1,3	1,0	—	0,68	60-70	0,14+	263	6,5	4,8	6,1	5,7	0,92	70-80	0,22
213	6,9	5,0	7,9	—	1,37	50-60	0,19+	264	7,2	4,9	6,6	—	1,39	70-80	0,21+
214	6,8	4,1	3,4	—	0,81	70-80	0,14+	265	6,1	1,5	1,0	1,3	0,58	>90	0,17
215	6,7	2,3	3,4	—	0,74	70-80	0,15+	266	6,2	2,2	1,0	2,3	0,71	70-80	0,18
216	6,5	1,1	2,0	1,7	0,66	80-90	0,17	267	6,6	2,2	5,7	2,7	0,85	70-80	0,17
217	7,3	1,7	3,4	—	—	—	—	268	6,1	1,8	2,4	2,0	0,65	70-80	0,12
218	6,7	3,3	3,4	2,7	0,61	70-80	0,17	269	6,2	3,0	3,9	3,3	0,75	60-70	0,20
219	6,2	3,8	3,9	4,7	0,63	80-90	0,17	270	6,3	1,6	2,9	2,3	0,67	70-80	0,18
220	5,8	2,9	1,5	3,7	0,62	80-90	0,17	271	6,1	2,8	3,0	3,0	0,70	80-90	0,19
221	6,0	5,0	2,2	5,7	0,67	80-90	0,20	272	6,8	3,4	4,1	3,7	1,04	60-70	0,19
222	5,5	2,6	1,2	3,7	0,44	80-90	0,16	273	6,4	8,7	8,9	10,0	1,55	50-60	0,35
223	6,1	5,1	2,0	3,7	0,50	80-90	0,15	274	6,3	4,8	3,9	4,0	0,86	>90	0,17
224	5,7	2,2	0,8	—	—	—	—	275	6,5	7,1	7,1	—	1,08	80-90	0,42+
225	6,0	9,0	6,5	7,0	1,29	50-60	0,35	276	6,1	4,1	3,4	5,3	1,02	80-90	0,18
226	5,8	7,7	5,5	7,0	1,15	70-80	0,27	277	5,8	1,6	1,7	2,0	0,70	80-90	0,15
227	6,0	11,0	18,7	9,0	1,50	50-60	0,52	278	7,0	6,4	6,1	—	—	—	—
228	6,9	3,1	6,1	—	0,81	60-70	0,19+	279	6,8	2,7	6,5	—	—	—	—
229	6,5	4,6	5,7	5,3	0,80	80-90	0,17	280	6,4	6,9	5,4	6,3	1,40	60-70	0,21
230	5,7	3,0	1,8	3,7	0,67	80-90	0,17	281	6,0	11,1	5,5	7,7	1,53	50-60	0,30
231	6,2	2,1	3,5	3,3	0,40	80-90	0,17	282	5,8	3,8	1,5	5,7	0,82	>90	0,17
232	6,4	4,8	6,4	5,0	0,90	60-70	0,17	283	5,9	3,0	0,9	3,3	0,73	80-90	0,14
233	6,5	8,0	5,5	6,3	1,08	70-80	0,23	284	5,9	4,4	2,4	4,7	0,97	70-80	0,20

Nummer

285  
286  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336

Numer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht	Numer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht
285	6,1	5,4	2,0	5,0	0,95	80-90	0,17	337	5,7	2,3	1,0	2,7	0,85	70-80	0,18
286	4,4	1,7	0,2	2,0	0,64	80-90	0,15	338	6,0	3,3	0,5	3,7	0,78	>90	0,14
289	5,2	3,4	1,5	4,0	0,90	>90	0,20	339	6,2	4,8	2,9	5,3	0,93	80-90	0,19
290	5,8	4,7	6,0	—	0,76	80-90	0,25+	340	6,1	2,2	1,1	2,7	0,67	80-90	0,17
291	6,8	7,1	9,3	—	—	—	—	341	6,1	1,9	1,7	2,3	0,83	70-80	0,16
292	6,3	3,0	3,7	3,7	0,74	80-90	0,18	342	6,7	1,6	4,2	—	0,82	60-70	0,15+
293	6,9	3,2	5,9	—	0,97	30-40	0,20+	343	5,7	2,7	3,2	—	0,78	70-80	0,17+
294	6,3	5,9	6,0	—	0,99	80-90	0,29+	344	6,6	18,3	24,8	—	4,08	<10	0,47+
295	6,0	1,7	0,8	—	0,79	80-90	0,14+	345	6,3	3,2	4,7	—	0,82	60-70	0,17
296	6,1	2,2	1,1	2,7	0,62	80-90	0,16	346	5,9	3,9	3,3	5,0	0,82	80-90	0,17
297	5,6	2,0	0,8	2,3	0,75	>90	0,14	347	6,3	3,5	4,2	—	0,92	70-80	0,18+
298	5,5	2,2	0,4	2,3	0,75	80-90	0,17	348	7,1	9,3	14,0	—	2,81	40-50	0,27+
299	6,0	1,6	0,2	1,7	0,67	80-90	0,17	349	6,1	2,6	1,8	3,0	0,62	80-90	0,16
300	6,9	3,6	3,0	—	1,00	50-60	0,15+	350	7,3	3,4	3,5	—	1,40	70-80	0,20+
301	6,9	2,1	2,3	—	0,87	70-80	0,15+	351	6,7	7,5	6,2	7,0	1,57	50-60	0,35
302	6,0	1,2	0,3	1,7	0,62	>90	0,17	352	6,4	3,5	2,4	4,7	0,88	>90	0,16
303	5,2	0,7	2,4	1,3	0,65	80-90	0,14	353	6,4	1,4	1,7	2,3	0,54	80-90	0,16
304	7,0	2,6	5,6	—	1,12	80-90	0,18+	354	6,4	11,6	10,9	11,0	1,58	50-60	0,41
305	6,1	5,8	6,8	7,3	1,10	80-90	0,40	355	6,2	2,8	2,9	4,0	0,69	80-90	0,18
306	6,8	8,2	—	—	—	—	—	356	6,1	4,9	4,3	6,0	1,06	70-80	0,27
307	6,7	6,8	8,4	—	1,60	50-60	0,21+	357	7,2	4,4	3,6	—	1,35	80-90	0,21+
308	5,8	3,8	3,7	6,0	0,90	80-90	0,17	358	6,5	2,2	2,3	2,7	0,67	70-80	0,19
309	5,8	6,2	2,9	7,7	1,18	80-90	0,26	359	6,6	7,6	7,7	9,0	1,51	60-70	0,50
310	6,5	4,2	4,8	4,0	1,01	50-60	0,18	360	6,5	5,1	3,4	5,3	0,84	80-90	0,26
311	6,3	19,3	16,2	18,0	2,92	40-50	0,79	361	6,2	2,0	2,3	3,0	0,56	80-90	0,13
312	5,8	13,1	16,7	9,7	1,73	60-70	0,42	362	6,0	4,7	2,5	4,3	0,54	70-80	0,16
313	6,8	9,7	5,1	—	2,65	40-50	0,34+	363	6,4	2,6	1,2	3,0	0,56	80-90	0,15
314	6,7	14,2	18,5	—	2,92	20-30	0,50+	364	6,0	4,3	2,9	—	0,80	80-90	0,18+
315	6,2	4,8	2,0	5,7	0,83	80-90	0,16	365	6,3	2,5	1,8	2,7	0,42	70-80	0,14
316	6,1	3,8	3,0	3,3	0,85	>90	0,13	366	6,8	2,3	5,7	—	1,06	80-90	0,18+
317	6,6	6,6	6,1	—	—	—	—	367	7,0	3,0	5,4	—	1,03	60-70	0,17+
318	6,2	3,1	3,6	—	—	—	—	368	6,4	4,5	3,2	—	0,67	70-80	0,16+
319	6,6	5,4	6,5	—	—	—	—	369	6,7	3,5	4,0	—	0,80	70-80	0,19+
320	6,8	9,5	13,0	—	2,88	20-30	0,26+	370	6,8	2,1	4,2	—	—	—	—
321	6,6	3,1	5,6	—	0,96	>90	0,20+	371	7,0	4,4	3,9	—	1,26	70-80	0,19+
322	6,5	13,4	10,9	—	2,38	10-20	0,28+	372	6,1	1,5	1,8	2,0	0,59	80-90	0,13
323	6,4	10,3	5,6	8,0	1,59	80-90	0,24	373	6,4	8,0	6,0	10,0	1,63	40-50	0,31
324	7,0	10,9	15,7	—	3,11	<10	0,29+	374	5,6	2,8	1,3	3,3	0,69	80-90	0,13
325	6,8	16,1	17,5	—	3,04	<10	0,28+	375	6,1	1,1	1,1	—	0,62	80-90	0,12+
326	7,0	8,6	7,9	—	2,65	<10	0,21+	376	6,2	11,1	15,5	—	1,26	70-80	0,20+
327	6,9	12,4	9,4	—	2,81	10-20	0,26+	377	6,1	5,9	1,8	—	0,58	>90	0,16+
328	6,9	9,9	6,9	—	0,88	60-70	0,18+	378	5,7	4,8	1,3	—	0,48	>90	0,15+
329	7,2	2,9	3,4	—	0,92	80-90	0,19+	379	6,2	2,6	1,5	—	0,78	>90	0,17+
330	6,6	4,5	2,8	6,0	0,93	40-50	0,21	380	5,1	2,4	2,0	4,0	0,81	80-90	0,17
331	6,3	7,7	8,3	—	1,67	40-50	0,23+	381	6,2	0,6	1,0	—	0,38	>90	0,14+
332	7,2	16,2	17,4	—	1,88	>90	0,29+	382	5,1	1,8	0,8	1,7	0,54	>90	0,15
333	7,2	2,5	5,2	—	1,46	80-90	0,23+	383	5,5	1,3	0,6	—	0,42	80-90	0,14+
334	6,7	1,7	3,6	—	1,09	80-90	0,19+	384	5,6	1,8	1,0	2,0	0,54	80-90	0,14
335	6,1	11,5	7,5	11,0	1,93	70-80	0,51	385	6,2	4,2	3,4	4,3	0,92	70-80	0,17
336	5,8	3,5	2,2	3,7	0,90	70-80	0,21	386	6,6	2,5	3,7	—	0,67	70-80	0,14+



Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl. Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht
387	5,6	2,9	2,4	4,3	0,75	80-90	0,15	437	5,6	14,5	13,9	15,0	2,49	50-60	0,58
388	5,5	9,0	6,0	—	1,47	70-80	0,23+	438	5,9	14,3	12,4	—	—	—	—
389	5,6	0,9	0,6	1,3	0,66	>90	0,11	439	6,2	4,3	5,9	—	1,11	50-60	0,13+
390	5,7	1,3	1,3	2,3	0,74	80-90	0,13	440	5,7	4,4	4,2	7,3	0,88	80-90	0,23
391	5,6	4,0	4,7	6,7	0,83	80-90	0,17	441	5,6	2,1	2,4	3,3	0,73	80-90	0,16
392	5,9	2,2	1,1	—	0,62	>90	0,14+	442	5,6	2,4	2,9	3,3	0,90	70-80	0,15
393	5,5	1,9	0,9	2,3	0,78	>90	0,14	443	6,8	2,5	5,9	4,0	0,96	60-70	0,21
394	5,3	2,1	2,9	2,3	0,86	>90	0,15	444	7,0	3,7	5,2	—	1,13	60-70	0,10+
395	5,7	2,7	2,7	4,0	1,05	60-70	0,16	445	7,2	8,7	20,3	—	4,58	30-40	0,35+
396	5,1	1,7	0,6	—	0,75	>90	0,14+	446	6,9	4,4	7,8	—	1,50	40-50	0,17+
397	5,5	2,8	2,6	3,3	0,80	>90	0,14	447	5,5	3,3	7,6	—	0,69	70-80	0,14+
398	4,8	4,0	1,7	—	1,00	60-70	0,21+	448	6,4	0,6	3,2	—	1,14	60-70	0,11+
399	5,1	1,9	1,2	4,0	0,72	80-90	0,15	449	6,6	4,6	7,8	—	1,62	40-50	0,14+
400	5,5	6,6	6,0	8,3	1,57	40-50	0,22	450	6,7	3,4	5,1	—	1,17	50-60	0,15+
401	5,6	4,0	2,7	4,7	1,02	60-70	0,17	451	6,3	6,0	9,6	—	1,44	60-70	0,18+
402	5,7	0,8	0,7	1,0	0,34	80-90	0,13	452	6,4	5,3	6,3	—	1,55	40-50	0,14+
403	5,7	1,5	0,6	1,7	0,63	80-90	0,14	453	5,6	1,5	1,1	3,0	0,69	>90	0,16
404	6,3	4,7	7,5	—	1,17	50-60	0,22+	454	5,7	3,0	2,2	3,7	0,80	80-90	0,18
405	6,2	2,4	3,9	3,7	0,79	80-90	0,16	455	5,9	10,0	14,3	14,0	2,58	60-70	0,80
406	5,8	11,5	17,4	17,0	2,78	60-70	0,80	456	5,7	0,7	1,1	1,0	0,62	>90	0,14
407	6,1	2,3	1,8	2,7	0,74	70-80	0,17	457	6,7	2,3	5,9	—	1,07	70-80	0,12+
408	5,7	0,6	1,2	1,0	0,65	80-90	0,17	458	5,7	2,5	1,8	—	0,74	80-90	0,11+
409	5,2	1,8	0,8	2,3	0,67	>90	0,17	459	5,9	2,3	2,0	3,0	0,82	80-90	0,17
410	6,3	2,1	4,4	—	0,74	70-80	0,16+	460	6,9	3,0	5,3	—	1,00	60-70	0,13+
411	6,6	4,2	7,0	—	0,97	60-70	0,19+	461	6,6	2,2	3,9	—	0,97	70-80	0,11+
412	6,9	5,5	7,8	—	1,06	80-90	0,18+	462	6,6	1,5	2,3	—	0,59	80-90	0,07+
413	6,2	1,6	2,7	2,0	0,57	80-90	0,15	463	6,9	4,6	2,0	—	1,12	50-60	0,12+
414	6,8	0,8	0,6	—	1,30	70-80	0,18+	464	5,8	5,9	5,4	—	1,51	80-90	0,11+
415	7,1	2,0	3,6	—	0,95	50-60	0,18+	465	6,1	2,1	2,4	—	0,72	70-80	0,10+
416	6,9	1,0	5,7	—	2,36	70-80	0,15+	466	5,8	1,9	2,9	—	—	—	—
417	6,2	14,5	10,8	—	2,38	80-90	0,49+	467	6,2	2,3	2,7	—	1,03	70-80	0,11+
418	6,1	8,2	8,2	—	1,77	60-70	0,42+	468	6,5	3,3	5,0	5,5	1,15	70-80	0,22
419	6,5	4,7	2,9	—	0,74	80-90	0,23+	469	5,9	2,3	2,0	3,0	0,94	>90	0,17
420	7,1	5,1	4,3	—	1,55	50-60	0,23+	470	5,9	3,4	2,9	3,7	0,75	80-90	0,18
421	6,1	3,7	3,1	3,7	0,77	80-90	0,12	471	5,7	1,9	2,0	2,3	0,55	>90	0,13
422	6,0	2,4	2,8	—	0,61	>90	0,19+	472	5,8	1,9	1,7	—	0,66	80-90	0,11+
423	7,1	3,8	12,5	—	1,31	30-40	0,22+	473	6,4	2,2	1,8	2,7	0,72	70-80	0,15
424	6,7	2,3	3,9	—	1,01	60-70	0,20+	474	6,2	1,4	1,9	2,3	0,74	>90	0,15
425	6,7	3,6	5,7	—	1,31	40-50	0,20+	475	5,8	1,5	2,2	1,7	0,95	80-90	0,14+
426	5,6	2,6	2,6	3,0	0,83	>90	0,16	476	6,6	22,4	16,5	—	—	—	0,29+
427	5,8	2,3	3,2	2,7	0,86	80-90	0,16	477	6,7	1,5	2,4	—	0,45	80-90	0,11
428	5,2	1,5	2,4	2,3	0,74	80-90	0,15	478	6,0	4,8	3,2	5,5	1,13	80-90	0,20
429	6,1	2,3	3,4	2,7	0,61	80-90	0,18	479	6,4	1,3	1,8	—	0,71	>90	0,07+
430	5,5	1,5	1,4	2,0	0,67	80-90	0,15	480	5,8	5,1	8,5	6,7	1,00	>90	0,21
431	5,2	1,8	2,1	2,3	0,69	>90	0,18	481	6,9	1,5	2,9	—	0,79	60-70	0,15+
432	5,1	2,4	3,4	3,0	0,81	>90	0,16	482	6,3	6,7	7,0	—	—	—	—
433	5,4	2,1	2,7	2,7	0,71	80-90	0,18	483	6,4	2,9	4,1	4,7	1,07	80-90	0,19
434	7,1	4,0	7,7	—	1,40	80-90	0,19+	484	6,0	6,0	5,8	—	0,94	80-90	0,18+
435	6,1	2,2	1,0	2,7	0,71	80-90	0,18	485	6,0	9,1	25,0	—	4,18	60-70	0,35
436	6,1	1,3	2,5	2,0	0,79	70-80	0,15	487	6,5	3,2	3,4	—	0,98	60-70	0,12+

Nummer

488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht
488	6,4	4,3	5,2	4,0	1,06	70—80	0,20
489	5,9	1,3	1,2	1,7	0,68	> 90	0,16
490	6,0	2,3	3,4	2,7	0,67	80—90	0,17
491	6,1	3,0	2,9	4,7	0,86	80—90	0,19
492	6,4	1,8	1,7	—	0,72	80—90	0,11+
493	5,2	4,6	6,6	5,0	1,20	60—70	0,21
494	6,0	1,9	3,1	—	0,49	70—80	0,10+
495	5,5	1,5	1,2	2,0	0,58	80—90	0,16
496	5,9	2,4	2,9	—	0,75	70—80	0,12+
497	6,5	3,3	4,3	—	1,01	60—70	0,16+

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	dgl Festlegung d. Dünger $P_2O_5$ %	Aspergillus g Mycelgewicht
498	6,3	2,3	4,1	3,3	0,93	80—90	0,17
499	6,3	9,4	10,5	—	2,10	50—60	0,26+
500	6,2	11,3	8,3	—	1,84	70—80	0,21+
501	6,3	7,3	7,4	—	1,33	80—90	0,14+
502	6,2	4,1	3,7	4,0	0,84	70—80	0,17
503	6,5	11,1	—	—	1,33	> 90	0,19+
508	6,8	2,3	1,1	—	0,35	80—90	0,09+
509	6,2	2,9	1,7	2,7	0,65	> 90	0,16
510	5,3	2,8	2,6	4,0	1,10	> 90	0,19



Vergleichsuntersuchungen  
über die Phosphorsäure-Düngebedürftigkeit der Böden nach chemischen  
Schnellmethoden und nach den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Station  
in Insterburg.  
mg  $P_2O_5$  in 100 g Boden.

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünge- phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünge- phosphorsäure %
1	6,8	2,1	3,0	2,0	0,60	50—60	41	7,0	10,8	7,6	8,0	1,70	50—60
2	6,6	1,8	2,5	2,7	0,78	60—70	42	7,1	3,2	4,3	4,0	1,00	40—50
3	5,8	2,5	0,5	2,3	0,61	80—90	43	6,5	5,4	3,7	5,7	1,02	70—80
4	6,6	2,1	3,9	3,3	1,17	50—60	44	6,5	6,1	2,5	5,3	0,86	> 90
5	6,3	2,9	2,2	2,7	0,83	70—80	45	6,5	5,6	3,7	5,7	1,12	80—90
6	6,2	3,1	3,7	3,3	1,00	60—70	46	6,6	35,0	14,3	13,0	2,77	30—40
7	7,0	2,7	2,9	2,7	1,85	< 10	47	7,2	11,3	10,6	9,7	2,25	20—30
8	7,2	1,1	1,0	0,7	0,47	70—80	48	7,3	13,5	5,5	6,7	1,82	50—60
9	7,1	7,0	8,8	10,0	2,47	30—40	49	7,3	3,9	7,9	7,7	2,63	70—80
10	6,7	9,1	9,4	7,7	1,79	50—60	50	6,8	6,8	1,4	3,7	0,76	> 90
11	5,4	3,2	2,4	2,3	0,93	70—80	51	7,2	3,2	3,6	2,7	0,92	60—70
12	5,3	4,2	2,0	5,0	1,04	80—90	52	6,6	4,0	1,8	2,3	0,97	70—80
13	6,2	25,9	13,5	13,7	3,25	50—60	53	7,1	3,2	2,9	2,7	1,02	60—70
14	5,8	7,5	4,5	6,0	1,10	70—80	54	6,1	2,3	1,1	2,7	0,69	80—90
15	6,0	1,8	0,6	1,7	0,68	80—90	55	6,1	2,5	0,6	2,0	0,71	80—90
16	6,3	3,8	4,3	4,3	0,84	60—70	56	6,8	3,0	2,7	2,3	0,71	> 90
17	6,5	13,4	18,0	18,3	2,12	50—60	57	6,2	2,4	1,2	3,0	0,78	50—60
18	6,5	4,3	3,9	4,0	0,82	60—70	58	6,5	2,0	1,2	2,0	0,62	80—90
19	7,1	3,5	7,5	4,7	1,15	< 10	59	7,1	2,9	2,6	2,7	0,83	60—70
20	6,9	3,4	6,1	3,7	1,00	40—50	60	7,2	3,1	2,4	3,0	0,75	60—70
21	6,2	6,8	9,9	5,0	1,00	60—70	61	6,7	1,8	5,0	2,7	0,81	60—70
22	6,6	7,3	4,6	4,3	0,84	60—70	62	6,4	1,6	3,7	2,0	0,62	70—80
23	6,5	6,5	8,8	5,7	0,92	70—80	63	7,3	1,7	6,0	3,3	0,62	80—90
24	6,8	3,0	1,5	2,7	0,60	70—80	64	6,8	1,5	2,9	2,3	0,65	70—80
25	7,1	4,3	3,0	3,7	1,57	70—80	65	7,2	2,6	4,7	3,7	1,30	40—50
26	6,8	7,0	3,7	3,7	0,86	70—80	66	6,6	1,1	1,7	1,7	0,62	50—60
27	6,5	3,3	2,5	3,3	0,81	60—70	67	6,6	1,0	0,4	1,3	0,62	70—80
28	6,3	6,6	4,6	7,0	1,06	70—80	68	6,8	2,2	2,9	2,7	0,83	50—60
29	6,5	3,5	4,2	4,7	0,77	80—90	69	7,1	5,4	6,6	—	—	—
30	6,3	3,8	5,5	5,3	0,79	> 90	70	6,6	6,2	5,1	6,0	1,32	50—60
31	6,5	4,1	2,6	3,7	0,74	70—80	71	6,2	2,3	0,3	3,0	0,65	60—70
32	6,4	0,9	2,2	1,7	0,75	60—70	72	6,7	2,1	4,9	3,0	0,76	70—80
33	6,6	5,3	5,6	4,7	0,98	50—60	73	6,1	1,2	0,2	3,0	0,30	80—90
34	6,8	2,1	3,6	2,7	0,78	60—70	74	7,1	2,1	3,1	3,3	0,57	70—80
35	6,7	1,5	5,5	3,0	0,83	50—60	75	5,9	5,2	3,4	6,0	0,87	70—80
36	5,9	2,0	0,9	2,0	0,79	80—90	76	6,8	2,8	4,1	3,3	0,91	70—80
37	6,1	1,8	0,8	2,3	0,84	80—90	77	6,7	2,9	4,6	2,7	0,77	70—80
38	6,4	3,0	2,4	3,3	0,79	80—90	78	6,6	3,4	2,5	2,7	0,92	60—70
39	6,6	2,9	1,5	2,7	0,77	60—70	79	6,9	2,7	6,7	4,3	1,02	70—80
40	6,2	1,6	2,5	2,3	0,75	70—80	80	6,5	2,6	2,9	2,7	0,77	60—70

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger-phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger-phosphorsäure %
81	6,7	3,7	3,7	7,7	0,91	80-90	137	5,9	5,3	2,8	3,0	0,75	80-90
82	7,2	3,4	3,6	4,0	1,22	60-70	138	5,8	2,5	3,9	3,7	0,70	80-90
83	6,2	1,4	0,2	1,7	0,49	80-90	139	5,7	2,2	0,8	2,3	0,57	70-80
84	6,4	1,9	1,3	2,7	0,59	80-90	140	5,6	3,0	1,1	3,0	0,66	80-90
85	7,3	3,1	9,9	5,7	0,90	50-60	141	6,3	3,4	7,4	5,0	1,02	60-70
86	7,2	2,5	8,0	4,7	0,99	40-50	142	6,8	2,2	9,1	6,3	1,41	20-30
87	7,4	3,4	3,3	3,7	1,28	50-60	143	6,3	2,6	2,9	6,3	1,07	40-50
88	7,1	3,9	4,5	4,3	0,98	50-60	144	6,9	3,8	7,5	4,7	1,20	40-50
89	7,3	3,9	0,9	2,7	0,48	70-80	145	6,9	5,0	3,4	3,7	1,42	40-50
91	6,8	3,1	4,6	3,7	1,13	50-60	146	6,9	1,9	3,4	2,0	0,60	60-70
92	6,7	5,2	3,5	5,0	0,98	60-70	147	6,9	2,9	3,7	3,7	0,74	50-60
93	6,6	6,0	7,9	5,0	0,83	80-90	148	7,0	1,5	1,2	4,7	1,23	70-80
94	7,0	2,9	4,8	3,7	0,95	40-50	149	6,9	2,0	1,5	2,0	0,73	70-80
95	6,4	2,7	3,8	3,7	0,83	60-70	151	6,5	3,8	4,0	3,0	0,78	50-60
96	6,4	4,7	6,0	8,0	1,13	60-70	152	6,7	2,8	4,9	3,0	1,02	40-50
97	5,6	1,1	0,0	1,3	0,50	>90	153	6,1	1,9	5,4	6,0	1,40	60-70
98	6,9	2,2	2,0	2,7	0,60	80-90	154	6,6	4,4	2,3	2,3	0,75	60-70
99	6,5	2,5	1,5	2,7	0,63	80-90	155	6,3	4,1	4,3	5,0	1,16	70-80
100	6,3	5,3	4,1	5,3	1,13	60-70	156	6,6	12,0	13,4	11,3	2,94	20-30
101	6,9	1,9	1,2	2,3	0,58	80-90	157	6,4	0,9	0,4	1,3	0,52	70-80
102	6,1	2,3	1,4	5,3	0,88	80-90	158	6,5	1,5	1,2	1,7	0,64	70-80
103	6,6	4,7	0,7	1,0	0,40	70-80	159	6,0	1,3	0,4	2,0	0,64	80-90
104	6,1	4,6	4,0	5,7	1,37	50-60	160	6,3	1,5	0,1	1,7	0,54	>90
105	6,8	3,2	1,5	4,3	0,79	70-80	161	5,6	1,6	0,2	1,7	0,54	>90
106	6,8	2,3	1,8	2,7	0,96	60-70	162	6,4	1,2	0,1	1,3	0,58	80-90
107	7,0	2,5	4,4	2,7	0,79	60-70	163	6,6	1,4	0,1	1,3	0,48	>90
108	6,7	3,5	2,7	3,7	0,85	70-80	164	7,0	1,8	1,3	2,3	0,65	70-80
109	7,5	3,5	3,6	6,0	1,57	60-70	165	6,7	3,0	4,2	3,3	0,97	50-60
110	7,2	2,1	3,6	3,7	0,99	60-70	166	6,1	5,0	6,7	6,0	1,25	60-70
111	7,4	3,3	3,5	3,3	0,99	60-70	167	5,8	0,8	2,1	1,7	0,88	>90
112	5,5	4,8	6,7	4,7	1,63	40-50	168	6,5	9,4	8,5	8,0	1,84	50-60
113	6,3	6,4	7,2	5,3	1,30	50-60	169	6,7	8,0	5,9	9,7	1,03	80-90
114	6,7	3,4	4,1	3,0	0,97	60-70	170	6,7	3,5	3,0	3,7	0,79	70-80
115	6,4	3,6	4,6	4,3	0,95	60-70	171	7,0	1,7	1,0	3,7	0,57	>90
116	6,8	4,7	8,6	6,7	1,15	30-40	172	6,5	3,9	2,1	3,0	0,67	80-90
117	7,0	1,8	5,5	3,3	0,93	70-80	173	6,4	1,6	4,1	2,3	0,65	60-70
118	6,8	3,0	3,3	3,0	0,83	70-80	174	6,5	2,3	4,0	3,3	0,89	60-70
120	6,0	1,4	0,4	2,0	0,53	70-80	175	6,0	0,9	2,4	1,7	0,51	70-80
121	5,7	5,2	5,9	10,0	1,90	60-70	176	6,5	1,8	2,4	2,0	0,64	70-80
122	6,3	7,9	9,9	6,0	1,05	60-70	177	7,0	2,0	7,5	4,3	1,02	50-60
123	6,2	3,3	6,2	5,7	1,15	50-60	178	6,4	1,1	2,0	1,7	0,39	70-80
124	6,1	4,3	4,2	5,3	0,94	70-80	179	5,4	1,2	0,4	2,0	0,70	80-90
125	3,4	2,5	1,8	2,7	0,68	60-70	180	6,4	0,9	1,3	1,7	0,45	70-80
126	6,4	2,8	7,1	5,0	1,14	50-60	181	6,4	1,5	1,4	2,0	0,89	60-70
127	6,2	1,7	1,7	2,0	0,79	80-90	182	5,0	4,0	4,0	4,0	1,15	60-70
128	5,9	2,0	0,4	2,3	0,71	80-90	183	5,8	2,7	3,4	4,0	0,81	70-80
130	6,7	3,6	3,4	3,7	0,97	40-50	184	5,7	14,7	24,0	7,7	1,03	80-90
132	6,2	2,1	1,0	2,0	0,77	80-90	185	5,8	1,7	1,1	3,3	0,65	>90
133	6,0	2,4	0,7	2,0	0,71	80-90	187	6,5	6,0	7,4	6,0	1,40	70-80
136	5,8	2,4	0,6	2,7	0,66	80-90	188	6,7	2,4	3,1	3,7	0,91	60-70



Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %
189	5,3	1,5	0,4	2,0	0,70	80-90	216	6,2	1,0	0,8	1,3	0,44	80-90
190	5,7	1,1	0,7	1,4	0,52	> 90	217	6,5	1,2	0,9	2,0	0,47	70-80
194	6,1	0,8	0,0	0,7	0,58	> 90	218	7,1	1,7	2,6	2,0	0,67	50-60
195	6,8	0,9	3,7	5,7	0,96	60-70	219	6,9	1,4	3,5	2,7	0,61	60-70
196	6,9	1,0	1,0	1,4	0,52	60-70	220	7,1	1,0	1,0	1,3	0,40	70-80
198	6,2	3,6	2,3	4,7	0,80	> 90	221	6,1	1,2	0,0	1,0	0,40	80-90
199	6,7	1,2	1,2	2,0	0,40	70-80	222	6,7	1,2	2,4	1,7	0,44	60-70
200	6,5	1,4	1,7	2,7	0,60	70-80	223	6,3	1,0	0,5	1,0	0,37	70-80
201	6,0	1,0	0,0	0,7	0,22	80-90	224	6,4	1,3	1,0	2,0	0,72	70-80
202	6,0	3,2	2,7	5,7	0,86	70-80	225	6,8	1,4	3,0	2,3	0,65	50-60
203	5,5	1,5	0,3	2,7	0,83	80-90	226	6,5	2,1	2,7	2,0	0,57	60-70
204	6,3	1,1	1,1	1,7	0,40	70-80	227	6,3	1,2	0,5	1,3	0,33	70-80
205	6,0	12,3	13,5	14,7	2,99	60-70	228	6,2	1,3	0,6	1,3	0,35	70-80
206	6,2	0,8	0,3	1,3	0,51	80-90	229	6,6	1,2	3,1	2,3	0,78	70-80
207	6,4	5,0	5,7	5,0	1,09	30-40	230	6,6	1,1	3,0	1,7	0,47	60-70
208	6,4	1,6	1,5	2,7	0,60	80-90	231	6,7	1,9	4,1	2,7	0,65	70-80
209	6,3	1,0	0,5	1,0	0,45	70-80	232	6,5	2,1	3,7	3,3	0,79	60-70
210	6,3	8,7	7,4	7,7	1,48	40-50	233	6,7	15,1	7,3	9,3	1,98	50-60
211	6,0	4,5	4,4	5,3	0,82	60-70	234	6,9	2,0	5,3	3,3	0,70	60-70
212	6,6	4,2	3,2	3,7	0,95	50-60	235	7,3	2,7	3,4	3,0	1,06	80-90
213	7,0	8,2	6,6	4,7	0,94	60-70	236	7,2	4,0	6,2	4,3	1,26	30-40
214	6,7	1,0	0,7	1,0	0,42	70-80	237	6,9	9,4	7,1	5,3	1,97	10-20
215	6,1	1,5	0,2	1,7	0,54	> 90	238	3,3	4,9	3,2	4,7	0,97	70-80

Vergleichsuntersuchungen  
über die Phosphorsäure-Düngebedürftigkeit der Böden nach chemischen  
Schnellmethoden und nach den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Station  
in Allenstein.  
mg  $P_2O_5$  in 100 g Boden.

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %
1	5,9	5,6	3,1	5,3	0,79	60-70	41	6,7	17,3	14,4	11,7	3,11	< 10
2	6,1	6,5	4,7	5,0	0,74	60-70	42	7,1	16,1	15,7	12,0	3,46	< 10
3	5,2	9,2	5,2	6,7	1,07	70-80	43	7,4	4,5	3,9	4,3	—	—
4	5,2	0,5	0,5	1,0	0,29	80-90	44	6,4	2,6	0,5	1,0	0,24	70-80
5	6,6	2,6	2,1	3,0	0,50	70-80	45	6,2	2,3	3,9	6,3	0,49	80-90
6	6,0	7,0	3,3	5,7	0,92	70-80	46	—	6,1	8,3	8,7	1,98	< 10
7	4,5	5,0	3,4	4,7	1,00	60-70	47	7,1	35,0	25,0	19,6	3,88	20-30
8	6,1	2,8	4,0	3,7	0,75	50-60	48	6,3	2,4	3,0	3,3	1,06	70-80
9	5,5	8,3	8,5	8,7	1,78	40-50	49	6,2	2,5	1,8	3,3	0,51	60-70
10	5,5	5,2	3,9	6,7	1,02	70-80	50	5,8	12,5	3,4	8,7	1,03	70-80
11	4,7	9,7	5,4	8,0	1,35	60-70	51	5,8	14,5	8,5	8,7	1,06	> 90
12	6,4	35,0	24,0	42,0	2,88	60-70	52	5,4	25,4	10,7	14,0	2,15	50-60
13	5,9	7,1	6,9	10,3	1,20	30-40	53	6,6	21,5	12,4	12,0	1,57	40-50
14	5,8	5,0	4,0	5,3	0,61	80-90	54	6,0	3,0	1,7	4,0	0,72	80-90
15	5,8	7,6	3,4	6,3	0,86	60-70	55	6,8	8,4	7,7	7,7	1,61	30-40
16	5,8	6,8	4,5	8,0	0,89	70-80	56	6,1	11,0	9,1	9,7	1,20	70-80
17	6,5	2,9	3,6	3,7	0,59	80-90	57	6,0	5,3	2,5	5,3	0,78	70-80
18	7,0	12,0	17,4	14,3	1,31	60-70	58	5,9	3,3	1,7	3,7	0,61	70-80
19	6,8	3,9	2,6	2,7	0,51	80-90	59	6,3	1,7	2,0	2,7	0,60	50-60
20	5,7	4,6	3,4	5,3	0,85	60-70	60	6,9	5,6	4,6	7,3	1,16	30-40
21	7,4	10,5	17,2	11,7	2,56	< 10	61	6,3	5,3	4,0	7,3	1,06	60-70
22	6,4	1,5	0,9	2,0	0,35	70-80	62	6,2	5,3	3,0	5,0	0,73	60-70
23	6,3	3,3	2,9	3,3	0,59	50-60	63	6,2	2,2	1,2	2,7	0,42	70-80
24	6,6	4,7	4,8	3,7	0,61	30-40	64	6,3	1,3	0,0	1,3	0,29	70-80
25	5,9	1,8	0,6	2,3	0,40	70-80	65	6,8	3,7	5,1	3,0	0,77	30-40
26	7,1	1,0	8,5	3,7	0,47	70-80	66	5,0	2,3	1,1	2,7	—	—
27	7,6	0,5	0,8	1,3	0,21	> 90	67	5,3	1,7	0,1	2,0	0,51	80-90
28	6,8	2,1	5,8	5,7	0,62	70-80	68	5,6	1,9	1,5	2,3	0,44	70-80
29	6,1	2,7	1,4	2,7	0,59	60-70	69	5,5	9,8	4,9	8,7	1,36	60-70
30	6,5	1,4	1,0	1,7	0,47	70-80	70	5,6	7,0	3,2	6,7	1,06	70-80
31	5,9	4,0	2,6	3,0	0,74	70-80	71	6,9	1,9	8,8	8,7	1,27	70-80
32	6,3	7,7	8,2	6,7	1,40	20-30	72	6,6	1,0	7,6	6,3	—	—
33	5,9	1,8	5,8	3,3	0,30	80-90	73	6,5	1,1	2,2	2,0	0,51	50-60
34	6,3	1,1	0,7	1,3	0,40	60-70	74	6,8	1,2	7,4	6,0	1,01	80-90
35	6,9	3,1	3,9	3,0	1,12	80-90	75	7,1	3,6	5,5	4,0	1,00	10-20
36	6,7	5,5	6,0	5,7	1,24	30-40	76	6,6	0,7	3,9	3,3	0,81	80-90
37	7,0	11,0	10,9	7,3	2,00	10-20	77	6,1	0,8	3,6	—	—	—
38	7,0	26,6	21,6	17,0	4,08	< 10	78	6,5	1,6	2,4	2,7	0,65	50-60
39	7,2	6,3	10,0	—	—	—	80	6,2	7,7	5,0	4,7	1,39	< 10
40	7,3	10,5	13,6	12,3	3,16	< 10	81	6,5	13,7	14,9	14,3	3,42	< 10



Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Düngersäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Düngersäure %
82	6,7	13,6	16,2	10,0	2,98	< 10	152	6,4	5,0	2,4	4,7	0,64	50-60
83	6,2	5,8	4,4	4,7	1,06	30-40	153	6,6	4,8	2,9	3,7	0,97	60-70
84	6,5	4,8	5,6	4,7	1,33	10-20	154	6,1	4,3	2,6	4,7	0,79	60-70
85	6,4	1,0	2,9	2,7	0,53	60-70	155	6,0	2,0	1,1	3,3	0,56	70-80
86	7,1	18,4	21,4	—	—	—	156	6,0	2,4	0,3	2,7	0,65	80-90
87	6,0	4,1	2,4	4,3	0,64	60-70	157	5,6	2,1	2,0	3,3	0,74	80-90
88	6,1	3,6	2,6	3,7	0,75	60-70	158	5,8	5,4	2,4	5,7	0,93	70-80
89	5,8	4,4	4,1	7,0	0,90	50-60	159	6,1	7,0	3,9	6,0	1,17	70-80
90	7,1	21,1	18,7	—	—	—	160	5,5	1,5	0,1	1,7	0,54	80-90
91	5,9	8,6	5,7	10,0	1,43	40-50	161	5,9	5,1	4,3	5,3	1,04	70-80
92	6,9	7,5	7,3	6,7	1,26	40-50	162	—	4,7	2,6	3,7	0,92	60-70
93	5,8	9,7	5,4	8,0	1,28	40-50	163	6,5	9,8	10,3	10,3	3,11	20-30
94	5,8	2,3	1,5	3,3	0,62	60-70	164	5,8	5,5	2,5	4,7	0,77	80-90
95	5,8	4,4	5,9	4,7	0,96	60-70	165	6,7	5,1	4,3	5,7	1,26	50-60
96	6,6	2,0	1,4	2,3	0,58	60-70	166	5,9	15,5	12,5	11,0	3,55	20-30
97	5,4	7,5	2,4	5,7	0,96	60-70	167	5,4	1,5	0,5	—	—	—
98	5,3	15,2	4,3	8,0	1,45	40-50	168	6,1	4,6	3,2	4,0	0,98	80-90
99	7,1	19,4	19,5	21,0	6,43	50-60	169	6,3	15,8	5,5	6,3	1,59	40-50
100	7,1	6,2	10,4	8,3	1,95	30-40	170	5,9	5,4	3,3	—	—	—
101	6,5	13,3	12,8	16,3	5,18	30-40	171	6,6	6,7	4,5	9,7	1,38	70-80
102	7,0	23,1	16,0	15,0	4,50	20-30	172	6,6	5,8	3,1	4,3	0,94	60-70
103	7,2	20,2	18,5	16,0	5,83	30-40	173	6,1	3,5	1,1	4,0	0,60	80-90
104	7,1	4,1	5,8	5,3	—	—	174	5,6	1,5	0,2	1,7	0,58	80-90
105	6,5	5,0	3,1	4,3	0,81	60-70	175	5,9	3,6	2,7	3,3	0,82	50-60
106	6,2	11,9	7,8	9,3	2,49	10-20	176	5,8	6,5	5,9	8,0	1,41	40-50
107	6,7	7,7	5,4	7,7	1,27	60-70	177	5,8	2,3	1,3	3,3	0,52	80-90
108	6,7	8,7	5,3	7,0	1,17	40-50	178	5,3	1,3	0,1	1,7	0,43	70-80
109	6,0	4,3	1,8	4,7	0,78	70-80	179	5,4	1,9	0,6	2,3	0,56	80-90
110	7,1	4,3	6,0	6,0	0,93	60-70	180	6,6	14,1	16,5	14,0	3,46	< 10
111	6,3	3,1	2,4	4,0	0,75	70-80	181	6,1	1,7	1,1	2,0	0,75	70-80
112	6,2	2,8	1,5	4,0	0,65	70-80	182	5,8	3,6	1,0	4,7	0,62	80-90
113	6,9	7,8	6,8	8,7	1,18	50-60	183	6,1	5,8	4,7	6,7	1,09	50-60
114	6,6	5,4	5,9	7,7	0,90	80-90	184	6,2	2,5	3,2	3,3	0,90	60-70
115	6,7	8,7	7,0	9,7	1,20	60-70	185	6,0	1,7	0,6	1,3	0,49	80-90
116	6,5	6,7	1,7	4,3	0,72	70-80	186	5,2	18,9	5,4	5,0	1,16	70-80
117	6,2	6,3	1,4	5,3	0,65	70-80	187	5,9	2,7	4,8	5,0	0,72	60-70
118	6,2	4,7	1,0	4,7	0,67	80-90	188	6,1	0,8	1,3	3,7	—	—
119	5,9	9,8	3,8	7,7	1,20	60-70	189	5,4	3,5	6,1	4,0	0,79	60-70
120	6,3	5,5	3,4	7,0	1,11	50-60	190	5,7	2,3	1,1	3,0	0,62	70-80
121	—	6,7	—	3,7	1,74	80-90	191	5,6	2,0	0,9	2,7	0,74	70-80
122	6,2	1,7	0,1	1,7	0,37	80-90	192	6,3	3,0	1,5	2,7	0,68	70-80
123	6,3	1,4	0,3	2,0	0,35	80-90	193	5,8	3,6	4,0	5,3	1,10	80-90
144	5,5	6,2	2,4	6,3	0,99	70-80	194	5,1	1,3	0,2	2,0	0,55	80-90
145	6,3	1,9	0,5	2,7	0,45	70-80	195	5,6	1,2	4,3	3,7	1,07	80-90
146	5,5	10,2	5,2	9,7	1,51	60-70	196	6,1	3,1	1,8	4,7	0,67	80-90
147	5,3	13,1	12,5	11,7	1,31	40-50	197	5,5	1,8	0,1	2,0	0,47	70-80
148	6,4	2,7	3,9	4,0	0,79	50-60	198	5,3	2,3	0,0	2,0	0,44	> 90
149	6,3	2,0	1,8	3,3	0,46	70-80	199	6,1	1,3	0,1	1,7	0,38	70-80
150	6,7	5,6	5,7	5,7	1,30	40-50	200	6,0	2,7	0,3	3,3	0,49	70-80
151	6,1	1,8	0,0	2,3	0,40	80-90	201	5,1	13,1	7,3	13,0	2,23	60-70

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Düngersäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Düngersäure %
202	6,2	8,5	4,4	7,0	1,10	50-60	264	5,8	4,8	2,7	3,0	0,63	70-80
203	6,1	13,9	8,7	9,7	2,40	40-50	265	6,6	5,4	3,6	4,3	0,75	60-70
204	6,4	6,6	4,8	7,0	0,96	60-70	266	6,0	1,6	0,0	1,3	0,54	>90
205	6,1	21,2	7,5	10,3	2,03	40-50	267	7,3	2,0	5,5	4,0	0,60	50-60
206	6,0	5,9	4,2	7,7	1,09	70-80	268	7,1	2,2	4,4	3,3	0,37	60-70
212	6,6	4,7	4,9	4,7	0,72	60-70	269	5,0	11,6	4,7	8,7	2,14	60-70
214	5,5	9,3	3,4	7,7	1,33	>90	270	5,8	1,4	0,2	1,3	0,37	70-80
215	6,4	5,5	5,5	5,0	1,04	50-60	271	4,7	10,9	4,6	8,3	1,43	50-60
216	6,3	21,9	12,4	11,7	3,20	20-30	272	5,7	11,9	6,1	5,3	1,07	20-30
217	7,0	1,6	3,4	2,3	0,68	10-20	273	6,1	3,4	5,8	3,7	0,42	60-70
218	7,0	1,6	3,7	2,3	0,73	10-20	274	7,0	12,0	12,6	8,7	1,42	<10
219	6,6	2,4	6,9	4,7	0,88	60-70	275	5,9	4,6	1,9	4,3	0,78	70-80
220	6,0	2,0	0,6	2,3	0,62	>90	276	6,7	3,8	1,3	4,0	0,84	80-90
221	5,5	1,7	0,1	2,0	0,35	80-90	277	6,4	18,7	18,9	18,0	4,07	<10
222	5,7	2,0	0,1	2,3	0,46	80-90	278	6,5	10,9	8,3	8,3	1,21	50-60
223	6,3	8,6	9,4	6,3	1,67	60-70	279	6,3	8,7	7,5	7,0	1,17	40-50
224	5,4	1,2	2,5	—	—	—	280	5,5	3,1	0,9	3,0	0,69	70-80
225	5,9	3,4	1,8	3,7	0,68	80-90	281	5,8	3,9	2,5	4,0	0,92	70-80
226	5,7	3,7	1,5	4,3	0,58	70-80	282	6,5	19,1	16,5	13,7	1,58	30-40
227	7,0	3,0	5,4	4,7	0,41	60-70	293	6,1	14,9	7,0	11,0	2,24	50-60
228	7,0	2,0	1,3	2,7	0,41	70-80	294	5,8	32,2	4,9	8,0	1,31	40-50
229	5,3	4,5	6,8	—	—	—	295	5,8	9,4	5,7	6,3	1,13	40-50
230	6,1	2,3	1,1	3,0	0,34	80-90	296	6,2	6,6	3,7	4,7	1,02	50-60
231	6,2	3,4	1,5	3,0	0,56	60-70	297	6,3	4,7	4,1	3,7	0,82	40-50
234	6,2	4,2	2,5	2,7	0,37	60-70	298	6,4	4,1	3,4	3,7	0,68	30-40
236	6,4	17,1	16,7	12,7	3,39	<10	299	7,2	2,5	3,2	2,7	0,67	30-40
237	6,1	12,8	7,3	7,3	1,53	40-50	300	7,2	14,2	28,6	15,1	5,35	30-40
239	6,5	2,6	4,4	3,0	0,56	50-60	301	7,2	7,9	8,8	4,7	1,34	<10
240	4,3	6,0	6,9	—	—	—	302	6,4	4,7	3,9	4,3	0,83	70-80
242	—	14,0	20,1	1,3	1,40	80-90	303	6,0	5,4	4,2	4,3	0,84	70-80
243	6,8	6,5	5,7	4,3	1,23	60-70	304	6,6	5,8	4,3	4,3	0,82	40-50
244	5,8	1,9	0,9	2,0	0,53	80-90	305	7,1	8,9	7,2	6,0	1,62	30-40
246	6,4	19,1	23,5	19,3	5,05	30-40	306	6,6	11,0	6,1	5,3	1,07	50-60
247	6,6	2,9	5,5	3,3	1,00	40-50	307	5,4	3,2	1,3	3,7	0,73	70-80
248	6,1	3,9	2,4	3,3	0,84	70-80	308	6,7	7,6	6,0	6,0	1,50	20-30
249	3,4	1,7	1,5	2,0	0,39	80-90	309	6,8	5,5	5,3	2,7	1,01	<10
250	7,3	3,4	5,5	4,0	0,98	10-20	310	6,4	6,0	4,0	3,0	0,83	30-40
251	5,4	23,7	15,9	12,0	—	—	311	5,9	13,2	6,5	6,3	1,58	30-40
252	5,3	8,3	6,1	—	—	—	313	5,8	22,5	13,6	12,7	1,49	80-90
253	5,8	6,6	2,5	1,7	0,93	60-70	314	6,2	7,2	5,0	6,3	1,24	40-50
254	4,5	35,0	6,0	7,0	0,28	>90	315	6,7	27,2	7,2	7,7	1,63	30-40
255	5,0	1,8	1,1	—	—	—	316	6,1	10,1	5,3	6,3	1,08	50-60
256	6,1	12,7	9,7	9,0	1,71	60-70	317	6,6	6,8	3,6	4,7	1,31	40-50
257	5,6	7,9	6,4	9,0	1,33	60-70	318	6,5	11,8	11,2	9,0	1,17	50-60
258	5,5	1,1	0,1	1,7	0,47	80-90	319	6,2	19,6	13,6	13,7	2,78	50-60
259	6,3	2,9	2,6	2,7	0,63	70-80	320	6,6	13,3	5,3	7,0	1,45	50-60
260	5,9	2,5	1,5	2,0	0,37	60-70	321	6,6	1,0	0,3	0,7	0,53	80-90
261	6,6	2,9	1,1	2,3	0,48	70-80	322	6,2	3,0	2,5	3,0	0,68	60-70
262	6,2	3,8	2,1	2,3	0,46	60-70	323	6,4	1,7	2,6	1,7	0,40	60-70
263	6,2	9,8	5,0	4,7	1,06	40-50	324	7,1	2,2	4,2	2,7	0,60	30-40



Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %
325	6,1	3,8	2,1	3,7	0,69	70-80	373	5,8	3,2	0,8	2,0	0,51	70-80
326	6,1	2,3	3,4	3,0	0,62	70-80	374	6,4	5,4	6,5	3,7	0,99	<10
327	6,1	1,7	0,8	1,7	0,52	60-70	375	5,8	3,6	2,3	2,7	0,56	70-80
328	6,2	7,0	6,2	5,3	1,03	40-50	376	5,2	7,9	3,9	7,7	1,23	70-80
329	6,7	1,7	2,0	2,3	0,50	70-80	377	6,2	1,6	1,2	2,0	0,63	70-80
330	7,1	9,9	10,8	5,7	1,51	>90	378	6,1	4,0	1,8	3,0	0,57	70-80
331	7,1	8,5	8,0	8,7	2,57	>10	379	6,1	4,1	4,2	4,7	0,74	70-80
332	6,2	3,6	2,3	3,3	0,58	60-70	380	6,6	6,0	7,9	6,0	1,15	40-50
333	6,0	2,0	0,4	2,3	0,48	80-90	381	5,9	13,0	12,3	12,3	1,28	60-70
334	6,1	4,9	4,7	5,3	1,04	50-60	382	6,2	6,3	8,7	5,7	1,01	30-40
335	6,6	12,9	13,7	10,7	1,75	50-60	383	5,8	4,2	3,4	3,0	0,71	60-70
336	5,9	9,8	8,9	9,3	1,20	70-80	384	6,6	4,0	2,5	1,7	0,40	60-70
337	6,2	9,5	9,9	8,0	1,58	50-60	385	6,4	2,7	3,4	2,7	0,78	60-70
338	6,1	2,4	2,3	4,0	0,67	60-70	386	5,1	2,6	0,3	3,0	1,62	—
339	6,0	2,5	2,1	3,7	0,86	>90	388	4,8	7,9	4,9	8,3	1,30	40-50
340	5,9	2,2	1,8	3,0	0,69	50-60	389	4,7	1,4	4,1	6,0	1,85	80-90
341	5,9	4,7	3,4	4,0	0,69	40-50	390	4,7	6,7	4,2	8,3	1,48	60-70
342	6,0	5,0	3,4	8,7	1,03	70-80	391	7,0	20,3	10,8	9,3	2,15	30-40
343	5,4	4,9	3,5	11,0	1,17	70-80	392	6,6	10,3	12,1	7,3	1,30	60-70
344	5,6	6,9	4,1	10,0	1,17	70-80	393	7,0	20,7	13,0	8,0	1,49	50-60
345	5,4	5,7	3,8	13,0	1,32	70-80	395	6,3	2,2	0,8	2,4	0,83	80-90
346	6,2	2,8	0,7	3,0	0,54	70-80	396	4,7	2,3	0,4	2,0	0,57	>90
347	6,1	3,2	1,5	2,3	0,83	>90	397	4,8	5,9	1,7	5,0	0,95	60-70
348	6,5	2,9	2,9	2,7	0,71	80-90	398	7,1	2,3	3,5	3,7	0,44	60-70
350	6,0	2,7	2,1	2,7	0,47	60-70	399	7,5	1,4	2,2	2,3	0,32	50-60
351	6,3	4,2	2,9	3,7	0,68	60-70	411	7,3	4,4	6,1	4,7	0,97	40-50
352	6,2	4,3	4,0	4,3	0,79	60-70	412	6,2	2,4	1,0	3,7	0,58	70-80
353	6,2	10,8	16,9	9,0	3,72	<10	413	7,3	8,8	5,2	—	—	—
354	6,4	13,3	8,5	6,0	1,28	50-60	415	—	2,2	0,5	4,0	0,81	70-80
355	6,2	2,2	1,7	2,7	0,55	80-90	416	6,5	2,9	1,0	3,3	0,53	70-80
356	5,9	3,5	1,0	3,0	0,53	70-80	417	6,4	13,9	5,9	6,7	1,35	50-60
357	6,2	1,8	2,2	2,3	0,44	80-90	418	6,1	2,2	0,0	1,7	0,56	80-90
358	5,9	2,8	1,8	3,0	0,52	70-80	419	5,2	2,4	0,2	2,3	0,58	70-80
359	6,3	2,4	1,5	2,3	0,60	70-80	420	6,6	15,3	15,4	6,0	0,66	70-80
360	6,6	17,4	13,6	10,3	2,72	10-20	421	7,0	7,3	6,1	5,7	0,69	50-60
361	5,7	1,4	0,3	1,7	0,55	80-90	422	7,1	9,4	9,6	9,0	1,70	60-70
362	5,4	1,2	0,3	1,7	0,58	80-90	442	7,5	2,2	2,6	5,3	0,89	70-80
363	6,3	2,4	2,2	2,3	0,58	70-80	443	7,0	3,3	2,8	4,3	0,75	60-70
364	5,3	1,8	0,1	1,7	0,60	80-90	444	7,1	3,9	3,4	4,7	1,30	60-70
365	5,7	2,5	1,2	2,7	0,50	80-90	445	6,7	6,9	3,3	6,7	0,96	70-80
366	5,3	1,6	0,3	1,7	0,55	80-90	446	6,8	5,6	4,2	6,0	1,15	60-70
367	6,5	4,7	8,8	5,7	1,47	>90	447	6,8	5,9	4,0	6,0	0,87	60-70
368	5,6	1,4	0,1	1,3	0,40	80-90	448	6,8	8,6	7,0	4,7	1,05	60-70
369	5,1	2,8	0,5	2,7	0,73	60-70	449	6,7	29,6	4,5	6,3	1,13	80-90
370	5,4	1,6	1,0	2,0	0,57	70-80	450	6,9	10,9	3,6	5,7	0,78	60-70
371	6,2	3,3	2,4	3,3	0,62	80-90	451	7,1	12,6	4,7	5,0	1,13	50-60
372	6,1	4,1	2,2	3,3	0,67	70-80							

Vergleichsuntersuchungen  
über die Phosphorsäure-Düngebedürftigkeit der Böden nach chemischen  
Schnellmethoden und nach den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Station  
in Marienburg.  
mg  $P_2O_5$  in 100 g Boden.

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger- phosphorsäure %
1	5,1	3,2	2,4	—	—	—	50	6,5	1,1	1,3	—	—	—
2	6,3	5,3	3,4	—	—	—	51	7,2	1,9	3,7	—	—	—
3	5,9	8,1	3,4	—	—	—	52	6,8	8,8	4,5	—	—	—
4	6,0	6,3	3,3	—	—	—	54	6,4	1,2	0,7	—	—	—
5	6,0	3,3	1,0	—	—	—	55	6,7	5,4	1,8	—	—	—
6	6,4	2,9	0,9	—	—	—	56	6,6	1,9	1,7	—	—	—
7	7,0	5,0	2,6	—	—	—	57	6,7	2,0	0,8	—	—	—
8	6,4	2,6	0,4	—	—	—	58	6,3	1,9	3,4	—	—	—
9	6,7	4,4	2,3	—	—	—	59	6,1	2,2	1,0	—	—	—
12	6,1	2,6	0,6	—	—	—	60	5,7	5,0	1,4	—	—	—
13	6,5	4,9	2,0	—	—	—	61	5,9	5,6	2,0	—	—	—
14	6,7	5,5	2,5	—	—	—	63	5,9	2,2	1,2	—	—	—
15	6,4	4,4	1,8	—	—	—	64	6,8	5,1	9,6	—	—	—
16	6,1	5,3	6,0	—	—	—	65	6,3	7,2	7,8	—	—	—
17	5,4	5,2	3,0	—	—	—	67	6,0	20,2	13,6	—	—	—
18	5,9	6,6	6,6	—	—	—	69	6,2	14,1	5,5	—	—	—
19	6,5	6,3	4,7	—	—	—	70	7,1	8,2	0,8	3,0	0,93	>90
21	7,2	5,3	9,6	—	—	—	71	6,8	10,6	6,2	7,7	0,69	60—70
22	6,8	13,4	12,9	—	—	—	72	6,5	17,2	7,0	—	—	—
23	6,4	14,0	12,4	—	—	—	74	5,9	10,0	3,9	—	—	—
24	4,9	16,5	17,7	—	—	—	75	6,2	10,6	6,0	—	—	—
25	6,0	3,3	2,2	—	—	—	76	6,1	15,2	13,3	—	—	—
26	6,2	7,9	4,7	—	—	—	77	6,7	5,7	6,6	—	—	—
27	5,7	8,5	3,4	—	—	—	78	6,2	3,0	1,3	—	—	—
31	5,7	6,3	2,2	—	—	—	79	6,6	8,2	7,8	—	—	—
32	5,8	3,9	2,3	—	—	—	80	7,2	8,5	7,9	—	—	—
33	7,4	7,8	6,7	—	—	—	81	6,4	3,3	4,7	—	—	—
34	7,4	11,5	10,7	—	—	—	82	6,3	2,3	5,0	—	—	—
35	7,4	6,0	6,3	—	—	—	83	6,1	3,8	2,8	—	—	—
36	7,3	4,3	4,5	—	—	—	84	6,2	12,6	11,4	—	—	—
37	7,3	5,6	4,7	—	—	—	85	7,2	1,6	0,9	—	—	—
38	7,0	6,4	5,1	—	—	—	86	7,1	30,3	22,3	—	—	—
39	7,4	8,7	10,0	—	—	—	87	6,5	7,4	4,7	5,7	0,93	50—60
40	7,4	9,9	8,4	—	—	—	88	6,4	10,0	9,6	7,0	1,17	40—50
42	7,4	2,1	0,6	—	—	—	89	7,0	9,6	9,6	8,7	1,17	40—50
45	6,0	5,8	2,2	—	—	—	90	6,2	6,7	4,1	5,0	1,19	70—80
46	6,4	4,5	2,5	—	—	—	91	6,4	14,3	10,6	9,3	1,89	20—30
47	6,0	6,4	3,6	—	—	—	92	7,3	19,1	24,5	24,6	4,55	30—40
48	7,0	16,2	4,6	—	—	—	93	7,3	29,6	16,5	12,0	1,73	30—40
49	6,8	15,4	5,1	—	—	—	94	7,2	13,9	16,7	11,0	1,96	10—20



Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger-phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger-phosphorsäure %
95	6,7	15,3	12,4	10,0	2,38	30—40	145	6,1	18,3	13,0	—	—	—
96	6,2	9,2	5,4	8,7	1,37	40—50	146	6,1	2,5	0,4	—	—	—
97	7,3	4,0	5,1	—	—	—	147	7,0	7,3	7,6	—	—	—
98	7,3	26,9	22,5	—	—	—	148	5,9	2,6	1,5	—	—	—
99	5,8	2,7	1,8	—	—	—	150	5,8	3,0	1,1	—	—	—
100	6,3	3,3	2,9	—	—	—	151	5,9	12,2	8,2	—	—	—
101	6,5	1,9	0,3	—	—	—	152	5,9	11,5	5,2	—	—	—
102	5,8	4,2	1,0	—	—	—	153	5,8	6,0	2,5	—	—	—
103	6,8	11,4	8,5	—	—	—	154	6,4	17,2	23,5	—	—	—
104	6,6	11,8	8,2	—	—	—	155	7,0	25,3	25,8	—	—	—
105	7,0	2,8	5,0	—	—	—	156	6,7	15,4	20,9	1,3	1,76	60—70
106	7,6	17,5	26,5	—	—	—	157	6,0	5,2	5,1	—	—	—
107	6,2	1,4	1,5	—	—	—	158	6,4	12,6	11,5	—	—	—
108	7,2	11,3	18,9	—	—	—	159	6,4	28,7	7,5	—	—	—
109	6,2	1,2	1,1	—	—	—	160	6,6	9,5	4,8	—	—	—
110	6,1	1,5	2,9	—	—	—	161	6,3	5,9	2,3	—	—	—
111	6,1	1,3	1,2	—	—	—	162	6,0	2,7	0,2	—	—	—
112	6,7	14,2	16,5	—	—	—	163	6,0	3,6	0,9	—	—	—
113	6,6	1,9	3,0	—	—	—	164	6,2	12,5	7,9	—	—	—
114	5,4	3,7	0,6	—	—	—	165	6,0	6,8	2,0	—	—	—
115	7,0	10,3	10,2	—	—	—	166	5,5	3,2	1,2	—	—	—
116	6,2	17,9	13,6	—	—	—	167	5,0	3,4	0,8	—	—	—
117	6,9	17,7	10,8	—	—	—	168	7,3	1,3	7,3	—	—	—
118	6,5	11,1	8,3	—	—	—	169	6,4	19,4	12,6	—	—	—
119	6,4	10,5	9,1	—	—	—	170	5,7	8,0	4,1	—	—	—
120	6,2	3,0	1,8	—	—	—	171	6,8	16,4	5,0	—	—	—
121	5,2	2,1	2,7	—	—	—	172	6,8	14,0	6,8	—	—	—
122	5,2	2,4	1,7	—	—	—	173	5,6	35,0	12,4	—	—	—
123	6,0	2,3	4,2	—	—	—	174	5,9	17,1	17,4	—	—	—
124	5,9	1,9	0,3	—	—	—	175	7,1	7,1	2,9	—	—	—
125	6,0	2,4	2,4	—	—	—	176	5,7	3,7	1,3	—	—	—
126	5,6	5,0	1,3	—	—	—	177	5,4	4,9	2,0	—	—	—
127	6,5	7,3	5,9	—	—	—	179	5,9	5,4	2,0	4,3	0,68	70—80
128	6,4	10,7	6,6	—	—	—	180	7,2	6,0	3,0	—	—	—
129	6,2	5,9	2,4	—	—	—	181	6,7	6,5	4,0	—	—	—
130	4,5	7,8	2,1	—	—	—	182	6,9	4,2	4,0	—	—	—
131	6,0	3,5	2,9	3,0	0,60	60—70	183	5,6	3,8	4,7	—	—	—
132	5,8	1,8	0,2	—	—	—	184	6,1	3,8	5,1	—	—	—
133	6,0	8,3	2,0	—	—	—	185	6,5	12,5	8,2	7,7	1,96	40—50
134	6,9	10,7	27,8	—	—	—	186	6,7	0,8	9,6	—	—	—
135	5,7	5,8	1,7	—	—	—	187	6,2	0,8	0,3	—	—	—
136	5,8	11,2	4,0	—	—	—	188	6,1	5,2	3,9	—	—	—
137	6,1	11,6	4,0	—	—	—	189	6,0	1,2	0,8	—	—	—
138	5,9	11,7	9,7	11,3	0,96	80—90	190	6,1	3,5	0,9	—	—	—
139	5,8	7,0	2,4	—	—	—	191	6,7	2,8	1,2	—	—	—
140	6,6	13,2	8,3	10,7	1,35	80—90	192	6,2	1,8	0,4	—	—	—
141	6,1	4,6	0,8	—	—	—	193	6,2	3,9	3,4	—	—	—
142	7,0	6,1	8,2	—	—	—	194	6,0	1,4	0,3	—	—	—
143	6,4	12,1	7,2	—	—	—	215	6,3	4,9	1,0	4,0	0,56	60—70
144	6,9	5,3	5,4	—	—	—	218	5,6	20,9	10,7	11,3	2,34	20—30

Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger-phosphorsäure %	Nummer	pH in Wasser	Gefäßversuch	Mg-Acetat + Essigsäure	Ca-Laktat + Salzsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	desgl. Festlegung der Dünger-phosphorsäure %
220	5,3	20,6	2,1	5,0	0,93	70—80	305	7,1	6,9	3,9	3,7	1,06	20—30
222	6,0	4,3	1,4	3,0	0,72	60—70	307	7,2	1,3	2,0	2,7	0,71	70—80
223	6,2	7,5	3,4	4,3	0,93	50—60	309	5,9	1,4	0,3	1,3	0,75	80—90
224	6,1	10,5	5,0	4,7	1,39	20—30	316	6,8	4,4	3,8	3,0	0,99	60—70
225	6,3	5,3	2,1	3,0	0,87	30—40	317	5,5	1,7	10,5	—	—	—
226	6,0	9,3	2,1	3,7	0,98	60—70	319	5,6	3,4	3,0	4,3	0,64	60—70
234	6,0	15,7	10,9	8,0	1,11	40—50	321	6,3	4,4	8,0	4,7	0,86	20—30
238	6,9	1,7	7,0	4,7	1,13	70—80	322	6,0	4,3	1,1	3,0	0,54	60—70
239	6,0	17,9	14,3	12,0	2,21	30—40	323	6,7	7,2	1,8	—	—	—
251	7,2	25,9	18,7	13,3	3,62	< 10	326	6,9	10,1	5,7	5,7	1,37	70—80
255	6,6	3,6	6,1	4,3	0,76	60—70	327	5,1	11,2	5,6	5,7	1,68	80—90
257	7,3	2,8	2,1	2,3	0,92	80—90	328	6,9	11,2	4,0	5,0	1,35	80—90
260	5,7	4,7	4,2	6,0	0,69	70—80	329	6,7	19,9	12,6	11,7	1,32	60—70
261	5,6	6,0	1,7	—	—	—	330	6,8	18,1	8,5	9,0	1,27	60—70
262	5,5	6,9	23,8	12,7	2,31	70—80	332	7,8	35,0	27,2	30,0	4,35	—
263	6,9	2,8	2,3	2,3	0,60	80—90	333	7,4	35,0	29,5	51,6	6,23	—
264	5,9	6,3	4,8	3,7	0,65	80—90	334	7,3	15,8	23,8	14,7	3,70	20—30
265	5,8	9,8	4,4	3,7	0,72	> 90	335	7,3	30,8	24,3	28,0	3,80	—
266	7,2	5,3	9,8	7,7	1,17	60—70	336	6,5	16,1	12,6	14,3	3,39	20—30
267	6,3	17,9	11,4	11,7	1,18	80—90	338	5,6	1,7	0,1	2,3	0,44	70—80
268	5,3	5,9	2,9	3,7	0,72	70—80	342	6,6	9,5	5,0	8,3	1,23	60—70
269	5,8	18,1	11,6	11,7	1,25	80—90	343	6,7	6,6	4,9	5,3	1,03	60—70
271	6,3	14,7	7,8	8,0	1,53	50—60	346	7,3	13,7	7,9	3,0	0,74	80—90
272	5,4	5,9	2,4	4,7	1,03	60—70	347	7,3	18,9	6,6	6,6	1,83	80—90
274	6,0	2,4	2,4	3,0	0,82	60—70	355	7,7	29,2	18,0	21,0	6,55	—
275	6,7	6,4	6,7	5,3	2,12	—	362	5,6	1,3	0,3	2,3	0,62	70—80
276	6,7	2,6	3,7	3,3	1,28	80—90	363	5,7	6,7	3,2	5,0	0,74	50—60
277	6,0	5,4	1,5	4,7	0,59	70—80	364	6,0	1,8	2,7	3,0	0,78	> 90
278	5,8	3,3	0,7	—	—	—	366	6,3	1,9	2,0	3,0	0,55	70—80
280	7,0	15,5	17,0	12,0	1,59	50—60	391	5,9	12,5	7,3	8,3	1,90	40—50
282	6,3	12,7	6,8	7,7	1,39	50—60	392	7,1	27,6	29,6	21,0	4,88	30—40
283	6,4	14,3	8,0	9,0	1,72	40—50	393	6,4	13,4	13,8	9,3	1,52	50—60
284	6,6	6,0	2,9	3,0	0,70	50—60	394	7,1	12,0	27,2	23,0	1,53	70—80
285	6,3	12,8	6,0	7,7	1,15	40—50	399	6,8	4,8	6,6	5,0	1,13	20—30
286	7,2	13,7	23,0	13,7	2,31	< 10	412	6,4	10,5	13,5	10,7	1,88	10—20
287	6,8	4,1	5,4	3,7	0,79	60—70	413	7,1	3,7	4,3	5,0	0,69	70—80
288	7,1	8,1	6,1	5,3	0,82	50—60	423	7,2	5,4	12,3	8,3	1,35	50—60
289	6,3	7,4	2,8	4,0	0,72	60—70	424	7,4	10,0	16,0	10,0	1,92	30—40
291	5,0	8,9	4,5	8,0	1,23	50—60	425	7,3	11,3	13,3	9,7	1,95	50—60
296	6,0	35,0	9,4	12,3	1,93	20—30	426	6,8	16,2	24,0	—	—	—
300	6,9	21,9	17,0	1,7	4,15	20—30	427	6,8	13,1	6,7	4,7	1,92	< 10
301	6,7	8,9	5,2	8,3	1,09	60—70	428	6,6	9,0	5,7	4,3	1,60	< 10
302	7,0	9,8	6,8	7,3	1,59	30—40	429	6,5	10,9	7,0	4,7	1,93	< 10
303	7,0	9,2	6,5	7,7	1,57	30—40							



## Kurze Bemerkungen zu den Phosphorsäuremethoden.

### I. Magnesiumacetat-Essigsäure-Methode nach E. A. Mitscherlich und H. Beutelspacher.

Ausgeführt im Pflanzenbau-Institut in Königsberg (Pr).

Der lufttrockene Boden wurde im Verhältnis von 1:25 mit einer Pufferlösung ( $\text{pH} = 3,5$ ) aus Magnesiumacetat-Essigsäure (10 g  $\text{MgO}$  in 150 ccm Eisessig gelöst und auf 10 Liter verdünnt) über Nacht in der Rotiermaschine bei Zimmertemperatur extrahiert. 50 ccm des Filtrats wurden in einer Porzellanschale mit einigen Tropfen  $\text{H}_2\text{O}_2$  versetzt, eingedampft und unter Zusatz von Salzsäure die Kieselsäure durch wiederholtes Eindampfen gefällt. Der Eindampfrückstand wurde in 1 ccm 1-n Schwefelsäure aufgenommen und mit heißem Wasser in ein 50 ccm Meßkölbchen filtriert. Dem Filtrat in dem Kölbchen wurde je 0,7 ccm Mo-Blau-Reagens nach Zindzadze hinzugefügt; anschließend wurden die Kölbchen 30 Minuten in ein siedendes Wasserbad gehängt. Nach dem Abkühlen wurde bis zur Marke mit dest. Wasser aufgefüllt, gemischt und im Photometer von Leitz kolorimetriert. Die mittlere Düngurbedürftigkeitsgrenze dieser Methode wurde ähnlich wie beim Gefäßversuch bei 10,5 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  in 100 g Boden festgelegt.

### II. Calciumlaktat-Salzsäure-Methode nach H. Egnér.

Ausgeführt von O. Franck-Stockholm.

1. Extraktionslösung: 154 g Calciumlaktat wurden in einem Liter kochend heißem Wasser gelöst, dann mit 100 ccm 5-n Salzsäure gemischt und auf 2 Liter aufgefüllt. Vor dem Gebrauch wird die Lösung im Verhältnis 1:25 verdünnt.

2. Molybdänlösung: 50 g Ammoniummolybdat wurden in zirka 500 ccm Wasser von  $60^\circ\text{C}$  in einem 2-Liter-Meßkolben gelöst. Diese Lösung wurde mit 1000 ccm Schwefelsäure (1:1 verdünnt) unter Schütteln versetzt und nach dem Abkühlen bis zur Marke aufgefüllt.

3. Zinnchlorürlösung: Etwa 12 g Zinnchlorür wurden in einem Liter 3-n Salzsäure bei Zimmertemperatur gelöst. Die klare Lösung wurde mit 9,1-n Jodlösung auf eine Stärke von 0,0886-n eingestellt. Die eingestellte Zinnchlorür-Lösung wurde sofort in 20-ccm-Medizinflaschen abgefüllt, die bei gutem Verschuß etwa einen Monat haltbar sind. Bei jeder Maßserie wurde eine neue Flasche geöffnet und die Lösung aufgebraucht.

4. Ausführung: 5 g Boden wurden mit 250 ccm Extraktionslösung (1) zwei Stunden geschüttelt. 25 ccm vom Filtrat wurden mit 1 ccm Molybdänlösung (2) und nach kurzem Umschwenken mit 0,5 ccm Zinnchlorür (3) versetzt. Nach 15 Minuten wurde die kolorimetrische Be-

stimmung ausgeführt. Bei der Auswertung der laktatlöslichen Phosphorsäure für die landwirtschaftliche Praxis berücksichtigt *O. Franck* das Volumengewicht, die physikalische Zusammensetzung des Bodens und die Reaktion. Bei den vorliegenden Zahlen wurden die gefundenen Phosphorsäuremengen in ihrer Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens nach einem Diagramm korrigiert. Das Volumengewicht und die mechanische Zusammensetzung wurden hier nicht berücksichtigt. Der Phosphorsäurezustand des Bodens wird nach folgender Skala abgestuft: 0—3 mg  $P_2O_5$  in 100 g Boden als „arm“, 3—10 mg als „mittelmäßig“, 10—20 mg als „reich“ und über 20 mg als „sehr reich“.

### III. Magnesiumbikarbonat-Kohlensäure-Methode nach C. Dreyspring und W. Heinz.

Ausgeführt von C. Dreyspring-Hamburg.

Bei dieser Methode wurde der Boden im Verhältnis 1 : 5 mit Kohlensäure gesättigter 0,1-n Magnesiumbikarbonat-Lösung extrahiert. Der direkt verwertbare  $P_2O_5$ -Vorrat (v) wird aus dem 1. Extrakt (Wert a) und der Nachlieferung aus dem 2. Extrakt (Wert b) nach folgender Erfahrungformel berechnet:

$$V = (a + \frac{1}{2} b).$$

Der angenommene Grenzwert für die Phosphorsäure entspricht 1,67 mg  $P_2O_5$  je 100 g Boden. Nähere Einzelheiten sind aus dem „Ersten Bericht über die Arbeiten und über die Tagung der Arbeitsgemeinschaft zur Prüfung der Laboratoriumsmethoden für die Bestimmung des Kali- und Phosphorsäurebedürfnisses der Böden von E. A. Mitscherlich (1936)“ zu ersehen.

### IV. Aspergillus-Methode nach H. Niklas.

Ausgeführt von H. Niklas-München.

Die angewandte Bodenmenge bei den  $P_2O_5$ -Mangelversuchen betrug 7,5 g. Die Brutzeit dauerte drei Tage bei einer Temperatur von 33 °C. Die mit + bezeichneten Zahlen sind als Böden mit einem  $CaCO_3$ -Gehalt von über 1 % bestimmt und mit einer Mangelnährlösung von 2 % Gerbsäure ausgeführt. Grenzzahlen:

0—0,10 g Mycelgewicht	= arm
0,11—0,20 g	= mäßig
>0,20 g	= reich.

Alle anderen Böden sind mit einer Mangelnährlösung von 0,5 % Zitronensäure untersucht. Bei diesen gelten folgende Grenzzahlen:

0—0,20 g Mycelgewicht	= arm
0,21—0,31 g	= mäßig
>0,31 g	= reich.

Im übrigen vergleiche auch hier den ersten Bericht.



Vergleichsuntersuchungen  
über die Kali-Düngebedürftigkeit der Böden durch Kationenaustausch  
mit den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Station  
in Königsberg.  
mg K<sub>2</sub>O in 100 g Boden.

Numer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Numer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Numer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
1	10,7	10,6	2,0	7,8	43	28,2	15,4	3,0	9,0	84	13,4	14,6	3,1	10,9
2	8,5	9,4	2,8	7,2	44	16,9	11,3	3,0	7,8	85	14,6	12,1	3,2	9,4
3	8,5	8,0	1,8	12,1	45	13,1	9,2	3,0	8,1	86	24,8	6,2	2,6	6,6
4	14,9	6,8	1,6	6,7	46	13,8	7,1	2,6	7,4	87	15,8	7,0	2,6	8,2
5	13,1	9,0	2,0	8,3	47	12,4	7,1	3,2	10,9	88	11,8	12,9	3,2	6,5
6	8,7	8,7	1,9	8,8	48	14,4	13,2	3,2	9,2	89	16,0	14,8	4,8	—
7	11,0	7,6	2,1	6,8	49	12,7	10,4	3,2	7,6	90	12,3	17,0	5,1	7,4
8	14,1	16,7	3,8	9,8	50	13,0	7,7	2,0	7,3	91	26,3	21,5	6,8	13,9
9	9,2	13,5	3,6	5,9	51	17,0	12,5	2,0	9,4	92	37,2	23,5	8,9	16,7
10	10,0	11,4	3,4	4,4	52	10,0	8,1	1,6	6,9	93	15,4	18,7	5,6	13,3
11	18,7	16,3	3,1	7,7	53	17,4	8,6	4,8	8,9	94	10,3	16,1	4,7	7,8
12	23,2	29,8	8,0	21,6	54	18,2	17,1	3,6	7,8	95	35,9	21,0	3,5	10,6
13	17,7	17,4	5,1	9,6	55	20,5	17,0	6,1	10,4	96	17,0	22,1	6,0	8,7
14	34,7	26,7	8,2	20,1	56	13,8	12,7	4,0	7,9	97	11,6	10,8	3,2	5,5
15	10,7	9,2	3,2	6,1	57	11,3	7,3	4,6	13,7	98	11,3	11,6	2,6	5,9
16	64,9	9,8	2,9	5,9	58	11,5	10,0	3,6	6,0	99	18,5	16,9	5,1	8,8
17	15,0	7,5	2,9	6,1	59	16,4	13,7	5,9	9,2	100	15,3	13,7	3,4	8,1
18	11,0	8,0	2,6	5,6	60	15,0	16,7	4,2	11,4	101	9,4	7,5	2,8	6,7
19	6,8	7,1	2,7	4,8	61	14,4	14,5	3,3	6,8	102	9,0	10,0	3,0	5,5
20	18,1	8,3	7,1	12,1	62	19,7	11,7	2,6	6,2	103	13,0	9,9	3,6	—
22	28,1	14,2	5,6	12,2	64	15,0	12,4	4,0	—	104	23,3	15,0	2,7	11,3
23	67,4	28,0	9,4	20,4	65	13,2	13,0	3,5	7,7	105	6,9	10,0	1,8	6,0
24	20,3	12,3	4,2	8,6	66	13,4	12,8	4,3	8,2	106	16,5	21,5	1,9	5,2
25	16,8	13,0	4,5	10,2	67	12,2	12,1	4,2	—	107	28,2	16,5	4,6	6,8
26	16,3	9,6	4,2	10,2	68	6,6	10,2	2,4	5,7	108	26,4	17,0	4,8	7,4
27	23,4	13,1	4,2	11,5	69	13,8	13,2	4,1	7,6	109	26,3	16,7	4,8	10,3
28	5,3	3,4	1,7	4,2	70	16,6	13,5	4,3	8,8	110	11,4	9,2	2,5	6,7
29	13,6	8,5	3,3	8,1	71	35,4	12,0	4,8	7,0	111	16,5	14,2	3,5	6,7
30	19,6	9,6	3,8	8,8	72	17,0	14,1	4,2	11,1	112	18,8	17,2	3,6	9,4
31	22,1	8,4	3,2	8,3	73	29,4	17,5	7,2	9,8	113	17,4	21,4	5,9	13,9
33	11,9	13,9	4,0	9,0	74	16,3	15,2	5,5	9,3	114	19,4	26,5	8,0	—
34	8,8	13,5	4,0	7,6	75	22,3	19,0	7,4	12,4	115	16,9	16,8	5,4	7,7
35	8,3	8,5	2,1	5,9	76	7,9	14,0	3,8	7,8	116	13,2	12,6	4,7	5,9
36	5,4	7,9	2,1	5,5	77	9,2	13,5	3,5	7,6	117	19,2	19,5	5,7	11,9
37	9,6	7,9	2,4	9,7	78	19,3	14,8	3,4	9,0	118	8,2	14,0	4,3	6,1
38	15,5	14,9	5,1	4,6	79	13,0	11,5	2,0	5,7	119	8,9	12,4	3,8	5,4
39	12,4	12,3	2,4	7,0	80	23,0	16,2	3,5	8,7	120	11,7	13,1	3,5	5,7
40	14,1	13,4	2,8	7,5	81	35,5	29,5	10,0	17,5	121	9,8	13,1	4,5	7,1
41	28,4	11,9	1,0	7,8	82	18,0	18,5	7,9	—	122	23,1	12,2	4,2	4,0
42	28,2	16,5	2,3	8,6	83	8,3	13,3	3,2	6,8	123	13,8	15,6	6,2	7,3

Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
124	10,0	13,1	3,0	6,3	174	11,3	7,0	1,6	4,0	224	19,6	15,7	4,3	—
125	15,4	14,0	4,8	7,3	175	21,9	8,6	1,9	4,6	225	15,7	13,3	3,4	6,3
126	22,9	15,0	6,5	7,9	176	21,9	8,6	2,1	8,3	226	15,4	12,9	5,0	5,5
127	17,2	17,9	7,0	10,5	177	13,2	6,7	1,0	4,6	227	16,5	12,3	4,3	5,5
128	10,8	15,6	2,5	6,9	178	21,2	6,5	1,3	4,8	228	18,8	8,6	3,8	5,2
129	8,2	13,0	2,1	5,0	179	14,5	8,8	2,3	8,3	229	23,1	12,1	4,0	6,3
130	26,2	24,6	7,0	14,7	180	61,6	27,5	8,0	16,9	230	36,2	22,0	11,9	11,1
131	37,1	19,3	8,1	9,3	181	34,2	23,8	6,4	15,4	231	8,5	8,6	3,9	5,3
132	26,8	29,6	11,5	18,6	182	18,0	12,8	2,3	7,5	232	31,9	9,7	2,0	5,0
133	14,4	24,6	9,0	9,9	183	16,6	23,7	3,1	10,4	233	21,9	15,6	4,4	7,6
134	23,9	39,3	15,3	16,9	184	22,6	19,8	3,3	7,4	234	6,9	—	—	4,4
135	29,2	26,7	10,5	15,1	185	19,0	20,3	4,3	7,2	235	6,5	8,6	1,2	4,7
136	6,7	13,4	2,8	6,6	186	28,7	21,4	6,1	9,9	236	11,7	8,4	4,4	5,2
137	8,5	14,3	1,8	6,5	187	19,7	16,0	2,4	7,5	237	24,8	24,6	3,8	11,9
138	19,4	15,4	4,1	6,4	188	20,7	21,4	5,3	12,0	238	13,7	12,9	1,8	5,0
139	32,0	19,6	4,3	8,4	189	18,4	11,4	2,2	5,2	239	18,4	17,7	2,4	6,2
140	8,5	7,1	1,3	—	190	22,9	10,0	1,8	5,7	240	11,0	16,3	2,7	6,7
141	17,4	16,4	2,8	5,9	191	24,5	20,5	4,2	15,0	241	30,4	21,8	4,6	8,4
142	15,3	15,0	3,1	8,6	192	24,1	13,5	2,8	7,7	243	15,6	15,5	3,4	—
143	24,1	12,2	2,6	8,5	193	21,4	11,4	2,0	8,1	244	10,1	16,3	1,6	6,4
144	19,9	13,4	2,9	9,2	194	23,2	13,5	2,3	10,2	245	26,8	20,8	4,3	—
145	24,4	17,1	4,0	7,6	195	24,0	14,9	2,3	10,3	246	18,1	22,6	4,2	7,9
146	12,3	14,8	3,9	8,5	196	25,0	13,4	1,9	—	247	21,0	22,0	4,0	7,8
147	41,1	18,7	3,2	9,6	197	42,4	12,7	1,7	—	248	24,1	21,4	3,8	11,2
148	29,7	30,0	10,1	19,7	198	30,8	15,5	3,1	9,5	249	9,7	17,1	3,6	8,6
149	18,4	17,7	3,2	9,2	199	14,2	14,1	2,6	9,5	250	21,4	12,6	1,8	5,8
150	28,5	16,0	4,5	9,0	200	23,9	13,3	2,3	7,6	251	19,4	17,6	2,1	6,6
151	26,5	22,4	7,8	11,3	201	13,5	11,2	2,2	6,2	252	18,9	12,0	1,6	5,8
152	38,7	22,6	6,9	10,6	202	23,9	15,6	2,6	9,1	253	13,4	12,9	6,2	4,4
153	18,7	19,8	5,9	10,3	203	21,0	18,2	6,8	10,0	254	17,9	16,0	1,3	4,9
154	9,8	15,1	2,3	9,4	204	18,9	11,2	3,1	6,6	255	19,4	27,0	6,7	17,2
155	14,2	14,6	2,9	9,1	205	27,8	12,2	2,6	8,8	256	32,0	23,8	7,2	17,4
156	12,0	15,7	2,7	8,4	206	18,5	10,8	3,1	—	257	22,1	7,0	1,0	4,7
157	29,6	22,1	6,7	11,6	207	26,6	11,5	7,0	13,1	258	16,3	9,9	1,6	7,2
158	19,6	12,9	3,6	8,4	208	23,1	18,8	7,0	6,3	259	38,7	23,0	5,8	8,4
159	16,7	10,5	2,9	5,1	209	15,8	9,5	1,7	4,8	260	22,1	20,3	3,4	10,2
160	26,8	18,2	3,7	9,4	210	13,2	8,2	1,7	5,8	261	22,6	20,3	6,3	7,6
161	37,6	16,6	4,8	11,9	211	11,1	8,5	1,5	4,6	262	52,4	23,0	8,4	9,3
162	15,8	9,4	2,0	7,4	212	28,5	9,0	3,0	5,7	263	9,8	9,3	2,9	9,1
163	7,7	6,4	2,2	5,1	213	29,2	9,8	3,8	5,0	264	18,6	19,5	3,0	5,5
164	16,1	14,0	2,8	7,1	214	24,6	9,7	4,6	5,1	265	11,7	19,5	5,8	7,9
165	14,3	7,6	2,0	6,6	215	20,0	8,1	3,0	5,3	266	19,6	21,0	5,7	8,9
166	13,0	12,9	2,6	8,0	216	27,3	6,4	2,5	6,1	267	21,7	12,8	3,2	5,2
167	37,8	13,0	3,1	8,1	217	8,7	5,3	1,6	—	268	15,0	16,3	3,9	7,1
168	22,6	16,9	3,5	12,7	218	24,6	6,0	2,2	4,8	269	21,5	18,2	3,5	8,0
169	16,4	7,4	2,3	—	219	15,5	7,0	5,0	5,0	270	16,8	12,6	4,1	5,4
170	22,1	13,9	4,3	12,1	220	19,6	21,5	8,0	14,1	271	13,1	15,8	3,8	6,9
171	17,8	7,3	2,3	6,9	221	21,3	19,4	5,9	10,4	272	20,9	21,4	5,6	9,4
172	23,5	6,8	1,7	5,0	222	17,6	15,6	3,4	9,4	273	12,2	18,7	3,6	7,3
173	10,6	8,4	2,2	7,0	223	16,5	16,0	3,6	10,8	274	20,2	16,6	4,6	7,3



Nummer.	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
275	7,2	19,0	2,5	5,8	327	31,5	21,4	5,8	11,9	377	17,7	10,9	3,5	7,6
276	8,5	12,5	3,4	5,0	328	37,7	14,4	4,5	7,7	378	23,3	11,5	2,9	9,0
277	24,2	18,5	6,0	8,4	329	60,9	8,3	1,7	7,1	379	7,1	7,3	2,5	4,2
278	17,9	12,9	4,5	—	330	27,7	20,6	4,0	11,4	380	44,4	22,6	6,4	9,9
279	14,9	1,6	1,5	—	331	25,6	28,0	3,5	22,6	381	22,0	12,1	6,2	8,0
280	17,2	14,2	3,9	7,6	332	80,2	139,0	32,8	121,7	382	29,6	12,5	5,3	7,1
281	24,7	21,9	5,0	9,0	333	37,2	15,3	2,7	7,9	383	18,9	17,1	6,4	9,8
282	24,2	20,4	5,2	6,9	334	23,1	17,7	2,8	11,4	384	17,4	10,4	4,0	8,0
283	16,8	18,2	4,8	7,1	335	12,1	14,7	2,9	9,0	385	10,0	8,5	2,2	5,2
284	19,6	18,8	6,2	7,3	336	23,1	19,0	4,3	9,7	386	17,0	8,8	2,3	5,2
285	16,4	14,8	4,6	6,4	337	17,8	19,6	3,7	7,1	387	19,2	14,2	4,9	8,4
286	25,9	14,5	4,2	6,7	338	23,5	15,6	1,7	11,0	388	15,4	8,3	3,7	10,1
289	15,0	12,9	3,8	5,7	339	20,0	11,9	0,9	10,3	389	14,6	8,8	3,2	6,6
290	21,6	16,1	3,8	6,2	340	12,1	9,2	0,5	6,4	390	9,4	8,2	3,1	6,9
291	18,4	11,3	3,2	—	341	16,3	12,1	1,0	9,3	391	22,8	10,1	3,2	6,9
292	20,5	10,8	2,2	6,0	342	30,4	11,8	1,2	9,2	392	39,5	20,2	4,7	10,5
293	29,4	12,0	2,6	6,0	343	15,9	10,0	3,7	9,0	393	19,3	12,2	4,0	6,2
294	28,0	12,6	4,1	6,1	344	28,6	11,4	6,2	13,7	394	11,6	9,6	5,1	5,5
295	18,8	13,4	5,4	8,2	345	18,9	9,1	3,3	7,6	395	10,1	7,7	3,6	6,0
296	24,9	17,5	3,6	12,8	346	20,5	12,2	1,5	9,7	396	21,2	12,1	5,4	7,2
297	17,5	19,2	6,8	6,0	347	8,3	6,5	0,4	6,1	397	16,7	10,6	4,6	8,1
298	24,1	21,4	7,1	7,7	348	38,7	18,5	2,4	16,3	398	14,5	10,6	3,7	8,0
299	24,1	24,6	7,5	7,8	349	15,2	12,5	1,2	9,3	399	12,5	10,2	3,3	6,9
300	35,3	25,4	7,5	9,6	350	28,4	10,0	2,5	7,4	400	23,4	18,0	0,3	20,7
301	15,5	19,0	5,0	6,9	351	17,8	13,9	1,4	9,7	401	13,1	24,4	1,5	19,5
302	20,0	18,7	5,7	7,6	352	20,6	11,4	1,3	6,6	402	11,0	5,3	1,1	3,8
303	15,5	20,3	5,7	6,5	353	16,5	10,7	0,9	9,1	403	9,0	12,1	4,1	7,6
304	11,8	16,6	4,0	4,6	354	9,6	18,9	3,3	10,6	404	11,7	9,8	1,8	7,4
305	20,6	22,6	4,5	9,5	355	13,2	15,4	2,6	8,0	405	12,3	9,8	1,5	7,5
306	19,3	23,5	5,1	—	356	16,3	12,3	2,1	5,9	406	12,1	13,6	2,8	11,3
307	21,5	23,3	9,3	20,5	357	33,5	18,6	4,1	10,6	407	9,2	9,1	1,2	5,6
308	18,8	17,0	5,3	5,6	358	8,3	12,0	1,8	5,0	408	16,7	10,7	2,0	7,8
309	26,5	28,4	7,4	11,8	359	7,6	11,9	1,7	4,5	409	12,5	8,2	1,9	6,2
310	13,1	16,3	4,5	6,8	360	13,3	17,8	2,5	6,8	410	16,6	10,1	2,1	7,0
311	20,9	23,0	9,7	9,3	361	13,8	16,8	2,6	8,4	411	13,5	6,4	1,7	7,2
312	29,9	21,6	7,4	11,1	362	19,9	18,8	3,5	10,3	412	29,7	5,8	2,1	6,4
313	19,3	28,4	8,5	12,8	363	21,0	19,3	4,2	9,4	413	22,4	5,1	2,2	5,7
314	16,6	21,7	8,0	7,9	364	21,1	18,1	3,2	8,1	414	15,1	5,6	2,9	6,1
315	31,4	25,0	6,4	13,5	365	12,9	14,5	2,6	6,8	415	13,6	4,5	1,5	5,0
316	16,9	21,4	3,9	9,7	366	34,1	15,0	2,1	6,8	416	3,9	5,2	1,2	3,6
317	21,0	20,9	2,5	—	367	11,5	8,9	1,7	6,2	417	15,3	22,0	4,2	13,9
318	39,5	26,4	7,5	—	368	21,0	16,5	2,6	8,2	418	13,2	10,6	2,9	8,7
319	15,4	13,6	10,1	—	369	17,4	14,1	3,3	10,3	419	23,6	9,4	3,0	8,6
320	32,0	21,5	3,5	11,0	370	17,2	10,5	2,3	—	420	14,1	8,0	1,9	7,7
321	12,7	11,7	3,5	5,6	371	22,6	19,1	4,8	12,3	421	16,0	5,7	2,3	6,5
322	24,1	18,2	2,1	10,7	372	8,5	5,4	1,3	4,9	422	8,5	6,5	1,3	4,7
323	31,0	20,6	4,6	10,4	373	12,3	10,2	4,4	6,6	423	14,5	3,3	1,1	3,8
324	36,1	22,5	4,0	10,3	374	14,5	14,1	2,8	6,8	424	12,4	7,2	1,4	6,3
325	32,5	27,1	6,5	13,6	375	17,7	14,2	4,1	8,3	425	14,5	6,7	1,8	6,5
326	29,9	21,4	6,4	9,2	376	54,0	33,0	4,8	19,5	426	19,3	9,8	2,0	5,3

Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
427	13,7	9,1	2,4	5,4	454	13,1	13,5	3,9	7,8	480	28,1	41,2	10,6	35,0
428	10,6	7,4	2,0	5,6	455	12,8	10,6	3,9	7,8	481	13,7	13,4	2,8	7,8
429	10,6	6,0	1,1	5,1	456	13,2	20,0	8,5	10,4	482	11,6	18,0	3,7	—
430	11,3	11,6	3,3	8,8	457	15,6	14,9	4,4	6,6	483	28,4	13,8	3,1	7,1
431	10,3	11,1	3,9	8,8	458	22,1	15,4	5,2	8,4	484	22,9	20,8	3,8	14,8
432	11,1	6,4	1,0	5,5	459	19,6	24,2	7,3	13,3	485	24,1	20,2	4,6	9,6
433	12,1	9,6	3,3	7,6	460	20,0	16,4	4,8	6,6	487	16,1	14,0	2,5	7,6
434	10,0	3,5	1,9	3,9	461	21,0	18,5	6,4	8,1	488	9,3	8,7	2,1	5,4
435	17,8	10,3	3,0	7,6	462	16,1	16,9	5,6	7,3	489	17,1	14,9	3,5	6,8
436	20,2	9,9	2,6	7,3	463	19,2	16,1	4,6	6,5	490	13,1	11,7	2,2	5,6
437	19,0	11,8	4,2	9,7	464	8,5	13,7	2,8	4,3	491	23,1	19,7	6,8	8,6
438	14,3	20,0	6,0	—	465	18,6	19,4	4,3	7,3	492	23,4	18,0	7,2	11,1
439	17,4	6,7	1,7	5,0	466	14,7	21,5	5,2	—	493	23,2	13,0	2,5	6,1
440	25,7	14,0	2,4	11,6	467	13,7	20,8	6,0	9,5	494	14,0	7,6	2,1	4,6
441	16,5	11,4	2,6	11,6	468	16,5	20,1	4,5	8,2	495	12,0	15,5	3,4	7,1
442	19,0	11,3	4,5	9,0	469	20,1	18,6	5,0	8,6	496	13,5	8,2	3,5	3,9
443	19,4	4,9	2,2	6,5	470	15,9	21,3	4,2	7,3	497	13,9	9,4	2,7	5,7
444	19,0	13,3	6,0	9,9	471	17,9	18,4	4,2	6,0	498	22,8	13,8	3,9	6,5
445	25,7	13,7	4,5	10,4	472	15,3	20,2	3,8	9,3	499	26,4	25,3	6,2	17,2
446	10,7	4,5	2,2	5,2	473	19,4	11,7	4,3	10,3	500	27,5	31,0	8,4	22,6
447	20,2	10,9	3,9	5,2	474	15,3	13,4	4,4	7,3	501	28,1	17,6	4,4	10,8
448	10,7	4,7	2,1	7,1	475	11,6	12,4	4,5	11,7	502	22,7	19,1	5,2	9,4
449	24,1	20,2	8,8	16,1	476	18,5	24,6	9,0	—	503	37,3	12,0	5,1	5,5
450	15,7	15,6	4,3	11,8	477	18,7	15,8	7,2	7,6	508	69,0	14,6	6,4	9,5
451	13,0	6,7	2,6	5,3	478	22,0	16,3	6,4	12,1	509	19,2	14,4	11,2	11,1
452	17,6	12,6	4,5	5,6	479	23,3	15,3	5,5	6,6	510	24,6	11,0	3,5	7,4
453	21,6	12,2	4,0	8,1										



Vergleichsuntersuchungen  
über die Kali-Düngebedürftigkeit der Böden durch Kationenaustausch  
mit den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Station  
in Insterburg.  
mg K<sub>2</sub>O in 100 g Boden.

Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
1	15,0	7,0	3,7	5,2	41	35,3	13,6	6,9	10,2	81	13,9	13,2	4,8	10,0
2	12,7	12,1	4,1	6,5	42	24,1	9,9	5,1	7,9	82	22,6	19,7	6,8	9,8
3	14,2	14,6	5,0	6,8	43	27,3	10,4	5,4	6,9	83	12,2	8,8	3,2	5,8
4	13,6	12,6	4,1	6,8	44	24,5	13,7	7,7	10,3	84	16,3	13,1	3,8	6,6
5	17,2	12,9	5,4	6,9	45	17,9	10,8	5,2	10,7	85	20,7	20,0	7,0	7,3
6	13,5	10,8	3,0	4,7	46	70,0	21,3	5,8	14,4	86	24,1	17,5	5,8	7,9
7	15,4	9,0	2,6	5,7	47	32,9	16,6	5,9	16,1	87	30,4	24,2	7,6	13,4
8	9,8	10,1	2,8	5,0	48	52,5	17,6	5,4	12,8	88	14,4	14,4	3,5	15,3
9	19,9	21,1	3,8	5,6	49	27,1	15,4	8,2	8,0	89	18,0	16,7	4,4	13,1
10	13,5	7,3	5,8	5,7	50	28,2	15,7	6,0	8,5	91	18,2	16,8	6,2	9,3
11	12,6	15,1	3,6	6,5	51	19,2	18,4	3,5	6,6	92	24,9	19,9	5,8	9,8
12	14,6	18,4	5,8	9,8	52	22,5	16,4	2,5	9,7	93	26,4	10,4	3,9	8,5
13	21,0	13,8	5,8	8,4	53	24,6	15,0	6,6	7,8	94	17,7	19,6	2,7	11,0
14	28,5	21,6	4,8	13,0	54	17,3	18,4	4,2	6,9	95	11,7	5,4	1,1	5,4
15	15,3	9,1	3,8	5,7	55	25,2	16,8	5,3	7,7	96	15,4	6,0	1,1	5,9
16	16,2	8,5	4,3	5,0	56	17,2	15,3	2,9	7,3	97	24,3	17,0	4,0	8,7
17	17,6	14,1	4,9	8,0	57	13,8	11,5	2,8	6,6	98	19,3	8,0	1,8	6,6
18	21,9	20,0	4,1	8,2	58	26,6	19,8	4,2	13,1	99	23,8	10,6	1,9	8,5
19	27,6	16,7	5,6	8,6	59	24,4	7,0	2,2	5,8	100	17,3	17,2	3,2	15,5
20	16,8	8,7	3,9	5,7	60	34,1	22,7	3,0	6,5	101	10,5	7,2	1,5	4,8
21	20,8	14,1	6,3	10,6	61	26,3	12,4	3,4	6,7	102	14,2	6,7	2,8	6,6
22	27,4	16,0	7,1	10,6	62	22,7	14,5	3,6	7,7	103	30,4	4,8	2,7	5,1
23	23,7	10,3	5,0	7,7	63	34,3	14,6	4,0	6,5	104	37,8	13,3	5,5	9,5
24	23,4	11,6	3,2	6,9	64	17,2	10,8	4,0	7,2	105	25,7	11,8	5,8	9,2
25	20,5	13,4	8,5	8,7	65	23,7	11,7	3,8	7,9	106	24,6	10,9	5,1	8,5
26	20,3	12,6	10,2	8,6	66	23,6	9,3	3,5	5,8	107	13,1	6,0	2,8	5,6
27	10,1	7,2	4,8	4,7	67	18,6	11,4	3,0	4,9	108	23,3	14,0	5,1	10,2
28	17,2	8,0	4,2	5,4	68	38,6	11,8	2,3	7,8	109	14,3	4,3	1,5	7,5
29	11,9	8,0	5,0	6,2	69	13,1	12,4	4,4	—	110	11,0	17,5	4,9	9,1
30	12,0	9,9	3,6	5,8	70	14,2	13,4	3,4	8,1	111	28,9	13,6	5,9	10,1
31	10,3	9,3	6,2	4,2	71	10,6	7,2	2,2	5,2	112	24,6	12,8	5,5	9,2
32	10,8	7,6	5,9	4,3	72	22,1	16,6	3,3	6,3	113	24,6	9,8	4,1	6,8
33	15,3	10,9	5,7	6,6	73	23,2	25,6	7,9	9,6	114	20,5	8,9	4,4	8,0
34	14,6	8,6	4,5	6,4	74	21,6	46,4	3,5	9,6	115	23,4	12,5	5,3	12,0
35	15,4	9,8	4,8	6,8	75	6,6	—	—	4,8	116	19,5	7,0	2,6	8,1
36	15,2	10,2	4,9	8,8	76	19,4	49,8	2,5	18,1	117	25,6	19,5	5,2	12,6
37	14,8	15,2	6,0	8,2	77	17,2	13,7	7,0	5,9	118	19,2	10,2	4,8	7,4
38	14,5	12,2	5,3	9,6	78	20,5	37,1	4,6	14,5	120	12,1	12,7	3,4	9,1
39	15,1	9,9	5,3	7,3	79	17,2	35,1	3,1	12,3	121	15,5	9,0	2,7	11,3
40	18,8	10,9	4,5	7,3	80	13,4	8,0	1,5	6,3	122	11,0	10,2	4,2	10,0

Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
123	19,6	12,4	2,9	11,6	164	9,0	8,1	5,6	5,1	204	8,3	7,4	3,3	6,1
124	13,1	8,4	2,2	7,8	165	19,3	7,3	5,1	4,7	205	10,7	10,7	3,8	5,6
125	16,7	6,6	2,5	7,0	166	18,1	13,9	7,2	7,8	206	7,2	8,8	3,2	3,5
126	19,4	13,7	2,5	6,5	167	6,0	7,7	6,1	3,6	207	14,2	14,9	4,6	6,2
127	27,0	15,4	3,2	7,9	168	12,3	8,4	4,6	6,1	208	11,2	10,0	5,1	4,3
128	19,9	13,4	5,1	7,5	169	19,3	24,0	11,7	12,9	209	9,5	10,2	3,2	5,2
130	25,3	17,6	4,1	13,8	170	17,8	11,9	7,4	6,3	210	7,2	13,0	4,0	6,5
132	20,9	13,1	5,4	6,7	171	15,9	13,2	8,7	4,7	211	19,9	11,4	4,2	5,2
133	18,9	15,3	6,4	9,3	172	18,9	16,3	10,8	8,0	212	25,2	16,2	5,3	7,8
136	27,9	7,9	4,6	5,3	173	14,3	9,0	6,5	6,6	213	10,3	9,8	3,6	4,0
137	15,4	9,3	3,6	7,4	174	19,4	11,6	5,4	5,6	214	15,4	8,8	6,8	5,1
138	11,0	6,7	3,1	7,1	175	16,3	11,2	4,2	2,4	215	18,0	9,0	4,8	6,3
139	18,0	8,0	7,1	5,7	176	15,4	6,0	5,5	4,5	216	10,0	8,0	6,4	4,8
140	14,4	9,0	2,6	4,7	177	19,2	7,6	5,4	5,1	217	10,1	8,9	8,2	4,9
141	11,6	9,0	2,0	6,8	178	15,6	9,8	5,5	4,9	218	15,4	10,8	6,7	6,2
142	14,6	8,0	2,9	8,2	179	14,5	9,5	5,0	5,5	219	13,4	6,3	2,8	6,1
143	15,6	6,6	2,8	5,6	180	10,1	8,2	4,8	3,8	220	14,5	10,4	7,0	7,3
144	13,7	7,6	2,5	4,3	181	13,3	8,9	6,5	4,5	221	10,7	11,8	4,7	4,3
145	21,0	8,9	3,6	6,1	182	20,6	9,8	4,8	7,3	222	9,8	9,9	4,1	7,8
146	61,7	6,5	2,9	4,3	183	13,2	8,9	6,9	4,3	223	11,8	9,6	4,8	5,2
147	67,9	7,6	3,4	4,9	184	23,4	19,2	10,9	9,8	224	24,3	18,3	10,8	8,9
148	25,5	6,0	2,5	5,6	185	10,0	7,2	4,4	4,5	225	25,9	12,1	6,5	7,5
149	20,8	8,0	3,3	5,1	187	16,9	12,0	5,8	7,0	226	20,0	8,3	6,3	5,4
151	30,3	12,5	4,1	7,4	188	11,6	8,0	5,4	3,1	227	6,3	6,0	3,0	4,2
152	17,4	15,6	4,5	8,2	189	21,0	11,8	6,1	5,2	228	11,6	8,2	4,4	8,9
153	21,1	50,1	14,0	36,0	190	14,1	9,0	4,8	5,1	229	33,3	10,2	4,3	7,1
154	63,1	16,5	4,8	6,4	194	18,9	17,5	12,5	8,3	230	21,1	6,3	3,6	5,3
155	50,3	43,2	14,1	33,6	195	7,0	17,5	6,3	5,8	231	23,8	10,1	5,0	7,2
156	18,9	32,0	9,5	10,1	196	14,3	10,3	4,9	5,2	232	18,1	6,7	3,5	5,6
157	15,6	14,8	6,3	6,0	198	25,8	17,3	5,6	7,0	233	22,4	6,7	3,4	5,5
158	18,9	18,6	4,6	7,8	199	17,8	17,4	4,8	6,9	234	14,0	4,8	2,8	3,6
159	14,3	15,3	4,4	5,3	200	11,4	9,3	4,8	5,3	235	16,8	9,6	3,6	8,9
160	23,6	21,7	8,4	8,5	201	7,7	7,5	3,8	5,4	236	20,9	7,8	3,6	5,4
161	18,7	20,4	8,1	6,1	202	16,0	18,2	4,2	9,7	237	25,3	8,9	3,8	6,6
162	15,6	22,8	10,9	9,0	203	11,3	8,0	2,5	5,9	238	28,8	11,3	4,9	8,6
163	21,2	10,9	5,8	5,6										



Vergleichsuntersuchungen  
über die Kali-Düngebedürftigkeit der Böden durch Kationenaustausch  
mit den Gefäßversuchen der Mitscherlich-Station  
in Allenstein.  
mg K<sub>2</sub>O in 100 g Boden.

Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
1	9,0	8,2	3,5	4,7	41	15,4	14,7	4,0	8,0	82	29,2	19,4	5,7	12,5
2	14,4	10,6	3,7	6,2	42	19,7	16,0	5,7	9,9	83	16,9	17,4	4,7	11,4
3	10,6	10,0	4,6	5,2	43	5,4	7,8	2,5	—	84	29,0	22,7	6,4	19,5
4	8,6	8,4	3,8	5,3	44	20,5	13,7	7,0	8,4	85	26,7	21,1	6,0	14,9
5	16,6	7,2	4,2	7,5	45	13,3	16,0	5,7	6,3	86	38,2	27,0	6,4	—
6	17,3	12,2	6,1	9,1	46	14,9	12,3	4,3	10,1	87	25,8	19,2	7,7	13,1
7	17,1	9,5	4,7	7,9	47	74,2	38,7	13,9	24,2	88	15,4	19,8	5,8	7,1
8	22,4	11,5	4,3	7,3	48	30,2	15,2	6,8	8,6	89	18,8	22,4	6,2	9,5
9	21,5	17,3	4,9	10,9	49	13,1	12,4	4,8	7,9	90	14,6	9,5	4,4	—
10	22,4	18,5	5,0	8,2	50	21,0	10,2	5,0	4,4	91	24,3	24,8	7,8	12,7
11	24,2	18,1	8,5	8,6	51	9,5	6,0	4,1	4,0	92	33,1	22,7	6,5	8,9
12	77,6	16,8	6,3	8,1	52	11,9	11,2	5,3	4,1	93	20,9	21,6	8,0	9,6
13	20,2	20,3	6,8	7,6	53	20,8	12,0	4,9	5,1	94	15,5	11,4	5,5	9,3
14	8,4	7,2	6,7	6,2	54	26,4	20,3	8,3	13,0	95	15,0	16,8	3,6	5,9
15	16,0	22,6	5,6	9,6	55	29,2	17,3	7,0	9,4	96	10,8	20,5	5,2	6,9
16	11,8	11,2	3,3	6,1	56	14,5	13,7	5,3	7,3	97	23,5	27,2	5,1	12,6
17	25,8	12,2	5,8	6,1	57	24,1	22,4	8,3	12,8	98	41,7	43,5	10,8	35,9
18	33,7	19,2	8,0	6,3	58	31,9	20,8	8,6	11,7	99	20,8	11,6	4,1	10,4
19	38,7	14,3	7,0	6,7	59	13,0	8,9	4,6	8,0	100	9,5	5,8	2,4	4,5
20	9,4	9,1	3,9	4,2	60	10,7	12,4	3,3	8,1	101	40,3	24,0	6,0	12,1
21	18,8	7,4	3,2	4,4	61	23,2	20,0	6,3	11,9	102	20,7	20,3	4,8	12,5
22	15,8	6,4	4,4	3,4	62	18,8	12,7	3,8	5,5	103	20,9	16,3	3,7	11,7
23	18,5	12,0	4,7	8,6	63	14,1	13,5	4,3	5,4	104	21,5	12,3	3,8	—
24	15,6	9,6	4,7	5,8	64	10,0	7,4	4,3	5,4	105	20,6	8,3	4,2	7,8
25	15,4	14,7	5,8	7,4	65	10,7	7,3	3,3	6,0	106	16,7	15,5	6,0	10,3
26	9,3	5,5	3,1	5,5	66	9,0	8,5	4,2	—	107	22,2	15,8	4,2	10,9
27	34,5	15,4	7,9	4,6	67	12,4	8,2	3,6	4,3	108	23,4	15,9	5,7	14,9
28	17,5	10,6	5,8	6,4	68	10,5	8,5	3,8	6,4	109	36,2	13,5	4,3	10,5
29	10,8	9,8	4,8	3,8	69	20,1	9,2	9,1	12,7	110	25,1	11,0	4,4	7,9
30	18,7	8,9	4,0	6,1	70	13,7	12,6	5,2	7,1	111	14,7	7,2	4,0	7,1
31	11,9	8,8	3,3	5,3	71	3,5	5,7	3,1	5,4	112	18,9	13,5	5,2	9,0
32	13,0	15,0	5,5	6,2	72	2,6	6,3	3,5	—	113	17,9	17,6	5,9	12,9
33	16,9	13,6	5,8	6,7	73	17,6	12,0	4,8	7,3	114	16,5	8,5	3,1	6,0
34	19,2	17,6	8,0	7,5	74	5,1	8,1	3,8	5,1	115	35,7	48,3	6,9	46,3
35	14,5	7,6	5,2	4,5	75	21,0	8,8	3,6	6,6	116	12,5	10,4	3,5	5,8
36	29,9	12,4	4,5	6,0	76	1,2	5,3	3,2	5,1	117	12,2	8,5	3,1	5,5
37	27,0	15,0	5,4	6,8	77	4,2	6,1	3,5	—	118	12,7	7,4	2,8	5,6
38	29,2	29,9	9,1	15,2	78	34,3	11,8	4,6	8,4	119	14,1	8,5	4,0	7,2
39	49,8	17,2	8,0	—	80	20,2	17,3	5,8	12,1	120	15,3	15,3	4,2	10,7
40	14,9	12,9	5,7	7,3	81	22,8	15,0	5,8	11,6	121	10,1	6,3	1,5	5,3

Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure	Nummer	Gefäßversuch	1. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	2. Extr. Na-Acetat + Essigsäure	Mg-Bikarbonat + Kohlensäure
122	9,5	7,6	3,5	5,8	180	23,8	24,2	4,6	9,0	222	7,3	—	—	5,2
123	14,6	9,6	5,0	4,5	181	7,0	—	—	12,5	223	14,4	—	—	12,5
144	4,6	6,2	2,5	3,5	182	21,5	19,0	3,3	6,2	224	5,1	—	—	—
145	13,2	12,1	4,8	7,8	183	16,4	18,3	3,1	7,0	225	10,0	—	—	7,3
146	8,7	7,2	4,7	5,0	184	11,6	12,2	3,4	8,1	226	13,6	—	—	8,1
147	7,0	4,6	3,5	2,7	185	19,1	17,4	4,2	10,4	227	5,8	—	—	8,7
148	11,8	8,3	3,7	5,7	186	16,6	25,5	5,1	7,0	228	11,8	—	—	7,6
149	8,0	7,3	4,3	4,6	187	10,6	19,6	4,3	7,8	229	2,4	—	—	—
150	15,8	12,9	6,0	8,2	188	9,2	11,1	3,2	—	230	11,2	—	—	7,2
151	12,6	12,1	6,4	4,9	189	10,0	17,7	3,7	8,0	231	23,0	—	—	8,5
152	10,1	11,4	4,5	5,9	190	18,2	15,4	4,3	4,8	234	11,9	—	—	8,3
153	9,8	9,9	3,5	6,5	191	7,7	11,1	4,1	5,3	236	25,1	—	—	13,7
154	30,9	21,1	7,2	12,7	192	16,1	12,9	3,7	6,1	237	19,4	—	—	12,1
155	11,0	8,9	3,5	5,6	193	9,0	12,1	4,0	6,6	239	16,1	—	—	6,0
156	11,9	10,2	5,2	6,0	194	16,8	12,1	4,6	4,8	240	9,0	—	—	—
157	13,9	9,5	5,1	7,4	195	4,9	13,5	3,6	4,7	242	11,5	—	—	6,4
158	16,5	16,5	7,5	11,1	196	13,8	17,9	5,2	6,5	243	24,5	—	—	12,1
159	27,1	25,9	5,4	8,5	197	6,5	13,1	4,2	5,4	244	11,3	—	—	9,9
160	12,5	9,9	4,8	7,4	198	16,1	15,9	4,4	7,3	246	19,1	—	—	21,6
161	17,8	16,2	5,1	13,5	199	11,1	13,6	3,6	5,7	247	26,3	—	—	11,5
162	21,0	11,8	5,1	8,4	200	18,5	16,9	4,9	7,3	248	16,5	—	—	9,6
163	18,8	19,9	6,2	11,1	201	10,6	20,4	5,3	8,5	249	22,5	—	—	6,0
164	24,6	8,9	3,6	5,8	202	23,2	—	—	13,8	250	23,5	—	—	7,4
165	9,5	8,3	3,6	5,3	203	17,2	—	—	8,7	251	8,4	—	—	—
166	17,3	13,4	4,0	10,6	204	21,7	—	—	9,1	252	6,5	—	—	—
168	21,9	14,1	4,5	11,4	205	18,5	—	—	13,1	253	12,5	—	—	7,2
169	21,1	6,2	4,3	9,1	206	9,6	—	—	9,9	254	14,7	—	—	10,9
171	17,2	20,5	4,6	11,3	212	15,1	—	—	7,6	255	9,6	—	—	—
172	15,3	16,3	3,7	7,8	214	24,0	—	—	8,4	256	14,5	—	—	6,1
173	8,8	12,6	3,0	7,4	215	6,9	—	—	5,2	257	11,2	—	—	4,5
174	15,6	10,4	3,4	6,1	216	32,4	—	—	15,1	258	13,8	—	—	8,8
175	17,5	9,4	3,8	6,3	217	15,2	—	—	8,3	259	12,1	—	—	7,3
176	11,0	19,2	4,8	9,8	218	14,7	—	—	6,6	260	14,0	—	—	7,0
177	13,9	9,1	4,2	6,9	219	18,6	—	—	10,3	261	11,9	—	—	5,3
178	8,5	8,7	3,7	6,9	220	8,2	—	—	5,4	262	10,3	—	—	4,5
179	10,6	18,2	2,6	6,6	221	9,1	—	—	8,3					



### Kurze Bemerkungen zu den $K_2O$ -Ergebnissen.

- I. Natriumacetat-Essigsäure-Austausch. Ausgeführt von *E. A. Mitscherlich* und *H. Beutelspacher-Königsberg* (Pr).

Der Eintauch des Kaliums in den Böden wurde mit 0,2-n Natriumacetat-Essigsäure-Lösung ( $pH=4.7$ ) im Verhältnis 1 : 25 durch wiederholtes Extrahieren der Proben bestimmt.

- II. Austausch mit Kohlensäure gesättigter 0,1-n Magnesium-Bikarbonat-Lösung. Ausgeführt von *C. Drey-spring* und *W. Heinz-Hamburg*.

Das Kali wurde gleichzeitig im  $P_2O_5$ -Extrakt (siehe Bemerkung III) mitbestimmt. Der leichtlösliche Kalivorrat (V) wurde aus dem 1. Extrakt (a) und dem 2. Extrakt (b) nach folgender Formel berechnet:

$$V = (a + \frac{b}{2})$$

