

Beziehungen zwischen Magnesiumgehalt des Bodens, Mangelsymptomen und dem Mehrertrag niederländischer Böden

(Aus dem Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen)

Von C. M. J. Sluijsmans

Es liegen bisher nur wenige Arbeiten vor über den Zusammenhang zwischen dem Magnesiumgehalt des Bodens und dem Ertrag. Zwar sind an mehreren Stellen in der Literatur „Grenzwerte“ für die Magnesiumbedürftigkeit des Bodens vorgeschlagen worden, aber die betreffenden Untersuchungen hatten entweder nur einen geringen Umfang oder, wenn es sich um umfassende Forschungen handelte, beschränkten sie sich auf die Beziehung zwischen dem Mg-Gehalt des Bodens und den auftretenden Mangelercheinungen (1, 2). Eine Ausnahme muß gemacht werden für Futterrüben, über deren Ertragsempfindlichkeit von Bakermans und Hamming (3) berichtet worden ist. Weiter haben Stenuit und Piot kürzlich ihre Versuche mit Hafer und Kartoffeln veröffentlicht (4).

Diese Mitteilung beschränkt sich auf die Kartoffel, weil die Ergebnisse mit sonstigen Gewächsen noch nicht befriedigend ausgearbeitet worden sind. Weiter werden nur die Erfahrungen auf diluvialen Sand- und „moorkolonialen“ Böden (eine Mischung von Sand und Hochmoor) eingeschlossen, weil die Versuche hauptsächlich auf diesen Böden durchgeführt worden sind.

Mg-Gehalt des Bodens und Ertrag

Das zu besprechende Material umfaßt die Ergebnisse von 115 Versuchsfeldern. Alle Daten stammen aus der Periode ab 1953 bis einschließlich 1957. Auf 8 dieser 115 Versuchsfelder wurden Kartoffeln in zwei verschiedenen Jahren angebaut, so daß 123 Versuchsjahre zur Verfügung standen.

Die Versuchsfelder waren ziemlich gut über die Sand- und moorkolonialen Gebiete Hollands zerstreut mit dem Schwerpunkt im Süden, wo Mg-Mangel am meisten auftritt (Abb. 1, S. 18).

Für jedes Versuchsfeld wurde der mit der höchsten Mg-Düngung erreichte Mehrertrag ausgerechnet und ausgedrückt in Prozenten des Ertrages ohne Mg-Düngung. Der Zusammenhang zwischen diesen Mehrerträgen und den Mg-Gehalten der Böden ist aufgeführt in Abb. 2, S. 19.

Der mittlere Ertrag ohne Mg-Düngung betrug 320 dz je ha.

Der Magnesiumgehalt wurde bestimmt mittels einer Extraktion mit 0,5 n NaCl-Lösung. Diese Methode gibt etwa gleiche Zahlen wie die Methode von Schachtschabel (5) mit 0,025 n CaCl₂-Lösung.

Die Ertragssteigerung ist offenbar sehr stark, wenn es sich um Böden handelt mit einem Mg-Gehalt niedriger als 1 mg Mg je 100 g Boden. Je nachdem der Gehalt ansteigt, nimmt der Mehrertrag allmählich ab und verschwindet bei einem Gehalt von etwa 5 mg. Zahlenmäßig beträgt der Mehrertrag bei einem Gehalt von 1 mg etwa 7,5%, bei 2 mg 3,5%, bei 3 mg 2,5%, bei 4 mg 1,5% und bei 5 mg etwa 0,5%. Es sei darauf hingewiesen, daß von Schachtschabel (2) auf Grund seiner Beobachtungen der Mangelercheinungen für Sandböden ein „Grenzwert“ von 5 mg vorgeschlagen worden ist.

Aus Abb. 2 ist weiter ersichtlich, daß die Unterschiede zwischen den Jahren nicht deutlich sind.

Abb. 3, S. 19 stellt denselben Zusammenhang dar wie Abb. 2, nur sind die Sorten mit verschiedenen Symbolen angegeben worden. Hinsichtlich ihrer Ertragsempfindlichkeit stellen sich die Sorten *Voran* und *Libertas* als etwa ähnlich heraus, während über die Empfindlichkeit der übrigen Sorten ihrer geringen Anzahl wegen keine Schlußfolgerungen gemacht werden können. Übrigens ist es bekannt, daß es allerdings Sortenunterschiede gibt. Dazu konnte eine Anzahl von 16 Versuchsfeldern herangezogen werden, auf denen die Sorten *Voran* und *Bintje* nebeneinander angebaut wurden. Der Mehrertrag durch eine Mg-Düngung war in 14 Fällen für *Voran* größer als für *Bintje* und betrug im Durchschnitt der 16 Versuche 31 und 21%. Es scheint uns aber, daß die Sortenunterschiede im allgemeinen bei der Beratung keine große Rolle zu spielen brauchen.

A priori ist es nicht ausgeschlossen, daß der in den Abb. 2 und 3 aufgeführte Zusammenhang einer Störung ausgesetzt ist infolge Korrelationen zwischen dem Mg-Gehalt des

Bodens und sonstigen Faktoren. So wäre es zum Beispiel möglich, daß eine positive Korrelation zwischen *Mg-Gehalt* und *pH* Anlaß gibt zu einem relativ zu großen Mehrertrag bei niedrigen *Mg-Gehalten*, vorausgesetzt, daß der

Erfolg einer *Mg-Düngung* um so größer ist je saurer der Boden ist.

Um für derartige störenden Einflüsse korrigieren zu können haben wir versucht die Wirkung eines ansteigenden *pH-Wertes*, *K-Dün-*



Abb. 1

Lage der Versuchsfelder

gung und eines ansteigenden Gehaltes an *organischer Substanz* aus dem gesamten Material zu analysieren. Aus dieser Bearbeitung stellte sich heraus, daß:

1. der *pH-Wert* keinen oder nur einen schwachen Einfluß auf den Erfolg einer *Mg-Düngung* ausübt wenn es sich handelt um *pH-Werte* höher als 4,0 (*pH-KCl*). Diese Schlußfolgerung trifft nicht zu für Hafer, wie aus einer früheren Arbeit von Ferrari und Sluijsmans (1) hervorgeht.

2. auf Böden mit einem *Mg-Gehalt* zwischen 1,0 und 3,5 mg Mg je 100 g der Erfolg einer *Mg-Düngung* im Mittel nur um 1 bis 2% erhöht wird je 100 kg zusätzliche *K-Düngung* (ausgedrückt als K_2O). Die angewandte Kalimenge ist aber von viel größerer Bedeutung auf Böden mit einem *Mg-Gehalt* von weniger als 1 mg.

3. ein Einfluß des Gehaltes an *organischer Substanz* nicht festzustellen war.

Diese Erfahrungen geben Anlaß zu der

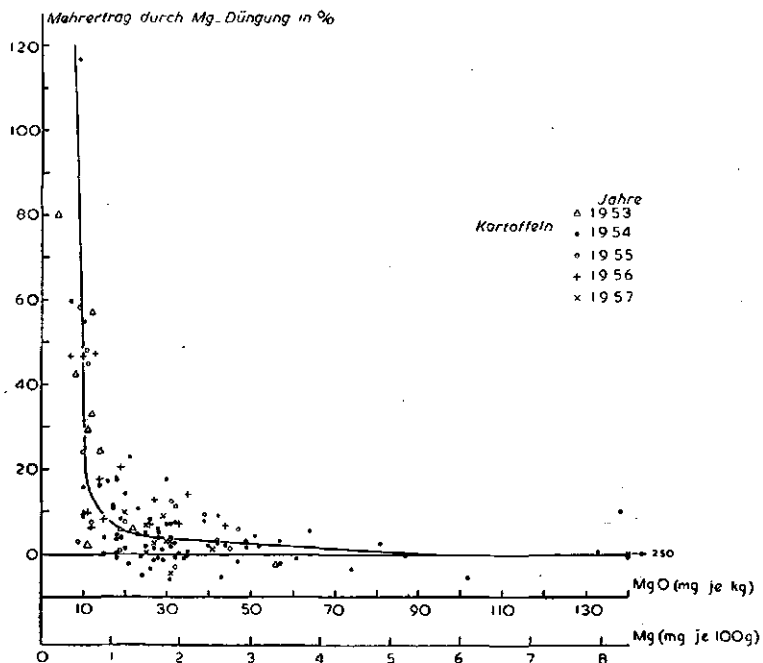


Abb. 2

Zusammenhang zwischen dem Mg-Gehalt des Bodens und dem Mehrertrag an Kartoffeln durch Mg-Düngung in verschiedenen Jahren.

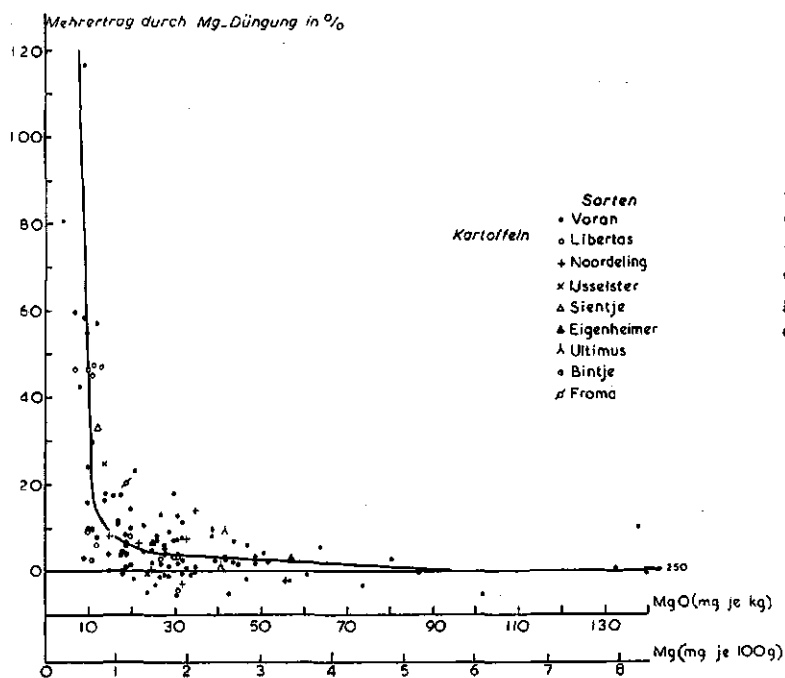


Abb. 3

Zusammenhang zwischen dem Mg-Gehalt des Bodens und dem Mehrertrag durch Mg-Düngung in Abhängigkeit von der Kartoffelsorte.

Schlußfolgerung, daß der abgebildete Zusammenhang zwischen Mg-Gehalt und Mehrertrag nicht oder nur wenig von hinderlichen Korrelationen gestört worden ist.

Der Magnesiumversorgungsgrad niederländischer Sandböden

Legt man den erwähnten Zusammenhang zwischen Mg-Gehalt des Bodens und Mehr-

ertrag einer Schätzung des in den Niederlanden zu erreichenden Mehrertrages zugrunde, dann kann man eine Ertragskarte (Abb. 4) herstellen. Das Land ist in Amtsbezirke der Landwirtschaftsberater eingeteilt, wo Sandböden vorhanden sind. Im Westen und äußersten Norden ist das Areal der Sandböden ohne Bedeutung. Die Schraffierung weist hin auf den durch Mg-Düngung für das gesamte Gebiet durchschnittlich zu erreichenden Mehr-

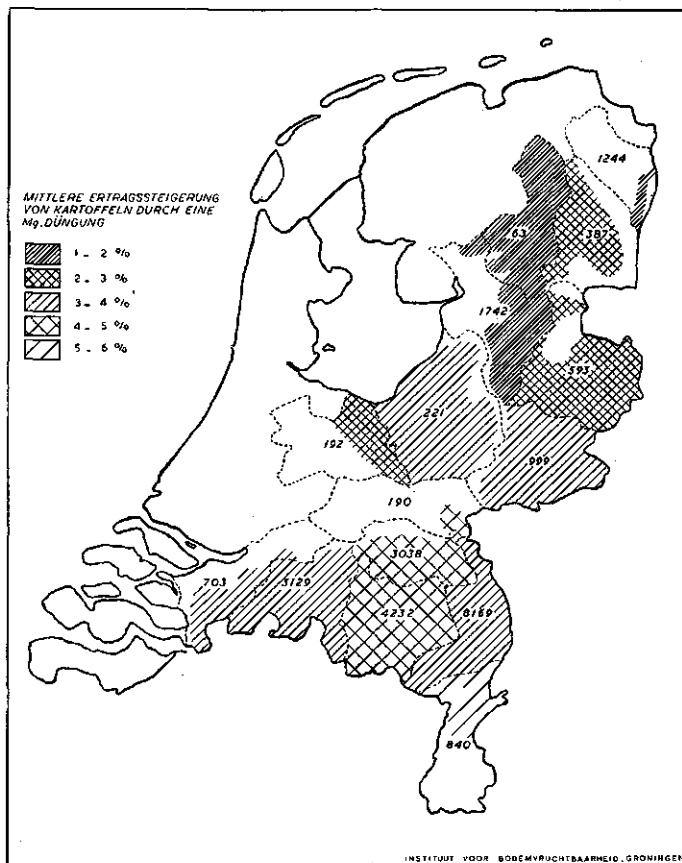


Abb. 4

Der Magnesiumversorgungsgrad holländischer Sandböden. Die Ziffer in jedem Gebiet gibt die Anzahl der untersuchten Bodenproben in der Periode vom 1. Mai 1955 bis 1. Mai 1956 an

ertrag im Vergleich zu völliger Unterlassung einer Zufuhr von Mg. Es ist unnötig zu sagen, daß auch in den Gebieten mit nach dieser Karte relativ gutem Versorgungsgrad trotzdem

Äcker vorkommen, auf denen eine Mg-Düngung einen großen Erfolg haben kann.

Die in der Praxis auftretenden Ertragsverluste infolge Mg-Mangels sind geringer als aus

Abb. 4 hervorgeht, weil für Kartoffeln oft Mg zugeführt wird, wenn auch nicht immer bewußt, zum Beispiel mit Stallmist oder Patentkali. Eine bessere Mg-Versorgung als die heutige wird zu Mehrerträgen führen, die ungefähr die Hälfte sind von den in Abb. 4 erwähnten Mehrerträgen.

Die für Kartoffeln erforderliche Mg-Menge

Die Frage der erforderlichen Mg-Menge kann mit vorliegenden Versuchsergebnissen nicht unmittelbar beantwortet werden, weil in den meisten Versuchen nur eine Mg-Gabe angewandt wurde. Es ist aber möglich, die mindestens benötigte Mg-Menge annähernd anzugeben, wie aus der folgenden Betrachtung hervorgeht.

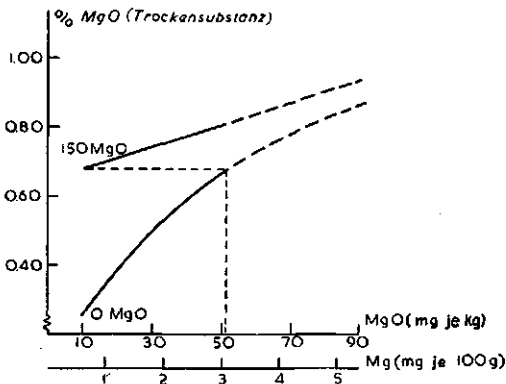


Abb. 5

Zusammenhang zwischen dem Mg-Gehalt des Bodens und dem MgO-Gehalt des Kartoffelkrautes

Abb. 5 stellt das Ergebnis einer Serie von etwa 60 Versuchen dar, die im Jahre 1954 mit der Sorte *Voran* durchgeführt worden sind. Etwa am Zeitpunkt der *Blüte* wurden von jedem Feld *Blattproben* genommen, in denen der MgO-Gehalt bestimmt wurde. Die Abb. gibt den Zusammenhang zwischen Mg-Gehalt des Bodens und MgO-Gehalt der Trockensubstanz, nachdem der letztere auf Einflüsse sonstiger Faktoren korrigiert worden ist. Die untere Kurve bezieht sich auf die Parzellen ohne Mg-Düngung, die obere auf die Parzellen, die mit 150 kg je ha (als *Kieserit*) gedüngt wurden.

Weil das Gewicht der Ackerkrume (20 cm Tiefe) der Sandböden etwa 2,5 Million kg je ha ist, entspricht eine Düngung mit 150 kg MgO einer Erhöhung des Mg-Gehaltes des Bodens von 60 mg MgO je kg oder 3,6 mg Mg je 100 g Boden unter der Voraussetzung, daß das Düngungs-Mg völlig im austauschbaren Mg zum Ausdruck gelangt. Nach Abb. 5 aber stimmt die Wirkung einer Mg-Düngung mit 150 kg MgO in dem Bereich der Mg-armen Böden überein mit einem um 2,4 mg Mg je 100 g Boden höheren Mg-Gehalt des Bodens, in dem Bereiche der reicheren Böden sogar mit einer geringeren Gehaltserhöhung. Daraus ergibt sich, daß das *Düngermagnesium* einen schwächeren Einfluß auf die Pflanze ausübt als auf Grund der beschriebenen Berechnung erwartet werden kann. Um die Mg-Versorgung der Pflanzen auf einem Boden mit 1 mg Mg je 100 g auf ein gleiches Niveau zu bringen wie die Versorgung auf einem Boden mit 2 mg je 100 g sollten also nicht nur 25 kg Mg je ha, sondern mehr zugefügt werden. Für diesen Fall können 25 kg Mg (40 kg MgO) als die mindestens benötigte Menge betrachtet werden.

Es scheint uns wünschenswert, wenigstens eine solche Mg-Versorgung anzustreben, die der Versorgung bei einem Gehalt von 4,5 mg Mg je 100 g entspricht, weil der Ertragsverlust infolge Mg-Mangels bei diesem Gehalt (1%) sehr gering ist. Die mindestens dazu benötigten Mengen, berechnet in der oben erwähnten Weise, werden in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Mg-Gehalt in mg/100 g	1	2	3	4	5
Mindestens benötigte Mg-Menge (kg MgO je ha)	140	100	60	20	0

Vorläufig können wir nur feststellen, daß diese Richtlinie nicht mit den Versuchserfahrungen in Widerspruch steht. Aus Abb. 6, S. 22, die den Zusammenhang zwischen dem *Mg-Gehalt des Bodens* und den auftretenden *Mangelerscheinungen* (bonitiert in einer Skala von 1 bis 10) darstellt für den Fall, daß mit 50 kg MgO je ha gedüngt wurde, ist zu entnehmen, daß diese Menge unzureichend ist bei einem Gehalt von 1—2 und möglich auch noch von 3 mg je 100 g Boden.

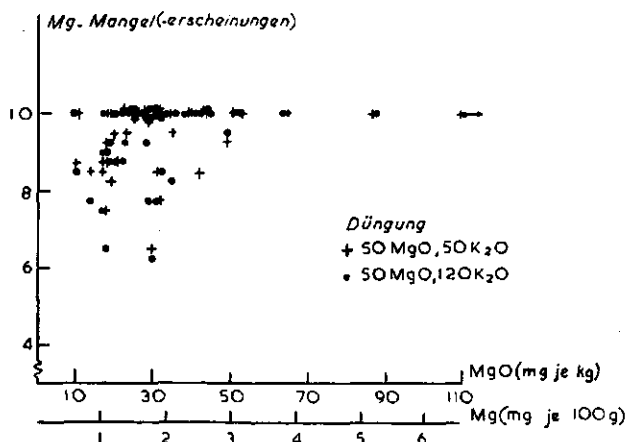


Abb. 6

Zusammenhang zwischen dem Mg-Gehalt des Bodens und dem Auftreten von Mangelererscheinungen bei einer Düngung von 50 kg MgO je ha

Beziehung zwischen Mangelsymptomen und Erträgen

Es hat keinen Sinn, die Beziehung zwischen Symptom und Ertrag zu besprechen, ohne die Zeit der Beobachtung oder, besser noch, das Entwicklungsstadium der Pflanze zu berücksichtigen. Wenn man über diese Beziehung spricht, muß außerdem immer die Sorte genannt werden, weil es nicht ausgeschlossen ist, daß die eine Sorte im Vergleich mit der andern stärker in ihrem Ertrag beeinflußt wird als aus den Symptomen hervorgeht.

Für die Sorte *Voran*, beobachtet in der zweiten Hälfte vom Juli, trifft der in Abb. 7 aufgeführte Zusammenhang zu. Die betreffenden Versuche wurden im Jahre 1954 durchgeführt; jeder Punkt bezieht sich auf ein anderes Versuchsfeld. Die Symptome wurden bonitiert in einer Skala von 1 bis 10 (10 heißt keine sichtbaren Mangelererscheinungen). Augenscheinlich ist das Auftreten von Mangelsymptomen mit Ertragsverlusten verbunden. Die Mg-Düngung hat aber auch auf den Äckern, wo die Pflanzen im Juli keine Mangelererscheinungen zeigten und also mit 10 bonitiert wurden, noch einen Mehrertrag von durchschnittlich 1% gegeben.

Dieser Mehrertrag ist aber so gering, daß für Forschungszwecke ohne Zweifel die Heranziehung von Mangelererscheinungen von Wert ist. Es bleibt aber wünschenswert, diese Methode

durch Ertragsergebnisse zu ergänzen, um auch über die Größe der Ertragsverluste urteilen zu können.

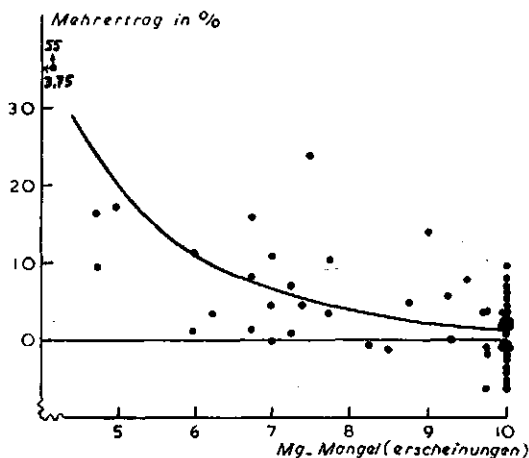


Abb. 7

Zusammenhang zwischen Mangelererscheinungen und dem Mehrertrag durch Mg-Düngung

Zusammenfassung

Aus einem Material von 123 Versuchsjahren hat sich ergeben, daß die *Kartoffel* besonders dankbar ist für eine Mg-Düngung auf Sandböden mit Mg-Gehalten niedriger als 1 mg Mg je 100 g Boden. Wenn der Mg-Gehalt auf Sandböden höher ist als 5 mg hat eine Mg-Düngung meistens keinen Erfolg (Abb. 2 und 3).

Die Einflüsse vom *pH-Wert*, vom Gehalt an *organischer Substanz* und von der *K-Düngung* auf den durch Mg-Düngung zu erreichenden Mehrertrag sind im Bereiche der normalen Mg-Gehalte der Böden von geringer Bedeutung.

Mit Hilfe des Zusammenhangs zwischen *Mg-Gehalt* und *Mehrertrag* wurde eine Ertragskarte hergestellt, die einen Eindruck gibt über den Magnesiumversorgungsgrad niederländischer Sandböden (Abb. 4).

Ein Vorschlag wurde gemacht für die *Mindestgabe* an Magnesium zu *Kartoffeln*. Diese Menge beträgt für Sandböden mit Mg-Gehalten von 1, 2, 3 und 4 mg Mg je 100 g Boden: 140, 100, 60 und 20 kg MgO je ha.

Das Auftreten von Mangelerscheinungen an der Sorte *Voran* in der zweiten Hälfte vom Juli geht mit Ertragsverlusten parallel. Zeigen die Pflanzen in dieser Periode keine Mangelerscheinungen, ist dies jedoch noch kein Hin-

weis auf eine völlig ausreichende Mg-Versorgung.

Schrifttum

1. Ferrari, Th. J., and Sluijsmans, C. M. J.: Mottling and magnesium deficiency in oats and their dependance on various factors. *Plant and Soil* **VI**, 262—299, 1955.
2. Schachtschabel, P.: Der Magnesiumversorgungsgrad nord-westdeutscher Böden und seine Beziehungen zum Auftreten von Mangelsymptomen an Kartoffeln. *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde* **74**, (119), 202—219, 1956.
3. Bakermans, W. A. P., en Hamming, G.: Onderzoek naar de factoren, die rendabele biete-verbouw op onze zandgronden beperken. *Versl. Landbk. Onderz.* **61**, 14, 1955.
4. Stenuit, D., und Piot, R.: Magnesium, hoofdelement voor de plantonvoeding. *Landbouertijdschrift* **11**, 1, 1958.
5. Schachtschabel, P.: Das pflanzenverfügbare Magnesium des Bodens und seine Bestimmung. *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde* **67**, (112), 9—24, 1954.