

Zeitschrift für angewandte Chemie.

XVIII. Jahrgang.

Heft 31.

4. August 1905.

Alleinige Annahme von Inseraten bei den Annoncenexpeditionen von August Scherl G. m. b. H., und Daube & Co., G. m. b. H., Berlin SW. 12, Zimmerstr. 37—41

sowie in deren Filialen: **Breslau**, Schweidnitzerstr. Ecke Karlstr. 1. **Dresden**, Seestr. 1. **Elberfeld**, Herzogstraße 38. **Frankfurt a. M.**, Kaiserstr. 10. **Hamburg**, Alter Wall 78. **Hannover**, Georgstr. 39. **Kassel**, Oberer Königstr. 27. **Köln a. Rh.**, Hohestr. 145. **Leipzig**, Petersstr. 19, I. **Magdeburg**, Breiteweg 184, I. **München**, Kaufingerstraße 25 (Domfreiheit). **Nürnberg**, Kaiserstraße Ecke Fleischbrücke. **Stuttgart**, Königstr. 11, I. **Wien I**, Graben 28.

Der Insertionspreis beträgt pro mm Höhe bei 45 mm Breite (3 gespalten) 15 Pfennige, auf den beiden äußeren Umschlagseiten 20 Pfennige. Bei Wiederholungen tritt entsprechender Rabatt ein. Beilagen werden pro 1000 Stück mit 8.— M für 5 Gramm Gewicht berechnet; für schwere Beilagen tritt besondere Vereinbarung ein.

INHALT:

B. Tacke: Die Chemie im Dienste der Moorkultur und Moorkolonisation 1201.
Edmund O. von Lippmann: Die chemischen Kenntnisse des Dioskorides 1209.
Leo Ubbelohde: Der wahre Tropfpunkt und ein Apparat zu seiner Bestimmung 1220.
R. Benemann: Beitrag zur Analyse des Salpeters 1225.
J. Ephraim: Der Entwurf eines holländischen Patentgesetzes 1225.

Sitzungsberichte.

Chemische Gesellschaft Heidelberg 1228.

Referate:

Photochemie 1230; — Apparate und Maschinen 1231; — Explosivstoffe, Zündstoffe; — Keramik, Glas, Zement, Baumaterialien 1235.

Wirtschaftlich-gewerblicher Teil:

Tagesgeschichtliche und Handelsrundschau: Neu-York: Dynamitverbrauch in Zentral- und Südamerika; — Louisiana: Gewinnung von Reisöl; — Verwendung von Naturgas in der nordamerikanischen Hochofenindustrie 1239; — Australien: Zinn und Wolfram in Queensland; — Handelsnotizen 1240; — Personalnotizen; — Neue Bücher 1242; — Bücherbesprechungen 1243; — Patentlisten 1245.

Verein deutscher Chemiker:

Bezirksverein Belgien: Groll: Apparat zu elektrolytischen Analysen; — Gasmessapparat; — Bezirksvereine Aachen, Rheinland und Rheinland-Westfalen: Gemeinsamer Ausflug in das Rheinische Braunkohlengebiet 1248.

Die Chemie im Dienste der Moorkultur und Moorkolonisation¹⁾.

Von Prof. Dr. B. Tacke-Bremen.

Ihre letztjährige Tagung führte Sie in den Brennpunkt der chemischen Industrie des Oberrheins und gab Ihnen besondere Gelegenheit, gerade diejenigen Gebiete der angewandten Chemie in verschiedensten Richtungen zu studieren, auf denen die gewaltigen Fortschritte unserer Wissenschaft wohl am stärksten in die Augen fallen. Kein Wunder, daß diese letztjährige Hauptversammlung auch in ihrer wissenschaftlichen Ausbeute unter allen Versammlungen des Vereins eine hervorragende Stelle einnimmt.

Solches, wie in Baden und in der fröhlichen Pfalz Ihnen hierin geboten, können wir in Bremen nicht aufweisen. Wenn auch in dem Leben und Treiben einer großen Stadt, und insbesondere einer großen Handelsstadt, die Hilfsmittel der Chemie vielfach in Anspruch genommen werden, und der eine oder andere vielleicht in einer speziellen Frage hier sein Wissen erweitern kann,

von einer nennenswerten Entwicklung der chemischen Industrie kann hier keine Rede sein. Und doch hoffe ich, Ihnen trotz alledem den Nachweis führen zu können, daß die Anwendung der Chemie auf einem äußerlich allerdings weniger glanzvollen Felde als dem der chemischen Großindustrie, systematisch von dem eigens dafür berufenen Institut hier in Bremen begonnen und seit mehr als zweieinhalb Jahrzehnt betrieben, eine große Bedeutung auf nationalem und volkswirtschaftlichem Gebiet beanspruchen kann. Ich meine die Hilfe der Chemie auf dem Gebiete der Nutzbarmachung der Moore. Um welche Werte es sich hierbei handelt, mögen Sie daraus ersehen, daß nach den allerdings nicht ganz zuverlässigen statistischen Aufnahmen im Deutschen Reich etwa 500 Geviertmeilen Moorboden vorhanden sind, in der benachbarten Provinz Hannover rund 100 Geviertmeilen und im Großherzogtum Oldenburg etwa 17 Geviertmeilen. Der östlich an das bremische Gebiet grenzende Regierungsbezirk Stade besitzt allein etwa 34 Geviertmeilen Moor, die gegen 30% der Gesamtbodenfläche einnehmen. Wenn auch große Flächen der Kultur gewonnen sind, so harren noch sehr viel größere der wirtschaftlichen Erschließung, in der Provinz

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Chemiker zu Bremen am 16./6. 1905.

Hannover vielleicht $\frac{2}{3}$ der ausgedehnten Hochmoorflächen. Die Moorkultur selbst ist allerdings schon recht alt und kann z. B. in unserem Nachbarland Holland auf eine vielhundertjährige Entwicklung, bei uns im deutschen Nordwesten auf eine etwa anderthalbhundertjährige Geschichte zurückblicken, aber erst die Anwendung der Chemie, insbesondere der agrikulturchemischen Forschung und Methodik hat das Verständnis der hundertjährigen praktischen Erfahrung erschlossen und dem Fortschritt neue Bahnen gewiesen.

Als wichtigstes Hilfsmittel erwies sich die Chemie, d. i. die chemische Bodenanalyse, für die Klassifizierung der verschiedenen Moorbildungen. Die vorhandenen Moore sind sehr verschiedener Art, je nach den Pflanzengemeinschaften, die sie gebildet haben, und deren Vorkommen und Gedeihen in der Üppigkeit, wie sie zur Bildung mächtiger Moorschichten notwendig ist, nicht zum wenigsten abhängig ist von dem Nährstoffgehalt des Mediums, in oder auf dem sie leben. In ihrem Nährstoffbedürfnis äußerst anspruchslose Gewächse, Torfmoose, Heidekräuter, bestimmte grasartige Pflanzen, wie Wollgräser und Simsen, haben unsere ausgedehnten und mächtigen Hochmoore gebildet; andere, in ihren Ernährungsverhältnissen anspruchsvollere Pflanzengemeinschaften, namentlich Gräser, Seggen und Sumpfpflanzen die heute in unkultiviertem Zustand meistens eine Grasnarbe tragenden Niederungsmoore, die volkstümlich auch als Wiesen- oder Grünlandsmoore bezeichnet werden. Zwischen beiden extremen Moorbodenformen finden sich in der Natur zahlreiche Übergangsformen, die bald der einen oder anderen näher stehen. Auf die Einzelheiten der Entstehung und Bildung derselben einzugehen, ist hier um so weniger am Platze, als in einer der noch folgenden Sitzungen der Botaniker der Moorversuchsstation, Dr. Weber, den augenblicklichen Stand der Forschung auf dem Gebiet der Entstehung der Moore darlegen wird. Hier genügt es darauf hinzuweisen, daß die chemische Zusammensetzung dieser verschiedenartigen Moorbildungen eine sehr verschiedene ist, und daß wir in der chemischen Analyse, insbesondere in dem Gehalt der verschiedenen Böden an Eisenoxyd und Tonerde, Mangan, Schwefel, an Kali und Phosphorsäure, vor allem an Kalk und Stickstoff ein sehr scharfes Mittel besitzen, sie zu klassifizieren und weiterhin auf ihren Wert für Kulturzwecke zu beurteilen.

Namentlich in dem ersten Jahrzehnt des Bestehens der Moorversuchsstation sind durch

den früheren Leiter derselben, den jetzigen Geh. Oberregierungsrat Dr. Fleischer im Preußischen landwirtschaftlichen Ministerium, der sich auch um den Ausbau der naturwissenschaftlichen Grundlagen der Moorkultur sehr verdient gemacht hat, die Methoden der Moorbodenuntersuchung gearbeitet und die durchschnittlichen Zahlen für die in den verschiedenen Moorbodenformen vorhandenen Mengen an wichtigen Pflanzennährstoffen ermittelt worden. Die große praktische Bedeutung dieser Zahlen liegt darin, daß sie uns in Stand setzen, an der Hand der für diese verschiedenen Moorbodenformen bei Düngungsversuchen gemachten Erfahrungen das Bedürfnis derselben nach Pflanzennährstoffen mit ziemlich großer Sicherheit zu bestimmen. Für die in gewisser Hinsicht einseitig zusammengesetzten, an einzelnen wichtigen Pflanzennährstoffen entweder sehr armen oder sehr reichen Moorbodenarten, leistet in der angedeuteten Richtung die Bodenanalyse weit mehr, als bis heute trotz heißen Bemühens der Agrikulturchemiker für die weniger extrem zusammengesetzten mineralischen Bodenarten.

Die große Bedeutung der Moorbodenanalyse für die praktische Moorkultur wird seitens der moorwirtschaftlichen Praxis auch vollkommen anerkannt. Wohl kaum wird eine Moormelioration von größerem Umfang ausgeführt, bei der nicht vorher eine eingehende Untersuchung der Bodenbeschaffenheit vorgenommen worden ist. Derartige Untersuchungen nehmen den größten Teil der von der Moorversuchsstation im unmittelbaren Interesse der landwirtschaftlichen Praxis geleisteten äußeren Arbeit in Anspruch. In der Zeit ihres Bestehens sind gegen 14 000 Moorbodenproben vorwiegend norddeutscher Herkunft auf ihre Zusammensetzung hin untersucht worden. Der Zahl der Proben nach stehen die moorreichen Gebiete wie die Provinzen Hannover, Pommern, Ost- und Westpreußen, Posen und Brandenburg obenan.

Wenn auch bei der Beurteilung der Kulturwürdigkeit eines Moores und der bei der Melioration desselben zu ergreifenden Maßnahmen neben den rein bodenkundlichen eine Reihe meliorationstechnischer, allgemein wirtschaftlicher und speziell landwirtschaftlicher Erwägungen mitsprechen, die Grundlage für alle Entschlüsse gibt uns die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Bodens. Infolge der größeren Leistungsfähigkeit der Moorbodenanalyse ist es ferner möglich, die durch die Kultur hervorgerufene Anreicherung des Bodens,

die Vermehrung des Vorrats an aufnehmbaren Pflanzennährstoffen durch Düngung mit ziemlicher Sicherheit festzustellen, eine für die moorwirtschaftliche Praxis sehr wichtige Frage.

Für die von Natur an Stickstoff und Kalk außerordentlich reichen und lediglich unter Zufuhr kali- und phosphorsäurehaltiger Kunstdüngungsmittel zu bewirtschaftenden Niederungsmoore hat Anfang der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts der Rittergutsbesitzer R i m p a u in Cunrau ein Kulturverfahren erfunden und in großem Maßstabe praktisch auf seiner Besitzung durchgeführt, die sogenannte Moordammkultur oder Sanddeckkultur, die sich glänzend bewährt hat, und mit deren Hilfe seitdem namentlich in Deutschland Tausende von Hektaren wenig fruchtbaren Niederungsmoorbodens in bestes Kulturland verwandelt worden sind. Der nicht besandete reine Moorboden ist für Ackerfrüchte ein wenig geeigneter Standort. Die Gefahr des Ausfrierens der Früchte im Winter, der Schädigung durch Spätfröste im Frühjahr und Vor sommer, des Verdorrens im Sommer ist außerordentlich groß, die Bewirtschaftung der nicht mit einer tragenden Sanddecke versehenen Flächen ist sehr schwierig. Durch Aufbringen einer etwa 10—12 cm starken Schicht geeigneten, am besten mittelkörnigen, humusfreien Sandes nach genügender Entwässerung werden diese Übelstände mit einem Schlage fast völlig gehoben und ein Ackerboden gewonnen, der an Höhe und auch an Sicherheit der Erträge diejenigen der besten bekannten Bodenarten erreicht und übertrifft. Für das Gelingen der ersten Anlagen dieser Art, von dem namentlich die allgemeinere Verbreitung der Moordammkultur in hohem Grade abhängig war, lagen die örtlichen Bedingungen in Cunrau sehr günstig. Als man das Verfahren auf Moore übertrug, die an sich für diese Methode der Melioration weniger geeignet waren, blieben starke Fehlschläge nicht aus. Diese würden der Ausbreitung der segensreichen Kulturmethode sicher ein großes Hemmnis bereitet haben, wenn es nicht gelungen wäre, durch systematische Forschung, in erster Linie mit Unterstützung der Chemie die Ursachen des Mißlingens in den einzelnen Fällen zu ermitteln und die Forderungen aufzustellen, die namentlich auch betreffs der Bodenbeschaffenheit unbedingt erfüllt sein müssen, wenn Aussicht auf Gelingen der Kultur vorhanden sein soll. Auf diese Weise ist die Sanddeckkultur oder Moordammkultur Rimpaus bei völliger Wahrung ihrer Grundprinzipien zu einer Methode von allgemeiner

Verwendungsfähigkeit erhoben worden. Da die Böden dieser Art im allgemeinen keiner Stickstoffzufuhr, sondern nur einer Düngung mit Kali und Phosphorsäure bedürfen, so stellt der in den darauf gewonnenen Ernten enthaltene Stickstoff eine namhafte Bereicherung der Stickstoffvorrates der Wirtschaft dar. Da auf Moordammkulturen weiterhin die Anwendung tierischer Düngemittel nicht angebracht ist, so können die auf denselben gewonnenen Stroh- und Futtermassen und der daraus erzeugte tierische Dünger anderwärts Verwendung finden. Das ist von um so größerer Bedeutung, als die Bewirtschaftung von Moordammkulturen in der Regel mit derjenigen armer, sogenannter leichter Sandböden verbunden ist, deren Kulturzustand dann durch die Möglichkeit stärkerer Düngerzufuhr beträchtlich gehoben werden kann. So ist die Rimpausche Moordammkultur nach verschiedenen Richtungen von großem Segen gewesen. Auch nachdem man erkannt hat, daß bei genügender Bodenfeuchtigkeit auf Niederungsmoorboden bei schwacher Entwässerung ohne Bedeckung mit Sand, also auf wesentlich billigerem Wege Wiesen- und Weideland von größter Ertragsfähigkeit geschaffen werden kann — eine Form der Moormelioration, die mit Rücksicht auf die Lage des landwirtschaftlichen Gewerbes in besonders großem Umfang in den letzten Jahrzehnten Anwendung gefunden hat —, ist es wiederum die Bodenanalyse, die uns sichere Unterlagen für die Art des Vorgehens, die Düngung und die Ansaat edlerer Wiesengewächse bietet. Weitaus die Mehrzahl der auf ihren Kulturwert hin untersuchten Moorflächen ist zu dem letztgenannten Zweck kultiviert worden, und in Landstrichen, wo solches in größerem Umfang geschieht, ist der Fortschritt der Bodenkultur auf Schritt und Tritt erkennbar, denn gute Wiesen sind die Amme des Ackers.

Bei der Kultivierung derartiger Moore werden durch die Entwässerungsgräben vielfach die tieferen Moorschichten oder der mineralische Untergrund unter dem Moore angeschnitten und die ausgehobenen Bodenmassen über die Beete verteilt, unter Umständen muß sogar der Sand zum Bedecken des Moorbodens bei Anlage Rimpauscher Moordammkulturen gänzlich aus dem Untergrund entnommen werden, wenn ein anderes geeignetes Bedeckungsmittel in der Nähe nicht zu erlangen ist. Bei dem nicht seltenen Vorkommen von Doppelschwefeleisen in Form des leicht zersetzlichen Wasserkieses in den tieferen Moorlagen und im Sanduntergrund, der unter dem Einfluß der Luft in schwefelsaures Eisenoxydul und freie

Schwefelsäure übergeht, droht die Gefahr, daß durch Überbringen derartigen giftigen Bodens die Pflanzen geschädigt, die Kultur auf Jahre hinaus vergiftet wird. Die Mengen von Schwefeleisen sind in manchen Moorböden sehr groß. So wurden unlängst in den tieferen Lagen eines schlesischen Moores solche große Mengen von Schwefelsäure in pflanzenschädlicher Form gefunden, daß deren Gesamtmenge über 200 000 kg in einer 20 m mächtigen Schicht von 1 ha Fläche betrug. Die Chemie gibt uns das Mittel, durch vorherige Untersuchung der betreffenden Schichten, z. T. nach einfachen Methoden im freien Felde, wie qualitative Prüfung auf Eisenoxydul und schweflige Säure diese Pflanzenschädlinge festzustellen und unsere Kulturen vor deren schädlicher Wirkung zu schützen. Und selbst wenn durch irgend einen Umstand diese pflanzenschädlichen Substanzen auf die Kulturflächen gelangt sind, können wir den Schaden bessern durch quantitative Ermittlung der vorhandenen Mengen schädlicher Stoffe und Zufuhr von Kalk in basisch wirkender Form in einer Menge, die zur Neutralisation der gebildeten Säuremengen sicher ausreicht.

Niederungsmoore sowie die für die Anwendung der R i m p a u schen Moordammkulturen an sich nicht geeigneten relativ kalk- und stickstoffarmen Hoochmoore liegen im Gebiet der Nordseeküste vielfach über sehr nährstoffreichem Marschboden, der häufig auf große Tiefe mit der Hand oder Maschinen heraufgeschafft und zur Anreicherung und Verbesserung der physikalischen Verhältnisse der Oberflächenschichten, bei Hochmoor am besten durch Vermischen mit der Oberflächenschicht, nicht durch Bedecken derselben, benutzt wird. Namentlich in den Übergangsschichten vom Moor zu dem Marschboden finden sich häufig ebenfalls beträchtliche Mengen von Schwefeleisen, das an die Oberfläche gebracht in derselben Weise giftig wirkt, wie bei Moordammkulturen nach R i m p a u scher Art schwefeleisenhaltiger Sand.

Da die giftigen Bodenschichten, die als Maibolt, Pulvererde, Knick usw. bezeichnet werden, in der Regel keinen oder nur sehr geringe Mengen von kohlen saurem Kalk enthalten, im Gegensatz zu den unverdächtigen, so machten die Moorkolonisten seit langem ohne Kenntnis des Zusammenhangs ganz empirisch Gebrauch von Säuren, insbesondere von Scheidewasser oder Salzsäure für die Erkennung des giftigen Bodens. Brauste die betreffende Bodenschicht nicht auf, so war sie verdächtig und wurde nicht ver-

wendet. Auch hier hat die chemische Untersuchung die Ursachen der Erscheinungen aufgedeckt und namentlich auch die auffallende Tatsache zu erklären vermocht, daß die Vergiftung der Pflanzen durch derartigen Boden in gewissen Fällen erst nach längerer Zeit eintritt. Dann enthielt derselbe ursprünglich neben Schwefeleisen noch geringe Mengen von kohlen saurem Kalk, jedoch nicht in genügender Menge, um alle Schwefelsäure, die sich aus dem vorhandenen Schwefeleisen bilden konnte, zu binden. Da die Oxydation desselben einen längeren Zeitraum erfordert, so werden die zunächst entstehenden Mengen von Schwefelsäure durch den vorhandenen kohlen sauren Kalk unschädlich gemacht. Erst in dem Augenblick, in dem der ganze vorhandene Vorrat an solchem zersetzt ist, treten die Vergiftungserscheinungen auf. Das kann unter Umständen erst nach Jahresfrist geschehen, so daß das Unheil erst bei der zweiten oder dritten Ernte auf derartigen Böden eintritt.

Für den deutschen Nordwesten stehen sowohl nach der Flächenausdehnung als nach ihrer Bedeutung für die Frage der Gründung neuer Bauernstellen, der Besiedlung, die Hoochmoore im Vordergrund des Interesses, und ihnen hat sich naturgemäß die Tätigkeit der Moorversuchsstation in besonderem Maße von Anfang an zugewandt. Der Nachbarstaat Holland konnte schon zu einer Zeit, in der bei uns an eine planmäßige Besiedlung der wüst daliegenden Hoochmoorflächen noch niemand dachte, auf eine jahrhundertlange glänzende Entwicklung seiner zahlreichen Hochmoorkolonien zurückblicken. Allerdings wurde dort deren Gründung und Ausbau durch eine Reihe besonders günstiger Umstände, die eingehend hier zu erörtern zu weit führen würde, befördert.

Erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts begann im deutschen Nordwesten, namentlich in der nächsten Nachbarschaft Bremens, im Gebiet der alten Herzogtümer Bremen und Verden eine ausgedehnte Moorbesiedlung, deren Träger die Staatsverwaltung war, und die in ihrer Art als mustergültig bezeichnet werden kann. Unter Leitung hervorragender Lokalbeamten, unter denen an erster Stelle der Königl. Moorkommissar F i n d o r f f zu nennen ist — die dankbare Nachwelt hat ihm ein einfaches Denkmal auf dem mitten aus dem Moore emporsteigenden Weiherberge bei Worpsswede, der bekannten Malerkolonie, gesetzt — bei verständiger Beachtung der anderwärts, namentlich in Holland, gemachten Erfahrungen wurden im Laufe der 2. Hälfte des 18. und des 1. Drittels des 19. Jahrhunderts weit über

100 Dörfer im Moore begründet und in verhältnismäßig kurzer Zeit mit Kolonisten besetzt. Leider standen der kolonisierenden Verwaltung nicht so reichliche Mittel wie in Holland zur Verfügung, wodurch namentlich der Ausbau von Schiffsstraßen in größerem Profile, die in Holland zur blühenden Entwicklung der Moorkolonien wesentlich beigetragen haben, behindert wurde. Je nach der Gunst der Lage und der Tüchtigkeit ihrer Bewohner nahmen die verschiedenen Moorkolonien einen verschiedenen Entwicklungsgang, aber selbst unter den günstigsten Verhältnissen erreichten sie bald einen toten Punkt, über den hinaus wenigstens mit den damaligen Hilfsmitteln der moorwirtschaftlichen Technik kein Fortschreiten möglich war. Als Düngemittel kam fast ausschließlich nur tierischer Dünger in Betracht; dessen Menge hing ab von der Größe des Viehstandes, und dieser konnte nur so weit ausgedehnt werden, als es das in der Regel spärlich vorhandene Wiesenland zuließ. Solches fand sich entweder nur in den schmalen, mit von Natur graswüchsigen, niederungsmoorartigen Bildungen erfüllten Schlenken oder Bachtälern, die unsere Hochmoore öfters durchziehen, oder wurde auf den in nicht allzu großer Ausdehnung vorhandenen abgetorften Flächen angelegt. Der Futterbau auf dem nicht abgetorften Hochmoor war unbekannt. Dauernder Düngermangel, das war die Signatur der Hochmoorhöfe bis zum letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts. Künstliche Düngemittel wurden hin und wieder angewendet, jedoch fast durchgehends mit unbefriedigendem Erfolg, da man die Bedingungen für ihre Wirksamkeit nicht kannte. Sie gerieten im Moor nach und nach in völligen Verruf. Hier hatte die Arbeit der Moorversuchsstation in erster Linie einzusetzen und vor allem die Bedingungen zu erforschen, von denen die Wirkung der künstlichen Düngemittel auf dem Hochmoorboden abhängig ist. Daß bestimmte Arten derselben auf Niederungsmooren eine ausgezeichnete Wirkung ausübten, war allerdings, namentlich durch die bei der Ausbreitung der Rimpau'schen Moordammkultur gemachten praktischen Erfahrungen bekannt. Für den ganz anders gearteten, im Gegensatz zum Niederungsmoor stark sauren, kalk- und stickstoffarmen Hochmoorboden mußten jedoch eingehende chemische Untersuchungen im Laboratorium verbunden mit Gewächshausversuchen und mit vergleichenden Düngungsversuchen im freien Felde, in den Mooren selbst, die Bedingungen klarstellen, von denen die Wirksamkeit der in Betracht kommenden Kunst-

düngemittel abhängt. Wenn das in verhältnismäßig kurzer Zeit mit befriedigender Sicherheit gelang, so ist das in erster Linie dem Umstand zuzuschreiben, daß auf Schritt und Tritt auf diesem unerforschten Gebiet die Chemie als solche sich als sicherste Führerin erwies, und daß bei den Fragen an die Natur selbst durch das Experiment, durch den vergleichenden Versuch die Fragestellung erfolgte nach der in letzter Linie für alle exakte, experimentelle insbesondere auch chemische und agrikulturchemische Forschung gültigen Methodik. So haben sich denn die künstlichen Düngemittel nach vorheriger Zufuhr von kalkhaltigen Meliorationsmitteln auf dem Hochmoorboden bei zweckmäßiger Art der Anwendung als hervorragende Hilfsmittel des Acker- und Wiesenbaues erwiesen. Es gelang, mit Hilfe derselben nicht nur die Erträge des schon vorhandenen älteren Kulturlandes weit über das bekannte Maß hinaus zu erhöhen, sondern auch neu kultiviertes Hochmoorland in kürzester Frist und weit schneller, als es vordem möglich war, in fruchtbares Acker- und Wiesenland überzuführen. Es ist als ein besonders günstiger Umstand zu preisen, daß die Entwicklung der Moorkultur mit der großartigen Entwicklung der chemischen Düngerindustrie zusammenfiel, und daß diese den Moorböden die ihnen gerade nötigen Pflanzennährstoffe in der denkbar geeignetsten Form darbieten konnte. Andererseits ist jedoch auch nicht zu verkennen, daß die Erfolge der Anwendung künstlicher Düngemittel gerade auf moorigen Bodenarten zu der immer ausgedehnteren allgemeinen Verwendung derselben beigetragen haben. Nachdem man gelernt hatte, die künstlichen Düngemittel auf Hochmoor richtig zu verwenden, und mit Hilfe derselben auch anspruchsvollere Gewächse auf demselben zu erziehen, war es möglich, mit einem Schlage der Landwirtschaft auf dem Hochmoorboden alle die gewaltigen Fortschritte der landwirtschaftlichen Technik zuzuführen, welche die Landwirtschaft gegen Ende des vorigen Jahrhunderts charakterisieren. Futterbau, Dauerwiesen und Weiden, Fruchtwechsel und Fruchtfolge, Gründüngung unter Benützung der Bodenimpfung, Anbau hochgezüchteter und marktfähigerer Kulturpflanzen, diese Stichworte kennzeichnen den gewaltigen Fortschritt des landwirtschaftlichen Betriebes auf Hochmoor durch planmäßige Anwendung künstlicher Düngemittel, und wenn auch das Heil der Hochmoorkultur in einer kombinierten Verwendung von tierischen und künstlichen Düngemitteln zu erblicken ist, ohne die letztgenannten wäre die heutige

blühende Entwicklung der Hochmoorkultur undenkbar.

Nicht nur die bestehenden Hochmoorbesiedlungen erwachten zu neuem Leben, was besonders bedeutungsvoll, man getraute sich, nach dem Beispiel der Vorfahren die Besiedlung noch wüster Hochmoore in großem Maßstabe wieder zu beginnen. Bahnbrechend ging auf diesem Wege als erste die Provinzialverwaltung der Provinz Hannover durch Anlage der neuen Hochmoorkolonie Provinzialmoor im großen Bourtangermoor auf dem linken Ufer der Ems vor, ihr folgte bald darauf die preußische Verwaltung durch umfangreiche Kolonisationsarbeiten in nordwestdeutschen und ostdeutschen Mooren. Die Entwicklung und die Blüte der ältesten dieser Unternehmungen, die auf fast $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnt des Bestehens zurückblicken können, und in denen mit allen neuen Mitteln der moorwirtschaftlichen Technik gearbeitet wird, ist der beste Beweis dafür, daß die Grundlagen, auf denen sich das Werk aufgebaut, und die nicht zum geringsten Teil chemischer Forschung zu danken sind, die richtigen sind.

Ich kann es mir nicht versagen, einige hierher gehörige Einzelfragen, die wohl allgemeineres fachwissenschaftliches Interesse beanspruchen können, wenigstens kurz zu berühren.

Die Hochmoorböden sind gekennzeichnet durch einen hohen Gehalt an freien Humussäuren, die starke chemische und physiologische Reaktionen auszuüben vermögen. Diese Substanzen gehören einem Kapitel der organischen Chemie an, das sich leider bis jetzt keiner besonderen Vorliebe der organischen Chemiker zu erfreuen gehabt hat. Die Art der Entstehung der freien Humussäure wie der Prozeß der Vortörung überhaupt ist noch recht dunkel, die Eigenschaften der verschiedenen Formen derselben sind, da eine Reindarstellung bis jetzt nicht möglich war, noch wenig erforscht. Die löslichen Formen derselben scheinen für gewisse Kulturgewächse bis zu einem bestimmten Grade schädlich zu sein, wenn andererseits die dahingehenden Befürchtungen übertrieben sind, ebenso wie die behauptete Behinderung der Diffusionsvorgänge im Moorboden durch den Einfluß der freien Humussäuren nicht besteht, durch welche die Ernährungsverhältnisse auf sauren Moor- und Heideböden angeblich so ungünstig werden sollen, daß dort nur Pflanzenkrüppel zu sehen seien. Sicher genügt es, auf den sauersten Hochmoorböden einen kleinen Teil der vorhandenen freien Humussäure, vielleicht nur den leicht löslichen, durch Zufuhr basisch wirkender kalkhaltiger

Meliorationsmittel abzustumpfen, eine stärkere Zufuhr von Kalk wirkt sogar direkt schädlich, ein außerordentlich überraschendes Ergebnis. Über die letzten Ursachen dieser Erscheinungen sind wir trotz vieler Bemühungen noch nicht im Klaren. Tatsache ist, daß die ertragsschädigende Wirkung stärkerer Kalkungen auf diesen von Natur kalkarmen und stark sauren Böden mit unbedingter Sicherheit trotz aller Vorkehrungen eintritt. Zum Teil liegt das wohl darin begründet, daß die durch Reaktion zwischen dem Kalk und den freien Humussäuren entstandenen Humate unter dem Einfluß der Luft, vielleicht unter Mitwirkung von Mikroorganismen, fortwährend wieder in kohlen-sauren Kalk zerfallen und durch erneutes Wirksamwerden desselben die Wirkung einer einmaligen Kalkung weit über das erwünschte Maß gesteigert wird. Daneben sind jedoch sicher noch andere Ursachen wirksam, die noch der näheren Erforschung bedürfen. Es scheinen die Bedingungen für die Tätigkeit stickstoffzersetzender Bakterien im Hochmoorboden um so günstiger zu sein, je stärker er gekalkt ist, und hierauf ist wahrscheinlich z. T. die ungünstige Wirkung stärkerer Kalkungen zurückzuführen.

Die Gegenwart großer Mengen von freien Humussäuren selbst in dem zweckmäßig meliorierten und gekalkten Hochmoorboden erklärt die auffallend günstige Wirkung, die bestimmte schwerlösliche Düngemittel, wie gewisse Rohphosphate, z. B. Algierphosphat, auf demselben ausüben, die auf nicht sauren Moor- oder auf Mineralböden sich viel weniger wirksam, sogar völlig unwirksam erweisen. Durch die Einwirkung der freien Humussäuren entstehen aus den in Wasser unlöslichen Phosphaten Verbindungen, welche die Phosphorsäure in leicht löslicher, z. T. wasserlöslicher und den Pflanzen zugänglicher Form enthalten, so daß diese billigen Rohphosphate für den Hochmoorboden ebenso geeignete Düngemittel darstellen, als die viel teurere Thomasschlacke.

Andererseits bewirken diese freien Humussäuren, daß schädliche Wirkungen gewisser Nebenbestandteile einzelner Kunstdüngemittel auf dem Hochmoorboden viel stärker auftreten, als auf anderen Bodenarten. So erweisen sich schon sehr geringe Mengen des leider auch jetzt noch öfters im Chilesalpeter vorkommenden überchlorsauren Kalis, des Perchlorats, auf Hochmoorboden in viel stärkerem Maße giftig, als auf anderen Böden, da durch Einwirkung der freien Humussäuren das Perchlorat unter Entstehung freier Überchlorsäure zersetzt wird. Ferner hat sich bislang das nach Frank

auf elektrischem Wege aus dem Stickstoff der Luft hergestellte stickstoffhaltige Düngemittel, das Calciumcyanamid auf sauren Böden weniger bewährt als auf anderen Bodenarten, vielleicht deshalb, weil durch Einwirkung der freien Humussäuren auf das Calciumcyanamid das sehr giftige Dicyanamid entsteht²⁾. Es ist im Interesse unserer einheimischen Produktion sowie der Sicherstellung der dauernden zukünftigen Versorgung unserer Hochmoorböden mit Stickstoffdünger zu wünschen, daß die Fortsetzung der Versuche mit Calciumcyanamid, dem sogenannten Kalkstickstoff die Wege zeigt, wie die schädlichen Nebenwirkungen zu vermeiden sind, oder daß es der chemischen Industrie gelingt, ohne wesentliche Verteuerung den Stickstoff des Calciumcyanamids in eine andere für den Hochmoorboden geeignete Form überzuführen.

Von ebenso großem, wissenschaftlichem Interesse wie von praktischer Bedeutung sind die chemischen Untersuchungen, die sich auf die kolloidale Beschaffenheit der Humussubstanz der Moore beziehen. Erfreulicherweise hat sich ja in den letzten Jahren die theoretische Chemie der Kolloide besonders angenommen, unter denen sowohl die kolloidalen Lösungen als die festen Kolloide zu verstehen sind. Die Resultate dieser Forschungen werden sich für die Chemie der Humusböden, namentlich für das Verständnis der Reaktionen zwischen diesen und den ihnen zugeführten Pflanzennährstoffen äußerst fruchtbar erweisen und manche bislang unverständliche und in praktischer Hinsicht wichtige Erscheinung aufklären. Vor allem auch die für die Nachhaltigkeit der Düngung auf Humusböden bedeutungsvolle und in vielen Punkten noch dunkle Frage der sogenannten Absorption der Pflanzennährstoffe wird durch die Erkenntnis der Eigenschaften der kolloidalen Substanzen wesentlich gefördert werden und erst dann auch eine Abgrenzung der im Boden entstehenden chemischen und der sogenannten Adsorptionsverbindungen, die wir als Äußerungen der Oberflächenenergie zu betrachten haben, möglich sein.

Erwähnt sei hier das außerordentlich auffallende Verhalten der Phosphorsäure des natürlichen Hochmoorbodens, die in diesem in den Pflanzen fast völlig unzugänglicher Form sich findet. Schon ein Austrocknen des Moorbodens bei Zimmertemperatur führt einen erheblichen Teil dieser Phosphorsäure in leicht lösliche, für die Pflanzenernährung geeignete Form über, in noch stärkerem

Maße eine Austrocknung bei höherer Temperatur. Auf Moorfeldern, die gebrannt werden — das berüchtigte Kulturverfahren, das den verhaßten Moorrauch entstehen läßt — bildet sich ohne Verbrennung des Bodens, also ohne Einäscherung, lediglich durch den Einfluß der Wärme und des Austrocknens eine namhafte Menge leicht löslicher Phosphorsäure. Wir vermögen diese Erscheinung nicht anders zu erklären, als daß durch Wärme und Wasserverlust die Struktur der kolloidalen humosen Substanzen des Bodens und damit deren Oberflächenenergie geändert und die dadurch festgehaltene Phosphorsäure frei wird. Umgekehrt scheinen bei Zufuhr bestimmter Nährstoffe zum Moorboden gewisse Mengen derselben durch den gleichen Vorgang der Adsorption so fest gebunden zu werden, daß die Pflanzenwurzeln ihn nicht aufzunehmen vermögen; erst wenn diese auf der kolloidalen Beschaffenheit des Moorbodens beruhende Fähigkeit der Adsorption erschöpft ist, tritt plötzlich und sprunghaft die starke Wirkung des zugeführten Pflanzennährstoffs hervor. Es bietet einen besonderen Reiz, diesen Fragen, bei denen sich theoretisches Interesse und praktische Bedeutung auf das engste berühren, nachzugehen, und ich bedauere nur, daß es uns im Drange der Tagesarbeit vielfach an der Zeit gefehlt hat, uns so intensiv mit denselben zu beschäftigen, wie sie es verdienen.

Jeder Kultur des Moorbodens muß eine mehr oder weniger starke Entwässerung vorangehen, die früher fast nur durch offene Gräben bewerkstelligt wurde. Diese meistens in engem Netz vorhandenen Gräben erschweren außerordentlich die Bewirtschaftung, namentlich auch die Anwendung von Maschinen und Geräten, stellen in den an ihren Rändern und Böschungen wachsenden Pflanzen die Brutstätten für viele tierische und pflanzliche Feinde dar, die von dort aus unsere Felder heimsuchen und entziehen schließlich eine nicht unbeträchtliche Fläche des Landes der Benutzung. In der jüngsten Zeit ist man immer mehr dazu übergegangen, diese offenen Gräben durch eine unterirdische Entwässerung in zweckmäßiger Form, durch Drainage unter Verwendung von Tonröhren oder Faschinen mit bestem Erfolge zu ersetzen. Dadurch gewinnt man große, nicht durch hindernde Gräben unterbrochene Feld- und Wiesenflächen, die nach jeder Richtung die Bewirtschaftung erleichtern und auch verbilligen. Für die allgemeinere Anwendung dieser Art der Entwässerung ist es nicht ohne Bedeutung gewesen, daß durch die chemische Untersuchung der Bodenluft

²⁾ Experimentell nachgewiesen ist bis jetzt meines Wissens die Entstehung von Dicyanamid unter dem Einfluß freier Humussäuren nicht.

der Nachweis erbracht werden konnte, daß die Drainage für die Entwässerung und Durchlüftung des Moorbodens mindestens dasselbe leistet wie die offenen Gräben. Dieses Ergebnis zerstörte ein altes, gegen die Drainage, des Moorbodens herrschendes Vorurteil und ebnete der Ausbreitung dieser wertvollen, auch wirtschaftlich noch nach anderer Richtung bedeutsamen Methode der Entwässerung die Wege. So tritt bei vielen neuen, schwierigen und die Praxis der Moorkultur tief berührenden Fragen die Forschung mit den Hilfsmitteln der Chemie als allzeit getreue Gehilfin in den Dienst unserer Arbeiten.

Neben der landwirtschaftlichen Ausnutzung der Moore spielt die Verwendung derselben zu technischen Zwecken, namentlich zur Brennstoffgewinnung, eine große Rolle. Es gibt allerdings vielleicht wenige Gebiete, auf denen sich der Geist berufener wie unberufener Erfinder so schrankenlos getummelt hat, als auf dem Felde der technischen Torfverwertung. Alle möglichen und unmöglichen Dinge sind aus dem Torf hergestellt worden, Gewebe und Alkohol, Guano und Parkettböden, Schmuckgegenstände und Isoliermassen, eine Unzahl Patente sind erteilt und häufig mit großer Reklame angepriesen worden, um sang- und klanglos bald völliger Vergessenheit anheimzufallen, nicht selten, nachdem Leichtgläubige vorher große Mittel daran gesetzt hatten. Abgesehen von der Verarbeitung geeigneter Moore auf Torfstreu und der seit Alters her bekannten Gewinnung von Brenntorf, sind uns bis jetzt nur wenige technische Verfahren bekannt, bei denen ein Massenverbrauch an Torf in Frage kommt, die eine Prüfung bestanden haben oder doch eine ernste Würdigung verdienen. Vornehmlich bezwecken alle diese Verfahren die Darstellung eines höherwertigen Brennstoffs aus dem Torf oder die Verwendung desselben im Großen zur Erzeugung mechanischer Kräfte. Das größte Hindernis für die rentable technische Verwertung liegt in dem hohen Wassergehalt des Torfes, und trotz heißen Bemühens ist bis jetzt noch kein technisches Verfahren gefunden, auf künstlichem Wege mit Aussicht auf Gewinn diesen großen Wasserüberschuß aus dem Torf zu entfernen. Richtig angelegte Entwässerungsgräben, Sonne und Wind leisten das immer noch viel billiger als die sinnreichsten Patente. Darin liegt aber, namentlich unter unseren klimatischen Verhältnissen, eine große Unsicherheit für die Einrichtung umfangreicher, auf Torfverwertung begründeter Betriebe, da es häufig in regenreichen Jahren nicht möglich ist, Brenntorf in für

Großbetriebe ausreichender Menge herzustellen.

Eigenartig ist die in den letzten Jahren versuchte Anwendung der Elektrizität zur Entwässerung des Torfes nach dem Verfahren des Grafen Scherwin. Durch die Untersuchungen von Quincke aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts ist schon längst bekannt, daß zwischen Suspensionen und Medium eine elektrische Potentialdifferenz besteht, und daß durch Einwirkung des elektrischen Stromes auf diese Suspensionen eine Verschiebung der festen Teilchen gegen die Flüssigkeit eintritt. Durch Anwendung dieses Verfahrens auf das kolloidale Torf-Wassergemisch des natürlichen Torfes tritt in ähnlicher Weise eine Verschiebung der Flüssigkeit gegen die feste Masse ein unter Abfluß eines Teiles der Flüssigkeit. Es ist mir nicht bekannt, ob dieses Verfahren im Großen die Feuerprobe bestanden hat.

Solches ist jedoch unter bestimmten Voraussetzungen der Fall bei der von dem Ingenieur M. Ziegler in Berlin erdachten Torfverkohlung, der seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiete der Braunkohlenverschweelung mit Erfolg auf den Torf übertragen hat. Der Torf wird in stehenden Retorten verkohlt, deren Erhitzung ähnlich wie bei den neueren Koksöfen durch die bei der Verkohlung selbst entstehenden Gase geschieht und dabei werden neben einer der Holzkohle gleichwertigen Torfkohle eine Reihe wertvoller Nebenprodukte, Teer, Ammoniak, Holzgeist, Essigsäure, Paraffin und Leuchtöle gewonnen. Das Ergebnis eines längeren, unter sachverständiger staatlicher Kontrolle in der ersten Anlage dieser Art in dem benachbarten Oldenburg durchgeführten Versuches ist recht günstig gewesen, obwohl diese Anlage noch mit allen den Mängeln behaftet war, die naturgemäß ihr als erster anhafteten, und die bei künftigen vermieden werden können. Bei genügend großem Anlage- und Betriebskapital und unter der Voraussetzung, daß die Torfkohle in großen Mengen stets zu einem entsprechenden Preis verwertet werden kann, muß das Ziegler'sche Verfahren als durchaus wirtschaftlich bezeichnet werden.

Besondere Beachtung verdienen die Vorschläge des Professors Dr. Frank, in den Mooren selbst große Kraftzentralen zu schaffen, wenn es nicht gelingen sollte, den Torf preiswert in eine Form zu bringen, der eine weite Verfrachtung zu den Orten industrieller Verwertung gestattet. Zunächst hatte er die Verwendung des Torfes zum Betrieb großer Dampfmaschinen und daran angeschlossener Dynamomaschinen ins Auge

gefaßt. Die gewonnene Elektrizität sollte entweder an Ort und Stelle im Moore selbst für elektrochemische Prozesse, z. B. die Erzeugung von Calciumcarbid oder Kalkstickstoff benutzt oder durch Fernleitungen als hochgespannter Strom den Verbrauchsorten zugeführt werden. Die Aussichten für diese Bestrebungen sind noch wesentlich günstiger geworden, nachdem in den letzten Jahren die Gaskraftmaschinen für Benutzung geringwertiger Gase immer vollkommener geworden sind. Namentlich wenn es gelingt, diese Maschinen für die Verwendung halbtrocknen Torfes geeignet zu machen, halte ich das Problem der Anlage von großen industriellen Betrieben im Moore für gelöst, denn halbtrockenen Torf kann man selbst in niederschlagsreichen Gegenden und nassen Jahren in genügenden Mengen herstellen, um darauf große industrielle Betriebe zu begründen. Die dann in den großen Mooren des norddeutschen Flachlandes zu errichtenden Kraftzentralen würden uns einen Ersatz bieten für die gewaltigen Wasserkräfte, mit denen die Natur andere Gegenden beschenkt hat. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß bei allen diesen Bestrebungen für die technische Verwertung der Moore der Chemie eine hervorragende Mitwirkung zufällt.

Um so freudiger würde aber die endgültige Lösung dieser bedeutsamen technischen Probleme zu begrüßen sein, weil Moorkultur und technische Torfverwertung keinen Gegensatz bilden und Industrie und Landwirtschaft in den Mooren sich gegenseitig auf das kräftigste zu unterstützen vermögen. Wie z. B. in Holland die blühende Veenkultur in den Hochmooren durch die vorhergehende Abtorfung des Moores bedingt ist, so ist es sehr wohl möglich, daß auch in unseren deutschen Mooren das von der Industrie unter gewissen, leicht durchführbaren Vorichtsmaßregeln ausgenutzte Moor nachher der landwirtschaftlichen Benutzung zufällt, und daß dort, wo vorher Torfmaschinen und Torfbagger ihr Wesen trieben, nachher der Pflug des Landwirts seine Furchen zieht, und grünende Saaten sprießen.

In ihrer letzten Sitzung hat die Zentralmoorkommission in Berlin, die berufene Beraterin der Preußischen landwirtschaftlichen Verwaltung in allen Moorangelegenheiten, den Beschluß gefaßt, die Bereitstellung außergewöhnlicher Mittel für die Zwecke der Moorbeseidlung zu befürworten, damit die Erschließung und Kolonisation der Moore in schnellerem Tempo als bisher fortschreiten könne. In nationalem und volkswirtschaftlichem Interesse ist auf das innigste zu wünschen, daß diesem Antrag stattgegeben

werden kann. Wenn dann in einer hoffentlich nicht zu fernen Zukunft die großen Moorödländflächen mit oder ohne Beteiligung der Industrie der Kultur gewonnen sind, tausend und abertausend Bauernfamilien in den Mooren ein zwar arbeitsreiches aber sicheres und befriedigendes Dasein finden, wenn dadurch die Kaufkraft unseres Inlandmarktes gestärkt, die Wehrkraft unseres Volkes gehoben und einer Bevölkerung, die zu den besten Gliedern am Körper unseres Volkes gehört, Wohnstätten bereitet werden, dann danken wir diesen freudigen Erfolg nicht zum letzten unserer Wissenschaft, der Chemie.

Die chemischen Kenntnisse des Dioskorides¹⁾.

Von Prof. Dr. EDMUND O. VON LIPPMANN.
(Eingeg. d. 21./6. 1905.)

Gegen Ende des ersten nachchristlichen Jahrhunderts, etwa um das Jahr 75 oder 80, vollendeten zwei, gleichzeitig, aber völlig unabhängig voneinander wirkende Schriftsteller ihre Hauptwerke: Plinius seine „Naturgeschichte“, über deren chemischen Inhalt ich auf der Hauptversammlung von 1893 berichtet²⁾, und Dioskorides seine „Arzneimittellehre“, den Gegenstand meines heutigen Vortrages. Die „Naturgeschichte“ des Plinius ist eine das Gesamtgebiet naturhistorischer Kenntnisse umfassende Encyklopädie, deren Wert für die Geschichte der Wissenschaft gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann, trotz des Mangels an Kritik und des Überflusses an Aberglauben; diese und andere Fehler wird man übrigens milderer Auges ansehen, wenn man überlegt, daß Plinius nur ein Liebhaber der Naturkunde, dem Berufe nach aber Reitergeneral war, und daß in der Regel einem solchen noch heutzutage die Abfassung einer naturwissenschaftlichen Schrift nicht leicht tadellos gelingen dürfte. Dem Soldatenstande gehörte auch Dioskorides an; die sehr spärlichen Nachrichten über seinen Lebenslauf besagen, daß er zu Anazarba in der kleinasiatischen Landschaft Cilicien geboren war, als praktischer römischer Militärarzt Kriege in verschiedensten Gegenden mitmachte und hierbei die Provinzen des Weltreichs, ihre Bewohner, und ihre Produkte aus eigener An-

¹⁾ Vortrag auf der Hauptversammlung zu Bremen, 15./6. 1905.

²⁾ Siehe diese Z. 1893, 383; ausführlich erschien die Arbeit in der Festschrift der „Naturforschenden Gesellschaft des Osterlandes“. (Altenburg 1892.)