

folgt ist, und wie köstlich und fruchtbar diese bleibende, lebendige Beziehung für so manchen von uns geworden ist. Wer von denen, die daran teilnehmen durften, wird sich nicht mit Begeisterung des 4. August 1909 erinnern, an dem die alten Schüler nach Göttingen gekommen waren, ihrem Meister eine Ehrung darzubringen. Das Schönste und Überraschendste steuerte der Gefeierte selber zu dieser Feier bei: es war die meisterhafte, geistreiche Rede, mit der er den Anwesenden seinen Dank ausdrückte. Jedes einzelnen wurde darin mit eindringlicher Kennzeichnung seines Wesens und seiner Leistung gedacht, jeder empfand die freudige Überraschung, sich auf diese verständnisvolle Weise beobachtet zu wissen. So suchte er in wahrhaft großartiger Bescheidenheit von sich abzulenken, und doch trat er selbst in dieser unvergeßlichen Stunde um so heller ins Licht.

Und wenn ihm auch Goethes schmerzliche Alterserfahrung nicht fremd geblieben ist: „Lange leben heißt gar vieles überleben“, so wird ihm ein Tag, wie der achtzigste Geburtstag doch deutlich fühlbar machen, daß er nicht einsam und vergessen ist. Sein Werk lebt, seine Persönlichkeit wirkt auch noch aus der Zurückgezogenheit in die Weite. Was er als Forscher und als Mensch gegeben hat, bleibt unverlierbar und ein Vorbild für Generationen. E. Gildemeister. [A. 29.]

## Die Bestimmung des Nährstoffbedarfs der Böden nach der Neubauer-Keimpflanzenmethode

von S. GERICKE,

Versuchs- und Kontrollstation Oldenburg i. O.

(Eingeg. 4. Oktober 1926.)

In der agrikulturchemischen Forschung unseres Landes steht seit einigen Jahren die Bestimmung des Düngebedürfnisses des Bodens im Vordergrund des Interesses. Während man in den Berichten und Arbeiten ausländischer Institute z. B. Hollands, Amerikas oder Rußlands kaum etwas über die Notwendigkeit einer derartigen Bestimmungsart findet, zeigen die zahlreichen Arbeiten deutscher Forscher über diesen Gegenstand, wie notwendig eine Kenntnis des Nährstoffzustandes der Böden bei uns in Deutschland sein muß. Kein Boden ist ja auch während der langen Kriegsjahre und der folgenden in dem Maße ausgesaugt worden wie gerade der deutsche; Geldmangel und erschwerte Beschaffungsmöglichkeit haben vor allem dazu beigetragen, daß die deutschen Böden an Nährstoffen stark verarmt sind. Diese Verarmung macht sich erst in den letzten Jahren sehr bemerkbar, und im besonderen gilt dies für die Phosphorsäure. Feststellungen von Lemmermann\*) ergaben z. B., daß von 517 Düngungsversuchen 40,6% eine deutliche  $P_2O_5$ -Wirkung, 26,3% eine schwache  $P_2O_5$ -Wirkung, zusammen 66,9% und 33,1% keine bzw. zweifelhafte  $P_2O_5$ -Wirkung zeigten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß fast alle diese Versuche nur kurze Zeit liefen, und man deshalb nicht folgern darf, daß alle Böden, die keine Reaktion auf die Phosphorsäuredüngung gaben, auch für längere Zeit damit versorgt waren. Es ist deshalb erklärlich, wenn vielfach versucht wurde, eine möglichst genaue Methode ausfindig zu machen, die eine Erkennung des Nährstoffzustandes und vor allem des Nährstoffbedarfes des Bodens ermöglicht. Vegetations- und Feldversuche können oft nicht angelegt werden, sie sind auch zu umständlich und zeitraubend

und nicht brauchbar, wenn es sich darum handelt, schnell einen Einblick in das Düngebedürfnis eines Bodens zu bekommen. Es ist deshalb immer versucht worden, sich diese Kenntnis mit Hilfe von Laboratoriumsmethoden zu verschaffen, und zwar wurde zu diesem Zweck der Boden mit den verschiedensten Lösungsmitteln behandelt, wie Citronensäure, Essigsäure, Salpetersäure, Kohlensäure u. a., teilweise mit mehr oder weniger gutem Erfolg für die Erkennung des Nährstoffzustandes des Bodens. Während diese Untersuchungsmethoden stets mit chemischen Mitteln arbeiteten, gegen deren Anwendung der Einwurf immerhin berechtigt ist, daß sie nicht den Verhältnissen der Pflanzen, die auf dem untersuchten Boden wachsen, entsprechen, mußte die Methode von Neubauer, die von ganz anderen Gesichtspunkten ausgeht, eine besondere Beachtung hervorgerufen. Die große Anzahl der Arbeiten über diese Methode zeigen auch, wie groß das allseitige Interesse daran ist.

Neubauer geht bei seiner Methode von dem Gedanken aus, daß eine große Anzahl von Keimpflanzen eine kleine Bodenmenge innerhalb kurzer Zeit praktisch vollständig auszusaugen imstande ist und die leicht aufnehmbaren sogenannten „wurzellöslichen“ Nährstoffe in sich aufnehmen kann. In den Pflanzen können diese dann leicht mit Hilfe der üblichen analytischen Methoden bestimmt werden. Der grundlegende Unterschied zwischen den bisher üblichen Laboratoriumsmethoden, die mit chemischen Mitteln arbeiten, ist derjenige, daß hier die Pflanze selbst als Mittel zum Herauslösen der leicht zugänglichen Pflanzennährstoffe benutzt wird. Die Methode erstreckt sich zunächst nur auf die Bestimmung des wurzellöslichen Kalis und der Phosphorsäure, während sie bisher für die Bestimmung des Stickstoffs nicht geeignet ist<sup>1)</sup>.

Zur Ausführung dieser Bodenuntersuchung benutzt Neubauer 100 Roggenpflänzchen, die er in einer Bodenmenge von 100 g in Glasnapfen während einer Vegetationsdauer von 18 Tagen wachsen läßt. Nach Ablauf dieser Vegetationszeit werden die Pflänzchen von dem Boden durch Abspülen mit Wasser befreit, und der Gehalt der Keimpflanzen an Kali und Phosphorsäure festgestellt. Während unter natürlichen Verhältnissen 1 kg Saat etwa 30 000 kg Bodenmasse zur Verfügung stehen, müssen sich bei diesen Versuchen etwa 4 g Saat mit 100 g Boden begnügen, das ist nur ein Tausendstel der Bodenmenge unter natürlichen Verhältnissen. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß die Pflänzchen den Boden gründlich aussaugen<sup>2)</sup>. Durch die Keimpflanzen werden bei den verschiedenen Böden an Kali etwa 0–100 mg  $K_2O$  und an Phosphorsäure etwa 0–25 mg  $P_2O_5$  aufgenommen, doch sind diese äußersten Werte selten. Nach den Feststellungen Neubauers müssen die Keimpflänzchen aus 100 g Boden 8 mg  $P_2O_5$  und 24 mg  $K_2O$  entnehmen können, ehe der Boden als mit diesen Nährstoffen versorgt angesehen werden kann. Nach neueren Angaben Neubauers soll die Grenzzahl für die Phosphorsäure auf 6 mg  $P_2O_5$  festgesetzt werden. Die Ansichten über diese Grenzzahlen, d. h. über den Punkt, bei dem ein Düngebedürfnis vorliegt, sind noch sehr verschieden, so gibt z. B. Roemer<sup>3)</sup> folgende durch Versuche gefundene Werte an:

Für Hafer, Roggen . . . . .	4 mg $P_2O_5$	20 mg $K_2O$
Für Gerste, Weizen . . . . .	6 mg $P_2O_5$	30 mg $K_2O$

<sup>1)</sup> Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil B, 4, 553.

<sup>2)</sup> Vgl. auch Neubauer, Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil A, II. Jahrg., Heft 5.

<sup>3)</sup> Ill. Landw. Ztg. 1924, S. 17.

\*) Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil B, 3, 273 [1924], und Teil B, 4, 1 [1925].

Für Kartoffeln . . . . . 6 mg  $P_2O_5$  40 mg  $K_2O$   
 Für Zuckerrüben . . . . . 8 mg  $P_2O_5$  30 mg  $K_2O$   
 während Neubauer<sup>4)</sup> folgende Werte aus dem Nährstoffentzug hoher Ernten aus 1 ha berechnete, unter der Voraussetzung, daß 1 mg im Sinne der Keimpflanzenmethode 30 kg pro ha entspricht:

Roggen, Weizen . . . . .	8 mg $P_2O_5$	14 mg $K_2O$
Gerste, Hafer . . . . .	7 mg $P_2O_5$	18 mg $K_2O$
Rotklee . . . . .	9 mg $P_2O_5$	28 mg $K_2O$
Luzerne . . . . .	13 mg $P_2O_5$	34 mg $K_2O$
Kartoffeln . . . . .	10 mg $P_2O_5$	37 mg $K_2O$
Zuckerrüben . . . . .	12 mg $P_2O_5$	39 mg $K_2O$
Futtermühen . . . . .	14 mg $P_2O_5$	45 mg $K_2O$
Raps . . . . .	15 mg $P_2O_5$	23 mg $K_2O$

Ein Vergleich der Zahlen zeigt, daß die von Neubauer berechneten Grenzzahlen für  $P_2O_5$  im Vergleich zu den von Roemer experimentell gefundenen im allgemeinen wesentlich höher sind, während die Kaliwerte im großen und ganzen besser übereinstimmen. Andere Forscher, wie Densch<sup>5)</sup>, Blanck<sup>6)</sup>, Lange<sup>7)</sup>, kommen zu dem Ergebnis, daß mit Hilfe obiger Zahlen nicht immer eine scharfe Trennung zwischen bedürftigen und nichtbedürftigen Böden herbeizuführen ist, nur die Extreme der Bedürftigkeit bzw. Nichtbedürftigkeit konnten erfaßt werden. Die Methode bringt auch nach den Arbeiten von Spuy<sup>8)</sup> und Gerlach und Nolte<sup>9)</sup> die Notwendigkeit und Höhe einer Phosphorsäuredüngung nicht klar zum Ausdruck, während nach Ansicht Roemers die Rentabilität einer Düngung aus den gefundenen Werten wohl festzustellen ist.

Die Ansichten über den Wert und die Gültigkeit der von Neubauer angegebenen Grenzzahlen der Bedürftigkeit mögen verschieden sein, es kommt doch im wesentlichen bei der Methode darauf an, inwieweit ihre Befunde mit den Resultaten von praktischen Düngungsversuchen Übereinstimmung zeigen. Hierüber liegen ebenfalls eine ganze Reihe von Arbeiten vor. Umfangreiche Feldversuche zur Prüfung der Brauchbarkeit der Methode für die Praxis wurden erstmalig von Roemer<sup>10)</sup> durchgeführt. Wenn auch die Feldversuchsergebnisse nicht in allen Fällen genau dem, was nach der Neubaueranalyse zu erwarten war, entsprachen, so ist doch eine weitgehende Übereinstimmung festzustellen. Da der Feldversuch naturgemäß mit viel größeren Fehlerquellen arbeitet, ist eine stetige und genaue Übereinstimmung zwischen der Ertragssteigerung beim Felddüngungsversuch und der Neubaueranalyse nicht zu erwarten. Andere Untersuchungen in dieser Richtung von Engels und Mitarbeitern<sup>11)</sup> ergaben recht befriedigende und mit den Feldversuchen übereinstimmende Resultate; auch Opitz und Benade<sup>12)</sup> fanden recht gute Übereinstimmung zwischen Feldversuchsergebnissen und den Befunden der Keimpflanzenmethode. Dagegen konnte Densch<sup>13)</sup> bei seinen Versuchen nur eine beschränkte Übereinstimmung erzielen.

Neben diesen Felddüngungsversuchen wurden auch Gefäßversuche zur Prüfung der Methode angelegt, und zwar fand Densch<sup>13)</sup> dabei Resultate, die nicht zugunsten der Neubauermethode sprechen; auch bietet da-

nach die Methode keine Möglichkeit zu einer quantitativen Beurteilung des Bodens, so daß es zunächst nicht möglich ist, irgendwie z. B. aus dem  $P_2O_5$ -Gehalt des Bodens den Grad der Phosphorsäurebedürftigkeit desselben abzuleiten. Dagegen stimmten Gefäßversuche von Lemmermann<sup>14)</sup> mit den Zahlen der Neubauer-Untersuchungen gut überein. Auch Gerlach und Nolte<sup>15)</sup> untersuchten an Hand von Gefäßversuchen mit 20 Böden die Keimpflanzenmethode auf ihren praktischen Wert. Aus den Ergebnissen ist zu entnehmen, daß im allgemeinen die Mehrerträge mit steigendem Gehalt des Bodens an wurzellösllicher Phosphorsäure abnehmen; im einzelnen ist jedoch die Übereinstimmung nicht befriedigend, doch ist es möglich, daß durch Vervollkommen der Neubauer-Methode auch eine bessere Übereinstimmung erzielt werden kann.

Ferner wurden Versuche gemacht zur Prüfung der Frage, ob es möglich sei, mit Hilfe der Keimpflanzenmethode eine Düngung nachzuweisen. Es wurden hierzu Böden benutzt, deren Düngungsverhältnisse seit längeren Jahren bekannt waren; derartige Versuche wurden von Neubauer<sup>16)</sup>, Engels und Hirschberger<sup>17)</sup>, Opitz und Benade<sup>18)</sup> ausgeführt. Aus den Ergebnissen ist insgesamt zu entnehmen, daß die Keimpflanzenmethode in der Mehrzahl der Fälle imstande war, den Nährstoffzustand eines Bodens richtig zum Ausdruck zu bringen; es konnte festgestellt werden, ob ein Boden eine Düngung — insbesondere  $P_2O_5$  — bekommen hatte oder nicht, eine Übereinstimmung mit den Beobachtungen der Praxis konnte immer erzielt werden. Jedoch ließ sich nicht immer eine Düngebedürftigkeit mit Sicherheit feststellen, über die Höhe der zu bemessenden Düngermenge sagte die Methode nichts aus.

An Arbeiten über die Methode selbst, ihre Ausführung und ihre Schwächen liegt bereits ebenfalls eine große Anzahl vor. Beim Ansetzen des Versuches wird der zu untersuchende Boden mit möglichst reinem Quarzsand vermischt, der dazu dienen soll, die physikalische Beschaffenheit der Böden möglichst gleichmäßig zu gestalten und den Pflanzen einen besseren Halt zu geben. Um eine einheitliche Berechnung der Befunde auf den Boden zu ermöglichen, muß gleichzeitig eine Bestimmung nur mit reinem Sand angesetzt werden; durch Abzug dieses Befundes der blinden Bestimmung von dem Resultat des Bodens ergibt sich dann die durch die Keimpflanzen dem Boden entzogene Nährstoffmenge. Bei der großen Bedeutung der blinden Bestimmung als Grundlage für die Berechnung der Resultate verdient diese eine besondere Beachtung. Nach Neubauer bleibt der Gehalt der geernteten Pflänzchen gegenüber dem Gehalt der Körner an Kali und Phosphorsäure um etwa 1 mg Kali und 2 mg Phosphorsäure zurück. Dagegen beobachteten Opitz und Benade, daß die  $P_2O_5$ -Verluste bei einzelnen Roggensorten bis zu 17% gegenüber dem  $P_2O_5$ -Gehalt der Körner und im Höchstfall 9% des Kalis betragen können. Hähne<sup>19)</sup> fand in extremen Fällen (bei einer Temperatur von 9–12° und 22–23°) Differenzen von 30–40% der Kali- und über 50% der Phosphorsäureaufnahme. Doch ergibt die gleiche Roggensorte beim blinden Versuch stets wieder die gleichen Analysenzahlen; so wiederholten Opitz und Benade im Laufe eines halben Jahres die blinden Versuche 5 mal und fanden stets das gleiche Resultat. Wenn also stets die gleiche Roggensorte benutzt wird,

<sup>4)</sup> Ill. Landw. Ztg. 1925. S. 182.

<sup>5)</sup> Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil B, 4, 321. <sup>6)</sup> Ebenda, Teil B, 5, 118. <sup>7)</sup> Ebenda, Teil A, 6, 193. <sup>8)</sup> Ebenda, Teil A, 5, 281. <sup>9)</sup> Mittlg. Dtsch. Landwirtsch. Ges. 1926, Stck. 10.

<sup>10)</sup> Ebenda.

<sup>11)</sup> Ill. Landw. Ztg. 1924, 44, 497 und Landw. Jahrb. 60, 379 [1924].

<sup>12)</sup> Forschungsarb. aus d. Landw. Festschrift f. Edler, Parey 1925, S. 76.

<sup>13)</sup> Ebenda u. Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil B, 5, 97.

<sup>14)</sup> Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil B, 5, 105.

<sup>15)</sup> Ebenda. <sup>16)</sup> Ebenda Anm. 2.

<sup>17)</sup> Landw. Jahrb. 60, 379 [1924]. <sup>18)</sup> Ebenda.

<sup>19)</sup> Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil A, 6, 238.

ist die verschieden große Abwanderung der Nährstoffe ausgeschaltet, und die Berechnung der Analysen kann auf Grund der blinden Bestimmung ohne Bedenken erfolgen. Als Grund für die Abwanderung von Kali und Phosphorsäure bei den Versuchen mit reinem Sand gibt Rath sack<sup>20)</sup> an, daß durch das Konzentrationsgefälle der Zellflüssigkeit gegen den mit destilliertem Wasser angefeuchteten Sand einerseits und durch die Fähigkeit des Glassandes infolge seiner alkalisierenden Wirkung und vermöge seines Gehaltes an abschlembaren Teilen, Phosphorsäure zu adsorbieren oder chemisch zu binden, andererseits eine Endosmose der Phosphorsäure stattfindet. Nach Beobachtungen von Hähne fand die Abnahme des Phosphorsäuregehaltes zuerst am achten Tage nach der Aussaat statt und erreichte am 11. Tage eine Höhe von 7,3%, der weitere Verlust am 21. Tage von 9,6% ist mit dem Abbau der ganzen Pflanze zu erklären. Für Kali sind diese Verluste nicht so bedeutend, sie konnten nur vorübergehend nachgewiesen werden. Bei Benutzung des ursprünglichen Gehaltes der Körner an Kali und Phosphorsäure wurde bei armen Böden oft weniger Phosphorsäure in der Pflanzenasche als in den Körnern gefunden, so daß sich schlecht vergleichbare Resultate ergaben.

Neubauer schreibt für die Vegetationsversuche eine Wassermenge von 80 g vor, da nach seinen Untersuchungen diese Menge fast an der Grenze des Aufsaugungsvermögens des Sandes steht. Eine weitere Steigerung erschwert die Ausführung der Versuche, kann auch die Luftversorgung der Pflanze hindern, dagegen gedeihen die Pflanzen auch noch gut mit der halben Wassermenge von 40 g. An eingehenden Untersuchungen über den Einfluß der Wassermenge hat es nicht gefehlt. So schließen Opitz und Benade aus ihren Versuchen daß die Wassermenge bei den verwandten Bodenproben keine Veränderung der Stoffaufnahme verursacht hat, dabei handelte es sich hier um zwei Extreme im Wasserfassungsvermögen. Im allgemeinen wird eine Wassermenge von 80 g 63,70%, der wasserfassenden Kraft des Boden-Sandgemisches, also dem Optimum, entsprechen. Kruppa<sup>21)</sup> fand dagegen, daß steigende Wassermengen bis zu einem gewissen Grade steigende Phosphorsäure- und Kaliergebnisse verursachen, und zwar wird am meisten die Phosphorsäure beeinflusst, während die Kaliwerte weniger schwanken. Bei Verwendung von sehr grobem Sand kann die Wassermenge von 80 g zu hoch sein, die ein Ersticken und schlechtes Aufgehen der Körner zur Folge hat.

Dem Einfluß des Lichtes auf das Wachstum und die Aufnahme der Nährstoffe wurde anfänglich eine größere Bedeutung zugeschrieben, doch stellte sich im allgemeinen heraus, daß dieser nicht sehr wesentlich ist. Versuche hierüber von Hähne, Kruppa, Günther<sup>22)</sup>, Opitz und Benade zeigten, daß Fehlen des Lichts nur eine geringe Depression der Phosphorsäurezahlen und keine der Kalizahlen zur Folge hatte, während durch Halblight die Entwicklungsenergie der Pflanzen gelitten zu haben schien. Es wird sich deshalb empfehlen, die Neubauer-Versuche möglichst hell zu setzen.

Die Ansichten über die Länge der Vegetationszeit sind noch sehr verschieden. Alle Beobachtungen einigen sich jedoch in dem Punkte, daß die Pflanzen etwa bis zum 12. Tage freudiges Wachstum zeigen, dann in ihrer Entwicklung stehenbleiben und schließlich anfangen,

schlaff zu werden und zu vergilben. Diese Erscheinungen sprechen nach Neubauer für eine 14 tägige Vegetationszeit. Versuche über den Einfluß einer längeren Vegetationsdauer auf den Gehalt der Keimpflanzen an Phosphorsäure und Kali zeigten, daß bei einer Verlängerung der Gehalt der Keimpflanzen an Phosphorsäure und Kali sinkt, es tritt also eine Rückwanderung der Nährstoffe ein. Bei einer unter 14 Tage bleibenden Vegetationszeit wurde die Höchstaufnahme nicht erreicht, und zwar blieb das Kali mehr zurück als die Phosphorsäure; Neubauer hält deshalb eine mittlere Zahl von 18 Tagen als Wachstumszeit für angebracht. Opitz und Benade nehmen an, daß beim Zeichen des beginnenden Verfalls, also Gelbwerden der Sprossen, der etwa am 12. oder 13. Tage beginnt und sich im Verlaufe von zwei weiteren Tagen auf sämtliche Pflanzenspitzen erstreckt, die Nährstoffaufnahme beendet, und daß von nun an eher mit einer Abnahme der Mineralstoffe zu rechnen ist. Hiernach scheint es richtiger, den 14. oder 15. Tag als Zeitpunkt zum Auswaschen der Pflanzen festzulegen. Wenn somit die Ansichten über den Zeitpunkt der Ernte verschieden sind, so ist es dringend erforderlich, daß man sich auf eine bestimmte Länge der Vegetationsdauer einigt, um einheitliche und vergleichbare Resultate zu erhalten. Die Vegetationsdauer erweist sich jedenfalls bestimmt von Einfluß auf die Aufnahme der Nährstoffe und die Analysenergebnisse und damit auf die Beurteilung des untersuchten Bodens.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Keimpflanzenmethode, wenn auch der Ausfall ihrer Ergebnisse mehr oder weniger abhängig ist von den verschiedensten äußeren Einflüssen wie Licht, Temperatur, Vegetationsdauer, Wasser, eine Möglichkeit bietet, sich schnell über den Nährstoffzustand eines Bodens Kenntnis zu verschaffen. Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen konnte mit Hilfe der Methode in zahlreichen Fällen erkannt werden, ob ein Boden gedüngt worden war oder nicht, in gewissen Fällen konnte auch bei Gefäßversuchen der Nährstoffzustand sicher festgestellt werden, doch kamen zwischen dem Ausfall der Gefäßversuche und den Resultaten der Neubauer-Untersuchungen oft erhebliche Differenzen vor. Die Übereinstimmung mit dem Ausfall der Feldversuche war im allgemeinen besser; wenn auch in einzelnen Fällen übereinstimmende Resultate nicht zu erzielen waren, so war die Neubauer-Methode doch imstande, in vielen Fällen den Nährstoffzustand des Bodens an Phosphorsäure und Kali richtig wiederzugeben, und das ist schon ein großer Gewinn für die landwirtschaftliche Praxis. Wenn es auf Grund weiterer Arbeiten gelingt, die Einflüsse, die auf den Ausfall der Resultate und damit auf die Beurteilung des Bodens störend einwirken, auf ein Minimum herabzudrücken, wird man in der Keimpflanzenmethode ein Mittel besitzen, mit dem man sich in verhältnismäßig kurzer Zeit einen brauchbaren Einblick in den Nährstoffzustand des Bodens verschaffen kann.

[A. 273.]

## Über die Oxydation von Benzin durch Luft

von Dr. MICHAEL FREUND, Budapest.

(Eingeg. 13. Okt. 1926).

Vorliegende Arbeit wurde durch Dr. Géza Palik als Dissertation im Laboratorium der „Ungarischen Petroleum Industrie A.-G.“ zu Budapest, auf Anregung des Verfassers, durchgeführt und hatte den Beweis zu erbringen, ob auch die niedrigen Glieder der Kohlen-

<sup>20)</sup> Ungedr. Dissertat. Jena 1924.

<sup>21)</sup> Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil A, 7, 73.

<sup>22)</sup> Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng., Teil B, Bd. 5, 32.