

verwirrt sich hierbei und bildet das sogenannte Werg. In diesem Zustand gelingt die mechanische Entholzung nicht mehr vollständig, wenigstens nicht ohne sehr erhebliche Schädigung oder Zerreißen der Faser. Daher sind die Garne, welche aus Werg hergestellt sind, das die Wergreinigungsmaschinen und die sogenannten Kardiermaschinen passiert hat, noch mehr oder weniger holzhaltig. Solche holzhaltige Garne sind als Kettgarne und färberisch schwer verwendbar und müssen durch einen komplizierten Bleich- und mechanischen Reinigungsprozeß besonders entholzt werden. Bei der Kotonisierung der Bastfasern wird die endgültige Entholzung auf chemischem Wege durchgeführt, und zwar können hierzu alle diejenigen Chemikalien Anwendung finden, welche überhaupt für die Entholzung der Pflanzenfasern in Frage kommen, das sind in erster Linie die Natronlauge, die Sulfatlauge und die Halogene.

Die Zerlegung der Bastfaserbündel in Einzelfasern ist der bisherigen Aufbereitungsweise von Bastfasern fremd, welche im Höchsthalle bis zu einer Zerteilung in die im Pflanzenstengel vorgebildeten Faserbündel auf mechanischem Wege im Hechelprozeß vorschreitet. Die Zerlegung in Einzelfasern kann wiederum nur auf chemischem Wege durchgeführt werden; da aber im großen und ganzen hierbei dieselben Stoffe zu zerstören sind, die bei der Entholzung beseitigt werden müssen, nämlich die in der Hauptsache aus Lignin und Pektin bestehenden Intrazellulärschubstanzen, so können beide Prozesse, Entholzung und Elementarisierung, in einem chemischen Verfahren und mit denselben vorgenannten Chemikalien durchgeführt werden. Die Umwandlungsprodukte des Holzes, lösliche Lignin- und Pektinabbauprodukte und Zellstoff, müssen schließlich aus der freigewordenen Bastfaser durch einen energischen Waschprozeß entfernt werden. Diese Entfernung aller Nebenprodukte ist außerordentlich wichtig, um die kotonisierte Faser ohne Schädigung durch Öffnen und Krempeln in ein lockeres Faservlies überführen zu können, in dem die Fasern nunmehr wieder in der Hauptsache parallel zueinander liegen, wie dies mit dem von vornherein als Einzelzelle entstandenen Baumwollhaar, das frei von verklebenden Substanzen ist, ohne weiteres gelingt. Andererseits muß der Waschprozeß so geführt werden, daß eine Verwirrung der Einzelfasern hierbei nach Möglichkeit vermieden wird, da diese, wenn einmal eingetreten, kaum wieder zu beseitigen ist.

Ein weiterer Punkt endlich, hinsichtlich dessen die kotonisierte Bastfaser wohl nicht der Baumwolle als völlig ebenbürtig betrachtet werden kann, ist die größere Ungleichmäßigkeit der Faserlängen. Dieser Tatsache, welche durch ein sehr ungleiches Wachstum der Bastfasern bedingt ist, aber wohl durch die mechanischen Vorbereitungsprozesse noch in sehr störender Weise gesteigert werden kann, muß entweder durch Verfahren begegnet werden, welche die nachträgliche Vergleichmäßigung der Stapel herbeiführen, oder es muß — wofür ebenfalls bereits Vorschläge vorliegen — der Spinnprozeß der größeren Ungleichmäßigkeit des Fasermaterials angepaßt werden.

Diese Frage erscheint vorerst jedoch mit Rücksicht auf das ungleichwertige Material, das gegenwärtig der Kotonisierung zugeführt wird, von zunächst untergeordneter Bedeutung. Es hat erst dann Zweck, energisch an die Lösung dieser Frage heranzutreten, wenn sich für die Kotonisierung ein bestimmtes Rohstoffgebiet von bestimmter und nicht zufälligen Einflüssen unterliegender Beschaffenheit abgegrenzt haben wird. Vorerst ist dies noch nicht der Fall, und damit kommen wir zu der wichtigsten Frage des Baumwollersatzproblems im Zusammenhang mit der Kotonisierung, nämlich zur Frage der Rohstoffbeschaffung und -auswahl.

Nach allem, was die ernsthaften Bemühungen der Kriegs- und Nachkriegszeit ergeben haben, dürften, wie oben schon angedeutet, nur der Hanf, der Flachs und die Nessel als Konkurrenten in Betracht kommen, aber auch von diesen drei Faserpflanzen dürfte die Nessel wegen ihrer geringen Faserausbeute, trotzdem die Fasereigenschaften der Nessel von Sachverständigen gerühmt werden, ebenfalls ausscheiden, so daß nur noch Flachs und Hanf in Frage kommen.

Es ist schon zu wiederholten Malen darauf hingewiesen worden, daß im gegenwärtigen Stadium der Anbauverhältnisse in Deutschland die Bastfasern, auch wenn sie restlos verbaumwollt würden, den Bedarf an Baumwolle unserer Baumwollindustrie auch nicht zu einem kleinen Teil decken würden. Dazu kommt, daß der Bedarf an hochwertigen Leinenwaren, selbst wenn diese nur als Exportartikel in Frage kämen, und an den festen Werggarnen und Werggarngeweben fortbestehen wird. Soweit der Flachs in Betracht kommt, wird sich also die Kotonisierung auf die Bearbeitung derjenigen Abfälle zu beschränken haben, welche die Leinenindustrie und Wergindustrie übrig lassen. Das sind die sogenannten Kardenabfälle und gegebenenfalls die Abfälle der Spinnereien. Als sehr beachtliche Quelle für die Flachskotonisierung kommt jedoch das ausländische, ausschließlich oder hauptsächlich auf die Ölgewinnung abzielende Samenflachsstroh in Betracht. Gelingt es, solches Material zu annehmbaren Preisen ein-

zuführen, so könnte auf diesem Wege an eine beachtenswerte Konkurrenz mit der Baumwolle gedacht werden.

Anders liegen die Verhältnisse bei dem Hanf. Die Hanflangfaser kann bisher nicht zu einem dem Rohstoff der Leinengarne und Gewebe ebenbürtigen Faser verarbeitet werden. Die aus dem Bast des Hanfes hergestellte kotonisierte Faser aber dürfte der kotonisierten Flachsfaser kaum unterlegen sein. Die Hanffaserkotonisierung ist daher einschränkungslos als ein Veredelungsprozeß zu bewerten. Dazu kommt, daß die Ansicht vertreten wird, daß die deutsche Hanflangfaser die Konkurrenz mit der italienischen Langfaser aus klimatischen Gründen nie wird auf der ganzen Linie bestehen können, andererseits gedeiht der Hanf vor allem in Form der sogenannten russischen Spielart vorzüglich auf den deutschen Niederungsmooren, die in einer Ausdehnung von annähernd einer Million Hektar noch der Kultivierung barren.

Neben diesem Faserertrag, der auf das Dreifache des Baumwollertrages für die gleiche Anbaufläche geschätzt wird, muß dem durch den Hanfbau erzielbaren hohen Ölertrag und dem Umstand Rechnung getragen werden, daß der Hanf ein guter Unkrautvertilger ist und sich in Wechselwirtschaft mit der Kartoffel sehr bewährt hat. Bei der späten Ernte des Hanfes werden sich die für denselben erforderlichen Ernte- und Aufbereitungsarbeiten sehr gut in das Arbeitsprogramm des landwirtschaftlichen Betriebes eingliedern lassen.

Als Bedingung für die Inangriffnahme einer Hanfkultur im großen Umfang auf Niederungsmooren wird allerdings hingestellt, daß die Ernte- und Aufbereitungsarbeiten so einfach wie möglich gestaltet werden, dies aber kann nur geschehen, wenn die Ernte ohne Rücksicht auf die nacheinanderfolgende Ausreifung der männlichen und weiblichen Pflanzen, durch Mähmaschinen, im Zustand der Samenreife — um eine gute Ölausbeute zu erzielen — erfolgen kann, und wenn an Ort und Stelle der Gewinnung durch leicht bewegliche Entholzungsmaschinen die Faser vom Holzbällast auf einfache Weise, d. h. ohne vorherige Röste, befreit werden kann, so daß sie mit einem Minimum von Frachtgewicht und Frachtraum einer zentralisierten Aufbereitungsanstalt zugeführt werden kann. Da diese Bedingungen eine Langfasergewinnung so gut wie ausschließen, so erhebt sich hieraus die Bedeutung eines Verfahrens, wie es die Kotonisierung ist, bei dessen Durchführung der Erfüllung der oben dargelegten Bedingungen nichts im Wege steht.

Was nun die Kotonisierungsverfahren im einzelnen anlangt, so kann darüber nichts Erschöpfendes gesagt werden, da einzelne Verfahren noch geheim gehalten werden. Im großen und ganzen ist schon angedeutet worden, daß es sich um chemische Verfahren handelt, bei denen die bekannten Aufschließungsmaterialien für verholzte Substanzen Verwendung finden. Es handelt sich nur darum, wie die notwendigen Operationen am einfachsten und billigsten bewerkstelligt werden können. Bei dem Dresdner Verfahren ist besonders auf den herrschenden Brennstoffmangel Rücksicht genommen und das Verfahren wird mit einem möglichst geringen Brennstoffbedarf durchgeführt. Ferner ist der Verbrauch an dem sehr begehrten und daher sehr raren und teuren Ätznatron zugunsten eines gewissen Verbrauchs an Chlor, das ja noch immer einer großzügigen Verwertung in der Industrie harzt, eingeschränkt. Da bei einem bestimmten Verholzungsgrade, der ohne Schädigung der Faser bei einem gegebenen Rohmaterial nur bis zu einem bestimmten Grade auf mechanischem Wege verringert werden kann, der Bruttochemikalienverbrauch ebenfalls als ein ziemlich fest bestimmter zu betrachten ist, so ist die Verwertung von Chlor an Stelle von Ätznatron wirtschaftlich zweckmäßiger, ganz abgesehen von der dabei erzielten Ersparnis an Heizmaterial, zumal die Faser hierbei zugleich in gebleichtem Zustand mit ausgezeichneten färberischen Eigenschaften erhalten werden kann.

Zusammenfassend darf betont werden, daß bei rationellem Zusammenwirken von Hanfkultur auf Niederungsmoorboden und Kotonisierung die Möglichkeit gegeben ist, für unsere Baumwollindustrie einen Teil ihres Spinnbedarfs durch heimische Faser zu decken. Vorläufig ist allerdings auch der deutsche Hanfbau durch die vorhandene Saatgutmenge begrenzt, und nur wenn es gelingt, diese in Qualität und Menge in gleichem Verhältnis mit der urbar gemachten Anbaufläche zu heben und gleichzeitig Ernte und Spinnfasergewinnung in der angedeuteten einfachen Weise durchzuführen, kann diese für unsere Wirtschaft so außerordentlich wichtige Frage einer erfolgreichen Lösung zugeführt werden.

[A. 35.]

## Die Lösung des Phosphorsäureproblems in den valutaschwachen Ländern.

Von Dr. P. KRISCHE, Berlin-Lichterfelde.

(Eingeg. 22./12. 1922.)

Während von den vier für die Düngung wichtigsten Pflanzennährstoffen Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Kalk, die beiden letz-

genannten in nahezu unbegrenzten Mengen in den Kalklagern und dem deutschen Kalibergbau zur Verfügung stehen, der Stickstoff durch die neuen Luftstickstoffverfahren in beliebigen Mengen gewonnen werden kann, liegen Phosphorsäurequellen von ähnlicher Bedeutung nicht vor. Wie ich an anderer Stelle<sup>1)</sup> näher ausgeführt habe, ergibt sich für die heute wichtigsten Phosphatlagerstätten nur eine Durchschnittslebensdauer von 21–70 Jahren, während an Reserven und weniger günstigen Lagerstätten etwa 4 Milliarden Tonnen schätzungsweise vorhanden sind. Es erhebt sich also bereits für die Weltwirtschaft das schwierige Problem der Phosphorsäurebeschaffung. Es ist zwar noch nicht drängend für die nächste Zeit, muß aber trotzdem den auf längere Sicht sich einstellenden Weltwirtschaftler beschäftigen.

Die großen Phosphatlagerstätten befinden sich sämtlich im Besitz der valutastarken Ententeländer. Deshalb liegt für die valutaschwachen Länder bereits die Lage vor, mit der in einigen Jahrzehnten schon die Weltwirtschaft rechnen muß, die Notwendigkeit eines eingeschränkten Phosphorsäureverbrauchs. Es wird darum in sämtlichen valutaschwachen Ländern von den verschiedensten Seiten das Phosphorsäureproblem auf das eingehendste bearbeitet. Der in dem System W r a n g e l l - A e r e b o e vertretene Weg, welcher durch geeignete verstärkte Stickstoff-Kalidüngung die Bodenphosphorsäure mobil machen will, ist von mir schon an dieser Stelle erwähnt worden<sup>2)</sup>. Andere Versuche gehen dahin, neue Phosphorsäuredüngemittel durch verschiedenartige Verwertung und Verarbeitung aller vorhandenen Rohphosphate einzuführen, und einen dritten Weg hat auch Professor L e m m e r m a n n dadurch beschritten, daß er nach einem Stoff gesucht hat, der fähig ist, die Phosphorsäure, wenn auch nicht vollständig, so doch wenigstens zum Teil zu ersetzen. Was auf diesen beiden zuletzt berührten Wegen in letzter Zeit versucht wurde, soll nachstehend kurz dargestellt werden.

#### A. Kieselsäure als Phosphorsäureersatz<sup>3)</sup>.

L e m m e r m a n n ist von dem Gedanken ausgegangen, daß die Löslichmachung der Bodenphosphorsäure durch Anwendung physiologisch saurer Düngemittel nach dem System W r a n g e l l - A e r e b o e allein nicht geeignet ist, eine bessere Nutzbarmachung der Phosphorsäure zu erzielen. Diesen Standpunkt hat er auch in einer besonderen Schrift begründet<sup>4)</sup>. Nach ihm ergibt sich hinsichtlich der Löslichkeitsverhältnisse der Bodenphosphorsäure aus den bisherigen Erfahrungen folgendes:

1. Es gibt eine Anzahl Böden, die zurzeit nicht auf eine Phosphorsäuredüngung reagieren. Bei ihrer Bewirtschaftung kann mehr oder weniger an Phosphorsäure gespart werden. Eine Unterlassung einer Phosphorsäuredüngung sowie eine weitgehende Einschränkung ist nur von Fall zu Fall, aber nicht generell möglich.

2. Eine Vermehrung der Anbauflächen der Leguminosen ist an sich durchaus wünschenswert. Die Bedeutung des Anbaues der Leguminosen für die Löslichmachung der Bodenphosphorsäure ist aber nicht so groß, wie A e r e b o e annimmt. Die heutigen Kulturböden enthalten zum Teil erheblich mehr leichter lösliche Phosphorsäure als schwerer lösliche, und es ist nicht anzunehmen, daß die seit Jahrhunderten im Boden sich abspielenden Umwandlungsprozesse durch den verstärkten Anbau von Leguminosen plötzlich so wesentlich beschleunigt werden, daß dadurch die Phosphorsäuredüngung auf eine ganz andere Basis gestellt werden kann.

Der Forderung A e r e b o e s, daß alle Leguminosen nicht mit Phosphorsäure gedüngt zu werden brauchen, kann nicht zugestimmt werden, da sie den durch Versuche festgestellten Erfahrungen widerspricht.

3. Der Gehalt der Böden an leichtlöslicher Bodenphosphorsäure kann innerhalb weiter Grenzen schwanken. Daraus folgt, daß die Böden nie auf Grund eines bestimmten Systems nach Schema F rationell bewirtschaftet werden können.

L e m m e r m a n n ist ferner der Ansicht, daß eine Stickstoffdüngung der Leguminosen in manchen Fällen durchaus angezeigt sein kann. Eine starke, einseitige Stickstoff-Kalium-Düngung, ja Überschußdüngung an Stickstoff, allen Leguminosen prinzipiell zu geben, hält er unter den heutigen Verhältnissen nicht für richtig. Es würde

<sup>1)</sup> Krische, „Die Phosphatfrage in der gegenwärtigen Weltwirtschaft“, Ztschr. f. angew. Chem. 35, 369 [1922].

<sup>2)</sup> Ztschr. f. angew. Chem. 35, 371 [1922].

<sup>3)</sup> Lemmermann und Wießmann, Die ertragssteigernde Wirkung der Kieselsäure bei unzureichender Phosphorsäureernährung der Pflanzen. Ztschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung, I. Bd., Heft 4, Teil A, 1922; s. auch Dr. Goy, Kieselsäure als Ersatz für Phosphorsäure, Illustr. Landwirtschaftl. Zeitung Nr. 97/98, S. 395 [1922].

<sup>4)</sup> Lemmermann, Die Frage der Phosphorsäuredüngung, Ztschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung 1922, Heft 5, S. 201–232.

das eine unnötige Vergeudung unseres teuersten Pflanzennährstoffes bedeuten.

Hinsichtlich der Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung der Wiesen urteilt er, daß wir in Zukunft zweifellos die Stickstoffdüngung unserer Wiesen und Weiden in sehr vielen Fällen verstärken können, daß aber eine solche Stickstoff-Kali-Düngung eine Phosphorsäuredüngung nicht überall ersetzen kann, und daß viele Wiesen und Weiden auf Grund von Versuchen eine Düngung mit Phosphorsäure nötig haben.

Vor allen Dingen hebt er das Bedenken hervor, daß durch die Anwendung physiologisch saurer Salze in verstärktem Maße nach dem System W r a n g e l l - A e r e b o e mit einer Zunahme der schädlichen sauren Bodenreaktion zu rechnen ist, indem er ausführt:

1. Daß man ohne Schädigung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens kaum hoffen kann, mit Hilfe der physiologisch sauren Düngemittel größere Phosphorsäuremengen mobil zu machen, zumal an sich schon in unseren guten Kulturböden die Menge an leichtlöslicher Phosphorsäure vielfach größer ist als die Menge an schwerlöslicher Phosphorsäure.

2. Daß es die Hauptaufgabe der Düngung ist, dafür zu sorgen, daß weder der physikalische Zustand noch die chemische Reaktion den allgemeinen Fruchtbarkeitszustand des Bodens schädigt, damit alle Düngemittel möglichst zur vollen Wirkung kommen, und wir Maximalerträge erwarten können, soweit das die sonstigen Verhältnisse gestatten.

Dazu ist auch eine möglichst neutrale Reaktion des Bodens erforderlich. Beides: dauernd gute neutrale Reaktion und größere Aufschließung von Bodenphosphorsäure durch physiologisch saure Düngemittel ist aber schwer zu vereinigen.

3. Es erscheint ihm daher richtiger und sicherer zu sein, in den Fällen, wo es dem Boden wirklich an Phosphorsäure fehlt, die Phosphorsäure in Form künstlicher Düngemittel anzuwenden, als sich auf das gewagte Experiment, ohne Phosphorsäure auszukommen, einzulassen.

L e m m e r m a n n ist darum einen anderen Weg gegangen, indem er versuchte, festzustellen, ob es nicht einen Stoff gibt, der imstande ist, die Phosphorsäure wenigstens zum Teil zu ersetzen, sie also zu vertreten. Durch Versuche im Jahre 1920 hat er das Problem verfolgt, ob etwa die Kieselsäure hierfür geeignet ist, und es ist ihm tatsächlich mit bestimmten Formen, nämlich kolloidalen Formen der Kieselsäure, gelungen, Phosphorsäure zu ersparen, indem er einen teilweisen Ersatz der Phosphorsäure durch Kieselsäure erzielte, da bei geringerer Phosphorsäuregabe mit derartiger Kieselsäure höhere Mehrerträge erzielt wurden als mit einer höheren Phosphorsäuregabe ohne Kieselsäure. Im Jahre 1920 wurden fünf Arten von Versuchen ausgeführt, denen im Jahre 1921 vier weitere Versuchsarten folgten, so daß im ganzen neun Versuchsreihen mit Gefäßen angesetzt wurden. Die Versuche behandelten:

Versuch I: Untersuchungen über die Wirkung von Silicium in Form von kolloidaler Kieselsäure, Calciumpermutit und Wasserglas, neben einer verschiedenen starken Phosphorsäuredüngung.

Versuch II: Untersuchungen über die Wirkung steigender Mengen von Kieselsäure neben einer unzureichenden Menge von Phosphorsäure.

Versuch III: Untersuchungen über die Wirkung der Kieselsäure bei einer unzureichenden Düngung mit Stickstoff oder Kali.

Versuch IV: Untersuchungen über die Wirkung der kolloidalen Kieselsäure neben kieselsäurehaltigen Phosphorsäuredüngern, wie Superphosphat, Thomasmehl und Rhenaniaphosphat.

Versuch V: Untersuchungen über die Wirkung der Kieselsäure in Form von Phonolith und Kieselgur im Vergleich zu der kolloidalen Kieselsäure.

Versuch VI: Untersuchungen über die Frage: Welches Verhältnis zwischen Phosphorsäure und Kieselsäure ist für die Ernährung der Pflanzen das günstigste, und wie weit kann man mit der Phosphorsäuregabe herabgehen?

Versuch VII: Vergleichende Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Pflanzen gegenüber der Kieselsäure.

Versuch VIII: Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Formen der Kieselsäure.

Versuch IX: Untersuchungen über die Wirkung der Kieselsäure auf natürlichen Böden.

Die Wirkung äußerte sich in der Art, daß sie um so stärker auftritt, je geringer die Phosphorsäuregabe ist. Man kann etwa auf ein Drittel der für die Erzielung der Höchsternte notwendigen Phosphorsäuremenge herabgehen, wenn die fehlende Phosphorsäure durch kolloidale Kieselsäure ersetzt wird. Für Stickstoff und Kali konnte dieses Vertretungsvermögen nicht festgestellt werden. Die wichtigsten Versuchsergebnisse werden von L e m m e r m a n n in folgender Übersicht zusammengestellt:

1. Wir konnten feststellen, daß das Silicium in geeigneter Form imstande ist, unter bestimmten Verhältnissen die Erträge wesentlich zu steigern.

2. Die ertragsteigernde Wirkung des Siliciums trat am stärksten auf neben einer unzureichenden Phosphorsäuredüngung, erheblich geringer war sie, wenn es den Pflanzen an Kali mangelte, sie blieb aus, wenn es den Pflanzen an Stickstoff fehlte. Man kann demnach mit geringeren Phosphorsäuremengen durch eine Beigabe von Silicium höhere Ernten erzielen, so daß man auch sagen kann, Silicium wirkt bis zu einem gewissen Grad phosphorsäuresparend.

3. Aber auch neben einer Düngung, die bereits größere Mengen von Phosphorsäure enthielt, wirkte Silicium in geeigneter Form noch günstig.

4. Von allen geprüften Siliciumverbindungen wirkte auf Quarzsand am besten die kolloidale Kieselsäure.

5. Die günstige Wirkung der Kieselsäure besteht nicht in einer Einwirkung auf den Boden, sondern in einer direkten Einwirkung auf die Pflanzen.

6. Die Kieselsäure wirkte bei Getreide nicht nur ertragsteigernd auf die Körnerernte, sondern auf alle Organe der Pflanzen ein.

Die Kieselsäure wirkte nicht nur auf Gramineen, sondern auch auf Leguminosen und Kruziferen ertragsteigernd ein.

Bei vielen Versuchen wurden durch eine Beigabe von Kieselsäure zu 0,1 g Phosphorsäure ebenso hohe Erträge erzielt wie durch 0,3 g Phosphorsäure ohne Kieselsäure.

7. Je mehr Kieselsäure innerhalb der Versuchsbedingungen den Pflanzen im Versuchsmedium (bzw. Boden) zur Verfügung stand, um so größer war die absolute Höhe der Erträge; um so geringer der Erntezuwachs, der durch eine verstärkte Phosphorsäuredüngung hervorgerufen wurde.

8. In einem auf Kieselsäurezufuhr reagierenden Medium wirkte die Phosphorsäure in verschiedenen Düngemitteln (Superphosphat, Thomasmehl, Rhenaniaphosphat) scheinbar um so besser, je höher der Gehalt der betreffenden Düngemittel an Kieselsäure war. Auch neben Humus aus kieselsäurehaltigen Düngemitteln wurde durch Kieselsäuredüngung eine weitere Ertragsteigerung erzielt.

9. Auch auf natürlichen Böden konnte unter den gegebenen Verhältnissen bei gleichzeitigem Phosphorsäuremangel eine günstige Wirkung einer Kieselsäuredüngung beobachtet werden.

10. Aus den Versuchen ergibt sich weiter, daß man dem Kieselsäuregehalt der Böden bei der Beurteilung ihres Phosphorsäuredüngungsbedürfnisses in Zukunft eine erhöhte Aufmerksamkeit schenken muß.

11. Der Wirkungswert der Phosphorsäure ist ein anderer in einem Medium, das fast frei ist von aufnehmbaren Kieselsäureverbindungen als in einem Medium, das mehr oder weniger große Mengen aufnehmbarer Kieselsäureverbindungen enthält. Das ist unter andern zu berücksichtigen bei der Verwertung der Zahlen für die Produktionswerte der Phosphorsäure, die durch Vegetationsversuche ermittelt werden.

12. Die Bedeutung der Bestimmung der relativen Löslichkeit der Bodenphosphorsäure wurde durch die vorliegenden Versuche weiter bestätigt.

Diese zunächst mit Gefäßversuchen erzielten Ergebnisse konnten bisher durch Feldversuche noch nicht ergänzt werden. Die bisherigen Versuchsergebnisse wurden zunächst in reinem Glassand erzielt. Man hat auch schon drei Böden aus verschiedenen Teilen des Reiches, die sich als phosphorsäurebedürftig erwiesen hatten, in Gefäßversuchen auf die Wirkung der Kieselsäurezugabe hin untersucht, und es ergaben sich dabei folgende Wirkungen gegen reine Phosphorsäuredüngung 100 durch Beigabe von Kieselsäure:

Auf dem Boden von Bernburg . . . . .	125
" " " " Königsmoor . . . . .	117
" " " " Potsdam . . . . .	137
" " Torf-Sand-Gemisch . . . . .	173.

Dabei enthielten an löslicher Kieselsäure pro Gefäß	
Boden aus Bernburg . . . . .	14,1 g
" " Königsmoor . . . . .	12,0 g
" " Potsdam . . . . .	1,41 g
Mischung aus 1 Teil Torf, 3 Teilen Sand .	11,29 g.

Während Feldversuche über die Wirkung der Kieselsäure noch nicht vorliegen, sind seitens der englischen agrilkulturchemischen Versuchsstation Rothamsted bei Gerste mit löslichem Alkalisilikat in den Jahren 1873–1893 Versuche ausgeführt, welche im Durchschnitt folgendes Ergebnis nach dem Bericht von Bieler<sup>5)</sup> brachten:

<sup>5)</sup> K. Bieler, Die Rothamstedter Versuche nach dem Stande des Jahres 1894. Verlag Parey, Berlin 1896.

Düngung	Ernte pro Hektar in Hektoliter	
	ohne Kieselsäure	mit Kieselsäure
Salpeter . . . . .	25,4	30,9
Salpeter u. Superphosphat . . . . .	38,3	40,1
Salpeter u. schwefelsaures Kali u. schwefelsaures Natron u. schwefelsaure Magnesia . . . . .	26,3	33,1
Salpeter u. schwefelsaures Kali u. schwefelsaures Natron u. Superphosphat . . . . .	37,4	41,0

#### B. Neue Phosphorsäuredünger.

Ein weiterer Weg zur Lösung der Phosphorsäurefrage besteht darin, neben den bisherigen Phosphorsäuredüngern, Superphosphat und Thomasmehl, weitere Phosphorsäuredüngemittel durch restlose Verwertung der vorhandenen Rohphosphate zu schaffen. Für die Herstellung von Superphosphat eignen sich nur die eisen- und tonerdefreien Calciumphosphate. Im Besitz dieser Phosphatlager sind lediglich die Entente-Länder und Amerika, hauptsächlich Frankreich mit den nordafrikanischen und die Vereinigten Staaten mit den Lagern in Florida und Tennessee. Deutschland und andere valutaschwache Länder verfügen dagegen nur über Phosphate, die für Superphosphatgewinnung durchweg nicht geeignet sind.

Einen Weg zur Gewinnung dieser Phosphate hat bereits länger die Rhenania-A.-G. durch Herstellung des Rhenaniaphosphates beschritten, das nach zweierlei Verfahren, durch Aufschluß von Rohphosphat, Kalisilikat und Kalk in Brikettschächtföfen in Porz und durch das Dickschlamm-drehofenverfahren in Brunsbüttelkoog hergestellt wird.

##### a) Sinterphosphat.

Um ein ähnliches Erzeugnis wie das Rhenaniaphosphat handelt es sich bei dem neuen Produkt des Sinterphosphates, das aus Belgien stammt und dessen Herstellung neuerdings in Schweizer landwirtschaftlichen Blättern beschrieben wird<sup>6)</sup>. Das Rohmaterial zum Sinterphosphat liefert nach diesen Mitteilungen das in der Umgebung von Mons, der Hauptstadt der belgischen Provinz Hennegau, befindliche sehr große Rohphosphatlager, dessen Produkt mit Kalifeldspat, wenig Soda und anderen Stoffen gemischt und feingemahlen wird. Das Gemisch wird dann in einem Drehofen „gesintert“, d. h. bei Weißglut bis nahe zum Schmelzpunkt erhitzt. Die erkaltete, zusammengebackene Masse wird dann fein gemahlen und kommt als dunkelgraues Pulver in den Handel. Durch das Sintern wirken die beiden Hauptgruppen: Rohphosphat und Kalifeldspat mit Soda gegenseitig aufeinander ein, so daß die enthaltenen Nährstoffe, Phosphorsäure und Kali, aufgeschlossen werden.

Sinterphosphat enthält durchschnittlich:

Gesamtphosphorsäure . . . . .	16–18 %
Davon durchschnittlich löslich in 2 % Zitronensäure .	80–90 %
Gesamtkalk, davon ein Teil frei als Ätzkalk . . . . .	etwa 45 %
Lösliches Kali . . . . .	1–2 %
Lösliche Kieselsäure . . . . .	etwa 22 %

Die Zusammensetzung ist also ähnlich derjenigen des Thomasmehls: Der Gehalt an Kalk und an Phosphorsäure ist ziemlich gleich, ebenso die Löslichkeit der Phosphorsäure; auch die Feinheit der Mahlung differiert nicht sehr. Dagegen weist Sinterphosphat einen Gehalt von 1–2 % Kali auf, herrührend vom Feldspat. Die Wirkung dieses Neulings wird also im allgemeinen dieselbe sein, wie diejenige des Thomasmehls.

Die agrilkulturchemische Anstalt Liebefeld hat seit zwei Jahren mit Sinterphosphat Versuche angestellt und kommt zu dem Schluß, es sei im allgemeinen dem Thomasmehl gleichzustellen. Das Kiloprozent Phosphorsäure wird ungefähr gleich hoch bezahlt wie im Thomasmehl.

In einem anderen Schweizer Blatt, „St. Galler Bauer“, vom 11. November 1922, S. 871, ist ein Artikel erschienen, „Ein neuer Phosphorsäuredünger“, in welchem Dr. K. Meier über Versuche berichtet, welche die Landw. Schule Custerhof ausführte mit dem von der Calcium A.-G. Bipp, Olten, in den Handel gebrachten Sinterphosphat, das folgende Zusammensetzung hat:

Gesamtphosphorsäure . . . . .	16–18 %
Davon löslich in 2 % Zitronensäure (Wagner) . . . . .	80–90 %
Resp.-löslich in Citrat (Petermann) . . . . .	70–80 %
Gesamtkalk (ein Teil als Ätzkalk) . . . . .	etwa 45 %
Lösliches Kali . . . . .	1–2 %

Das Ergebnis eines Topfdüngungsversuches ist noch nicht abgeschlossen. Bei dem gleichzeitig angesetzten Felddüngungsversuch

<sup>6)</sup> Der Ostschweizer Landwirt, Frauenfeld, vom 21./10. 1922: Sinterphosphat, ein neuer Phosphorsäuredünger; Turgauer Zeitung, Frauenfeld, vom 31./10. 1922: Ein neuer Phosphorsäuredünger.

auf magerer Wiese erhielten die 7 Teilstücke von je 50 qm folgende Düngung:

- Parzelle 1: 2 kg schwefelsaures Ammoniak  
2 kg Kalisalz (20 %)  
2,5 kg Superphosphat  
„ 2: 2 kg schwefelsaures Ammoniak  
2 kg Kalisalz (20 %)  
2,5 kg Sinterphosphat  
„ 3: Wie Parzelle 1  
„ 4: Wie Parzelle 2  
„ 5: 2,5 kg Superphosphat  
„ 6: 2,5 kg Sinterphosphat  
„ 7: Keinen Dünger.

Folgende Ernten pro 100 qm in Kilogramm wurden festgestellt:

Parzelle	Volldüngung mit Superphosphat	Volldüngung mit Sinterphosphat	Superphosphat allein	Sinterphosphat allein	Ungedüngt
1	199,4				
2		213,0			
3	219,0				
4		238,0			
5			138,0		
6				135,0	
7					86,0
Total:	418,4	451,0	138,0	135,0	86,0
pro Ar im Durchschnitt:	209,2	225,5	138,0	135,0	86,0

Dr. Meier schließt aus den Versuchen folgendermaßen:

1. Der Boden hat eine Phosphorsäuredüngung benötigt, was durch einen Mehrertrag der nur mit Phosphorsäure gedüngten Parzellen 5 und 6 gegenüber der nicht gedüngten Parzelle 7 dargetan wird.

2. Der Mehrertrag der „Phosphorsäureparzellen“ beträgt gegenüber „ungedüngt“ bei Superphosphatdüngung 52 kg, bei Sinterphosphatdüngung 49 kg. Die Superphosphatparzelle scheint etwas besser abgeschnitten zu haben, doch ist der Unterschied als innerhalb der Fehlergrenze liegend und somit als belanglos zu bezeichnen.

3. Der Mehrertrag zwischen „ungedüngt“ und Volldüngung ist sehr groß und beträgt 132,2 bzw. 139,5 kg Gras. Hier scheinen die Parzellen „Volldüngung mit Sinterphosphat“ im Durchschnitt etwas bessere Resultate geliefert zu haben. Der Unterschied ist aber wieder ohne Bedeutung.

4. Wir dürfen daraus den Schluß ziehen, daß in unserem Versuch auf Wiesenland, was die quantitative Wirkung des Sinter- und Superphosphates betrifft, beide Phosphorsäuredünger ungefähr gleich gewirkt haben. Im Zürcher Bauer vom 16. 12. 1922 wendet sich Dr. Volkart in dem Aufsatz Sinterphosphat mit Recht gegen die Behauptung, die es dem Superphosphat gleichstellt und bezeichnet es als geeigneten Ersatz für Thomasschlacke.

#### b) Kolloidphosphat.

Wie ich auf der letzten Chemikertagung in Hamburg erfahren habe, hat Dr. Plauson vom wissenschaftlichen Laboratorium Hamburg den Gedanken, durch Verarbeitung des Rohphosphates mit seiner Kolloidmühle eine bis zur kolloidalen Struktur feine Verteilung des Rohphosphates zu erzielen und so ein Produkt mit wirksamer Phosphorsäure zu erhalten. Meines Wissens werden zurzeit an den Versuchsstationen Untersuchungen mit Plauson'schem Kolloidphosphat durchgeführt, über die wir nächstens weiteres hören werden.

Den ersten veröffentlichten Bericht über ein Kolloidphosphat finde ich in der Zeitschrift der Landwirtschaftskammer für Braunschweig<sup>7)</sup>.

Dieses Kolloidphosphat ist von der Firma de Haën (Hannover) bezogen, und ich vermute, daß es sich um ein ähnliches Erzeugnis wie das Plauson'sche Kolloidphosphat handelt, das auf der Achema-Ausstellung in Hamburg bereits in verschiedenen Präparaten von Dr. Plauson vorgeführt wurde. Dieses Kolloidphosphat enthält 31,93 % Gesamtposphorsäure. Dr. Gehring berichtet über die Ergebnisse von sechs Versuchen zu Wintergerste, Kartoffeln, Sommergerste, Hafer und Winterroggen. Von diesen Versuchen waren nur zwei mit Kontrollparzellen versehen, nämlich die zu Wintergerste (Kirchberg) und zu Winterroggen (Daspe). In der Tabelle I sind die Ergebnisse der Versuche und die mittleren Versuche der beiden erwähnten Versuche mit Kontrollparzellen zusammengestellt. Das Kolloidphosphat wirkte nach diesen Versuchen befriedigend.

<sup>7)</sup> A. Gehring: Düngungsversuche mit Rhenaniaphosphat im Vergleich mit sonstigen Phosphorsäuredüngern. Zeitschrift der Landwirtschaftskammer für Braunschweig, 1922, S. 177.

Tabelle I.

Ergebnisse von Düngungsversuchen der landwirtschaftlichen Versuchsstation Braunschweig mit verschiedenen Phosphorsäuredüngern 1922.

Frucht, Versuchsansteller, Boden und Düngung	Ertrag pro ha in dz		Mehrertrag gegen ohne Phosphor- säure		Rein- gewinn pro ha M
	Korn, Knollen	Stroh	Korn dz	Stroh dz	
	1. u. 6. mittlere Erträge				
1. Wintergerste, Schüler, Kirchberg, auf gutem Tonboden					
Ungedüngt . . . . .	21,03	20,75	—	—	
0,3 dz P 205 als Superph. . . . .	23,25	22,11	2,58	1,58	12 928
0,6 " P 205 "					

## c) Rohphosphatmehl mit Zusatz von gemahlenem Schwefel.

Wie im Engrais<sup>8)</sup> 1921, S. 299, berichtet wird, haben die Forscher Lippmann und MacLean und Lint untersucht, ob man durch Verwendung von gemahlenem Schwefel, der dem Rohphosphatmehl zugemischt wird, eine höhere Wirkung der Rohphosphatphosphorsäure erzielen kann. Man erwartet, daß durch die im Boden sich vollziehende Oxydation von Schwefel in Schwefelsäure ein genügender Aufschluß des schwerlöslichen Rohphosphates in Dicalciumphosphat stattfindet. Die genannten Arbeiten brachten folgende Ergebnisse:

1. Die Oxydation des Schwefels macht die Phosphorsäure des Rohphosphates in Citratlösung und selbst bis zu einem gewissen Grade in Wasser löslich. Die Bildung von Sulfat geht parallel der Bildung von löslicher Phosphorsäure.

2. Die Feuchtigkeit ist von wesentlicher Bedeutung für die Oxydation des Schwefels.

3. Gute Durchlüftung und warme Witterung beschleunigen den Prozeß.

4. Die stärkste Bildung von löslicher Phosphorsäure findet in einer Tiefe von 7–10 cm unter der Oberfläche statt.

5. Die Feinheit der Mahlung des Phosphates ist nicht ohne Bedeutung, doch soll diese nicht überschätzt werden.

6. Die Tätigkeit der Mikroben ist von wesentlicher Bedeutung für die Aufschließung der Phosphorsäure. In mikrobearmen Böden verläuft der Prozeß sehr langsam.

7. Salpetersalze wirken hemmend und können die Bildung von löslicher Phosphorsäure zum Stillstand bringen.

8. Kohlensaurer Kalk wirkt immer hemmend.

9. Die Ausbeute ist umgekehrt proportional der vorhandenen Menge organischer (löslicher) Substanzen.

10. In Böden, welche von Alkalien befreit sind, drückt die Oxydation des Schwefels die Tätigkeit der stickstoffbindenden Bakterien herab. Die Oxydation des Schwefels im Boden wirkt nicht nur lösend auf die Phosphorsäure, sondern befördert auch die Bildung von Ammoniak und Salpetersalzen.

Man will gefunden haben, daß nach 24 Monaten 84 % der angewandten Phosphorsäure in lösliche Form (citratlöslich und 17 % wasserlöslich) übergeführt werden konnten. Das Verfahren, aus gepulvertem Schwefel mit Rohphosphatmehl in Mischung mit Humuserde ein Düngemittel mit löslicher Phosphorsäure herzustellen, bietet keine industriellen Möglichkeiten, da einerseits die Gesteungskosten zu hoch sind, ferner die Dauer des Prozesses zu lang ist, und zu viele Faktoren, welche man nicht in der Hand hat, mitsprechen.

## d) Phosphathumus von Stoklasa, Prag.

Über ein von Professor Stoklasa, Prag, eingeschlagenes Verfahren zur Verarbeitung von Rohphosphat, habe ich bisher erst eine kurze Vornotiz gefunden<sup>9)</sup>. Demnach wird vom Verein für chemische und metallurgische Produktion in den Fabriken in Lana und Kralup ein biologisch aufgeschlossener Stickstoff-Phosphorsäuredünger erzielt, der nach dem Verfahren von Professor Stoklasa, Prag, hergestellt wird und sich durch aktive Ammonisationsbakterien auszeichnen soll. Ein Gramm dieses neuen Düngers soll bis 2 Milliarden Bakterien enthalten.

## e) Ephosphosphat.

Im Novemberheft der Londoner Zeitschrift „The Fertiliser“ wird S. 423 von einem neuen Phosphorsäuredünger berichtet, von dem Gefäßversuche zum erstenmal in der Ausstellung in Bath und auf der West Show in Plymouth durchgeführt wurden. Es handelt sich hierbei um das sogenannte Ephosphosphat (Ephos basic phosphate), das mit einem Gehalt von 85–95% zitronensäurelöslicher Phosphorsäure gehandelt wird. Nähere Angaben über diese Herstellung des neuen Düngemittels sind in der Mitteilung nicht enthalten. Gegenwärtig sind 120 Versuche seitens der landwirtschaftlichen Versuchsanstalten und Behörden im Gange, und auch auf der letzten Ausstellung in Dumfries wurde ein Gefäßversuch mit diesem neuen Düngemittel ausgestellt, von dem die Mitteilung eine Abbildung bringt. Der Versuch wurde zu Senf ausgeführt.

1. Ungedüngt . . . . .	17,50 g	lufttrockene Masse
2. Stickstoff und Kali . . . . .	45,30 g	„
3. Stickstoff, Kali, Superphosphat . . . . .	64,95 g	„
4. Stickstoff, Kali, Ephosphosphat . . . . .	71,73 g	„

Das Interesse, welches diesem Produkt in der englischen Landwirtschaft entgegengebracht wird, beweist, daß auch in den Ländern mit normaler Valuta infolge des hohen Schwefelsäurepreises das Problem

<sup>8)</sup> S. S. 13 Dabbeville, Du choix des engrais phosphates. Phosphates ou superphosphates?

<sup>9)</sup> Wiener Neue Freie Presse, Nr. 20, 780, vom 7./7. 1922, Dr.-Ing. Kallbrunner, Interessante neue Bestrebungen in der Landwirtschaft.

der Verwertung von Phosphat ohne Schwefelsäureaufschluß aktuell geworden ist.

Das Ephosphosphat wird zugleich als radioaktiver Phosphatdünger in den Anzeigen der englischen Düngerzeitschriften empfohlen. Ob hier tatsächlich die Radioaktivität eine Rolle spielt, konnte ich noch nicht ermitteln. Von vornherein steht man derartiger Propaganda etwas kritisch gegenüber.

Jedenfalls läßt sich als eine Folge des Weltkrieges feststellen, daß das Ernährungsproblem, namentlich für die unter den Folgen des Krieges besonders leidenden Länder, außerordentlich an Bedeutung zugenommen hat, und daß in dieser Frage das Phosphorsäureproblem eine große Rolle spielt. [A. 291.]

## Neue Apparate.

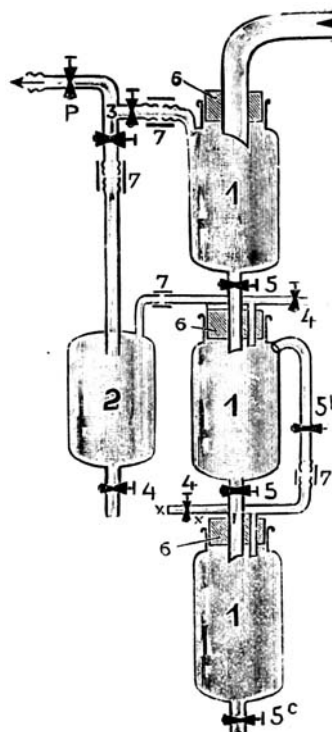
## Vakuumvorlage für Destillationsapparate zur fraktionierten Destillation.

Von PAUL KLEES, Düsseldorf.

Diese in allen Größen ausführbare Vakuumvorlage hat sich bei der fraktionierten Destillation größerer Mengen als sehr brauchbar erwiesen.

Hat sich eine Fraktion angesammelt, so wird diese nur durch Schließung des unteren Glashahnes 5 von der Apparatur ausgeschaltet, die Destillation geht ohne Unterbrechung weiter. Das folgende Destillat läuft zum nächsthöheren Behälter. Will man in Erwartung zahlreicher Fraktionen die unterste Vorlage entleeren, so schließt man Hahn 5b

Anschluß an Pumpe



Einlauf vom Kühler

1. Zylindrische Gefäße für Destill. Etwa  $\frac{1}{2}$  l fäh.
2. Abscheider: verhindert das Übergehen von eventuell kondensierter Flüssigkeit in die Pumpe.
3. T-Stück m. drei Glashähnen 2 mm Bohr. zweckmäßig in dieser Anordnung.
4. Entlüftungen: 2 mm Glashähne.
5. Durchgangshähne in 4 mm Bg.
6. Gummistopfen.
5. b) Dient zum unter Vakuumhalten der oberen Gefäße.
5. b) schließen Hahn 4, öffnen durch 5c am unteren Gefäß ablaufen lassen.
7. Gummischlauchverbindungen. Nach Beendigung Hahn P schließen. Entlüftungshähne 4 öffnen und außerdem Abscheiderhahn.

und stellt durch Öffnung des unteren Entlüftungshahnes 4 Atmosphärendruck her, entleert alsdann durch 5c. Soll ohne jede Unterbrechung weitergearbeitet werden, so wird die entleerte Vorlage durch den Entlüftungshahn 4 unten mit Hilfe einer zweiten Vakuumpumpe evakuiert, und dann ohne weiteres mit der Apparatur durch Öffnung des Hahnes 5b verbunden. Will man ohne eine zweite Pumpe auskommen, so schließt man Hahn 4 unten und öffnet langsam Hahn 5b, die Unterbrechung der Destillation dauert in diesem Falle, wenn eine gute Pumpe zur Verfügung steht, etwa  $\frac{1}{2}$  Minute. Dieser Vorgang ist bei allen Gefäßen derselbe. Der Apparat kann in Röhren- oder Kugelform zur Anwendung kommen. Letzterer ist hauptsächlich dann empfehlenswert, wenn es an Platz mangelt. Der Apparat in Röhrenform wird praktisch am Ende des Arbeitstisches angebracht. Man kann beliebig viele Fraktionen abnehmen, ohne die Destillation unterbrechen zu müssen.

## Neuer Dampfüberhitzer für Laboratorien.

Von KURD VON HAKEN, Hamburg.

Bei vielen Synthesen, Extraktionen, sowie bei Teer- und Öldestillationen spielen der überhitzte Wasserdampf oder andere Dämpfe eine große Rolle. Es war bisher mit Schwierigkeiten und unverhältnismäßigem Verbrauch an Gas oder Heizmaterial verbunden, für das Laboratorium überhitzten Dampf herzustellen, deshalb ist seine Verwendung noch nicht systematisch durchstudiert. Erwähnt seien die erst in den letzten Jahren angemeldeten Patente betreffs Zersetzung von Calciumcarbid mit überhitztem Wasserdampf.