

3100

Rostocker Universitäts-Reden

VI.

Justus von Liebig und sein Einfluß auf die Entwicklung der Landwirtschaft.

Rektorsrede
gehalten am 29. Februar 1928

von

Dr. F. Honcamp

o. Professor der Agrikulturchemie und Direktor der
Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Rostock.

Fadner



CARL HINSTORFFS VERLAG / ROSTOCK

h

Hochansehnliche Versammlung! *)

Der Rektoratswechsel findet seit mehreren Jahren an einem Tage statt, der schon von jeher als Feiertag für unsere Universität gilt. Er ist der Erinnerung an weiland Großherzog Friedrich Franz II. gewidmet. Wenn sich inzwischen auch manches im Wandel der Zeiten geändert hat, so werden hierdurch nicht die Gefühle tiefster Dankbarkeit gegen den Großherzog Friedrich Franz II. als den erfolgreichen Reformator unserer mecklenburgischen Landesuniversität beeinflußt. Dieses alljährliche Gedenken sei für uns alle aber immer wieder ein Ansporn, unermüdlich mitzuarbeiten an dem weiteren Blühen und Gedeihen unserer alma mater Rostochiensis im Sinne unseres hochherzigen Neubegründers.

Altem Brauch zufolge hat der sein Amt antretende Rektor in einer akademischen Festrede ein Thema aus seinem Lehrgebiete zu behandeln. Was liegt für mich als den Vertreter der Agrikulturchemie an unserer Hochschule näher, als heute des Mannes zu gedenken, den wir als den Begründer unserer Wissenschaft preisen und dessen Geburtstag sich in diesem Jahre zum 125. Male jährt. Es war Justus von Liebig, der als erster die Chemie in ihrer Anwendung auf die Landwirtschaft lehrte und hierdurch den mächtigsten und nachhaltigsten Einfluß auf die Entwicklung des Ackerbaues ausübte.

Geboren am 12. Mai 1803 erlebte Liebig die Jahre seines Reifens und Werdens in einer Zeit, die nach dem Sturze Napoleons ein Aufblühen der Künste und der

*) Die Rede ist in vorliegender Form um einige Zusätze vermehrt.

Wissenschaften brachte. Deutschland wollte damals auf dem Gebiet der Wissenschaften das nachholen, was auf dem der Politik verloren gegangen war. Jene Blütezeit betraf freilich nur die Geisteswissenschaften. Die exakten Wissenschaften dagegen standen zu Anfang des 19. Jahrhunderts noch völlig unter der Herrschaft der Naturphilosophie. Nicht durch scharfsinnige Beobachtungen oder durch exakte Experimente, sondern durch philosophische Spekulationen und empirische Feststellungen von Tatsachen suchte man damals einen Einblick in die Naturerscheinungen zu bekommen. Die naturphilosophischen Strömungen jener Zeit sind von Heinrich von Treitschke in seiner „Deutschen Geschichte“ treffend geschildert worden: „Die Naturphilosophie sah in der Natur den unbewußten Geist, in den Naturkräften die Organe dunkler Willensmächte und suchte daher überall nachzuweisen, wie bewußtes und unbewußtes Leben ineinander greifen. Man verlor die Ehrfurcht vor dem Wirklichen, der Chemiker mochte sich die Hände nicht beschmutzen, der Physiker verschmähte, die Ereignisse seiner Apperzeption durch Experimente zu prüfen. Verworrene Bilder verdrängten die klaren Begriffe. Wieviel junge Kraft mußte der junge Justus Liebig verschwenden, bis er des romantischen Hochmutes endlich Herr ward und sich entschloß, schlichtweg als ein Unwissender an die wirkliche Welt heranzutreten.“ Immerhin erkannte Liebig schon frühzeitig, daß seine damaligen Lehrer Kastner und Schelling, von denen letzterer als der größte Philosoph und Metaphysiker seiner Zeit galt, von den Naturwissenschaften wenig und nicht viel mehr von der Chemie verstanden. Schellings geistreicher und ungemein fesselnder Vortrag konnte die Flachheit seiner Naturphilosophie auf die Dauer nicht verdecken. Nach Logik und Erkenntnistheorie, nach Metaphysik und Ethik stand Liebig's Sinn aber nicht. Sein Trachten war auf die Einführung in die Geheimnisse der Scheidekunst, in die Kennzeichnung und Unterscheidung der Stoffe, auf die Ausbildung in den chemischen Meßverfahren usw. gerichtet.

Paris und Stockholm waren damals jene Stätten, wo chemisches Forschen und Wissen zur höchsten Blüte gelangt war. Infolgedessen haben die beiden größten deutschen Chemiker des vorigen Jahrhunderts J. Liebig und F. Wöhler die Grundlagen ihrer chemischen Kenntnisse im Auslande erworben. Ersterer bei Gay-Lussac, Dulong und Thénard in Paris, Wöhler bei Berzelius in Stockholm. Die in Paris erhaltenen Anregungen und erlangten Kenntnisse sind auf Liebig's weitere Arbeitsrichtung nicht ohne Einfluß gewesen. Wenn er späterhin lehrte, das gesamte organische Leben als ein zusammengehöriges Ganzes aufzufassen, dessen einzelne Teile sich gegenseitig bedingen und ergänzen, so dürften diese Gedanken wohl schon aus jener Zeit stammen. „Ich erkannte, oder richtiger vielleicht, es dämmerte in mir das Bewußtsein, daß nicht allein zwischen zweien und dreien, sondern zwischen allen chemischen Erscheinungen in dem Mineral-, Pflanzen- und Tierreiche ein gesetzlicher Zusammenhang bestehe; daß keine allein stand, sondern immer verkettet mit einer anderen, diese wieder mit einer anderen und so fort alle miteinander verbunden, und daß das Entstehen und Vergehen der Dinge eine Wellenbewegung in einem Kreislauf ist.“ Nach Deutschland zurückgekehrt, wird Liebig auf die Fürsprache von Alexander von Humboldt hin, freilich unter Uebergang der hessischen Landesuniversität, im Jahre 1824 zum außerordentlichen Professor der Chemie in Gießen ernannt. Schon zwei Jahre später erfolgte, nunmehr freilich auf Vorschlag der philosophischen Fakultät, seine Ernennung zum Ordinarius. Liebig war 23 Jahre alt. Wenn es ihm vergönnt war, sich auf dem Gebiet der reinen und angewandten Chemie dauernden Ruhm zu erwerben, so verdankt er es nicht zum wenigsten dem Umstande, daß seine Fröhreife bereits in einem Lebensalter zum selbständigen Arbeiten und Forschen und zur breitesten Entfaltung seines Könnens gelangte, in dem heute sich die allermeisten noch in der Vorbereitung zu ihrem zukünftigen Berufe befinden. Im W. Ost-

wald'schen Sinne der Biologie des Genies gehört Liebig infolge seiner Frühreife, seines Temperamentes und der großen Reaktionsgeschwindigkeit seines Geistes unbedingt zu den Romantikern in den Naturwissenschaften, im Gegensatz zu manchem anderen großen Forscher seiner Zeit, die, wie z. B. Berzelius, als Langsame bei meist phlegmatischem bis melancholischem Temperament von W. Ostwald als Klassiker bezeichnet werden.

Von den vielen Arbeiten und Untersuchungen, die Liebig in Gießen in Gemeinschaft mit zahlreichen Schülern ausführte, sind jene über die Zusammensetzung der am Aufbau der Pflanzen und Tiere beteiligten Stoffe, die man gemeinhin als organische zusammenfaßt, für die Landwirtschaft von großer Bedeutung und Wichtigkeit geworden. Indem er nicht nur das Problem der quantitativen Analyse von pflanzlichen und tierischen Stoffen durch Schaffung einer einfachen und schnell durchzuführenden Methode löste, sondern auch in zahlreichen Untersuchungen die Zusammensetzung aller Stoffe dieser Art ermittelte, suchte er die Gesetze des organischen Lebens zu ergründen. Liebig schuf die Grundlagen der agrikulturchemischen Wissenschaft. Seine Arbeiten und Forschungen auf diesem Gebiete galten zunächst der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Steigerung der Pflanzenproduktion. Die Pflanze aber ist maßgebend für das gesamte organische Leben, da der Aufbau der organischen Materie in den grünen Pflanzenteilen unter dem Einfluß des Sonnenlichtes beginnt. Der tierische Organismus dagegen und insonderheit das landwirtschaftliche Nutzvieh ist hinsichtlich seiner Ernährung ausschließlich auf die Nährstoffe angewiesen, welche die grüne Pflanzenzelle mit Hilfe der Sonnenenergie scheinbar mühelos und spielend aus einfachen, anorganischen Verbindungen bildet. Die Aufgabe des Acker- und Pflanzenbaues ist die Erzeugung von organischen Nahrungsstoffen für die Ernährung von Mensch und Vieh. Indem Liebig lehrte, wie diese Produktion von Nährstoffen zu steigern

ist, schuf er die Möglichkeit, eine ständig anwachsende Bevölkerung zu ernähren. „Es klingt wunderbar“, so sagt Hermann Kolbe, „und dem Laien beinahe unglaublich, daß, nachdem Jahrtausende hindurch Ackerbau getrieben worden ist und man geglaubt hat, die Landwirtschaft an der Hand tausendjähriger Erfahrungen rationell zu betreiben, ein deutscher Chemiker, der nie Landwirt gewesen, nie den Pflug geführt, nie den Acker bearbeitet hat, von seinem Schreibtische aus diktiert, wie der Landwirt sein Land behandeln muß, um ihm dauernd größte Ertragsfähigkeit zu geben, und daß mit Liebig's Lehren von der Kultur des Bodens und dem Naturgesetze des Landbaues erst eine wirklich rationelle Landwirtschaft beginnt.“ Mit Justus von Liebig fängt für die Landwirtschaft eine neue Epoche der Entwicklung an, die in verhältnismäßig kurzer Zeit zu einem ungeahnten Aufstieg derselben führte. Lassen Sie mich daher in folgendem berichten über:

„Justus von Liebig und seinen Einfluß auf die Entwicklung der Landwirtschaft.“

Will man den dahingehenden Einfluß Liebig's in seinem vollen Umfange würdigen, so muß man die Technik des Landbaues in ihrer ganzen geschichtlichen Entwicklung verfolgen. Bis zu Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde der Ackerbau in der Hauptsache auf Grund von allgemeinen Beobachtungen und praktischen Erfahrungen betrieben, wie solche meist schon im Altertum gemacht und gesammelt worden waren. Die landwirtschaftliche Literatur der Hellenen und namentlich der Römer lehrt uns, welch verhältnismäßig hohen Grad der Entwicklung bereits damals schon die Landwirtschaft erreicht hatte. Aber es sind fast nur empirisch gewonnene Grundregeln, die hier zusammengetragen worden sind. So weiß u. a. schon Columella von der düngenden Wirkung der grün untergepflügten Lupine zu berichten, während doch erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts H. Hellriegel die naturwissen-

schaftliche Begründung und Erklärung dieser Tatsache lieferte. Schon bei Plinius finden wir eine vollständige Klassifizierung der landwirtschaftlich genutzten Böden in Kalk-, Sand- und Tonböden, sowie in deren Uebergangs- und Zwischenformen. Auch ist den Römern das Wesen der Brache und des Fruchtwechsels völlig geläufig gewesen, ohne daß sie jedoch den inneren Zusammenhang der Dinge untereinander erkannt hätten. Indem die Römer ihre Weinberge mit Holzasche düngten, erkannten sie instinktiv oder intuitiv die Bedeutung des Kalis für die Pflanzenernährung Tausende von Jahren vorher, ehe Liebig den Zusammenhang zwischen den Mineralien des Bodens und des pflanzlichen Organismus nachgewiesen hatte. Die düngende Wirkung der Natur- und gewisser Mineraldünger, wie namentlich der Mergelsorten, sowie ihre Bedeutung für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit war den Römern frühzeitig bekannt und wird in den landwirtschaftlichen Schriften jener Zeit immer wieder erwähnt, so von Plinius dem Älteren in seiner „Naturalis historia“ und besonders auch von Porcius Cato in seiner Landwirtschaftslehre „De re rustica“. Das Problem von der Bedeutung der Pflanzennährstoffe und deren Ersatz vom wissenschaftlichen Standpunkt aus zu lösen und in seinem ganzen ursächlichen Zusammenhange zu erfassen, blieb jedoch erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts einem Justus von Liebig vorbehalten. Es kann also kein Zweifel bestehen, daß schon zu den ältesten Zeiten der Ackerbau in Hellas und Rom, wenn auch nur auf rein empirischer Grundlage aufgebaut, so doch schon eine hohe Stufe der Entwicklung erreicht hatte.

Die Grundsätze eines geregelten Ackerbaubetriebes sind dann durch gallische und römische Kolonisten auch den Germanen bekannt geworden. Diese waren ursprünglich kein ackerbautreibendes Volk, denn noch Julius Caesar sagt von ihnen: „Agrikulturae non student, marjorque pars eorum victus in lacte, caseo, carne consistit“. Wenn dann spätere Berichterstatter, wie

Plinius, Tacitus, ferner Pomponius Mela und der griechische Schriftsteller Strabo Mitteilungen über einen Landwirtschaftsbetrieb der Germanen machen, so darf nicht vergessen werden, daß inzwischen mancherlei Berührungen zwischen Germanen und Römern stattgefunden hatten, infolge derer unter anderen Fortschritten der Kultur auch solche des Ackerbaues übernommen sein dürften. In der nachfolgenden Zeit, und zwar bis etwa zu Ende der Völkerwanderung, hat sich dann ein mehr oder weniger regelmäßiger Ackerbaubetrieb bei den meisten germanischen Stämmen und Völkern eingebürgert. In der Bewirtschaftung des Ackerlandes bildete sich im Laufe der Zeit die Dreifelderwirtschaft mit reiner Brache aus, wie sie dann z. Zt. Karls des Großen fast allgemein im Reiche üblich war. In dieser Wirtschaftsweise sind grundlegende Änderungen bis gegen Mitte des 18. Jahrhunderts nicht eingetreten. Es ist sogar zu vermuten, daß manche von den Römern übernommene ackerbautechnischen Erfahrungen und Kenntnisse im Laufe der Jahrhunderte und zwar namentlich während des Mittelalters wieder verloren gegangen sind. Um die Mitte des 18. Jahrhunderts befand sich also Betriebsweise und Technik des Ackerbaues ungefähr noch auf der gleichen Entwicklungsstufe wie zur Zeit Karls des Großen. Das vergangene Jahrtausend hatte keinerlei Fortschritte in der Technik selbst, sondern nur eine räumliche Ausdehnung des Ackerbaues gebracht.

Ein regelmäßiger Anbau von Hackfrüchten und die Aufnahme von Futterpflanzen, insonderheit des Rotklee, in die Fruchtfolge bedeuten in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts einen Fortschritt in der bisherigen Wirtschaftsweise. Diese Maßnahmen führten zunächst zur verbesserten Dreifelderwirtschaft und schließlich zur eigentlichen Fruchtwechselwirtschaft. Es ist jene Zeit, in welcher die Erkenntnis immer mehr durchdringt, daß die Landwirtschaft auf dem bisher beschrittenen Wege und in rein praktischer Weise betrieben sich nicht zu einer rationellen Wirtschaftsweise

gestalten kann. Wissenschaftlich begründete Lehren und Regeln sollten nunmehr in der Landwirtschaft an die Stelle der bisher nur auf Erfahrung begründeten Betriebsweise treten. Zu diesem Zweck wurden im Laufe des 18. Jahrhunderts an einer Reihe von Hochschulen Lehrstühle für Kameralwissenschaft errichtet. Diesen fiel neben der Lehre von der gesamten Volkswirtschaft auch die Landwirtschaftslehre und Technologie zu. Bei aller Anerkennung der großen Verdienste, die sich die Kameralisten damals um die Entwicklung und Hebung der Landwirtschaft zweifelsohne erworben haben, konnte ihr Einfluß auf die Technik des Landbaues doch nur ein verhältnismäßig geringer sein, weil die damaligen Kenntnisse der für die Landwirtschaftslehre wichtigsten und unentbehrlichsten Hilfswissenschaften, nämlich der Naturwissenschaften, noch recht ungenügende waren. Erst die Fortschritte naturwissenschaftlicher und insbesondere chemischer Kenntnisse und ihre Anwendung auf die Landwirtschaft ermöglichten es, die bis dahin so gut wie ausschließlich nur erfahrungsgemäß und rein praktisch betriebene Wirtschaftsweise des Ackerbaues auf wissenschaftlicher Grundlage aufzubauen und zu vervollkommen.

Boden und Pflanze sind zwei wichtige Produktionsfaktoren des Acker- und Pflanzenbaues. Das Suchen nach dem Vegetationsprinzip, mit Hilfe dessen man die Erscheinungen der Bodenfruchtbarkeit und des Pflanzenwachstums zu erklären hoffte, mußte so lange vergeblich sein, als man sich nur auf die tausendjährigen Erfahrungen stützte, nach denen die Pflanzen zu einer gedeihlichen Entwicklung Erde, Licht, Wärme und Wasser benötigen. Inwieweit der Boden als Nährstoffquelle für das Pflanzenwachstum in Betracht kam, konnte überhaupt erst dann entschieden werden, wenn man die Nährstoffe der Pflanze selbst kannte. Nachdem Priestley die Sauerstoffausscheidung durch die Pflanze und Scheele ihre Kohlensäureabgabe nachgewiesen hatten, erkannte zunächst J. Ingen-Houß die atmosphärische Kohlensäure als die eigentliche

Kohlenstoffquelle der Pflanze. Auch sprach dieser schon das Sonnenlicht als jene Kraft an, welche die zur Zersetzung der Kohlensäure und zur Erzeugung der organischen Substanz notwendige Arbeit leistet. Dagegen vertrat Ingen-Houß noch die Ansicht, daß die Pflanze mineralischer, aus dem Boden stammender Nährstoffe nicht bedürfe. Später sind es die grundlegenden Untersuchungen von Th. de Saussure gewesen, die hinsichtlich des Chemismus der Pflanze weitgehendste Aufklärung brachten. Saussure erkannte, daß der assimilierte Kohlenstoff zusammen mit den Elementen des Wassers zur Bildung und Vermehrung der organischen Pflanzenmasse Verwendung fand. Indem de Saussure bei seinen Untersuchungen aber auch stets eine „Bilanz herstellte, zwischen dem, was die Pflanze aufnimmt und dem, was sie abgibt und daher selbst erwirbt“, kam er zu dem Ergebnis, daß neben Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff auch gewisse Bestandteile des Bodens am Aufbau der Pflanze beteiligt sein mußten. Trotz dieser Ergebnisse blieben jedoch starke Zweifel über die Notwendigkeit gewisser Mineralstoffe für die Pflanzenernährung nach wie vor bestehen. Nur so ist es zu verstehen, daß noch im Jahre 1800 die „Berliner Akademie der Wissenschaften“ folgende von ihr gestellte Preisaufgabe annahm: „Von welcher Art sind die erdigen Bestandteile, welche man mit Hilfe der chemischen Zergliederung in den verschiedenen inländischen Getreidesorten findet? Treten diese in solche so ein, wie man sie findet, oder werden sie durch die Wirkung der Organe der Vegetation erzeugt?“ Obwohl man bereits damals von der Unwandelbarkeit der Elementarstoffe ineinander, sowie von der Unerschaffbarkeit und Unzerstörbarkeit der Materie überzeugt war, so nahm man doch als richtig jene Lösung an, nach der eine besondere, in der lebenden Pflanzenzelle vorhandene Kraft, die sogenannte Lebenskraft, die Mineralstoffe im Lebensprozeß der Pflanze erzeuge. Es war das Zeitalter der vitalistischen Lebensanschauung, die keine Erklärung der Erscheinungen forderte, sondern viel eher auf eine

solche verzichtete. Erst das durch Robert Mayer aufgestellte Gesetz von der Erhaltung der Kraft machte diesem extremen Vitalismus ein Ende.

Die Naturwissenschaften waren noch nicht reif für ihre Anwendung auf die Landwirtschaft und diese wiederum noch zu wenig im naturwissenschaftlichen Denken geschult, um mit Erfolg die praktische Nutzanwendung aus wissenschaftlichen Forschungen für ihr Gewerbe ziehen zu können. Wie gering noch einer der großen Reformatoren der Landwirtschaft aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, J. Ch. Schubart, die Bedeutung der Naturwissenschaften für die Landwirtschaft einschätzte, geht aus seiner von der „Akademie der Wissenschaften zu Berlin“ im Jahre 1783 preisgekrönten Arbeit über die Bedeutung und den Wert der Futterkräuter hervor, in der er sich ausdrücklich dagegen verwahrt, „daß er über diese hier das erwähne, was man aus chemischen oder physikalischen Werken über Futterkräuter sagen könne, denn so etwas habe keinen Wert, weil die Praxis ja doch erst seine Richtigkeit bestätigen müsse“. Bei dieser Abneigung Schubarts gegen die Wissenschaft kann es nicht verwundern, wenn seine damals der Landwirtschaft gebrachten Verbesserungen vorwiegend praktischer Natur waren.

Ein wirklicher Reformator der Landwirtschaft konnte zunächst auch nur ein Mann werden, der über umfassende naturwissenschaftliche Kenntnisse verfügte und neben Lust und Liebe praktisches Verständnis für die Landwirtschaft besaß. Dieser Mann war der kurfürstlich hannoversche Hofmedicus Doktor medicinae Albrecht Thaer. Er erkannte, welchen Einfluß die Art des Bodens sowie dessen Gehalt an Nährstoffen auf seine Fruchtbarkeit ausübt. Durch ihn erfuhr die Lehre von der Bearbeitung und Düngung des Ackers eine wesentliche Förderung. Wenn manche dieser Lehren, so namentlich die Humustheorie, sich später als irrig herausstellten und von Liebig schlagend widerlegt wurden, so darf nicht vergessen werden, daß auch

Thaers naturwissenschaftliche Kenntnisse entsprechend dem damaligen Stand der Wissenschaften z. T. noch recht lückenhafte waren. All' das kann aber nichts an der Tatsache ändern, daß A. Thaer die große Bedeutung der Chemie und aller anderen naturwissenschaftlichen Fächer als grundlegende Hilfswissenschaften der Landwirtschaft erkannte und würdigte. Daß den Mineralstoffen des Bodens nicht wie A. Thaer annahm, nur eine indirekte, dem Humus aber die wesentlichste Bedeutung für die Pflanzenernährung zukam, konnte schon sein Schüler K. Sprengel nachweisen, der diese Erkenntnisse in seinen Schriften auch klar und unzweideutig zum Ausdruck brachte. „Die Pflanzen bilden aus unorganischen Stoffen, welche dieselben aus dem Boden und der atmosphärischen Luft erhalten, unter Beihilfe des Lichtes, der Wärme, der Elektrizität und des Wassers ihre organischen Körper.“ Nicht viel später erfuhr die Lehre von der Ernährung der Kulturpflanzen eine wesentliche Förderung durch den Franzosen Jean Baptiste Boussingault. Aber Wissenschaft und Praxis, sie konnten damals nicht zueinander kommen. Infolgedessen blieb auch jede gegenseitig sich fördernde Wechselwirkung zunächst aus. In den ersten vier Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts sind nur die wissenschaftlichen Grundlagen für die Ernährung der Feldgewächse geschaffen worden. Eine praktische Anwendung fanden sie noch nicht. Es mußte erst der Meister kommen, der diese Erkenntnisse in ein einheitliches Ganze kleidete und sie der landwirtschaftlichen Praxis nutzbar machte. Dieser Meister war Justus von Liebig, der bereits damals schon als Forscher und Gelehrter einen Weltruf genoß.

Von der „British association for the advancement of science“ hatte Liebig im Jahre 1837 den Auftrag erhalten, einen zusammenfassenden Bericht über den damaligen Stand der organischen Chemie zu erstatten. Indem er die Aufgabe der organischen Chemie, nämlich „die Erforschung der chemischen Bedingungen des Lebens und der vollendeten Entwicklung aller Orga-

nismen“ in den Vordergrund stellte, erstattete er einen Bericht, der sich weniger mit den damaligen Kenntnissen der organischen Chemie überhaupt als vielmehr mit deren Beziehungen zur Agrikultur und Physiologie befaßte. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war das erstmalig im Jahre 1840 erschienene Werk „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“. Dasselbe trat einen Siegeszug durch die ganze Welt an. Liebig's Name wurde durch dieses Buch über den ganzen Erdkreis hin bekannt. Auch in Mecklenburg erregte es großes Aufsehen. Kein geringerer als Fritz Reuter erkannte hier die Bedeutung der neuen Lehre, deren Wirkung auf die zeitgenössische Landwirtschaft er in heiterer Weise ausmalte. In „Ut mine Stromtid“ läßt Reuter den plötzlich in die Landwirtschaft hineingeratenen Leutnant Axel in Liebig's Buch Belehrung finden.

Liebig lehrte, daß die Pflanze zu ihrem Aufbau und zur Erzeugung organischer Nährstoffe wie Eiweiß, Fett, Stärke und Zucker ausschließlich anorganischer Stoffe bedürfe, so der Kohlensäure der Luft und der Mineralstoffe des Bodens. Er sprach dem Humus, den man bislang als Hauptträger der Bodenfruchtbarkeit angesprochen hatte, jede Bedeutung für die Ernährung der Pflanze ab. Liebig erkannte als erster den Zusammenhang zwischen den Aschenbestandteilen der Pflanze und den im Ackerboden enthaltenen Mineralstoffen. Indem er mit überzeugender Deutlichkeit und Klarheit deren Unentbehrlichkeit für das Pflanzenwachstum nachwies, wurde Liebig der Begründer der modernen Düngerlehre und einer im Laufe der Jahre sich gewaltig entwickelnden chemischen Düngerindustrie. Ihre Bestätigung fand die Liebig'sche Theorie schon sehr bald durch die experimentellen Untersuchungen von A. F. Wiegmann und L. Polstorff. Die von der „Göttinger Akademie der Wissenschaften“ gestellte Preisaufgabe, „ob die genannten unorganischen Elemente, welche in der Asche der Pflanzen gefunden werden, auch dann in den Pflanzen sich finden, wenn sie denselben

nicht dargeboten werden, und ob jene Elemente so wesentliche Bestandteile des vegetabilischen Organismus seien, daß dieser sie zu seiner völligen Ausbildung bedürfe?“, beantworteten die beiden genannten Chemiker dahin, daß „das Wachstum der Pflanzen sehr behindert und fast ganz unterdrückt werde, sobald nicht eine gewisse Menge unorganischer Bestandteile in auflöslichem Zustande im Boden vorhanden sei“.

Nach Liebig's Ansicht waren es hauptsächlich Kali und Phosphorsäure, die durch die jährlichen Ernten dem Boden entzogen und in Form von tierischem Dung dem Acker nur in ungenügender Menge wieder zugeführt werden. Auch da, wo Brache gehalten wird, könne allein durch diese ebensowenig wie durch einen Wechsel in den anzubauenden Früchten einer Verarmung des Bodens an den genannten Pflanzennährstoffen auf die Dauer vorgebeugt werden. Liebig macht daher der Landwirtschaft den Vorwurf, daß sie Raubbau schlimmster Art treibe. „Als Prinzip des Ackerbaues“, so sagt er, „muß angesehen werden, daß der Boden in vollem Maße wieder erhalten muß, was ihm genommen wird; in welcher Form dies wiedergeben geschieht, ob in Form von Exkrementen oder von Asche oder von Knochen, dies ist wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker mit einer Auflösung von Wasserglas, mit der Asche von verbranntem Stroh, wo man ihn mit phosphorsauren Salzen düngen wird, die man in chemischen Fabriken bereitet, gerade so, wie man jetzt zur Heilung des Fiebers und der Kröpfe chemische Präparate herstellt.“ In welchem Umfange seine Voraussagungen in Erfüllung gehen und welche weltwirtschaftliche Bedeutung der Herstellung chemischer Kunstdüngemittel einmal zukommen würde, hat wohl Liebig damals nicht geahnt. Er setzte auch sogleich den Gedanken einer fabrikmäßigen Gewinnung von chemischen künstlichen Düngemitteln durch die Herstellung seines Patentdüngers in die Tat um. Auf Grund der damals vorhandenen Analysen von Pflanzenaschen wurden Düngermischungen hergestellt, welche die mineralischen Nähr-

stoffe in den bei verschiedenen Pflanzenarten gefundenen Mengenverhältnissen enthielten. Im Gegensatz zu unseren heutigen Anschauungen war Liebig hierbei bemüht, die einzelnen Nährstoffe, und zwar namentlich das Kali in eine möglichst schwer lösliche Form zu bringen, weil er ein Auswaschen derselben im Boden befürchtete. Als eine weitere wichtige Grundlage des Ackerbaues ist endlich das von Liebig aufgestellte Gesetz des Minimums zu bezeichnen: „Die Fruchtbarkeit eines Feldes steht im Verhältnis zu dem im Boden in geringster Menge enthaltenen notwendigen Bestandteile.“

Diese Lehren sollten in der Folgezeit eine vollständige Umwälzung des ganzen Acker- und Pflanzenbaues herbeiführen, obgleich eigentlich keine derselben neu, mehrere sogar ganz oder teilweise falsch waren. Liebig hat die Thaer'sche Humustheorie widerlegt und an ihre Stelle zunächst seine Mineraltheorie gesetzt. Die Unentbehrlichkeit der Mineralstoffe hatte aber bereits früher de Saussure geahnt, K. Sprengel behauptet und gestützt auf zahlreiche Aschenanalysen wenigstens indirekt bewiesen. Die Liebig'sche Mineraltheorie betonte auch einseitig und in erster Linie die Notwendigkeit eines Ersatzes von Kali und Phosphorsäure etc., während der Stickstoffgehalt des Stalldüngers und die Stickstoffquelle der Luft völlig ausreichend sein sollte, den Stickstoffbedarf der Pflanzen zu decken. Liebig verkannte zunächst hiermit die große Bedeutung der stickstoffhaltigen Düngemittel völlig. Wenn er auch späterhin seinen Irrtum hinsichtlich der Stickstoffdünger eingesehen hat, so hat er ihn niemals wirklich zugegeben. Heute wissen wir, daß der Stickstoff neben dem Wasser der gewaltigste Faktor im Schaffen, Wachsen und Werden der Pflanzen ist. Auch den Wert des Humus für die Verbesserung der physikalischen Bodenverhältnisse hat Liebig zum mindesten nicht genügend eingeschätzt. Das gleiche gilt hinsichtlich der Brache.

Infolge der einseitigen Hervorhebung der mineralischen Bodennährstoffe erwies sich auch die ursprüngliche Definition des Gesetzes vom Minimum als nicht

richtig, nach welchem der im Boden in geringster Menge vorhandene Nährstoff die Höhe der Ernteerträge bestimmen soll. In dieser Form war bereits von K. Sprengel das Minimumgesetz gefaßt worden: „Der Boden kann in allen übrigen Beziehungen so günstig wie nur möglich für den Pflanzenertrag sein, er ist dennoch unfruchtbar, wenn es ihm nur an einem einzigen Nährstoff fehlt, der zu den Nahrungsmitteln der Pflanze gehört.“ Der Pflanzenertrag ist aber nicht nur von den chemischen Nährstoffen, sondern auch von allen solchen Faktoren biologischer oder physikalischer Natur abhängig, die überhaupt einen Einfluß auf das Pflanzenwachstum auszuüben vermögen. Das Gesetz des Minimums erstreckt sich daher auf alle unentbehrlichen Vegetationsbedingungen und nicht wie Liebig ursprünglich angenommen hat, nur auf die mineralischen Stoffe. Auch der Patentdünger stellte sich zunächst als ein gänzlicher Mißerfolg heraus. Er gab den zahlreichen Gegnern Liebigs die beste Waffe in die Hand, seine Lehren zu bekämpfen. Der Patentdünger zeigte infolge der absichtlich herbeigeführten Schwerlöslichkeit seiner Nährstoffe nur eine ganz geringe oder überhaupt keine Wirkung. Die Gefahr des Auswaschens im Boden bestand aber in Wirklichkeit gar nicht, weil das Absorptionsvermögen der Ackererde die Nährstoffe festhält. Diese Tatsache war bereits von Thomas Way und anderen beobachtet worden. Liebigs eigene Untersuchungen bestätigten später diese Ergebnisse. Sie führten ihn zu der Erkenntnis, daß die von ihm durch einen Schmelzprozeß unlöslich gemachten Nährstoffe des Patentdüngers sich im Bodenwasser nicht lösen und nicht verbreiten konnten und infolgedessen auch für die Pflanze nicht assimilierbar waren. „Ich hatte mich an der Weisheit des Schöpfers versündigt“, so schreibt Liebig, „und dafür meine gerechte Strafe empfangen, ich wollte sein Werk verbessern, und in meiner Blindheit glaubte ich, daß in der wundervollen Kette von Gesetzen, welche das Leben an der Oberfläche der Erde fesseln und immer frisch erhalten, ein Glied vergessen

sei, was ich, der schwache, ohnmächtige Wurm ersetzen müsse.“

Auch den Fruchtwechsel hat Liebig bekämpft, weil er glaubte, durch entsprechende Zufuhr der notwendigen Nährstoffe ohne einen solchen auskommen zu können. Sein Streben ging also in erster Linie immer darauf hinaus, die dem Acker durch die Ernten entzogenen mineralischen Nährstoffe wieder zuzuführen. Infolgedessen ist Liebig's außerordentlich großer Einfluß auf die Entwicklung der Landwirtschaft vielfach nicht ganz sachlich beurteilt worden, so z. B. wenn Th. von der Goltz schreibt: „Liebig betrachtete das landwirtschaftliche Gewerbe einseitig vom Standpunkt des Naturforschers und speziell des Chemikers. Boden und Luft bildeten für ihn gewissermaßen die Retorten, aus denen die Pflanzen ihre Nahrung und damit alle für ihr Gedeihen erforderlichen Kräfte schöpften. Diese gefüllt zu erhalten, galt ihm die bei weitem wichtigste Aufgabe. Da nun in die eine Retorte, die Luft, die ihr durch die Pflanze entzogenen Nährstoffe, die atmosphärischen, infolge von natürlichen Vorgängen ohne Zutun der Menschen wieder zurückkehrt, so handelte es sich für den Landwirt hauptsächlich darum, der anderen Retorte, dem Boden, die in den geernteten Produkten befindlichen Mineralstoffe wieder zuzuführen, weil für diese auf natürlichem Wege kein Ersatz geboten werde. Die physikalischen Bedingungen, an welche das Gedeihen der Pflanze geknüpft ist, als Wärme, Feuchtigkeit, Lockerheit des Bodens etc., waren Liebig zwar nicht unbekannt, aber er unterschätzte deren Bedeutung gegenüber den chemischen.“ Gewiß mag Liebig für manche Fragen rein landwirtschaftlicher Natur nicht immer das notwendige Verständnis gehabt oder deren Bedeutung unterschätzt haben. Dafür wußte aber sein untrügliches wissenschaftliches Gefühl das Allerwichtigste zu erfassen und den inneren Zusammenhang der Dinge in der Natur zu erkennen. Wenn er manchmal in seinen Lehren zu sehr die rein chemische Seite betont, so liegt dies in der Natur der Dinge.

Liebig war zunächst Chemiker, aber nicht Landwirt. Aber gerade deshalb ist sein Verdienst umso größer, daß er als Nichtlandwirt es verstanden hat, den seit Jahrtausenden unverändert in gleicher Weise betriebenen Ackerbau innerhalb weniger Jahrzehnte auf z. T. ganz neue Grundlagen zu stellen und hierdurch mächtig zu fördern. Zweifelsohne ist er hierbei von den Erfahrungen und Forschungen seiner Vorgänger ausgegangen. Die praktische Nutzenanwendung aber hieraus gezogen zu haben, ist einzig und allein das unsterbliche Verdienst Liebigs. Ad. Mayer, ein heute noch lebender Zeitgenosse, aber keineswegs ein rückhaltloser Bewunderer oder blinder Verehrer von Liebig, hat dies treffend zum Ausdruck gebracht: „Es ist das unanfechtbare Verdienst von Liebig, auch wenn von den richtigen Sätzen, die er in seinem Buche von 1840 ausgesprochen hat, keiner sein geistiges Eigentum genannt werden dürfte, daß die Wichtigkeit derselben klarer vor seiner Seele stand als vor der irgend eines Mitlebenden, daß er erst den Zusammenhang alles von ihm zu Tage Geförderten recht begriff, daß er einsah, wie es allein durch die Zerlegung der komplexen Begriffe: Boden, Dünger, Fruchtbarkeit in einzelne naturwissenschaftlich definierbare Faktoren gelingen könne, eine Theorie der Pflanzenernährung aufzubauen, deren Erfolge — hatte sie sich einmal ein Recht gesichert, in der Praxis mitzureden — ganz unübersehbare sein mußten.“

Gewiß sind Liebigs Lehren von manchen Irrtümern nicht frei gewesen. So ging die Herstellung des Patentdüngers von ganz falschen Voraussetzungen aus. Aber Irren ist menschlich, und nur der wird jedem Irrtum von vornherein entgehen, der gänzlich unproduktiv ist. „Was mich entschuldigen dürfte,“ so sagt Liebig hinsichtlich des mißlungenen Patentdüngers, „ist der Umstand, daß der Mensch das Kind seiner Zeit ist, und daß er sich den allgemein als wahr geltenden, herrschenden Ansichten nur dann zu entziehen vermag, wenn ein gewaltsamer Druck ihn nötigt, alle seine Kräfte aufzubieten, um sich frei und ledig von den Ban-

den des Irrtums zu machen. Die Ansicht, daß die Pflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung entnehmen, die sich im Boden durch das Regenwasser bildet, sie war mir ins Fleisch gewachsen. Diese Ansicht war falsch und die Quelle meines törichten Verfahrens gewesen.“ Wenn Liebig weiterhin geirrt hat, indem er den Wert des Humus und des Stalldüngers für die Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit des Ackers unterschätzte, wenn er ferner glaubte, die Brache durch eine entsprechende Kalkung ersetzen zu können, so sind diese und auch noch andere Irrtümer im Laufe der späteren Jahre teils von ihm selbst, teils von anderen erkannt und richtiggestellt worden. Uns sollten Liebigs Irrtümer aber nur mahnen, auch vor den Größten im Geiste unser Urteil nicht ohne weiteres zu beugen. Aber alle seine Irrtümer können nichts an dem unvergänglichen Ruhme schmälern, daß mit seinem Auftreten und seinen Lehren für die Landwirtschaft eine neue Zeit der Entwicklung beginnt. Die Tatsache steht unversrückbar fest, daß Liebigs Grundsätze der Pflanzenernährung heute auf dem ganzen Erdkreis verbreitet sind und daß überall in der Welt die Anwendung chemischer Kunstdüngemittel zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Steigerung der Ernteerträge einen nie geahnten Umfang angenommen hat. Haben also auch manche Lehren Liebigs der Kritik und Nachprüfung nicht immer standgehalten, so wird man gerade deshalb für seine Bücher über die organische Chemie in ihrer Anwendung und Beziehung zur Landwirtschaft, Physiologie und Pathologie, wie es J. Volhard getan hat, die Treitschke'sche Kritik über Niebuhrs römische Geschichte in Anspruch nehmen dürfen: „Sie waren ebenso sehr erlebte Werke als Erzeugnisse der gelehrten Forschung, darum zählten sie schon die Zeitgenossen zu jenen klassischen Büchern, welche niemals überwunden werden, auch wenn sie in jedem einzelnen Satz widerlegt sind.“

Wie war es nun möglich, daß die Lehren des Nichtlandwirtes Liebig, die teils nicht neu, teils auch nicht einmal richtig waren, innerhalb weniger Jahrzehnte

solche Umwälzungen hervorrufen konnten, und noch dazu in einem Gewerbe wie die Landwirtschaft, das seit Jahrtausenden immer in gleicher Weise auf Grund von empirischen Beobachtungen und praktischen Erfahrungen betrieben worden war? Liebig's Ideen fanden in der Praxis wie in der Wissenschaft vielfach begeisterte Zustimmung, andererseits aber auch sehr heftigen Widerspruch. Der Streit der Meinungen um die neuen Lehren entbrannte nicht nur in Deutschland, sondern auch im Auslande. Berzelius in Stockholm wandte sich in einer durchaus abfälligen Kritik gegen die Liebig'sche Agrikulturchemie. „Diese Art, die Wissenschaft zu behandeln, gibt eine hinführende, unterhaltende Lesung, sie scheint mir aber zu der Fourcroy'schen Methode zurückgehen zu wollen, der die Wissenschaft aus farbenspielenden Seifenblasen aufbaute, welche von der genauen Prüfung weggeblasen wurden und wovon nicht einmal der Seifentropfen, woraus sie bestanden, zurückgeblieben ist.“ In England waren es J. B. Lawes und J. H. Gilbert, die durch lange Jahre hindurch vorgenommene Feldversuche die Mineralstofftheorie zu widerlegen suchten und auf die große Bedeutung der Stickstoffdüngemittel für die Pflanzenernährung hinwiesen. In ihrer Streitschrift gegen Liebig sind auch manche der Irrtümer und Widersprüche aufgedeckt worden, die Liebig in seinen Lehren unterlaufen sind. Hierdurch wurde sein Ansehen in der englischen Landwirtschaft zunächst derart erschüttert, daß das führende landwirtschaftlich-wissenschaftliche Organ in England das „Journal of the Royal Agrikultural Society“ die Aufnahme einer Entgegnung Liebig's auf die Abhandlung von Lawes und Gilbert rundweg ablehnte.

In Deutschland wandten sich namhafte Chemiker wie E. von Wolff und J. A. Stöckhardt und von den Vertretern der Landwirtschaftswissenschaft Fr. G. Schulze, G. Walz u. a. gegen Liebig und bekämpften namentlich dessen reine Mineralstofftheorie mit aller Entschiedenheit. Auch die Pflanzenphysiologen

nahmen gegen ihn Stellung, weil deren damalige Kenntnisse hinsichtlich des Kraft- und Stoffwechsels der Pflanze nur „den Charakter einer unselbständigen Compilation hatte, wobei den ungereiften Auffassungen der Landwirte ein größerer Spielraum gegönnt war als den Forschungen der Physiologen“. Es war also gewissermaßen ein richtiggehendes Kesseltreiben, das gegen Liebig und seine Lehren von allen Seiten einsetzte. Er blieb jedoch die Antwort auf diese Angriffe nicht schuldig. Auch Liebig mußte sich sagen: „Vor den Erfolg haben die Götter den Schweiß gesetzt.“ In unausgesetzter literarischer und auch experimenteller Arbeit ist er Jahrzehnte hindurch bemüht gewesen, nach allen Seiten hin für seine großen Gedanken zu wirken. Der Kampf wurde in aller Öffentlichkeit und teilweise mit einer derartigen Schärfe geführt, daß auch fernstehende Kreise hierauf aufmerksam wurden. Hierzu trug besonders noch der Umstand bei, daß Liebig als Präsident der „Bayrischen Akademie der Wissenschaften“ in einer Festrede das Thema „Francis Bacon von Verulam und die Methode der Naturforschung“ behandelte. Anlaß, sich mit Bacon, den man vielfach als den Begründer der neueren Naturwissenschaft ansah, zu beschäftigen, war für ihn die ablehnende Haltung gewesen, die man in England seinen agrikulturchemischen Lehren gegenüber eingenommen hatte. Daß diesen angeblich so wenig Verständnis entgegengebracht wurde, glaubte Liebig in der damaligen wissenschaftlichen Denkungs- und Geistesart der Engländer suchen zu müssen. Um sich mit dieser vertraut zu machen, erschien ihm das Studium von Bacons Werk „*Historia naturalis*“ oder „*Silva silvarum*“ besonders geeignet, welches Sammelwerk alle Beobachtungen, Naturstudien und Versuche Bacons enthielt. Liebig kommt zu einer vernichtenden Kritik: „Die *Historia naturalis* Bacons ist nicht die Welt, wie sie Gott geschaffen hat, sondern in allem was Bacon dazu getan hat, eine Welt voller Täuschung und Betrug.“ Hierüber natürlich große Aufregung in ganz England und bei den

meisten Philosophen. Von letzteren hat übrigens Chr. Siegwardt versucht, Bacon als einen nur mäßigen Philosophen, wohl aber als einen gründlichen Naturforscher hinzustellen. Wir Naturwissenschaftler werden uns aber wohl dem Urteil von L. O. von Lippmann, den die medizinische Fakultät unserer Hochschule erst vor wenigen Monaten ehrenhalber promoviert hat, anschließen, wonach: „Bacons Werke nur in das naturwissenschaftliche Raritätenkabinett gehören, in denen man sie als historisch merkwürdige Kuriosa bestaunen, niemals aber als vollwichtige, tragende Glieder in die große Kette der Erkenntnisse einreihen wird.“

So kam es, daß die Fehde um die Liebig'schen Lehren weit über die Kreise der Landwirtschaft und Naturwissenschaften hinausging. Liebig's Berühmtheit, durch seine rein chemischen Arbeiten und Forschungen längst in aller Welt fest begründet, seine kühne Dialektik, sein glänzender, mit scharfer Feder geschriebener Stil verschafften ihm in der wissenschaftlichen Polemik eine große Ueberlegenheit seinen Gegnern gegenüber. Aus diesem jahrzehntelangen Streit, an dem die ganze gebildete Welt teilnahm, ging schließlich Liebig, scheinbar wenigstens, als Sieger hervor. Indem er aber die von ihm heftig und lange widerstrittene Bedeutung der Stickstoffdünger für die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, wenn auch nur in versteckter Form zugab, erkannte er hiermit die von den Gegnern erhobenen Einwände gegen seine Mineralstofftheorie an. Letztere als solche, sowie das Gesetz des Minimums haben beide in einer erweiterten Form jedoch ihre volle Gültigkeit bis auf den heutigen Tag behalten. Nicht zum wenigsten durch die Anregung und Aufklärung, die dieser Streit in alle Kreise der Bevölkerung trug, ist der beispielslose und rasche Erfolg der Liebig'schen Lehren und ihr Einfluß auf die weitere Entwicklung der Landwirtschaft bedingt.

Liebig's größtes Verdienst ist es aber vielleicht, daß er trotz mancher Mißerfolge und trotz der zahlreichen Angriffe diesen nervenverzehrenden Kampf Jahr-

zehnte hindurch unter vollem Einsatz seiner ganzen Persönlichkeit gekämpft und über Sturm und Wellenschlag hinweg seine Lehren letzten Endes doch durchzusetzen verstanden hat. Noch im Jahre 1857 schreibt er an Fr. Wöhler: „Du hast Dir den reinen Sinn bewahrt und schaffst Dir immer sich erneuernde Genuße, ich aber komme mir vor wie ein Abtrünniger, wie ein Renegat, der seine Religion aufgegeben und keine mehr hat. Ich habe die Bahn der Wissenschaft verlassen und in meinem Bemühen, in der Landwirtschaft und Physiologie etwas zu nützen, wälze ich den Stein des Sisyphus; er fällt mir immer auf den Kopf zurück und ich verzweifle manchmal an der Möglichkeit, ihm einen festen Boden zu schaffen“, oder „ich bin mit den Landwirten von dem Schicksal verdammt, Wasser in das Faß der Danaiden zu tragen; alles, was ich tun mag, ist vergeblich; ich mühe mich ab und zehre meine besten Kräfte auf, ohne einen Erfolg zu haben; ich habe keine einzige Stimme für mich und meine Grundsätze durch die chemischen Briefe gewonnen“. In solchen Zeiten der Mutlosigkeit und Verzweiflung bedarf es dann immer des aufmunternden Zuspruches von Freund Wöhler: „Unter einer großen Musa mit neun riesigen Blättern und umgeben von allerlei anderem frischen Grün sitze ich an diesen Winterabenden in meiner kleinen Stube und lese Deine chemischen Briefe — ich kann Dir nicht ausdrücken, mit welchem Vergnügen, mit welcher Belehrung. Ich hätte bei einzelnen Gedanken, die wie Blitze mein Hirn erleuchteten, Dir um den Hals fallen mögen. Noch nie ist der Welt klarer gesagt worden, was Chemie ist, in welchem Zusammenhange sie mit den physiologischen Vorgängen in der lebenden Natur steht, in welchem Zusammenhang mit Medizin, Landwirtschaft, Industrie und Handel. Diese Beziehungen in so klarer Weise dargelegt zu haben, daß sie ein Kind verstehen kann, ist allein schon hinreichend, dieses Werk zu einem klassischen zu stempeln.“ Bald jedoch nahm das Interesse an den Liebig'schen Lehren in den breitesten Schichten der Bevölkerung mehr und

mehr zu. Wenn man sich auch noch keineswegs immer und überall über Ursache und Wirkung der einzelnen Erscheinungen völlig im klaren war, so drang doch allgemein die Ueberzeugung durch, daß die Liebig'schen Lehren einen mächtigen Einfluß auf die Entwicklung des Ackerbaues auszuüben berufen seien.

Immerhin haben die ersten durchgreifenden Erfolge verhältnismäßig lange auf sich warten lassen, denn erst Anfang 1865 konnte Liebig an Th. Reuning, den erfolgreichen Vorkämpfer seiner Ideen in Sachsen, schreiben: „Mit wahrer Freude erkenne ich den Umschwung an, der in der Landwirtschaft stattgefunden hat...“ 25 Jahre hatte der Kampf gewährt bis die ersten allgemeineren Erfolge sichtbar wurden. Eine lange Spanne Zeit für den, der sie wie Liebig in stetiger Verteidigung seiner Lehren und Abwehr der Gegenangriffe hat durchhalten müssen. Und doch welch' Riesenerfolg für ihn selbst! Jahrtausende war Ackerbau auf Grund von Erfahrungen und bloßem Tasten hin betrieben worden. Jetzt wurde dieser mit Hilfe der Wissenschaft zu einer Kunst, deren grundlegende Technik Liebig innerhalb von nur einem Vierteljahrhundert geschaffen hatte. Er besaß eben neben einer mit eiserner Willensstärke gepaarten, großen Arbeitskraft und einem unbändigen Arbeitstrieb im Gegensatz zu all seinen Zeitgenossen die unschätzbare Gabe, die Wichtigkeit bestimmter Befunde in ihrem ursächlichen Zusammenhang klar zu erkennen und beharrlich deren Anerkennung zu verfolgen und durchzusetzen. Wenn Lessing sagt, daß Talent wesentlich Wille und Arbeit sei, so trifft dies auf Liebig sicherlich zu. Indem Liebig aber nicht nur das Richtige sogleich erkannte, sondern auch verstand, es zum Gemeingut aller zu machen, wurde er der erfolgreiche Begründer einer neuzeitlichen Landwirtschaft auf naturwissenschaftlicher, insonderheit chemischer Grundlage. Hieraus hat bis auf den heutigen Tag die ganze Welt unschätzbaren Nutzen für die Volksernährung und Volkswirtschaft gezogen. Als Justus von Liebig am 18. April

1873 starb, waren seine Lehren in ihren Grundzügen bereits fest begründet und Allgemeingut der ganzen kultivierten Welt geworden. Als unschätzbare Vermächtnis hinterließ er der Nachwelt, wie die Fruchtbarkeit des Ackers zu heben und zu mehren war. Erst hierdurch wurde die Möglichkeit geschaffen, daß überall in der Welt mit einer raschen Bevölkerungszunahme nicht nur eine entsprechend vermehrte Lebensmittelerzeugung gleichen Schritt halten, sondern gleichzeitig auch bessere Ernährungsverhältnisse geschaffen werden konnten.

Seines Geistes Kraft

Hat uns massenhaft

Unser tägliches Leben verbessert...

so schrieb in gereimter, humoristischer Form die Münchener „Jugend“ anlässlich der 100sten Wiederkehr von Liebig's Geburtstag.

Wie haben sich nun die Lehren Liebig's hinsichtlich der weiteren Entwicklung der Landwirtschaft ausgewirkt? Was letztere in Deutschland anbetrifft, so hat hier eine wesentliche Vergrößerung der Anbaufläche nicht stattgefunden. Die von der vorhandenen Fläche erzielten Ernteerträge haben jedoch eine ganz erhebliche Steigerung erfahren. So stiegen in Deutschland die Getreideernten im Verlaufe der letzten 25 Jahre vor dem Kriege um etwa das Doppelte, während die Ernten von Futterrüben, Kartoffeln, Zuckerrüben und ähnlichen Gewächsen sogar eine Verdreifachung erfahren haben. Da in dem gleichen Zeitraum die Zunahme der Bevölkerung in Deutschland rund 30 v. H. betrug, so war die Steigerung der Ernteerträge an Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben etc. erheblich größer als der Bevölkerungszuwachs. Deutschland war damals im Begriff, sich dem Ziele zu nähern, sein Volk mit den Erzeugnissen der heimischen Scholle ernähren zu können. An diesen Erntesteigerungen ist von den verschiedenen hierfür in Frage kommenden Faktoren in erster Linie, und zwar mindestens zu 50 v. H., die bessere Ernährung und zweckmäßigere Düngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen mit Hilfe der chemischen Kunstdüngemittel beteiligt, welche

Kenntnisse sich ausschließlich auf den Lehren Liebig's aufgebaut haben. Die wichtigsten Nährstoffe, welche die Pflanze zu ihrem Aufbau und zur Erzeugung von organischer Masse bedarf, sind außer den in der atmosphärischen Luft enthaltenen noch Kali, Kalk, Phosphorsäure und Stickstoff. Es sind dies jene unbedingt notwendigen Rohstoffe, welche die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in größerer Menge bedürfen. Da diese Pflanzennährstoffe in den meisten Kulturböden in ungenügender Menge vorhanden sind, so gehört es zur Erzielung von Höchsterträgen und zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zu der wichtigsten Aufgabe einer rationellen Landwirtschaft für genügende Zufuhr der Nährstoffe im Liebig'schen Sinne Sorge zu tragen.

Seitdem diese Liebig'schen Lehren mehr und mehr Allgemeingut der Landwirtschaft geworden sind, ist, wie F. Haber dies so treffend ausgeführt hat, das Kali aus den Staßfurter Gruben, die Phosphorsäure aus den Phosphatlagern des Stillen Ozeans, des nördlichen Afrikas und der südlichen Vereinigten Staaten, der Stickstoff aus der chilenischen Wüste als ein Strom des Reichtums und des Segens auf die deutschen Felder geflossen.“ Infolgedessen konnte die deutsche Landwirtschaft vor dem Kriege den Bedarf der Bevölkerung an pflanzlichen Nahrungsstoffen zu etwa 90 v. H. und den an tierischen Erzeugnissen zu rund 75 v. H. durch inländische Erzeugung decken. Wenn heute dagegen die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland mehr und mehr zurückgeht, so sind die Gründe hierfür u. a. politischer und wirtschaftlicher Natur. Die Folgen hiervon dürften ganz unabsehbare sein. Schon Adam Smith hat in seinem unsterblichen Werke „Untersuchungen über Natur und Ursachen des Wohlstandes der Nationen“ darauf hingewiesen, daß der Ackerbau die Quelle des Reichtums und des Gedeihens und der Vermehrung der Bevölkerung aller Länder ist. Ebenso hat Liebig den Nachweis zu erbringen versucht, daß der Untergang von kulturell so hoch stehenden Staaten wie Aegypten, Hellas, Rom, Spanien u. a. nicht zum wenigsten mit auf den Verfall

der Landwirtschaft bei diesen Völkern zurückzuführen ist: „Das Entstehen und den Untergang der Nationen beherrscht ein und dasselbe Naturgesetz. Die Beraubung der Länder an den Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit bedingt ihren Untergang, die Erhaltung derselben ihre Fortdauer, ihren Reichtum und ihre Macht.“ Die Landwirtschaft ist also schon von alters her ein lebenswichtiger Wirtschaftszweig einer jeden Staatsorganisation gewesen. Die Erhaltung und Steigerung der landwirtschaftlichen Erzeugung ist aber seit Liebig's Zeiten nicht mehr eine rein landwirtschaftliche Frage und auch nicht nur eine solche der Volksernährung, sondern sie geht die gesamte Wirtschaft und das ganze Volk an.

Durch die Einführung der chemischen Kunstdüngemittel in die praktische Landwirtschaft schuf Justus von Liebig die Möglichkeit, die Ertragsfähigkeit des Ackers nicht nur zu erhalten, sondern noch weiter zu erhöhen. Seit dem Jahre 1847 hat man in Deutschland keine durch Mißernten verursachte Hungersnot mehr gekannt, wenn schon auch der heutige Welthandel einen Ausgleich gebracht haben würde. Der Ausfall an Nahrungsstoffen während der Kriegs- und ersten Nachkriegsjahre aber wurde hauptsächlich gerade durch den Mangel an Kunstdünger bedingt, deren Bedeutung für die Volksernährung Liebig zuerst erkannt und gelehrt hat. Ueberall machen sich Bestrebungen geltend, dem wachsenden Nahrungsmittelbedarf der Bevölkerung durch Produktionssteigerung auf der Flächeneinheit mit Hilfe der chemischen Kunstdüngemittel zu genügen. Hinsichtlich der auf die Einheit der landwirtschaftlich genutzten Fläche angewandten Kunstdüngermengen stehen heute Belgien und Holland an erster Stelle, dann kommt Deutschland. Alle übrigen Staaten folgen, mit Ausnahme vielleicht von Dänemark, in weitem Abstände. Trotzdem ist auch der in Deutschland auf den Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallende Anteil von Kunstdünger für die Erzielung normaler Ernten noch gänzlich unzureichend. Es bestehen also noch unbegrenzte Möglichkeiten, durch eine sachgemäße Anwendung von che-

mischen Kunstdüngemitteln die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland sowie auf der ganzen Erde im Interesse einer ausreichenden Ernährung der Menschheit zu erhöhen. Man schätzt, daß allein die deutsche Scholle nach Kultivierung der Heideböden und Moore, die noch in einer der Provinz Ostpreußen entsprechenden Ausdehnung vorhanden sind, bei zweckmäßiger Ausnutzung und Bearbeitung des Bodens, Anbau von geeigneten und ertragreichen Sorten, sowie richtiger und reichlicher Düngung eine etwa doppelt so große Bevölkerung wie heute durch Eigenproduktion wird ernähren können. A. Penck hat anläßlich eines im vergangenen Jahre in Washington gehaltenen Vortrages das Problem der Ernährung einer ständig zunehmenden Bevölkerung erörtert. Er kommt hierbei zu dem Ergebnis, daß bei voller Ausnutzung der kulturfähigen Fläche, wie sie namentlich mit Hilfe der chemischen Kunstdüngemittel möglich sein wird, 8 Milliarden Menschen gegenüber den jetzt vorhandenen 1,9 Milliarden ernährt werden können. Wird die landwirtschaftliche Produktion durch Ausnutzung und Nutzbarmachung der vorhandenen kulturfähigen Ländereien und durch Erhöhung der Erträge auf der Flächeneinheit zukünftig auch mit einem solchen Anwachsen der Bevölkerung Schritt halten können, so verdankt sie dies in erster Linie dem Wirken Liebig's und seinen Lehren über die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Viele Tausende von Tonnen an Kali, Kalk, Phosphorsäure und Stickstoff werden jährlich dem Acker zugeführt, um von den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen unter Zuhilfenahme der Kohlensäure der Luft und der Sonnenenergie zur Erzeugung von abertausenden von Tonnen biologischer Produkte wie Eiweiß, Fett, Kohlehydrate etc. verwandt zu werden.

Wenn Liebig einstmal's die Forderung aufstellte, „aus Luft und Steinen Brot zu machen“, so ist dies heute in Erfüllung gegangen, wenn z. T. auch in etwas anderer Weise, als sich Liebig damals wohl gedacht hat. Der atmosphärische Stickstoff ist jetzt der wichtigste Rohstoff für die Gewinnung und Herstellung von

stickstoffhaltigen Düngemitteln. Als charakteristischer Bestandteil des Eiweißes ist der Stickstoff der Erhalter alles Lebens. Da die Quellen an gebundenem Stickstoff nur begrenzt oder wie die chilenischen Salpeterlager in absehbarer Zeit erschöpft sind, so war die Fixierung des Luftstickstoffes ein Problem, das um Lebens und Sterbens willen gelöst werden mußte. Wie ernst diese Frage noch vor 30 Jahren in Hinsicht auf die drohende Erschöpfung der chilenischen Salpeterlager angesehen wurde, geht aus einem von Sir William Crooks, dem Vorsitzenden der „British association of science“, gehaltenen Vortrage hervor, in welchem er sagte: „Starvation may be averted through laboratory“. Heute ist diese Frage bereits seit Jahren gelöst, und zwar in erster Linie durch deutsche Technik und Wissenschaft. Die atmosphärische Stickstoffquelle ist unermesslich und unversiegbar. Die über einem Quadratkilometer Erdoberfläche ruhende Stickstoffmenge reicht allein schon aus, um den heutigen Salpeterbedarf der ganzen Welt auf etwa 25 Jahre zu decken. Wer heute von Halle kommend südwärts in der Richtung auf die alte bischöfliche und herzogliche Residenzstadt Merseburg fährt, der kommt an einem Industriewerk von gewaltiger Ausdehnung vorbei. Mehr als ein Dutzend Riesenschornsteine von etwa gleicher Höhe wie die Türme des Kölner Doms ragen aus einer schier unübersichtlichen, aber doch wohlgeordneten Menge der mannigfaltigsten Fabrikanlagen gen Himmel empor. Gasometerartige Behälter von gewaltiger Höhe und riesigem Durchmesser geben eine weitere Vorstellung über die Großartigkeit dieser Anlage. Hochragende Dampfkesselhäuser, Lagerhäuser in riesigem Ausmaße, Förderbahnen und andere ausgedehnte Transporteinrichtungen vervollständigen die überwältigenden Eindrücke. Das ist das Leunawerk, ein Wunder deutscher Technik und Wissenschaft. Was deutsche Wissenschaft in stiller Laboratoriumsarbeit scharfsinnig erdacht und in kleinem Maßstabe erprobt hat, ist hier durch eine geniale Technik in einen gigantischen Großbetrieb übertragen worden. Die Bindung

des atmosphärischen Stickstoffes und seine Verarbeitung zu künstlichen Stickstoffdüngern. Die deutsche Stickstoffindustrie aber verdankt den gewaltigen Aufstieg, den sie innerhalb nur eines Jahrzehntes genommen hat, jenen deutschen Pionieren der chemischen Technik, die es wagten, jene nur für kleine Mengen eingerichtete Technik des wissenschaftlichen Laboratoriums auf den Großbetrieb zu übertragen und so die schwierige Ammoniak-synthese aus den Elementen Stickstoff und Wasserstoff jährlich in vielen Millionen von Doppelzentnern durchzuführen. Die Stickstofffrage ist somit in einem Ausmaße gelöst, die jeder Nachfrage nach Stickstoff in gebundener und für die Pflanzenernährung geeigneter Form gerecht werden kann.

Außer dem Stickstoff benötigt die Pflanze aber besonders der Zufuhr von Kali und Phosphorsäure, auf welche beiden Nährstoffe Liebig anfänglich ganz besonderen Wert legte. An Kali ist Deutschland reich. Im Verhältnis zum eigenen Bedarf vorerst sogar unbegrenzt und so reich, daß das Ausland in der Hauptsache auf die deutsche Kalizufuhr angewiesen ist. Die z. Zt. bekannten Kalisalzlager dürften ausreichen, um die ganze Welt noch auf sehr lange Zeit mit kalihaltigen Düngemitteln zu versorgen. Hinsichtlich einer genügenden Versorgung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen mit Phosphorsäure ist man in der Hauptsache auf das Thomasmehl, ein Abfallprodukt der Entphosphorung des Eisens, und auf das Superphosphat angewiesen, welches letzteres durch Aufschließen von Rohphosphaten mit Schwefelsäure gewonnen wird. Während die Menge des zu Düngerzwecken anfallenden Thomasmehles von der jeweiligen Konjunktur der Eisenindustrie abhängig ist, finden sich ungeheure, noch des Abbaues harrende Phosphatlager in den südlichen Vereinigten Staaten, auf den Inseln der Südsee und an der Nordküste von Afrika vor. Soweit sich die Ausdehnung dieser Phosphatlager heute überhaupt schon übersehen läßt, kann man mit Bestimmtheit annehmen, daß selbst bei starker Inanspruchnahme der größte Teil derselben noch nach 100 Jahren

unabgebaut sein wird. Also auch in Bezug auf die Pflanzennährstoffe Kali und Phosphorsäure besteht noch auf Generationen hinaus die Möglichkeit, diese durch die Ernten dem Acker entzogenen Mineralbestandteile im Sinne Liebig's zu ersetzen. Aber selbst wenn diese Kalisalzstätten und Phosphatlager einmal völlig abgebaut und erschöpft sein sollten, so wird bis dahin die Chemie wie beim Stickstoff so auch dem Ersatz dieser beiden unentbehrlichen Pflanzennährstoffe lebensgerecht geworden sein und neue Quellen erschlossen haben. Seit Jahren sind schon Bestrebungen im Gange, Kalidüngemittel zu gewinnen aus dem Rohsalpeter, aus Seetang, aus den kalihaltigen Rückständen vertrockneter Salzseen und dergl. mehr. Auch sonst finden sich noch kalihaltige Gesteine wie Feldspat u. a. in ungeheuren Mengen in der Natur. Aber das Kali ist hier in einer für die Pflanze nicht assimilierbaren Form vorhanden. In Bezug auf die Phosphorsäure liegen die Verhältnisse so, daß die Phosphorsäure ein Viertel Prozent unserer festen Erdrinde ausmacht. Allein diese auf Jahrhunderte hinaus reichende Phosphorsäuremenge findet sich in einer derartigen Verdünnung im Boden vor, daß infolgedessen die Versorgung der Pflanze mit Phosphorsäure zur Erzielung von Höchstserträgen eine ungenügende ist. Ob und wie diese sich in der Natur vorfindenden ungeheuren Mengen von Bodenkali und Bodenphosphorsäure der Pflanze in vollem Umfange nutzbar und zugänglich zu machen sind, ist heute freilich ein noch völlig ungeklärtes Problem. Wer aber wollte bestreiten, daß Technik und Wissenschaft nicht einmal auch dieser Schwierigkeiten Herr werden wird? Es gibt mehr Dinge im Himmel und auf Erden, als unsere Schulweisheit sich träumen läßt.

Die Liebig'sche Mineralstofftheorie hat also nicht nur gelehrt, die Erträge des Ackers im Interesse der Volksernährung zu steigern und sicherzustellen, sondern sie hat durch die Einführung der chemischen Kunstdüngemittel eine Industrie von weltwirtschaftlicher Bedeutung ins Leben gerufen. Die Forschungen in den naturwissenschaftlichen Disziplinen hinsichtlich ihrer

Anwendung auf die Landwirtschaft sind durch Liebig's Anregungen mächtig gefördert worden. Insonderheit auf den Ergebnissen und Fortschritten der landwirtschaftlichen Chemie, der Liebig für Deutschland gewissermaßen eine Hegemonie in der ganzen Welt geschaffen hatte, ruhte von Anfang an ein Sommersegen ohnegleichen. Nachdem die Liebig'schen Lehren über die Naturgesetze des Feldbaues richtiggestellt und in ihrer fundamentalen Tragweite und Wichtigkeit erkannt waren, fanden sich hervorragende Männer der Theorie und Praxis, um die gewiesenen Wege und Ziele weiter zu verfolgen. So war es möglich, daß die seit Jahrtausenden empirisch betriebene Landwirtschaft innerhalb von kaum einem Menschenalter mit Hilfe der wissenschaftlichen Erkenntnis und Forschung zu jener Vollendung gelangte, welche die Erzielung von Höchstleistungen zum Wohle der ganzen Menschheit erwarten läßt. Wie mit einem höheren Divinationsvermögen begabt, hat Liebig frühzeitiger als alle anderen die Bedeutung der Landwirtschaft für Volksernährung und Volkswirtschaft erkannt: „Es gibt kein Gewerbe, was sich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menschen und Tiere vergleichen läßt; in ihm liegt die Grundlage des Wohlseins, der Entwicklung des Menschengeschlechtes, die Grundlage des Reichtums der Staaten, er ist die Grundlage aller Industrie.“ Diese Worte haben wie damals so auch heute noch im Zeitalter der Industrialisierung, Mechanisierung und Typisierung volle Gültigkeit.

Die Einführung der Chemie in die Naturgesetze des Feldbaues durch Liebig hat eine Vervielfachung der Bodenerträge bewirkt. Auch heute noch ist dieser fördernde Einfluß seiner Gedanken und Lehren auf die weitere Entwicklung der Landwirtschaft gegenwärtig. Indem Liebig anfänglich in jahrelanger Arbeit die Probleme der organischen Chemie nach jeder Richtung hin behandelte, schuf er die Grundlagen für seine späteren, alles überstrahlenden Glanzleistungen auf dem Gebiet der angewandten Chemie und insonderheit der

Agrikulturchemie. Durch ungewöhnliche Frühreife und durch einen regen Geist ausgezeichnet, im Ostwald'schen Sinne also der ausgeprägte Typ des Romantikers, durch Selbstbelehrung auf allen naturwissenschaftlichen Gebieten wohlbewandert, an das Belauschen der Natur und scharfes Durchdenken der Probleme als Naturwissenschaftler gewohnt, war Liebig, obwohl auf landwirtschaftlichem Gebiet Autodidakt, allein der Mann, der in jener Zeit zum Reformator der Landbau-technik werden konnte. Auf Liebig trifft zu, was auch Leibniz einst von sich gesagt hat: „Zweierlei ist für mich von großem Nutzen gewesen. Einmal, daß ich fast ganz Autodidakt bin. Zweitens, daß ich in jeder Wissenschaft, sowie ich sie aufgriff und kaum das Erkannte darin aufgefaßt hatte, alsbald auf Neues ausging. Dadurch habe ich zwei Vorteile gewonnen. Den einen, daß ich den Kopf nicht mit unnützen, nur wieder zu vergessenden Dingen anfüllte. Den anderen, daß ich nicht eher ruhte, bis ich jeder Lehre in ihren Fäden und Wurzeln nachgeforscht hatte und auf die Grundsätze selbst gekommen war, wovon ich das, was ich eben behandelte, auf eigenem Wege und durch eigene Forschung finden konnte.“ Bei Liebig kam noch die Fähigkeit hinzu, daß er es verstand, seinen Lehren in weiteren Kreisen, besonders aber in einem so konservativen Gewerbe wie die Landwirtschaft innerhalb weniger Jahrzehnte Anerkennung und Eingang zu verschaffen. Daß er in der Bekämpfung seiner Gegner, im Durchsetzen seiner Gedanken und in der rücksichtslosen Beseitigung der sich ihm entgegenstellenden Widerstände nicht immer glimpflich verfuhr, ja sogar häufig weit über das erlaubte Maß hinausging, ist wohl nicht immer zu entschuldigen, bei einem solchen Uebermenschen vielleicht aber zu verstehen. Deshalb bleibt Justus von Liebig aber doch der größte Reformator des Ackerbaues, den die Welt bisher erlebt hat. Lassen Sie mich daher mit den Worten Hamlets schließen: „Er war ein Mann, nehmt alles nur in allem, Ich werde nimmer seines gleichen sehen.“

Literatur:

- Böhmer, H.: Kritik von Liebig über Bacon.
Frost, W.: Bacon und die Naturphilosophie.
Geubel: Die physiologische Chemie der Pflanzen von J. Liebig.
Goltz, Th. von der: Geschichte der deutschen Landwirtschaft.
Haber, F.: Das Zeitalter der Chemie, seine Aufgaben und Leistungen.
Hofmann, A. W.: Aus J. Liebig's und F. Wöhlers Briefwechsel.
Liebig, J.: Briefwechsel mit Th. Reuning. — Briefe über moderne Landwirtschaft. — Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. — Die zweckmäßige Anwendung der Kunstdünger. — Der neuerfundene Patentdünger. — Entwicklung der Ideen in der Naturwissenschaft. — Grundsätze der Agrikulturchemie mit Rücksicht der in England angestellten Versuche. — Induktion und Deduktion. — Ueber das Verhalten der Ackerkrume zu den im Wasser löslichen Nährstoffen. — Ueber Francis Bacon und die Methode der Naturforschung. — Ueber Theorie und Praxis in der Landwirtschaft.
Kohut, A.: Justus von Liebig.
Krische, P.: Kunstdünger und Zukunft der Menschheit.
Mayer, A.: Agrikulturchemie.
Mitscherlich, E. A.: Das Liebigsche Gesetz des Minimums und das Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren.

Ostwald, W.: Große Männer.
Ritter, K.: Produktion und Verbrauch der Welt an
künstlichen Düngemitteln.
Russel, C. J.: Boden und Pflanze.
Sachs, H.: Das Leunawerk.
Schulze, F. G.: Thacr. oder Liebig?
Vogel, J.: Justus von Liebig.
Volhard, J.: Justus von Liebig.
Zöller: Die Chemie in ihrer Anwendung auf die
Agrikultur.

