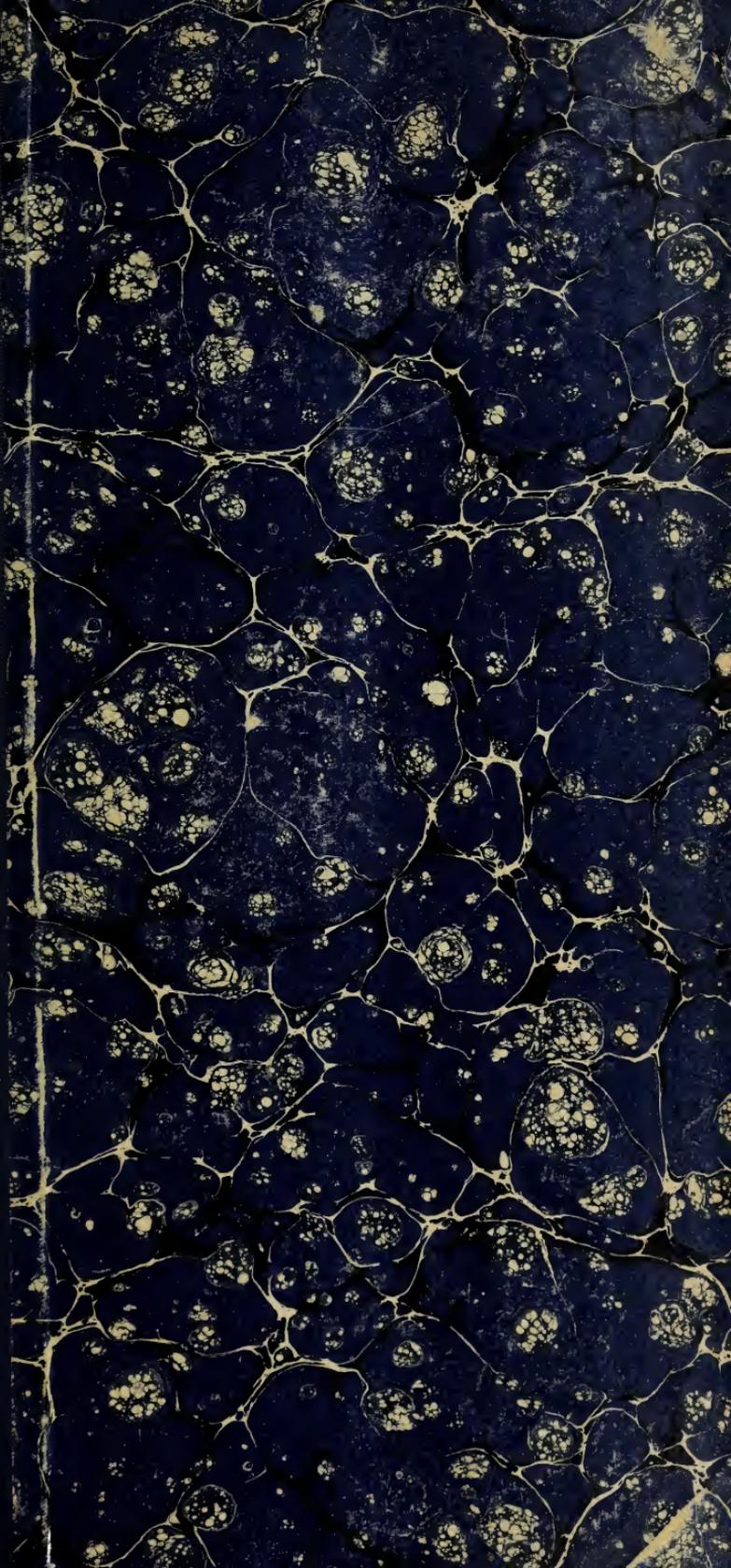


631.84
A769



UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class

631.84

Book

A r 6g

Volume

F 11-20M



Digitized by the Internet Archive
in 2016

Die

gegenwärtige Lage d. Stickstoff-Frage

und

ihre Bedeutung für den landwirtschaftlichen Betrieb

von

Albert Arnstadt,
Landwirt in Groß-Bargula.



Preis pro einzelnes Exemplar Mark 1,20
bei größeren Bezügen und für Vereine Mark 1,—.

Leipzig,
Verlag von W. Diebener.
1893.

Vorwort.

Als am 31. Mai 1888 Professor Dr. Hellriegel zu Bernburg seinen hochwichtigen und höchst interessanten Vortrag über die Stickstoff-Frage hielt und wir am folgenden Tage uns in dem Vegetationshause der Versuchstation die Kulturversuche ansehen und von Herrn Hellriegel belehren lassen konnten, wurde es uns Landwirten klar, daß wohl nun die Stickstoff-Frage als gelöst zu betrachten wäre.

Auch ich hatte mich durch praktische Versuche schon länger mit der Stickstoff-Frage befaßt, aber erst eigentlich von diesem Zeitpunkte an gewann dieselbe für mich ein lebhaftes Interesse. Ich bemühte mich, die einschlägliche Litteratur zu studieren und das Material zu sammeln, sowie durch Versuche die aufgestellten Theorien in der Praxis zu prüfen.

In allen landwirtschaftlichen Zeitschriften der letzten Jahre wurde nun die Stickstoff-Frage sehr lebhaft erörtert und fehlte es auch nicht an Widersprüchen seitens der Gelehrten, wodurch nicht selten der Landwirt irre geführt wurde und deshalb weniger Wert auf die Forschungsergebnisse legte. Zahlreiche Versuchsergebnisse wurden veröffentlicht, und schwoll in den paar Jahren das Material in solcher Weise an, daß dasselbe nur mit Mühe zu bewältigen war.

Academy
Smytho Harrasser, T. 2, 58

Im vorigen Winter unterzog ich mich nun der Mühe, vorliegende Arbeit zu verfassen, weil ich annahm, daß auch ein Beitrag zur Klärung der Stickstoff-Frage von einem Landwirt eine wohlwollende Aufnahme seitens seiner Berufsgenossen finden würde, zumal diese Frage für den praktischen Betrieb von der größten Bedeutung und die Lösung der Stickstoff-Frage wohl als eine der wichtigsten Maßnahmen zur Verbilligung der Produktionskosten anzusehen ist. Da jedoch von berufener Feder verschiedene größere Arbeiten über dies Thema erschienen, glaubte ich mich damals mit vorliegendem Werke nicht an die Oeffentlichkeit wagen zu dürfen, verfolgte aber alle einschläglichen Versuchsergebnisse und Forschungen, welche bis zum Schluß des Jahres 1892 veröffentlicht waren und brachte die sich ergebenden Resultate in vorliegender Arbeit zum Ausdruck.

Ermuntert durch günstige Beurteilung von fachmännischer Seite gestatte ich mir nun, meinen Berufsgenossen folgende Arbeit zu unterbreiten und hoffe, daß sie zur Verallgemeinerung der Forschungs-Ergebnisse und dadurch zur Steigerung der Bodenenerträge und Rente beitragen möge.

Großbargula, 1893.

Der Verfasser.



Einleitung.

„Das Alte stürzt, es ändert sich die Zeit.“ Dieser Dichterausspruch kann wohl mit vollem Rechte auch auf die Landwirtschaft bezogen werden. Wievieles hat sich in diesem Jahrhundert, ja sogar in den letzten Jahrzehnten, in der Landwirtschaft geändert. Durch die ungünstige Preisverschiebung fast aller landwirtschaftlichen Produkte, welche in dem Auftreten der ausländischen Konkurrenz auf unserm heimischen Markte und in noch verschiedenen anderen Gründen zu suchen ist, wird die deutsche Landwirtschaft immer mehr zum Fortschritte gedrängt. In unserer Zeit, wo auf staatliche Hilfe und Schutz nicht allzuviel zu rechnen ist, gilt es, alle möglichen Hebel der Selbsthilfe in Thätigkeit zu setzen, um unsern Betrieb nach Möglichkeit zu verbessern und auf eine solide Basis zu begründen, um unsere Existenzfähigkeit zu behaupten und wenn möglich, mit Gottes Hilfe, etwas vorwärts zu kommen. Die alte, nicht mehr rentable Betriebsweise mußte infolgedessen fallen, um einer neuen rationelleren Platz zu machen, damit — um mit dem Dichter fortzufahren — „neues Leben aus den Ruinen blühen könnte.“

Die Fortschritte der Technik, das Aufblühen der landwirtschaftlichen Nebengewerbe, die Einführung von überseeischen Düngemitteln und verschiedene Beobachtungen und Erfahrungen, welche im Laufe der Zeit gemacht wurden, kamen dem Landwirte zur Verbesserung seines Betriebes sehr zu statten. Aber trotzdem der Betrieb sich immer intensiver gestaltete und die gebotenen Hilfsmittel in ausgiebigster Weise benutzt wurden, blieb der erhoffte Erfolg doch oftmals aus. Die Lage der Landwirtschaft wurde eine immer kritischere und durch die neuen Gesetze der letzten Jahre kann kaum auf ein besseres Florieren der Landwirtschaft gerechnet werden. Da gilt es nun alle Kräfte anzuspannen, nicht nur, um intensiv zu wirtschaften, sondern auch, um die Produktionskosten nach Möglichkeit zu ver-

billigen. Hiernit glauben wir aber ein Gebiet zu betreten, auf welchem, unseres Erachtens, noch mancherlei zu ändern wäre. Die Produktionskosten stehen vielfach mit dem Produktpreise in keinem günstigen Verhältnisse; hauptsächlich gilt dies aber bei dem Getreidebau. Noch werden bedeutende Mengen von künstlichen Düngemitteln, namentlich stickstoffhaltige, eingeführt, mit welchen in vielen Fällen sparsamer könnte zu Werke gegangen werden, wenn die natürlichen Quellen besser ausgenutzt und den Verlusten durch geeignete Maßnahmen vorgebeugt würde. Aber trotzdem Hayden-Pommritz, Wagner-Darmstadt, Hellriegel-Bernburg, Maercker-Halle, Holbeseiß-Breslau, Schultz-Lupitz und andere Männer der Wissenschaft und Praxis uns wesentliche Fingerzeige in Bezug auf Ausnutzung der natürlichen Stickstoffquellen und Erhaltung des Stickstoffs in der Wirtschaft gaben, bleibt hier noch sehr viel zu wünschen übrig.

Wir halten es deshalb nicht für überflüssig, auf die gegenwärtige Lage der Stickstoff-Frage und ihre Bedeutung für den landwirtschaftlichen Betrieb näher einzugehen. Bis vor Kurzem war hier noch manches Dunkel, verschiedene Forschungen widersprachen sich direkt und infolgedessen blieb die Stickstoff-Frage für den praktischen Landwirt eine offene Frage, der man bis jetzt vielfach nicht das nötige Interesse entgegenbrachte. Nun ist aber dieselbe, wenigstens für den praktischen Betrieb, als gelöst zu betrachten und für den praktischen Landwirt bietet sie Vorteile von eminenten Tragweite.

Schultz-Lupitz, der große Praktiker, dem wir in Bezug auf Influxbringung der Stickstoff-Frage soviel zu verdanken haben, sagt in betreff der Wichtigkeit dieser Frage sehr zutreffend: Der Stickstoff ist, außer dem Wasser, der gewaltigste Motor im Werden, Wachsen und Schaffen der Natur. — Ihn zu fassen, ihn zu beherrschen, das ist die Aufgabe, — ihn zu Rate zu halten, darin liegt die Oekonomie, — seine Quelle, welche unerschöpflich fließt, sich dienstbar zu machen, das ist es, was Vermögen schafft!“

I.

Der Stickstoff und seine Bedeutung als Pflanzen-Nährstoff.

Jede Pflanze bedarf, gleich wie der tierische Organismus, zu ihrem Wachstum und Gedeihen der Nahrung, welche sie theils der atmosphärischen Luft, theils dem Boden entnimmt. Aus der atmosphärischen Luft entnehmen die Pflanzen mit Hilfe der Blätter Kohlensäure, welche mit den Bestandteilen des Wassers den größten Teil der organischen Substanz bildet. Mit Hilfe der Wurzeln entnehmen die Pflanzen dem Boden die mineralischen Nährstoffe und den Stickstoff. Die Pflanzen leben jedoch nicht von den einzelnen Pflanzennährstoffen, sondern von einer aus denselben zusammengesetzten Nahrung. Der Boden sorgt nun für die entsprechende Zusammensetzung der Nahrung. Die Pflanzennährstoffe, welche sämtlich unbedingt in jedem Ackerboden vorhanden sein müssen, sind: Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia, Schwefelsäure und Eisen. An Schwefelsäure und Eisen werden von den Pflanzen nur sehr geringe Quantitäten verbraucht, ebenso enthält Kalk*) und Magnesia zur Ernährung der Pflanzen meist jeder Boden im Ueberfluß, so daß diese Pflanzen-Nährstoffe unter normalen Verhältnissen nicht zugeführt zu werden brauchen.

Bei der Düngung kommen fast nur Phosphorsäure, Kali und Stickstoff in Betracht.

Um nun einen Anhaltspunkt in Bezug auf Zuführung dieser Pflanzennährstoffe zu haben, wollen wir zunächst anführen, in welchem Mengeverhältnisse dieselben durch die Ernten dem Ackerboden entzogen werden. Nach den Wolff'schen Tabellen sind enthalten: Bei den Halmfrüchten im Durchschnitt, bei einer Ernte pro ha. von:

*) Auf die indirekte Wirkung des Kalkes, welche von der größten Wichtigkeit ist, werden wir noch zurückkommen.

	Phosphorsäure	Kali	Stickstoff
40 Ctr. Körnern . . .	15,5 kg.	10 kg.	36,5 kg.
60 " Stroh . . .	6,5 "	23,5 "	16,5 "
Sa. 22 kg.	22 kg.	33,5 kg.	53 kg.

Bei den Hülsenfrüchten im Durchschnitt, bei einer Ernte pro ha. von:

40 Ctr. Körnern . . .	23 kg.	20,5 kg.	74,5 kg.
60 " Stroh . . .	10,5 "	43,5 "	41 "
Sa. 33,5 kg	33,5 kg	64 kg	115,5 kg.

Bei der Zuckerrübe, bei einer Ernte pro ha. von:

500 Ctr. Rüben . . .	20 kg	100 kg.	42,5 kg.
110 " Blättern . . .	7 "	35 "	17 "
Sa. 27 kg.	27 kg.	135 kg.	59,5 kg.

Bei Kartoffeln, bei einer Ernte pro ha. von:

300 Ctr. Knollen . . .	24 kg	93 kg	49,5 kg.
30 " Straut . . .	2,5 "	9,5 "	7,5 "
Sa. 26,5 kg.	26,5 kg.	102,5 kg.	57 kg.

Bei Klee, Luzerne, Esparsette im Durchschnitt, bei einer Ernte pro ha. von:

120 Ctr. Heu . . .	30,5 kg.	35 kg	125,5 kg.
--------------------	----------	-------	-----------

Aus dieser Zusammenstellung ginge zunächst hervor, daß die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse in ihren Ernteprodukten den meisten Stickstoff enthalten und zwar doppelt soviel als die Halmfrüchte und Wurzelgewächse. In Bezug auf Phosphorsäure ist die Differenz zwischen den einzelnen Kulturpflanzen eine nicht so auffallende, jedoch sind es auch hier die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse, welche in ihrer Zusammensetzung die meiste Phosphorsäure aufweisen. Kali enthalten am meisten die Wurzelgewächse, am wenigsten die Halmfrüchte und ist zum weitaus größten Teil dasselbe in dem Stroh enthalten. Die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse enthalten ebenfalls sehr beträchtliche Mengen an Kali. Nach unserer Zusammenstellung würden zur Ersetzung dieser Nährstoffe von den künstlichen Düngemitteln pro ha. erforderlich sein:

	Superphosphat 20 % P. 2 ⁰⁵	Kainit 12 % K. 2 ⁰	Chilifalpetet 15,5 % N.
Bei Halmfrüchten	2,20 Ctr.	5,50 Ctr.	6,80 Ctr.
" Kartoffeln . . .	2,65 "	17 "	7,35 "
" Zuckerrüben . . .	2,70 "	22,50 "	7,70 "
" Hülsenfrüchten	3,35 "	10,70 "	15 "
" Klee zc.	3 "	15,90 "	16,50 "

Demnach müßten die Wurzelgewächse hauptsächlich mit Kali und die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse in erster Linie mit stickstoffhaltigen Düngemitteln gedungen werden. In Wirklichkeit verhält es sich jedoch ganz anders. Nicht diejenigen Pflanzennährstoffe, welche die Kulturpflanzen in größter Menge aufnehmen, sind ihnen in entsprechenden Mengen zur Hervorbringung reicher Ernten in der Düngung zu reichen, sondern diejenigen sind zuzuführen, welche sie am schwierigsten aufzunehmen vermögen. So erweisen sich die Halmfrüchte, welche doch nach unserer Zusammenstellung am wenigsten von allen Kulturpflanzen Nährstoffe zu ihrem Aufbaue bedürfen, sehr dankbar für die Zufuhr von Phosphorsäure, Stickstoff und unter Umständen auch für Kalizufuhr. Allerdings ist unter den einzelnen Halmfrüchten in Bezug auf das Nährstoffbedürfnis derselben immerhin noch ein wesentlicher Unterschied. Näher darauf einzugehen würde den Rahmen unserer Betrachtungen überschreiten.

Die Wurzelgewächse erweisen sich in erster Linie dankbar für eine Stickstoffdüngung. Eine direkte Kalidüngung ist denselben vielfach geradezu unzutraglich, indem die Nebenbestandteile der Kalisalze nicht selten einen ungünstigen Einfluß auf das Gedeihen dieser Pflanzen ausüben. Diese Kulturpflanzen haben das Vermögen, sich die schwerer löslichen Kaliverbindungen dienstbar zu machen und können deshalb, trotz ihres hohen Kalibedarfs auf eine direkte Zufuhr verzichten. Die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse bedürfen, trotzdem sie so enorme Quantitäten von Stickstoff in ihrer Erntesubstanz aufweisen, der Stickstoffdüngung nicht; sie haben das Vermögen, wie wir später sehen werden, aus andern Quellen ihre Stickstoffnahrung zu schöpfen, welche den andern Kulturpflanzen nicht oder doch wenigstens nicht in dem Maße zur Verfügung stehen. Dagegen erweisen sie sich vielfach dankbar für eine Düngung mit Phosphorsäure und Kali. Ist der Boden jedoch von Natur reich an diesen Nährstoffen, so vermögen diese Gewächse auch ohne direkte Düngung mit Phosphorsäure und Kali, befriedigende Erträge zu liefern, denn dieselben haben die Fähigkeit, sich die schwerer löslichen Nährstoffe dienstbar zu machen. Eine Düngung mit Phosphorsäure und Kali wird jedoch in den meisten Fällen die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse zur vermehrten Produktion veranlassen.

Aus diesen Betrachtungen ersehen wir, daß die in den Ernten der verschiedenen Kulturpflanzen enthaltenen Pflanzen-

nährstoffe nicht maßgebend in Bezug auf Düngung derselben sind. Es kommen hier noch ganz andere Faktoren in Betracht. Aber dennoch hat der Liebig'sche Grundsatz der Ersatzlehre, welcher lautet: „Ersetze Alles, was Du dem Boden entnimmst, ohne Rücksicht auf die Umstände!“ seine Bedeutung noch nicht verloren. Die mineralischen Nährstoffe müssen unbedingt wieder ergänzt werden, wenn kein Raubbau getrieben werden soll. Mit dem Stickstoff liegen allerdings die Verhältnisse etwas anders, wie an einem Beispiel nachgewiesen werden soll. Ein großer Teil der durch die Ernten dem Boden entzogenen Pflanzennährstoffe wird durch das Stroh und die Futtermittel im Stalldünger dem Boden wieder zugeführt. Dies gilt in erster Linie von dem Kali und zum wesentlichsten Teil auch von dem Stickstoff, denn die Hülsenfrüchte und die kleeartigen Gewächse werden doch fast ausschließlich in der eigenen Wirtschaft konsumiert. Nehmen wir an, in einer Wirtschaft von 100 ha. würden 1000 Ctr. Getreide, 100 Ctr. Hülsenfrüchte, 5000 Ctr. Rüben und 1500 Ctr. Kartoffeln ausgeführt. (Wir nehmen der Einfachheit wegen an, daß die Nährstoffe der tierischen Produkte, welche ausgeführt werden, durch die Einfuhr von Futtermitteln gedeckt würden.)

Die Ausfuhr an Pflanzennährstoffen würde demnach betragen:

	Phosphors.	Kali	Stickstoff
1000 Ctr. Getreide . .	387,5 kg.	250 kg.	902,5 kg.
100 " Hülsenfrüchte	57,5 "	51 "	186 "
5000 " Rüben . .	200 "	1000 "	425 "
1500 " Kartoffeln .	120 "	465 "	227,5 "
Sa. 765 kg. 1766 kg, 1741 kg.			

Zur Erzeugung dieser ausgeführten Pflanzennährstoffe würden an künstlichen Düngemitteln erforderlich sein: 76,5 Ctr. Superphosphat (20 %). 294 Ctr. Kainit (12 %). 224,5 Ctr. Chilisalpeter (11,5 %), oder im Durchschnitt pro ha. 38,25 kg. Superphosphat, 147 kg. Kainit und 112,25 kg. Chilisalpeter. Die phosphorsäurehaltigen Düngemittel werden wohl in den meisten rationell geführten Wirtschaften bei einer dementsprechenden Ausfuhr in dieser Menge eingeführt werden, das Kali unter gewissen Bodenverhältnissen auch. Allerdings gestatten die besseren Böden, welche von Natur reich an Kali sind, einen Raubbau auf Kali. Vielfach wird sogar, trotzdem Kali in derartigen Mengen ausgeführt wird, kein Ersatz geleistet. Unter verschiedenen Verhältnissen gelangt man jedoch jetzt zu der Einsicht, daß man vielfach mit dem Raubbau auf Kali zu weit gegangen ist und wendet jetzt sein Augenmerk, mehr als bisher,

der Kalizufuhr zu. Aber der Stickstoff wird wohl in keiner Wirtschaft in dem angeführten Verhältnis eingeführt werden, selbst in den intensivst betriebenen nicht, und dennoch braucht ein Mangel an Stickstoff nicht einzutreten. Hieraus aber geht hervor, daß der Stickstoff sich anders verhält, als die andern Pflanzennährstoffe und daß den Pflanzen noch andere Stickstoffquellen, als der Ackerboden, zur Verfügung stehen müssen. Diese Thatsache ist durch die Praxis schon längst erwiesen.

Versuche Prof. Dr. A. Th a e r's, Gießen, welche sich bis 1872 zurück erstrecken, ergeben, daß im Zeitraume von 11 Jahren 55 pCt. Stickstoff aus andern Quellen, als dem Ackerboden, stammten. Von 1872 bis 1878 waren auf einem Morgen (0,25 ha.) 89,5 Pfd. (44,75 kg.) Stickstoff zugeführt worden, in den Ernten wurde dieser Fläche entnommen 198,68 Pfd. (33,34 kg.), mithin hatte die Natur 55 pCt. des Stickstoffs geliefert. Diese Versuche waren auf lehmigem Sandboden angestellt worden. Auf sandigem Lehmboden wurden von 1879 bis 1882 annähernd dieselben Resultate erzielt. Zugeführt wurden pro Morgen 60 Pfd (30 kg.) Stickstoff, dagegen in den Ernten entnommen 132,07 Pfd. (66,035 kg.) mithin wurde durch die Natur 54,4 pCt. geliefert.

Noch drastischere Resultate lieferten die Lupinenwiesen von Schulz-Lupitz. Dort wurden 15 Jahre hinter einander auf den denkbar magersten Böden nur mit Hilfe von Kali-Phosphatdüngung, sowie Mergelung im Durchschnitt pro Jahr und ha. 90 kg. Stickstoff in den Ernten entzogen, ohne daß der Boden an Stickstoff verarmte. Nein, im Gegenteil, es wurde noch eine erhebliche Bereicherung an Stickstoff erzielt. Eine längst bekannte Thatsache ist jedoch, daß die Natur nicht bei dem Anbau aller Kulturpflanzen entsprechende Mengen von Stickstoff liefert. Schon längst ist es bekannt, daß nur gewisse Kulturpflanzen es sind, welche durch ihren Anbau den Boden an Stickstoff bereichern und muß also von dem mehr oder weniger umfangreichen Anbau derartiger Gewächse die Dienstbarmachung des Stickstoffs der Natur abhängig sein. Wie wir sehen, liefern die Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse in ihren Ernteprodukten bedeutend größere Mengen von Stickstoff, als alle anderen Kulturpflanzen. Die Erfahrung lehrt aber, daß diese Gewächse ohne Stickstoffdüngung, auch wenn der Boden in dem Grade erschöpft ist, daß andere Kulturpflanzen ohne Stickstoffdüngung nicht gedeihen würden, hohe Ernteerträge zu liefern vermögen.

Ferner sind aber nach Hülsenfrüchten und kleeartigen Gewächsen, Halmfrüchte und andere Kulturpflanzen, auch ohne Stickstoffdüngung, noch mit Aussicht auf einen befriedigenden Ernteertrag anzubauen.

Derartige Thatsachen waren die Beweggründe, welche die Naturforscher zu umfangreichen Versuchen und Untersuchungen veranlaßten. Die englischen Forscher *L a w e s* und *G i l b e r t* fanden, daß nach dem Anbau von Kolllee der Boden 0,1566 pCt. Stickstoff enthielt, während derselbe nach dem Anbau von Gerste nur einen Stickstoffgehalt von 0,1416 pCt. aufwies. *Agathon* fand, daß durch Luzernebau der Stickstoffgehalt des Bodens von 2,04 gr. pro Kilogramm Erde auf 2,48 gr. gesteigert wurde. *Heyden* wies beim Kleebau eine Stickstoffanreicherung von 0,034 auf 0,057 pCt. nach. *Dèhèrain* führte aus, daß beim Futtermais dem Boden pro Hektar 238 Kgr. und bei Kartoffeln 233 Kgr. Stickstoff entzogen würden, während sich beim Esparsettebau eine Anreicherung von 625 Kgr. Stickstoff ergab.

Aber auf welche Weise diese Bereicherung des Bodens an Stickstoff erfolgte, blieb lange Zeit eine ungelöste Frage und bei der Lösung derselben kam es nicht selten zu den drastischsten Widersprüchen. Allerdings wußte man wohl, daß die Luft zu ca. 77 pCt. aus freiem Stickstoff bestand, aber nach den angestellten Untersuchungen erwies sich derselbe ganz indifferent, absolut wirkungslos. Er schien vielmehr keinen anderen Zweck zu haben, als den Sauerstoff — die Lebensluft — zu verdünnen. Außer dem freien Stickstoff findet sich allerdings auch gebundener Stickstoff, in Form von Ammoniak und Salpetersäure, in der atmosphärischen Luft vor, doch sind diese Quantitäten so gering, daß damit die angeführten Thatsachen nicht erklärt werden konnten. Nach den Beobachtungen der deutschen Versuchsstationen wurden durch die Niederschläge dem Boden pro Hektar ca. 14 Kgr. gebundener Stickstoff zugeführt, außerdem wird durch die Bodenabsorption im Durchschnitt pro Hektar noch eben soviel aufgesaugt.

Berthelot wies nach, daß durch die Bodenabsorption auf sandigem Lehm pro Hektar und Jahr 16—25 Kgr. und beim Thonboden bis zu 32 Kgr. Stickstoff aufgesaugt wurden. Dieser Forscher nimmt nun an, daß an der Bodenoberfläche und auch wohl in der oberen Ackerkrume durch leichte elektrische Spannungen freier atmosphärischer Stickstoff in einen gebundenen Zustand übergehe, in Ammoniak oder Salpetersäure, und somit von dem Boden aufgesaugt würde. Da dieser Vorgang nicht

im Winter vor sich geht und auch im ausgeglühten Boden nicht beobachtet werden konnte, so liegt die Vermutung nahe, daß niedere Lebewesen — Bakterien, Bazillen — bei der Bindung des atmosphärischen Stickstoffs beteiligt sind. Die Bedeutung dieser Lebewesen für die Dienstbarmachung des freien Stickstoffs ist nun unfraglich nachgewiesen und werden wir später ausführlich darauf zurück kommen.

Die Bedeutung der Forschungsergebnisse Berthelot's ist keineswegs zu unterschätzen, doch reichen auch diese zugeführten Mengen von Stickstoff, deren Quantitäten, wie wir später sehen werden, von verschiedenen Umständen abhängig sind, nicht aus, um den in den Ernten enthaltenen Stickstoff-Überschuß zu erklären, zumal fortwährend, gleich diesen Zufuhren, Stickstoffverluste im Ackerboden eintreten. Nicht unbedeutende Quantitäten entweichen in gasförmigem Zustande dem Ackerboden oder werden durch die Niederschläge ausgelaugt und in die tieferen Bodenschichten geführt oder durch das Drainwasser abgeleitet. So betrug nach Wollny der Stickstoffverlust durch die Drainage auf ungedüngtem Lande bis zu 10 Algr., auf gedüngtem bis zu 40 Algr. pro Hektar; dazu kämen nun noch die Stickstoffverflüchtigungen aus dem Ackerboden zc. Mithin haben die angeführten Bereicherungen des Bodens an Stickstoff, wenn man die gegenüberstehenden Verluste in Betracht zieht, keine allzugroße Bedeutung. Aufgabe des praktischen Landwirtes muß es aber dennoch sein, derartige Anreicherung zu begünstigen und den Verlusten nach Möglichkeit vorzubeugen, worauf wir noch zurück kommen werden.

Schon seit längerer Zeit nahm man an, daß die Blätter der Kulturpflanzen das Vermögen hätten, Stickstoff in Form von flüchtigem Ammoniak aufzunehmen, gleichwie dieselben die Kohlensäure aufnehmen. M e r g e r-W i s m a r wies nach, daß die jungen Blätter aus Thau, Regen und der atmosphärischen Luft gebundenen Stickstoff aufzunehmen vermögen und zwar beträchtliche Mengen. Ein Unterschied in den verschiedenen Kulturpflanzen sei nur insofern, als die Blattgewächse infolge ihrer umfangreichen Organe zwei- bis dreimal so große Mengen aufzunehmen vermöchten, als die Stängelgewächse.

Diese Forschungsergebnisse sind allerdings von verschiedener Seite bezweifelt worden, da nach mehrfachen Untersuchungen eine Aufnahme und Verarbeitung des Stickstoffs durch die Blätter unmöglich erschien. — Die neueren Untersuchungen von F r a n k-Berlin sprechen jedoch dafür. Genannter Forscher wies

nämlich nach, daß die Blätter der verschiedenen Kulturpflanzen am Abend reicher an Stickstoff sind, als am Morgen und es folgerte daraus, daß des Nachts die Blätter sich des aufgenommenen Stickstoffs, gleichwie des gebildeten Stärkemehles, in den Stengel entlebigten. Diese Annahme wurde durch das Ergebnis, daß der in den Blättern vorhandene Stickstoff zum wesentlichen Teil in Amidverbindungen, also einer Vorstufe vom Eiweiß, anwesend war, noch wahrscheinlicher. Es lag somit die Vermutung nahe, daß Stickstoff von den Blättern aufgenommen worden wäre und sich eben in dem Umwandlungsstadium in Eiweiß befände, um dann in den Stengel überzugehen. Wenn nun auch mancherlei für diese Forschungsergebnisse spricht, als über alle Zweifel erhaben können sie jedoch noch nicht hingestellt werden. Jedenfalls ist hiermit die Stickstoff-Frage noch nicht als gelöst zu betrachten. Namentlich fehlt die Erklärung für das Verhalten der Hülsenfrüchte und fleerartigen Gewächse (Papilionaceen) im Vergleich mit den anderen Kulturpflanzen betreffs der Stickstoffaufnahme. Daß die Papilionaceen infolge ihrer ausgedehnten Blattorgane mit denselben mehr Stickstoff als die anderen Gewächse aus der atmosphärischen Luft aufnehmen könnten, sowie auch bei der stärkeren Beschattung und der dadurch hervorgebrachten größeren elektrischen Spannung in der Ackerkrume mehr Stickstoff gebunden und absorbiert würde, als bei den anderen Kulturpflanzen, kann das verschiedenartige Verhalten der angeführten Kulturpflanzen, welche man nicht ohne Grund in Stickstoffmehrer und Stickstoffzehrer einteilte, noch nicht vollständig erklären.

Man nahm nun vielfach an, daß die Stickstoffmehrer — Papilionaceen — infolge ihrer tiefgehenden Wurzeln das Vermögen hätten, den Stickstoff aus den tieferen Schichten sich anzueignen. Die Untersuchungen haben aber ergeben, daß der Untergrund relativ arm an Stickstoff ist. Ferner lag die Vermutung nahe, daß die Papilionaceen mit ihrem weitverzweigten Wurzelneze den Stickstoff aus schwerer löslichen Verbindungen und schwächeren Konzentrationen aufzunehmen vermöchten, während den sogenannten Stickstoffzehrern diese Quelle nicht zur Verfügung stände. Der in schwächerer Konzentration im Boden vorhandene Stickstoff in Form von Salpetersäure ginge aber beim Anbau der Stickstoffzehrer, da er von diesen infolge des weniger ausgebildeten Wurzelsystems nicht aufgenommen werden könnte, verloren, indem er entweder ausgelaugt würde oder sich in gasförmigen Stickstoff umwandle und in die Luft

entweiche. Auf diese Weise wirkten aber die Papilionaceen stickstoffhaltend.

Liebsherr-Jena suchte nun das gegenseitige Verhalten zwischen Stickstoffmehrer und Stickstoffzehrer durch die Aufnahmezeit des Stickstoffes zu erklären. Genannter Forscher wies nach, daß die Gerste in den ersten drei Wochen nach dem Aufgange, während sich bei derselben erst 37 pCt. der Trockensubstanz gebildet hatten, schon 91 pCt. des Stickstoffes und 77 pCt. der Phosphorsäure von ihrem Gesamtbedarf aufgenommen hatte. Die Lupine könnte dagegen drei Monate lang Stickstoff aufnehmen. Aehnlich verhielten sich auch die anderen Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse. Der Autor sucht damit den Beweis zu liefern, daß die Halmfrüchte mit möglichst leichtlöslichen Nährstoffen zu düngen wären, während die Hülsenfrüchte infolge ihrer langen Aufnahmezeit auch die schwerer löslichen verwerteten. Mit den anderen Nährstoffen mag dies wohl in gewissem Sinne zutreffend sein, was ja die Erfahrung lehrt. In Bezug auf Stickstoff liegen jedoch, wie die neueren Forschungsergebnisse beweisen, die Verhältnisse wesentlich anders. Allerdings sind die Papilionaceen mit ihrer Stickstoffaufnahme nicht wie die Halmfrüchte auf die Anfangsvegetationszeit beschränkt, sondern dieselben nehmen noch bis zu ihrer Reife Stickstoff auf, wie die Forschungen von Bäßler-Regenwalde ergaben. Derselbe stellte Versuche mit 10 Lupinenpflanzen an, welche enthielten:

am 19. August	61,70 gr. Trockensubstanz,	1,802 gr. Stickstoff,
" 3. Septbr.	75,43 "	2,180 "
" 14. "	115,88 "	3,245 "
" 24. "	202,78 "	5,536 "

Mithin ist die Zunahme in später Vegetationszeit noch eine sehr wesentliche. Aber nicht die schwerer löslichen Stickstoffverbindungen im Boden sind es, welche von den Pflanzen aufgenommen werden, sondern der Stickstoff stammt aus einer anderen Quelle, wie wir gleich sehen werden; denn sonst würden ja die Papilionaceen keine Stickstoffmehrer sein, sondern den Boden in weit höherem Grade an Stickstoff erschöpfen, als die Halmfrüchte 2c.

Auf dem angeführten Standpunkte beruhte noch vor wenigen Jahren die Stickstoff-Frage. Theorie und Praxis befanden sich in schroffem Gegensatz. Die Praxis war der Theorie vorausgeeilt und die Wissenschaft fand, trotzdem man es nicht an ernstlichen Bemühungen und umfangreichen Untersuchungen fehlen ließ, keine befriedigende Erklärung für die praktischen Erfahrungen.

Schulz-Lupitz und andere hervorragende Praktiker unterschieden schon längst zwischen Stickstoffmehrer und Stickstoffzehrer und wiesen nach, daß erstere keine Stickstoffdüngung beanspruchten und obgleich sie in ihren Ernten bedeutend größere Mengen von Stickstoff lieferten, als die anderen Kulturpflanzen, verließen sie doch den Boden in einem solchen Zustande, daß Stickstoffzehrer ohne Stickstoffdüngung mit Erfolg angebaut werden konnten. Ja, Schulz-Lupitz ging soweit, sein Wirtschaftssystem auf diese Thatsache zu begründen und baute auf seinem mageren Sandboden 7. und 8. Klasse Halmsfrüchte im Wechsel mit Lupinen, von welchen ein Teil als Gründünger eingepflügt wurde. Stickstoffhaltige Düngemittel wurden nicht mehr zugekauft, dagegen die Mineraldünger in entsprechenden Mengen angewandt. Der Erfolg war ein sehr guter. Da, wo früher keine Rente erzielt wurde, brachte der Hektar einen Reinertrag von 72 Mark.

Da gelang es endlich Hellriegel-Bernburg, Licht in das Dunkel zu bringen und eine befriedigende Lösung der Stickstoff-Frage durch seine Pilz-Theorie herbeizuführen. Schon früher tauchte dann und wann in der Litteratur die Vermutung auf, daß niedere Lebewesen — Bakterien, Bazillen — bei der Umsetzung des atmosphärischen Stickstoffs eine Rolle spielen müßten. Auch in den Forschungsergebnissen von Berthelot wird den Bakterien eine Bedeutung zuerkannt. Bachmann schrieb schon 1858 über die Wurzelknöllchen der Leguminosen, welche Bakterien enthielten, deren Wirkung er jedoch nicht nachweisen konnte. Erst Hellriegel war es vergönnt, die Bedeutung dieser Lebewesen aufzudecken und die verborgenen und unerkannten Wohltäter der Landwirtschaft an das Licht zu ziehen.

Der Leguminosen-Pilz und seine Bedeutung.

Daß sich in der Luft, im Wasser und in der Ackererde unzählige niedere Lebewesen befinden, welche nur bei entsprechender Vergrößerung wahrzunehmen sind, ist eine längst bekannte Thatsache; sind doch gewisse Spezien derselben die Ursachen von verschiedenen Infektionskrankheiten. Wie winzig klein und in welchen ungeheuren Mengen diese niederen Lebewesen — Bakterien, Bazillen — vorkommen, beweist, daß man in 1 gr.

Ackererde die Anwesenheit von ca. 900 000 Bakterienkeimen nachgewiesen hat. Ueber die Bedeutung und den Zweck dieser niederen Geschöpfe sind wir noch sehr im Unklaren, doch scheinen sie nicht umsonst von unserm Schöpfer ins Leben gerufen zu sein, sei es zu unserem Nutz und Frommen oder zum Teil auch aus anderen Gründen. In Bezug auf Pflanzenernährung spielt aber eine Menge derselben, wie bereits bekannt, eine sehr wichtige Rolle. Thatsache ist es, daß die Umwandlung des Ammoniak in Salpetersäure durch derartige Pilze vermittelt wird, wie A. Müller nachwies. Da aber Ammoniak von den Pflanzen nicht aufgenommen wird, sondern erst in Salpetersäure umgewandelt werden muß, so ist die Anwesenheit derartiger Pilze im Ackerboden unerläßliche Bedingung.

Hellriegel machte 1886 auf die Knöllchen, welche sich an den Wurzeln der Leguminosen (Hülsenfrüchte und Kleeartige Gewächse) vorfinden und die in denselben enthaltenen Bakterien aufmerksam. Er vermutete schon damals, daß diese Knöllchen mit ihren Lebewesen durch den freien atmosphärischen Stickstoff eine hervorragende Wirkung bei der Ernährung derartiger Gewächse ausüben müßten. In dieser Annahme wurde er durch seine Kulturversuche sehr wesentlich bestärkt. In Kulturgefäßen wurde als Bodenmaterial reiner, feiner Quarzsand, der nahezu ganz frei von stickstoffhaltigen Verbindungen war, verwandt. Die mineralischen Nährstoffe wurden in entsprechenden Mengen zugeführt, Stickstoff dagegen in einzelnen Kulturgefäßen gar nicht, in anderen in ungleichen Mengen. Die Resultate waren: Bei Halmfrüchten stand der Ertrag in gleichem Verhältnis mit dem angewandten Stickstoffquantum, während die Erbse ganz andere Erfolge hatte. Diejenigen Erbsen, welche mit Stickstoff gedüngt waren, zeigten in ihrer Anfangsentwicklung keinen Unterschied von den mit Stickstoff gedüngten Halmfrüchten, der Ertrag stand aber schließlich nicht wie bei den Halmfrüchten in gleichem Verhältnis mit dem Stickstoffreichtum des Bodens, sondern es wurde in der Ernte wesentlich mehr vorgefunden.

Die nicht mit Stickstoff gedüngten Kulturgefäße mit Erbsen verhielten sich nun sehr verschieden. Anfangs blieben zwar alle, gleichwie die nicht mit Stickstoff gedüngten Halmgewächse, zurück, später wuchsen einzelne Erbsenpflanzen ganz normal weiter und einige entwickelten sich ganz üppig. Das Ernteergebnis war, daß mehrere Pflanzen einen reichlichen Ertrag brachten, andere einen normalen, während einige, gleichwie die nicht mit Stickstoff gedüngten Halmfrüchte, verkümmert waren. Hellriegel

nahm nun an, daß, da in dem Quarzsande die organische Substanz fast gänzlich fehlte, die Anwesenheit von Bakterien in den Kulturgefäßen nur eine geringe sein könnte, womit das ungleichmäßige Verhalten der einzelnen Erbsenpflanzen zu erklären wäre. Diese Annahme fand bald ihre Bestätigung. Wurde der Quarzsand durch Ausglühen sterilisiert — also alle Bakterien getötet — so verkümmerten sämtliche Erbsenpflanzen ohne Stickstoffdüngung, während sich dieselben kräftig entwickelten, sobald eine geringe Quantität von einem Aufgusse aus gutem Ackerboden — also Bakterien — zugeführt wurde und brachten einen bedeutenden Stickstoffgewinn. Versuche, welche bei Halmfrüchten (Gramineen) angestellt wurden, ergaben daß die Zuführung von Bakterien denselben nichts nützen konnte. Sie mußten ohne Stickstoffdüngung unrettbar verhungern. Daß aber nur den Bakterien das Verhalten der Erbse in mit Stickstoff nicht gedüngtem Boden zu verdanken war, ergab noch ein Versuch mit gekochtem Bodenabguß — die Bakterien waren also getötet — bei welchem die Erbsen ebenfalls dem Hungertode entgegen gingen.

Durch weitere Forschungen gelang es Hellriegel, im Verein mit Wilfarth, noch mehr Klarheit in diese Angelegenheit zu bringen, worüber ersterer bei Gelegenheit der Generalversammlung des landwirtschaftlichen Centralvereins der Provinz Sachsen in Bernburg am 31. Mai 1888 referierte und uns sodann auf der Versuchsstation die angestellten Untersuchungen auf das Zubovorkommendste und in allgemein verständlicher Weise demonstrierte. Die Untersuchungen haben ferner ergeben, daß hinsichtlich der Bakterien, welche die Stickstoffbindung vermitteln, ein Unterschied bestehen muß, indem für die verschiedenen Leguminosen auch verschiedene Spezies von Bakterien in Betracht kommen. So z. B. gelang es nicht, auf sterilisiertem Boden Lupinen und Seradella durch Aufguß von Lehm-Mergelboden aus der Gegend von Bernburg, auf welchem Erbsen, Bohnen und Klee gedeihen, zur lebhaften Vegetation zu veranlassen. Dieselben verhielten sich vielmehr wie diejenigen Pflanzen, welche nicht mit Bakterien infiziert wurden und gingen schließlich zu Grunde. Wenn nun gegenwärtig noch von Frank u. a. die Annahme, daß die verschiedenen Papilionaceen ihre spezifischen Bakterien hätten, bezweifelt wird, so sprechen doch außer den Hellriegel'schen Resultaten noch verschiedene neuere Erfahrungen aus der Praxis dafür, auf die wir noch zurückkommen werden.

Mit diesen ungemein wichtigen Versuchsergebnissen war nun endlich das Verhalten der Stickstoffmehrer im Vergleich zu den

Stickstoffzehrern erklärt. Daß es hier der freie atmosphärische Stickstoff war, welcher durch Einwirkung der fraglichen Bakterien den Leguminosen zur Verfügung stand, lag ja klar zu Tage, aber der Beweis war hiermit noch nicht erbracht. Doch auch über diesen Punkt wurden uns auf der Versuchsstation Bernburg die erforderlichen Aufklärungen gegeben. In einem Glasballon, welcher ca. 60 Liter atmosphärische Luft enthielt und mit einer Vorrichtung versehen war, durch welche die erforderliche Kohlensäure — zur Bildung der organischen Substanz — eingepumpt werden konnte, war sterilisierter Boden, dem die Nährstoffe, mit Ausschluß des Stickstoffs, in entsprechenden Mengen zugegeben worden war, eingebracht. Auch war für Zuführung der erforderlichen Bakterien gesorgt worden. Sodann wurde eine Erbse in diesem Boden gepflanzt und entsprechend feucht gehalten. Stickstoff war also nur soviel in dem Ballon, als im Samenkorn enthalten war. Trotzdem gedieh die Erbse vorzüglich, blühte, hatte Schoten angefüllt und füllte fast den ganzen Ballon aus. Bei früheren Versuchen war dasselbe Resultat erzielt worden, und hatte die Erbse eine ganz normale Ernte gebracht. Mit diesem Experiment ist nun unwiderlegbar der Beweis erbracht, daß der bis dahin als gänzlich unwirksam betrachtete atmosphärische freie Stickstoff für die Landwirtschaft von der größten Bedeutung ist. Schulz-Lupik sagt: „Seine Quelle, welche unerschöpflich fließt, sich dienstbar zu machen, das ist es, was Vermögen schafft.“ Liebig schrieb schon in seiner „Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“: „Der Angelpunkt jedes Fortschrittes im Ackerbau ist, daß man lernt, aus den natürlichen Quellen soviel Stickstoffnahrung zu schöpfen, als man braucht. Tausende von Thatsachen lehren, daß dies möglich ist.“ Unererschöpflich ist allerdings diese Stickstoffquelle. Angestellte Berechnungen von Bretschneider ergaben, daß die atmosphärische Luft, welche über einem Hektar Acker sich befindet, über $1\frac{1}{2}$ Millionen Centner Stickstoff enthält.

Die epochemachenden Entdeckungen Hellriegel's veranlaßten nun verschiedene Forscher, auf diesem Gebiete weiter zu suchen und fehlte es auch nicht an Stimmen, welche diese Resultate bestätigten. Allerdings taucht auch noch dann und wann einmal in der Litteratur ein Zweifel an der Bedeutung dieser Bakterien auf, welche man mit den Namen *Bacillus nitrificans* (nach Beyerinck) *Bacillus radicicola*, nach Frank *Rhizobium leguminosarum*) benannte, doch wird es wohl schwerlich gelingen, eine bessere

Lösung der Stickstoff-Frage, als die Hellriegel'sche, herbeizuführen. Die Resultate weiterer Forschungen waren nun folgende: Die Anwesenheit dieser Bakterien in den verschiedenen Bodenarten ist eine sehr mannigfache. Am stärksten trifft man diesen Pilz in humosen, feuchten und warmen Böden an, da hier die Bedingungen zu seiner Vermehrung am vollkommensten vorhanden sind. Die Erfahrung hat die Annahme Hellriegel's, daß die verschiedenen Leguminosen ihre spezifischen Bakterien hätten, bestätigt. Werden gewisse Leguminosen zum erstenmal in einer Gegend angebaut, so tritt nicht selten der Fall ein, daß dieselben, trotzdem die Bodenverhältnisse den Anbau ganz geeignet erscheinen lassen, nicht gedeihen wollen. Erst durch andauernden Anbau — wodurch sich die Bakterien vermehren — oder durch Zuführung von diesen Lebewesen — durch Bodenimpfung — gelingt es, derartige Gewächse zu einer kräftigen Vegetation zu veranlassen.

Die Art und Weise, auf welche die Bakterien den freien atmosphärischen Stickstoff den Leguminosen dienstbar machen, ist jedoch noch nicht ganz geklärt, doch wird es auch der Wissenschaft in nicht allzu weiter Ferne gelingen, dies zu beweisen. Jeder aufmerksame Beobachter wird schon die Entdeckung gemacht haben, daß an den Wurzeln der stickstoffsammelnden Pflanzen sich kleine Knöllchen befinden, welche man mit dem Namen Leguminosknöllchen bezeichnet. Dieselben sind meist am größten und unregelmäßigsten bei der Luzerne, bei Esparsette und Erbsen sind sie meist zu mehreren dicht aneinander gereiht und haben eine etwas längliche Form; bei Pferdebohnen, Wicken und den Akearten haben dieselben in der Regel eine kugelige Gestalt. Diese Knöllchen enthalten einen bräunlich-rötlichen Saft von eigentümlichem Geruche und bergen bedeutende Mengen von Bakterien in ihrem Innern. Das Entstehen der Knöllchen sucht man sich nun auf folgende Weise zu erklären: Die Wurzeln schwitzen an gewissen Stellen eine Masse aus, welche den Pilz *Bacillus nitrificans* anfangs ernährt und in gewissem Sinne auch heranzieht. Der Pilz dringt dann durch die Kanäle der Haarwurzeln in das Innere ein, bei der Lupine jedoch direkt durch die Zellen in die Pfahlwurzel. Durch den ausgeübten Reiz infolge des Eindringens des Pilzes findet eine Zellwucherung in Form dieser Knöllchen statt.

Detmer-Jena nimmt an, daß der Pilz Kohlehydrate, namentlich Zucker, durch die Blätter der Papilionaceen empfängt und dadurch sich weiter entwickelt. Der Pilz habe sodann die

Fähigkeit, die Moleküle des freien Stickstoffes, der in den Knöllchen vorhandenen Luft durch seinen Lebensprozeß zu spalten. Die Stickstoffatome verbänden sich nunmehr unter Beihilfe von schwefelhaltigen Verbindungen mit Zucker zu Eiweißstoffen. Dieser Eiweißbildungsprozeß vollzöge sich somit im Innern der Papilionaceen oder deren Knöllchen, er wäre also keine Funktion der Zellen der Pflanzen, sondern derjenigen Bakterien, die mit ihnen zusammen leben und das gebildete Eiweiß zunächst für sich zu ihrer eigenen Entwicklung und Vermehrung verwendeten. Die Bakterien erlitten jedoch in den Knöllchen allmählich eine Umwandlung und bildeten sogenannte Bakteroiden, welche einer immer weiteren Desorganisation verfielen. Schließlich würden die Eiweißstoffe von den Pflanzen aufgesogen. Mithin leben die Papilionaceen mit dem Pilz *Bacillus nitrificans* in einem symbiotischen Verhältnis, d. h. sie unterstützen sich gegenseitig in ihrer Ernährung. Frank-Berlin, welcher zwar an der Hellriegel'schen Theorie noch zweifelt und die Stickstoffaufnahme der Papilionaceen durch die Blätter nachzuweisen sucht, fand jedoch auch, daß durch das symbiotische Verhältnis der Leguminosen mit dem Bazillus die Papilionaceen sehr wesentlich in ihrer Stickstoffaufnahme und Produktion unterstützt wurden. Die Blätter wurden durch die Symbiose bedeutend größer und bekamen ein dunkelgrünes Aussehen, ferner wurde mehr Kohlensäure assimiliert; die in den Knöllchen angesammelte Eiweißmasse wurde, nach seiner Beobachtung, zur Bildung der Körner verwandt.

Frank ist jedoch der Ansicht, daß es nicht der Bazillus wäre, welcher den atmosphärischen Stickstoff assimiliere, sondern es würde durch den Eintritt des Pilzes in den Wurzelorganismus der Leguminosen ein Reiz auf die Pflanze ausgeübt, wodurch die Assimilationskraft geweckt und gekräftigt würde. Ferner ist Frank der Ansicht, daß alle Pflanzen mit ihren Blättern den atmosphärischen Stickstoff sich dienstbar machten, jedoch bedürften die Nichtleguminosen in ihrer Jugend eine Stickstoffdüngung, während die Leguminosen dieselbe nicht unbedingt erforderten, doch würde eine solche in der Jugend wesentlich günstig einwirken, indem sie ihnen dann sehr leicht über die sogen. Hungerperiode hinweg helfe. Eine Ausnahme hiervon mache nur die Lupine, welche den höchsten Ertrag auf stickstoffarmem Boden liefere.

Alle schmetterlingsblütigen Gewächse, zu welchen außer den Hülsenfrüchten und Kleeartigen Gewächsen auch die Akazie gehört,

leben mit dem in Frage stehenden Pilz in einem symbiotischen Verhältnis und haben somit, wenn der betreffende Pilz im Boden vorhanden ist, an ihren Wurzeln die sog. Leguminosknöllchen. Sie können dann ohne Stickstoffdüngung ganz gut gedeihen und hohe Erträge liefern, dabei aber den Boden noch wesentlich mit Stickstoff anreichern.

Schließlich sei noch ein neuerer Versuch von Sch lö s i n g und L a u r e n t, welcher die Hellriegel'sche Theorie bestätigt, angeführt. Diese Forscher brachten in cylindrische Gefäße, welche luftdicht verschließbar waren, ausgeglühten Sand, dem die mineralischen Nährstoffe beigemischt waren. Das Ganze wurde sterilisiert und gegen das Eindringen von Keimen geschützt; für entsprechende Kohlensäure und Wasser war Sorge getragen. In jedes Gefäß wurden drei Erbsen gepflanzt. In I und II wurden einige frisch dem Felde entnommene Wurzelknöllchen von Erbsen und Bohnen zugesetzt. Gefäß III wurde dagegen ungeimpft gelassen.

I und II lieferten folgendes Ergebnis:

	I	II
Gasförmiger Stickstoff am Anfang des Versuches	2681,2 cbcm	2483,3 cbcm
am Ende des Versuches	2652,1 "	2457,4 "
Mithin gebundener Stickstoff	29,1 cbcm	25,9 cbcm
	= 36,5 mgr	32,5 mgr.

Ähnliche Werte wurden gefunden in der Ernte.

	I	II	III
Es war enthalten vor dem Versuche			
Stickstoff im Boden	4,3 mgr	4,3 mgr	4,3 mgr
" " Saatgute	28,3 "	28,2 "	28,2 "
Sa.	32,6 mgr	32,5 mgr	32,5 mgr
Es war enthalten nach dem Versuche			
Stickstoff im Boden	15,1 mgr	17,5 mgr	8,8 mgr
" in der Ernte	58,1 "	49,1 "	24,3 "
Sa.	73,2 mgr	66,6 mgr	33,1 mgr
Vor dem Versuche war enthalten	32,6 mgr	32,5 mgr	32,5 mgr
Mithin war von dem freien Stickstoff ge-			
bunden worden	40,6 mgr	34,1 mgr	0,6 mgr

Dieser Versuch zeigt uns sehr deutlich die Wichtigkeit der Hellriegel'schen Theorie, und sucht uns auch die Abnahme der atmosphärischen Luft an Stickstoff, sowie die Zunahme des gebundenen Stickstoffs zahlenmäßig genau nachzuweisen. Wenn nun auch noch einzelne Männer der Wissenschaft an der Wichtigkeit dieser Theorie zweifeln, so liegt doch für den praktischen Landwirt kein Grund mehr vor, sich diesen Zweifeln anzuschließen. Für den praktischen Betrieb ist die Stickstofffrage

nun endlich als gelöst zu betrachten und liegt es nur noch an den Landwirten, sich die Forschungen der Wissenschaft, denen schon zahlreiche praktische Resultate als Beweis zur Seite stehen, dienstbar zu machen. Aber auch wenn wir die Stickstoffzufuhr durch die Niederschläge, „Bodenabsorption“, Aufnahme durch die Blätter anerkennen, sowie den Stickstoffsammlern das Vermögen zuerkennen, Stickstoff dem Untergrund zu entnehmen, aus schwerer löslichen Verbindungen und schwächeren Konzentrationen sich anzueignen und an die längere Aufnahmezeit der Leguminosen glauben, verliert die Hellriegel'sche Theorie keineswegs an Bedeutung für den praktischen Betrieb.



Die Anwendung dieser Forschungs-Ergebnisse auf den praktischen Betrieb.

Die Thatsache, daß es wirklich Stickstoffmehrer giebt, ist für den praktischen Betrieb von der größten Bedeutung und kann sich der Landwirt durch Beachtung der angeführten Forschungs-Ergebnisse sehr wesentliche Vorteile verschaffen. Wenn wir nun im Vorstehenden hauptsächlich die wissenschaftliche Seite der Stickstofffrage betrachtet haben, so wollen wir nun diejenigen Maßnahmen besprechen, welche anzuwenden sind, um den freien Stickstoff mit möglichst geringen Kosten uns dienstbar zu machen, den gebundenen Stickstoff in möglichst hohem Grade auszunutzen und vor Verlusten zu bewahren. Unser Hauptaugenmerk werden wir bei Verfolgung dieser Ziele darauf zu richten haben, daß wir die Stickstoffmehrer möglichst umfangreich anbauen und den auf diese Weise gebundenen Stickstoff in der Wirtschaft zu erhalten suchen, ferner, daß wir das Gedeihen derartiger Gewächse, sei es durch eine zweckentsprechende Düngung oder Bodenbehandlung, zu befördern suchen und unter Umständen kann es auch angezeigt sein, durch Bodenimpfung gewisse Leguminosen auf manchen Ackerschlägen erst anbaufähig zu machen.

Betrachten wir zunächst die Bodenimpfung etwas näher. Noch vor wenigen Jahren wäre Bodenimpfung in der Praxis einfach als eine lächerliche Thorheit hingestellt worden. Wir entsinnen uns noch, daß gelegentlich der General-Versammlung

des „Landwirtschaftlichen Central = Vereins“ zu Bernburg, in welcher Hellriegel über seine klassischen Entdeckungen berichtete, ein Theaterstück: „Theorie und Praxis“ aufgeführt wurde, in welchem, unter Anspielung auf die Bodenimpfung, der Reim vorkam:

„Wo kommt denn all der Stickstoff her?
Das ist leicht zu erfüllen,
Jetzt braucht man keinen Chili mehr,
Jetzt düngt man mit Bazillen!“ —

Daß dies damals nur vom komischen Standpunkte aus gesagt wurde, ist selbstverständlich, und dennoch ist die Bodenimpfungsfrage in eklatanter Weise gelöst.

Von demselben Prinzip ausgehend, wie Hellriegel in seiner Infizierung in Kulturgefäßen, stellte, unseres Wissens, am ersten Salfeld = Lingen Bodenimpfungsversuche 1888 auf dem Großfüllener Hochmoore an. Auf dem neu kultivierten Hochmoore wollten, trotz Kalkzufuhr und Düngung mit Phosphorsäure und Kali, die Hülsenfrüchte nicht gedeihen, weshalb Versuchsansteller zur Bodenimpfung griff, zu welchem Zwecke holländische Marscherde (Wiererde) und Ackererde eines guten Pferdebohnenlandes aus dem Kalenberg'schen zur Verwendung gelangten. Als Versuchsfrüchte wurden im Vergleich gezogen: Felderbsen, Pferdebohnen vermischt mit Kapuzinererbsen, Pferdebohnen vermischt mit Wicklinsen und Beluschken. Von der Impferde wurde pro Hektar 80 Centner angewandt. Wo keine Impferde verwendet worden war, standen am 13. Juni alle Hülsenfrüchte recht kümmerlich und hatten ein krankhaftes Aussehen, dagegen zeigten dieselben auf den geimpften Parzellen einen außerordentlich üppigen Stand. Infolge des anhaltenden Regenwetters hatten sich am 8. Juli auch auf den ungeimpften Parzellen die Felderbsen und noch mehr die Beluschken allmählig gebessert, die anderen Hülsenfrüchte blieben jedoch sehr kümmerlich.

Die Ertragssteigerung durch die Impfung betrug bei dem Gemisch von Pferdebohnen durch Kalenberger Erde bei Korn 67 %, bei Stroh 87,7 %, durch holländische Marscherde 90,3 %, bei Stroh 117 %; bei dem Gemisch von Pferdebohnen und Wicklinsen durch holländische Marscherde bei Korn 208,8 %, bei Stroh 84,9 %. Erbsen und Beluschken wurden auf den geimpften Parzellen infolge der bedeutenden Regengüsse zu üppig, setzten zwar reichlich Schoten an, lagerten aber sehr. Versuchssteller nimmt an, daß bei Erbsen und Beluschken erheblich geringere Quantitäten hätten zur Anwendung gelangen sollen.

Die Kosten der Impfung mit Marscherde stellten sich incl. Fracht auf ca. 10 Mk. pro Hektar. Die Berechnung der Ertragssteigerung in Geldwert fehlt leider, doch ist zu ersehen, daß dieselbe eine große gewesen sein muß. Zieht man ferner noch in Betracht, daß die Ertragssteigerung sich auch noch auf die nachfolgenden Stickstoffzehrer erstrecken muß, — denn der durch die bessere Vorfrucht mehr angesammelte Stickstoff läßt unbedingt eine Ertragssteigerung erwarten —, so kommen die durch die Bodenimpfung entstehenden Kosten kaum zur Geltung.

Auch beim Klee stellte genannter Forscher Impfversuche an. Die Marscherde wurde schon zu der Ueberfrucht, Hafer, in Stärke von 20 Ctr. pro Hektar gegeben. Schon Anfangs September war der Unterschied zwischen geimpften und ungeimpften Parzellen von Ferne zu bemerken. Der nicht geimpfte Klee stand lückenhaft, hatte sich schwächlich entwickelt und zeigte eine helle Farbe, auch waren die Knöllchen an den Wurzeln nur spärlich vorhanden. Dagegen war der Klee auf den geimpften Parzellen dicht bestanden, kräftig entwickelt und weit verzweigt. Die Farbe der Blätter war eine dunkelgrüne und die Wurzeln waren dicht mit Knöllchen besetzt. Während auf den ungeimpften Parzellen der Klee eine durchschnittliche Länge von nur 11,5 cm erreichte, war derselbe auf den geimpften ungefähr 30 cm lang.

Derselbe Forscher stellte 1890 auf Sandboden beim Anbau der gelben Lupinen Impfversuche an. Ein Schlag, welcher noch nie Lupinen getragen hatte, wurde in Stärke von 80 Ctr. pro Hektar mit Erde von einem Lupinenacker geimpft. Die nicht geimpften Parzellen zeigten zwar auch eine normale Entwicklung, wurden aber an Farbe und kräftigem Wuchs von den geimpften wesentlich übertroffen.

Ungleich bessere Resultate wurden jedoch auf neu kultiviertem Heideboden erzielt. Derselbe war im Herbst 1889 umgebrochen, im Herbst 1890 mit Kainit und Thomasmehl gedüngt und im Frühjahr 1891 mit 20 Ctr. pro Hektar Sandboden von einem Ackerstücke, auf welchem gelbe Lupinen gut geraten waren, geimpft. Im ersten Vegetationsstadium war in den einzelnen Abteilungen kein Unterschied zu bemerken. Später zeigten die Wurzeln auf der geimpften Parzelle sich reichlich mit Knöllchen besetzt, dagegen waren die Wurzeln auf den nicht geimpften Parzellen ohne Knöllchen. Nach weiteren 8 Tagen traten die Unterschiede der einzelnen Parzellen auch äußerlich deutlich hervor. Die geimpften Lupinen hatten eine dunklere Farbe

und überholten die nicht geimpften rasch im Wachstum, trieben kräftige Seitentriebe, während die andern Parzellen ein krankhaftes Aussehen hatten und die Pflanzen nur schwächliche Blüten zeigten, sowie keine Seitentriebe hervorbrachten.

Die Ernte=Resultate waren folgende: Geimpfte Parzellen pro Hektar 429,37 Ctr. Masse, ungeimpfte Parzellen pro Hektar 98 Ctr. Masse.

1891 stellte derselbe Forscher in der Hefepartwister Versuch=Virtschaft Versuche mit einem Gemenge von Pferdebohnen und grauen Erbsen an. Der Boden war Moorboden, zum Teil gebrannt, zum Teil ungebrannt, derartige Hülsenfrüchte waren hier noch nicht gebaut worden. Nebenbei wurde Kalksalz in wechselnder Stärke angewandt. Zur Impfung wurde verwandt: Erde von Erbsenboden, solche von Lupinenboden und Seeschlick, in Stärke von je 20 Kilogramm pro Ar. Aus den umfangreichen Versuchen heben wir hervor: Mitte Juni war auf den Kalkparzellen die Wirkung des Kalkes zu bemerken. Ende Juni machte sich die Wirkung der Impfung auf den Erbsenbodenparzellen bemerkbar und in der ersten Hälfte des Juli stand das Gemenge auf diesen Parzellen recht lebhaft, während die Pflanzen auf den nichtgeimpften Parzellen, sowie auf denjenigen, welche mit Lupinenboden oder Seeschlick bestreut worden waren, gelb und fränklich aussahen.

Die Ernteergebnisse waren pro Ar:

G e b r a n n t e r B o d e n :

40 kg. Kalksalz ohne Impfung	46,71 kg.
40 " " mit Seeschlick	34,80 "
40 " " " Lupinenboden	43,70 "
40 " " " Erbsenboden	107,40 "

U n g e b r a n n t e r B o d e n :

40 kg. Kalksalz ohne Impfung	75,45 kg.
30 " " " "	50,60 "
20 " " " "	22,05 "
40 " " mit Erbsenboden	115,50 "
30 " " " "	99,70 "
20 " " " "	44,00 "

Aus diesen Versuchen ginge hervor, daß der Ertrag des Moorbodens wesentlich von der Kalkdüngung abhängt, daß die Impfung sehr dazu beiträgt, die Erträge zu steigern und daß auf gebranntem Moorboden die Impfung noch bessere Resultate liefert, als auf ungebranntem. Ferner aber auch, daß der Bazillus der Lupinen bei Bohnen und Erbsen keine günstige Wirkung ausübt.

Auch über Impfung zur Serradella liegen vergleichende Versuche vor. Fruwirth-Wödling stellte im Kleinen Versuche an und verwandte pro Hektar nur 2 Ctr. Impferde. Das Ergebnis war: Am 9. August geerntet pro Beet von 6 qm geimpft = 454,5 gr., ungeimpft = 145,1 gr. Am 14. September geerntet: Geimpft = 442,6 gr., ungeimpft = 312,5 gr.

Im Großen hat Schirmer-Neuhaus bei sich und in Bekanntenkreisen die Bodenimpfung ausgeführt, und liegen überraschende Resultate vor. Nach verschiedenen Berichten genügen pro Hektar 12 Ctr. Impferde, vorausgesetzt jedoch, daß die fraglichen Bakterien in entsprechenden Mengen darin enthalten sind. Allerdings würden schon erheblich geringere Quantitäten als ausreichend zu erachten sein, wenn die gleichmäßige Verteilung nicht dann mit wesentlichen Schwierigkeiten verknüpft wäre. Diese gelungenen Impfungsversuche beweisen, daß unter verschiedenen Verhältnissen die Zuführung der fraglichen Bakterien praktisch, ohne erhebliche Kosten, durchführbar ist. Allerdings wird es nie gelingen, auf jedem Boden jede stickstoff-sammelnde Pflanze mit Erfolg zu kultivieren; die physikalischen Bodenverhältnisse, sowie die chemische Zusammensetzung der Ackerkrume spielen hierbei eine sehr wichtige Rolle. Auf schwerem, kalkreichen Boden wird Lupine und Serradella, trotz Impfung, in den weitaus meisten Fällen versagen. Uns gelang es nicht, auf den hiesigen kalkreichen Lehmböden die gelbe Lupine mit Erfolg zu kultivieren. Ebenso wird es auf den leichten magern Sandböden nicht gelingen, Pferdebohnen, Esparsette oder dergleichen durch Impfung zur kräftigen Vegetation zu veranlassen. Jede Bodenart hat jedoch ihre spezifischen Stickstoffmehrer und ist es nicht ratsam, auf jeden Fall andere kultivieren zu wollen, die an den Boden Anforderungen stellen, denen er nicht gewachsen ist. Sind aber anscheinend die Bodenverhältnisse für den Anbau gewisser Leguminosen günstig und versagen dieselben dennoch, so z. B. wenn auf schwerem Boden die Pferdebohne oder auf Sandboden die Lupine nicht wachsen will, so ist unbedingt ein Versuch mit der Impfung anzustellen. Man wähle dann aber stets Impfungserde von solchen Acker-schlägen, auf welchen die betreffende Kulturpflanze erfahrungsgemäß gedeiht. Denn wenn auch noch nicht unzweifelhaft wissenschaftlich nachgewiesen ist, daß die verschiedenen Stickstoffmehrer ihre spezifischen Bakterien haben, so hat doch die Erfahrung bewiesen, daß nur dann die Impfung sicher wirkt, wenn Impf-erde von solchen Aekern verwandt wird, auf welchen die be-

treffenden oder doch wenigstens ähnliche Leguminosen sicher gedeihen. Die Möglichkeit, daß durch den fortgesetzten Anbau einer Leguminosenvarietät die Bakterien die Fähigkeit erhalten, nur mit dieser bestimmten Kulturpflanze in ein symbiotisches Verhältnis zu treten, ist ja nicht ausgeschlossen. Aber zur Impfung muß nun noch eine entsprechende Düngung kommen, um die Stickstoffmehrer zur vermehrten Produktion und somit zu möglichster Ausnutzung der natürlichen Stickstoffquellen zu veranlassen.

Dies gilt aber in erster Linie auf den mageren leichtern Sandböden, hier ist eine Beigabe von Phosphorsäure und Kali unerläßliche Bedingung. Mit einer starken Kalianwendung muß aber auf den kalkarmen Böden, wie die Erfahrung lehrt, und Schulz-Lupiz nachgewiesen hat, eine Kalkdüngung Hand in Hand gehen, denn durch die Nebenbestandteile der Kalisalze wird eine Entkalkung des Bodens herbeigeführt. Beim Anbau von Lupinen und Serradella, welche sich geradezu als kalkfeindlich erweisen, ist die erforderliche Kalkzufuhr nicht direkt zu diesen Kulturpflanzen zu geben. Auf den leichteren Böden wird der Kalk am zweckmäßigsten in Form von Mergel — Acker- oder Handelsmergel — auf den schwerern Böden in Form von Aeskalk angewandt. Eine frühzeitige Anwendung ist stets angezeigt.

Was nun die Zuführung von Phosphorsäure und Kali auf den schwereren Böden anbelangt, so ist dieselbe, wenn der Boden von Natur reich an diesen Nährstoffen ist, nicht unbedingt erforderlich, denn die Leguminosen haben, wie bereits nachgewiesen, infolge ihres weitverzweigten Wurzelvermögens, dem wahrscheinlich auch noch ein stärkeres Aufnahme-Vermögen inne wohnt, sowie auch durch die lange Aufnahmezeit, die Fähigkeit, sich auch die schwerer löslichen Nährstoffe dienstbar zu machen. Dessen ungeachtet wird es jedoch in den meisten Fällen angezeigt sein, die stickstoffmehrenden Pflanzen mit Phosphorsäure und unter vielen Verhältnissen auch mit Kali zu düngen. Ganz besonders gilt dies aber bei dem Anbau von perennierenden Futtergewächsen. Als phosphorsäurehaltiges Düngemittel verdient, seiner Billigkeit wegen, auf den leichteren Böden das Thomasmehl unbedingt den Vorzug; aber auch auf den schweren Bodenarten, wo dasselbe bei den Halmsfrüchten sich vielfach als nicht rasch wirksam erwiesen hat, kann es zu den Stickstoffmehrerern mit bestem Erfolg angewandt werden. Als Kalidüngemittel kommt hauptsächlich das Kainit in Betracht. Für

die schwereren Bodenarten würden sich allerdings die konzentrierten Kalisalze, sowie das kohlen-saure Kali (Pottasche), das phosphor-saure Kali oder das mit Kalk aufgeschlossene Chlorkalium besser eignen. Da aber auf diesen Bodenarten der Kalidüngung bis jetzt im Allgemeinen noch keine allzuhohe Bedeutung beigelegt wird, gelangen diese Düngemittel noch wenig in den Handel, und stellt sich der Preis auch gegenwärtig noch ziemlich hoch.

In dem phosphorsauren Kali haben wir jedoch ein Düngemittel, welches gleich wie der Chilisalpeter als Kopfdünger verwandt werden kann und sich folglich vorzüglich dazu eignet, den stickstoffsammlenden Pflanzen auch noch im spätern Vegetationsstadium die erforderlichen Nährstoffe (Phosphorsäure und Kali) zuzuführen.

Nach den neueren Untersuchungen von Maercker hatte die Anreicherung des Bodens mit Phosphorsäure nicht die Bedeutung, welche man ihr bis jetzt beilegt, da dieselbe ziemlich rasch schwerlöslich wurde. Eine öftere Zuführung und zwar in möglichst löslicher Form wäre demnach der starken Phosphorsäuredüngung vorzuziehen und ist es sehr wahrscheinlich, daß das phosphorsaure Kali noch eine große Zukunft hat. Gegenwärtig kostet der Centner bei waggonweisem Bezug 18 Mk. (früher 24 Mk.). Der Nährstoffgehalt beträgt 36—38 % Phosphorsäure und 26—28 % Kali.

Die Stärke der Anwendung von Thomasmehl und Kainit ist nun von verschiedenen Umständen abhängig und wird sich nach den in Betracht kommenden Bodenverhältnissen, nach der Ein- und Ausfuhr der Pflanzennährstoffe und der Stärke der Viehhaltung hauptsächlich richten. Als eine mittlere Düngung nimmt man pro Hektar an 8 Ctr. Thomasmehl und 12 Ctr. Kainit. Die Düngung mit Stickstoff wäre nach unseren Ausführungen beim Anbau der Leguminosen, wenn eben die betreffenden Bakterien im Boden vorhanden sind, zu entbehren. Wenigstens ergaben dies die wissenschaftlichen Untersuchungen. Ja, nach Frank-Berlin leide die stickstoffammelnde Kraft der Lupine durch den Stickstoffreichtum des Bodens, während bei der Erbse das Gegenteil der Fall wäre. Auf von Natur reichem Boden zeige die Erbse die höchste Ertragsfähigkeit. Aus der Debatte der citierten General-Versammlung zu Bernburg ging hervor, daß die Meinung über die Düngung der Hülsenfrüchte mit Stickstoff sehr verschieden war.

Zimmermann-Benkendorf führte an, daß er seine Erbsen, außer mit Stalldünger, noch mit Chilisalpeter düngte und dann

80 bis 88 Ctr. pro Hektar ernte. Da er den Salpeter weggelassen hätte, wären die Erträge um 12 bis 20 Ctr. zurückgegangen. Diesem stimmten Knauer = Gröbers und Lippe = Dönstedt bei. Dem widersprachen jedoch Heine = Emsleben, Vibranz = Calvörde u. a. Da aber auch auf denjenigen Böden, auf welchen die Erbsen auf Stickstoffdünger reagierten, schon lange Erbsen, und das in ausgedehntem Maßstabe, gebaut wurden, ist an ein Fehlen der betreffenden Bakterien nicht zu glauben. Es müssen somit unter manchen Bodenverhältnissen und bei manchen Leguminosen noch andere Umstände mitsprechen.

Nach Wagner-Darmstadt zerfällt die Stickstoffaufnahme der Stickstoffzehrer in zwei und die der Stickstoffmehrer in drei Abschnitte.

Erstere erhalten ihre Stickstoffnahrung zunächst aus dem Samenkorn und dann aus dem Boden; letztere zunächst aus dem Samenkorn, dann aus dem Boden und schließlich, wenn die symbiotische Einwirkung des Pilzes eintritt, aus der atmosphärischen Luft. Bei den wissenschaftlichen Versuchen in gänzlich stickstofffreiem Boden wurde stets ein Stillstand im Wachstum beobachtet, wenn die Reservestoffe des Samenkornes verbraucht waren, bis die symbiotische Einwirkung der Bakterien sich geltend machte. Nun wäre die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß bei den Leguminosen der Zeitpunkt zwischen Verbrauch der Reservestoffe und Eintritt des symbiotischen Verhältnisses ein verschiedener sein könnte. Vielleicht üben aber hierauf auch die Bodenverhältnisse noch einen Einfluß aus und giebt dann der Stickstoffreichtum des Bodens auf die Höhe des Ertrages den Ausschlag.

Bei den flecartigen Gewächsen, die meist nur geringe Reservestoffe im Samenkorn enthalten, kommt die Anfangsentwicklung, da die Hauptentwicklung erst meist in das folgende Jahr fällt, weniger in Betracht und ist somit die Nichtreagenz auf Stickstoff leichter zu erklären.

Da die Lupine auf dem magersten Sandboden die höchsten Erträge liefert, wäre anzunehmen, daß die Reservestoffe des Samenkornes so lange ausreichen, bis die symbiotische Einwirkung der Bakterien in Kraft tritt.

Wir stellten zur Lösung der Stickstoff-Frage 1888 umfangreiche Versuche an, welche wir drei Jahre nach einander fortsetzten und deren Resultate wir hier kurz wiedergeben wollen. Zunächst wurde hierzu die Pferdebohne verwandt. Hellriegel hatte dieselbe damals nicht in Vergleich gezogen, weil sie sich,

wie er uns mittheilte, ihrer bedeutenden Reservestoffe wegen, weniger zum Versuchsobjekt eigne und eine Extrahierung derselben meist störend auf den Versuch einwirke.

Das Versuchsfeld bestand zu zwei Drittel aus mildem Lehmboden, welcher reich an Kalk war, sowie Kali und Phosphorsäure in entsprechenden Mengen enthielt, während ein Drittel aus schwererem, kälterem Thonboden bestand, der allerdings, wenn auch nicht so reich an Nährstoffen, doch Kalk, Kali und Phosphorsäure in entsprechenden Mengen enthielt. Ersteres war 2. bis 3. Klasse, letzteres 5. bis 6. Klasse. Da die Bohnen in 3. Tracht kamen, war anzunehmen, daß das Versuchsfeld ziemlich an Stickstoff erschöpft und auch die anderen Nährstoffe, insbesondere die Phosphorsäure, in leicht löslicher Form nicht vorhanden waren.

In Vergleich wurden gezogen: Stallmistdüngung, Stallmist mit Chilisalpeter, Hordenschlag, Chilisalpeter, Thomasmehl mit Chilisalpeter, Thomasmehl, Superphosphat und Ungedüngt. Die Bohnen entwickelten sich 1888 infolge der feuchtwarmen Witterung recht kräftig und wurden bis 6 Fuß hoch, jedoch ließ der Schotenanfaß zu wünschen übrig.

Die Resultate auf den besseren zwei Dritteln des Versuchsfeldes waren: Die mit Stalldünger gedüngten Parzellen blieben anfangs wesentlich zurück, was höchstwahrscheinlich auf die Lockerheit des Bodens zurückzuführen ist, denn erfahrungsgemäß liebt die Bohne keinen zu lockeren Boden. Später erholten sich jedoch dieselben und kamen den andern Parzellen gleich. Aber bei dem ganzen Versuchsfelde ließ sich außer dieser Ausnahme kein Unterschied während der ganzen Vegetationszeit konstatieren. Auch der Ernteertrag, welcher sich auf 60 Ctr. pro Hektar stellte, war ein ganz gleicher. Weder der Stickstoffdünger im Stallmist, Hordendünger, noch Chilisalpeter, sowie die Phosphorsäure im Superphosphat oder Thomasmehl hatten irgend welche Wirkung ausgeübt. Auf dem geringeren Drittel des Versuchsfeldes waren jedoch etwas andere Resultate erzielt worden. Hier zeichneten sich die Stallmist- und Hordenschlagparzellen vor den andern wesentlich aus; dies wurde schon in der Anfangsentwicklung bemerkt und blieb der Unterschied bis zur Ernte deutlich sichtbar. Bei den andern Parzellen konnte ein Unterschied nicht konstatiert werden. Der Ertrag stellte sich bei Stalldünger- und Hordenschlagdüngung auf 48 Ctr. pro Hektar (die Stalldüngerparzelle lieferte etwas mehr als die mit Hordenschlag). Die anderen Parzellen lieferten pro Hektar 32 Ctr.

Die günstige Wirkung des animalischen Düngers unter diesen Verhältnissen möchten wir auf die physikalische Einwirkung — Lockerung und Erwärmung des schweren, kalten Thonbodens — zurückführen, zumal die Nährstoffe in konzentrierter Form (Chilifaltpeter) keinen günstigen Einfluß ausübten. Ähnliche Resultate erzielten wir auch in den folgenden Jahren. 1889 war auf besserem Lehmboden die Stallmistparzelle infolge des trockenen Frühjahrs unstreitig die geringste und hätte voraussichtlich einen erheblich geringeren Ertrag als ungedüngt geliefert. Da jedoch das Versuchsfeld verhagelte, wäre eine Feststellung des Ernteertrages zwecklos gewesen. Aber auch die Phosphorsäuredüngung, sowie die Stickstoffzufuhr in Form von Chilifaltpeter hatte sich wieder als unwirksam erwiesen. Auf schwererem Boden waren die Versuche jedoch nicht wiederholt worden. Dieselben Resultate wurden 1890 erzielt, jedoch trat hier die ungünstige Einwirkung der Stallmistdüngung nicht so deutlich hervor, es ließ sich kaum ein Unterschied zwischen gedüngt und ungedüngt konstatieren. Wie wenig Ansprüche speziell die Bohne unter vorliegenden Verhältnissen an den Nährstoffreichtum des Bodens macht, ergab sich 1890 bei einer neuen Schlägeinteilung. Die Vorfrucht war gedüngte Futterrunkel, gedüngtes Wicfsutter und Gerste in dritter Tracht. Obgleich nun der Nährstoffreichtum des Bohnenschlages ein sehr ungleichmäßiger war, konnte jedoch nicht der geringste Unterschied im Ernteertrage nachgewiesen werden.

Bei weiteren Düngerversuchen mit Chilifaltpeter bei Linfen, Klee, Esparsette konnten wir nie irgend eine noch so geringe Ertragssteigerung konstatieren. Wir kommen deshalb auf Grund unserer Düngerversuchsergebnisse zu dem Schlusse: Auf von Natur an Phosphorsäure und Kali reichen Böden wird beim Anbau von Leguminosen, insbesondere der Pferdebohne, eine Düngung mit diesen Nährstoffen in den meisten Fällen überflüssig sein, auch ist die Stickstoffdüngung unter diesen Bodenverhältnissen, insbesondere bei der Pferdebohne, als eine Verschwendung anzusehen. Stalldünger ist nur dann anzuwenden, wenn eine anderweitige Verwendung aus gewissen Gründen nicht rätlich erscheint. Dann aber ist eine Stickstoffverschwendung damit verknüpft, denn verschiedene Umstände sprechen dafür, daß dann die Bohne den ihr in der Düngung dargebotenen Stickstoff nicht verschmährt, dafür aber aus der atmosphärischen Luft soviel weniger sich dienstbar macht. Dies bestätigt namentlich die Erfahrung, daß nach gedungenen Bohnen Weizen noch eine

ziemlich starke Salpeterdüngung verträgt, was, wenn der angewandte Stickstoff noch vollständig im Boden wäre, bei der vorgeschrittenen Verfeinerung des Stallmistes und der Umwandlung des Stickstoffs in Salpetersäure nicht der Fall sein dürfte. Ferner zeigt uns der Versuch, daß die mit Stalldünger gedüngten Bohnen weniger und nicht so große Knöllchen an den Wurzeln hatten, als die auf den ungedüngten Parzellen. Eine Stallmistdüngung kann jedoch auch bei den Hülsenfrüchten auf schwererem, kälterem Thonboden von Nutzen sein, dann kommt hier aber die physikalische Einwirkung mehr als die Nährstoffzufuhr in Betracht.

Die Pferdebohne wird auf den besseren Bodenarten mit größtem Vorteil auf die abgetragenen Schläge gebracht. Ein Vorrat von leicht löslichen Nährstoffen begünstigt nach unseren Erfahrungen das Gedeihen dieser Kulturpflanze unter vorliegenden Bodenverhältnissen nicht.

Dieselbe Erfahrung machten wir hier mit der Esparsette und der als Deckfrucht für dieselbe hier meist angebauten Linse. Diese Kulturpflanzen brachten, bei sonstiger entsprechender Bodenbehandlung, auf den ausgezogensten Schlägen ohne jede Düngung doch Maximalerträge. Wir lernten dies jedoch nur bei den hier vorliegenden Kulturpflanzen kennen. Die Luzerne und verschiedene Kleearten machen an den Nährstoffreichtum des Bodens etwas höhere Ansprüche. Dasselbe mag auch von der Erbse gelten.

Wo aber die angeführten Erfahrungen nicht gemacht wurden, wird es immer angezeigt sein, beim Aufbau der Stickstoffmehrer Thomasmehl und Kainit in entsprechenden Mengen beizugeben, zumal diese Nährstoffe, auch wenn die betreffenden Nährpflanzen unter den in Betracht kommenden Bodenverhältnissen kein direktes Düngebedürfnis für diesen Nährstoff haben sollten, keineswegs verloren sind, sondern der Nachfrucht zu gute kommen. Eine schwache Stickstoffdüngung kann jedoch aus den angeführten Gründen unter manchen Bodenverhältnissen und bei manchen Stickstoffsammlern auch angezeigt sein. Die Wichtigkeit der Kalkanwendung für das Gedeihen der Stickstoffmehrer wurde schon gestreift, für gewisse Leguminosen ist die Anwendung von Kalk in entsprechenden Mengen eine Lebensbedingung. Mit starker Kainitanwendung muß aber, wie bereits angeführt, eine Kalkzufuhr auf den leichtern Böden Hand in Hand gehen. Aber auch noch andere Wirkungen des Kalkes kommen hier in Betracht. Die Umwandlung des organischen Stickstoffes in die aufnehmbare Form von Salpeter-

säure, welche bekanntlich durch Bakterien im Boden verursacht wird, ist abhängig von entsprechendem Kalkgehalt des Bodens. Der Kalk hat die Fähigkeit, den Boden zu erwärmen und zu lockern. Bekanntlich ist aber zur Entwicklung und Vermehrung der für das Gedeihen der Stickstoffmehrer so überaus wichtigen Bakterien erforderlich, daß der Boden locker, warm und feucht ist. Ein lockerer, warmer Boden hat aber die Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Luft zu absorbieren. Aus diesem Grunde ist die Zufuhr von Kalk, namentlich auf dem schwereren, kälteren und kalkarmen Boden, von besonderer Wichtigkeit. Auch die Zufuhr von Humussubstanzen trägt zur Lockerung und Erwärmung des Bodens und somit zur Erhaltung der Feuchtigkeit, wodurch auf das Gedeihen der Leguminosenzpilze förderlich eingewirkt wird, wesentlich bei und ist somit die Gründüngung, worauf wir noch zurückkommen werden, von besonderer Wichtigkeit.

Aber auch eine entsprechende Bodenbearbeitung ist zum Gedeihen der stickstoffmehrenden Gewächse von großer Bedeutung. Ist der Boden entsprechend gelockert, so vermag die atmosphärische Luft besser einzudringen, die Bestandteile derselben, Sauerstoff und Stickstoff gelangen dann besser zu den Bakterien, wodurch das symbiotische Verhältnis derselben zu den Leguminosen wesentlich begünstigt wird, ferner wird die Bodenabsorption für Stickstoffgase erhöht. Deshalb ist eine möglichst intensive Lüftung des Bodens beim Anbau derartiger Gewächse ganz besonders angezeigt, nicht allein bei der Bestellung, sondern auch in dem späteren Vegetationsstadium ist durch die Hacke für eine entsprechende Bodenlüftung zu sorgen. Durch diese angeführten Maßnahmen, welche zur Steigerung der Erträge der stickstoffmehrenden Pflanzen beitragen können, wirken wir aber zugleich auch indirekt auf die Steigerung der Erträge der stickstoffzehrenden Kulturpflanzen ein; denn je höher die Ernte der Leguminosen, desto größere Quantitäten gebundenen Stickstoff lassen dieselben für die nachfolgenden Stickstoffzehrer im Boden zurück, und dadurch muß schließlich der Ernteertrag derselben ein gesteigerter werden.

Aber auch durch die gesteigerten Ernten der Stickstoffmehrer führen wir der Wirtschaft wesentlich größere Mengen von Stickstoff zu, und kann infolgedessen mit dem Ankauf von stickstoffhaltigen Düngemitteln und Kraftfuttermitteln sparsamer zu Werke gegangen werden. Diese angeführten Vorteile werden wir aber in um so sicherem Grade erreichen, je umfangreicher

wir den Anbau der Stickstoff sammelnden Gewächse vermehren.

Die ungünstige Lage der Landwirtschaft, die trüben Aus- sichten in Bezug auf Getreidepreise für die Zukunft, herbei- geführt durch den Abschluß der folgenschweren Handelsverträge, lassen es für uns Landwirte vorteilhafter erscheinen, den Ge- treidebau einzuschränken und an dessen Stelle den stickstoff- sammelnden Gewächsen eine größere Ausdehnung zu geben. Auch für den Fall, daß wir unsere Einnahmen durch derartige Maßregeln nicht vermehren, ist es doch unzweifelhaft, daß unsere Ausgaben vermindert würden. Die gegenwärtig recht beträchtlichen Ausgaben für künstliche, stickstoffhaltige Dünge- mittel können, wenn auch nicht ganz beseitigt, doch wesentlich beschränkt werden, sodaß also die Produktionskosten sich niedriger stellen würden. Gegenwärtig gehen aber alljährlich aus Deutsch- land 30 bis 40 Mill. Mark für Chilisalpeter und schwefel- saures Ammoniak in das Ausland. Diese Summen könnten durch entsprechende Ausnutzung der natürlichen Stickstoff- quellen wesentlich beschränkt werden, ohne das ein Zurückgehen zum extensiveren Betriebe die Folge zu sein brauchte. Aller- dings ist ja die Ausdehnung des Anbaues von stickstoffammelnden Gewächsen auch nur bis zu einer gewissen Grenze möglich, denn erfahrungsgemäß gedeihen verschiedene Leguminosen, wenn sie in so kurzen Zwischenräumen nach einander folgen, nicht. So z. B. dürfte wohl allgemein bekannt sein, daß Luzerne, Esparsette und derartige Gewächse erst nach 8 bis 10 Jahren nach einander folgen sollen, man spricht da von Kleemüdigkeit des Bodens. Kehren Erbsen zu oft wieder, so versagen sie; so z. B. wurden früher hier Erbsen ziemlich umfangreich angebaut und brachten gute Erträge, dieselben gingen immer weiter zurück, sodaß man schließlich den Erbsenbau ganz aufgab und an deren Stelle Pferdebohnen anbaute. Jetzt, nachdem die Pferdebohne wohl 20 bis 25 Jahre in größerem Umfange gediehen ist, macht man schon schon vielfach dieselbe Erfahrung; da, wo sie öfters wiederkehrte, ist ihr Ertrag unsicher. Auf solchen Schlägen, wo bisher seltener Bohnen gebaut wurden, werden meistens die höchsten Erträge erzielt. Dagegen konnten wir in diesem Jahre bei einem Nachbar beobachten, daß direkt nach Erbsen eine gute Bohnenernte erzielt wurde.

Das Nichtgedeihen der Stickstoffmehrer, wenn sie so oft nach einander wiederkehren, ist jedoch von verschiedenen Um- ständen abhängig. Zunächst kann die Ursache in einer Ver-

armung des Untergrundes an Pflanzennährstoffen beruhen, wie Kuzleb in den Wingendorfer Neckern nachwies. Dieselben waren 37 Jahre ohne Stallmist und ohne Kalidüngung bewirtschaftet worden. Der Klee gedieh schließlich nicht mehr und als Ursache stellte sich eine Verarmung des Untergrundes an Kali heraus. Ferner können auch tierische Schmarozker, welche sich durch die immerwährende Wiederkehr derselben Kulturpflanzen im Boden ansammeln, die Ursache sein. Verschiedene Thatsachen sprechen jedoch dafür, daß durch den fortgesetzten Anbau derselben oder ähnlicher Stickstoffmehrer, die Bakterien im Boden in solchen Mengen sich ansammeln, daß sie störend auf das Gedeihen derartiger Kulturpflanzen einwirken. Hauptsächlich spricht für diese Annahme die Thatsache, daß unter derartigen Verhältnissen die Leguminosen bedeutende Mengen von Wurzelknöllchen besitzen, dieselben aber von abnormen kleinen Dimensionen sind.

Schulz-Lupitz hat nun aber trotz seines umfangreichen Lupinenanbaues diese Erfahrung nicht gemacht und sucht den Grund hierfür in seiner starken Kainitanwendung, dasselbe wirke hemmend auf die Vermehrung der Bakterien. So einleuchtend dies auch ist, die wissenschaftlichen Beweise fehlen jedoch dafür. Die Erfahrung lehrt uns aber ferner, daß da, wo diese oder jene stickstoffmehrende Pflanze nicht mehr gedeihen will, andere derartige Gewächse noch recht gute Erträge zu liefern vermögen. So z. B. kann nach Rotklee recht bald wieder Wund- oder Schwedenklee folgen. Die Thatsachen sprechen dafür, daß die verschiedenen Leguminosen ihre spezifischen Bakterien haben müssen oder daß letztere durch andauernden Anbau einer Leguminosen-Varietät die Eigenschaft erhalten, bei dieser in intensivster Weise zur Geltung zu kommen, um schließlich dann bei zu häufiger Wiederkehr einen ungünstigen Einfluß auszuüben. Wird jedoch dann eine andere Varietät angebaut, so tritt die ungünstige Einwirkung zurück und kann dann die Wirkung, in Bezug auf das symbiotische Verhältnis, unter Umständen wieder eine ganz normale sein. Es kann jedoch aber auch der Fall eintreten, daß der Pilz der einen Leguminose mit einer andern Varietät kein symbiotisches Verhältnis eingeht, wie bereits nachgewiesen. (Impfung.) Diese Annahmen beruhen jedoch nur auf Vermutungen und wenn auch mancherlei für die Wahrscheinlichkeit des Gesagten spricht, so fehlen doch bis jetzt noch die wissenschaftlichen Beweise dafür. Unstreitig richtig wird es jedoch sein, da, wo diese

oder jene stickstoffammelnde Pflanze „Müdigkeit“ zeigt, möglichst viele Leguminosen-Varietäten, selbstverständlich nur diejenigen, welche den Bodenverhältnissen entsprechen, anzubauen. Der Anbau der Stickstoffmehrer wird nun aber erfolgen zum Zwecke der Futterproduktion oder zur Gründüngung.

Der Futterbau, in welchem immer den stickstoffmehrenden Pflanzen der erste Platz einzuräumen ist, liefert vielfach höhere Erträge, als der Halmfrüchtebau. So z. B. erzielten wir auf hiesigen milden Lehmböden bei Gerste im Durchschnitt pro Hektar einen Ertrag von:

50 Ctr. Körner à 8,— Mk.	400 Mk.
60 Ctr. Stroh à 1,20 Mk.	72 Mk.
		<hr/>
		Sa. 472 Mk.
Produktionskosten		435 Mk.
		<hr/>
Mithin Reinertrag (incl. Bodenrente):		37 Mk.

Bei Esparsette pro Hektar von:

120 Ctr. Heu à 2,50 Mk.	300 Mk.
Produktionskosten		122 Mk.
		<hr/>
Mithin Reinertrag:		178 Mk.

Allerdings ist die Verwertung der Futtergewächse als Marktware nicht selten eine schwierige. Aber auch wenn dieselben in der eigenen Wirtschaft konsumiert werden, wird eine entsprechende Verwertung erreicht. Die Nährstoffe stellen sich noch wesentlich billiger, als in den käuflichen Kraftfuttermitteln, dabei wird aber durch den Anbau derartiger Futtergewächse der Boden wesentlich an dem so teuren Stickstoff bereichert.

Nach Weiske's Untersuchungen werden in Stoppel- und Wurzelrückständen dem Boden in einer Tiefe bis zu 26 cm an Stickstoff pro Hektar zugeführt:

Beim Anbau von Klee	220 kg.
" " " Luzerne	156 "
" " " Wundklee	118 "
" " " Seradella	74 "
" " " Lupinen	72 "
" " " Erbsen	66 "

Bei Luzerne würde die Anreicherung eine noch wesentlich größere sein, wenn die Wurzeln nicht nur bis zur Tiefe von 26 cm in Rechnung gestellt würden. Die Esparsette, welche hier nicht mit in Vergleich gezogen wurde, würde annähernd die Resultate wie Luzerne ergeben haben.*)

Da nun die angeführte Stickstoffmenge der atmosphärischen

*) Déhérain wies sogar durch den Esparsettebau eine Anreicherung von 625 kg Stickstoff pro Hektar nach. Wahrscheinlich ist jedoch der Stickstoff sämtlicher Wurzeln in Betracht gezogen.

Zuft entstammt, ergibt sich durch den Anbau derartiger Futtergewächse eine wesentliche Bereicherung des Bodens an Stickstoff.

Würde das Kilogramm auf diese Weise angesammelten organischen Stickstoffes nur mit 50 Pfg. *) in Rechnung gestellt, so ergibt sich beim Anbau der eigentlichen Futtergewächse ein Gewinn von 60 bis 100 Mk. und bei den Hülsenfrüchten ein solcher von 30 bis 40 Mk. pro Hektar. Aber auch in der Praxis finden diese, durch die chemische Analyse ermittelten Anreicherungen, ihre Bestätigung. So z. B. fand Schulz-Lupitz durch die Lupine, beim Getreidebau, daß der Boden durch die Stoppel- und Wurzelrückstände der ersteren mit mindestens 60 kg Stickstoff pro Hektar angereichert sein mußte.

Unter hiesigen Verhältnissen folgt nach Esparsette, welche in abgetragenen Schlägen kommt, Hafer, Kartoffel dann Gerste. Nur die Gerste erhält eine Düngung von 2 Ctr. Superphosphat und 2 Ctr. Chilisalpeter pro Hektar. Dabei kann man mit ziemlicher Sicherheit auf drei gute Ernten rechnen. Nach unserer Eingangs angeführten Zusammenstellung würden in den drei Ernten dem Boden entzogen pro Hektar 163 kg Stickstoff, zugeführt in 2 Ctr. Chilisalpeter 15 kg Stickstoff. Mithin müßten die 148 kg Stickstoff durch den Esparsetteanbau erst angesammelt worden sein, also annähernd soviel als Weiske bei dem Luzerneanbau fand. Es würden aber unter hiesigen Verhältnissen zur Hervorbringung dieser drei Ernten, ohne Zwischenschiebung der Esparsette, mindestens 20 Ctr. Chilisalpeter, ohne die andern Pflanzennährstoffe, anzuwenden sein. Da aber nur 2 Ctr. Chilisalpeter angewandt wurden, wäre soviel Stickstoff, als in 18 Ctr. Chilisalpeter enthalten ist (140 kg), durch den Esparsettebau erspart worden.

Da aber unter hiesigen Verhältnissen meist noch höhere Ernten erzielt werden, als die angeführten Mittelernten, so würde sich eine noch stärkere Anreicherung von Stickstoff ergeben. Da in der Praxis unter vorliegenden Verhältnissen in den drei in Rede stehenden Ernten die mineralischen Nährstoffe auch nicht in stärkeren, als angeführten Mengen zugeführt wurden und auf den von Natur kali- und phosphorsäurereichen Böden ein Mangel an diesen Nährstoffen sich nicht bemerkbar machte, wäre anzunehmen, daß durch die fortschreitende Verwitterung in den oberen Bodenschichten entsprechende Mengen

*) Der Wert dürfte jedoch mindestens 1 Mk. betragen.

löslich geworden wären, während die Gsparsette ihren Bedarf hauptsächlich aus den tiefern Bodenschichten gedeckt hätte und dann in den Wurzelrückständen die obern Bodenschichten auch mit den mineralischen Nährstoffen bereicherte, allerdings auf Kosten des Untergrundes. Da der durch den Anbau der Stickstoffmehrer angeammelte Stickstoff sich in organischer, theils schwerer zersetzbarer Form vorfindet, ist es erklärlich, daß die Wirkung sich auf mehrere Jahre erstreckt. Wir führen dies Beispiel, das sich nur auf praktische Erfahrung und Beobachtung stützt, an, um darzulegen, daß die wissenschaftlichen Untersuchungen von Weiske in der Praxis ihre Bestätigung finden.

Unsere Aufgabe kann es nun nicht sein, speziell auf die Kultur der einzelnen Stickstoffmehrer einzugehen, da dies den Rahmen unserer Arbeit wesentlich überschreiten würde. In der Litteratur findet man Aufschluß darüber in: Werner's Futterbau, Loebe's Futterbau, Meyen's Klee- und Klee grasbau, Kette-König's Lupinen und Seradella, Arndt's Gründüngung zc.

Die Zahl der uns zur Verfügung stehenden Gewächse ist eine außerordentlich große und lassen sich für die verschiedensten Bodenarten entsprechende Auswahlen treffen. Für die leichtern Sandböden kommen in erster Linie Lupinen und Seradella und für die bessern kalkreichen schweren Böden Luzerne, Gsparsette und Pferdebohne in Betracht. Letztere gedeihen auf leichten kalkarmen Sandböden nicht, während Seradella und Lupine auf den schweren kalkreichen Böden nicht mit Erfolg anzubauen sind, da sich dieselben als kalkfeindlich erweisen. Maercker-Halle gelang es trotz umfangreicher Versuche nicht, die Seradella in der Provinz Sachsen mit Erfolg anzubauen. Dieselbe verlangt außer geringem Kalkgehalt, Lockerheit und Wärme und gedeiht deshalb auf milden, durchlassenden, humosen Böden am besten. Der Anbau der Seradella ist jedoch im allgemeinen nicht ganz sicher. Neuhaus-Selchow, der die Seradella am umfangreichsten anbaut, rechnet auf 5 Ernten, 2 gute, 2 Mittel- und eine schlechte Ernte.

Von den Lupinen hat die gelbe für die leichten Sandböden die höchste Bedeutung. Durch den Lupinenbau sind derartige Böden überhaupt erst ertragsfähig gemacht worden. Die eklatanten Resultate, welche Schulz-Lupitz auf derartigen Böden erzielte, verdankt derselbe, außer eigener Intelligenz und des Segens von oben, in erster Linie der Lupine. Dieselbe wird nicht mit Unrecht das Gold des Sandes genannt. Aber auch auf schweren Böden werden Lupinen oft noch mit Erfolg an-

gebaut und zwar ist es die blaue, welche auch auf Lehmböden unter Umständen noch ganz gut gedeiht. 1891 sind von der D. L. G. Anbauversuche mit verschiedenen weniger bekannten Lupinen-Varietäten angestellt worden, welche nicht so empfindlich gegen den Kalkgehalt des Bodens sein sollen, und könnten vielleicht dann auch die kalkreichen Böden mit Lupinen bebaut werden.

Nach Schirmer-Neuhaus wäre die weiße Lupine als Stickstoffmehrer den andern entschieden vorzuziehen. Auch empfiehlt derselbe, bei umfangreichem Lupinenbau die verschiedenen Varietäten mit einander wechseln zu lassen. Was nun Lupinen und Seradella für die leichtern Böden sind, das sind Luzerne, Esparsette, Bohnen, Erbsen und verschiedene Kleearten für die schwereren. Für die nun zwischen diesen Extremen liegenden Bodenarten fehlt es auch nicht an geeigneten stickstoffmehrenden Futtergewächsen. Unter den meisten Bodenverhältnissen gedeiht die Sandwicke (*vicia villosa*). Obgleich dieselbe ihrem Namen nach auf den Sandboden gehört, bauten wir doch dieselbe auch mit Erfolg auf schwerem Lehmboden an. Bohnen und Erbsen werden auf den schwereren Bodenarten mit bestem Erfolg im Gemenge angebaut und liefern dann meist eine gute Körnerernte. Durch umfangreichen Anbau derartiger Hülsenfrüchte könnte aber der Ankauf von käuflichen Kraftfuttermitteln in vielen Fällen wesentlich beschränkt werden und würden vielfach die Nährstoffe billiger produziert, als durch Ankauf von Futtermitteln, ganz abgesehen von der Bodenbereicherung an Stickstoff durch den Anbau derartiger Gewächse. Für den humusreichen Mergelboden, kräftigen Thon- und Lehmboden ist der Rotklee als Futterpflanze hauptsächlich am Platze. Auf feuchten Lehm- und Thonböden ist der Bastard- oder schwedische Klee, sowie der Weißklee geeignet, während auf leichteren Böden der Wundklee noch gute Futtererträge liefert. Auf milden durchlassenden Böden wird der Zuckerklee mit Erfolg angebaut, während auf mageren hochgelegenen Böden der gehörnte Schotenklee noch befriedigende Erträge zu liefern vermag.

Werden derartige Futtergewächse möglichst umfangreich angebaut und stets, je nach den vorliegenden Bodenverhältnissen, in entsprechender Weise ausgewählt, sowie die angeführten Maßnahmen zur Steigerung der Erträge in Anwendung gebracht, so wird schon eine wesentliche Menge von Stickstoff der betreffenden Wirtschaft zugeführt, so daß der Zukauf schon um ein Wesentliches beschränkt werden könnte, ohne ungünstig auf den Ernteertrag der andern Kulturpflanzen einzuwirken.

Aber noch bedeutend größere Mengen können dem Boden an Stickstoff zugeführt werden durch die Gründüngung.

Die Gründüngung, welche auf den leichten Sandböden schon länger mit bestem Erfolg angewandt wurde und bei Schulz-Lupiz so glänzende Resultate lieferte, läßt sich auch auf den schwereren und schwersten Bodenarten sicher anwenden. Die Gründüngung gestattet es, ohne Viehhaltung und allzu umfangreiche Anwendung von künstlichen Düngemitteln, einen lohnenden Ackerbau zu betreiben, wie Schulz-Lupiz Wirtschaftssystem auf Sandboden und Arndt-Klostergut Oberwarthas*) Betriebsweise auf Lehmboden glänzend beweist. Bei der Gründüngung kommt, außer der mit wenig Kosten verknüpften Dienstbarmachung des atmosphärischen Stickstoffs, noch die Zuführung von organischer Substanz in Betracht. Es brauchen dann nur noch die mineralischen Nährstoffe in entsprechender Weise zugeführt zu werden, um den Stalldünger vollständig zu ersetzen. Arndt rechnet eine gut bestandene Gründüngung, nebst den entsprechenden mineralischen Nährstoffen, einer vollen Stallmistdüngung gleich. Der Anbau der Gründüngungspflanzen kann nur geschehen als Hauptfrucht oder Zwischenfrucht. Als Hauptfrucht wird die Gründüngung hauptsächlich da am Platze sein, wo der Bodenwert ein geringerer und die Verzichtung auf eine Ernte nicht als ein großer Verlust angesehen wird oder da wo viehlos gewirtschaftet wird und die Zuführung von erheblichen Quantitäten organischer Substanz sehr angezeigt ist. Der Anbau von Zwischenfrüchten kann, außer unter den angeführten Verhältnissen, auch unter den besseren und besten Bodenverhältnissen zur Ausführung gelangen. Stehen jedoch die Zwischenfrüchte aus irgend welchem Grunde schwach und lückenhaft, so wären dieselben umzupflügen, da sonst nur zu leicht der Boden verunkrautet und verqueckt. In schwach bestandenen Roggen- und Weizenschlägen säet man zweckmäßig Klee ein, wodurch nicht allein eine entsprechende Gründüngung erzielt wird, sondern auch das Unkraut zu unterdrücken ist.

Aber auch in Stalldüngewirtschaften, namentlich auf schwereren Böden, kann es vielfach angezeigt sein, noch nebenbei zur reinen Gründüngung zu greifen. Besonders wird es sich empfehlen, die Außenschläge mit Gründüngung zu bewirtschaften. Bei derselben gilt zunächst das, was im Bezug auf Ertragssteigerung der stickstoffmehrenden Futtergewächse gesagt

*) Gründüngung und System Schulz-Lupiz auf Lehmboden von Fr. Arndt. Verlag von P. Parey.

wurde. Durch eine entsprechende Düngung mit Phosphorsäure und Kali und unter Umständen auch Zuführung von Kalk, sowie durch entsprechende Bodenarbeit und erforderlichenfalls auch Bodenimpfungspflanzen ist zu sorgen. Zur Gründung eignen sich nun die meisten hier schon besprochenen Futterpflanzen, außerdem noch manche zu Futterzwecken weniger in Betracht kommende Kleearten, endlich dürften die wildwachsenden Leguminosen, wie Wicken, Blatterbsen, für Gründungszwecke noch eine Zukunft haben. Für die geringeren leichteren Sandböden hat die reine Gründung unstreitig die größte Bedeutung. Hier sind hauptsächlich die Lupinen und die Serradella am Platze. Die blaue Lupine liefert in der Regel, da sie meist den Boden nicht vollkommen beschattet, weniger gute Resultate.

Nach Schirmer-Neuhaus ist die weiße Lupine auf den meisten Böden (bei Impfung) anzubauen und wäre dieselbe als der beste Stickstoffsammler anzusehen. Lupinen und Serradella werden vielfach im Gemenge in Roggen eingesät. Man sät dann vielfach in April pro Hektar 30 Algr. Serradella und dann während der Roggenblüte 80 bis 100 Algr. Lupinen ein und pflügt dann im Spätherbst oder auch erst im Frühjahr vor der Bestellung die Masse unter.

Aber auch Lupinen, sowie Serradella werden vielfach für sich allein zur Gründung verwandt. Neuhaus-Selchow und Ring-Düffel empfehlen die Lupine dann zur Zeit der Roggenblüte einzusäen, es wären dann pro Hektar 4 Centner und noch darüber anzuwenden. Diese Einsaat scheint jedoch nur auf lockern Sandboden am Platze zu sein, auf etwas festerem, bindigem Boden kommen die Lupinen vielfach nicht zum Aufgehen. Schirmer-Neuhaus und Arndt-Oberwartha bestellen deshalb die Lupine erst auf die umgebrochene Stoppel. Da nun aber die Lupine im Anfangsvegetationsstadium ziemlich langsam wächst, ist diese Methode nur dann zu empfehlen, wenn der Roggen frühzeitig den Acker räumt. Auf schwerem Boden würde dann meist die Lupine zu spät kommen und, da sie dann leicht vom Frost leidet, zu wenig an Masse produzieren und folglich auch nur wenig Stickstoff dem Boden zuführen. Die Serradella wird ebenfalls am vorteilhaftesten in den Roggen bezw. Weizen eingesät und zwar im April oder Mai, in Stärke von 60 Kilogramm pro Hektar und dann eingeeegt. Auf den schwereren Böden würden nun hier hauptsächlich keine Erbsen oder Wicken, welche in die umgebrochene Stoppel oder auch schon in die Ueberfrucht gesät werden, zu empfehlen sein.

wird nur wenig Chilisalpeter angewandt. Dagegen Kali und Phosphorsäure reichlich. 1891 wurden infolge ungünstiger Verhältnisse nicht so gute Resultate erzielt, aber immerhin befriedigende.

Allerdings ist das Gelingen derartiger Gründungen immer von entsprechenden Niederschlägen und dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens abhängig. Hauptsache wird immer sein, daß die Hauptfrucht den Boden frühzeitig verläßt und daß die Stoppelumbrechung und Bestellung so schnell wie irgend möglich ausgeführt wird, damit der Boden die für das Gedeihen der Gründung so erforderliche Ackerbare nicht verliert. Aber auch die Winterwicke (*vicia villosa*) eignet sich vorzüglich zur Gründung und steht in Bezug auf Stickstoffsammlung, nach Schirmer-Neuhaus, den weißen Lupinen am nächsten. Am vorteilhaftesten wird dieselbe auf die sofort umgebrochene Stoppel, in Stärke von 2 Ctr. pro Hektar gesät und dann etwa erst im Mai zu Kartoffeln eingepflügt. Die Winterwicke ist absolut winterhart. Nach Schirmer liefert die Winterwicke pro Hektar 1200 Ctr. grüne Masse, rechnen wir dazu nur noch 100 Ctr. Wurzeln in der oberen Ackerkrume, so würde bei einem Stickstoffgehalte von 0,4 pCtr., dem Hektar 260 Kilogramm Stickstoff, das wäre soviel, als in 33 Ctr. Chilisalpeter enthalten ist, zugeführt. Dabei hat diese Pflanze den Vorzug, daß sie unter den meisten Bodenverhältnissen gedeiht.

Von den Hülsenfrüchten wäre vielleicht unter manchen Verhältnissen noch die Pferdebohne als Gründungspflanze geeignet. Dieselbe wäre jedoch nur als Hauptfrucht anzubauen, und da beträchtliche Mengen von Samen erforderlich wären, stellen sich die Kosten, im Vergleich mit anderen Gründungspflanzen, ziemlich hoch.

Es kämen nun noch verschiedene Kleeartige Gewächse als Gründung in Betracht. Daß der letzte Schnitt der perennierenden Futtergewächse vielfach mit Erfolg noch zur Gründung verwandt werden kann, ist selbstverständlich, doch, da diese Schläge dann meistens erheblich mit Stickstoff angereichert sind, ist eine derartige Gründung vielfach überflüssig. Auf den besseren Böden kann der zweite Schnitt des Rotklee vielfach mit Nutzen zur Gründung verwandt werden. Auf feuchten schweren Thonböden gilt dies vom Bastard- und Weißklee. Auch der Wundklee, welcher unter den meisten Bodenverhältnissen gedeiht, kann zu diesem Zweck angebaut werden, derselbe liefert im Juni einen Schnitt und wäre dann

unterzupflügen oder könnte auch bald als Gründüngung zu Kartoffeln unterbracht werden.

Diese Kleearten werden am zweckmäßigsten in das Getreide, bei der Bestellung oder beim Hacken desselben, eingesät. An Samen ist erforderlich pro Hektar beim Rotklee 16 bis 24 Mgr., beim Bastardklee und Weißklee je 12 Mgr. beim Wundklee 24 Mgr. Auf milden durchlassenden Böden wird zu diesem Zweck der Inkarnatklee mit bestem Erfolg angebaut. Derselbe wird im Juli bis August in Stärke von 25 bis 30 Mgr. pro Hektar in die umgebrochene Stoppel eingesät und dann im April bis Mai als Gründünger für Kartoffeln eingepflügt. Der Inkarnatklee hat jedoch das Unangenehme, daß er leicht auswintert und dann ist die Stickstoffsammlung eine unvollkommene. Mit besonderem Vorteil wird zur Gründüngung auf den besseren Böden der Hopfenklee angewandt. Vibranz-Wendhausen bestellt mit diesem Klee seine ganzen Stoppeln, auch die Bohnenstoppeln und sät pro Hektar 24 Mgr. Samen, nachdem das Getreide gehackt, bezw. geeggt ist.

Einen gelungenen Gründüngungsversuch mit Hopfenklee führte derselbe in der mehrmals zitierten Versammlung zu Bernburg an. Von 20 Hektar Hafer wurden die Hälfte, nachdem derselbe gehackt worden war, mit Hopfenklee besät. Am 22. Oktober wurde die Substanz und der Stickstoff auf einige Quadratmeter bestimmt. Auf den Hektar berechnet, ergeben sich 270 Centner Masse (inkl. Wurzeln) mit 78 Mgr. Stickstoff, also soviel als in 10 Centner Chilisalpeter enthalten ist. Dem entsprechend war auch die Wirkung bei der Nachfrucht Rüben. Die nicht mit Klee bestandene Fläche wurde mit Chilisalpeter gedungen, während die, welche Gründüngung erhielt, keinen Chilisalpeter bekam. Aber dennoch standen die Rüben auf der letzteren besser, als die mit Salpeter gedungenen. Wenn nun auch die Zuführung von Humussubstanz beim Anbau von Hopfenklee als Zwischenfrucht weniger in Betracht kommt, so ist doch die Bereicherung mit Stickstoff eine wesentliche, und kommen die geringen Ausgaben kaum zur Geltung. Auch auf die Hauptfrucht übt der Klee keinen ungünstigen Einfluß aus. Die Ertragsfeststellung beim Hafer ergab: ohne Klee pro Hektar 78,08 Centner, mit Klee 78,64 Centner.

Daß diese Maßnahme in der Praxis bereits im Großen angewandt wird, beweist, daß Heine-Hadmersleben 1892 nicht weniger als 50 Ctr. Hopfenklee Samen unter die Halmfrüchte aussäete.

Die Unterpflüfung des Klee's wird am zweckmäßigsten, wenn es die Nachfrucht und der Boden gestattet, erst im Frühjahr vorgenommen, da dann am meisten Stickstoff angesammelt wurde. —

Von ganz besonderer Wichtigkeit zur Gründüngung ist nun noch der Bokharaklee, welcher sich durch seine Massenproduktion besonders auszeichnet. Derselbe hat viel Ähnlichkeit mit der Luzerne, übertrifft dieselbe aber bedeutend an Höhe und ist sehr raschwüchsig, hat jedoch den Nachteil, daß er schwer aus dem Aker zu entfernen ist. Er wird in einer Stärke von 60 Mgr. pro Hektar (mit Hülsen, ohne Hülsen die Hälfte) im Oktober bis Februar in Roggen oder Weizen eingesät. Die Aussaat kann unter Umständen auf den Schnee geschehen. Der Bokharaklee ist sehr widerstandsfähig gegen Trockenheit und Nässe und ist auf den meisten Böden sicher. Arndt-Oberwartha baut denselben umfangreich an und ist sehr zufrieden. Guradze-Kotlichowitz bei Tost stellte vergleichende Düngerversuche mit Bokharagründüngung an, worüber Orth-Berlin berichtete und denen wir folgendes entnehmen:

Gerste in 4. Tracht:

	Ertrag pro Hektar		
Gründüngung	38,12 Ctr. Körner	48,96 Ctr. Stroh	
" u. 8 Ctr. Thomasmehl	44,28 " "	62,84 " "	
" u. 12 " Kainit	42,80 " "	84,48 " "	
" u. 8 " Thom.u.12Ctr.Kain.	54,92 " "	87,32 " "	

Hafer in 4. Tracht:

Gründüngung	40,88 Ctr. Körner	84,— Ctr. Stroh
" u. 8 Ctr. Thomasmehl	46,— " "	79,16 " "
ohne Gründüngung	27,34 " "	44,44 " "

Kartoffeln:

ungedüngt	169 Ctr. Kartoffeln
400 Ctr. Stalldünger	304 " "
Gründüngung	360 " "
" u. 4 Ctr. Chilisalpeter	400 " "
" u. 8 " Thomasmehl	540 " "
" u. 400 " Stalldünger	604 " "

Bei diesem Versuche war der Bokharakleesamen, nicht wie Arndt-Oberwartha empfiehlt im Herbst bezw. Winter in den Roggen gesät worden, sondern erst anfangs Mai.

Ueber die Menge an organischer Substanz und Stickstoff, welche durch die Gründüngung dem Boden zugeführt wird, seien hier noch einige Beispiele angeführt.

Gutsbesitzer Rössing-Lehdorf (Braunschweig) stellte Versuche mit verschiedenen Gründüngungspflanzen auf Lehmboden an, welche folgende Resultate lieferten pro Hektar:

	Org. Substanz	Stickstoff
Weißer Wicke	3370 kg	128,24 kg
Sandwicke	3550 "	131,72 "
Beluschke	4360 "	255,56 "
Lupine, weiße	2380 "	116,24 "
" blaue	4180 "	227,24 "
" gelbe	2470 "	136,24 "
Gemenge: Bohnen, Erbsen, Wicken	4380 "	174,00 "
Niesenspörgel	3830 "	94,92 "
Buchweizen	3700 "	78,20 "

Ring = Düppel stellte, obgleich die Seradella dort sehr gut gedeiht, aber den Ertrag der Deckfrucht um 1 bis 2 Ctr. Körner vermindert, auf 300 Mrg. (75 ha) Versuche mit verschiedenen Gründungsplanzen an. Wir geben hiermit die Resultate kurz wieder: pro ha.:

	Bestellt:	Org. Substanz:	Stickstoff:
1. Gemenge: Senf, Ökrettig, Ausfallhafer, Lupinen	18. Aug.	2262 kg	59,9 kg
2. Lupinen, Senf, Ökrettig, Buchweizen	30. Juli	3647 "	73,7 "
3. Senf, Ökrettig, Hafer, Lupinen	10. Aug.	5741 "	88,9 "
4. Seradella	25. Apr.	3253 "	90,4 "
5. Seradella	1. Mai	3730 "	104 "
6. Lupinen	1. Aug.	6381 "	122,8 "
7. Senf und Lupinen	20. Juli	6034 "	130,7 "
8. Bockharackee	Febr.	6390 "	140,9 "
9. Lupinen	20. Juni	5580 "	141,9 "

Der Bockharackee hatte sich zwar als eine der besten Gründungsplanzen erwiesen, zeigte sich aber dann als ein sehr lästiges Unkraut, das schwer zu beseitigen war. Ring hatte durch diese ausgedehnte Gründung dem Boden soviel Stickstoff zugeführt als in 1000 Ctr. Chilisalpeter enthalten sind.

Guradze = Koflischowitz bei Tost stellte 1892 Versuche mit Beluschken, Platterbsen, blauen und gelben Lupinen, sowie Ökrettig und Winterraps an und erzielte folgende Bodenbereicherung pro ha.:

	Org. Substanz:	Stickstoff:
Beluschke	2526 kg.	94 kg.
Platterbse	1712 "	56 "
Blaue Lupinen	4088 "	112 "
Gelbe Lupinen	2419 "	73 "
Ökrettig und Winterraps	3120 "	77 "

Diese Versuche ergeben u. a., daß auch die Stickstoffzehrer (Nichtleguminosen) wie Senf, Niesenspörgel, Buchweizen, Ökrettig, Winterraps zc. den Boden an Stickstoff wesentlich bereichern können, was nach der Ansicht namhafter Autoritäten der Wissenschaft und Praxis sehr zweifelhaft, wenn nicht ganz

ausgeschlossen wäre. Diese Versuchsergebnisse scheinen jedoch die Frank'sche Theorie, wonach auch die Nichtleguminosen sich den atmosphärischen Stickstoff dienstbar machen, zu bestätigen.

Die neuesten Veröffentlichungen *Liebshers* (D. V. Nr. 92 Nr. 104) sprechen ebenfalls für diese Annahme. Genannter Forscher führte aus, daß 1888 seine Versuchsergebnisse bewiesen hätten, daß Senf ebensoviel Stickstoff sammelte wie Erbsen, während dies bei Hafer und Buchweizen nicht der Fall sei, wohl aber dieselben die Stickstoffverluste beseitigten. Er hätte sich damals mit diesen Resultaten nicht an die Öffentlichkeit gewagt. 1891 hätte er mit derartigen Versuchen dieselben Resultate erzielt, aber die Stickstoffbindung des Senfes wäre so unbedeutend gewesen, daß er auch damals seine Resultate nicht veröffentlicht hätte. Die umfangreichen Versuche 1892 hätten jedoch deutlich bewiesen, daß auf reichem Boden der Senf mindestens ebensoviel und in verschiedenen Fällen noch bedeutend mehr Stickstoff zu sammeln vermöchte, als Erbsen, Bohnen, einjähriger Klee, mit ganz normalen Wurzelknöllchen. Weitere umfangreiche Versuche müssen uns hierüber erst nähere Aufklärung schaffen, denn vorläufig müssen wir doch daran festhalten, daß Senf als Gründüngung von untergeordneter Bedeutung ist.

Dies wären nun die hauptsächlichsten stickstoffmehrenden Gründüngungspflanzen, welche bis jetzt zur Anwendung gelangten. Ausgeschlossen ist es jedoch noch nicht, daß bald noch andere auf der Bildfläche erscheinen werden. In den wildwachsenden Wäldern, Platterbsen (*Lathyrus*arten) und kleeartigen Gewächsen stehen uns noch verschiedene Pflanzen zur Verfügung, die durch entsprechende Kultur zu diesem Zwecke verwendbar werden könnten. Wenn auch jetzt schon für die verschiedensten Bodenarten stickstoff sammelnde Gewächse von hervorragendem Werte bekannt sind, so läge doch in der weitem Zuführung von derartigen Gewächsen der Vorteil, daß dann mehr noch als bisher gewechselt werden könnte, um, wie bereits angeführt, der „Müdigkeit“ gewisser Stickstoffmehrer vorzubeugen.

Die Gründüngung hat nun für den praktischen Betrieb, wie bereits nachgewiesen, eine recht hohe Bedeutung. Die natürlichen Stickstoffquellen, welche unerschöpflich fließen, kann sich der Landwirt, mit verhältnismäßig geringen Kosten, dienstbar machen. Die Ernteerträge können ohne wesentlichen Zukauf von Stickstoffdünger auf gleicher Höhe erhalten werden und sich auch in vielen Fällen noch in hohem Grade steigern.

Die angesammelten Stickstoffmengen einer Gründüngung

üben ihren günstigen Einfluß auf mehrere Jahre aus, indem der in organischer Form angesammelte Stickstoff den Pflanzen nicht auf einmal zur Verfügung steht, sondern erst nach und nach in Aktion tritt. Auf den schwereren Böden hält die Wirkung zwei bis drei Jahre an, während auf den leichteren Böden die Zersetzung rascher von statten geht. Aus diesen Gründen übt der durch die Gründüngung zugeführte Stickstoff in Bezug auf Lagerung nicht die ungünstige Wirkung aus, wie der Stickstoff, welcher in Form von Salpeter zugeführt wird. Auch tritt der Umstand, den man bei Salpeteranwendung nicht selten beobachtet, daß im späteren Vegetationsstadium der Stickstoff verbraucht ist, nicht ein, sondern es werden von dem organischen Stickstoff nur immer entsprechende Mengen löslich. Für den praktischen Betrieb ist es deshalb von der größten Wichtigkeit, diese Quelle in ausgiebigster Weise auszunutzen. Auch wenn man nicht zum viehlosen Betriebe übergeht, sollten derartige Gewächse in solchem Umfange angebaut werden, daß jeder Zukauf von stickstoffhaltigen Düngemitteln sich als überflüssig erweist.

Ueber den geeignetsten Zeitpunkt der Einpflügung der Gründüngung ist nun viel gestritten worden. Eine frühzeitige Einpflügung begünstigt allerdings die raschere Wirkung der Nährstoffe, indem junge grüne Pflanzen sich selbstverständlich rascher zersetzen als alte, holzige, teils abgestorbene Gewächse. Angestellte Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß im möglichst weit vorgeschrittenen Vegetationsstadium am meisten Stickstoff angesammelt worden war. Wenn nun auch bei der Frühjahrseinpflügung der Boden unter der Gründüngungsmasse fast so mürbe wird, als der ausgefrorene Boden, so wird es doch beim nachfolgenden Anbau von Halmgewächsen angezeigt sein, im Spätherbst bezw. Winter die Masse unterzupflügen.

Namentlich gilt dies auf schwereren Böden, wo die Herbstackerung immer von größtem Vorteil ist, während auf Sandboden auch bei Frühjahrssackerung weniger ungünstig auf das Gedeihen der Kulturpflanzen eingewirkt wird.

Beim Anbau von überwinternden Gewächsen zur Gründüngung, wie Sandwicke, Alee, wird es jedoch angezeigt sein, Kartoffeln, bezw. Rüben folgen zu lassen und erst kurz vor der Bestellung zur Einpflügung zu schreiten. Versuche über den Gründüngungswert der Lupine in den verschiedenen Vegetationsstadien ergaben nach Bäßler-Regenwalde, im Verhältnis: I. Periode (volle Blüte des Hauptstengels, 19. August)

100 pCt., II. Periode (beginnenden Schotenansatz an denselben, 3. September) 121 pCt., III. Periode (volle Blüte der Nebenachsen, 14. September) 180 pCt. IV. Periode (Schotenreife der Hauptachse, 24. September) 309 pCt.. Diese Ergebnisse welche bei 10 Pflanzen ermittelt wurden, fanden bei praktischen Feldversuchen auf dem Rittergute Obernhagen bei Regenwalde ihre Bestätigung.

Die Feldversuche ergaben folgende Resultate pro Hektar:

I. Ohne Beidüngung.

	Körner	Stroh
1. Lupinen in der Blüte untergepflügt	27,08 Ctr.	41,80 Ctr.
2. " bei vollendetem Schotenansatz untergepflügt	32,12 " 43 "	" "

II. 4 Ctr. Superphosphat.

	Körner	Stroh
1. Lupinen in der Blüte untergepflügt	29,40 Ctr.	40,80 Ctr.
2. " bei vollendetem Schotenansatz untergepflügt	36,04 " 46,60 "	" "

III. 8 Ctr. Thomasmehl und 4 Ctr. Kainit.

	Körner	Stroh
1. Lupinen in der Blüte untergepflügt	27,20 Ctr.	44,92 Ctr.
2. " bei vollendetem Schotenansatz untergepflügt	33,44 " 46,52 "	" "

Wenn nun diese Ertragssteigerungen durch die im späteren Vegetationsstadium eingepflügten Lupinen auch nicht so deutlich hervortreten, als die bei den wissenschaftlichen Ermittlungen sich ergebende Stickstoffanreicherung, so ist doch damit der Beweis geliefert, daß der Ertrag sich um so höher stellt, je später die Stickstoffmehrer untergepflügt werden. Die Nachwirkung muß aber noch eine ungleich größere sein, denn ein großer Teil des Stickstoffs befindet sich dann in einer weniger leicht zersetzbaren Form.

Vermeidung von Stickstoffverlusten.

Wenn wir in Vorstehendem ausführlich auf die Dienstbarmachung der natürlichen Stickstoffquellen eingingen, so wollen wir nun die nicht weniger wichtige Frage: Wie wird der gebundene Stickstoff in entsprechender Weise ausgenutzt und wie der Boden vor Stickstoffverlusten bewahrt? besprechen:

Die fortwährend stattfindenden Verluste sind so enorm, daß wenn denselben nicht durch entsprechende Maßnahmen vorgebeugt wird, ein großer Teil des durch Anbau von stickstoffammelnden Pflanzen oder durch Zukauf von Düngemitteln der Wirtschaft zugeführten Stickstoffs in die Luft entweicht oder aus dem Boden ausgelaugt wird. Der Verlust, der sich allerdings zahlenmäßig nicht genau feststellen läßt, ist zwar nicht ganz zu be-

seitigen, aber doch wesentlich zu vermindern. Die Stickstoffverluste kommen nun hauptsächlich vor bei dem Stalldünger und im Ackerboden. Der im Stalldünger enthaltene Stickstoff befindet sich bekanntlich in organischer Form, verwandelt sich aber dann zum Teil in Ammoniak: bei der Zersetzung bildet sich aber zu gleicher Zeit auch Kohlensäure, welche sich mit dem Ammoniak zu kohlensaurem Ammoniak verbindet. Diese Stickstoffform entweicht aber leicht in die atmosphärische Luft. Aber auch noch auf andere Weise kann die Entweichung des Stickstoffs vor sich gehen. Durch Einwirkung von Sauerstoff auf Ammoniak kann eine chemische Umlagerung der Elemente herbei geführt werden, indem der Sauerstoff mit dem Wasserstoff des Ammoniaks sich zu Wasser verbindet, wodurch der Stickstoff frei wird und im gasförmigen Zustande in die atmosphärische Luft verfliegt. Endlich können auch die im Stalldünger, Ackerboden &c. vorhandenen Bakterien die Ursache des Verlustes sein, indem dieselben die Stickstoffverbindungen in ihre Elemente zersetzen, wodurch ebenfalls das Stickstoff gasförmig in die Luft entweicht, denn der frei werdende Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff zu Wasser, der Kohlenstoff mit Sauerstoff zu Kohlensäure, ist dann aber für den Stickstoff im Augenblick des Freiwerdens kein geeignetes Bindungsmittel vorhanden, so entweicht er. Auch kann noch auf andere Weise eine Verflüchtigung des Stickstoffs stattfinden, so z. B. bildet sich bei der eintretenden Verwesung u. a. auch salpetersaures Ammonium, welches durch die entstehende Wärme in Wasser und freien Stickstoff zerfällt.

Heyden-Pommritz und Holfesleiß-Breslau, haben sich nun eingehend mit dieser Frage beschäftigt und uns sehr wertvolle Fingerzeige in Bezug auf Verminderung dieser Verluste gegeben.

Stöckhardt-Tarand wies schon nach, daß von 100 Ctr. Stalldünger, wenn man ihn auf 80 Ctr. zusammen faulen lasse, ca. 2,5 Klgr. Stickstoff in die Luft entweiche, ließe man ihn auf 60 Ctr. zusammenfaulen, so betrüge der Verlust 5 Klgr. Stickstoff und wenn sich derselbe bis auf 40 bis 50 Ctr. vermindere, so betrüge der Stickstoffverlust 10 Klgr. Da aber 100 Ctr. Stalldünger ca. 20 Klgr. Stickstoff enthalten, so betrüge der Verlust 50 pCt. Er empfiehlt deshalb, den Stalldünger unter dem Vieh aufzubewahren, wodurch ein Stickstoffverlust fast vollständig vermieden würde. Wenn sich im Sommer ein ammoniakalischer Geruch entwickle, so genüge eine Begießung des Mistes mit Wasser, dem pro Cimer 0,5 Klgr. Schwefelsäure oder Eisenwitriol zugesetzt wäre. Da nun aber die Lagerung des

Stalldünger unter dem Vieh in den meisten Fällen nicht gut durchführbar ist, galt es, Mittel und Wege zu finden, welche diesen Verlusten entgegenarbeiten, bei Lagerung auf der Düngstätte. Goldesleiß' Untersuchungen ergaben, daß bei der gewöhnlichen Aufbewahrungsmethode der Stalldünger nach 7 Monaten 23,4 pCt. seines Stickstoffgehaltes verloren hatte. Nach Heydens Untersuchungen betrug der Verlust nach einer Lagerung von 15 Wochen beim Stalldünger 22 pCt. des ursprünglichen Stickstoffgehaltes. Bei der Jauche war der Stickstoffverlust ein noch weit größerer. Dieselbe hatte schon nach 6 Wochen 70 pCt. ihres Stickstoffgehaltes verloren. Nimmt man an, daß ein Stück Großvieh pro Jahr 300 Ctr. Stalldünger mit $\frac{1}{2}$ pCt. Stickstoff produziert, so würde die Produktion 75 Algr. Stickstoff betragen. Gehen nun davon 22 pCt. verloren, so betrüge der Verlust 16,5 Algr. also soviel als in 2 Ctr. Chilisalpeter vorhanden ist.

In Deutschland sind nun etwa rund 20 Millionen Stück Großvieh (alles Kleinvieh in Großvieh mit ungerechnet) vorhanden. Da nun ein Teil davon den Sommer hindurch auf die Weide geht und bei diesem von einer entsprechenden Behandlung des Düngers abgesehen werden muß und auch ein Teil in rationeller Weise behandelt wird, so stellen wir nur die Hälfte in Rechnung. Demnach würde der Verlust an Stickstoff sich auf 160 Millionen Algr., das wäre soviel als in 20 Millionen Ctrn. Chilisalpeter enthalten ist, belaufen. Die Einfuhr von Chilisalpeter hat aber gegenwärtig noch nicht ganz 4 Millionen Ctr. pro Jahr erreicht. Mithin könnte durch eine entsprechende Düngerbehandlung die Einfuhr von sämtlichen stickstoffhaltigen Düngemitteln mehr denn aufgewogen werden. Wie groß aber der finanzielle Verlust ist der durch unentsprechende oder vielmehr durch Nichtbehandlung des Stalldüngers herbeigeführt wird, liegt nach unserer Berechnung klar zu Tage. Nehmen wir das Algr. Stickstoff, welches auf diese Weise der Landwirtschaft verloren geht, zu 1 Mark an, was, wenn man bedenkt, daß gerade der leicht lösliche Stickstoff entweicht, nicht zu hoch gegriffen sein wird, so ergibt sich die enorme Summe von 160 Mill. Mk. *) welche alljährlich der deutschen Landwirtschaft verloren geht. Also mehr, als bisher die ganzen landwirtschaftlichen Zölle dem Staate einbrachten.

Diese ungeheuren Zahlen sollten aber den Landwirt zum Nachdenken veranlassen und ihn anregen, einer zweckentsprechenden

*) Nach anderer Berechnung stellt sich der Verlust auf ca. 200 Mill. Mk.

Behandlung des Stalldüngers mehr Aufmerksamkeit als bisher zuzuwenden.

Um nun diesen Verlusten vorzubeugen, ist erforderlich, daß der Stalldünger auf der Düngerstätte möglichst fest liegt, um das Eindringen der Luft, welche die Zersetzung befördert zu verhindern. Ein entsprechender Feuchtigkeitsgehalt begünstigt die dichte Lagerung und ist es angezeigt, das Vieh, regelmäßig auf die Düngerstätte zu lassen, um den Mist fest zu treten. Ein zu hoher Wassergehalt begünstigt die Oxydation des Stickstoffs und folglich dessen Verflüchtigung, weshalb eine übermäßige Wasserzufuhr auf die Düngerstätte zu verhindern ist. Daß der Untergrund der Düngergrube undurchlassend sein muß, ist selbstverständlich.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen haben nun ergeben, daß gewisse, namentlich Schwefelsäurehaltige Einstreumittel, die Verflüchtigung des Stickstoffs beschränken. In Betracht kamen da Gyps (Schwefelsaurer Kalk), Kainit (Schwefelsaures Kali) und Eisenbitriol (Schwefelsaures Eisen). Von letzteren mußte aber aus dem Grunde abgesehen werden, weil sich durch dasselbe ein für die Kulturpflanzen giftiges Eisensalz bildet. Noch wirksamer als die Schwefelsäure hat sich aber die freie wasserlösliche Phosphorsäure*) erwiesen und gelangt dieselbe meist in Form von Superphosphatgyps — also Schwefelsäure und Phosphorsäure in Verbindung — zur Verwendung. Aber auch humose Erde zeigte sich bei Vermischung mit dem Stalldünger sehr wirksam, indem dieselbe den freiverdenden Stickstoff auffog.

Goldfleiß' umfangreiche Versuche geben über die Wirksamkeit der verschiedenen Einstreumittel sehr wertvolle Resultate, die wir hier in Kürze anführen wollen: Vier Haufen zu je 120 Ctr. Stalldünger wurden auf trockener Lage, unter freiem Himmel den Witterungseinflüssen ausgesetzt

- I. wurde ohne Beimengung belassen,
- II. wurde mit Kainit vermischt,
- III. erhielt Superphosphatgyps als Zusatz,
- IV. wurde mit humoser Erde vermengt.

Beim Beginn des Versuches war an Stickstoff vorhanden:

	Bei	I.	II.	III.	IV.
		24,35 kg	24,25 kg	24,88 kg	26,13 kg
Nach einer Lager. v. 7 Mon.		18,67 "	24,25 "	26,02 "	25,56 "
Mithin betrug der Verlust		5,68	—	—	0,57
In Prozenten ausgedrückt		23,3 %	"	"	2,2 %

*) Was bei neueren Forschungen bezweifelt wird, wir kommen noch darauf zurück.

Wenn man demnach für den Ertrag der ungedüngten Parzellen 100 setzt, so erhöht sich derselbe in folgendem Verhältnis:

Durch Stallmist ohne Zusatz auf	108,1
" " mit Kainit "	116
" " " Erde "	127,8
" " " Superphosphatgyps auf	133,6

Diese Versuchsergebnisse sind aber für den praktischen Betrieb sehr wertvoll. Sie zeigen uns, auf welche Weise wir bedeutende Mengen von Stickstoff der Wirtschaft erhalten und so mit wenig Kosten enorme Ertragssteigerungen erzielen können, denn die Ausgaben für Superphosphatgyps oder Kainit sind nicht allein auf das Konto der Stickstoffbindung zu setzen, sondern die Kosten werden zum größten Teil schon durch die in diesen Bindemitteln enthaltenen Pflanzennährstoffe gedeckt. Für die Böden, welche Kalizufuhr bedürfen, wird man in erster Linie Kainit in Anwendung bringen, vorausgesetzt jedoch, daß ein Stalldünger, welcher sich nicht leicht zersetzt, auf solchen Böden am Platze ist. Aber die leichteren Böden, auf welchen die Zersetzung des Stalldüngers am energischsten vor sich geht, bedürfen in erster Linie der Kalizufuhr. Bei schwereren Bodenverhältnissen ist die Anwendung des Superphosphatgypses hauptsächlich am Platze. Besonderes Gewicht ist darauf zu legen, daß man ein Produkt mit einem möglichst hohen Prozentsatz von löslicher Phosphorsäure erhält. Da nun die Zufuhr von Phosphorsäure bei allen Bodenarten angezeigt, für die schwereren Böden die lösliche Phosphorsäure besonders aber am Platze ist, so stellen sich auch die Kosten der Stickstoffbindung mit Superphosphatgyps nicht besonders hoch, denn die Ausgaben werden zum größten Teil durch die zugeführte Phosphorsäure gedeckt. Nach neueren Versuchen kann aber auch das Superphosphat mit Vorteil als Einstreumittel zur Stickstoffbindung verwandt werden.

Die Phosphorsäure des Thomasmehles ist zur Stickstoffbindung vollständig ungeeignet. Goldesleiß fand, daß bei Thomasmehleinstreuerung 6,9 pCt. der organischen Substanz und 3,9 pCt. Stickstoff mehr verloren ging, als wenn kein Konservierungsmittel in Anwendung gebracht wurde. Dieses Ergebnis wäre insofern zu erklären, als die Phosphorsäure in dieser Form unfähig ist, Stickstoff zu binden und der hohe Kalkgehalt des Thomasmehles, welcher zum Teil als Aeskalk zugegen ist, die Zersetzung des Stalldüngers beschleunigt und den Verlust somit vergrößert. Humose Erde schützt zwar den Stalldünger vor wesentlichen Stickstoffverlusten, begünstigt aber die Zersetzung

der organischen Substanz. Auch ist die Bedeckung des Stalldüngers mit Erde mit wesentlichen Umständen verknüpft und kommt man durch die anderen Einstreumittel bequemer und nicht selten auch billiger zum Ziele.

Holdefleiß zieht aus seinen Versuchen folgende Schlüsse

1. Will man einen Mist herstellen von schnellster, kräftigster, unmittelbarster Wirkung, bei welchem es aber weniger auf Reichthum an kohlenstoffhaltigen Stoffen zur Humusbildung ankommt, welche Fälle zutreffen für einen blühdigen, aber humushaltigen Boden, so ist der unter Erdbedeckung aufbewahrte Dünger der zweckmäßigste. —
2. Will man ebenfalls einen schnell und unmittelbar wirkenden, gleich von vornherein salpetersäurehaltigen Dünger, will man außerdem aber auch die kohlenstoffhaltige, humusbildende Substanz nicht zu sehr missen, wie es auf einem trägen, schweren, humusarmen Boden der Fall ist, so erfüllt der mit Superphosphatgyps behandelte Dünger diese Voraussetzungen am vollkommensten. —
3. Hat man es dagegen mit einem leichten, sehr thätigen Boden zu thun, auf welchem ein schnell wirkender Dünger sich zu rasch verzehren würde, will man auf demselben einen Dünger von etwas eingeschränkter Zersetzungsfähigkeit und zugleich mit möglichst viel kohlenstoffhaltiger Substanz zu der für solchen Boden so äußerst wichtigen Humusansammlung, so ist die Konservierung des Mistes mit Kalisalz angebracht.

Bei dem angeführten Döngerversuche zu Kartoffeln wurden mit dem durch Kalisalz konservierten Dönger keine besonders guten Resultate erzielt; ob nun dies Ergebnis in dem Umstande, daß Kartoffeln sich in den meisten Fällen nicht dankbar gegen eine direkte Kalizufuhr erweisen, zu suchen ist, sei dahingestellt. Bei dem darauffolgenden Weizen brachte auch der mit Kainit behandelte Dönger nicht die Wirkung des mit Superphosphatgyps konservierten Mistes hervor. Doch da diese Versuche auf schwereren bindigen Böden ausgeführt wurden, lag die Vermutung nahe, daß der mit Kalisalz behandelte Stalldünger sich hier zu langsam zersetze, und wurden deshalb die Döngerversuche auf leichterem Boden wiederholt und da ergaben sich bei Weizen im ersten Jahre nach der Döngung folgende Resultate:

		Ertragverhältnis:	
		Körner	Stroh
ungedüngt		100	100
Stallmist	ohne Zusatz	142	127
"	mit Erde	174	166
"	Superphosphatgyps	203	150
"	Kalisalz	218	169

Heyden-Bommritz stellte umfangreiche Versuche an über den Stickstoffverlust in den verschiedenen Jahreszeiten und waren die Ergebnisse vom 29. Juni bis 24. Oktober folgende:

		Trockensubstanz	Stickstoff
nach 6 Wochen, Verlust		32,48 %	6,42 %
" 9 " "		40,29 "	15,67 "
" 15 " "		44,18 "	24,77 "
vom 21. Dezember bis 9. April:			
nach 6 Wochen, Verlust		16,46 %	7,75 %
" 9 " "		24,24 "	12,59 "
" 12 " "		26,66 "	15,42 "
" 15 " "		27,49 "	16,18 "

Als Konservierungsmittel wurden sodann Gyps und Superphosphatgyps in Vergleich gezogen; die Resultate waren folgende:

Verlust nach 15 Wochen:

ohne Einstreumittel	44,18 pCt.	Trockensubstanz	24,77 pCt.	Stickstoff
mit Gipseinstreu	21,48 "	"	17,82 "	"
mit Superphosphatgyps-einstreu	17,24 pCt.	Trockensubstanz	5,98 pCt.	Stickstoff

Die konservierende Eigenschaft erstreckt sich aber auch auf die Jauche, denn während ohne Einstreumittel die Jauche in 6 Wochen schon 70 pCt. von ihrem Stickstoff verloren hatte, betrug nach 15 Wochen der Verlust bei Einstreuung von Gyps nur 30,43 pCt., bei Superphosphatgypseinstreuung sogar nur 12,3 pCt. Wenn auch der Gyps die Verluste an Stickstoff wesentlich abzuschwächen vermochte, so würde sich seine Anwendung doch weniger empfehlen, zumal seine Wirkung in erster Linie durch einen entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt bedingt wird und infolgedessen der Wert der Gypseinstreuung, namentlich in den Schafställen, ein zweifelhafter sein würde. Auch bildet sich bei Anwendung von Gyps Schwefelcalcium und aus diesem Schwefelwasserstoff, welcher bekanntlich ein Gift für die Kulturpflanzen ist.

Heyden stellte nun mit dem mit Gyps und Superphosphatgyps konservierten Stalldünger Düngerversuche an und erzielte durch letzteren einen Mehrertrag:

1885 von 7,06 Ctr. Kartoffeln	a 1,— Mk.	= 7,06 Mk.
1886 " 1,89 " Hafer	a 6,50 "	= 12,29 "
2,40 " Stroh	a 1,40 "	= 3,36 "
Sa. 22,71 Mk.		

Die Kosten stellten sich bei Gypseinstreuung auf 6,60 Mk., während bei Superphosphatgypseinstreuung dieselben sich auf 13,86 Mk. beliefen. Within wurde durch Superphosphatgyps ein Mehrreinertrag von 15,45 Mk. erzielt.

Was nun die Stärke der Anwendung anbelangt, so wäre

anzuführen, daß pro Stück Großvieh und Tag vom Kainit, Gyps und Superphosphatgyps ca. 1 Mgr. anzuwenden ist. Die Einstreuung wird am zweckmäßigsten in mehreren Portionen direkt im Stall vorgenommen. Da aber Kainit durch seinen Chlorgehalt ätzend auf Klauen, Guter zc. einwirken kann, so empfiehlt es sich, dasselbe unter die Streu zu werfen oder erst auf der Düngerstätte in Anwendung zu bringen. Bei Kainitanwendung tritt noch ein Uebelstand hervor. Dasselbe vermehrt nämlich durch seine Hygrokopizität den Wassergehalt des Mistes erheblich. In Schafställen ist diese Wirkung jedoch vielfach von Vorteil. Es empfiehlt sich aber hier nach der Kainit-ausstreuung tüchtige Streu darüber zu werfen, da sonst leicht Vergiftungserscheinungen vorkommen können. Bei Schweinen werden die Konservierungsmittel erst auf der Düngerstätte angewandt.

Beim Ankauf von Superphosphatgyps hat man darauf zu sehen, daß man ein möglichst hochprozentiges Produkt bekommt und muß man sich den Gehalt an wasserlöslicher bezw. freier Phosphorsäure garantiren lassen. Die vielfach im Handel vorkommenden Phosphatgypse*) üben bei weitem nicht die günstige Wirkung aus. Im Handel unterscheidet man Superphosphatgyps und Doppel-Superphosphatgyps. Ersterer enthält bei den Fabrikanten A. Schippan u. Co., Freiberg i. S. 8—9,5 pCt. Phosphorsäure, wovon 6 pCt. frei alkohollöslich und 1 pCt. wasserlöslich sind. Der Preis stellt sich auf 2,75 bis 2,90 Mk. pro Centner. Letzterer enthält 14,5 bis 15,5 pCt. Phosphorsäure, wovon 9—10 pCt. frei alkohollöslich und 3 bis 3,5 pCt. wasserlöslich sind. Der Preis stellt sich auf 3,40 Mk. pro Centner. Genannte Firma empfiehlt zur Einstreuung von I auf 10 Ctr. Lebendgewicht pro Jahr bei Rindvieh und Schweinen 5,50 Ctr., von II 3,65 Ctr. Bei Pferden und Schafen wären 25 pCt. mehr anzuwenden. Zieht man in Betracht, daß der Wert der Phosphorsäure annähernd den Kaufpreis deckt, so wird die Bindung des Stickstoffs ziemlich kostenlos erreicht.

Wenn nun auch bei Anwendung von Einstreumitteln der Verlust an Stickstoff bei der Fauche wesentlich beschränkt wurde, so ergaben sich, wie angeführt, doch noch wesentliche Verluste und sucht man dieselben durch Anwendung von phosphorsäurehaltiger Schwefelsäure noch mehr abzuschwächen. Heyden gelang es, durch Zusatz von dieser Säure den Verlust bis auf

*) Nach neueren Versuchen ist man jedoch anderer Ansicht, worauf wir noch zurückkommen.

1,11 pCt. zu beschränken. Die Säure wird in Zwischenräumen von 4—8 Tagen der Jauchengrube zugeführt und werden pro Stück Großvieh und Jahr ca. 4 Ctr. angewandt oder auf 100 Klgr. Jauche 7 Klgr. Säure. Der Preis stellt sich bei genannter Firma auf 6,50 bis 7,25 Mk. pro Centner.

Mit diesen Ausführungen dürften wir wohl den Beweis erbracht haben, wie ungemein wichtig eine rationelle Behandlung des Stalldüngers ist und kann deshalb nicht oft genug darauf hingewiesen werden. Man Sorge für eine feste Lagerung des Mistes. Die Versuche von Heyden ergaben, daß bei fester Lagerung der Verlust an Stickstoff um 5,10 pCt. vermindert wurde, sodann wende man, je nach den vorliegenden Verhältnissen, entsprechende Einstreumittel an. Aus unsern Ausführungen ginge hervor, daß zur Einstreuung in den Ställen der Superphosphatgyps sich immer am besten bewährt, gestatten es die Bodenverhältnisse, so werden mit Kainitanwendung ebenfalls gute Resultate erzielt. Letzteres eignet sich jedoch in erster Linie zur Anwendung auf der Düngerstätte, weil bei Stalleinstreuung nicht selten Nachteile für die Gesundheit der Tiere sich bemerkbar machen können. Deshalb kann es auch angezeigt sein, wenn leichtere Böden in Betracht kommen, im Stall Superphosphatgyps und auf der Düngerstätte noch Kainit anzuwenden. Nur wenn Torfstreu zur Verwendung gelangt, dürfte die Einstreuung von Stickstoffbindemitteln sich als überflüssig erweisen, denn die Torfstreu hat die Fähigkeit, einen großen Teil der Stickstoffgase zu absorbieren.

Ein Fuder Stallmist zu 20 Ctr. enthält nun nach den Wolff'schen Tabellen, bei rationeller Fütterung der Tiere und entsprechender Behandlung des Düngers:

5 Klgr. Stickstoff à 1 Mk.	. . .	5 Mk. Wert,
5 " Kali à 30 Pfg.	. . .	1,50 " "
2,6 " Phosphorsäure à 32 Pfg.	. . .	0,83 " "

Summa 7,33 Mk. Wert.

Nimmt man nun an, daß bei Nichtbehandlung des Stalldüngers 20 pCt. Stickstoff mehr verloren gehen würden, so würde das Fuder nichtbehandelten Stalldüngers einen Wert von nur 6,33 Mk. repräsentieren. Da nun ein Stück Großvieh pro Jahr ca. 15 Fuder Stalldünger produziert, so betrüge der Verlust an Stickstoff allein 15 Mk. Dabei ist aber der Stickstoffverlust bei der Jauche noch nicht inbegriffen. Nach Heyden besitzt aber die Jauche pro Stück Großvieh und Jahr einen Stickstoffwert von 24 Mk. Das Klgr. Stick-

stoff ist hierbei zu 1,30 Mk. angenommen, nehmen wir aber nur 1 Mk. an, so stellt sich der Wert auf 18,50 Mk.

Ohne Einstreumittel betrug der Verlust 70 pCt. = 12,95 Mk.
Bei Superphosphatgypseinstreu betrug der Verlust 12,3 " = 2,27 "

Mithin betrüge der Gewinn durch Einstreuung 10,68 Mk. bei der Jauche, also im ganzen pro Stück Großvieh und Jahr rund 25 Mk., denen nur unbedeutliche Kosten gegenüberstehen. Außerdem werden durch die Einstreuung beträchtliche Mengen von organischer Substanz, deren Wert sich allerdings zahlenmäßig nicht genau feststellen läßt, erhalten, unter vielen Bodenverhältnissen hat dieselbe aber einen bedeutenden Wert. Goldesleiß sagt in Bezug auf Wichtigkeit einer rationellen Düngerbehandlung sehr zutreffend: "So lange noch weiter die durch die Viehhaltung produzierten Düngstoffe vergeudet werden, ist die Anwendung von Kunstdünger kein Fortschritt, sondern ein wirtschaftlicher Mißgriff — —. Der wesentliche Fortschritt in der Düngerewirtschaft liegt also durchaus nicht, wie man vielfach fälschlich annimmt, in dem gesteigerten Verbrauch von Kunstdüngern, sondern in erster Linie in der richtigen Behandlung des Stalldüngers. Letzterer hat ersteren voranzugehen und ist die Vorbedingung für die Verwendung von Kunstdünger; andernfalls ist diese kein Fortschritt, sondern, wie schon gesagt, ein wirtschaftlicher Fehler, der mit der unnützen Ausgabe dessen verbunden ist, woran es dem Landwirt oft am meisten fehlt, an Bargeld."

Neuerdings haben sich nun, in Bezug auf Konservierung des Stalldüngers, wenn auch nicht andere Gesichtspunkte, so doch verschiedene Ansichten herausgestellt, die wir zur Vervollständigung nicht unerwähnt lassen zu dürfen glauben.

Bibrans-Wendhausen hat in seiner Wirtschaft die Jauchegrube abgeschafft und streut pro Tag 0,5 Algr. Superphosphat in den Stalldünger und 1,5 Algr. Torfmull in die Jaucherinne pro Haupt Großvieh. Der Torfmull saugt die Jauche vollständig auf und absorbiert den Stickstoff. Die im Torfmull enthaltene Huminsäure und im Superphosphat vorhandene Schwefel- und Phosphorsäure tötet die Bazillen des Stalldüngers, wodurch die Zersetzung desselben gehemmt wird. *)

Dr. Vogel-Berlin legt das Hauptgewicht auf die Behandlung der Jauche und empfiehlt, dieselbe direkt aus dem Stall in den Jauchebehälter zu leiten, hier Schwefelsäure zuzusetzen

*) Auch Infektionskrankheiten, wie Maul- und Klauenseuche werden verhindert, da die Bazillen getötet würden.

und die so behandelte Jauche von Torfstreu auffaugen zu lassen. Nachdem das Wasser der Jauche verdunstet sei, könne wieder Jauche auf die Torfstreu gebracht werden, wodurch die Stickstoffverluste vermieden würden und ein möglichst konzentrierter Dünger zu erzielen wäre. Wenn nun auch die angestellten Versuche zeigten, daß krystallinischer (gemahlener) Gyps sich nicht als Konservierungsmittel eignet, so haben doch neuere Versuche ergeben, daß der gefällte oder präcipitierte Gyps sich weit wirkungsvoller erwies. Allerdings ist zur Wirkung desselben Feuchtigkeit erforderlich, um den Gyps löslich zu machen. Nach Vogel genüge aber die Feuchtigkeit des Stalldüngers zu diesem Zwecke. Nach genanntem Forscher u. a. wäre es nicht die Phosphorsäure des Superphosphatgypses, welche den flüchtigen Stickstoff vor Verflüchtigung schütze. Wohl bilde sich phosphorsaures Ammoniak, dasselbe könne aber bei Gegenwart von Gyps nicht bestehen und wandle sich beides in phosphorsauren Kalk und schwefelsaures Ammoniak um. Mithin vermittele die Phosphorsäure nur die Bindung des Stickstoffes, während der Gyps es wäre, welcher denselben festhielte. Zu diesem Zwecke genügten aber relativ geringe Mengen von Phosphorsäure, da dieselbe dann, wenn sie den fixierten Stickstoff an die Schwefelsäure des Gypses abgegeben hätte, immer wieder in Aktion treten könnte. Angestellte Versuche ergaben auch, daß präcipitierter Phosphatgyps (mit 2—3 pCt. Phosphorsäure) mehr Stickstoff band, als hochprozentiger Superphosphatgyps. Ein schon 1890 von G. Stutazky-Deisterreich mitgeteilter Versuch ergab, daß nach 4 Monaten unbehandelter Stalldünger 55,6 pCt. seines Stickstoffgehaltes verloren hatte, bei Einstreu von 1 Klgr. krystallinischem Gyps betrug der Stickstoffverlust noch 45,6 pCt., bei Anwendung von $\frac{3}{4}$ Klgr. Superphosphatgyps ging derselbe zurück bis auf 21,5 pCt. und bei Verwendung von 2 Klgr. gefälltem Gyps betrug der Stickstoffverlust nur noch 17,2 pCt. Allerdings wäre der Verlust immer noch ein hoher zu nennen.

Auch in der November-Zeitschrift des landwirtschaftlichen Central-Vereins der Provinz Sachsen pro 1892 wird das Gyps-Phosphat mit nur $1\frac{1}{2}$ pCt. wasserlöslicher Phosphorsäure als ein vorzügliches Konservierungsmittel anerkannt, wenn auch die Versuche hierüber noch nicht abgeschlossen wären. Wenn man dennoch Vibranz mit reinem Superphosphat recht gute Resultate zu erzielen glaubt, so liegt doch kein Grund vor an den günstigen Resultaten desselben zu zweifeln, denn daß Superphosphat in Folge seiner Säure die Bazillen töte und somit

der Zersetzung des Stalldüngers entgegenwirke, ist sogar sehr wahrscheinlich. Außerdem enthält ja Superphosphat beträchtliche Mengen von Gyps. Mithin führen also verschiedene Wege nach Kom: Ob Kainit, Superphosphat, Superphosphat-Gyps, Phosphat-Gyps, Torfmull oder Torfstreu anzuwenden sein wird, hängt von den näher besprochenen Umständen ab. Ist Torfmull, bezw. Streu in der Nähe zu haben, so wird man sich dieser Konservierungsmittel bedienen. Dasselbe gilt vom Gyps-Phosphat. Dieser darf durch Fracht nicht wesentlich verteuert werden, da es nur wenig Pflanzennährstoffe enthält. Superphosphat-Gyps kann auch noch auf ziemlich weite Strecken bezogen werden, denn der Gehalt an Phosphorsäure deckt den größten Teil der Unkosten. Superphosphat ist allerdings das teuerste Einstreumittel, doch wird auch der Stalldünger um den Phosphorsäuregehalt bereichert. Allerdings befindet sich die Phosphorsäure dann nicht mehr in wasserlöslichem, wohl aber in bodenlöslichem Zustande und dies dürfte kaum einen Verlust bedeuten.

Wird der Stalldünger nun ausgefahren, so ist besonders darauf zu sehen, daß derselbe sobald wie möglich gleichmäßig gebreitet wird. Abgesehen davon, daß später die Verteilung eine schwierigere ist und bei stärkeren Niederschlägen eine Auslangung, die sich dann in Geilstellen zu erkennen giebt, stattfinden kann, so ist doch auch in den Haufen die Gefahr der Stickstoffverflüchtigung nicht ausgeschlossen. Hier wirken die Faktoren: Luft, Wärme und Feuchtigkeit, welche die Zersetzung herbeiführen, in hohem Grade ein. Ist der Stalldünger jedoch gebreitet, so ist ein Verlust an Stickstoff, namentlich wenn Konservierungsmittel angewandt wurden, so gut wie ausgeschlossen. Der durch die Verwesung freiwerdende Stickstoff wird von dem Boden absorbiert. Der auf den gebreiteten Stallmistschlägen bemerkbare unangenehme Geruch rührt nicht von Stickstoffverbindungen, sondern in erster Linie von flüchtigen Kohlenwasserstoffen her.

Durch das Obenaufliegen gewinnt der Mist an Zersetzbarkeit, der Boden wird darunter mürbe und gelangt dann der Mist zur nächsten Frucht am intensivsten zur Wirkung; jedoch ist diese dann eine nicht so lange anhaltende. Ob nun der Stalldünger sofort eingepflügt oder länger gebreitet liegen bleiben soll, ist von der in Betracht kommenden Bodenart, der anzubauenden Kulturpflanze und der Widerkehrung der Düngung abhängig. Auf bergigem Terrain wird man

immer besser thun, ihn möglichst bald unterzupflügen, da durch abfließendes Wasser leicht Nährstoffe mit weggeschwemmt werden können. Aber auch im Ackerboden finden fortwährend Stickstoffverluste statt, sei es, daß Stickstoff in gasförmiger Form entweicht oder ausgelaugt wird und in den Untergrund versinkt oder durch die Drainage abgeleitet wird.

Aufgabe des praktischen Landwirts muß es nun sein, diesen Verlusten nach Kräften entgegen zu arbeiten.

Drechsler-Göttingen wies nach, daß ein Boden, welcher nicht mit Pflanzen bestanden ist, bedeutend größere Mengen von Stickstoff abgibt, als ein mit Pflanzen beschatteter. Bei festem Boden war die Abgabe eine größere, als bei lockerem. Die wissenschaftlichen Untersuchungen haben ergeben, daß die Ueberführung des organischen und ammoniakalischen Stickstoffs in Salpeterform durch die im Boden vorhandenen Bakterien bewirkt wird. Die Anwesenheit von Kalkverbindungen ist hierzu erforderlich. Ist der Boden nun unbeschattet und trocknet aus, so verlieren diese Bazillen ihre Lebensfähigkeit und die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure unterbleibt, wodurch ersteres zum Teil in die Luft entweicht. Dasselbe kann aber auch eintreten, wenn bei sonst günstigen Verhältnissen, ein entsprechender Kalkgehalt im Boden nicht vorhanden ist. Auch aus diesem Grunde ist die Kalkzufuhr für kalkarmen Böden von besonderer Bedeutung. Aber auch die Denitrifikation, d. h. die Zersetzung des gebildeten Salpeters, bewirken gewisse Bakterien im Ackerboden. Dieser Vorgang findet hauptsächlich in den tieferen Bodenschichten statt. Bei diesem Prozeß wird aber auch Stickstoff frei, welcher in die Luft entweicht. Dieses wird durch Lockerung des Bodens, wodurch der Sauerstoff der atmosphärischen Luft besser eindringen kann, verhindert. Zugleich wird aber auch auf diese Weise die Nitrifikation, d. h. Bildung von Salpetersäure, begünstigt und wie wir sahen, die Absorption des Bodens für Stickstoffgase befördert. Aus diesen Gründen ist der Lockerung des Bodens, sei es mit Pflug, Egge, Hacke, Hackmaschine zc. stets besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Ist nun der Boden mit Pflanzen bestanden, so ist, aus den schon angeführten Gründen, der Verlust ein geringerer. Auch nehmen die Pflanzenwurzeln den in Salpeterform vorhandenen Stickstoff, welcher leicht ausgelaugt werden und in den Untergrund versinken kann, auf und führen ihn wieder in eine organische Form über. Infolgedessen ist das Halten von Schwarzbrache mit Stickstoffverlusten verknüpft und sollte man nur den Boden

ohne Pflanzen bestanden lassen, wenn es sich darum handelt Unkräuter zu vertilgen. In allen anderen Fällen sollte man die Brache mit Gründüngungspflanzen bestellen. Auch die abgeernteten Stoppeln sollten aus diesen Gründen mit Pflanzen bestanden sein und wären zu diesem Zwecke Zwischenfrüchte schon in die Kulturpflanzen einzusäen oder nach Aberntung der Hauptfrucht sofort eine Bestellung der Stoppeln vorzunehmen. Daß zu diesem Zwecke in erster Linie die stickstoffammelnden Gewächse zu wählen sind wurde bereits erörtert und die Gründe hierfür angegeben. Aber da nun ein zu öfteres Wiederkehren derselben oder ähnlicher Gewächse, aus erörterten Gründen, nicht immer erwünscht ist, namentlich wenn ein umfangreicher Kleebau getrieben wird, die Kleearten, sowie die Serradella, welche sich auch nicht gut mit dem Klee verträgt, nicht immer gut als Zwischenfrüchte anzubauen sind, so kann es auch angezeigt sein andere Kulturpflanzen zu diesem Zwecke anzubauen. Wenn dieselben dann auch nicht im eigentlichen Sinne als Stickstoffmehrer wirken, so können sie doch als Stickstofferhalter von wesentlichem Nutzen sein.

Nach den Untersuchungen von Frank-Berlin, Nerger-Wismar u. a. hätten auch diese Pflanzen das Vermögen, Stickstoff aus der atmosphärischen Luft und zwar mit Hilfe der Blätter aufzunehmen. Wenn nun diese Forschungen auch auf Thatsachen beruhen, so kann man derartige Pflanzen doch nicht zu den eigentlichen Stickstoffmehrern rechnen, denn der auf diese Weise gebundene Stickstoff ist immer nur minimal und wird durch die fortwährend stattfindenden Verluste wahrscheinlich mehr denn aufgewogen. Nichtdestoweniger kann jedoch durch den Anbau derartiger Gewächse zu besagtem Zwecke sehr günstig auf die Stickstoffverhältnisse des Bodens eingewirkt werden, wie Liebsher's Versuche ergaben. Hierzu eignen sich nun besonders: Senf, Rübsen, Raps, Buchweizen, Delrettig zc. Je nachdem die Bodenverhältnisse das Gedeihen derartiger Gewächse sicher erscheinen lassen, wird man dieselben anbauen. Da diese jedoch auf den Stickstoff des Ackerbodens angewiesen sind und die Produktion von der Anwesenheit von Stickstoff im Boden in hohem Grade beeinflusst wird, empfiehlt es sich vielfach, dieselben mit Chilisalpeter zu düngen, um bedeutende Massen zu produzieren. Der hierzu angewandte Stickstoff ist keineswegs verloren, sondern wird von den Pflanzen aufgenommen, in eine organische Form übergeführt und kommt dann, wenn die Pflanzen eingepflügt werden, der nächsten Kultur-

pflanze zu gute. Wagner-Darmstadt empfiehlt sogar, unter manchen Verhältnissen den für die nächste Kulturpflanze bestimmten Stickstoff in Form von Chilisalpeter oder schwefelsaurem Ammoniak, in Stärke bis zu 16 Ctr. von ersterem und 12 Ctr. von letzterem pro Hektar,*) im Herbst zu den betreffenden Stickstoffgehalten zu geben. Man hätte dann den Vorteil, daß die Stickstoffernährung der Kulturpflanzen eine gleichmäßige wäre, indem ein entsprechender Prozentsatz immer erst löslich würde. Ferner würde auf die Qualität, namentlich bei Weizen und Gerste, besser eingewirkt, als bei so starker Chilisalpeteranwendung. Lagerfrucht würde weit weniger eintreten, da der Stickstoff nicht auf einmal den Pflanzen zur Verfügung stände. Aus diesem Grunde würden auch die Stickstoffverluste, welche bei Stickstoffanwendung nicht gut zu umgehen sind, wesentlich abgeschwächt werden und endlich würde durch die bedeutende Stickstoffzufuhr zu den Stickstoffgehalten die Produktion derselben in hohem Grade günstig beeinflusst, so daß bedeutende Mengen von humusbildender Substanz dem Boden zugeführt würden, was auf manchen Böden von größter Wichtigkeit ist. Daß aber die Düngung mit Stickstoff zu den Stickstoffgehalten nur dann angezeigt ist, wenn noch eine Stickstoffzufuhr in der betreffenden Wirtschaft sich als rentabel erweist, ist selbstverständlich. Ist man erst so weit, daß man durch Selbstproduktion und Festhaltung des Stickstoffs, auf jeden Zukauf verzichten kann, dann werden auch diese Gewächse ohne Stickstoff genügende Masse produzieren.

Die Stickstoffgehalten kommen nun hauptsächlich auf den schweren Böden in Betracht, auf welchen sie, außer den Kleearten, immer in die Stoppeln gesäet werden können. Zu diesem Zwecke hat sich nun der Senf, namentlich der weiße (*Sinapis alba*) ganz besonders bewährt. Auch noch ziemlich spät bestellt, liefert er bedeutende Masse und stellt auch an Bodenbehandlung und Nährstoffreichtum des Bodens nicht so hohe Ansprüche wie der Raps. Sechs Wochen nach der Bestellung blühte derselbe schon vollständig und konnte eingepflügt werden und ist hauptsächlich auf schweren Böden, in solchen Lagen wo die Ernte der Halmfrüchte ziemlich spät kommt, am Platze. Als Aussaatquantum dürfte pro Hektar 25 Mgr. breitwürfig auf die umgebrochene Stoppel gesäet und eingeeget, worauf die Walze folgt, genügen. Schirmer-Neuhaus

*) Was aber doch wohl zu hoch gegriffen erscheint und von Wagner selbst nach neueren Versuchen widerrufen wird.

empfiehlt Senf und Buchweizen bezw. auch Delrettig im Gemenge anzubauen und wäre dann pro Hektar an Saat anzuwenden 16 Algr. Senf und 48 Algr. Buchweizen oder 12 Algr. Senf, 40 Algr. Buchweizen und 12 Algr. Delrettig. Es hätten diese Gemengesaaten den Vorteil, daß, wenn die eine Gründungs-pflanze sich nicht besonders üppig entwickle, die andere das ersetzen würde.

Senf allein gesäet leidet nicht selten, namentlich bei anhaltender Trockenheit, durch die Erdföhe und produziert dann, wenn er nicht zum Teil ganz eingeht, nicht genügende Mengen von Gründungs-substanz. Durch den Anbau der Stickstoff-erhalter kann somit nicht nur dem Boden eine beträchtliche Menge von Humus-substanz zugeführt werden, sondern es wird auch ein wesentliches Quantum von Stickstoff vor Verlusten geschützt und ist deshalb der Anbau derselben da, wo die eigentlichen Stickstoffmehrer weniger am Platze sind, sehr geeignet.



Rationelle Anwendung der Stickstoffdüngemittel.

Wenn auch nach unseren Ausführungen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen wäre, daß durch Selbstfabrikation des Stickstoffs, bei entsprechenden Maßregeln gegen Verluste, auf jede Anwendung von käuflichen Stickstoffdüngemitteln verzichtet werden kann, so wollen wir doch nicht unterlassen, die rationelle Anwendung derselben kurz etwas näher zu betrachten, denn thatsächlich zeigt der Import von Chilisalpeter, trotzdem die Stickstoff-Frage für den praktischen Betrieb als gelöst zu betrachten ist, noch keine Abnahme und wird voraussichtlich in absehbarer Zeit auch kaum eine Einschränkung erfahren. Diese Thatsache beruht aber hauptsächlich auf den neueren Entdeckungen betreffs Dienstbarmachung des atmosphärischen Stickstoffs durch umfangreichen Anbau von Stickstoffmehrer, sei es zu Futterzwecken oder Gründung, und Beförderung deren Gedeihens durch rationelle Kultur, Düngung und unter Umständen auch Bodenimpfung, sowie auf einer entsprechenden Konservierung des Stalldüngers; leider findet dies bei dem von Alters her an dem „Altbewährten“ festhaltenden Landwirt nur schwer Eingang.

Nicht leicht ist der von Natur zum Vorurteil neigende mittlere und kleinere Landwirt, welcher aber die größten Flächen in unserem Vaterlande bewirtschaftet, von der Zweckmäßigkeit des „neuen Systems“ zu überzeugen. Andererseits erfordert die allmählich fortschreitende intensivere Kultur bei den mittleren und kleineren Landwirten, sowie auch die teilweise Beschränkung der Viehhaltung, eine vermehrte Anwendung der stickstoffhaltigen Düngemittel.

Unstreitig bieten der Chilisalpeter und andere stickstoffhaltige Düngemittel uns ein sehr wesentliches Hilfsmittel, die Ernterträge zu steigern und den Betrieb rentabler zu gestalten. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Stickstoff-Frage wäre aber die Anwendung der stickstoffhaltigen Düngemittel nur als ein Nothbehelf anzusehen und würde nur dann angezeigt sein, wenn die natürlichen Stickstoffquellen, trotz entsprechender Verlustvorbeugungen, sich nicht als ausreichend erwiesen. Im anderen Falle wäre aber der Stickstoffzukauf, vorausgesetzt, daß man sich nicht im Uebergangsstadium befindet, als ein wirtschaftlicher Mißgriff zu betrachten. Arndt-Oberwartha führte kürzlich in einem Vortrage im Klub der Landwirte zu Berlin aus, daß das Kilogramm Stickstoff im Chilisalpeter auf 1,20 M. komme, im Stalldünger auf 72 Pfg. und in der Gründüngung aber nur auf 7 Pfg. Bei Dehlinger-Weilershof (Hessen) kam das Kilogramm Stickstoff durch Wicken- und Erbsengründüngung auf 16 Pfg. zu produzieren.

Diese Betrachtung muß uns aber veranlassen, sparsam mit der Verwendung von käuflichen Stickstoffdüngemitteln zu Werke zu gehen, selbstverständlich aber nicht auf Kosten der Produktion, denn die Erfahrung lehrt, daß auch die Anwendung derselben sich meist noch als rentabel erweist.

Aus unseren Ausführungen geht nun schon hervor, daß die Anwendung von stickstoffhaltigen zu den stickstoffmehrenden Pflanzen in den meisten Fällen eine Verschwendung ist. Auch der Stalldünger sollte soviel als möglich zu anderen Kulturpflanzen seine Verwendung finden. Nach dem Anbau von Stickstoffmehrern ist in den meisten Fällen nur eine schwache Nachhilfe mit Stickstoff erforderlich, in vielen Fällen aber sogar überflüssig, nicht selten auch schädlich. Durch Gründüngung mit Stickstoffmehrern wird aber die Stickstoffanwendung zur Nachfrucht vollkommen überflüssig. Reicht nun aber die Gründüngung nicht aus oder mißrät durch unvorhergesehene Ursachen und ist auch der Stalldünger nicht in solchen Mengen vorhanden,

daß auf die Stickstoffzufuhr verzichtet werden kann, so ist es schon aus wirtschaftlichen Gründen geboten, Stickstoffdünger zuzukaufen. Bei der Wahl dieser Düngemittel entscheidet nun der Preis derselben und deren Wirkungsfähigkeit bei den in Betracht kommenden Bodenverhältnissen und Kulturpflanzen.

Als stickstoffhaltige Düngemittel kommen hauptsächlich in Betracht das schwefelsäure Ammoniak und der Chilisalpeter. Außerdem erhalten Stickstoff in Verbindung mit Phosphorsäure die animalischen Düngemittel wie Fleisch = Blut = Horn = Knochenmehl, Peru-Guano und Fisch-Guano. In den animalischen Düngemitteln ist der Stickstoff vorwiegend in organischer Form, im schwefelsauren Ammoniak in Ammoniakform und im Chilisalpeter in Salpeterform. Die Salpeterform ist die am leichtesten lösliche. Alle andere Stickstoffverbindungen müssen sich erst in die Salpeterform umwandeln, ehe sie von den Pflanzen aufgenommen werden können. Auf den leichteren Böden geht die Umwandlung des organischen Stickstoffs in Salpeterform ziemlich rasch von statten, weshalb hier die animalischen Düngemittel am Platze sind. Auf den schwereren Böden erfolgt die Umwandlung schon wesentlich langsamer und wird die Anwendung derartiger Düngemittel nur im Herbst zu Wintergetreide angezeigt sein. Bei dem schwefelsauren Ammoniak verwandelt sich in milden, kalkhaltigen Lehmböden der Stickstoff ziemlich rasch in die Form von Salpetersäure und empfiehlt sich dieser deshalb zur Anwendung bei Winter- wie Sommergetreide.

Im Chilisalpeter ist der Stickstoff in derjenigen Form vorhanden, in welcher derselbe von den Pflanzen aufgenommen wird und übt deshalb dieses Düngemittel die intensivste Wirkung aus. Seiner leichten Löslichkeit wegen kann er aber leicht von den Niederschlägen ausgelaugt werden und in den Untergrund sinken oder mit dem abfließenden Wasser fortgeführt werden. Die Gefahr der Auslaugung ist aber um so größer, je leichter und durchlassender der Boden ist. Aus diesen Gründen wendet man den Chilisalpeter zu den verschiedenen Kulturpflanzen am zweckmäßigsten zu manchen Zeiten in mehreren Portionen an. Man erreicht dadurch, daß den Pflanzen während der ganzen Vegetationszeit ein entsprechendes Quantum von Stickstoff zur Verfügung steht. Bei Anwendung des ganzen Salpeterquantums zu der Bestellung läuft man Gefahr, daß sich die Pflanzen zu üppig entwickeln und ihnen dann bei der Körnerbildung der erforderliche Stickstoff fehlt, wodurch wohl eine gute Strohernte, aber eine geringe Körnerernte erzielt wird. Man giebt deshalb am

zweckmäßigsten bei Winter- sowohl wie bei Sommergetreide das Hauptquantum erst nach vollendeter Bestockung, dann ist die Halmbildung als abgeschlossen zu betrachten und der noch gebotene Stickstoff wird zur Körnerbildung verwandt. Zur Kopfdüngung ist nur der Stickstoff in Form von Salpeter zu verwenden. Tritt jedoch dann anhaltende Trockenheit ein, so daß der Salpeter in den oberen Bodenschichten verbleibt, so leiden nicht selten die Pflanzen durch die Dürre mehr, als wenn der Stickstoffdünger tiefer untergebracht wurde, indem nämlich dann die feinen Würzelchen dahin wachsen, wo sie die Nährstoffe am stärksten vorfinden. Bei anhaltender Dürre übertrifft aber der Chilisalpeter alle anderen Stickstoffdünger bedeutend an Wirkung, denn während die anderen Dünger dann unlöslich im Boden ruhen, vermögen die Pflanzenwurzeln den Salpeter mit Leichtigkeit aufzunehmen.

Der Chilisalpeter wird als Kopfdüngung am zweckmäßigsten Nachmittags ausgefäet, wenn die Kulturpflanzen abgetrocknet sind; wenn dieselben jedoch vom Thau naß sind, so ist eine äzende Wirkung des Salpeters auf den jungen Blättern wahrzunehmen. Was nun die Kulturpflanzen anbelangt, so ist eine einseitige Stickstoffdüngung bei den Halmfrüchten, hauptsächlich bei Weizen und Hafer, angezeigt, bei Roggen und Gerste sind entsprechende Mengen von Phosphorsäure nebenbei zu reichen. Rüben und Kartoffeln lohnen in den meisten Fällen starke Stickstoffgaben. Bei diesen Kulturpflanzen verdient aber der Chilisalpeter vor dem schwefelsauren Ammoniak unbedingt den Vorzug.

Stuzer-Bonn berichtet, daß im Mittel von 9 in der Provinz Sachsen ausgeführten Versuchen bei Zuckerrüben durch je 2 Ctr. Chilisalpeter 17,65 Ctr. Rüben mehr geerntet wurden, als bei gleicher Stickstoffanwendung in Form von schwefelsaurem Ammoniak. Bei Futterrüben übertraf der Chilisalpeter die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks in noch höherem Grade. Der Mehrertrag betrug bei 2 Ctr. Chilisalpeter, im Vergleich mit schwefelsaurem Ammoniak, von 36 in England ausgeführten Versuchen im Durchschnitt 34,78 Ctr. Runkel. Auch bei Kartoffeln wurden ähnliche Resultate erzielt. Dießbezügliche Versuche, welche auf der Versuchstation Regenwalde ausgeführt wurden, ergaben folgende Resultate:

Es wurden pro Hektar an Kartoffeln geerntet:

Ungedüngt	204,26 Ctr.
2 Ctr. Chilisalpeter	233,38 "
2 " schwefelsaures Ammoniak	209,50 "
4 " Chilisalpeter	237,35 "
4 " schwefelsaures Ammoniak	231,50 "

Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß der Chilisalpeter nur 15,5 pCt., das schwefelsaure Ammoniak aber 20 pCt. Stickstoff enthält.

Noch ungünstigere Resultate erzielte Wagner-Darmstadt. Bei Anwendung von 40 Kgr. Stickstoff pro Hektar in Ammoniakform wurde keine Ertragssteigerung, bei Anwendung in Salpeterform dagegen eine solche von 28 % erzielt. Günstiger stellen sich jedoch die Resultate bei den Halmgewächsen, allerdings übertrifft im allgemeinen auch hier der Salpeter das Ammoniak. Nach Stücker lieferten im Durchschnitt von 88 Weizenährensversuchen 2 Ctr. Chilisalpeter im Vergleich mit entsprechenden Mengen Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak, einen Mehrertrag von $\frac{1}{2}$ Ctr. Körnern und 4,34 Ctr. Stroh, und im Durchschnitt von 81 Gerstendährensversuchen 1,14 Ctr. Körner und 34 Ctr. Stroh. Auch Maercker-Halle erzielte bei umfangreichen Versuchen ähnliche Resultate. Es ergab sich bei denselben, daß 4 Kgr. Salpeterstickstoff dieselbe Wirkung ausübten als 5 Kgr. Ammoniakstickstoff. Es wurden bei Gerste folgende Resultate erzielt: Durch 2 Ctr. Chilisalpeter = 15,5 Kgr. Stickstoff pro Hektar: 53,71 Ctr. Körner und 79,35 Ctr. Stroh. Durch 2 Ctr. schwefelsaures Ammoniak = 20 Kgr. Stickstoff: 53,68 Ctr. Körner und 78,28 Ctr. Stroh. Allerdings zeigten die einzelnen Versuche sehr schwankende Ergebnisse, so wurde z. B. bei manchen Versuchen durch schwefelsaures Ammoniak die volle Wirkung des Chilisalpeters erzielt, teilweise auch noch eine höhere Produktion, in manchen Fällen aber kaum $\frac{1}{4}$ der Salpeterwirkung. Es ginge hieraus hervor, daß die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks in weit höherem Grade als die des Chilisalpeters von verschiedenen Umständen, wie Witterungseinflüssen, Bodenverhältnissen zc. beeinflusst wird. Wagner-Darmstadt erzielte auf Lehmboden mit ziemlich hohem Kalkgehalte dieselbe Wirkung mit schwefelsaurem Ammoniak wie mit Chilisalpeter. Bei anderen Versuchen jedoch zeigte ersteres wieder eine um 10 bis 15 pCt. geringere Wirkung als letzterer. Die Umwandlung des Ammoniakstickstoffes in Salpeterform geht unter günstigen Verhältnissen sehr rasch von statten, kann aber unter Umständen sich auch verzögern, wenn es an Kalkgehalt fehlt oder die Witterungseinflüsse sich ungünstig gestalten und darauf ist die nicht immer ganz sichere Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks wohl in erster Linie zurückzuführen. Bei Rüben und Kartoffeln liegt jedoch die Vermutung nahe, daß das Ammoniak einen

schädigenden Einfluß öfters ausüben kann. Die Ueberlegenheit des Chilisalpeters ist dann vielleicht noch mit auf den Natrongehalt zurückzuführen. Das Natron hat die Fähigkeit, lösend auf die anderen Pflanzennährstoffe einzuwirken und kann auch nach neueren Versuchen das Kali teilweise ersetzen. Während nun beim schwefelsauren Ammoniak und auch bei den animalischen Stickstoffdüngern nicht auf allen Bodenarten und zu allen stickstoffbedürftigen Kulturpflanzen die Wirkung eine sichere ist, kann der Chilisalpeter fast unter allen Verhältnissen angewandt werden, jedoch wird bei wiederholter starker Anwendung von Chilisalpeter die physikalische Bodenbeschaffenheit verändert. Durch das aus dem Chilisalpeter sich bildende kohlen saure Natron haften die Bodenteile fester aneinander, die wasserhaltende Kraft wird vermehrt und der Boden neigt mehr zur Krustenbildung. Auf Sandböden ist diese Wirkung eine günstige, dagegen auf schwereren Bodenarten eine ungünstige zu nennen. Der Chilisalpeter hat ferner die Eigenschaft, die Vegetation zu verlängern. Im rauheren Klima und auf kälteren Böden ist diese Einwirkung allerdings nicht erwünscht.

So viele Vorteile der Chilisalpeter auch bieten mag, für gewisse Verhältnisse behalten die animalischen Düngemittel und das schwefelsaure Ammoniak doch ihre Bedeutung und ist unter entsprechenden Verhältnissen ihre Anwendung hauptsächlich dann angezeigt, wenn der Preis für den Stickstoff des Salpeters wesentlich höher steht als in den andern Stickstoffdüngern. Einen höhern Wert wird allerdings der Salpeterstickstoff schon aus dem Grunde für sich beanspruchen können, weil er in dieser Form direkt von den Pflanzen aufgenommen werden kann, während die anderen Stickstoffformen sich erst in Salpeter umwandeln müssen, wobei aber Stickstoffverluste nicht zu vermeiden sind. Unter Umständen kann es auch angebracht sein, einen Teil des Stickstoffs in Form von Ammoniak und den andern Teil in Form von Salpeter anzuwenden. Es hätte dies den Vorteil, daß ein Teil des Stickstoffquantums sofort in löslicher Form vorhanden wäre, während der andere Teil erst etwas später in Aktion treten könnte. Da nun vielfach Chilisalpeter mit Superphosphat vermischt wird, so sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß die Mischung erst kurz vor der Aussaat vorgenommen werden sollte, da sonst leicht Stickstoffverluste eintreten können. Die Stickstoffverluste werden um so größer sein, je feuchter der Chilisalpeter bzw. das Superphosphat war. M. A n d o u a r d stellte Versuche an, welche

folgende Resultate ergaben: Bei einem Gemisch von Superphosphat und Chilisalpeter waren vorhanden:

Am 6. Juni	6,17	% Stickstoff,
" 14. "	5,74	" "
" 26. "	4,90	" "
" 30. "	4,30	" "
" 1. Juli	3,86	" "
" 12. "	3,78	" "

Dies sind aber innerhalb sechs Wochen recht wesentliche Stickstoffverluste und ist deshalb eine vorzeitige Düngermischung zu vermeiden.

Schlusswort.

In Vorstehendem haben wir nun versucht, den gegenwärtigen Standpunkt der Stickstofffrage und die Vorteile, welche der Landwirt daraus ziehen kann, zu erläutern. Groß sind die Vorteile, welche dem praktischen Landwirte aus der Beachtung der gemachten Forschungsergebnisse erwachsen können. Die Ernteerträge könnten wesentlich gesteigert werden und die Ausgaben für Kunstdünger und käufliche Kraftfuttermittel können sich erheblich verringern, was auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkte im Bezug auf Unabhängigmachung vom Auslande von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit wäre.

Verhältnismäßig gering sind nur die Kosten, welche die Dienstbarmachung des atmosphärischen Stickstoffs und die Erhaltung der in der Wirtschaft vorhandenen Stickstoffverbindungen erfordert. Aber dennoch hält nicht selten der Landwirt die Hand auf den Geldbeutel, wenn es sich auch nur um verhältnismäßig geringe Ausgaben, welche nicht als unbedingt erforderlich erscheinen, handelt. Wohl ist Sparsamkeit eine löbliche Tugend in der Landwirtschaft und ist dieselbe jetzt mehr denn je angebracht, aber an den Ausgaben für Beschaffungen von entsprechenden Samen zur Gründung und Konservierungsmitteln zur rationellen Behandlung des Stalldüngers sparen zu wollen, ist eine am unrechten Orte angebrachte Sparsamkeit, die ebenso nachteilig ist, wie die ungenügende Fütterung unserer Haustiere.

Allerdings erfordert die Dienstbarmachung der erzielten

Forschungsergebnisse, auf dem Gebiete der Stickstofffrage, vermehrte Arbeit, aber wo wäre in der Landwirtschaft etwas ohne Mühe und Arbeit zu erreichen? Nicht selten wird man aber auch mit altgewohnten Einrichtungen brechen müssen, was bei dem praktischen Landwirt immer schwer hält; aber wir Landwirte müssen auch dem Fortschritte in wirtschaftlicher Beziehung folgen, wenn wir in dieser kritischen Zeit unsere Existenzfähigkeit behaupten wollen und die Landwirtschaft, das edelste und erhabendste Gewerbe, auf ihrer soliden Basis weiterbestehen soll.

Der gegenwärtige Standpunkt der Stickstofffrage bietet uns aber Mittel und Wege, durch deren Ausnutzung wir die Rente aus unserm Betriebe wesentlich zu steigern vermögen. Selten werden die geringen Ausgaben, welche mit der Ausnutzung der natürlichen Stickstoffquellen und der Erhaltung des Stickstoffkapitals in der Wirtschaft verknüpft sind, in der Landwirtschaft in dem Maße sich als rentabel erweisen. Ginerlei, ob man für viehlosen Betrieb schwärmt oder sein Heil in einer möglichst ausgedehnten Viehhaltung sucht, die Stickstofffrage behält ihre hohe Bedeutung für die Landwirtschaft unter allen Verhältnissen.

Der viehlosen Wirtschaftsweise das Wort zu reden, fällt uns nicht ein. Ackerbau und Viehhaltung sind Begriffe, die sich nicht gut voneinander trennen lassen, eins unterstützt das andere. Auch die Viehhaltung bringt ihren Gewinn, wenn sie sonst rationell betrieben wird. Durch Befolgung der besprochenen Maßnahmen wird aber die Rente aus der Viehhaltung sich wesentlich steigern lassen. Nicht eine möglichst ausgedehnte Viehhaltung bringt die höchsten Erträge, sondern in erster Linie eine reichliche und entsprechende Fütterung. Wenn dennoch einzelne viehlose Wirtschaften gut rentieren, so sind dies Ausnahmen, begünstigt durch besondere Boden- und Absatzverhältnisse. Eines schickt sich nicht für alle!

Solange man nicht an der Grenze der Produktion angekommen ist und zwar ohne Stickstoffdünger-Zukauf, solange sind die hier näher besprochenen Maßnahmen nicht überflüssig. Jedes Kilogramm Stickstoff repräsentiert einen Wert von 1 Mark und wenn wir solches durch Gründüngung oder durch Einstreuung von Konservierungsmitteln mit einem Kostenaufwande von 10—20 Pf. zuführen oder erhalten, so bedeutet das einen Gewinn von mindestens 80 Pfennig.

Nach unserem Beispiel (S. 10) betrug die Ausfuhr von Stickstoff für eine Wirtschaft von 100 Hektar 1741 Klgr.

Würde nun dieses Stickstoffquantum durch die angeführten Maßnahmen beschafft, was keineswegs zu den Unmöglichkeiten gehört, so würde sich ein Gewinn von ca. 1400 Mk. ergeben. Diese Summe würde aber unstreitig, im Bezug auf Rentabilität des Betriebes, ein wichtiges Wort mitsprechen. Nicht nur intensiv muß der Landwirt heutzutage wirtschaften, sondern er muß auch darnach streben, die Produktionskosten nach Möglichkeit zu verbilligen. Hierzu ist uns aber durch die Klärung der Stickstofffrage wesentlich der Weg geebnet worden.

Wir schließen unsere Ausführungen mit dem bereits zitierten Aussprüche unseres Vorkämpfers Schulz-Lupitz: „Der Stickstoff ist, außer dem Wasser, der gewaltigste Motor im Werden, Wachsen und Schaffen den Natur. — Ihn zu fassen, ihn zu fassen, ihn zu beherrschen, das ist die Aufgabe, — ihn zu Nute zu halten, darin liegt die Oekonomie, — seine Quelle, welche unerschöpflich fließt, sich dienstbar zu machen, das ist es, was Vermögen schafft!“

Dieser klassische Ausspruch kann uns Landwirten nicht oft genug vorgeführt werden.



Druckfehler - Berichtigungen.

Auf Seite 8, Zeile 6 von unten, muß es bei Superphosphat heißen: $P_2 O_5$ statt $P_2 O_5$, bei Kainit K_2O statt K^o .

Auf Seite 11, Zeile 15 von oben (99,34 Mgr.) statt (33,34 Mgr.).

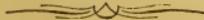
Auf Seite 41, Zeile 20 von oben: „nun“ statt „nur“.

Auf Seite 42, Zeile 3 u. 4 von oben: „Durch entsprechende Bodenbearbeitung und erforderlichen Falles auch durch Bodenimpfung ist für das Gedeihen der Pflanzen zu sorgen.“

Auf Seite 42, Zeile 3 von unten: kleine Erbsen statt keine Erbsen.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
1. Einleitung	5
2. Der Stickstoff und seine Bedeutung als Pflanzennährstoff	7
3. Der Leguminosen-Pilz und seine Bedeutung	16
4. Die Anwendung dieser Forschungsergebnisse auf den praktischen Betrieb	23
5. Vermeidung von Stickstoffverlusten	50
6. Rationelle Anwendung der Stickstoffdüngemittel . .	66
7. Schlußwort	72
Druckfehler-Berichtigungen. Inhalts-Verzeichnis. Anzeigen.	



UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 069230131