

426

Das Vermächtnis Justus von Liebig's

FESTREDE

*gehalten bei der Gedenkfeier am 28. Mai 1953
im Auditorium Maximum der
Ludwig-Maximilians-Universität in München*

VON

RICHARD KUHN

o. Universitätsprofessor in Heidelberg

München 1953

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

10

Veranstalter der Liebig-Gedenkfeier

Die Bayerische Akademie der Wissenschaften

Die Ludwig-Maximilians-Universität München

Die Technische Hochschule München

Die Münchener Chemische Gesellschaft

Der Verein der Bayerischen Chemischen Industrie E. V.

Das Vermächtnis Justus von Liebig's

FESTREDE

*gehalten bei der Gedenkfeier am 28. Mai 1953
im Auditorium Maximum der
Ludwig-Maximilians-Universität in München*

VON

RICHARD KUHN

o. Universitätsprofessor in Heidelberg

München 1953

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

„Unzählige Keime des geistigen Lebens erfüllen den Weltraum, aber nur in einzelnen seltenen Geistern finden sie den Boden zu ihrer Entwicklung; in ihnen wird die Idee, von der Niemand weiß, von wo sie stammt, in der schaffenden That lebendig; durch sie erhält das verborgene Naturgesetz die allen erkenntliche, wirk-same, thätige Form.“ So beginnt der vierte von den insgesamt 50 chemischen Briefen, die J. v. Liebig in der zu Augsburg erschienenen Allgemeinen Zeitung veröffentlicht hat. Mit diesen Worten hat Liebig auch sich selbst ein schönes Denkmal gesetzt.

Wenn wir uns hier versammelt haben, um der 150. Wiederkehr seines Geburtstages, der auf den 12. Mai 1803 fiel, zu gedenken, dann wohl vor allem deshalb, weil er in dieser Stadt von 1852 bis 1873 gelebt, gelehrt und geforscht hat; weil durch ihn das Ansehen Münchens weit über die Grenzen Deutschlands hinaus gesteigert wurde; und weil er dieser Stadt vieles hinterlassen hat, was es zu pflegen gilt. Es kann nicht meine Aufgabe sein, sein Leben noch einmal zu schildern und die meisterhaften Bilder, die Th. Bischoff¹, Vogel², W. Ostwald³, R. Wunderlich⁴, die Th. Heuss⁵ und insbesondere sein Schüler und Biograph J. Volhard⁶ in einem zweibändigen Werk von seiner Persönlichkeit gezeichnet haben, durch Einzelheiten zu vervollständigen und zu ergänzen. Was wir versuchen wollen, ist, erneut darüber Klarheit zu gewinnen, was von dem Vielen, das er geschaffen und worum er gekämpft hat, in uns weiterlebt; worin er die Entwicklung der chemischen Wissenschaft und Industrie weit über seinen Tod hinaus machtvoll gefördert hat und welche seiner Gedanken uns unveränderlich als ein Vermächtnis erscheinen.

Wir stehen ja in wissenschaftlichen und auch in wirtschaftlichen Fragen vielfach noch vor denselben oder doch recht ähnlichen Problemen grundsätzlicher Art wie vor einem Jahrhundert.

¹ Über den Einfluß von Liebig's auf die Entwicklung der Physiologie (1874).

² Justus von Liebig als Begründer der Agrikulturchemie (1874).

³ Große Männer (1909).

⁴ In Bugges Buch der großen Chemiker, Bd. II (1930).

⁵ Th. Heuss, Justus von Liebig, Vom Genius der Forschung (1942).

⁶ J. v. Liebig, 2 Bände (1909).

Und indem wir diese Stunde dazu benutzen, Ansichten Liebig's mit Anschauungen unserer Zeit zu vergleichen, können wir vielleicht auch für manche Erwägungen und Entscheidungen unseres Alltags etwas gewinnen. Vergleiche solcher Art wollen nicht als historische Studie gewertet werden. Sie sind zu sehr mit Unzulänglichkeiten des einzelnen, der sie zieht, behaftet. Dafür lassen sie sich von Zeit zu Zeit erneuern. Vom Ewigen tritt, im Wandel der¹ Zeiten, bald die eine, bald die andere Seite stärker hervor.

1. KNALLSILBER

Damit fing es an. Als Darmstädter Schuljunge hatte Liebig einem „fahrenden Chemiker“ zugesehen, der Knallsilber herstellte. Zunächst wurde metallisches Silber in einer Flüssigkeit gelöst. Aus den braunen Dämpfen, die sich dabei entwickelten, schloß er, daß es sich um Salpetersäure handeln müsse. Dann wurde eine weitere Flüssigkeit zugesetzt, die nebenbei auch dazu diente, schmutzige Kragen von Jahrmarktsbesuchern zu reinigen. Ihr Geruch erinnerte ihn an Branntwein. Auf Grund dessen, was er gesehen und gerochen hatte, gelang es Liebig alsbald, aus Silber, Salpetersäure und Alkohol Knallsilber selbst herzustellen. Wer von uns vermöchte nicht die Freude nachzuempfinden, die er gehabt haben muß, als es richtig knallte?

Die Beschäftigung mit diesem und mit anderen fulminierenden Salzen hat während seines Studienaufenthalts in Paris zur ersten Publikation geführt, die 24 Seiten lang war und von seinem Lehrer Gay-Lussac der Akademie vorgelegt wurde. Diese Arbeit war wesentlich für die Empfehlung A. von Humboldts, auf Grund deren er bereits mit 21 Jahren Professor an der Universität Gießen wurde. Sie behandelt die Zusammensetzung des Knallquecksilbers und des Knallsilbers. Sie führte ihn wenige Jahre später gemeinsam mit seinem Freunde Friedrich Wöhler zu einer Entdeckung von ungewöhnlicher Tragweite, nämlich zu der Feststellung, daß knallsaures und cyansaures Silber genau gleiche prozentische Zusammensetzung besitzen und doch ganz verschiedene Stoffe sind. Es handelt sich um die Erscheinung der Isomerie, für die seither Zehntausende von Beispielen bekannt ge-

worden sind. Die Aufklärung von Isomerien, insbesondere von solchen, die auf einer verschiedenen räumlichen Lagerung der Atome beruhen (J. H. van 't Hoff, Alfred Werner), gehört noch heute zu den reizvollsten Aufgaben der anorganischen und der organischen Chemie. Und wir erleben immer wieder Überraschungen auf diesem Gebiete, wie jüngst die Entdeckung des Vorkommens von optisch aktiven Diphensäuren in der Natur oder eines optisch aktiven Allens im Pflanzenreich.

Die Erscheinung der Isomerie ist auch für unsere Kenntnis vom Bau der Atomkerne von Wichtigkeit geworden. Hier kommt es anscheinend auf Verschiedenartigkeiten der Anordnung von Protonen und Neutronen im Kern bestimmter Atomarten an.

Auf die Teilreaktionen, die sich bei der Bildung des Knallsilbers aus Ag , HNO_3 und $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ abspielen, ist Liebig nicht näher eingegangen. Auch blieben die Natur der Metafulminursäure und weiterer Stoffe, die sich aus dem so reaktionsfähigen Oxim des Kohlenmonoxydes leicht bilden, unbekannt. All dies ist erst viel später in klassischen Untersuchungen von H. Wieland klargelegt worden.

Heute würde Liebig mit Staunen feststellen, daß die Knallerbse, mit denen Menschen spielen, viel größer und in ihrer Wirkung sehr viel verheerender geworden sind. Auch könnte er nicht mehr so einfach abgucken, wie man sie macht! Die Unspaltbarkeit der Atome scheint für Liebig kein feststehendes Axiom gewesen zu sein. An einer Stelle sagt er, daß es – mit den bisher bekannten Methoden – nicht möglich sei, Atome zu teilen.

2. ANORGANISCHE CHEMIE

Die Analyse von Mineralwässern und Salzsolen, die Herstellung schöner Silberspiegel ohne Verwendung von Amalgam, von Zinnober mit besonderer Leuchtkraft und Dutzende von anderen anorganischen Fragen haben Liebig beschäftigt. Von Bedeutung für die chemische Schwerindustrie wurde seine Arbeit über den Carnallit, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, aus dem er in einfacher Weise das reine Kalisalz zu gewinnen lehrte. Damit ist der Haupt-

bestandteil der deutschen Kalisalzlagerstätten für die deutsche Landwirtschaft und für den Export erschlossen worden.

Eine schwerlösliche Substanz, die er beim Erhitzen von Pottasche mit kohlensaurem Kalk gewann, sollte in Form eines „Patendüngers“ Kali in nicht leicht auswaschbarer Form dem Ackerboden zuführen. Praktisch war es ein Mißerfolg, der ihn jedoch nicht ruhen ließ und dessen Aufklärung ihn später zu wichtigen neuen Erkenntnissen, nämlich der adsorptiven Bindung von Düngemitteln in der Ackererde, geführt hat.

Zu den Mißgeschicken seiner Jugend gehörte eine rotbraune stinkende Flüssigkeit, die ihm bei der Verarbeitung einer Salzsole von Bad Kreuznach in die Hände gefallen war. Er hielt sie für eine Verbindung von Jod und Chlor und stellte die Flasche, auf deren Etikette er Chlorjod schrieb, beiseite – bis 1826 M. Balard, der die Mutterlaugen der Seesalzbereitung untersuchte, diese braune Flüssigkeit als ein neues chemisches Element (Brom) erkannte. Dieses Erlebnis hat später Liebig seinen wissenschaftlichen Nachkommen warnend vorgehalten. Mutatis mutandis eine Warnung an uns alle.

Obwohl das Schwergewicht seiner Lebensarbeit auf den Gebieten der organischen und physiologischen Probleme lag, hat Liebig bis zuletzt der anorganischen Chemie größtes Interesse entgegengebracht. Als es ihm 1864, also nach zwölfjähriger Tätigkeit in München, zuviel wurde, das anorganische und organische Hauptkolleg zu halten, da hat er die organische Vorlesung an J. Volhard abgegeben, selbst aber noch das anorganische Kolleg acht Jahre bis kurz vor seinem Tod weiter gehalten.

Mit dieser Teilung der Aufgaben hat sich eine Entwicklung angebahnt, deren natürlicher Abschluß heute an den meisten, wenn auch noch nicht an allen Hochschulen erreicht ist.

3. ELEMENTARANALYSE

Die organische Elementaranalyse ist von Liebig wesentlich verbessert worden. Um zu bestimmen, wieviel Prozent Kohlenstoff und wieviel Prozent Wasserstoff im Rohrzucker enthalten sind, hatte Lavoisier es nötig gehabt, 50 g Rohrzucker zu verbrennen.

Für Liebig, der das Verfahren seines Lehrers Gay-Lussac gestaltete, genügten 0,2–0,3 g. Nicht minder wichtig als die erreichte Einsparung an Material ist die Abkürzung der für die Analysen erforderlichen Zeit geworden. Nur so wurde es möglich, die Zusammensetzung organischer Verbindungen, deren Zahl bald in die Hunderttausende wachsen sollte, in rationeller Weise analytisch zu kontrollieren.

Wir richten unsern Blick nur kurz auf das technische Detail. Die Holzkohlenfeuerung Liebig's ist im Laufe der Zeit durch gasbeheizte Verbrennungsöfen und durch elektrische Apparaturen ersetzt worden. Die erforderlichen Substanzmengen hat F. Pregl auf 2–3 mg weiter reduziert. Der Gedanke aber, den Liebig auf diesem Gebiete verfolgt und verfochten hat, ist ein bleibendes Vermächtnis nicht nur für die organische Chemie, sondern für die Chemie überhaupt geworden und darüber hinaus für alle Zweige der experimentierenden Naturwissenschaften und der gesamten Technik und Wirtschaft, die sich auf diesen aufbaut: es ist das Streben, unter Einsparung von Material und Zeit und damit von menschlicher Arbeitskraft wissenschaftliche Arbeit leichter, flüssiger und präziser zu gestalten.

Vermutlich ist es kein Zufall, daß diese Entwicklung gerade von der organischen Chemie ausgegangen ist. Denn die überaus rasch wachsende Zahl der Kohlenstoffverbindungen, die alle nach ein und demselben Verfahren analysiert werden konnten, drängte dazu.

Um es in Zahlen auszudrücken: Vor Liebig galt die Analyse von zwei bis drei Dutzend organischer Verbindungen im Jahr als ansehnliche Leistung. In Liebig's Gießener Laboratorium ist diese Zahl rasch auf 400 emporgeschnellt – mit den alten kohlebefeueren Öfen. Mit unseren heutigen Automaten kann ein Analytiker im Jahr 1200, 1500 und mehr bewältigen.

4. EINZELNE ORGANISCHE VERBINDUNGEN

Im Besitz seiner analytischen Methode ist Liebig in den damaligen Urwald der organischen Chemie vorgestoßen. Das überaus reiche Material, das er von seinen Expeditionen heimgebracht

hat, kann hier im einzelnen nicht gesichtet werden. Lassen Sie mich einige wenige Beispiele anführen.

In zahllosen Analysen von organischen Säuren, deren Salzen und Hydraten stellte er fest, daß die Citronensäure, die Cyanursäure und die Mekonsäure drei Reihen von Salzen bilden, wie es die Phosphorsäure tut; daß dagegen die Weinsäure, die Äpfelsäure, die Komensäure u. a. nur zwei Reihen von Salzen liefern; und daß von Ameisensäure und Essigsäure immer nur eine Reihe von Salzen erhalten werden kann. Der Gedanke, die organischen Säuren in einbasische, zweibasische und dreibasische zu klassifizieren, stammt von ihm.

Schon oft gefeiert wurde Liebigs Untersuchung über die Einwirkung von Chlor auf Alkohol, die aus dem Jahre 1832 stammt. Sie hat ihn nämlich zur Entdeckung des Chloroforms geführt, mit dessen Hilfe es 1847 Simpson möglich wurde, schmerzlos zu operieren. Wenn auch das Chloroform als Narkosemittel Rivalen hat, so kann doch seine Bedeutung für die Entwicklung der Operationstechnik kaum überschätzt werden.

Am heutigen Tage nun erscheint es mir als eine Dankesschuld zahlloser Millionen von Menschen, Justus Liebig nicht minder zu feiern als den Entdecker des Chlorals, das erst vor etwa zehn Jahren zu ungeahnter technischer Bedeutung emporgestiegen ist. Der Trichloracetaldehyd, das Chloral, wird, wie Liebig fand, durch Alkalien in Chloroform und in ameisensaures Salz gespalten. Heute wird in gewaltigen Mengen Chloral mit zwei Molen Chlorbenzol kondensiert. Das Kondensationsprodukt DDT ist eines der wirksamsten Kontakt-Insektizide. Es hilft uns nicht nur Stuben und Stallungen frei von Fliegen zu halten; in tropischen Breiten hat es zur Entseuchung von Malariagebieten und in unserer Landwirtschaft zur Bekämpfung von Schädlingen mannigfacher Art große Bedeutung erlangt.

Von Liebigs berühmtem Fleischextrakt sei gesagt, daß er darin neben anderen Substanzen die Inosinsäure entdeckt hat. Sie ist der Prototyp zahlreicher Verbindungen, die aus einem Purin; einem Zucker und aus Phosphorsäure aufgebaut sind. Wie man schon länger weiß, sind Verbindungen dieser Art am Aufbau der Nukleinsäuren in den Zellkernen tierischer und pflanzlicher Zellen entscheidend beteiligt. Aber erst in jüngster Zeit kam die

Erkenntnis hinzu, daß dasselbe auch für den Bau der Viren zutrifft, die als nichtbakterielle Erreger vieler Infektionskrankheiten bekannt geworden sind. Überdies fand man den Bauplan der Inosinsäure (Purin-Zucker-Phosphorsäure) in den letzten Jahren auch in einer Anzahl von Co-Fermenten, deren Funktion innerhalb lebender Zellen teils darin besteht, Phosphorsäurereste zu übertragen, teils Wasserstoff aufzunehmen und weiterzugeben, wie es der Dehydrierungstheorie von H. Wieland entspricht.

5. RADIKAL-THEORIE

In zwei wichtigen Untersuchungen aus den Jahren 1832 und 1837 haben sich Wöhler und Liebig eingehend mit dem flüchtigen Öl beschäftigt, das man aus bitteren Mandeln durch Destillation mit Wasserdampf erhält. Es gelang ihnen das Bittermandelöl, den Benzaldehyd, wie wir heute sagen, in eine größere Zahl von weiteren Substanzen, in Benzoesäure, Benzoylchlorid, Benzoylbromid, Benzoylcyanid u. a., zu verwandeln und zu zeigen, daß all diese Verbindungen ein und dieselbe unverändert bleibende Gruppierung von 13 Atomen – die heutige Formel ist C_7H_5O – enthalten, die bald in Kombination mit Wasserstoff, Chlor, Brom oder einer CN-Gruppe auftritt und so die angeführten Substanzen bildet. Den Atomverband C_7H_5O bezeichneten sie als Radikal und gaben ihm den Namen Benzoyl. Das Radikal schien sich, wie wenn es ein anorganisches Element wäre, mit anderen Elementen zu neuen chemischen Verbindungen zu vereinigen, und etwas überschwänglich schrieb Liebig: „Das ist das ganze Geheimnis der organischen Chemie.“

Die Radikaltheorie ist seinerzeit verherrlicht worden als Anbruch eines neuen Tages, als Morgenröte der organischen Chemie. Ebenso heftig ist sie gleichzeitig kritisiert und bekämpft worden. Das Urteil der Historiker liegt in der Mitte: sie sei eine Stufe der Entwicklung gewesen; der Entwicklung zur Strukturchemie, d. h. zu den Konstitutionsformeln, die erst ein Menschenalter später von Liebig's großem Schüler August von Kekulé begründet worden sind. In diesem Sinne schließt die sorgfältige historische Kritik J. Volhards, die seit bald 50 Jahren als die maßgebliche er-

scheint, mit folgenden Worten: „Die Radikale haben das Ihrige getan. Selbständig ausschreitend hat die organische Chemie das Gängelband der Radikalthorie in dankbarer Erinnerung an die Pfleger ihrer Kindheit definitiv beiseite gelegt.“

Einen Antrag auf Revision dieses Urteils möchte ich aus verschiedenen Gründen stellen.

Wie Sie wissen, nimmt die Produktion an wissenschaftlicher Literatur so gewaltig zu, daß auf vielen Gebieten heute neue Methoden der Registrierung als wünschenswert, ja notwendig erscheinen. Für die organische Chemie haben wir Beilsteins Handbuch mit bisher 67 Bänden, von denen laufend weitere erscheinen, sowie die erst vor wenigen Jahren angelaufene Enzyklopädie von Elsevier. Darüber hinaus drängt die Zeit zur Anwendung von Hollerith-Karten, von Randlechokarten, von Chiffrierungen usw., um der stürmischen Entwicklung des Wissens dokumentarisch folgen zu können. Für jedes dieser Systeme ist es charakteristisch, daß es nicht mehr herauszugeben vermag, als man bei seiner Anlage hineinsteckt. Aufgaben solcher Art werden nun vielfach erleichtert, wenn man nicht bis auf die einzelnen Atome im Sinne von Kekulé, sondern teilweise nur auf größere charakteristische Atomverbände wie z. B. das Benzoyl, d. h. auf Radikale im Sinne von Wöhler und Liebig, zurückgeht. Damit erhalten die Radikale, in manchen Fällen erstrangige, neue Bedeutung für die Systematisierung, Klassifizierung und Registrierung der Kohlenstoffverbindungen. Es gibt allerdings recht verschiedenartige Systeme, die jetzt zur Diskussion stehen. Auch darf man nicht vergessen, daß es sich hier nicht um Wahrheit in naturwissenschaftlichem Sinne, sondern nur um Fragen der Zweckmäßigkeit handelt.

Wichtiger als die Erfassung des erworbenen Wissens in Handbüchern und Karteien erscheint die Bildung neuer Gedanken, die dieses Wissen mehren. So wie es Mathematiker, Astronomen und Physiker gibt, die ohne Papier und Beistift ein umfangreiches Zahlenmaterial geistig vor sich zu sehen vermögen und daraus neue Zusammenhänge ableiten, und wie es Meister gibt, die Dutzende von Schachpartien ohne Ansicht eines Brettes gleichzeitig zu spielen und zu gewinnen vermögen, so gibt es wohl auch Chemiker, denen es keine Mühe bereitet, die genaue Anordnung von

Hundertern von Atomen, wenn sie in komplizierteren organischen Verbindungen miteinander verknüpft sind, mit einem einzigen „geistigen Blick“ ganz genau zu erfassen und damit zu operieren. Im allgemeinen dürfte es aber doch so sein, daß die Vorstellungskraft, das Einbildungsvermögen und das Gedächtnis des Organikers wie des Biochemikers weitgehend von Unterteilungen solcher Formelbilder Gebrauch machen, derart, daß sich das Ganze aus Einzelteilen, die sich leichter merken lassen, jederzeit im Geiste rekonstruieren und rekombinieren läßt. Solche Einzelteile sind – möge es sich um Isoprenreste, Pyrrolringe, Acetylgruppen usw. handeln – in den meisten Fällen kaum etwas anderes als Radikale im Sinne von Liebig und Wöhler, nämlich charakteristische größere Atomgruppierungen, die man in recht verschiedenen Stoffen immer wieder antrifft. Wir haben also von Liebig und Wöhler nicht nur die Namen verschiedener Radikale, wie des Benzoyls, übernommen, sondern wir operieren auch geistig damit. Diese Art des Betrachtens und Denkens hat eben den großen Vorzug, gut lehrbar und erlernbar zu sein, und sie hat sich seit nunmehr 120 Jahren bewährt. Damals schon hat J. J. Berzelius, dessen Urteil sehr zurückhaltend war, von der Radikaltheorie gesagt: „Man darf sie doch für nichts anderes halten als für einen Versuch, die gegenseitigen Proportionen der Elemente durch Assoziation zu den Formeln anderer wohl bekannter Zusammensetzungen anschaulich und für das Gedächtnis erleichternd zu machen.“ Unabhängig davon, ob die eben zitierten Worte „nichts anderes als“ berechtigt waren oder nicht, ist damit von Berzelius einer der Hauptvorteile der Theorie überaus treffend zum Ausdruck gebracht worden.

Meines Erachtens sind wir weit davon entfernt, sagen zu dürfen, die Vorstellungen Liebig's und Wöhler's seien definitiv beiseite gelegt worden. Vielleicht ist es richtiger, von einer Betrachtungsweise als von einer Theorie zu sprechen. Man sollte auch nicht sagen, daß die Radikale nur historisch eine Stufe der Entwicklung zu den Konstitutionsformeln gewesen sind. Sie sind es auch heute noch vielfach, nämlich überall dort, wo der Bau komplizierter Naturstoffe erst teilweise enträtselt ist. Den noch unerforschten Teil des Moleküls, der bei vielen Umsetzungen unverändert bleibt, pflegen wir dann mit einem R zu bezeichnen. Für

viele wichtige Naturstoffe, namentlich für solche, an deren Aufbau Proteine beteiligt sind, wird dieses Zwischenstadium unvollständiger Konstitutionsaufklärung aller Voraussicht nach noch sehr lange bestehenbleiben.

Die Würdigung von Wöhlers und Liebigs Annalenarbeit aus dem Jahre 1832 bliebe unvollständig, wenn zuletzt nicht noch auf etwas Drucktechnisches hingewiesen würde, was seit wenigen Jahren in unseren chemischen Zeitschriften zunehmend in Erscheinung tritt. Jahrzehntelang hat es als gutes Recht gegolten, alle Strukturformeln, die man ermittelt hatte, in ausführlichster Form niederzuschreiben und drucken zu lassen. Heute würde das viel zuviel Raum beanspruchen, ohne die Übersichtlichkeit zu fördern. Man ist daher dazu übergegangen – und zwar auch dort, wo die vollen Konstitutionsformeln bekannt sind –, für eine ganze Gruppe von nahe verwandten organischen Substanzen nur noch ein einziges ausführliches Formelbild zu bringen; die von Substanz zu Substanz verschiedenen Atome bzw. Atomgruppierungen werden dann durch ein X bezeichnet, das im Text oder neben der Formel erläutert wird.

Die klassische Arbeit von Wöhler und Liebig würde also heute drucktechnisch so erscheinen: $C_6H_5 \cdot CO \cdot X$, $X = H$ (I, Benzaldehyd), $X = Cl$ (II, Benzoylchlorid), $X = CN$ (III, Benzoylcyanid) usw. Wenn am Benzolkern, z. B. in p-Stellung, weitere Substituenten vorhanden wären, dann würde man an diese Stelle ein R setzen und im Text erläutern, daß es sich im einen Fall um eine Methoxygruppe, im anderen um eine Dimethylaminogruppe handelt, usw. Auch in dieser Form lebt also Liebigs Vorstellung von den Radikalen in uns fort.

6. SCHRIFTTUM

Groß und nachhaltig sind die Verdienste, die sich Liebig um die Gestaltung des wissenschaftlichen Schrifttums erworben hat. Die deutsche Literatur in der Chemie erschien ihm als „ein in Schmutz und Unrat verkümmertes Kind, der Verachtung aller Einsichtsvollen, der Verachtung des Auslandes preisgegeben“. Um es zu reinigen und kraftvoll gedeihen zu lassen, hat Liebig

keinerlei Mittel gescheut: lobende Worte, begeisterte Zustimmung – aber auch gezielte Nadelstiche, schroffe Ablehnung und beißenden Spott, ja Verhöhnung.

Im wesentlichen sind es die folgenden Punkte, die er kampfesmutig geklärt und, man darf wohl sagen, zu internationaler Anerkennung gebracht hat:

1. Das bedingungslose Streben nach Wahrheit muß zwischen Irrtum und Schwindel differenzieren. Hierüber schrieb er u. a.: „Mit der genauen und gewissenhaften Beschreibung der gemachten Beobachtungen gibt der Chemiker dem, der später denselben Gegenstand bearbeitet und der alle Erfahrungen als neue Hilfsmittel benutzt, die in der Zwischenzeit gemacht worden sind, alle Mittel in die Hand, die gemachten Fehler zu entdecken. Die Verbesserung des Irrtums ist eine neue Entdeckung und stets Gewinn für die Wissenschaft; indem man ihn kennenlernt, hat man damit auch den sichersten Weg ihn für die Folge zu vermeiden. Aus diesem Grunde kann die Berichtigung einer Tatsache der Achtung des Entdeckers nicht zu nahe treten. . . . Nur betrügerische Goldmacher, welche uns Tombak für echtes Gold, die uns Weißkupfer für Silber verkaufen, denen ihr Brustbild auf der Münze das einzige ist, wonach sie streben, die von dem Metall nur den Glanz verlangen, nur diese haben den Rost, die Zeit und das Feuer zu fürchten.“

2. Das Emotionelle in der Beschreibung von Versuchen ist möglichst zu unterdrücken. Da lag ihm z. B. eine Arbeit vor, in der es hieß: „Aber wie ergriff mich Staunen, Verwunderung und Verdruß“, als sich das Silbersalz auch bei „anhaltendem und immerwährendem“ Erhitzen nicht auflösen wollte. Sätze dieser Art werden heute wohl kaum noch geschrieben, auf alle Fälle werden sie nicht mehr gedruckt. Ihn selbst haben sie gewaltig in Harnisch gebracht.

3. Ebenso erzürnt konnte er werden, wenn etwas klar, aber so langatmig geschildert wurde, daß es auch „der collossalsten Geduld“ nicht zugemutet werden konnte, es zu lesen. Heute drücken wir das, worauf es Liebig ankam, meist in den Worten aus: fasse Dich kurz!

4. Was als flüchtig, als leichtfertig und ungenau, als nicht originell, als zu phantasievoll usw. erscheinen mag, bedarf der

besonderen Sorgfalt der Redaktoren, die als „Schildwachen“ ausgestellt sind; „der Abdruck und die Korrektur der zugesendeten Abhandlungen kann unmöglich ihre Bestimmung sein“, sagt Liebig, denn „dazu gehört weder Mut noch Selbstverleugnung noch Kenntnisse oder ausgebreitete Erfahrung“.

Unter allen Zeitschriften, in denen J. v. Liebig eigene Arbeiten veröffentlicht und an denen er redaktionell mitgearbeitet hat, steht an erster Stelle diejenige, die heute unter dem Namen „Justus Liebigs Annalen der Chemie“ weithin bekannt ist. Zur Zeit erscheint, von H. Wieland redigiert, der 580. Band.

Man begegnet vielfach der Meinung, daß diese Zeitschrift als neues Blatt von Liebig gegründet worden sei. In Wirklichkeit hat aber Liebig nur bereits bestehende Journale zusammengefaßt. Unter den Vorläufern spielt die pharmazeutische Literatur die führende Rolle, die ja auch in anderen Ländern als Wegbereiterin der chemischen erscheint.

1780 war Göttings „Almanach oder Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker“ herausgekommen,

1794 folgte das „Journal der Pharmacie für Ärzte und Apotheker“ von Trommsdorff,

1822 erschien Band 1 des „Archivs des Apothekervereins im nördlichen Teutschland“, herausgegeben von Rudolph Brandes,

1823 gründete Hänle das „Magazin für Pharmacie“, dessen Titel später (durch Geiger und Liebig als Redakteure) den Zusatz erhielt „in Verbindung mit einer Experimentalkritik“.

Die Gründung unserer „Annalen“ fällt in das Jahr 1832 und besteht in einer Zusammenlegung der beiden zuletzt genannten Journale unter der gemeinsamen Redaktion von Brandes, Geiger und Liebig. Bestimmend für den neuen Namen ist wohl das Vorbild der *Annales de chimie* gewesen, die seit 1789 in Paris erscheinen. Vom 11. Band an ging auch noch Trommsdorffs Journal in den deutschen „Annalen“ auf.

1832 bei der Gründung lautete der Titel „Annalen der Pharmacie“,

1840 wurde er erweitert: „Annalen der Pharmacie und Chemie“,

1874 nach dem Tode Liebigs beschloß man den Titel „Justus Liebigs Annalen der Chemie“.

Wie Sie sehen, hat sich im Laufe der Jahre, über eine gemeinsame Zwischenstufe hinweg, das Wort „Pharmacie“ in das Wort

„Chemie“ verwandelt. Diese Entwicklung kam teilweise dadurch zustande, daß schon 1835 das „Archiv des Apothekervereins im nördlichen Teutschland“, nachdem es drei Jahre zuvor die Ehe mit Liebig eingegangen war, sich von diesem wieder scheiden ließ und sich unter dem Titel „Archiv der Pharmacie“, den es noch heute trägt, wieder selbständig gemacht hat. So kommt es, daß in bezug auf literarische Anciennität, d. h. bezüglich Bd. 1 ihrer Zeitschriften, die Pharmazeuten auf das Jahr 1822 und die Chemiker auf das Jahr 1832 zurückblicken.

7. DER STEIN DER WEISEN

Als fesselnder Redner und glänzender Schriftsteller hat Liebig wiederholt Ansichten zum Siege verholfen, die nicht nur von ihm, sondern auch schon von anderen angebahnt und vorbereitet waren. Ihm aber blieb es vorbehalten, Formulierungen zu finden, die hinreißend wirkten und unvergänglich erscheinen. So wenn er von Bestrebungen des Mittelalters sagt: „Der Stein der Weisen, den die Alten im dunkeln unbestimmten Drange suchten, ist in seiner Vollkommenheit nichts anderes gewesen als die Wissenschaft der Chemie“ (III. Brief). Wieviel Tausende, die einen dunkeln Drang in sich verspürt haben, sind inzwischen der exakten chemischen Wissenschaft zugeströmt? Der volle Wortlaut der Formulierung ist auf der Rückseite des Programms, das Sie in Händen haben, abgedruckt.¹ Diese dichterisch schöne und psychologisch meisterhafte Umreißung eines Zweiges der experimentierenden Naturwissenschaften ist meines Wissens bisher ohne Gegenstück geblieben.

¹ „Der Stein der Weisen, den die Alten im dunkeln, unbestimmten Drange suchten, ist in seiner Vollkommenheit nichts anderes gewesen als die Wissenschaft der Chemie.“

Ist sie nicht der Stein der Weisen, der uns verspricht, die Fruchtbarkeit unserer Felder zu erhöhen und das Gedeihen vieler Millionen Menschen zu sichern. Verspricht sie uns nicht, statt 7 Körnern deren acht und mehr auf demselben Felde zu erzielen?

Ist nicht die Chemie der Stein der Weisen, welcher die Bestandteile des Erdkörpers in nützliche Produkte umformt, welche der Handel in Gold ver-

8. TAGESFRAGEN DER CHEMIE

Tagesfragen der Chemie verständlich darzustellen, darum hat sich Liebig in Wort und Schrift leidenschaftlich bemüht. Er selbst war *Semper Apertus*. Seine „Chemischen Briefe“ hatten den Zweck, die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung chemischen Wissens und chemischer Probleme zu lenken sowie den Anteil zu schildern, den diese Wissenschaft an den Fortschritten der Industrie, Mechanik, Physik, Agrikultur und Physiologie genommen hat.

Angesichts der stürmischen Entwicklung der Naturwissenschaften sind gute, wirklich verständliche Darstellungen heute nicht mehr so leicht wie zu Liebigs Zeiten. Was in Illustrierten, in Monatsschriften und auch in der Tagespresse erscheint, ist keineswegs immer befriedigend. Daß ein reges Bedürfnis vorliegt, ist klar.

Liebigs Abendvorlesungen waren öffentliche Experimentalvorträge, die sich außerordentlicher Beliebtheit auch in Kreisen der bayerischen Königsfamilie und großen Zustroms erfreuten. Diesen Teil von Liebigs Vermächtnis pflegt München in schöner Weise weiter in den Vortragsveranstaltungen des Deutschen Museums. Überhaupt hat es Oskar von Miller in ausgezeichnete Weise verstanden, denjenigen Bestrebungen Liebigs, die sich an die Jugend und an breitere Schichten der Bevölkerung richteten, neue Form und neuen Inhalt zu geben.

9. LABORATORIUMSUNTERRICHT

Die Einführung eines praktischen Laboratoriumsunterrichtes wird, mit Recht, als einer der bedeutungsvollsten Teile von Liebigs Lebensarbeit angesehen. Die großen Meister um die Wende des achtzehnten zum neunzehnten Jahrhundert, wie Lavoisier, Berzelius, Gay-Lussac u. a., hatten ihre Werkstätten. Das Verdienst Liebigs liegt darin, daß er seine Werkstätte zu einer

wandelt; ist sie nicht der Stein der Weisen, der uns die Gesetze des Lebens zu erschließen verspricht, der uns die Mittel liefern muß, die Krankheiten zu heilen und das Leben zu verlängern?“ *J. v. Liebig „Chemische Briefe“*

Lehrstätte erweitert hat. So wurde sein Gießener Laboratorium, an dessen Schaffung er als 21jähriger Professor unverzüglich ging, ein Anziehungspunkt für Pharmazeuten und Chemiker aus aller Welt und zugleich Ausgangspunkt einer bedeutsamen Entwicklung. Die von ihm geschaffene Institution ist Vorbild für die Schaffung chemischer Institute in anderen deutschen Städten und in allen Ländern der Erde geworden.

Auch die zeitliche Gliederung des praktischen Unterrichts ist allgemein beibehalten worden: erst qualitative Analysen, dann quantitative Bestimmungen, Herstellung von Präparaten und schließlich eigene wissenschaftliche Untersuchungen. Das wichtigste aber war der Geist, mit dem er sein Laboratorium erfüllte: „Wir arbeiteten, wann der Tag begann, bis zur sinkenden Nacht, Zerstreuungen und Vergnügungen gab es in Gießen nicht. Die einzigen Klagen, die sich stets wiederholten, waren die des Dieners (Aubel), welcher am Abend, wenn er reinigen sollte, die Arbeitenden nicht aus dem Laboratorium bringen konnte.“ Die Zahl seiner Schüler, der Schüler dieser Schüler usw. ist erstaunlich und reich an Namen von Männern, die auf Hochschulen und in der Industrie Entscheidendes zur Weiterentwicklung der Chemie beigetragen haben. Der wissenschaftliche Stammbaum, den das Deutsche Museum angelegt hat, zeigt uns nur wenige Äste. So reich und vielverzweigt, wie er in Wirklichkeit ist, kann man ihn kaum zeichnen.

Von König Maximilian II. nach München berufen, war Liebig von 1852 an bestrebt, das, was er in Gießen geschaffen hatte, hier an der Isar besser und zweckmäßiger neu erstehen zu lassen. Ein Hörsaal mit 222 Plätzen, neue Laboratorien und die Umgestaltung der Dienstwohnung bildeten den Anfang. Hieraus erwuchs das Chemische Laboratorium der Bayerischen Akademie der Wissenschaften auf dem Gelände Ecke Arcisstraße–Sophienstraße, wie es den Älteren unter uns noch in Erinnerung sein mag. Die Nachfolger Liebigs, nämlich Adolf von Baeyer, Richard Willstätter und Heinrich Wieland, haben es weiter ausgestaltet. Meine eigene Studienzeit ist mit ihm aufs innigste verknüpft. Die Geschichte des Chemischen Laboratoriums der Bayerischen Akademie der Wissenschaften hat vor kurzem W. Prandtl in einem Werk, das im Verlag Chemie erschienen ist, historisch-kritisch-

liebevoll geschildert. Von seinen ersten Anfängen an bis zum traurigen Ende. Denn auch diejenigen unter Ihnen, die das Buch von Prof. Prandtl noch nicht gelesen haben sollten, wissen, daß das Staatslabor, wie es auch genannt wurde, im zweiten Weltkrieg zertrümmert und zerstört wurde, daß es ein Raub der Flammen geworden ist.

Damit ist aus dem Stadtbild Münchens ein Wahrzeichen verschwunden, nach dem man – auch im Auslande – immer wieder gefragt wird; ein Bau, aus dem den Hochschulen wie den Industriewerken jahrzehntelang hervorragende Kräfte zugeströmt sind; ein Anziehungspunkt erster Ordnung für Chemiker aus aller Welt; die Geburtsstätte des synthetischen Indigos und vieler weiterer Farbstoffe und Arzneimittel; ein Institut, das auch theoretisch der Wissenschaft neue Wege wies; von allem, was Liebig dieser Stadt hinterlassen hat, das Kostbarste – es ist nicht mehr.

Was uns erhalten geblieben ist an Standbildern und Büsten, an Bildern und Denkmünzen, an Organisationen, die seinen Namen tragen, an Geräten, mit denen er gearbeitet hat, es sind Zeichen der Erinnerung, des Stolzes und der Dankbarkeit. In ihnen liegt als Wertvollstes ein Zauber, der die Phantasie und den Eifer anregt und zu neuen Taten lockt. Erinnerung allein ist niemals Fortschritt. Doch Arbeit, die nach vorwärts strebt, sie kann aus Traditionen zusätzliche Kraft gewinnen. So hoffen wir, daß Liebig's Bau an der Arcisstraße, wenn er auch zu seinem 150. Geburtstag noch nicht wiedererstanden ist, doch schon in naher Zukunft wiedererstehen wird und seine Tore den Studenten und Dozenten öffnet: schöner und geräumiger, als er war, reicher und besser eingerichtet, den neuesten Erfordernissen von Wissenschaft und Technik aufgeschlossen – und doch vom alten Geist beseelt.

10. PRÜFUNGEN

Liebig hat schon während des chemischen Praktikums für seine Eleven bzw. Praktikanten, wie wir jetzt sagen würden, Prüfungen anberaumt. Daran hat man bis heute festgehalten; das Prinzip hat sich bewährt. Doch muß festgestellt werden, daß man in zwei

Punkten von Liebig's Art, solche Examina abzuhalten, abgewichen ist: 1) Liebig hat schriftliche Aufgaben gestellt. In den USA ist man dabei geblieben. Bei uns wird mündlich geprüft. 2) Bei Liebig gab es Preise für die besten Kandidaten, z. B. 1. Preis: ein Präpariermesser aus Platin, dessen Griff mit Palladium verziert war; 2. Preis: eine Chemikerlampe; 3.-8. „Preis“: gerichtlich beglaubigte Urkunden über das bestandene Examen. Auf die gerichtlichen Beglaubigungen könnte man heute allenfalls verzichten. Abgesehen davon ist es bedauerlich, daß der von Liebig geübte Brauch nicht fortlebt.

11. AUSLANDSREISEN

Mit einem großherzoglichen Stipendium, das ihm von Darmstadt aus überwiesen wurde, hat Liebig von 1822 bis 1824 in Paris studiert. In den Laboratorien und Vorträgen von Gay-Lussac, Thenard, Dulong, Petit sowie von Laplace und Cuvier hat er den Geist der wahren Wissenschaft erstmals verspürt. In späteren Jahren hat er nur noch geringschätzig von dem gesprochen, was er zuvor als Student in Bonn und in Erlangen gehört und in sich aufgenommen hatte.

Sein Leben lang hat er warme Gefühle der Dankbarkeit und der Achtung gegenüber Frankreich, das er auf Reisen immer wieder aufgesucht hat, wachgehalten. In Paris bildeten sich die Wurzeln für vieles, was erst in Gießen sprossen und gedeihen sollte. Und dies dürfen wir als seine Nachkommen nicht vergessen.

Einen Großherzog von Hessen gibt es heute nicht mehr. Darum muß es unter uns andere geben, die diesen und Alexander von Humboldt vertretend, es als wichtige Aufgabe ansehen, die Besten unserer Jugend über die Grenzen zu schicken. Sind nicht viele Leistungen, die das Antlitz der Chemie in Deutschland geprägt haben, wie die Entwicklung der Fluorchemie, die Präzisionsbestimmungen von Atomgewichten, die Spaltung des Atomkerns u. a., von Männern ausgegangen, die in jungen Jahren ausländische Arbeitsstätten kennengelernt hatten und die von dort mit reichen Anregungen zurückgekehrt sind?

Auch England und Schottland hat Liebig wiederholt bereist, wobei ihm für seine agrikulturchemischen Arbeiten Ovationen zuteil wurden, ehe noch sein eigenes Vaterland deren Wert zu ermessen vermochte.

12. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften bzw. Vorsteher der königlichen Akademie wurde Liebig im Jahre 1859. In dieser Eigenschaft hat er mehrfach auch zum Verhältnis zwischen den Naturwissenschaften und den Geisteswissenschaften Stellung genommen. Hierauf ist vor 50 Jahren, als sein hundertster Geburtstag gefeiert wurde, sein Neffe, der Straßburger Nationalökonom Georg Friedrich Knapp, näher eingegangen, der damals die Gedächtnisrede vor der Bayerischen Akademie der Wissenschaften hielt.

Liebigs Wissenschaftsbegriff hat die Extreme der Naturphilosophie, aber auch des Materialismus energisch zurückgestoßen. Das Induktive und das Deduktive waren in ihm glücklich vereint. Genau so wie auch Theorie und Praxis. Hier gab es für ihn weder Überheblichkeiten noch Geringschätzigkeiten. Auch in all diesen Fragen war Liebig, wie Th. Heuss es ausgedrückt hat, Motor und Mitte seiner Zeit.

Von seinen Akademiereden erscheint mir sehr bedeutungsvoll die erste, die er nach dem Friedensschluß von 1871 gehalten hat. Darin hat er dargelegt, daß es in den Feldzügen von 1866 und 1870/71 die Wissenschaft gewesen sei, die über Empirie und grundsatzlose Praxis den Sieg davongetragen habe. Müssen wir dabei nicht an die enormen Summen denken, die heute für physikalische und chemische wissenschaftliche Forschung zu militärischen Zwecken ausgegeben werden? Hat nicht auch hierin Liebig richtig gesehen?

13. PFLANZENERNÄHRUNG

An chemischen Elementen, deren die Pflanzen zu ihrem Gedeihen bedürfen, kannte Liebig zehn: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium,

Magnesium und Eisen. Daß in geringen Mengen weitere, wie Silicium, Aluminium, Natrium, Chlor, ebenfalls in Pflanzen vielfach angetroffen werden, war gleichfalls bekannt, doch schienen diese für das Wachstum entbehrlich zu sein. Die Unterscheidung von lebensnotwendigen und entbehrlichen Elementen in der Pflanzennahrung ist in der Folgezeit vielfach bestätigt und verfeinert worden. Die durch Liebig's Analysen erfaßten chemischen Elemente machen etwa 99,5% der Pflanzensubstanz aus. Um die letzten 0,5% analytisch zu erfassen und in ihrer Bedeutung für den Pflanzenwuchs zu erforschen, hat die intensive Arbeit der letzten hundert Jahre noch nicht restlos gereicht. Von den etwa fünfzig Elementen, die bisher in Pflanzen nachgewiesen werden konnten, kommen eben viele nur in äußerst geringen Mengen, in Spuren, vor. Daß man sie heute mit Genauigkeit bestimmen kann, verdankt man vor allem den von Gerlach entwickelten flammenphotometrischen Methoden.

Was eine Pflanze aufnimmt, hängt sehr vom Boden ab, auf dem sie wächst. Manches, was der Pflanze nicht schadet, kann mit eingeschleppt werden und zu Vergiftungen bei Mensch und Tier Anlaß geben. So weiß man, daß auf selenhaltigen Böden das Element Selen zusammen mit dem nahe verwandten (lebenswichtigen) Schwefel in solchen Mengen von Astragalus-Arten aufgenommen und in die schwefelhaltigen Aminosäuren des Pflanzeneiweißes mit eingebaut werden kann, daß das Weidevieh schweren Vergiftungen anheimfällt. Oder daß Paranüsse, die auf bariumhaltigen Böden wachsen, das dem (unentbehrlichen) Calcium verwandte Element Barium in so reichlichen Mengen mit aufnehmen, daß tödliche Vergiftungsfälle beim Genuß vorgekommen sind. Erstaunlich weit geht auch die Anreicherung des Aluminiums in manchen Bärlappgewächsen sowie des Zinks in den sogenannten Galmeiveilchen, die auf Böden wachsen, die reich an kiesel-saurem oder kohlen-saurem Zink sind.

Sehr viel wichtiger als diese mehr oder minder abnormen (zufälligen) Befunde ist die Erkenntnis, daß unter den zu Liebig's Zeiten noch unbekannten „Spurenelementen“ sich solche befinden, die sich als unumgänglich nötig für viele unserer wichtigsten Kulturpflanzen erwiesen haben. Es handelt sich um die chemischen Elemente Cu, Mn, Co, Zn, B, bei gewissen Pflanzen und

Mikroorganismen auch noch um weitere. Wenn ich auf diese neueren Ergebnisse hier eingehe, dann geschieht es, um zu zeigen, wie manche Gedanken Liebig's weit über seinen Tod hinaus gewirkt haben und wie manches, als sein 100. Geburtstag gefeiert wurde, noch gar nicht voll gewürdigt werden konnte.

Das eine, was er gelehrt hat, ist, daß das, was an Mineralstoffen mit der Ernte von den Feldern genommen wird, dem Boden zurückgegeben werden muß. Sonst treibt man Raubbau, der zu einem Absinken der Erträge, zu Hunger und Kriegen führen muß. Das zweite besagt, daß für verschiedene Böden und für verschiedene Pflanzen demjenigen Mineralstoff, von dem relativ am wenigsten vorhanden ist, eine besondere Bedeutung zukommt. Wenn also ein Boden z. B. sehr arm an Kali ist, so darf man nicht erwarten, durch noch so große Gaben an Stickstoff und Phosphor den Ertrag wesentlich steigern zu können. Man muß eben vor allem mit Kali düngen. Dies ist, was er selbst das Gesetz vom Minimum genannt hat.

Dieses Gesetz ist im Laufe der letzten Jahrzehnte Grundlage sehr zahlreicher Testverfahren auf allen Gebieten der Ernährungswissenschaft geworden. Nicht nur für das Studium des Mineralbedarfs höherer Pflanzen, sondern ebenso zur Erforschung der für Mensch und Tier lebenswichtigen Vitamine sowie der zahlreichen Wuchsstoffe, die von Mikroorganismen benötigt werden. Immer wieder kam es darauf an, alles reichlich zu geben mit Ausnahme eines einzigen Stoffes, eben desjenigen, dessen Wirkungen man studieren und zahlenmäßig erfassen wollte, mochte es sich um eines der angeführten Spurenelemente, um ein neues Vitamin oder um einen noch unbekannten andersartigen Wuchsstoff handeln. In diesem Sinne reichen die Auswirkungen des Grundgedankens über das Gebiet des Ackerbaues und der Pflanzenphysiologie hinaus bis weit in die Bereiche der praktischen Medizin.

So gradlinig und systematisch, wie es nach den letzten Ausführungen den Anschein erwecken könnte, hat sich nun allerdings die Entwicklung der letzten Jahrzehnte nicht vollzogen. Die Mangelkrankheiten der Pflanzen, die zur Erkenntnis neuer lebenswichtiger Spurenelemente geführt haben, sind im praktischen Landbau aufgefallen, und erst bei ihrer näheren Er-

forschung hat dann die Systematik eingesetzt. Lassen Sie mich als Beispiel schildern, wie die unbedingte Notwendigkeit ganz geringer Mengen von Bor für viele unserer Kulturpflanzen, insbesondere für die Zuckerrüben, entdeckt wurde. Das war eine Folge des ersten Weltkrieges. Bis dahin hatte Deutschland große Mengen von Chilesalpeter importiert und Kalisalze als Kunstdünger nach USA ausgeführt. Beides wurde durch den Krieg unmöglich. In Deutschland ging man damals, wie Sie wissen, dazu über, in den großen Industrieanlagen von Leuna und Oppau den Stickstoff der Luft nach dem Haber-Bosch-Verfahren zu binden und daraus die für Sprengstoffe und Düngemittel wichtige Salpetersäure zu gewinnen, so daß der Chilesalpeter entbehrlich wurde. Gleichzeitig ging man in USA daran, bis dahin ungenutzte Kalisalz-Lagerstätten abzubauen. Als Folge dieser zwei Umstellungen haben sich hüben wie drüben Mißerfolge beim Anbau von Zuckerrüben und weiterer Kulturpflanzen eingestellt. Die Ursachen sind im Laufe eines Jahrzehnts restlos aufgeklärt worden. Der Chilesalpeter ist nicht nur Stickstoffdünger, sondern er enthält auch Spuren von Bor. Im Leunasalpeter waren diese nicht enthalten, so daß die Rüben in Deutschland von Herz- und Trockenfäule befallen wurden. In USA waren borreiche Kalisalze in die Landwirtschaft gekommen und Schädigungen durch zuviel Borsäure eingetreten.

Letzten Endes sieht es so aus, als hätten diejenigen Bauern recht behalten, die schon immer auf den Kunstdünger geschimpft und z. B. gesagt haben, ein Sack Chilesalpeter sei mehr wert als ein Sack Leunasalpeter. Aber auch Liebig blieb mit seiner Lehre von der Mineraldüngung voll im Recht. Man muß eben das, was mit der Ernte von den Feldern genommen wird, ersetzen – auch wenn es sich nur um ganz geringe Mengen eines lebenswichtigen chemischen Elements handelt. So werden oft Meinungsverschiedenheiten, die die Gemüter erhitzen, schließlich in einfachster Weise geklärt.

Wenn wir zuletzt auf Erkenntnisse eingegangen sind, die nicht von Liebig selbst gewonnen wurden, sondern erst von späteren Generationen, so könnte man versucht sein, eine Rechtfertigung dafür abzuleiten aus einem Wort von W. Rathenau: „Die Erfindung des Problems ist wichtiger als die Erfindung der Lösung;

in der Frage liegt mehr als in der Antwort.“ Die Begründung der modernen Agrikulturchemie durch Liebig bedeutet indessen weit mehr als das Anschneiden landwirtschaftlicher Probleme mit chemischer Methodik; es sind nicht nur erstmals präzise chemische Fragestellungen in die Gebiete des Ackerbaues und der Tierzucht getragen worden; Liebig selbst hat vielmehr, wenn auch erst nach mancherlei Enttäuschungen und Fehlschlägen, praktisch-landwirtschaftliche Erfolge großen Ausmaßes erzielt und wesentliche Gedanken zu allgemeiner Anerkennung geführt. Den Späteren hat er nicht nur eine Fülle von Problemen hinterlassen, sondern zugleich einen Weg zur Lösung gewiesen.

So läßt sich der Dank, den ihm die Menschheit schuldet, nur unvollkommen ausdrücken in Worten und Reden, in Schriften und in Büchern. Das, was Jahr für Jahr seinen Ruhm neu verkündet, sind grünende Saaten, rauschende Ähren und reife Frucht. Aber auch die rauchenden Schornsteine aller Industriewerke, in denen Düngemittel erzeugt werden.

Die erzielte Steigerung des Ertrags um 90–150% hat es möglich gemacht, daß deutscher Ackerboden gut doppelt so vielen Menschen als früher Nahrung bietet. Dazu kommt zur Zeit noch ein Erlös von über 250 Millionen DM im Jahr aus dem Export von Düngemitteln, so daß wir weitere Nahrungsmittel und andersartige Güter auf den Weltmärkten kaufen können. Im Jahre 1952 hat die Ausfuhr an Stickstoffdüngemitteln 162 Millionen und an Kalidüngemitteln 103 Millionen DM der Bundesrepublik eingebracht. Für alle Länder der Erde zusammen wird die Jahresproduktion an Kunstdünger heute auf 7–8 Milliarden DM geschätzt. Je Kopf der Erdbevölkerung und Jahr sind das rund 3 DM. Es ist damit zu rechnen, daß diese Zahl gesteigert werden kann und gesteigert werden wird. Man möchte meinen, daß Liebig's agrikulturchemische Tat der Menschheit einige Jahrhunderte Spielraum geschenkt hat, in denen sie versuchen muß, das Mißverhältnis zwischen den Geschwindigkeiten des Bevölkerungszuwachses und der landwirtschaftlichen Produktionssteigerung auf neuer Ebene einer Klärung und Lösung entgegenzuführen. Einige, vielleicht nur wenige, Jahrhunderte.

Herr Dr. Goddard, Professor der Botanik an der University of Pennsylvania, hat mir gesagt, daß Liebig's Buch „Die orga-

nische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ um die Mitte des vorigen Jahrhunderts das meistverkaufte Buch, der bestseller, in den Vereinigten Staaten war. Heute sind das meist Romane, wohl auch Novellen oder Detektivgeschichten. Damals war es ein aus Deutschland kommendes wissenschaftliches Werk. Und wenn es dazu beigetragen hat, die Erträge des Farmers zu steigern und die landwirtschaftliche Produktion der USA auf ihre heutige Höhe zu bringen, so wollen wir auch dankbar anerkennen, daß aus dem dort erzielten Überfluß vieles wieder über den Atlantik zurück nach Europa geströmt ist.

14. RÜCKSCHAU

Um alles in Worten zusammenzufassen, wie sie uns um die Mitte des 20. Jahrhunderts geläufig sind:

Liebig hat für die Wissenschaft der Chemie eine Werbung in Gang gesetzt, d. h. eine Propaganda entfaltet, die – gemessen an der Größe ihrer Erfolge – etwas Einmaliges auf dem Gebiete der Naturwissenschaften gewesen und geblieben ist. Er hat in Wort und Schrift den Bauern und Handwerkern ebenso wie Ministern und Königsfamilien, dem Ausland genau so wie dem Inland, die Bedeutung der Chemie für das Wirtschaftsleben der Völker klar und anschaulich gemacht. Geistiger Gewinn und materieller Wohlstand erschienen als lockende Ziele. Daß beide Ziele eng miteinander verknüpft sind, hat Liebig immer wieder betont. Und diese Erkenntnis ist, wenn auch nur langsam und allmählich, in politischen, nationalökonomischen und in Finanzkreisen so stark und bestimmend geworden, daß sie jetzt die Freiheit des forschenden Geistes zu beschatten beginnt und Gedanken an staatliche Planungen fördert. Es erscheint als Gefahrenquelle einer jeden zu großen Erfolgen führenden Propaganda, daß sie schließlich Dinge auslösen kann, die ursprünglich gar nicht beabsichtigt waren. Für Liebig war der Staat Mäzen; Kunst und Wissenschaft waren noch gleichrangig; Lenkungsgedanken im heutigen Sinne gab es nicht; der eigentliche Kampf um die chemischen Rohstoffe unserer Erde und um Industriepotentiale hatte noch nicht begonnen.

Das, wodurch Liebig der Chemie den Weg zu ihrer heutigen Machtstellung gebahnt hat, das sind neben seinen Leistungen als Forscher und Lehrer, als Redner und Schriftsteller vor allem Rationalisierungsmaßnahmen gewesen, die durch Einsparung von Zeit und Material, durch Herabsetzung des Arbeitsaufwandes bei verbesserten Leistungen und durch neue Gedankenbildungen den Wirkungsgrad chemischer Arbeit gewaltig gesteigert haben. Wir haben sie im einzelnen schon kennengelernt:

die Schaffung des praktisch-chemischen Unterrichts, der in rasch wachsender Zahl gut ausgebildete Chemiker allen Ländern zugeführt hat;

die Verbesserung der organischen Elementaranalyse, ohne welche die stürmische wissenschaftliche Entwicklung kaum möglich gewesen wäre;

eine Rationalisierung der Vorstellungskraft und des Gedächtnisses für den Chemiker, die seiner Radikaltheorie entsprang;

die Leistungssteigerungen der Landwirtschaft, die der von ihm begründeten Agrikulturchemie zu verdanken sind.

Das Serienmäßige und Mengenmäßige, das in der Wissenschaft notwendig werden würde, sah er voraus. Er nannte es zwar nicht so, sondern er sprach einfach vom vielen Baumaterial, das man für ein großes Haus braucht. Dieses ist inzwischen schon recht stattlich geworden und es wächst weiter und weiter. Auf Schritt und Tritt stoßen wir dabei auf Schwierigkeiten und Widerwärtigkeiten, auf geistige und materielle Widerstände, die aber in den meisten Fällen grundsätzlich kaum anderer Art sind als diejenigen, die einst unter viel drückenderen Bedingungen und mit sehr viel bescheideneren Mitteln Justus von Liebig zu überwinden sich erfolgreich bemüht hat. Was er für die Chemie als Ganzes erkämpft und errungen hat, das weiter zu mehr, ist heute in Hunderten von Teilabschnitten der gewaltig in die Breite gezogenen Front Aufgabe und Pflicht jedes einzelnen von uns geworden. Wenn wir uns ernsthaft darum bemühen, dann wird sein Geist lebendig bleiben. „Eine jede Entdeckung schließt der Forschung immer ausgedehntere und reichere Gebiete auf, und in den Naturgesetzen suchen wir noch immer nach der jungfräulichen Erde; dieses Suchen wird kein Ende haben.“

R. Willstätter hat gesagt, Justus von Liebig besitze von allen Chemikern den höchsten Grad von Berühmtheit; niemand wisse eigentlich mehr, warum. Diese Gedenkstunde sollte dazu beitragen, die Weisheit der angeführten Formulierung einer genaueren geschichtlichen Interpretierung entgegenzuführen. Mir will es scheinen, als sei die schönste Deutung bereits von Friedrich Schiller in seiner akademischen Antrittsrede zu Jena¹ gegeben worden: „Aus der Geschichte erst werden Sie lernen, einen Werth auf die Güter zu legen, denen Gewohnheit und unangefochtener Besitz so gern unsere Dankbarkeit rauben. . . . Jedem Verdienst ist eine Bahn zur Unsterblichkeit aufgethan, zu der wahren Unsterblichkeit meine ich, wo die That lebt und weiter eilt, wenn auch der Name ihres Urhebers hinter ihr zurückbleiben sollte.“

15. LETZTE DINGE

Mit dem leuchtenden Blick seiner Augen, die jahrzehntelang auf die materielle Welt, in der wir leben, gerichtet waren, hat Liebig, als er merkte, daß seine Kräfte nachzulassen begannen, auch den letzten Dingen entgegengesehen. Am 9. September 1868 schrieb er am Starnberger See die folgenden Worte nieder:

„In meinem Alter sieht man den Tod, so hart er auch die Angehörigen trifft, nicht mehr als ein großes Übel an; ich habe in den letzten Jahren eine ganze Anzahl meiner besten und ältesten Freunde verloren, und durch solche Verluste wird man daran erinnert, daß wir die nächsten in der Reihe sind. Es soll so sein, und indem wir die verlieren, die wir lieben, werden allmählich die Bande immer schwächer, die uns an das Leben knüpfen, und so sehen wir denn zuletzt ohne Bangen dem Augenblick entgegen, der uns mit unseren vorangegangenen Lieben wieder vereinigt.“ Am Nachmittag des 18. April 1873, wenige Wochen vor seinem 70. Geburtstage, war es so weit.

¹ Deutscher Merkur 1789, im November. — Cotta-Ausgabe, Wien 1820, 15. Bd. S. 28 f.