

Justus Liebig und die chemische Industrie.

Von BERTHOLD RASSOW.

(Eingeg. 28./3. 1923.)

Am 18. April werden es 50 Jahre, daß Liebig kurz vor Vollendung seines 70. Jahres die Augen schloß.

Es dürfte überflüssig sein, in der Zeitschrift eines Vereins, der seit 20 Jahren eine Liebig-Denkmünze als höchste Ehrung vergibt, über Liebig's Bedeutung für die chemische Wissenschaft und für die Naturwissenschaften überhaupt, zu schreiben, wohl aber erscheint es angebracht, daß wir uns gerade in gegenwärtiger Zeit erneut klar machen, was Liebig für die chemische Industrie geleistet hat.

Welch großes technisches Interesse und eminent technischen Blick Liebig besaß, geht am klarsten aus den Briefen hervor, die er gelegentlich seiner ersten Reise nach Großbritannien und Irland im Jahre 1837 schrieb. Keine Gelegenheit, Papierfabriken, Brauereien, Spinnereien, Salz-, Soda-, Seifen-, Alaun-, Weinsäure-, Holzessig-, Stärke-, Jodfabriken, Töpfereien und Eisenwerke zu besichtigen, läßt er vorüber, und er berichtet darüber in Briefen, die — der Portersparnis wegen! — über seine Frau an Freund Wöhler gingen; überall erwägend, was von dem Geschauten in der industriearmen Heimat verwendet werden könnte. Daß er aber nicht nur der Nehmende, sondern auch der Gebende war, zeigt uns die unterhaltende Schilderung eines Fabrikbesuchs in Glasgow, die Volhard in seiner Liebig Biographie wiedergibt:

„In dem Schmelzraum der Blutlaugensalzfabrik von Mac Intosh war ein ohrenzerreißendes Getöse. Liebig fragt nach der Ursache des furchtbaren Lärms. „Ja“, sagt Mac Intosh, „wenn meine Töpfe recht schreien, so bekomme ich mehr Blutlaugensalz.“ Die Rührer zum Umrühren der schmelzenden Masse waren nämlich stark aufgepreßt und rieben mit großem Kraftaufwand das zur Bildung des Blutlaugensalzes nötige Eisen vom Boden des Kessels ab. Zur Herstellung von Berlinerblau wurde die Mischung von Eisenvitriol und Blutlaugensalz mehrfach wiederholt in hochgelegene Reservoirs gepumpt, von denen man sie dann, um allseitige Berührung mit der Luft und Oxydation zu bewirken, über Terrassen herunterrieseln ließ. Der Fabrikant war nicht wenig erstaunt und erfreut, als Liebig ihm erklärte, daß durch Zugabe von etwas altem Eisen zu der Schmelze das Geschrei der Kessel und durch einige Handvoll Chlorkalk die Wirkung der Kaskaden mit großer Ersparnis an Zeit und Geld ersetzt werden könne.“

Versucht man Liebig's Bedeutung für die Industrie zu würdigen, so muß man unterscheiden zwischen der allgemeinen Wirkung von Liebig's Werk für die chemische Technik in Deutschland und jenseits unserer Grenzen, und seinen Bestrebungen, bestimmte Ergebnisse seiner Forschungen direkt in die Technik zu übertragen.

In letzterer Beziehung hat Liebig verschiedene Versuche gemacht und viel Mühe und Scharfsinn aufgewendet; häufig aber, ohne daß diese Arbeiten nutzbringend wurden, wenigstens nicht zu seinen Lebzeiten. Hierbei ist zu bedenken, daß die chemische und verwandte Industrien in Deutschland bis über die Mitte des vergangenen Jahrhunderts noch in den Kinderschuhen steckten, und daß jedes der im Deutschen Bund vereinigten Länder ein anderes Patentgesetz besaß, so daß in den meisten Fällen darauf verzichtet wurde, ein „Privileg“ zu erwerben; man zog es vor, die neuen Verfahren als Fabrikgeheimnisse auszunutzen. Ich erinnere nur daran, daß die Badische Anilin- und Soda-Fabrik noch im Jahre 1874 versuchte, das von Caro erfundene Eosin ohne Patentschutz in den Handel zu bringen; ein Unterfangen, das jedoch durch A. W. v. Hofmann's analytische Kunst zunichte gemacht wurde.

So hat denn auch Liebig nicht versucht, so bedeutungsvolle Verfahren, wie die Verbesserung der Ausbeute an Cyankalium durch Zusatz von Pottasche zum schmelzenden Blutlaugensalz, wie ferner die Verbesserungen auf dem Gebiete der Galvanoplastik, die Ausarbeitung der Darstellung des Aldehyds, die Bereitung des Chloroforms und verschiedenes andere schützen zu lassen oder überhaupt industriell zu verwerten.

Das erstemal, daß er um einen Patentschutz nachsuchte, war gelegentlich seiner Forschungen über die Ernährung der Pflanzen. Seine Lehre, daß die Pflanzen bei intensiver Wirtschaft dem Boden mehr mineralische Nährstoffe entnehmen als ihm durch den Stallmist und Verwitterung zugeführt wird, so daß der Boden verarmen muß („Raubbau“), führte ihn bekanntlich dazu, die Notwendigkeit der

künstlichen Düngung mit Kali-, Stickstoff- und phosphorsauren Salzen mit allem Nachdruck zu betonen. Diese Lehre fand in Deutschland zuerst taube Ohren¹⁾ und erbitterten Widerstand; in England wurde sie begeistert aufgenommen. Bei der Herstellung des in England patentamtlich geschützten Düngers, einer unlöslichen Verbindung von kohlensaurem Kali und kohlensaurem Kalk, ging Liebig jedoch von der irrigen Voraussetzung aus, daß der Kunstdünger schwer löslich sein müßte, damit er nicht durch den Regen weggewaschen würde. Da der „Patentdünger“ zu langsam wirkte, gab man auch in England seine Benutzung bald wieder auf, und Liebig hatte keinen Gewinn davon. Später erkannte er selbst, daß der Ackerboden vermöge seiner physikalischen Eigenschaften die löslichen Düngestoffe festhält, so daß die Pflanzen sie nach Bedürfnis aufnehmen können. Liebig hat dann noch die Fabrikation löslicher Kalisalze aus den Abraumsalzen des mitteldeutschen Steinsalzlagers lebhaft begrüßt, ebenso die Fabrikation des Superphosphats; einen direkten Nutzen hat er aber von der Durchführung seiner Lehre über die Ernährung der Pflanzen nicht gehabt.

Bei einer zweiten technischen Aufgabe, die er sich stellte, ging Liebig gleichfalls von einem idealen Gesichtspunkt aus. Die Herstellung der Spiegel mit Zinnamalgalam ist bekanntlich mit argen Gesundheitsschädigungen für die Arbeiter verbunden. Auf Anregung von Steinheil begann Liebig sich im Jahre 1855 mit der Herstellung von Silberspiegeln für optische Zwecke zu befassen, und nachdem er das ältere Draytonsche Verfahren dadurch verbessert hatte, daß er die Reduktion des Silbers statt mit einer alkoholischen Lösung von Cassiaöl durch Milchzucker bewirkte, hat er jahrelang an der Einführung dieser Methode in die Spiegelfabrikation gearbeitet. Es ist zwar in der Crämerschen Fabrik in Doos bei Nürnberg gelungen, nach seinen Vorschriften tadellose Spiegel, deren Silbers nicht er zum Schutz verkupfern ließ, zu erzeugen; da sie aber ein wenig teurer zu stehen kamen als die Amalgamspiegel, wurde ihre Fabrikation wieder aufgegeben; auch die Versuche zur Patentierung seines Verfahrens in Österreich, Rußland und den Vereinigten Staaten brachten ihm nicht den erhofften Erfolg²⁾. Heutzutage wird kaum ein Spiegel mehr mit Zinnamalgalam belegt, sondern es werden ausschließlich Silberspiegel meist nach Liebig's Verfahren hergestellt.

Nicht nur auf die Bereitstellung der für die Volksernährung nötigen Rohstoffe, sondern auch auf ihre rationelle Verwertung ist Liebig unablässig bedacht gewesen. So hat er vorgeschlagen, das schwerverdauliche Kleienbrot durch Zusatz von Kalkwasser zu dem üblichen Gemisch von Roggen- und Weizenschrot leichter resorbierbar zu machen, ohne jedoch dieses Verfahren industriell auszunutzen. Die bei der Brotversorgung der Armeen im Jahre 1866 gemachten Erfahrungen und die Mißernte des Jahres 1867 gaben ihm Anlaß, die schon bekannte Methode der Lockerung des Teiges mit Bicarbonaten und Säure, statt mit Hefe oder Sauerteig genauer auszuprobieren. Die zuerst benutzte Salzsäure ersetzte er bald durch saures Calciumphosphat; als er hörte, daß sein früherer Schüler Horsford das gleiche Salz schon für diesen Zweck in den Handel bringe, überließ er diesem bereitwillig die Priorität, verbesserte aber dessen Rezept durch einen Zusatz von Chlorkalium, damit die Nährkraft des Gebäcks noch weiter gesteigert würde. Unendliche Mühe hat Liebig sich gegeben, sein Backpulver so auszugestalten, daß es als fertiges Gemisch in den Handel kommen konnte, ohne doch durch Selbstzersetzung an Kohlensäure und damit an Triebkraft zu verlieren; in zahlreichen Artikeln und einer ausgebreiteten Korrespondenz hat er die Bemängelungen seitens der Bäcker zu beseitigen gesucht und darauf hingewiesen, daß die Hefe bei ihrer Gärung in Teig 2–3% des Mehles verbrauche, die nach seiner Methode erhalten blieben. Die industrielle Verwertung übergab er den Firmen G. C. Zimmer in Mannheim und C. L. Marquart in Bonn und machte sich 10 Sgr. Provision vom Zentner Backpulver aus. Aber die Abrechnungen der Firmen beweisen, daß das deutsche Publikum sich nicht an den Geschmack des Liebig-Brottes gewöhnen wollte. So blieb der Nutzen für Liebig in Deutschland aus, und in Amerika, wo jede Farmersfrau täglich das Maisbrot selbst bäckt, machte Horsford das Geschäft. In Deutschland ist die Verwendung der Backpulver — meist mit Weinstein — auf die Kuchenbäckerei beschränkt geblieben. Wir sollten aber ernstlich erwägen, ob wir nicht bei unserem Mangel an Körnerfrüchten

¹⁾ Man lese z. B. in Fritz Reuters „Ut mine Stromtid“, Bd. II, Kap. 15.

²⁾ Über die Einzelheiten vergleiche den Aufsatz von E. Lenk, Ztschr. f. angew. Chem. 28, 2 [1915].

die beim Ersatz von Sauerteig durch Backpulver bewirkte Ersparnis an Nährstoffen wieder in den Kreis der Maßregeln zur Volksernährung ziehen könnten. Bezüglich des Geschmacks des Brotes haben wir ja gelernt, unsere Ansprüche wesentlich zurückzuschrauben!

Schwierigkeiten bei der Ernährung eines Enkels, der die reichlich vorhandene Muttermilch nicht vertragen konnte, gaben Liebig die Veranlassung seine „Suppe für Säuglinge“ zu erdenken und auszuprobieren. Es gelang ihm, aus Kuhmilch, Weizen- und Malzmehl unter Zusatz von etwas Kaliumbicarbonat ein Nährmittel herzustellen, in dem die Kohlehydrate plus Fette zu den Eiweißstoffen in dem gleichen Verhältnis stehen wie in der Muttermilch. In zahlreichen Fällen hat sich diese Nahrung trefflich bewährt. Ihrer weitgehenden Einführung stand jedoch die etwas umständliche Bereitung hindernd entgegen. Liebig verzichtete in diesem Fall von vornherein auf jeglichen etwa möglichen Nutzen, indem er seine Rezepte sofort veröffentlichte. Den Gewinn aus Liebig's Arbeiten haben die zahlreichen Nährmittelfabriken gezogen; denn fast alle rationell hergestellten Nährpräparate lassen sich im letzten Grunde auf Liebig's Forschungen und Vorschriften zurückführen.

Dasjenige Industriezeugnis, das Liebig's Namen am meisten populär gemacht, führt die Bezeichnung „Liebig's“ Fleischextrakt bekanntlich nicht mit vollem Recht. Die Herstellung dieses Extraktes war schon früher bekannt; im Anschluß an seine Arbeiten über die Bestandteile des Muskelfleisches hat Liebig aber seine Zusammensetzung genauer studiert; nach einem heftigen Streit mit Voit und Pettenkofer darüber, ob das Fleischextrakt die wichtigsten Nährstoffe des Fleisches enthielte, hat Liebig schließlich zugeben müssen, daß es nur ein Anregungsmittel ist. Liebig hat jedoch die Methode ausgearbeitet, nach der es zuerst gelang, das Fleisch der damals nur um ihrer Häute und ihres Fettes willen in riesiger Zahl in überseeischen Gebieten, z. B. in Argentinien und Uruguay, geschlachteten Rinder und Schafe für die Extraktfabrikation nutzbar zu machen, nachdem mit Beendigung des amerikanischen Bürgerkrieges die „Saladeros“, in denen man das Fleisch als Nahrungsmittel für die Sklaven eingesalzen hatte, außer Betrieb gekommen waren. Durch Liebig's Arbeiten veranlaßt, ging der deutsche Ingenieur Giebert mit hervorragender Energie an die technische Durchführung. Wegen des in den sechziger Jahren noch so kümmerlichen Schutzes der Deutschen im Ausland wurde eine englische Aktiengesellschaft ins Leben gerufen, und diese sicherte sich das Recht, ihr Produkt als „Liebig's Fleischextrakt“ zu bezeichnen. Liebig verlangte dafür, daß ihm und Pettenkofer die ständige Kontrolle des Produktes übertragen würde. Dafür haben die deutschen Gelehrten ein im Verhältnis zu dem Nutzen, den Liebig's Namen der Gesellschaft brachte, bescheidenes Entgelt bekommen. Der Hauptertrag floß in die Taschen der englischen Aktionäre.

Schon eingangs dieser Skizze habe ich darauf hingewiesen, daß der indirekte Einfluß, den Liebig auf die Entwicklung der chemischen Industrie, besonders in Deutschland ausgeübt hat, gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.

Liebig hat mit seiner Schule zuerst den Beweis geführt, daß nicht der Empiriker, sondern der wissenschaftlich voll durchgebildete Chemiker vor allen anderen dazu berufen ist, eine schon bestehende chemische Industrie zu fördern, oder eine neue Industrie aufzubauen; dabei kommt es nicht so sehr darauf an, daß der Betreffende von der Hochschule her irgendwelche Spezialkenntnisse in den Betrieb mitbringt, sondern nur darauf, daß er exakt chemisch denken und arbeiten gelernt hat.

Liebig hat durch die Ausbildung der organischen Elementaranalyse erst das eingehende Studium der Tier- und Pflanzenstoffe ermöglicht und damit die Grundlage für die moderne organisch-chemische Großindustrie geschaffen. Aus Liebig's Schule stammen A. W. von Hofmann und August Kekulé, denen wir in erster Linie den Aufbau der Lehre von den aromatischen Verbindungen und damit die Grundlagen unserer Farben- und pharmazeutischen Industrie verdanken.

Liebig's Lehre von der Ernährung der Pflanzen hat den Anstoß zur Entwicklung der Industrie der künstlichen Dünger gegeben.

Liebig hat durch seine literarische Tätigkeit, insbesondere auch durch seine „chemischen Briefe“ die Chemie, die den meisten „Gebildeten“ um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts ein Buch mit sieben Siegeln war, weiten Kreisen unseres Volkes nahe gebracht und auch dadurch die chemische Industrie direkt und indirekt mächtig gefördert.

Wahrlich, A. W. v. Hofmann hat nicht übertrieben, als er vor 50 Jahren in seinem Nachruf für Liebig sagte:

„Wenn man die Summe dessen ins Auge faßt, was Liebig für das Wohlergehen des Menschen auf dem Gebiet der Industrie oder des Ackerbaues oder der Pflege der Gesundheit geleistet hat, so darf

man kühn behaupten, daß kein anderer Gelehrter in seinem Dahinschreiten durch die Jahrhunderte der Menschheit ein größeres Vermächtnis hinterlassen hat.“ [A. 65.]

Atomismus und Makrokosmos.

Von Prof. Dr. WALTHER GERLACH.

Vortrag, gehalten im Physikal. Verein zu Frankfurt a. M. am 27./1. 23.

(Eingeg. 13./2. 1923.)

Nahrohr und Fernrohr, Mikroskop und Teleskop, sind die Instrumente, deren Erfindung das geistige Bedürfnis des Menschen kennzeichnet, in die der direkten Wahrnehmung verschlossenen Gebiete des Mikrokosmos und des Makrokosmos einzudringen; sie waren jahrhundertlang die Forschungswerkzeuge der Wissenschaft. Doch sind der Verwendung dieser zur Erweiterung unserer Sinne dienenden Instrumente viel zu enge Grenzen gesetzt, weder die Welt der Atome noch die Verhältnisse auf fernen Sternen werden mit ihrer Hilfe jemals unmittelbar erschaut werden können. An ihre Stelle trat in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts ein neues Instrument, das Spektroskop; aber seine Verwendung allein als Apparat zur spektralen Analyse von Leuchtvorgängen, zur Beobachtung und Messung von Spektren, genügt nicht zur Erforschung der inneratomaren Vorgänge, deren Folge die Strahlungsemission ist. Hand in Hand mit seiner Benutzung muß die theoretische Überlegung gehen, gestützt auf sichere Erkenntnisse experimenteller Untersuchungen. Bunsen und Kirchhoff zeigten die Möglichkeit der chemischen Analyse mittels der Spektroskopie; Lockyer bahnte die Erforschung der physikalischen Zustände, unter denen strahlungsemitierende Atome sich befinden, mittels der Spektroskopie an; Paschen, Planck, Wien lehrten den Zusammenhang von spektraler Emission glühender Körper und Temperatur. Die moderne Entwicklung der Atomtheorie baute auf dieser Grundlage eine Theorie der strahlenden Zustände der chemischen Elemente auf, deren experimentelle Prüfung so weitgehend zu bestätigenden Ergebnissen geführt hat, daß man berechtigt sein dürfte, Anwendungen dieser Erkenntnisse auf anderen Gebieten zu versuchen. Der Versuch, eine Theorie der chemischen Moleküllehre auf physikalisch-atomistischer Grundlage aufzubauen, hat bedeutungsvolle Aufklärungen und wichtige neue Probleme gezeitigt. Hier soll davon die Rede sein, welche Aufschlüsse die spektroskopische Analyse der Strahlung der Sterne von den Verhältnissen, den physikalischen Zuständen auf den Sternen zu geben vermag, wenn die Strahlung der Sterne mit der Strahlung der chemischen Elemente, wie sie im Laboratorium erzeugt werden kann, unter Zuhilfenahme der Atom- und Strahlungstheorie verglichen wird. Wir beginnen mit der Spektralanalyse des Atoms.

1. Wird ein fester Körper auf immer höhere Temperaturen gebracht, so beginnt er bei einer bestimmten, um 500°C liegenden Temperatur eine dem Auge sichtbare Strahlung zu emittieren. Das Spektroskop zeigt beginnende Emission im äußersten Rot. Mit Steigerung der Temperatur breitet sich ein kontinuierliches Spektrum nach kürzeren Wellenlängen zu aus. Die Strahlung wird nicht nur kurzweiliger, sondern auch die Verteilung der Energie auf die einzelnen Teile des Spektrums ändert sich; und die letztere ist es, welche einen direkten Zusammenhang mit der Temperatur der strahlenden Masse hat. Das Spektrum eines glühenden Körpers steht in gesetzmäßig einfacher Beziehung zu seiner Temperatur.

2. Wird ein chemisches Element in verdünntem Gaszustand zur Lichtausstrahlung angeregt, so sendet es ein Linienspektrum aus, dessen Wellenlängen charakteristisch sind für das leuchtende Atom. Hierauf beruht die chemische Spektralanalyse. Wird jedoch dasselbe chemische Element unter sehr verschiedenen Bedingungen zum Leuchten angeregt, wie z. B. Flamme, Wasserstoff-Sauerstoffgebläse, elektrischer Lichtbogen, Funke, so bemerkt man, daß nun dasselbe Atom ganz verschiedene Spektren emittiert. Ein Spektrum ist also charakteristisch für die chemische Natur eines Elementes und den physikalischen Zustand, unter welchem es leuchtet.

3. Da die spektrale Emission eine charakteristische „Äußerung“ eines Atoms darstellt, so folgt: das chemische Atom kann in verschiedenen Zuständen existieren.

4. Welcher Art können diese Zustände sein? Streng genommen zeigt schon die Existenz mehrerer Spektrallinien in dem Spektrum eines Atoms die gleiche Anzahl von verschiedenen möglichen Zuständen des Atoms an. Die Bedingungen, unter welchen ein Atom eine bestimmte Wellenlänge emittiert, sind durch experimentelle Untersuchungen (F. Franck) festgelegt worden, die Energie, welche eine Linienemission anregt, ist bestimmt worden. Die verschiedenen spektralen Emissionen unterscheiden sich durch die zur ihrer Erregung erforderlichen Energien, die Zustände der Atome unterscheiden sich also durch ihren Energieinhalt.