

Zeitschrift für angewandte Chemie

Seite 721 — 736

Aufsatzteil

5. Dezember 1913

Zu Th. Zinckes Rücktritt vom Lehramt.

Am 1. 10. 1913 ist Geheimrat Prof. Dr. Theodor Zincke nach vierzigjähriger akademischer Tätigkeit vom Lehramt zurückgetreten. Fast vier Decennien hat er das Ordinariat für Chemie an der Universität Marburg bekleidet: der prächtige Bau des dortigen chemischen Instituts wurde von Zincke durchdacht und eingerichtet, als das alt-ehrwürdige Laboratorium, in dem einst Bunsen und Kolbe gewirkt hatten, zu klein geworden war. Tausende von Ärzten und Oberlehrern verdanken ihre chemische Ausbildung dem Unterricht Zinckes, Hunderte von Chemikern sind aus seiner Schule hinausgegangen in die Praxis; und für alle Zeiten bewahren sie ihrem Lehrer die aufrichtigste Dankbarkeit dafür, daß er sie zu den Grundtugenden des Chemikers erzogen hat: zu ordnungsliebendem, genauem, sauberem Arbeiten und zu strenger Selbstkritik, die das Fundament sind für das erste Erfordernis bei jeglicher wissenschaftlicher Tätigkeit: für die Zuverlässigkeit.

Mit einer wirklich seltenen Aufopferung hat sich Zincke den akademischen Unterrichtspflichten gewidmet; solange es die Frequenz des Institutes zuließ, hat er fast täglich mit jedem Praktikanten, auch mit dem jüngsten Anfänger, über dessen jeweilige Arbeiten gesprochen; als später die große Zahl der Studierenden eine gewisse Beschränkung auferlegte, hat er durch eine wohlgedachte und ständig kontrollierte Organisation des Unterrichtsbetriebes, der ebenso wie die Einrichtungen des Institutes den Geist des Lehrers widerspiegelte, aufs beste für eine gründliche und vielseitige Ausbildung der Praktikanten gesorgt.

Wenn Zincke auch streng dem oft — noch beim Abschied von seinen Praktikanten — von ihm betonten Grundsatz folgte, daß der Universitätslehrer in erster Linie den Studenten gehört, so hat doch seine wissenschaftliche Tätigkeit darunter nicht im mindesten gelitten, und die gleiche Bewunderung, die Zincke als Pädagoge verdient, gebührt ihm auch als Forscher. Seine Untersuchungen über die Ketochloride der iso- und heterocyclischen Systeme und die meist an Vertretern dieser Körperklasse ausgeführten Ringspaltungen haben für die Erforschung der Beziehungen zwischen aromatischen, hydroaromatischen und aliphatischen Systemen; sowie auch für die Auffassung von Additionsreaktionen, reichhaltiges, noch mancherlei Perspektiven eröffnendes Material geliefert. Seine Arbeiten über den Polymorphismus des Benzophenons und über die Hydrobenzoinne stellen wichtige Beiträge für das Isomerieproblem dar; seine Studien über Pseudophenole, Orthochinone, Methylenchinone, Chinole usw., die vielfach in Beziehung zu den Untersuchungen über Ketochloride stehen, sind von großer Bedeutung für unser Wissen vom Wesen der chinoiden Bindung. Genannt seien noch die interessanten Arbeiten über Azimido- und Pseudoazimidoverbindungen, über die Farbstoffe des Pyridins und des Furfurols, sowie über die in jüngster Zeit von Zincke entdeckten Arylschwefelhalogenide.

Vor wenigen Monaten hat Zincke seinen 70. Geburtstag gefeiert. Die stattliche Anzahl früherer Schüler und Mitarbeiter — es waren über 70 — die von Nah und Fern gekommen waren, um dem Jubilar persönlich ihre Glückwünsche auszusprechen, und die Hunderte von schriftlichen und telegraphischen Gratulationen haben aufs beste Zeugnis abgelegt von der großen Verehrung und steten Dankbarkeit, die Zinckes Jünger ihrem Lehrer und Meister entgegenbringen.

Karl Schaum. [A. 244.]

Die künstlichen Düngemittel und ihre Bedeutung für die Weltwirtschaft.¹⁾

Von Dr. KONRAD KUBIERSCHKY, Eisenach.

(Eingeg. 28./10. 1913.)

„Meine verehrten Damen, sehr geehrten Herren! Auch ich bin in den Strudel der Jahrhundertfeier geraten, und es ist wohl natürlich, wenn ich nun versuche, Ihre Aufmerksamkeit auf ein Kulturgebiet zu lenken, auf das wir Chemiker im abgelaufenen Jahrhundert tätigen und erfolgreichen, ja wohl entscheidenden Einfluß ausgeübt haben.“

Ich muß davon absehen, Ihnen ein einigermaßen umfassendes Bild von den Lebensverhältnissen vor 100 Jahren zu entwerfen, und ich beschränke mich darauf, zweier Männer Erwähnung zu tun, deren Lebenswerke zu jener Zeit die Öffentlichkeit beschäftigten. Der Engländer Malthus (geb. 1766) veröffentlichte um die Wende des 18. Jahrhunderts sein „Principle of population“, das in verhältnismäßig rascher Aufeinanderfolge bis zum Jahre 1817 5 Auflagen erlebte, und dessen Bedeutung wohl schon daraus erhellt, daß es auch heute noch, wenn nicht gelesen, so doch gern zitiert wird. In den Jahren 1809—1812 ließ Albrecht Thaeer (geb. 1752) seine „Grundsätze der rationellen Landwirtschaft“ erscheinen; die Behandlung des Bevölkerungsproblems auf der einen Seite und auf der anderen eine Lehre von der bestmöglichen Ausnutzung der Hauptquelle menschlichen Wohlstandes. Die Malthusschen Lehren lösten unbeabsichtigt einen weitgehenden Pessimismus in bezug auf die weitere Vermehrung des Menschengeschlechtes aus; demgegenüber sprach aus Thaeers Worten ein praktischer, gesunder und heilsamer Optimismus. Es mag dahingestellt bleiben, inwieweit die hier zugrundeliegenden gegensätzlichen Weltanschauungen in das allgemeine Bewußtsein eingedrungen waren; jedenfalls waren sie mit die Träger der geistigen Atmosphäre, in der einer der größten unserer Zunft, Justus von Liebig, aufwuchs. Heute vor 100 Jahren war er zwar erst 10 Jahre alt, aber an seinen hellen Kinderangen sind sicherlich die Strömungen der Zeit nicht spurlos vorübergegangen. Hinzu kam, daß die große Völkerkatastrophe der französischen Revolution noch in lebendiger Erinnerung war, daß die Macht eines Napoleon eben im Begriffe stand, zusammenzustürzen; wenige Jahre später, 1816—1817 litten die Länder Europas unter der Geißel eines Hungersnot, deren Schrecken auf den Knaben Liebig, wie aus seinen Schriften hervorgeht, einen tiefen Eindruck gemacht haben müssen. So reifte der Jüngling heran und aus jener Saat erwuchs im Jahre 1840 das Werk, welches einen Markstein in der Kulturgeschichte der Menschen bedeutet: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“.

Gestützt auf tiefgründige naturwissenschaftliche Erkenntnis und getragen vom weitsehendem, historischem Sinn, weist Liebig nach, daß Gedeihen und Vergehen der Völker weniger glücklichen oder unglücklichen Kriegen oder rein politischen Konstellationen als vielmehr der Pflege gesunder Bodenkultur zu verdanken ist. Das erwähnte Werk mit seiner glänzenden und eindringlichen Beredsamkeit wirkt geradezu wie eine Offenbarung; ich selbst erinnere mich noch sehr wohl des gewaltigen Eindruckes, den es auf mich als Jüngling gemacht hat. Ist auch Liebig nicht frei von Irrtümern und Mißverständnissen gewesen, und hat er, der noch die chinesische Landwirtschaft bewunderte, unsere Düngemittelindustrie nicht

¹⁾ Vortrag gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker am 19. September 1913 zu Breslau. S. auch Angew. Chem. 26. I. 511 (1913).

einmal geahnt, so ist er doch deren geistiger Urheber gewesen.

Sehr bald bemächtigte sich die Industrie Englands der neuen Lehren. Im Jahr 1841 fällt die Errichtung der ersten englischen Superphosphatfabrik; bis 1846 folgten ebendort drei weitere. Deutschland nahm die Superphosphatfabrikation erst 1850 auf.

Von Seiten der Lehrer und Praktiker der Landwirtschaft hatte Liebig allerlei Andeutungen und heftige Angriffe oft sehr gehässiger Art zu erdulden, und erst 1864, bei Herausgabe der 8. Auflage seiner Agrikulturohemie durfte er sagen, daß seine Lehren in weiteren landwirtschaftlichen Kreisen Wurzel geschlagen hatten.

Der Widerspruch, den Liebig gefunden hat, ist nur zu begreiflich. Die Grundsätze, nach denen bis dahin die Landwirtschaft gearbeitet hatte, waren durch die Jahrtausende geheiligt, und der Gedanke, daß die organischen Lebewesen mineralischer Nahrung bedürfen sollten, erschien absurd. Liebig wollte gleichsam aus Steinen Brot machen.

Daß die Pflanzen Asche mit mineralischen Bestandteilen enthielten, wußte man. Über die Herkunft dieser Aschenbestandteile hatte man aber unklare und zuweilen recht sonderbare Auffassungen. Die Preisfrage der preussischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1800, ob die erdigen Bestandteile der Getreidearten aus dem Boden stammen oder „durch die Wirkung der Organe der Vegetation erzeugt werden“¹⁾, hielten wohl viele noch für offen, und mit Thäer nahmen sie an, daß Pflanzen und Tiere befähigt seien, erdige Bestandteile zu bilden²⁾.

Die Grundlage der Fruchtbarkeit des Bodens bildete einfach der Humus³⁾, und wenn im übrigen gelegentlich eine Erschöpfung des Bodens eintrat, und wenn darüber nach Liebig auch ganze Völker zugrunde gegangen sein sollten, so hielt man das eben für ein gottgewolltes Fatum.

Solange die Menschen Ackerbau treiben, haben sie immerhin allerlei Mittel angewendet, die Ertragsfähigkeit des Bodens zu steigern. Schon die alten Ägypter betrieben Bewässerungsanlagen, die vielleicht niemals ihresgleichen gefunden haben, und die Römer beschränkten sich nicht darauf, mit tierischen und pflanzlichen Abfallstoffen zu düngen, sondern wendeten bereits auch den Mergel zur Bodenverbesserung an. Die Verwendung von Kalk, Gips, Knochenmehl, Guano (1710), ist lange vor Liebig bekannt und gepflegt worden; demgegenüber möchte ich mich, auch im Sinne der Jahrhundertbetrachtung, nur auf die Stoffe beschränken, die durch die Hand des Bergmannes und des Chemikers ihren Weg in den Acker finden, und zwar die sogenannten anorganischen (mineralischen) Düngemittel, enthaltend Stickstoff, Phosphorsäure und Kali.

Nach dem alten Protagoras ist der Mensch das Maß aller Dinge, und wenn wir uns den Menschenkörper rein chemisch betrachten so finden wir, daß er, abgesehen von einem Wassergehalt von etwa 65%, in seiner Trockensubstanz etwa 12% mineralische Stoffe enthält. Demgegenüber dürfte die Pflanzensubstanz im großen Durchschnitt nur etwa 6% enthalten. Der Mensch nimmt also rein materiell eine Mittelstellung zwischen Pflanze und Erde ein, und es ist fast zu verwundern, daß die alte biblische Weisheit: „Von Erde bist Du genommen, zu Erde sollst Du wieder werden“, nicht früher zu der Erkenntnis geführt hat, daß die Millionen Tonnen gewisser Grundstoffe, wie vor allem Calcium und Phosphor, die die Milliarden Menschen, sowie große und kleine Tiere mit sich herumtragen und herumgetragen haben, jeweils zum Teil verloren gehen müssen und schließlich nicht wieder den Weg finden in den segenspendenden Pflanzennährboden.

Einige Pflanzenaschenbestandteile, wie Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Eisen usw. sind meist reichlich vorhanden, und etwa fehlendes kann leicht ersetzt werden, im übrigen aber haben die Menschen lange mit unzureichenden Mitteln gegen die Bodenerschöpfung gekämpft.

Der Umfang und die materielle Bedeutung des Pflanzenlebens auf dem Erdenrund wird im allgemeinen sicher weit unterschätzt. Wir pflegen eben die Dinge mit Maßstäben zu messen, die uns nahe liegen, und so erscheint uns z. B. unsere Steinkohlenproduktion mit ihren jährlich mehr als

1000 Mill. t als etwas so Überschwengliches, daß man aus der Minderung oder gar dem Versiegen dieser Quelle einen Zusammenbruch unserer Kultur befürchtet. Es kann einigermassen beruhigen, wenn wir uns dann klar werden, daß die Pflanzensubstanz, die die Erde jährlich hervorbringt, wasserfrei gedacht, wenigstens 35 000 Mill. t ausmachen dürfte. Die Menge des darin enthaltenen Kohlenstoffes ist etwa 12–15mal so groß wie die der jährlichen Kohlenförderung. Aus der jährlich erzeugten wasserfreien Pflanzensubstanz ließe sich über die ganze Länge des Äquators eine Mauer auftürmen zu 30 m Dicke und 30 m Höhe, ein Bauwerk, gegenüber dem die chinesische Mauer anmutet wie ein liliputanisches Spielzeug.

Die von der Pflanzensubstanz jährlich re-sorbierte Mineralsubstanz, die Asche allein, würde genügen, um eine Äquatormauer von 3–5 m Dicke und ebensoviel Höhe zu errichten.

Von den pflanzlichen Hauptnahrungsmitteln machen nur die Körnerfrüchte: Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Mais, Reis zusammen mit den Kartoffeln jährlich mehr als 600 Mill. t aus, d. h. etwa halb soviel als die Kohlenförderung. In Eisenbahnwagen verladen, würde ein Zug zusammenzustellen sein, der 15mal um den Äquator geht.

Die angeführten Zahlen mögen zeigen, mit welchen Maßstäben der organische Haushalt der Natur, der auch der unsere ist, arbeitet.

Eine wichtige konstitutive Rolle in der organischen Lebewelt kommt auch dem Stickstoff zu, und lange Zeit war man und ist wohl heute noch gelegentlich geneigt, der Zufuhr von Stickstoffverbindungen ausschließliche Bedeutung zuzumessen.

Salpeter, das erste im großen Maßstabe angewendete stickstoffhaltige Düngemittel, haben angeblich zuerst italienische Bauern schon vor Jahrhunderten als solches benutzt. Die Versuche wurden später, im Anfange des 17. Jahrhunderts, unter Karl I. in England wiederholt. Die Fortsetzung dieser und ähnlicher weiterer Versuche mußte aber immer wieder aufgegeben werden, weil der Salpeter zu teuer war.

Auch das große chilenische Salpeterlager wurde, trotzdem es bereits seit 1809 industriell ausgebeutet wurde, als Düngemittel zwar beachtet, trat aber erst seit 1830 regelmäßig in landwirtschaftlichen Verbrauch, nachdem die Preise auf ein entsprechendes Niveau zurückgegangen waren. Von 1830–1834 brachte Chile 16 600 t Salpeter auf den Markt, von welcher Menge auch nur erst ein Teil zu Düngezwecken Verwendung fand. 20 Jahre später hatte sich der Absatz bereits verzehnfacht, bis Ende der 70er Jahre verhundertfacht, und er ist heute mit 2 1/2 Mill. t jährlich annähernd 1000mal so groß als vor 80 Jahren. Die Entwicklung hat sich stetig bis in die neueste Zeit fortgesetzt. Noch 1892 hatte die Salpeterproduktion einen Eisenbahnzug gefüllt, der von Hamburg bis Paris gereicht hätte; 1902 hätte sich die Länge des Zuges schon bis über Toulouse in Südfrankreich hinaus gestreckt, und noch 10 Jahre später: 1912, erreichte die Länge des Zuges Kap St. Vincent, die Südwestspitze von Europa⁴⁾.

Angesichts der lebhaften Steigerung des Salpeterbedarfes traten Ende des vorigen Jahrhunderts Besorgnisse auf, die chilenischen Lager möchten bald erschöpft werden, und die preussische Regierung sah sich Anfang dieses Jahrhunderts veranlaßt, eine besondere Kommission zur Untersuchung der einschlägigen Verhältnisse nach Chile zu entsenden. Die damaligen Ermittlungen legten in der Tat die Befürchtung nahe, daß nach dem derzeitigen Absatz die Lager in 44 Jahren abgebaut sein würden. Inzwischen, d. h. seit etwa 10 Jahren, ist der Absatz weiter auf annähernd das Doppelte gestiegen, und trotzdem rechnet man noch auf eine Ergiebigkeit der chilenischen Lager von mehr als 100 Jahren. Die Hoffnungen auf die Entdeckung von Salpeterlagern an anderer Stelle sind allerdings recht gering geworden, und es ist im Interesse einer gesunden Dauerwirtschaft nur zu begrüßen, daß sich rechtzeitig die Aufmerksamkeit auf ein anderes stickstoffhaltiges Düngemittel gelenkt hat. Das Ammonsulfat, anfänglich lediglich ein Nebenprodukt aus der Leuchtgasfabrikation, wurde zwar als Düngemittel bereits Anfang der 60er Jahre angewendet.

find indessen bis Ende der 80er Jahre vorigen Jahrhunderts nur in mäßigem Umfang Eingang. Hier setzte die Erzeugung dieses Düngemittels aus den Steinkohlenkokergasen ein. Der Weltverbrauch ist bei der damit eingetretenen Steigerungsfähigkeit der Produktion dann in schnellem Tempo auf rd. 1,2 Mill. t bis heute gestiegen, eine Menge, die etwa 60% des Weltverbrauches an Salpeter, nach der Stickstoffmenge berechnet, entspricht⁵⁾.

Ebenfalls geboren aus der Furcht vor drohender Stickstoffnot wurden die Bestrebungen, den in unserer Atmosphäre in unerschöpflichen Mengen vorhandenen Stickstoff in eine für die Pflanze genießbare Form zu bringen. Birkeland und Eydé, Schönherr u. a. lehrten den Stickstoff in der Hochglut des elektrischen Flammenbogens zu verbrennen und die Verbrennungsgase auf Salpetersäure und salpetersaure Salze zu verarbeiten. Unter Führung der genannten Erfinder entstanden zuerst 1903 in Norwegen Anlagen, in denen unter Ausnutzung der dortigen großen natürlichen Wasserkräfte der Stickstoff der Luft in Salpetersäure umgewandelt und diese in Calciumnitrat übergeführt wird. Dieser Kalksalpeter, gleichsam der kleine Bruder des Chilesalpeters, hat unter der Flagge Norgessalpeter als künstliches Düngemittel Eingang gefunden.

Bis zu den Jahren 1909–1911 erreichte die Produktion eine Höhe von jährlich 25 000 t, sie ist heute angeblich bereits auf 90 000 t angewachsen und soll in aller Kürze um weitere 75 000 t gesteigert werden. Für die Herstellung des Norgessalpeters werden dann Wasserkräfte mit $\frac{1}{4}$ Mill. PS. tätig sein⁶⁾.

Der große Verbrauch von elektrischer Energie zur Herstellung von Luftsalpetersäure setzt einen Überfluß an elektrischer Kraft voraus, der nur an wenigen Stellen der Erde zur Verfügung steht. Von den Verfahren, die darauf ausgehen, die Bindung des Stickstoffs der Luft auf andere Weise und mit geringerem Aufwand an elektrischer Energie zu erreichen, hat das Verfahren von Frank und Caro zur Herstellung von Calciumcyanamid nicht unerhebliche praktische Bedeutung erlangt. Das Cyanamid, CaCN_2 , entsteht einfach durch Anlagerung von atmosphärischem Stickstoff an das elektrothermisch verhältnismäßig billig herstellbare Calciumcarbid CaC bei entsprechend hoher Temperatur.

Das Cyanamid mit dem Stickstoffgehalt von 15–22% wird bereits in einer ganzen Reihe von Fabriken hergestellt und hat sich unter dem Namen „Kalkstickstoff“ in der Gesellschaft der künstlichen Düngemittel Bürgerrechte erworben.

Anfangend mit dem Jahre 1906 hat sich der Absatz bis 1912 in schnellem Tempo auf 95 000 t gesteigert und soll für das kommende Jahr bereits eine Höhe von 208 000 t erreichen⁷⁾.

Das jüngste Kind in der Familie der künstlichen Stickstoffverbindungen ist das synthetisch herzustellende Ammoniak. Nach dem Verfahren von Haber verbinden sich die Elemente Stickstoff und Wasserstoff bei einem Druck von 100–200 Atm. und bei einer Temperatur von mehr als 500° unter Mitwirkung geeigneter Katalysatoren zu NH_3 . Die Badische Anilin- und Sodafabrik will noch in diesem Jahre den Betrieb einer Fabrik nach diesem Verfahren eröffnen. Die praktischen Erfolge gehören also noch der Zukunft an.

Alles in allem sind wir wesentlich reicher an stickstoffhaltigen Düngemitteln geworden, und wir dürfen mit einiger Beruhigung selbst der Erschöpfung der chilenischen Salpeterlager, der zurzeit immer noch vornehmsten Stickstoffquelle, entgegensehen.

Die Gewinnung von Ammoniumsulfat aus Steinkohlen ist noch in sehr erheblichem Maße steigerungsfähig. Von der derzeitigen Jahresförderung von etwa 1200 Mill. t wird zurzeit nur etwa $\frac{1}{15}$ gleichzeitig auf Ammonsulfat verarbeitet, und die Stickstoffausbeute beträgt nach dem jetzigen Stande der Technik kaum 25%, so daß also von dem mit den Steinkohlen geförderten Stickstoff noch nicht $\frac{1}{60}$ gewonnen wird. Es erscheint keineswegs utopistisch, zumal heute schon nach Mond, Heller u. a. in Kleinbetrieben die Steinkohle vor ihrer endgültigen Verbrennung mit bis zu 60% Ausbeute auf Ammonsulfat verwertet wird,

anzunehmen, daß auch bei weiterer Vervollkommnung der Methoden einstmals die Hälfte allen in der geförderten Steinkohle enthaltenen Stickstoffs nutzbar gemacht wird; d. h. die Produktion von Ammonsulfat kann sich ohne Rücksicht auf die inzwischen eintretende Steigerung der Förderung verdreifachen.

Vielleicht noch größere Perspektiven eröffnen sich aus der Nutzbarmachung des atmosphärischen Stickstoffes. Nachdem die Pflanzen, besonders die Leguminosen, uns in dieser Kunst vorangegangen sind, haben wir gelernt, unter Führung von Pauling, Birkeland, Eydé, Schönherr, Frank, Serpeck u. a. den Verbrauch von elektrischer Energie zur Bindung von 1 kg Stickstoff von 71 auf 12 KW.-St. herabzumindern, und nach anderen Verfahren auch ohne Zuhilfenahme von elektrischer Energie auszukommen. Betrachten wir, daß Stickstoff sich mit Sauerstoff endotherm, d. h. bei einigem Wärmeverbrauch, mit Wasserstoff exotherm, d. h. unter einer gewissen Wärmeabgabe, verbindet, so ist es nicht ausgeschlossen, daß wir einstmals aus der Einheit Kohle das Mehrfache an Stickstoffverbindungen herzustellen in der Lage sein werden. Einstweilen sind allerdings die Wege nach diesem Ziele noch weit und dunkel.

Die Phosphatdüngung fand einen erfolgreichen Vorkämpfer im Guano, der aus den Exkrementen und Leichen verschiedener Seevögel und Robbenarten besteht, die an weltabgeschiedenen Seeküsten ein beschauliches Dasein führen und durch die Produkte ihrer Verdauungstätigkeit das Ihre zur Entwicklung einer höheren Kultur beitragen. Wenn auch die laufende Produktion dieser braven Tiere nicht ganz unerheblich ist — auf den peruanischen Chinchasinseln allein sollen es jährlich 1500 t sein —, so verliert doch der Guano, dessen Aushalten schon Liebig stark bezweifelt hat, ebenso wie die Koproolithen, die Exkremente ausgestorbener Tiere, die an vielen Stellen der Erde, auch in Deutschland, gefunden werden, immer mehr an Bedeutung.

Die Anwendung des Guanos als Düngemittel läßt sich zurückverfolgen bis ins 12. Jahrhundert; indessen kann man von eigentlich künstlicher Phosphatdüngung in unserem Sinne erst sprechen seit der Erfindung der Superphosphatfabrikation, die, wie bereits gesagt, im Jahre 1811 erfolgte. Von da ab trat auch erst eine intensive Anreicherung und Verwertung der Granolagerstätten ein⁸⁾. Die Herstellung von Superphosphat aus natürlichen Phosphaten, d. h. eines Düngemittels mit 11–21% wasserlöslicher Phosphorsäure, hatte bereits 1862 die Höhe von 200 000 t erreicht und ist bis heute auf etwa das 50fache gestiegen. In mehr als 500 über den Erdball verteilten Fabriken werden jährlich rd. 10 Mill. t Superphosphat erzeugt⁹⁾. Diese Entwicklung ist erst möglich geworden durch die Aufdeckung gewaltiger, früher ungeahnter Phosphatlagerstätten. Das erste im modernen Sinne großzügige Lager wurde 1890 in Florida erschlossen; die dortige Jahresausbeute ist seitdem von 11 000 t auf rd. 2 Mill. t angewachsen, woraus etwa $\frac{1}{3}$ des gegenwärtigen Weltbedarfes an Rohphosphaten gedeckt wird. Zusammen mit Südkarolina und Tennessee, welche beiden etwa $\frac{3}{4}$ Mill. t liefern, decken die Vereinigten Staaten von Nordamerika zurzeit etwa die Hälfte des Weltbedarfes an Rohphosphaten¹⁰⁾. 1894 bzw. 1899 traten die algerischen und tunesischen Phosphatlager in den Wettbewerb ein; schon nach der kurzen Zeit ihrer Ausbeutung wird von dort etwa $\frac{1}{3}$ des Weltbedarfes gedeckt¹¹⁾.

Im 20. Jahrhundert endlich wurden bedeutende Lager an Phosphaten auf mehreren kleinen Inseln des ostindischen Archipels entdeckt und in raschem Tempo der Ausbeutung zugeführt (etwa $\frac{1}{10}$ des Weltbedarfes)^{12) 13)}.

Neben den soeben angeführten Phosphorsäurerösten wurde von dem Engländer Thomas ein Verein mit seinem Vetter Gilchrist eine neue Phosphorsäurequelle angeschlagen durch die Erfindung, die in der Natur in sehr großen Mengen vorkommenden phosphorhaltigen Eisenerze, die bis dahin ganz wertlos gewesen waren auf Stahl zu verarbeiten. Bemerkenswert ist, daß diese englische Erfindung besonders Deutschland zugute gekommen ist, und daß sich in keinem anderen Lande der Welt die Thomas-Eisenerzeugung auch nur annähernd so entwickelt konnte

wie bei uns. Anfänglich hielt man die hierbei abfallenden Schlacken mit etwa 15% Phosphorsäuregehalt für wertlos. Sehr bald aber erwiesen sich die Schlacken in feiner Mahlung und ohne sonstige weitere Behandlung als ein vorzüglicher Pflanzennährstoff. Der Verbrauch an Thomasmehl in Deutschland ist von 5000 t im 1865 auf mehr als 2 Mill. t in der Gegenwart gestiegen. Diese 2 Mill. t, die gleichzeitig auch in Deutschland erzeugt werden, machen etwa $\frac{2}{3}$ der Weltproduktion an Thomasschlacken aus¹⁴).

Meine Damen und Herren! Meine Ausführungen werden, glaube ich, Ihnen den Eindruck gemacht haben, daß wir auch in bezug auf Phosphorsäure über recht ansehnliche Reichtümer verfügen, aber ich möchte nicht verschweigen, daß wiederholt auch bis in die allerneueste Zeit hinein Bedenken geäußert worden sind, ob wir nicht durch die intensive Ausnutzung der natürlichen Phosphatquellen schließlich einer großen Phosphorsäurehungersnot entgegensteuern, Bedenken, die auch darin eine Stütze finden, daß das große Vorkommen von Florida in wenigen Dezennien abgebaut sein wird. Demgegenüber möchte ich feststellen, daß Nordamerika, abgesehen von den bereits in starkem Abbau befindlichen und noch sehr entwicklungsfähigen Vorkommen in Tennessee, Arkansas und anderen Staaten noch weitere Lagerstätten¹⁵) besonders in Wyoming besitzt, die bei großer Ausdehnung Mächtigkeiten bis zu 60 m aufweisen, die aber wegen ihrer ungünstigen geographischen Lage, in halbwüchsigem Hochland mit 1000 km Entfernung von der Seeküste, bisher noch fast vollständig brach liegen. Ebenso harren in Südrußland viele schon bekannte Phosphatlager ihrer Nutzbarmachung¹⁶), bis dort erst die notwendigen kulturellen Vorbedingungen einge-zogen sein werden¹⁷). Die schon erwähnten algerischen und tunesischen Vorkommen werden nach mir zugegangenen Informationen auf mehr als 12 Milliarden t eingeschätzt; der jetzige Bedarf könnte also aus diesen Lagern allein 2000 Jahre lang gedeckt werden¹⁸). Kommt hinzu, daß der Vorrat an Raseneisenerzen einstweilen in seiner Größe gar nicht übersehen werden kann, und daß nach den Erfahrungen der letzten Jahrzehnte die Entdeckung neuer Phosphatlagerstätten noch lange nicht ihren Abschluß gefunden haben dürfte¹⁹), so sind wir nach menschlichem Ermessen wohl berechtigt, von Unerschöpflichkeit zu sprechen.

Zuletzt ist das Kali als Düngemittel auf den Plan getreten. Kalisalze sind sicher in Form von Holzasche schon seit alten Zeiten und wiederholt gelegentlich als Düngemittel verwendet worden²⁰); eine systematische Anwendung aber mußte ausgeschlossen bleiben, ganz einfach, weil Kalisalze in passender Form und ausreichender Menge fehlten; auch Liebig hat mit einiger Besorgnis dem Mangel geeigneter Kaliquellen gegenübergestanden und hat bald nach der Entdeckung der deutschen Kalisalzlagerstätten Ende der 50er Jahre vorigen Jahrhunderts deren hohe landwirtschaftliche Bedeutung nachdrücklich betont. Glücklicherweise hat es damals auch in Staßfurt, der Geburtsstätte der deutschen Kaliindustrie, nicht an Männern gefehlt, die das nötige wissenschaftliche und wirtschaftliche Verständnis hatten.

Adolf Frank gebührt das Verdienst, den Stein der Entwicklung der Staßfurter Kaliindustrie ins Rollen gebracht zu haben; beim Durchblättern der bezüglichen Druckschriften aus dem Anfang der 60er Jahre müssen wir die Zielsicherheit der damaligen Propaganda bewundern, deren Grundlagen bis heute im wesentlichen die gleichen geblieben sind. Gestützt durch diese Propaganda ist die Entwicklung des Kaliabsatzes verhältnismäßig regelmäßig verlaufen. Während 1864-1865 aus 4 Schächten jährlich rd. 1 Mill. dz Kalisalze gefördert wurden, verteilte sich 20 Jahre später, als ich in die Industrie eintrat, die auf das 10fache gestiegene Förderung auf 11 Schächte. Seitdem hat sich die Gesamtförderung zwar noch verzweifacht²¹), aber leider hat die nach außen recht ruhige und stetige Entwicklung nach innen wie bekannt einen betrüblichen Konkurrenzkampf entfesselt, der oft sehr turbulent war und zuweilen an die californischen Goldgräbergeschichten seligen Andenkens erinnerte. Die Zahl der Förderschächte, die heute rund 150 beträgt, und die sich in absehbarer Zeit

um weitere 100 erhöhen wird, steht zweifellos in einem Mißverhältnis zu der jetzt erreichten Höhe des Absatzes von rund 180 Mill. M. Berücksichtigt man aber, daß die bisherige Entwicklung noch auf einige Perioden von 7 bis 9 Jahren je eine Verdoppelung des Absatzes erwarten läßt, so winkt ein Kaliweltverbrauch von 1 Milliarde in ziemlich naher Zukunft, und es ist aus mehreren Gründen sehr unwahrscheinlich, daß bis dahin die Zahl der Schachtanlagen im gleichen Tempo auf über 800 steigen sollte.

Da die deutschen Kalilagerstätten bisher das einzige großzügige Reservoir für die Versorgung der Nutzpflanzen mit Kali sind, mag sich auch hier die Frage aufdrängen, ob nicht einmal in absehbarer Zeit eine Kalinot eintreten könnte. Gehe ich auch nicht so weit wie die Amerikaner, die, geleitet durch Angaben von Oehsenius, ausgerechnet haben, daß unsere deutschen Kalisalze für 600 000 Jahre²²) ausreichen werden, so möchte ich doch annehmen, daß wir den jetzigen Weltverbrauch auf etwa 5000 Jahre vertien decken können. Wenn dann, namentlich bei entsprechender Steigerung des Bedarfes, die Erschöpfung schon etwa nach einigen 100 – sagen wir 500 – Jahren eintreten sollte, und wenn dann die Bemühungen, aus Phonolith, Feldspäten, Seetangen usw. Pflanzennährstoffe herzustellen, immer noch keinen Erfolg gefunden haben sollten, dann werden unsere Nachfahren einfach daran gehen, den Ozean auf Kalisalze zu verarbeiten, der solche wirklich in absolut unerschöpflichen Mengen birgt.

Abgesehen vom Kali, dessen salinische Ablagerungen mit urzeitlichem Pflanzen- und Tierleben in Zusammenhang zu bringen ich höchstens in einer Doktordisputation zu verfechten geneigt sein würde, abgesehen von den Apatiten und ihren Verwandten, die als Phosphorsäurequellen sowieso eine geringe Rolle spielen, stehe ich nicht an, zu behaupten, daß alle die von uns erschlossenen großen Lagerstätten von Stickstoff- und Phosphorverbindungen, ebenso wie die für unser Kulturleben wichtigen Steinkohlen und das Petroleum, der Lebenstätigkeit von Pflanzen und Tieren zu verdanken sind. Alle diese gewaltigen Ablagerungen sind also gewissermaßen Leichensteine untergegangener Pflanzen und Tierwelten²³), und es erscheint nur natürlich und logisch, wenn nun unter unseren Händen gleich dem Phönix aus der Asche neues Leben aus diesen Ruinen sprießt.

Bei aller grundlegenden Bedeutung unserer wissenschaftlichen Erkenntnis von der Lebenstätigkeit der Pflanzen und Tiere hätten uns indessen ohne den ganzen Apparat moderner Technik, ohne Dampfschiffahrt, Eisenbahnen, Telegraphie, hochentwickelten Maschinenbau, alles Errungenschaften des abgelaufenen Jahrhunderts, die Schatzkammern der Natur verschlossen bleiben müssen. Erst durch alle diese Hilfsmittel ist es möglich geworden, dem Ackerbau in aller Welt schnell und wohlfeil alles das zuzuführen, was ihm nützlich ist, und andererseits die gesteigerten Bodenerträge überall hin nach Bedürfnis zu verteilen.

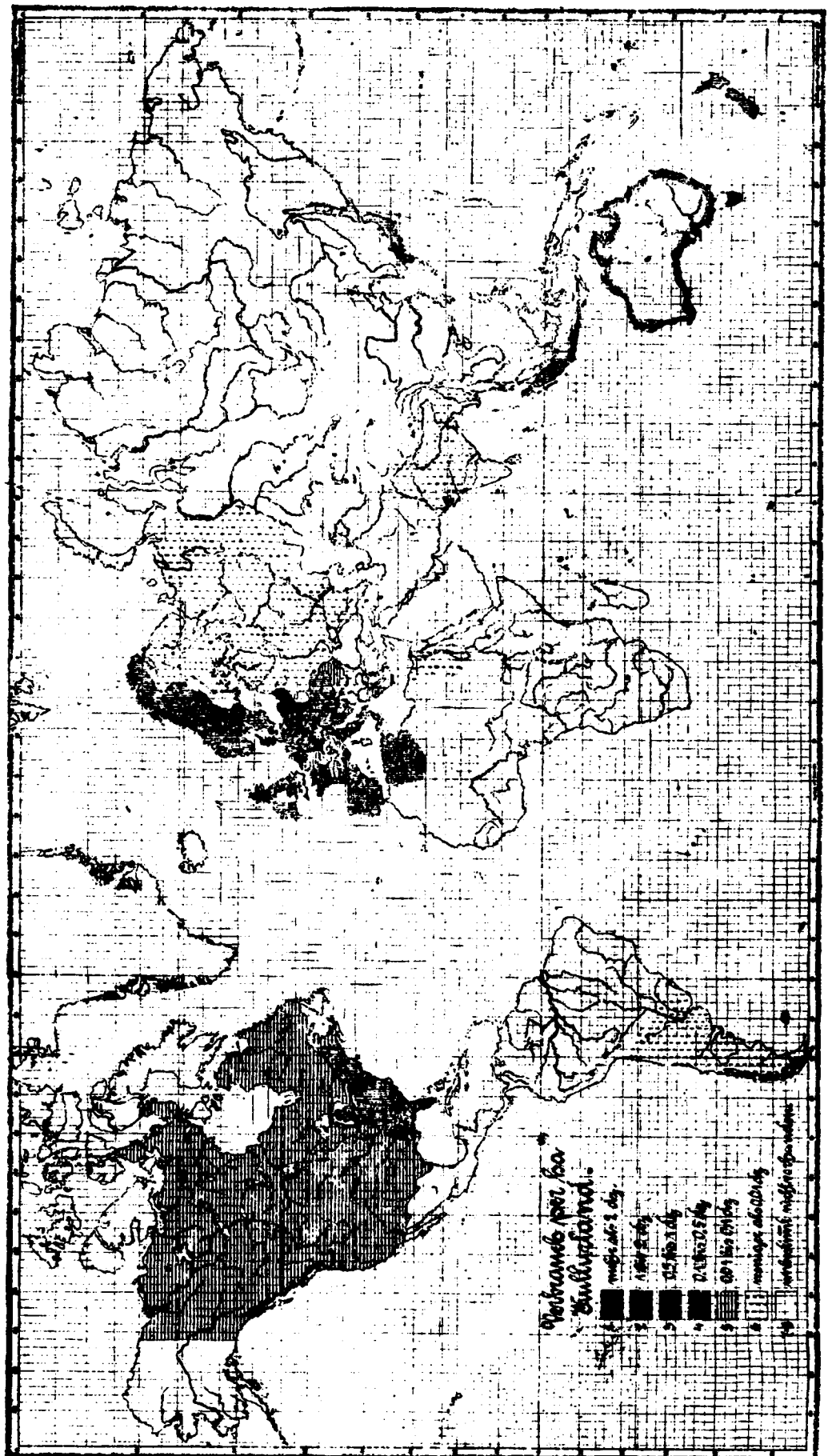
Nachdem so der Einführung der künstlichen Düngemittel die Wege allseitig geebnet waren, trat doch die Anwendung selbst nur schrittweise und allmählich ein. Die Reaktionsgeschwindigkeit, die uns Chemikern oft ein unbehagliches Hindernis ist, und die wir uns manchmal schneller wünschten, war eben auch hier an naturgesetzliche Grundlagen gebunden. Ebenso wenig wie aus dem Samenkorn über Nacht ein fertiger Baum erwächst und am andern Tage seine Früchte abwirft, konnte und kann der in den künstlichen Düngemitteln gebotene neue Lebenssaft im Handumdrehen in alle die feinen und weitverzweigten Kanäle bodenkultureller Tätigkeit eindringen.

Die Schnelligkeit, mit der das Neue sich Bahn bricht, ist stets abhängig von der Überschaubarkeit des damit verknüpften Nutzens. Wenn heute ein epochemachender Hosenknopf erfunden wird, so kann sich jedermann vom König bis zum Bettler durch eigene Anschauung und Versuch in wenigen Tagen überzeugen, ob die Erfindung gut ist oder nicht. – Mag nun der Landwirt insbesondere Neuerungen gegenüber reichlich vorsichtig und mißtrauisch sein, weil für ihn Experimente meist sehr kostspielig und oft nicht unbedenklich sind, so dringen wissenschaftliche Grundwahrheiten schließlich doch in die Praxis ein, aber erst

nach langwieriger akademischer Vor- und Versuchsarbeit²⁴⁾. Wenn endlich hier nicht mehr zu bestreitende Erfolge vorliegen, dann erst erheben sich aus der großen Masse der ungläubigen Praktiker einige wenige, die den Mut haben, Versuche in großem Maßstabe anzustellen. Da jeder Versuch aber präter propter in allen Phasen die Zeit eines Jahres in Anspruch nimmt, und die Wiederholung, nicht nur die mater studiorum, sondern auch mater practicorum ist, so vergehen Jahre um Jahre, bis erst die Vorkämpfer herausgefunden haben, was not tut und nützlich ist. Der Glaube der übrigen an die Erfolge des einzelnen bleibt indessen meist aus, und jeder folgende fängt ganz ebenso wie der erste an zu probieren. So bunt wie die gemalte Landkarte, so wechselvoll sind die Bodenverhältnisse der Erde, und es ist nicht unnatürlich, daß Erfolge, die ein ostpreussischer Landwirt mit künstlicher Düngung erzielt hat, seinen Kollegen in Süddeutschland oder gar in Italien, Indien oder Australien nicht ohne weiteres dazu ermuntern, ähnliche Wege zu gehen, und es bedarf einer umfassenden und eindringlichen Aufklärungsarbeit, um die künstliche Düngung immermehr zum Gemeingut der gesamten Menschheit werden zu lassen, eine Arbeit, an der neben den Lehranstalten die Verkaufsvereinigungen einen außerordentlich regen Anteil nehmen.

Durch die Anwendung der künstlichen Düngung haben wir gelernt, unsere Ernteerträge zu verdoppeln, zu verdreifachen, ja gelegentlich auf das Fünffache zu steigern²⁵⁾; unsere Fleischproduktion ist infolge der gesteigerten Futtererträge erheblich angewachsen; ja, wir haben gelernt, selbst Teiche zu düngen um unsere Fischzüge zu bereichern. Wollte ich aus der erdrückenden Fülle der Einzelergebnisse einige besonders bemerkenswerte herausgreifen und Ihnen vorführen, so würde ich Sie weniger überzeugen, als wenn ich einfach darauf hinweise, daß der Weltjahresverbrauch an künstlichen Düngemitteln, gemessen nach den Kosten an der Verbrauchsstelle, gegenwärtig einen Aufwand von mehr als 2½ Milliarden M erreicht hat, und es ist klar, daß diese Summen nicht ausgegeben werden ohne Eintausch des Mehrfachen an Gegenwerten²⁶⁾.

Die Forstwirtschaft ist bisher an der Anwendung künstlicher Düngemittel nur in verschwindendem Umfange beteiligt. Trotzdem die Verschlechterung unserer Waldböden und gleichzeitig ein bedauerliches Zurückgehen unserer



Laubholzkultur beobachtet wird, gleichen einsichtsvolle Forstwirte, die dem Boden neue Nahrung zuzuführen empfehlen, einstweilen noch Predigern in der Wüste. Maßgebende forstwirtschaftliche Handbücher²⁷⁾ schlüpfen über

diese Lebensfragen mit einigen Bemerkungen hinweg und Forstautoritäten warnen geradezu vor der Anwendung künstlicher Düngemittel²⁸), indem sie deren Erzeuger und Lieferanten verdächtigen. In Fachversammlungen²⁹) wird gestritten über die Erhaltung des Humus auf der einen und die Bekämpfung des sogenannten Rohhumus auf der anderen Seite mit Argumenten, die lebhaft erinnern an die Kämpfe, die seinerzeit Liebig auszufechten hatte. Ohne auch nur ernsthaft die Anwendung künstlicher Düngemittel in Betracht zu ziehen, setzt man sich fatalistisch der Möglichkeit aus, den Wald einer Vertorfung anheimfallen zu lassen³⁰), nachdem die Landwirtschaft längst gelernt hat, vertorfte Gebiete (Moorländereien) durch reichliche Zufuhr künstlicher Düngemittel in fette Weiden und blühendes Ackerland zu verwandeln. — Eingang gefunden haben die künstlichen Düngemittel bisher vielfach in die sogenannten Forstgärten, in die Kinderstuben des Waldes. Zur Erzielung eines kräftigen Nachwuchses genügt es aber nicht, allein die Ernährung der frühesten Jugend zu fördern, und es wird auch die Düngung der Waldbestände auf die Dauer zur Regel werden müssen. Unserem Kulturverständnis würden wir wahrlich ein schlechtes Zeugnis ausstellen, wenn die Erreichung dieses Zieles von Versuchen abhängen sollte, die nach der Natur des Betriebes soviel hundert Jahre dauern müßten, wie der Ackerbau für seine Versuche Jahre gebraucht hat.

In den einzelnen Ländern hat sich der Verbrauch an künstlichen Düngemitteln, wie die Karte³¹) zeigt, sehr verschieden weit entwickelt. Nach dem Stande von 1911 marschieren an der Spitze mit einem Verbrauch von mehr als 2 dz pro Hektar kultivierten Landes Belgien, Luxemburg und bemerkenswerterweise Mauritius, dessen großer Verbrauch in seiner sehr dichten Bevölkerung und intensiv entwickelten Ackerbautätigkeit seine Erklärung findet. Mit einem Verbrauch von 1–2 dz pro Hektar folgen Deutschland und die Niederlande. Noch nicht bis zu $\frac{1}{100}$ dieses Verbrauches sind die Länder Argentinien, Rußland und andere vorgeschritten. In Europa glänzen durch geringen Verbrauch die Balkanvölker, und durch höchste „Weißheit“ zeichnet sich, wie Sie gesehen, Montenegro aus; diese Länder suchen eben nach altem Rezept lieber ihr Heil darin, sich die Köpfe blutig zu schlagen. Unserer friedlichen Eroberungssucht eröffnen sich jedenfalls nach dieser Karte die weitesten Aussichten.

Abgesehen von den 30 Mill. qkm Steppe und den 44 Mill. qkm Ödland der Erde, von denen sicher ein Teil der Bewirtschaftung zugänglich sein wird, verbrauchen die übrigen 70 Mill. qkm Kulturland einschließlich Wald auf die Flächeneinheit von 1 qkm durchschnittlich an künstlichen Düngemitteln für rd. 35 M. Wie ein schlesischer Landwirt (Herr E b h a r d t in Rettkau)³²) kürzlich mitgeteilt hat, ist er für sein Gut von 3800 Morgen auf einen Verbrauch von 72 000 M. angelangt, ohne daß er damit meint, die Höchstgrenze erreicht zu haben. Dieser Verbrauch, entsprechend 7600 M pro qkm, übersteigt den durchschnittlichen Weltverbrauch also um das Zweihundertfache, und es ist kaum abzusehen, welche gewaltigen Aufgaben der Industrie der künstlichen Düngemittel noch vorbehalten sind.

Die Industrie der künstlichen Düngemittel hat nicht nur den Kulturfortschritt unmittelbar durch die Erhöhung der Bodeuerträge gefördert, sondern auch mittelbar die Technik vielseitig befruchtet. Das Jod³³) wird jetzt fast ausschließlich aus den Salpetermineralen Chiles gewonnen. Die deutsche Kaliindustrie versorgt nicht nur auch die Industrie mit billigem Kali, sondern liefert mehrere wertvolle Nebenprodukte aus seinen Salzen, wie Brom, Bittersalz und Chlormagnesium. Durch die Gewinnung und den Verkauf des schwefeligen Ammoniaks wird die Verkokung und die Vergasung der Steinkohlen wesentlich verbilligt, und die Nutzbarmachung minderwertiger Kohlenarten ist hierdurch oft erst möglich geworden. Die Torflager sind u. U. berufen, gleichzeitig als Stickstoff- und Kraftquelle zu dienen³⁴). Der große Bedarf an Schwefelsäure zur Darstellung des Ammonsulfates begünstigt die Verarbeitung der schwefelhaltigen Erze und fördert die Gewinnung unserer wichtigsten Nutzmateriale, Eisen, Kupfer

usw. Hervorragenden Einfluß hat die Gewinnung der Thomasschlacke wirtschaftlich auf die Stahlfabrikation, und man kann sagen, daß der gewaltige Aufschwung dieser Industrie besonders in Deutschland diesem Umstande zu verdanken ist. 1880, zur Zeit der Einführung des Thomasprozesses bei uns, war die Eisenerzeugung Englands noch annähernd 3mal so groß als die unsrige. Seitdem hat unsere Erzeugung um etwa 500%, die englische nur um 40% zugenommen³⁵). Etwa die Hälfte³⁶) des deutschen Roheisens entstammt Phosphorerzen, und der Erlös von 80 Mill. M., der der Stahlfabrikation aus dem Verkauf der Thomasschlacke zufließt, verbilligt die Tonne Stahl um rd. 10 M. Aus allem ersehen wir, daß die künstlichen Düngemittel, die bei oberflächlicher Betrachtung ein reines Spezialgebiet zu sein scheinen, in dem Netzwerk der Kulturbedingungen eine fest eingefügte Masche bilden.

Im Interesse einer gedeihlichen Förderung unserer Kulturaufgaben für die allernächste Zukunft mögen — um an dieser Stelle noch einige Anregungen zu geben — vor allem die Vertreter der einzelnen Düngemittelgruppen endlich ganz aufhören, sich gegenseitig den Rang ablaufen zu wollen. Die einseitige Propagierung eines Pflanzennährstoffes³⁷) gegen den anderen ist ebenso widersinnig, wie einem, der einen ganzen Anzug braucht, drei Röcke aufschwätzen zu wollen. — Die landwirtschaftlichen Versuchstationen mögen, wie auch von anderen Seiten schon betont, von Kontrolltätigkeit entlastet und für die wissenschaftliche Ausreifung der progressiv sich aufdrängenden Probleme freigemacht werden. — Das leider noch nicht ganz überwundene Mißtrauen land- und forstwirtschaftlicher Verbraucher gegen Erzeuger und Verkäufer künstlicher Düngemittel möge berechtigtem Vertrauen Platz machen, und die zur Aufdeckung geringfügiger Analysendifferenzen verschwendete Arbeit möge nutzbringender angewendet werden. — Für die rationelle Bodenuntersuchung mögen bessere und zuverlässigere Methoden gefunden werden, da die einfache Analyse oft zu großen Mißverständnissen führt. Der festgestellte absolute Gehalt eines Bodens an einem bestimmten Pflanzennährstoff ist oft praktisch wertlos und gleicht zuweilen dem Aktienkapital, das keine Dividende mehr gibt³⁸). — Die Gegensätze zwischen Theorie und Praxis müssen auch hier aufhören; auf Grund der gewonnenen Einsicht, daß Landbau recht eigentlich angewandte Chemie ist, darf auch für die allernächste Zeit erwartet werden, daß der Chemiker auf großen Gütern und Güterkomplexen mitten im praktischen Betrieb ebenso allgemein seinen Einzug hält, wie er in Berg- und Hüttenwerken und allerlei Fabriken schon seinen Platz gefunden hat. Mit dem weiteren Ausbau der Anwendung künstlicher Düngemittel werden uns noch Früchte ohne Zahl in den Schoß fallen. In ihr wird die innere Kolonisation ihre kräftigste Stütze finden, denn noch birgt unser deutsches Vaterland weite Gebiete, wie z. B. die 20 000 qkm Moorländereien³⁹) und 15 000 qkm Heide⁴⁰), die lediglich der Zuführung geeigneter Pflanzennährstoffe harren, um aus Ödland zu gutem, ertragsfähigem Ackerboden zu werden.

Länder, deren Volkskraft nach dem Zeugnis von Liebig an der Bodenerschöpfung zerschellt ist, wie Spanien, Griechenland, werden einen neuen Aufschwung nehmen, Siziliens⁴¹) ausgeraubte Kornkammern werden sich wieder füllen, die jetzt viel besprochene Aufschließung von Mesopotamien⁴²) wird nicht ohne die Einführung einer rationellen Bodenwirtschaft vor sich gehen, alte Kulturländer wie Indien und besonders China, welche unter der Not einer gewissen Übervölkerung leiden und vorläufig noch schlafend unseren Erkenntnissen gegenüberstehen, werden bessere Lebensbedingungen finden. Die kulturelle Entwicklung von Rußland⁴³) mit seinen ungeheuren Ländergebieten und seiner spärlichen Bevölkerung wird erst eintreten mit der Einführung einer intensiven Bodenbewirtschaftung. Der vollkommene Verfall von Irland, dessen Bevölkerung in den letzten 100 Jahren von 5 auf 4 Mill. zurückgegangen ist, wird nur durch bodenwirtschaftliche Gesundung aufzuhalten sein. Die Besiedelung großer über die Erde verstreut liegender, versandeter, vermoorter und versteppter Landflächen mit fröhlichen gesunden Menschen wird möglich sein, wenn dem Boden die ihm fehlenden Nährstoffe

zugeführt werden. Trotz Malthus und entgegen der Befürchtung neuerer Volkswirte wird die Volksvermehrung und die Volksdichte, diese erste Grundlage einer höheren Kultur, überall zunehmen.

Alte Kulturen sind in sich zusammengebrochen, weil ihnen der Schlüssel fehlte, die materiellen Subsistenzbedingungen für die Volksmassen dauernd zu erhalten. Wenn wir hoffen dürfen, auf lange Zeit hinaus der Sorge um die Ernährung für uns und unsere Nachkommen enthoben zu sein, so darf es gleichzeitig uns und unsere Wissenschaft mit Stolz erfüllen, daß die neuen Erkenntnisse von Deutschland ihren Ausgang genommen haben.

1) Wörtlich lautete die Aufgabe: „Von welcher Art sind die irdigen Bestandteile, welche man mit Hilfe der chemischen Zergliederung in den verschiedenen inländischen Getreidearten findet? Treten diese in solche ein, wie man sie findet, oder werden sie durch die Wirkung der Organe der Vegetation erzeugt?“

2) Thaer, a. a. O. Bd. 2, 49. „Sie (die Erden) werden nämlich in den organischen Körpern gebildet. Denn der verdienstvolle Schrader in Berlin hat überzeugend dargetan, daß Getreidepflanzen, welche durchaus vor aller Berührung, insbesondere mit Kalkerde, gesichert werden, mehr Kalk, auch Kieselerde enthalten, als die Körner, aus welchen sie hervorgingen. Auch Saussure fand in der Asche verschiedener Holzarten, die auf Boden, der gar keine Kalkerde enthielt, gewachsen waren, beträchtlich viel Kalk. Vauquelin zeigte, daß die Exkremente und Eier der Hühner weit mehr Kalkerde enthielten als die Nahrung, welche ihnen gegeben war.“

Bd. 2, 78. „Nicht ohne Grund mutmaßt man, daß sie (die Kalkerde) hauptsächlich aus Azot gebildet werde und mit den Alkalien in sehr naher Verwandtschaft stehe, so daß diese in jene und jene in diese umgebildet würden.“

Bd. 1, 235. „Daß aber aus der eigentlichen unzersetzbaren und feuerbeständigen Erde nichts Bedeutendes in die Vegetation übergehe, diese also nur instrumentell zur Schätzung und Haltung der Pflanzenwurzeln und zur Aufbewahrung der Nahrungstoffe, nicht materiell als Nahrungstoff selbst wirke, haben neuerlichst die Saussureschen und Schraderschen Analysen noch mehr bestätigt.“

Im Sinne einer modernen Auffassung sind die folgenden Ansprüche Thaers bemerkenswert: § 251. „Da also die Pflanzen die nährnde Materie aus dem Humus oder dem Rückstande der tierischen und vegetabilischen Verwesung ziehen, so muß diese durch das Wachstum der Pflanzen im Boden vermindert und endlich erschöpft werden, vorausgesetzt nämlich, daß sie von dem Acker abgeerntet und weggeführt werden.“

Bd. 2, 47. „Die vollständige Kenntnis dieser Lehre (chemische Lehre von den Erden) ist dem rationellen Ackerbauer unumgänglich nötig, wenn er den Grund so vieler bei seinem Geschäfte vorkommenden Erscheinungen einsehen und sich eine befriedigende Erklärung über manche Erfolge, die ihm sonst widersprechend scheinen müssen, geben will.“

3) Thaer, a. a. O. Bd. 2, 107. „Die Fruchtbarkeit des Bodens hängt eigentlich ganz von ihm (dem Humus) ab, denn außer dem Wasser ist er es allein, was den Pflanzen im Boden Nahrung gibt.“

4) Entwicklung der Salpeterausfuhr Chiles.

In den Jahren	Menge in tons Gesamtausfuhr	Durchschnittl. Jahresausfuhr
1830	813	—
1840—1844	74 404	14 880
1845—1849	96 323	19 265
1850—1854	153 359	30 672
1855—1859	263 544	52 709
1860—1864	332 266	66 453
1865—1869	495 121	99 024
1870—1874	1 113 158	222 632
1875—1879	1 387 000	277 400
1880—1884	2 257 500	451 500
1885—1889	3 372 500	674 450
1890—1894	4 891 500	978 300
1895—1899	6 304 000	1 260 800
1900—1904	7 102 000	1 420 400
1905—1909	9 256 000	1 851 200
1910	2 343 007	—
1911	2 420 470	—
1912	2 489 680	—

5) 1871 betrug die Weltproduktion an Ammonsulfat 42 500 t (Neue landwirtschaftliche Zeitschrift 1872, 6), die sich wie folgt verteilten:

	tons
England	20 000
Frankreich	12 500
Holland und Belgien	2 500
Deutschland	5 000
andere Länder	2 500

Ammonsulfatproduktion Deutschlands:

	tons		tons
1871	5 000	1910	373 000
1888	6 800	1911	418 000
1890	6 700	1912	492 000
1900	125 000		

Weltproduktion an Ammonsulfat:

	tons		tons
1900	510 000	1907	807 000
1901	523 000	1908	878 000
1902	545 000	1909	951 000
1903	576 000	1910	1 057 000
1904	602 000	1911	1 181 000
1905	637 000	1912	1 331 000
1906	707 000		

6) Produktion des Norgesalpeters:

	tons		tons
1903	25	1908	15 000
1904	550	1909	25 000
1905	1 600	1910	25 000
1906	1 600	1911	25 000
1907	15 000		

7) Produktion an Kalkstickstoff:

	tons
1906	500
1907	2 200
1908	8 300
1909	16 000
1910	30 000
1911	52 000
1912	95 000
1913	97 000 (geschätzt)
1914	206 000 („)

8) Von internationaler Wichtigkeit sind lediglich die Guano-lagerstätten von Peru. Die dortige Gewinnung hat betragen:

	tons		tons
1905	68 000	1909	28 000
1906	59 000	1910	32 000
1907	82 000	1911	69 587
1908	49 000		

9) Weltproduktion an Superphosphaten:

	tons		tons
1900	4 620 690	1906	6 463 440
1901	4 632 093	1907	8 003 880
1902	4 889 820	1908	9 158 300
1903	5 130 900	1909	8 710 200
1904	5 863 500	1910	9 604 200
1905	6 281 024		

10) Phosphatproduktion der U. St. v. Nordamerika:

	tons		tons
1867—1887	4,514	1900	1,515
1888	0,456	1901	1,508
1889	0,559	1902	1,514
1890	0,518	1903	1,607
1891	0,597	1904	1,873
1892	0,693	1905	1,978
1893	0,956	1906	2,114
1894	1,013	1907	2,301
1895	1,056	1908	2,424
1896	0,946	1909	2,387
1897	1,056	1910	2,697
1898	1,330	1911	3,174
1899	1,540	1912	3 100

11) Phosphatproduktion in Algier und Tunis:

	tons		tons
1894	50 000 in Algier	—	in Tunis
1895	105 000	—	—
1896	143 000	—	—
1897	228 000 „	—	—
1898	270 000 „	—	—
1899	287 000 „	65 000	„
1900	278 000 „	171 000	„
1901	278 000 „	178 000	„
1902	268 000 „	267 000	„
1903	301 000 „	361 000	„
1904	345 000 „	457 000	„
1905	348 000 „	530 000	„
1906	302 000 „	747 000	„
1907	343 000 „	957 000	„
1908	363 000 „	1 270 000	„
1909	351 000 „	1 225 000	„

	tons		tons
1910	319 000	"	1 286 000
1911	339 000	"	1 447 000
1912	?	"	1 882 000

12) Gewinnung von Inselephosphaten:

	tons		tons
1901	42 000	1907	480 000
1902	69 000	1908	410 000
1903	125 000	1909	313 000
1904	148 000	1910	448 000
1905	206 000	1911	456 000
1906	231 000	1912	450 000

13) Weltproduktion an mineralischen Phosphaten:

	tons		tons
1903	2 434 000	1908	5 317 000
1904	2 462 000	1909	5 012 000
1905	3 956 000	1910	5 345 000
1906	4 116 000	1911	6 055 000
1907	4 738 000	1912	6 000 000 (geschätzt)

14) Weltproduktion an Thomasschlacke:

	tons		tons
1900	1 561 000	1906	2 560 000
1901	1 490 000	1907	2 747 000
1902	1 808 000	1908	2 522 000
1903	2 244 000	1909	2 892 000
1904	2 103 000	1910	3 264 000
1905	2 318 000	1911	3 486 000

15) Die Vereinigten Staaten haben Gebiete mit Phosphatvorkommen in folgenden Ländern mit Beschlag belegt:

Idaho	1 167 137 Acres
Wyoming	1 286 668 "
Utah	117 745 "
Montana	33 850 "
Florida	35 640 "

Insgesamt 2 621 140 Acres

16) In Podolien, Bessarabien, Kostroma und Kurak.

17) Podolien besitzt Phosphate ausgezeichneter Qualität, trotzdem wird dort zurzeit Superphosphat in erheblichem Maße importiert, weil die beiden vorhandenen einheimischen Schwefelsäurefabriken nicht genug im Lande angeforderter Phosphate zersetzen können.

18) Zur Frage der algerischen und tunesischen Phosphatvorkommen erhielt ich von befreundeter Seite die folgenden Angaben:

„Der Export an tunesischen Phosphaten beträgt etwa 1 800 000 t, wovon Gafsa 1 200 000 t, Kalaat-Djerda 300 000 t, Kalaat-Es-Senam (Co. Dyr) 150 000 t produziert. Der Rest verteilt sich unter verschiedenen kleinen Gesellschaften. Die genauen Ziffern pro 1912 sind wie folgt:

	tons
Co. de Gafsa: Mine de Metlaoui Redeyef	1 160 768
Co. de Gafsa: Mine de Redeyef	146 376
Kalaat-Djerda	302 661
Kalaat-Es-Senam	141 312
Kef Rebiba (Soc. St. Gobain)	35 788
Salsala	11 775
Bir-Lafou	30 625
Gouraya	22 754
Maknaassy	30 312
	1 882 361

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß neuerdings einige Lagerstätten vom Staate vergeben worden sind, sowie daß die bestehenden Gesellschaften ihre Produktionsziffern sukzessive erhöhen, kann man annehmen, daß der diesjährige Export ungefähr 2 Mill. t betragen wird, und daß in 3—4 Jahren die Ausfuhr gegen 3 Mill. t sein wird.

Es ist unmöglich, die erkannten Mengen in den verschiedenen Lagerstätten selbst ganz ungefähr zu fixieren. — Immerhin kann man annehmen, daß die Quantitäten in den zentralen Bassin, d. h. in der Gegend von Kalaat-Djerda und Kalaat-Es-Senam relativ beschränkt sind und sich auf etwa 10—15 Mill. t belaufen. — Dagegen sind in den Lagerstätten im Süden, also in Gafsa, Metlaoui usw. Hunderttausende von Millionen Tons erkannt. — Es ist wahrscheinlich, daß die Konzession der Ste. Gafsa allein mehr als 1 Milliarde t Phosphate enthält.

Es wird angenommen, daß unter Einschuß der bereits exploitierenden Gesellschaften, in Tunis etwa 300 000 ha Terrain existieren, in denen sowohl hinsichtlich des Gehaltes wie der Mächtigkeit abbaufähige Phosphate vorhanden sind. Rechnet man eine Durchschnittsmächtigkeit von 1 m, so würde dies also 6 Milliarden Tons ergeben. — Ein gleiches Quantum kann man auch für die algerischen Phosphate annehmen.

Es ist wahrscheinlich, daß man noch neue Lagerstätten entdecken wird, vorzüglich in den Ebenen, wo bisher keinerlei Unter-

suchungsarbeiten vorgenommen worden sind, da die bisher erkannten Vorkommen vorläufig genügen.

Im allgemeinen kommen die Phosphate als regelmäßige Lager mit variabler Mächtigkeit vor. In den Gruben, welche arbeiten, beträgt die Decke selten unter 1 m.

Im Durchschnitt ist die Mächtigkeit der Lager, welche abgebaut werden, etwa 2—3 m. Der Abbau selbst erfolgt mit Sprengmitteln.

Geologisch gehören die tunesischen Phosphate dem Eocän an, und zwar genauer genommen dem Suesonien. — Diese Periode umfaßt Muschelkalk, Mergel, sehr mächtige Formationen von Gips, Phosphate, und außerdem findet man fast überall in dem zentralen Bassin mächtige Lager von numulitischem Kalk. — Im Süden trifft man dagegen hauptsächlich den sogenannten lumaohellen Kalk.

Insoweit die tunesischen Phosphate abgebaut werden, enthalten dieselben mindestens 58% Tricalciumphosphat. — Die gewöhnliche Qualität ist Phosphat mit 58—63%, die allgemein im Handel üblich ist. Unabhängig hiervon werden auch Quantitäten von etwas reicherem Phosphat mit 63—68% Tricalciumphosphat produziert. Ferner ist bemerkenswert, daß die Société Maknaassy ihre ärmeren Phosphate mit 56—58% Tricalciumphosphat durch Waschen auf 63—68% anreichert und dabei den beträchtlichen Eisen- und Aluminiumgehalt erheblich reduziert.

In den vorstehenden Ausführungen ist stets nur die Rede von abbaufähigen Phosphaten gewesen, d. h. solchen mit einem Gehalt von wenigstens 58% Tricalciumphosphat. Unabhängig hiervon existieren sehr ausgedehnte Lagerstätten von ärmeren Phosphaten, deren Gehalte von 40—55% variieren, die aber gegenwärtig als wertlos betrachtet werden.

Man nimmt hier an, daß in Algerien ebenfalls sehr ausgedehnte und bedeutende Phosphatlagerstätten existieren. Leider ist deren Entwicklung durch politische Fragen etwas zurückgeblieben. Vor allem sollen in der Nähe der tunesischen Grenze, aber in Algerien, sehr bedeutende Lager existieren, indes erscheint aus politischen Gründen die Ausfuhr durch Tunesien unmöglich. Es wird daher erforderlich sein, eine Eisenbahn zu bauen, die von einem algerischen Hafen nach der betreffenden Gegend führt. Möglicherweise wird diese Frage in Verbindung mit der Quenzafrage geregelt, deren Ende sich indes noch nicht absehen läßt.

19) Erst in jüngerer Zeit sind Phosphatlager am Roten Meer entdeckt worden, und es gilt als sehr wahrscheinlich, daß auch Tripolis bedeutende Lagerstätten an Phosphaten birgt.

20) Th a e r, a. a. O. Bd. 2, 267—268. „Zu den wirksamen und häufig angewandten Düngemitteln gehört endlich die Asche.

Die ausgebrannte Asche besteht aus Erden und Kali, denen sich Metalloxyde und verschiedene Salze zuweilen beimischen. Unter den Erden ist die Kalkerde immer prädominierend, wenngleich die Pflanzen nicht auf kalkhaltigem Boden gewachsen sind.

Dem Kali kann man als Zersetzungsmittel eine große düngende Wirkung nicht absprechen.“

21) Gesamtförderung an Kalisalzen 1861—1912:

In den Jahren	Menge in tons Gesamtförderung	durchschnittliche Jahresförderung
1861—1865	284 969	56 993
1866—1870	990 591	198 118
1871—1875	2 253 984	450 797
1876—1880	3 469 463	693 892
1881—1885	5 206 887	1 041 377
1886—1890	5 767 925	1 153 585
1891—1895	7 448 998	1 489 799
1896—1900	11 461 886	2 292 377
1901—1905	19 292 125	3 858 425
1906—1910	32 025 812	6 405 162
1911	9 706 507	—
1912	11 070 014	—

22) The Mineral Industry 1911, 613.

23) Wahrscheinlich ist der außerordentliche Reichtum des Pflanzen- und Tierlebens früherer geologischer Zeiten, namentlich des Tertiärs, abgesehen von günstigen klimatischen Verhältnissen, auf eine glückliche Verteilung mineralischer Pflanzennährstoffe zurückzuführen. Solche Blüteperioden fanden ihren Abschluß, nachdem die Pflanzennährstoffe entweder durch das Wasser fortgeführt waren, wie das Kali, oder sich in einigen Zentren nutzlos aufgehäuft hatten, wie z. B. die Calciumphosphate.

24) Auch die bestgemeinte akademische Vorarbeit ist nicht frei von Mißverständnissen gewesen, die die Entwicklung der künstlichen Düngung aufgehalten haben. So stellt E d u a r d H e i d e n in seiner Düngerlehre 2 (1868) eine Reihe Nährstoffbilanzen auf, aus denen hervorgeht, daß für „Güter, welche von den Feldfrüchten nur Körner exportieren, welche ferner gute Wiesenverhältnisse haben, Futterbau und verhältnismäßig starke Viehzucht treiben, spezifisch kalihaltige Düngstoffe durchaus nicht erforderlich sind, so daß für solche Güter ein Kauf von spezifisch kalihaltigen Düngemitteln nicht anzuraten ist“. Nach den mitgeteilten Bilanzen sollen solche Güter durch die „natürliche Bewässerung — Überschwemmungen

oder künstliche Überstauung, Berieselung — „jährlich bedeutend an Kali bereichert werden.“

22) Deutschlands durchschnittlicher Ernteertrag pro Hektar in Tonnen:

	Anfang des 18. Jahrh. hundert:	1879 bis 1883	1884 bis 1888	1889 bis 1893	1894 bis 1898	1899 bis 1903	1904 bis 1908
Weizen . .	1,028	1,26	1,33	1,39	1,54	1,87	1,98
Roggen . .	0,862	0,93	1,00	1,05	1,19	1,50	1,63
Gerste . .	0,800	1,29	1,30	1,31	1,43	1,85	1,89
Hafer . .	0,564	1,09	1,18	1,15	1,31	1,74	1,82

23) Steigerung des Absatzes an Düngemitteln in der jüngsten Zeit.

	In den Jahren	Durchschnittliche jährliche Absatz- steigerung %
Chilesalpeter	1901—1911	6,8
Kalkstickstoff	1907—1912	212
Norgespeter	1903—1911	170,0
Ammoniumsulfat	1901—1911	10,5
Guano	1901—1911	3,7
Rohphosphate	1901—1911	7,5
Floridaphosphate	1901—1911	17,4
Algierphosphate	1901—1911	2,0
Tunisphosphate	1901—1911	24,0
Ozeanienphosphate	1901—1911	28,0
Superphosphat	1900—1910	7,8
Thomasmehl	1900—1910	8,0
Kali	1891—1900	10,0
„	1901—1911	11,0

24) Heinrich Mayr, Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage 1909, 39. „So außerordentlich wichtig der Nährwert des Bodens für das Auftreten gewisser Baumarten im Walde und das Gedeihen des gesamten Waldes ist, so einflußlos muß die Bodengüte und die geologische Abstammung des Bodens bezeichnet werden, wenn es sich um die Frage des Daseins von Wald überhaupt handelt. Der ungebundenen Natur ist kein Boden zu arm, um auf demselben einen Wald hervorzurufen; sind Wärme, Feuchtigkeit und Ruhe gegeben, trägt im Urwald auch der von Natur aus ärmste Boden einen Wald.“

In demselben ziemlich umfangreichen Werk wird die „Erhöhung des vorhandenen Nährgehaltes des Bodens durch Düngung, Freilanddüngung“, in wenig mehr als 3 Druckseiten behandelt.

25) Nach Albert, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1905, 141. soll der Kaligehalt „für unsere ärmsten diluvialen Sande immer noch 0,5% betragen. Bei den meisten aber schwankt er zwischen 1—2%. Nach der vorher angestellten Berechnung beträgt somit der Gesamtvorrat an Kali pro Hektar in 0,5 m Tiefe zwischen 37 500 und 150 000 kg.“ Auf diese willkürliche und unsinnige Behauptung stützt Albert den Schluß, daß „der Kalivorrat unserer Böden in absehbarer Zeit gar nicht zu erschöpfen“ sei. Albert hält „zurzeit noch jeden Pfennig, der zur Kalidüngung von Forstgewächsen im Walde ausgegeben wird, für hinausgeworfenes Geld.“

Mayr, a. a. O. S. 531. „Bahnbrechende Versuche wurden auf „vollständig unfruchtbarem“ Boden ausgeführt. Mit derlei Kraftausdrücken wird eine ziemlich skrupellose Reklame von seiten der Syndikate der Thomaspophatfabriken betrieben, welche mit Recht viele Wirtschafter in der Düngerverwendung im Walde vorsichtig gemacht hat.“

Lorey, Handbuch der Forstwissenschaft 2, 264 (1903). „Jedenfalls kann beim heutigen Betrieb des Waldfeldbaues das schlechte Gedeihen der Kulturen nur ausnahmsweise auf die Erschöpfung des Bodens an Mineralstoffen zurückgeführt werden.“

26) Siehe Bericht über die 5. Hauptversammlung des deutschen Forstvereins zu Eisenach 1904.

27) A. a. O. S. 83. „Auf solchen Böden und in solchen Fällen glaube ich, daß es angebracht ist, von allen Sanierungsmaßnahmen abzusehen und das Unvermeidliche, nämlich die allmähliche Vermoorung, einfach hinzunehmen. Damit ist nicht gesagt, daß eine Verjüngung hier überhaupt nicht mehr versucht werden soll, aber ich meine, man darf hier nur verjüngen in dem klaren Bewußtsein, daß es sich hier nicht mehr um Nachhaltswirtschaft, um dauernden Forstbetrieb handelt, sondern daß es nur noch gilt, den Boden nach Möglichkeit auszunutzen, bis er endlich der Unproduktivität verfällt. In der Regel trägt ein solcher Boden im Übergangstadium zum Hochmoor noch eine kurzlebige Fichten- oder Kieferngeneration, unter Umständen darauf folgend noch eine Birkengeneration.“

28) Die Karte entstammt der Veröffentlichung des „Institut International d'Agriculture: Production et Consommation des Engrais chimiques dans le Monde, Rome 1913“. Sie gibt die Verhältnisse des Jahres 1911 wieder und ist selbstverständlich in mehreren Punkten bereits veraltet, z. B. ist der Verbrauch von Japan in den letzten Jahren sehr stark gestiegen (auf über 100 Mill. M jährlich).

29) „Die Ernährung der Pflanze“ 1913, 221. Düngung in Schlesien.

30) Die Salpetermutterlauge enthält im Liter 3,5 g Jod.

31) Nach A. Frank, J. f. Gasbel. 1912, Nr. 3, sind durch die Abtorfung von je 1 ha Moor mit 3 m Mächtigkeit 250 PS.-Jahre à 8000 PS.-Stunden zu gewinnen.

32) Roheisenerzeugung:

	Deutschland	England
1860	545 000	3 888 000
1865	988 000	4 896 000
1870	1 391 000	6 059 000
1875	2 029 000	6 467 000
1880	2 729 000	7 876 000
1885	3 687 000	7 369 000
1890	4 658 000	8 033 000
1895	5 465 000	8 022 000
1900	8 521 000	9 003 000
1905	10 988 000	9 746 000
1910	14 494 000	10 380 000
1911	15 579 000	9 874 000

Gesamtproduktion aller Länder an Roheisen (schätzungsweise):

	Millionen t
1880	18
1890	28
1900	40
1910	65

Die Anteilziffern an der Weltproduktion betragen für:

	Deutschland	England
	%	%
1876—1880	14,5	45,0
1881—1885	16,6	40,3
1886—1890	17,5	32,8
1891—1895	19,0	26,9
1896—1900	20,5	25,0
1901—1905	20,5	13,9
1906—1910	22,3	17,5

33) In allerjüngster Zeit sogar zwei Drittel.

34) Nach „Ernährung der Pflanze 1913, 156“ z. B. bedeutet in Australien bei vielen Landwirten das Wort „Düngemittel“ nur „Superphosphat“.

35) Besonders häufig ist ein analytisch festgestellter Kaligehalt fast unwirksam, weil das Kali in einer für die Pflanze nicht assimilierbaren Form vorliegt, und wiederholt ist in solchen Fällen durch die Zufuhr von Kalisalzen eine erhebliche Steigerung der Fruchtbarkeit herbeigeführt worden.

Hochmoor, welches bei 20 cm Tiefe im Hektar noch etwa 100 kg Kali enthält, und Niedermoor, welches gar noch 300 kg und mehr Kali im Hektar enthält, sind als ausgesprochen kaliverhungert zu bezeichnen.

36) Aus der Bewirtschaftung dieser Landgebiete wird eine jährliche Fleischproduktion von 8 Mill. dz zu erzielen sein.

37) Nach „Prometheus 1910, 495“ betragen die Moorflächen: in Rußland 380 000 qkm² „ Finnland 74 000 „ „ Schweden 51 985 „ „ Deutschland 28 370 „ „ Norwegen 16 000 „ „ Irland 4 750 „ „ Dänemark 2 360 „

38) Fläche des gesamten Königreichs Preußen: 348 000 qkm.

39) Sizilien (heute etwa 3 1/2 Mill. Einwohner) hat im Altertum eine annähernd 4mal so große Bevölkerung gehabt. Der Rückgang wird am deutlichsten gekennzeichnet durch die Tatsache, daß Syrakus und Akragas (das heutige Girgenti), die in ihrer höchsten Blüte Städte mit einer Einwohnerzahl von rd. je 1 Million waren, heute nur 35 000 bzw. 28 000 Einwohner beherbergen.

40) Dieses ehemals außerordentlich fruchtbare, aber jetzt vollkommen unfruchtbare Land (Steppe) hat nach einer neueren Berechn. eine Ausdehnung von 56 000 qkm.

41) Rußland ist in den allerletzten Jahren sehr lebhaft in den Verbrauch der künstlichen Düngemittel eingetreten. Der Verbrauch betrug:

Jahr	Thomasmehl dz	Sup.-phosphat dz	Kalisalz dz	Chilesalpeter dz	Gesamt dz
1901	447 000	232 400	153 800	162 000	995 200
1907	657 000	398 800	183 400	141 800	1 381 000
1908	668 100	348 500	283 000	137 300	1 436 900
1909	1 394 000	1 543 000	680 300	317 000	3 934 300
1912	1 608 000	1 800 000	767 000	471 000	4 646 000