

Die Magnesia in ihrer Bedeutung für das Pflanzenwachstum.

Von Dr. Willy Mayer, Berlin-Lichterfelde-West.¹⁾

Zu den Problemen, mit denen sich die Menschen schon in den allerersten Anfängen der Kultur beschäftigt haben, gehört sicher auch dasjenige der Beeinflussung der Wachstumsvorgänge der Pflanzen. Bereits den frühesten Ackerbauern mußte es unbedingt auffallen, daß überall da, wo pflanzliche oder tierische Stoffe verwerten, auch eine üppige Vegetation, sogenannte Geilstellen, sich bildete. Diese an und für sich richtige Beobachtung ist indessen jahrtausendlang falsch gedeutet worden, denn sie gab Veranlassung zur Aufstellung der Humustheorie. Durch diese wurde der Humus, unter welchem Namen man die organische Substanz im Boden zusammenfaßte, als alleiniger Träger und als einzige Nährstoffquelle für das Pflanzenwachstum angesprochen. Die anorganischen Bestandteile der Pflanze, von deren Anwesenheit man sich jederzeit und sinnfällig durch die beim Verbrennen zurückbleibende Asche überzeugen konnte, wurden als nebensächliche Unreinigkeiten angesehen, oder aber man erklärte sie als von der Pflanze in ihrem Lebensprozeß selbst erzeugte Produkte, eine sehr bequeme Annahme, die noch im Jahre 1800 als Antwort auf eine Preisfrage der Berliner Akademie der Wissenschaften gegeben wurde. Es berührt eigentümlich und ist ein Zeichen der Absperrung der verschiedenen Wissenschaften gegeneinander, wenn man bedenkt, daß eine derartige Antwort 10 Jahre, nachdem Lavoisier sein Gesetz von der Erhaltung der Materie bewiesen hatte, gegeben werden konnte. Immerhin war die Frage der Bedeutung der Mineralstoffe für die Pflanzen einmal angeschnitten und verschwand seitdem auch nicht mehr aus der Diskussion. Verschiedene Pflanzenphysiologen hatten von da ab schüchtern auf die Bedeutung der Mineralstoffe aufmerksam gemacht, aber erst Justus von Liebig war es vorbehalten, die Beziehungen zwischen den Pflanzenwachstumserscheinungen und den in den Pflanzennährmitteln enthaltenen Mineralstoffen in einem Gesetz, dem sogenannten Gesetz des Minimums, klar zum Ausdruck zu bringen.

Dieses Gesetz besagt, daß die Menge der erzeugten Pflanzensubstanz abhängig ist von demjenigen Nährstoff, welcher, gemessen an dem Bedarf der betreffenden Pflanze, in der verhältnismäßig geringsten Menge zur Verfügung steht. In der ausgesprochenen Form stellt dieses Gesetz eigentlich eine Selbstverständlichkeit dar, denn überall, wo ein Endprodukt entsteht aus dem Zusammenwirken verschiedener Komponenten, welche in verschiedenen Mengen gebraucht werden, wird stets eine derselben zuerst aufgebraucht sein und dann der Bildungsprozeß aufhören müssen.

In dem Gesetz vom Minimum ist aber noch etwas anderes zum Ausdruck gebracht, nämlich die Tatsache, daß von den verschiedenen Pflanzennährstoffen keiner den anderen ersetzen kann. Diese sowohl theoretisch wie praktisch so außerordentlich bedeutsame Tatsache wurde experimentell allerdings erst 1842 durch Wiegmann und Polstorff bewiesen, und damit war der Rahmen erkannt, innerhalb dessen sich die Pflanzenwachstumsvorgänge abspielen. Es galt nun, die einzelnen Elemente und Verbindungen, welche als Pflanzennährstoffe anzusprechen sind, und die Menge, die jede einzelne Pflanzenart erfordert, festzustellen und dann weiterstrebend Einblick zu gewinnen in den Mechanismus und Chemismus der Pflanze und des Pflanzenwachstums, der Funktion, die jedes einzelne der Elemente im Leben der Pflanze zu erfüllen hat, Arbeiten, die Agriculturnchemie und Pflanzenphysiologie noch jetzt vollauf beschäftigen.

1) Vortrag, gehalten am 2. Juli 1921 auf der 10. Mitgliederversammlung zu Halle a. S.

Denn je mehr man sich mit dem Gesetze des Minimums beschäftigte, um so mehr mußte man auch erkennen, daß es sich bei demselben nur um ein in großen, ich möchte beinahe sagen groben Zügen gültiges Gesetz handelt, das noch stark verfeinert werden mußte. Als die hauptsächlichsten mineralischen Nährstoffe im Sinne Liebig's wurden neben dem Wasser und der Kohlensäure bald Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia, Eisen, Chlor, Kieselsäure und Schwefelsäure erkannt. Bei der Methodik dieser Untersuchungen war es eine Hauptschwierigkeit, den Boden als Standort für die Pflanzen auszuscheiden, da derselbe stets gewisse Mengen Pflanzennährstoffe enthält und auch sonst Eigenschaften entfaltet, die eine Beurteilung der Versuchsergebnisse erschweren oder gar unmöglich machen. Für eine große Anzahl, leider nicht für alle Gewächse, kommt die sogenannte Wasserkulturmethode in Betracht, die darin besteht, daß man die Pflanzen sich in einer Lösung der verschiedenen Nährsalze, deren Zusammensetzung man dann ja in der Hand hat, entwickeln läßt. Bei einer Anzahl Pflanzen, wie z. B. Kartoffeln, Rüben und anderen, mußte man sich jedoch auf möglichst sterilen nährstoffarmen Sand beschränken, da diese Pflanzen sich in Wasserkulturen nicht entwickeln.

Eine der ersten Beobachtungen, die man bereits bei der Aufstellung der Tabelle der wesentlichen Nährstoffe machte, war, daß nämlich die Elemente resp. deren Verbindungen sich wenigstens zum Teil und in einigen, wenn auch nicht allen ihren Funktionen im Pflanzenleben vertreten können. Aber auch sonst ergaben sich Schwierigkeiten, Unstimmigkeiten, die nach einer Lösung verlangten. Diese konnte aber nur gefunden werden durch eine präzisere Fassung des Gesetzes vom Minimum unter genauer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen und kolloid-chemischen Vorgänge.

Oscar Loew gebührt das Verdienst, durch die Aufstellung der Lehre vom Kalkfaktor Anstoß dazu gegeben zu haben, daß man sich mit den quantitativen Beziehungen und Verhältnissen zwischen den in der Nährlösung enthaltenen Salzen und den Pflanzen selbst befaßte. Loew stellte in der Lehre vom Kalkfaktor den Satz auf, daß für jede Pflanzenart ein bestimmtes Verhältnis des Kalkes zur Magnesia das günstigste wäre und daß eine sehr starke Abweichung von diesem Verhältnis das Wachstum und den Ertrag ungünstig beeinflussen müsse. Auch Liebscher hat in seinem Gesetz des Optimums für alle Nährstoffe ähnliche Gedanken entwickelt, wie Loew sie für Kalk und Magnesia ausgesprochen hat.

Die Aufnahme der Nährsalze kann nur in wässriger Lösung erfolgen, und zwar allgemein durch Dialyse, durch die Zellwand hindurch. Sie regelt sich also nach physikalischen Gesetzen; deshalb darf der Unterschied zwischen dem osmotischen Druck in der Zelle und der Nährlösung nicht allzugroß sein, da sonst Schädigungen eintreten. Durch zu verdünnte Nährlösung wird die Pflanze zuviel Wasser aufnehmen müssen, um ihren Bedarf an pflanzenbildenden Stoffen zu decken, und bei zu konzentrierter Nährlösung wird der Saftstrom eine umgekehrte Richtung annehmen. Anstatt daß die Nährlösung von den Wurzeln aufgenommen und nach den Blättern transportiert wird, geht in diesem Falle die Richtung des Saftstromes von den Blättern in die Wurzeln und von da in die Nährlösung, und zwar so lange, bis sich die osmotischen Unterschiede ziemlich ausgeglichen haben oder aber die Pflanze als der in diesem Falle schwächere Teil eingegangen ist. Derartige Schädigungen, die infolge langandauernder Trockenheit eintreten, gehören nicht zu den Seltenheiten. Die Herstellung eines möglichst geringen Druckgefälles zwischen der Nährlösung und der Pflanzenzelle, möglichste Isotonie beider Lösungen ist also stets anzustreben. Da die Pflanzen im allgemeinen Nährlösungen mit einem Gehalt von mehr als 5‰ an löslichen Salzen schlecht vertragen, diese meistens bereits giftig wirken, so kann

man auch annehmen, daß der größte Teil der Salze ionisiert ist. Man hat es also mit stark dissoziierten Körpern zu tun und genauere Untersuchungen beweisen die bei einiger Überlegung allerdings selbstverständliche Tatsache, daß die Pflanzen in der Lage sind, die Anionen und Kationen eines Salzes in einem anderen Verhältnis als der in der Verbindung vorhandenen Menge zu resorbieren, denn wie wäre es sonst möglich, daß auf demselben Boden so verschiedenartige und so verschieden zusammengesetzte Pflanzen wie z. B. Rüben, Getreide und Klee nebeneinander mit Erfolg wachsen könnten. Allerdings hat diese Fähigkeit der Pflanzen auch ihre Grenzen.

Genaueren Einblick in diese Verhältnisse erhielt man durch die Forschungen der Zoologen. Diesen boten sich in den niederen Tieren hauptsächlich der Süß- und Seewasserfauna sehr bequeme, außerdem noch fein reagierende Versuchsobjekte dar. An ihnen hat namentlich der Biologe Jacques Löb in Berkley, jetzt New York, die interessante Feststellung gemacht, daß selbst isotonische Lösungen, welche nur aus einem evtl. zweien der als unentbehrlich erkannten Salze zusammengesetzt sind, giftig wirken, also z. B. in einer isotonischen Chlorkalium- oder Ammonsulfatlösung die Tiere viel rascher absterben als in destilliertem Wasser. Es genügt bei Chlorkaliumlösung z. B. ein geringer Zusatz von Magnesiumsalz ziemlich, ein gleichzeitiges Hinzufügen von Calcium- und Magnesiumsalz ganz vollständig, um die Lösung zu entgiften.

Osterhout hat, angeregt durch diese Ergebnisse, die einschlägigen Verhältnisse auch bei den Pflanzen untersucht und kommt zu demselben Resultat. Er fand, daß z. B. Kalium-, Calcium- und Magnesium-Ionen jedes für sich allein giftig wirken, durch gleichzeitige Anwesenheit und in bestimmtem Verhältnis gelöst ihre Giftigkeit aber vollständig verlieren.

Für die Erkenntnis der pflanzenphysiologischen Vorgänge bedeuten diese Feststellungen einen gewaltigen Schritt vorwärts gegenüber dem alten Liebig'schen Gesetze des Minimums. Gelegentlich ganz anderer Forschungen, nämlich über den Wasserbedarf der Kulturpflanzen, ist von v. Seelhorst indirekt die Richtigkeit dieser Untersuchungen bestätigt worden. Er stellte nämlich fest, daß die Pflanzen zur Bildung einer Einheit Trockensubstanz um so weniger Wasser verbrauchen, je mehr sich die Nährlösung in ihrer Zusammensetzung dem tatsächlichen Bedarf der Pflanze nähert.

Die Feststellung, daß die Magnesia zu den unentbehrlichen Pflanzennährstoffen gehört, war schon seit Liebig bekannt. Loew behauptete, daß sie in einem bestimmten Verhältnis zum Kalk vorhanden sein müsse, und die neueren Physiologen weisen ihr eine entscheidende Rolle bei der Entgiftung der sogenannten physiologischen Äquilibrierung der Nährlösung zu.

Die Frage nach der Bedeutung der Magnesia im Pflanzenleben, die seither mehr unter dem Gesichtswinkel des Verhältnisses zum Kalk und des allgemeinen Nährstoffbedürfnisses der Pflanze betrachtet worden war, mußte wieder neu aufgerollt werden, als Willstaetter mit seinen Untersuchungen über die chemische Konstitution des Chlorophylls hervortrat. Bekanntlich sind nur diejenigen Pflanzen, welche das Blattgrün, das Chlorophyll, oder einige sehr nahe Verwandte desselben enthalten, befähigt, aus Wasser und Kohlensäure Kohlehydrate zu bilden, zu assimilieren, wie man diesen Vorgang kurz bezeichnet. Die Tatsache, daß das Chlorophyll der Hauptträger dieser Eigenschaft ist, war schon seit langem bekannt, jedoch gelang es erst verhältnismäßig spät, nämlich in den letzten 15 Jahren, näheren Einblick in die Konstitution des Chlorophylls zu gewinnen. Lange Zeit befand man sich nämlich auf falscher Fährte durch unrichtige Auswertungen einer an und für sich richtigen Beobachtung, nämlich der, daß bei fehlendem oder ungenügendem Eisengehalt im Boden sich auch kein Chlorophyll in der Pflanze bildet. Aus dieser richtig beobachteten Er-

scheinung zog man den allerdings naheliegenden Schluß, daß das Chlorophyllmolekül eisenhaltig sein müsse. Tatsächlich stellten auch die älteren Forscher einen geringen Eisengehalt fest; erst Willstaetter gelang es, das Untersuchungsmaterial so rein herzustellen, daß an die Konstitutionsbestimmung des Chlorophylls gedacht werden konnte, und hierbei stellte sich heraus, daß das Eisen nur eine Verunreinigung war und daß überraschenderweise im Chlorophyll als einziges Metall Magnesium in ziemlich bedeutenden Mengen enthalten war.

Die Rolle des Eisens hat man sich nun so vorzustellen, daß bei der Bildung des Chlorophylls in der Pflanze intermediär sich ein eisenhaltiges Zwischenprodukt bildet, das Eisen aber später wieder abgespalten wird, so daß das Endprodukt eisenfrei ist. Eine derartige Einführung von Elementen oder Gruppen und ihre nachherige Wiederabspaltung ist für den Chemiker etwas ganz Geläufiges und Metalle werden häufig für diese Operation verwandt. Es ist wohl erlaubt, bei dieser Gelegenheit darauf hinzuweisen, daß gerade mit dem Magnesium in Form der Grignardschen Synthese in dem letzten Jahrzehnt große Mengen von kompliziert zusammengesetzten organischen Körpern in elegantester Weise dargestellt worden sind.

Diese Feststellung Willstaetters legt den Gedanken nahe, dem Magnesiumgehalt des Bodens und auch der Frage einer Magnesiadüngung erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken, um die Chlorophyllbildung in der Pflanze anzuregen, denn die Stärke, welche lediglich in den chlorophyllhaltigen Chloroplasten gebildet werden kann, ist das Urprodukt des ganzen organischen Pflanzenkörpers. Eine Behinderung in der Ausbildung des Chlorophylls, die eintreten muß, wenn nicht genügend Magnesium disponibel ist, muß ausschlaggebend auf den ganzen inneren und äußeren Bau und die Funktion der Pflanze wirken, denn ohne Stärke kann kein Zucker, keine Zellulose, kein Eiweiß und kein Fett gebildet werden, da Stärke das Ausgangsmaterial für alle diese Verbindungen ist.

Wie weit aber eine Zuführung größerer Magnesiummengen auch die Chlorophyllmenge in der Pflanze steigern kann, muß erst untersucht werden. Es ist dabei zu bedenken, daß wir es mit einem, ich möchte beinahe sagen historisch gewordenen Gleichgewichtszustande zu tun haben, der sich im Laufe der Jahrtausende eingestellt hat und der nicht ohne weiteres stark verschiebbar ist. Wohl wird sich ein relatives Minimum sofort bemerkbar machen, nicht aber ohne weiteres in demselben Maße eine erhöhte Versorgung mit Magnesia. Ich möchte einmal, um besser verständlich zu sein, technisch anstatt pflanzenphysiologisch sprechen und die Pflanze mit einer Fabrik vergleichen. Wenn im Fabrikbetriebe, der verschiedene Ausgangsmaterialien benötigt, plötzlich eines derselben in stark erhöhtem Maße zur Verfügung steht, so ist damit noch lange nicht gesagt, daß auch die Menge des Fertigproduktes in entsprechender Weise erhöht wird, denn die Fabrikeinrichtungen, die übrigen Rohmaterialien sowie die zur Verfügung stehenden Energiemengen müssen alle erst in entsprechendem Verhältnis zu der einseitig erfolgten Rohstoffvermehrung gesteigert werden resp. überhaupt steigerungsfähig sein, um volle Ausnutzung zu gewährleisten. Bei der Pflanze ist dies sicher nicht ohne weiteres der Fall, und wenn es überhaupt möglich ist, so bedarf es einer lange Jahre dauernden Gewöhnung und allmählicher Einstellungen des ganzen Dissimilationsapparates der Pflanze auf die verstärkte Assimilation, also die Verarbeitung der durch die erhöhte Chlorophylltätigkeit gebildeten Stärkemengen, d. h. bis sich diese Stärkemengen in der Gesamtmenge an produzierter Pflanzensubstanz, in der Erntemenge, wie man gemeinhin zu sagen pflegt, bemerkbar machen. Es ist dies allerdings eine Frage, die aus pflanzenphysiologischen, landwirtschaftlichen und weltwirtschaftlichen Gründen unbedingt einmal ihrer Lösung entgegengeführt werden muß, denn ihre Bejahung wird die Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion überhaupt bedeuten.

Die Bedeutung der Magnesia für die Pflanze ist also eine dreifache. Erstens besteht ein großer Teil des Pflanzenkörpers selbst aus Magnesiaverbindungen und die Magnesia unterliegt hier dem Gesetz des Minimums, zweitens ist sie unentbehrlich für die physiologische Äquilibration der Nährlösung, der Bodenflüssigkeit, für die Entgiftung derselben und drittens bildet sie einen unentbehrlichen Bestandteil des Chlorophylls, des ausschlaggebenden Bestandteiles derjenigen Zellen, in welchen die Urproduktion der pflanzlichen organischen Substanz vor sich geht.

Wie können nun diese Ergebnisse und Feststellungen für die Praxis nutzbar gemacht werden und welche Resultate sind zu erwarten? Gehört die Magnesia zu denjenigen Pflanzennährstoffen, die in verschiedenen Bodenarten in nicht hinreichender Menge vorhanden sind, kann in diesem Falle durch Düngung Abhilfe geschaffen werden, welche Düngemittel eignen sich hierzu am besten und welche Pflanzenarten werden einer Düngung mit Magnesia am meisten bedürfen?

Die erste Frage, ob es Böden gibt, bei denen sich die Magnesia im Minimum befindet, ist ohne weiteres zu bejahen, und zwar sind dies vor allen Dingen die extrem leichten Sandböden und die sauren Humusböden, auch Moorböden genannt, deren Magnesiagehalt sich recht häufig als unzulänglich erweist. Gerade bei diesen Böden sowie bei den von den unseren ganz abweichend zusammengesetzten Böden der heißen Zone tritt aber auch der Kalk- und Magnesiummangel manchmal recht deutlich und unverkennbar in die Erscheinung. In einem großen Teil der sogenannten mittleren Bodenarten findet sich allerdings Magnesia oft in einer für eine große Anzahl von Pflanzenarten hinreichenden Menge, z. T. wird sie auch dem Boden unbeabsichtigt durch andere Düngemittel zugeführt, worauf wir später noch zurückkommen müssen.

Für die Pflanzenernährung dürfte hauptsächlich die in Form von löslichem Salz oder auch die als Karbonat im Boden vorhandene Magnesia verwertbar sein, denn auch das Magnesium-Karbonat, der Magnesit, wie er mineralogisch in reinem Zustande heißt, ist in kohlen säurehaltigem Wasser ziemlich reichlich löslich, dagegen dürften die Kieselsäureverbindungen der Magnesia, von denen manche Böden einen beträchtlichen Anteil aufweisen, für die Pflanzen ziemlich nutzlos sein.

Daß eine Ackerkrume, in der die Magnesia in nicht genügender Menge enthalten ist, durch eine Düngung mit magnesiahaltigen Düngemitteln aufgebessert werden kann, ist ebenfalls zweifellos. In dieser Richtung geben uns die vielen Düngungsversuche, welche von verschiedenen landwirtschaftlichen Versuchsstationen ausgeführt wurden, ein gutes Bild, wenn dieselben auch nicht ganz einheitliche Resultate ergeben haben. Bereits das seit alters her bekannte Kalken und Mergeln bringt beinahe stets gewisse Magnesiummengen als Begleiter des Kalkes mit diesem zusammen auf den Acker und die Wiese. Auch im Stallmist ist etwa ein Viertel so viel Magnesia als Kalk und in der Jauche mindestens die gleiche Menge Magnesia wie Kalk enthalten.

Die größten Mengen Magnesiumsalze, und zwar in Form von Chlormagnesium und hauptsächlich von schwefelsaurer Magnesia, werden aber jedenfalls durch eine Düngung mit den Kalirohsalzen auf den Acker gebracht. Die Ansicht ist gar nicht von der Hand zu weisen, daß auf leichten Sandböden, auf denen das Kali am vorteilhaftesten als Rohsalz gegeben wird, die gute Wirkung dieses Düngemittels und seine Überlegenheit über die konzentrierten Salze auch mit auf seinen Magnesiumgehalt zurückzuführen ist. Genau durchgeführte Düngungsversuche, namentlich auch zur Klärung der Endlaugenfrage der Kaliindustrie, haben gezeigt, daß die so vielfach gefürchtete schädigende Wirkung des Chlormagnesiums, wenn eine solche überhaupt zu beobachten war, nicht entfernt in dem erwarteten Umfange eingetreten ist. Immerhin wird man sich im allge-

meinen hüten, unnötigerweise allzugroße Chlormengen auf den Acker zu bringen, sofern man dies vermeiden kann, und dies läßt sich sehr gut bewerkstelligen dadurch, daß man das schwefelsaure Salz der Magnesia heranzieht. Mit der schwefelsauren Magnesia haben eine ganze Anzahl Agrikulturchemiker sehr gute Düngungserfolge gehabt und die schwefelsaure Magnesia hat den Vorzug, in den deutschen Kalisalzlagerstätten, und zwar nur dort, in großen Mengen als Kieserit enthalten zu sein und außerdem auch verhältnismäßig bequem gewonnen werden zu können. In den früher als Kainit, jetzt als Rohsalz mit 12 bis 15 % Kaligehalt zusammengefaßten Düngemitteln ist wohl der allergrößte Teil der Magnesia in Sulfatform enthalten, namentlich in dem kieseritischen Hartsalz, welches den Hauptanteil in dieser Gruppe ausmacht.

Bereits seit langer Zeit ist aber die deutsche Kaliindustrie den Bedürfnissen der Landwirtschaft entgegengekommen und hat in Gestalt der schwefelsauren Kalimagnesia ein chlorfreies kombiniertes Kalium-Magnesium-Düngemittel in den Handel gebracht. In der Hauptsache wurde dieses nach Holland und nach den Tropen geliefert, während die deutsche Landwirtschaft sich etwas zurückhaltend verhielt. Holland hat bekanntlich auf seinen weit ausgedehnten Moorflächen einen sehr erfolgreichen und einträglichen Kartoffel- und Gemüsebau entwickelt und die Holländer sind auf Grund eingehender vergleichender Versuche zu dem Ergebnis gekommen, daß die schwefelsaure Kalimagnesia, die dort den schmeichelhaften Namen „Patentkali“ erhalten hat, allen anderen Kalidüngemitteln, auch dem schwefelsauren Kali, überlegen ist. Dabei ist noch zu bemerken, daß die schwefelsaure Kalimagnesia das teuerste aller Kalidüngemittel ist und ihr Preis noch über dem des schwefelsauren Kalis steht.

Fragen wir uns nun schließlich, wie weit die Anforderungen, die die einzelnen Pflanzenarten an die in der Bodenlösung vorhandene Magnesiamege stellen, auseinandergehen, so müssen wir uns klar machen, daß die Gramineen, also sämtliche Getreidearten, mehr Anionen als Kationen aus dem Boden aufnehmen, ihr Magnesiabedürfnis also verhältnismäßig gering ist, während bei den Wurzelgewächsen, also hauptsächlich Kartoffeln und Rüben, das Umgekehrte der Fall ist. Wir werden also von vornherein gerade bei diesen beiden Pflanzen eine Magnesiawirkung erwarten können, da bei ihnen die Magnesia verhältnismäßig leicht ins Minimum geraten kann, und die praktischen Erfahrungen haben auch die theoretischen Erwägungen vollauf bestätigt, denn wie bereits gesagt, ist die Kalimagnesia stets mit Vorliebe zu Kartoffeln verwandt worden. Zu Rüben liegen leider noch nicht genügend Erfahrungen vor, doch wäre auch hier die Frage zu prüfen, wieweit die allgemein festgestellte Vorliebe der Rübe für die Kalirohsalze auf deren Gehalt an Magnesia beruht.

Die große Beliebtheit, der sich die Kalimagnesia in Holland als Kartoffeldünger zu erfreuen hat, und die guten Erfolge, die man sowohl in bezug auf Qualität als auch Quantität der Ernte mit diesem Düngemittel aufzuweisen hatte, haben das Deutsche Kalisyndikat nach der mißglückten Kartoffelernte des Jahres 1916, veranlaßt, die Frage zu prüfen, wieweit dieses Düngemittel auch für die heimische Landwirtschaft geeignet ist, denn bei der Kartoffeldüngung sind einige Vorsichtsmaßregeln zu beobachten. Die Kartoffel ist gegen Chlorverbindungen sehr empfindlich und namentlich das Chlornatrium, weniger das Chlorkalium, üben eine Depression auf den neben der Erntemenge hauptsächlich in Betracht kommenden wertgebenden Faktor, den Stärkegehalt in den Knollen, aus. Diese Überlegung zusammen mit den Erfahrungen der Praxis, daß Chlorkalium bei einigermaßen rechtzeitiger Anwendung ein sehr geeigneter Kartoffeldünger ist, legten den Gedanken nahe, eine Mischung von Chlorkalium mit Magnesium-Sulfat, welches in Form von Kieserit als Nebenprodukt vielen Kaliwerken zur Verfügung steht, als billigeren Ersatz für die Kalimagnesia für

den Gebrauch im Inlande zu erproben. Diese Marke, die vorläufig, da die Versuche damit noch nicht abgeschlossen sind, auch noch nicht im Handel erhältlich ist, ist mit dem kurzen Namen „Mischsalz“ bezeichnet worden.

Dabei ist vorläufig die Frage offen gelassen worden, ob und in welcher Weise sich dieses Mischsalz im Boden umsetzt. Die Frage wird wohl generell überhaupt nicht beantwortbar sein, da sie sehr von dem Kalkgehalt und der Absorptionskraft des betreffenden Bodens abhängt. Die feste und flüssige Phase des dreiphasigen heterogenen Systems, das der Ackerboden darstellt, wird um zwei weitere Komponenten, nämlich Chlorkalium und schwefelsaure Magnesia, vermehrt und die Verschiebung und Neustabilisierung des Gleichgewichts muß von Fall zu Fall ermittelt werden.

Die Versuche, die das Deutsche Kalisyndikat seit dem Jahre 1917 im Gange hat und bei denen Kartoffeln als Versuchsfrucht gewählt wurden, wurden nach folgendem einheitlichen Versuchsplan in Deutschland und auch zum Vergleich in Holland angestellt. Die Grunddüngung bestand je Hektar aus 90 kg Stickstoff, 60 kg Phosphorsäure und 200 kg Kali. Diese sehr reichliche Grunddüngung wurde gegeben, um sicher zu sein, daß diese drei Hauptnährstoffe in genügender Menge vorhanden waren und eine eventuelle Erntegewichts- oder Stärkegehaltserhöhung auf eine Zudüngung der Magnesiasalze zurückgeführt werden konnte. Die Versuche wurden in 7 Parzellen angelegt, von denen jede Parzelle noch eine Kontrollparzelle mit genau derselben Düngung erhielt, so daß der Versuch im ganzen zweimal 7 Parzellen umfaßte. Um die Unsicherheit, die durch die immerhin noch geringe Anzahl von Kontrollparzellen bedingt ist, auszumerken, sind für das nächste Jahr Versuche mit je zwei Kontrollparzellen geplant, so daß der Versuch dann 21 Parzellen umfaßt. Die Düngung der Parzellen ist folgendermaßen eingerichtet: Eine Parzelle vollständig ungedüngt zur Feststellung der Düngerwirkung überhaupt, eine Parzelle nur Stickstoff und Phosphorsäure zur Feststellung der Kaliwirkung, ferner drei Volldüngungsparzellen, in denen das Kali in Form von Kainit, Chlorkalium und schwefelsaurem Kali gegeben wurde, und zwei Parzellen mit Kali und Magnesium, von denen die eine schwefelsaure Kalimagnesia und die andere das Mischsalz (Chlorkalium + Kieserit) erhielt. Als Kainit wurde dabei ein Sylvinit gewählt, der magnesiafrei war, so daß auch die Kainitparzelle ohne Magnesium blieb und eine Düngung eines Gemenges von Chlornatrium und Chlorkalium bekam. Bei allen Parzellen wurde der Kaligehalt der Düngemittel in Rechnung gezogen, so daß jede derselben 200 kg Reinkali pro Hektar erhielt. Durch diese Versuchsanordnung wurde eine Feststellung der Kaliwirkung überhaupt gegenüber ungedüngt und der Düngung ohne Kali erreicht. Ferner konnte festgestellt werden, welches Düngesalz den höchsten Ertrag an Kartoffeln ergab, und zwar sowohl in Bezug auf die Knollen- als auch die Stärkeernte. Ferner mußte noch die Wirkung der Magnesia durch Vergleich der beiden letzten Parzellen mit den drei ersten ableitbar sein. Die Frage der Chloempfindlichkeit der Kartoffel wurde hierbei auch erneut geprüft. Da die Resultate dieser Versuche im einzelnen bereits veröffentlicht sind, will ich die Ergebnisse hier nur in großen Zügen ausführen. Die Zudüngung von Magnesiasalz hat gegenüber der Düngung mit Chlorkalium und schwefelsaurem Kali einen Mehrertrag an Knollen gebracht, der im großen Durchschnitt 5 bis 8 dz je Hektar betragen hat. Die Einwirkung der Magnesia auf den Gesamtertrag ist also unverkennbar, und zwar ist sie unabhängig davon, ob das Kalisalz in Form von Chlorid oder Sulfat gegeben wurde. Die Erntesteigerung trat stets ein und in dieser Hinsicht war auch keine Überlegenheit der schwefelsauren Kalimagnesia gegenüber dem Mischsalz zu beobachten. Anders stellen sich allerdings die Verhältnisse, wenn man den Stärkeertrag betrachtet. Hier zeigt es sich, daß die chlorfreien Salze, also das schwefelsaure

Kali und die schwefelsaure Kalimagnesia, stets den höchsten Stärkeertrag je Hektar geliefert haben. Der Mehrertrag an Stärke durch Sulfatdüngung gegenüber der Chloriddüngung betrug im Durchschnitt $3\frac{1}{2}$ bis 4 dz, eine immerhin nicht unbeträchtliche Menge. Natürlich können diese über verhältnismäßig kurze Zeit ausgedehnten Versuche noch keinen Anspruch darauf machen, die Magnesiafrage endgültig gelöst zu haben, indessen kann man bereits jetzt als Kern herauschälen, daß, sofern ein Kartoffelboden überhaupt auf Magnesiadüngung reagiert, dies in der Hauptsache im Knollenertrag, also in der Gesamternte, zum Ausdruck kommt, während der Stärkeertrag je Hektar, welcher überhaupt nur da von Wichtigkeit ist, wo die Kartoffel verfüttert, vergoren oder nach dem Stärkegehalt bezahlt wird, durch den größeren oder kleineren Chlorgehalt des Düngemittels beeinflußt wird.

Natürlich muß auf Grund dieser Beobachtungen weitergearbeitet und weitergebaut werden, und vor allem ist die zeitliche Anwendung namentlich des Mischsalzes und sein Einfluß auf den Stärkeertrag zu ermitteln. Es ist nicht unmöglich, daß durch etwas frühzeitige Anwendung die Stärkedepression, welche auf den Chlorgehalt des Mischsalzes zurückzuführen ist, vermieden oder stark herabgemindert werden kann. Auch die Frage eines eventuell getrennten Ausstreuens von Chlorkalium und Kieserit wäre zu prüfen, wobei als Vorteil für Chlorkalium wie für Kieserit die Tatsache zu buchen ist, daß beide Düngemittel leicht und ohne Verlust mit dem größten Teil der seither gebräuchlichen Düngemittel gemischt werden können. Ob durch diese getrennte Anwendung allerdings der billigere Preis des Mischsalzes nicht zum großen Teil wieder illusorisch wird, wäre ebenfalls zu prüfen. Vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus bleiben also noch eine Anzahl Fragen übrig, deren Klärung äußerst erwünscht ist, und die nur durch weitere Versuchstätigkeit erfolgen kann. Jedenfalls hat aber der seitherige Ausfall der Versuche erwiesen, daß die Zurückhaltung, welche die deutsche Landwirtschaft seither gegenüber der Kalimagnesia als Düngemittel zu Kartoffeln geübt hat, nicht berechtigt ist, und daß namentlich auf gewissen Bodenarten, für die sich die Kartoffel hervorragend eignet, nämlich die leichten Sand- und Moorböden, mit Kalimagnesiadüngung die höchsten Kartoffelerträge, sowohl was Qualität als Quantität anbetrifft, zu erzielen sind.

Dieses Ergebnis ist auch vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt aus zu werten. Man hat in den letzten Jahren unter dem Druck der Kriegsverhältnisse und der dadurch einsetzenden Rohstoffnot häufig versucht, gewisse Kulturen in Deutschland wieder einzuführen oder dieselben heimisch zu machen; während des Krieges hat dies sicher seine Berechtigung gehabt; unsere ganze weltwirtschaftliche Lage ist aber im Augenblick so, daß wir versuchen müssen, aus unserem deutschen Boden so viel als möglich herauszubekommen, und hierzu gehört in erster Linie, daß wir diejenigen Pflanzen, welche ihren klimatischen Ansprüchen zufolge für Deutschland besonders geeignet sind, und welche außerdem möglichst universelle Verwendbarkeit haben, in möglichst großer Menge anpflanzen. Sicher gehört die Kartoffel, die ein unentbehrliches Nahrungsmittel für Mensch und Vieh ist und außerdem den Vorteil hat, als Hackfrucht bodenverbessernd zu wirken, zu diesen Gewächsen. Ihren möglichst intensiven Anbau zu fördern, möglichst hohe Ernteerträge auf den Hektar zu gewinnen, bedeutet aber, daß dafür andere, für anspruchsvollere Kulturen geeignetere Ländereien frei werden, und dadurch eine bessere Ausnutzung des Bodens gewährleistet wird. Gerade die leichten Sand- und Moorböden sind es, die sich in erster Linie zum Kartoffelbau eignen, und sie sollten dieser Bestimmung in vollstem Umfange zugeführt werden.

Für die Kaliindustrie hat die Magnesiafrage noch eine besondere Bedeutung. Die Herstellung der schwefelsauren Kalimagnesia erfolgt bekanntlich in

der Weise, daß durch Umsetzung von Chlorkalium und Kieserit sich zunächst schwefelsaure Kalimagnesia bildet und Chlormagnesium als Abfallauge weggeführt werden muß. Die entstehende schwefelsaure Kalimagnesia wird nun unter nochmaligem Zusatz von Chlorkalium auf schwefelsaures Kali verarbeitet, dabei entsteht nochmals dieselbe Menge chlormagnesiumhaltiger Endlauge. Die Herstellung von schwefelsaurer Kalimagnesia, wie sie in den Handel kommt, erfolgt später durch Zusammenmischen von kalziniertem Kieserit zu dem gewonnenen schwefelsauren Kali. Der Grund, weswegen man sich zu diesem Arbeitsverfahren entschließt, ist ein doppelter. Erstens ist die im ersten Gang entstehende schwefelsaure Kalimagnesia ein sehr feines Kristallmehl, dessen Auswaschen und Trocknen gewisse Schwierigkeiten macht, und zweitens kann man dadurch, daß man den Prozeß gleich bis zum Kaliumsulfat durchführt, bedeutend größere Mengen erhalten. Würde es sich nun ermöglichen lassen, daß wenigstens für die deutsche Landwirtschaft das erwähnte Mischsalz, das zunächst auf einen Gehalt von 26 % Kali und 26 % schwefelsaurer Magnesia eingestellt worden ist, die schwefelsaure Kalimagnesia ersetzen könnte, so würden dadurch nicht nur große Mengen Kohle gespart, sondern auch die Abwässerung, welche ja sowieso ein Schmerzenskind der Kaliindustrie ist, wenigstens nicht vergrößert werden und die deutsche Landwirtschaft hätte trotzdem den Vorteil, ein sehr brauchbares Kartoffeldüngemittel zu besitzen. Auch für den Kieserit, der glücklicherweise nur in den deutschen Kalilagern vorkommt, wäre damit eine erweiterte Verwendungsmöglichkeit geschaffen. Im einzelnen auf diese sehr interessanten Verhältnisse, die ja natürlich je nach den Fabrikanlagen und den Lagern der einzelnen Werke verschieden liegen, einzugehen, muß ich mir hier versagen.

Als Zusammenfassung der seitherigen Bemühungen, die Rolle der Magnesia im Pflanzenleben aufzuklären, möchte ich sagen, daß der Magnesia sicher mehr Funktionen im Pflanzenleben zukommen, als man bisher wohl allgemein angenommen hat. Die Wirkung der Magnesia ist deshalb wohl der Aufmerksamkeit namentlich der praktischen Landwirte entgangen, weil man unbebewußt dem Boden stets größere Magnesiummengen zugeführt hat, da aber, wo der Boden nicht natürlicherweise genügende Magnesiummengen enthält oder ihm solche in der Düngung nicht zugeführt werden, und bei Pflanzen, welche ein ausgesprochenes Magnesiumbedürfnis haben, kann die Magnesia als ernstestehender Faktor sehr wohl in Betracht kommen. Die deutsche Kaliindustrie ist in der Lage, die zur Düngung nötigen Mengen, namentlich in Form des in ihren Lagern vorkommenden Kieserits, der deutschen Landwirtschaft sowie der Weltwirtschaft zur Verfügung stellen zu können.

Und nun zum Schluß noch eine kleine mehr naturphilosophische Betrachtung. Lange hat man das Eisen für denjenigen Bestandteil im Chlorophyll, dem Blattgrün, angesehen, der ausschlaggebend für die Wirkung dieses Stoffes sein sollte. Willstätter ist es gelungen, diesen Irrtum aufzuklären und an Stelle des Eisens das Magnesium zu setzen. Nur die Pflanze ist imstande, aus den anorganischen Nährstoffen organische Verbindungen zu bilden und das Chlorophyll ist derjenige Körper, welcher dabei die entscheidende Rolle spielt. Alle übrigen Vorgänge sind Um- resp. Abbauvorgänge, welche unter Heranziehung der gebildeten Stärke, der Urproduktion der Pflanze, vor sich gehen. Das gesamte tierische und menschliche Leben ist in seiner Ernährung angewiesen auf diese Urproduktion der Pflanze. Mit anderen Worten, dem großen Assimilationsprozeß, wie er durch das Chlorophyll bewerkstelligt wird, stehen die gesamten Dissimilationsprozesse, welche die Lebensvorgänge eines Teiles des Pflanzenkörpers selbst und des gesamten tierischen und menschlichen Organismus ausmachen, gegenüber. Der größte Teil der letzteren wird aber

durch das Blut bewirkt und im Blutfarbstoff ist zweifellos das Eisen als mineralischer Stoff enthalten. Wir haben also als die beiden anorganischen Körper, auf deren Wirkung Assimilation und Dissimilation, Oxydation und Reduktion, d. h. die gesamten Lebensvorgänge, zurückzuführen sind, Magnesia und Eisen anzusehen. Sie sind die beiden Katalysatoren, deren Tätigkeit auf- und abbauend das organische Leben im Gange hält, auf deren Einfluß in erster Linie Werden und Vergehen organischer Welten beruht!

Diskussion.

Dr. A. Felber, Berlin: Aus den Ausführungen meines Mitarbeiters Dr. Mayer haben Sie gesehen, von welcher Bedeutung für uns Deutsche das Magnesium ist, über das wir in reichem Maße in unsern Kalilagern verfügen. Die Provinz Sachsen ist die Wiege der Kaliindustrie gewesen und von hier aus sind die ersten wissenschaftlichen Arbeiten über die Bedeutung des Kalis für die Pflanzenernährung und für die Landwirtschaft von unserm unvergeßlichen Max Märcker über alle Welt verbreitet worden. Auf dem damaligen Stande der Wissenschaft stehend hat Märcker allen Widersachern und auch den ungünstigen Ergebnissen vieler Versuche zum Trotz den Nachweis geliefert, daß wir ohne Kali in Deutschland nicht auskommen können, und zwar nicht nur auf kaliarmen Moor- und Sandböden, sondern auch auf den reichen Böden, wie wir sie z. B. in der Provinz Sachsen haben. Die erwähnten anfänglichen Mißerfolge waren nun, was besonders interessant ist, auf das Magnesium zurückzuführen, aber das an Chlor gebundene Magnesium. In der ersten Zeit wurden nämlich Kalirohsalze vielfach auch auf den schweren Böden der Provinz Sachsen verwendet und brachten allerdings Mißerfolge mit sich, durch die sich eine starke Abneigung zunächst gegen Kali und später, als man die Anwendung der Kalirohsalze gelernt hatte, gegen die Magnesiumsalze einbürgerte.

Während unsere Gelehrten und unsere Landwirte mit Eifer daran gingen, die Hebung der Produktion durch Kali zu erforschen, unterschätzten sie das Magnesium, weil es, im Carnallit als Chlormagnesium vertreten, häufig ungünstige Wirkungen ausübt. Man studierte aber nicht, woran eigentlich der ungünstige Einfluß mancher Kalirohsalze auf bestimmte Pflanzen lag und warum Magnesium in Form von Sulfat anders wirkt als in Form des Chlorides. Das Chlor, das an Natron gebunden ist, wirkt auf manche Pflanzen ja doch auch anders als das an Kali gebundene; so ist z. B. das Kochsalz für Kartoffeln schädlich, während man das Chlorkalium als einen guten Kartoffeldünger ansprechen kann.

Die Magnesiafrage ist leider sehr vernachlässigt worden und man hat vielfach sogar über die Holländer gespottet, die für ihren Kartoffelbau auf Moorböden mit Vorteil schwefelsaure Kalimagnesia verwendet haben. Als ich einmal einen Gelehrten um Auskunft bat, was er über diese Tatsache denke, antwortete er mir, daß er glaube, es ginge auch ohne die Magnesia und das schwefelsaure Kali würde dasselbe leisten; er könne mir aber mitteilen, daß er gerade außerordentlich günstige Erfolge mit schwefelsaurer Kalimagnesia auf Moorböden erhalten habe!

Die Agrikultur-Abteilung des Kalisyndikats hat infolgedessen es sich zur Aufgabe gemacht, diese Frage der Klärung näher zu führen, und wir können zu unserer Genugtuung feststellen, daß seit einigen Jahren man in Gelehrtenkreisen auch über die Magnesiafrage ganz anders denkt als vorher.

Bis dahin hatte man nur Abfälliges über die Magnesia gesprochen, weil sie in den Abwässern und Waschwässern der Kaliindustrie enthalten war und die Flüsse versalzte und verhärtete. Die Anlieger an solchen Flußläufen, in die Endlaugen abgeführt wurden, haben die Kaliindustrie scharf angegriffen und

Forderungen erhoben, die als berechtigt nicht anerkannt werden konnten. Seit 25 Jahren läuft z. B. ein Prozeß der Stadt Magdeburg gegen einige Kaliwerke, der zwar grundsätzlich zugunsten der Kaliindustrie entschieden ist, einiger Formalitäten wegen aber noch nicht zum Abschluß gebracht werden konnte. Seitens der Vertreter der Großstädte wird auf die Verschlechterung des Flußwassers hingewiesen, an der in erster Linie das Chlormagnesium schuld sein soll. Positive und wissenschaftliche Beweise sind auch hierüber nicht erbracht. Leider hat sich eben, das muß auch zu diesem Punkt gesagt werden, die Wissenschaft mit dem Magnesium viel zu wenig beschäftigt.

Ich kann daher nur noch einmal betonen, von welcher Wichtigkeit und welchem Wert für die deutsche Kaliindustrie es ist, wenn auf die Erforschung der Magnesiawirkung größeres Gewicht als bisher gelegt wird. Wir haben auch bei den landwirtschaftlichen Versuchstationen und den Landwirtschaftsgelehrten großes Entgegenkommen gefunden, und wir würden vielleicht schon weiter mit der Einführung in den Düngungsplan der Landwirte gekommen sein, wenn nicht die Eisenbahnverwaltung uns einen Strich durch die Rechnung gemacht hätte, indem sie fortgesetzt die Tarife für konzentrierte Salze erhöht. Bei den heutigen schlechten Arbeiter- und Transportverhältnissen wäre es für den Landwirt natürlich schon bei verhältnismäßig nahen Entfernungen vom Lieferwerk oder der Paritätsstation wichtig, konzentrierte Salze beziehen zu können. Für die wichtigste deutsche Frucht, die Kartoffel, käme die schwefelsaure Kalimagnesia oder das Sulfat in Frage. Für diese konzentrierten Salze sind aber die Frachten ganz außerordentlich gesteigert; bei einer Entfernung von 300 km vom Lieferwerk bezahlen wir für Kainit und Kalidüngesalz 560 M. Fracht, was seit der Zeit vom 1. August 1917 eine Steigerung von 914 % ausmacht, bei schwefelsaurem Kali beträgt die Fracht 1230 M. = 1477 % und bei schwefelsaurer Kalimagnesia 1230 M. = 2128 %. Ich habe mir erlaubt, eine Darstellung mitzubringen, aus welcher zu entnehmen ist, daß die Eisenbahnfrachten geradezu prohibitiv wirken, insonderheit in entfernten Bezirken, wie Ostpreußen oder Oberbayern. Bei 700 km Entfernung beträgt die Fracht für schwefelsaure Kalimagnesia 2490 M. für 10000 kg, während der Wert der Ladung 6513 M. zuzüglich einiger geringerer Spesen ist. Der Empfänger hat also bei 700 km bereits $\frac{1}{3}$ des Wertes für Fracht zuzulegen.

Vom 15. Juli ab ist für alle Düngemittel einschließlich Kalisalze, die im Inlande zur Verwendung kommen und nicht für Mischdüngerzwecke dienen, eine Tarifiermäßigung von 20 % seitens des Verkehrsministers bestimmt worden. Dies genügt natürlich für den Landwirt nicht, und er wird von einer Verwendung der so überaus wichtigen konzentrierten Kalisalze und somit auch der schwefelsauren Kalimagnesia absehen müssen.

Wir sind damit beschäftigt, die Frage der Einführung eines Mischsalzes zwischen Chlorkalium und Kieserit zu prüfen und haben damit auch tatsächlich günstige Erfolge erzielt. Wie sich die Preise und Frachten hierfür stellen werden, ist allerdings noch ungewiß, und ich führe Ihnen dies auch nur an, um Ihnen zu zeigen, daß wir uns bemühen, die Mittel zu finden und preiswert zur Verfügung zu stellen, die wir zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion benötigen. Vielleicht werden wir in nicht zu ferner Zeit sagen können, daß die Provinz Sachsen auch die Wiege der Magnesiadüngung geworden ist.

Prof. Dr. Foehr: Die Ausführungen des Vortragenden waren für uns außerordentlich interessant. Er hat auf die große Bedeutung der Magnesiumverbindungen für die Pflanzen hingewiesen. Ich möchte dazu noch bemerken, daß diese Verbindungen ganz anders wirken, wenn sie als Gesteine auftreten, die den Boden bilden, sie wirken dann als Gift, also mit anderen Worten, die

Pflanzen können ganz ausgesprochen auf reinem Magnesiaboden nicht existieren. Wenn wir z. B. in unserem Erzgebirge das Magnesieisensilikat, den Serpentin betrachten, so finden wir, daß dieses Gestein durch kohlen säurehaltige Wässer leicht zersetzt wird, daß aber die so gebildeten Verwitterungsböden dem Pflanzenwuchs sehr ungünstig sind, so daß dort überall die Stellen, wo Serpentin vorkommt, sich durch Unfruchtbarkeit kennzeichnen. Es ist auffallend, wie auf benachbarten Feldern die Pflanzen ganz gut gedeihen, da Kalidüngung aus Verwitterungsprodukten des Granites und des Gneises reichlich im Boden vorhanden ist, aber überall dort, wo großer Magnesiaüberschuß sich vorfindet, gedeihen die Pflanzen nicht, nicht einmal die Nadelhölzer der Wälder. Ohne Übertreibung: Ein Geologe kann wenn er durchs Erzgebirge wandert, auf weite Entfernungen beobachten, da ist wieder ein Serpentinberg, hier sind Magnesiumverbindungen im Überschuß vorhanden, wie kümmerlich sind die Pflanzen entwickelt. Selbst Mineraldüngung mit Kali, Kalk und Phosphorsäure hat bei vorherrschender Magnesia keinen Erfolg gebracht. Es handelt sich dabei nicht nur um absolut unlösliche Magnesiumverbindungen, sondern sogar zum Teil um ganz leicht lösliche, z. B. Magnesiumsulfat. Ich möchte die Aufmerksamkeit gerade hierauf lenken. Ich habe auch gehört, daß Geologen in Albanien vielfach die Beobachtung gemacht haben, daß überall, wo Magnesiaböden sind, die Vegetation sehr mangelhaft ist.

Prof. Dr. Erdmann: Ich möchte anknüpfen an einen Brief, der mir anlässlich des eben gehörten Vortrages von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Stutzer aus Godesberg a. Rh. zugegangen ist. Sein Sohn, Prof. Dr. Stutzer in Freiberg, ist Mitglied unseres Verbandes, macht aber nach Mitteilung seines Vaters zurzeit geologische Studien in den Urwäldern von Columbien. Gleichzeitig mit dieser Nachricht sendet Herr Geheimrat Stutzer mir eine von ihm im Jahr 1917 veröffentlichte Schrift, die sich betitelt: „Ist Magnesia ein wichtiger Düngestoff?“¹⁾ Diese Abhandlung enthält eine kritische Betrachtung der bis zum Jahre 1917 über Magnesiadüngung veröffentlichten Versuche und kommt zur Bejahung der im Titel gestellten Frage. Sie gibt aber auch Antwort auf die Zweifel, die hier in der Diskussion aufgetaucht sind. Ich möchte daher nicht verfehlen, auf diese Schrift hinzuweisen und sie Interessenten zur Verfügung zu stellen.

Theoretisch liegt ja die Sache ganz klar. Die Magnesia ist, wie der Herr Vortragende vollkommen richtig hervorgehoben hat, ein notwendiges Nahrungsmittel der Pflanze, denn das Chlorophyll, dem für das Pflanzenleben eine ebenso wichtige Rolle zukommt, wie dem Blutfarbstoff im Tierkörper, ist eine Magnesiumverbindung, und Magnesia ist in vielen Samen, in Roggen- und Weizenkörnern ebenso wie im Kaffeesamen und in der Baumwollsaat, enthalten. Die Magnesia muß daher der Pflanzenwurzel in resorbierbarer Form geboten werden, und wenn der natürliche Boden diese Base nicht in genügender Menge oder nur in ungeeigneter Verbindung enthält, so kann künstliche Magnesiadüngung gewiß von großem Nutzen sein.

Aber man darf nicht der Auffassung Raum geben, als ob die Magnesia das Fehlen anderer wichtiger Pflanzennährstoffe ersetzen könne. Mein Vorredner, Prof. Foehr, hat bemerkt, daß ein mit Magnesia übersättigter Boden dem Pflanzenwachstum schädlich sei. Dies stimmt durchaus zu der von Dr. Mayer im Beginn seines Vortrages betonten und in der Schrift Geheimrat Stutzers ausführlich behandelten Löwschen Lehre vom „Kalkfaktor“, d. h. der Erkenntnis, daß Kalk und Magnesia in einem bestimmten Verhältnis den Pflanzen zur Verfügung stehen müssen, um Höchstserträge an Pflanzensubstanz zu erzielen. Ein

1) Verlag von Paul Parey in Berlin.

starker Überschuß an Magnesia kann ungünstig auf den Ernteertrag wirken, weil dann der Kalk aus den Zellkernen, für die er wichtig ist, zum Schaden des Pflanzenwachstums durch Magnesia verdrängt wird. Nach Stutzer muß die Pflanze „mindestens ebensoviel, besser mehr Kalk im Boden vorfinden als Magnesia, und zwar in einem aufnahmefähigen Zustande“, d. h. der Kalkfaktor muß mindestens 1:1 sein. Kalkreiche Böden kommen aber häufiger vor als magnesiareiche, und in solchem Falle wird, wie viele Versuche zeigen, die Ertragsfähigkeit des Bodens durch Magnesiagaben gesteigert.

Schließlich möchte ich noch meinem Danke und meiner Befriedigung über den gehörten Vortrag besonderen Ausdruck geben. Der Hallesche Verband hat den Düngungsfragen zur Vermehrung der landwirtschaftlichen Bodenschätze stets hohes Interesse entgegengebracht: Stickstoffdüngung, Kalidüngung und die Phosphatfrage haben uns früher bereits lebhaft beschäftigt; ich begrüße es aufrichtig, daß nun auch die Wichtigkeit der Magnesiadüngung hier von kompetenter Seite in das richtige Licht gestellt ist!

Dr. Gäbert: Wenn ich den Vortrag richtig verstanden habe, so sind nur die Erntequantitäten aus den einzelnen Versuchspartzen mitgeteilt worden. Es wäre nun von Interesse, zu wissen, ob der Magnesiagehalt auch in der Aschenanalyse der einzelnen Früchte zum Ausdruck gekommen ist.

Dr. Willy Mayer: Solange die Magnesia im Minimum ist, tritt dies natürlich auch bei den Ergebnissen der Pflanzenanalyse etwas in die Erscheinung. Im übrigen sind ja die einzelnen Organe der Pflanze zur Speicherung der verschiedenen anorganischen Bestandteile in spezifischem Maße befähigt. So ist z. B. der Kaligehalt des Samens der Pflanze eine ziemlich konstante Größe, die auch durch Düngung nicht sehr stark beeinflussbar ist, während hingegen die Blätter ziemlich große Unterschiede aufweisen. Ein Beispiel ist mir aus meinem früheren Arbeitsgebiete Westindien augenblicklich noch zahlenmäßig in Erinnerung: Der Kaligehalt des Tabaksamens ist durch Kalidüngung gegen „Ungedüngt“ nur um etwa 25 % steigerungsfähig, während bei derselben Pflanze in den Blättern durch die Kalidüngung eine Erhöhung um ca. 300 % gegenüber „Ungedüngt“ eintrat. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei der Magnesia, wofür bereits einige analytische Daten existieren. Ein Teil dieser Untersuchungsergebnisse ist zahlenmäßig in der eben vom Herrn Vorredner angeführten Broschüre von Geheimrat Stutzer mitgeteilt.