

Justus von Liebig

Gießen, 16. Mai 2003



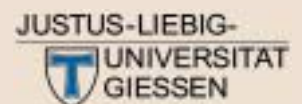
Justus Liebig (1836)
Liebig-Museum Gießen heute
„Altes Labor“



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER



JUSTUS LIEBIG-GESELLSCHAFT
zu GIESSEN e.V.



Mit dem Programm „Historische Stätten der Chemie“ würdigt die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) Leistungen von geschichtlichem Rang in der Chemie. Als Orte der Erinnerung werden Wirkungsstätten beteiligter Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in einem feierlichen Akt ausgezeichnet. Eine Broschüre bringt einer breiten Öffentlichkeit deren wissenschaftliches Werk näher und stellt die Tragweite ihrer Arbeiten im aktuellen Kontext dar. Ziel dieses Programms ist es, die Erinnerung an das kulturelle Erbe der Chemie wach zu halten und die Chemie und ihre historischen Wurzeln stärker in das Blickfeld der Öffentlichkeit zu rücken.

Zu den epochalen Ereignissen in der Chemie gehören die Arbeiten von Justus von Liebig. Die Gesellschaft Deutscher Chemiker würdigt ihn am 16. Mai 2003 in einer festlichen Veranstaltung an der Justus-Liebig-Universität Gießen und dem Liebig-Museum durch das Enthüllen einer Gedenktafel am Liebig-Museum.



Lebensdaten

12.5.1803	geboren in Darmstadt, Vater Farbenhändler, Jugend in Darmstadt.	1837	Erste von insgesamt sieben Reisen nach England.	1852	Annahme des Rufes nach München.
1817	Apotheker-Lehrling in Heppenheim.	1838	Theorie der mehrwertigen Säuren. Bestimmung von organischen Basen mit Hilfe von Platinsalzen.	26.7.1852	Ernennung zum Professor der Chemie der Universität München
1818/19	Gehilfe seines Vaters, Selbststudium der Chemie	1839	Entwicklung einer Theorie der Gärung.	1854	Entwicklung einer „Suppe für Säuglinge“
1819/22	Student in Bonn, ab 1821 in Erlangen.	1839	Ablehnung des Rufes nach St. Petersburg.	1855	Arbeiten über Mellonverbindungen. erhält Patent über eine Methode zur Herstellung von Silberspiegeln.
1822/24	Student in Paris, Arbeiten über Knallsilber.	1840	Liebigs Buch „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ erregt großes Aufsehen	1859	„Naturwissenschaftliche Briefe über die moderne Landwirtschaft“ erscheinen
21.6.1823	Promotion in Erlangen „in absentia“.	1840	Berufung nach Wien abgelehnt.	1859	Ernennung zum Präsidenten der Akademie der Wissenschaften in München.
26.5.1824	Ruf an die Gießener Universität Ernennung zum außerordentlichen Professor der Chemie	1841	verstärkte Analyse von tierischen Produkten und Organen.	1862	erscheint „Einleitung in die Naturgesetze des Feldbaus“
1825/26	Arbeiten über Salzgewinnung aus Mineralquellen in Salzhausen	1842	„Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie“ erscheint.	1862	Beginn der Produktion von „Liebigs-Fleischextrakt in Fray Bentos/Uruguay
7.12.1825	Ordentlicher Professor für Chemie und Pharmazie	1843	Arbeiten über Proteine	1862	Ernennung zum Geheimen Rath.
1826	Heirat mit Henriette Moldenhauer, zwei Söhne, drei Töchter.	1843	„Chemische Briefe“ in der „Augsburger Allgemeinen Zeitung“.	1863	erscheint „Über Francis Bacon von Verulam und die Methode der Naturforschung“.
1828	Analyse von Pflanzeninhaltsstoffen	1845	Erhebung in den erblichen Freiherrenstand	1865	Gutachten über Londoner Kloaken-dünger. (Abwasserreinigung über Rieselfelder).
1829	Herstellung von Platinschwamm, Zusammenarbeit mit Friedrich Wöhler.	1845	Liebig wendet sich der Entwicklung von Mineräldüngern zu.	1867	Besuch der Pariser Weltausstellung als Delegationsleiter des könig-reiches Bayern.
1830	Entwicklung des „Fünfkugelapparates“ zur Verbesserung der Elementaranalyse.	1847	Erste Veröffentlichungen über Fleischextrakt.	1868	Arbeiten über Backpulver und Brotbereitung.
1831	Darstellung von Chloral.	1848	Entwicklung einer Methode zur Trennung von Nickel und Kobalt.	1870	Liebig verteidigt seine Theorie der Gärung gegen Pasteur.
1832	Arbeiten über das Benzoyl-Radikal	1849	Liebig übernimmt Redaktion von „Jahresbericht über Fortschritte in der Chemie“	1870	Gründung der Liebig-Stiftung zur Förderung der Landwirtschaft.
1832	Herausgeber der „Annalen der Pharmacie“.	1851	Bestimmung des Sauerstoffs in der Atmosphäre mit Hilfe von Pyrogallol.	1871	Liebig wird Vorstand der königlichen Akademie der Wissenschaften
1833	Arbeiten über Acetal.	1851	Ablehnung eines Rufes nach Heidelberg.	1873	Justus von Liebig stirbt in München
1834	Arbeiten über Ethylether und die Konstitution von Alkoholen	1852	Bestimmung von Harnstoff im Urin.		
1835	Arbeiten über Aldehyde.				
1837	Aufklärung der Struktur des Harnstoffs (zusammen mit F. Wöhler).				

LIEBIG UND SEINE STUDENTEN

Justus Liebig war von Beginn seiner Lehrtätigkeit an bei seinen Studenten sehr angesehen und beliebt. Dies lag zum Teil an seiner damals neuartigen Lehrmethode, denn er philosophierte nicht – wie damals weitgehend üblich – mit Theorien über chemische Reaktionen mit unbewiesenen oder recht unklaren Behauptungen. Vielmehr lehrte er konkretes Wissen anhand von chemischen Experimenten, die er in der Vorlesung durchführte, erklärte und begründete. Außerdem hielt er seine Studenten dazu an, selbständig durch Experimente ihre Kenntnisse zu erweitern. Seine Beliebtheit fußte darüber hinaus auf seiner Bereitschaft, seine Studenten täglich bei ihren Arbeiten im Labor zu beraten und sie mit seinem umfangreichen Wissen zu unterstützen. Diese Ausbildung in praktischer Chemie hat sein italienischer Schüler Sobrero eingehend beschrieben:

„Sobald die Studenten ins Laboratorium aufgenommen waren, begann ihre Tätigkeit zunächst in der analytischen Chemie. Hier verfolgte Prof. Liebig mit großer Aufmerksamkeit die täglichen Übungen, die in der Regel insgesamt vier Monate dauerten. Sie bestanden im wesentlichen darin, die Mischungen verschiedener Elemente zu analysieren, deren Zusammensetzung steigende Schwierigkeitsgrade aufwiesen...“



Analytisches Labor in einer Darstellung von H. von Ritgen und W. Trautschold (1842)

...Die Anzahl der originalen Arbeiten, welche aus diesem Laboratorium hervorgingen, war sehr groß. Groß war auch die Anzahl der Chemiker, die nach ihrer Ausbildung in diesem Laboratorium sich in der Forschung ausgezeichneten und Ruhm und ehrenhafte Anstellungen erlangten.

In meinem letzten Jahr in Gießen betrug die Anzahl der Studenten fünfundvierzig. Es waren dabei Studenten aus allen Nationen, einige mit dem Ziel, Lehrer zu werden, andere mit Neigung zur Pharmazie und sehr viele mit rein chemischer Ausrichtung.

Der Lerneifer war bei allen sehr groß; der Wetteifer entsprang aus dem Leistungsvergleich. Es gab aber nie Neid – alle waren einmütig wie Mitglieder einer großen Familie, die unter demselben Dach lebt unter der Leitung eines gemeinsamen Vaters.“

Liebigs Studenten kamen anfangs nur aus deutschsprachigen Ländern, also aus Deutschland, aus Österreich, der Schweiz und dem Elsaß. Ab 1836 waren unter ihnen aber

viele Ausländer aus anderen europäischen und teilweise auch aus überseeischen Gebieten. Insgesamt arbeiteten und lernten in Gießen als Assistenten und Studenten neben vielen Deutschen: 1 Belgier, 2 Dänen, 88 Briten, 30 Franzosen, 3 Holländer, 2 Italiener, 2 Luxemburger, 1 Mexikaner, 2 Norweger, 11 Österreicher, 21 Russen, 43 Schweizer, 1 Spanier, 4 Ungarn und 17 US-Amerikaner. Die große Zahl der Briten erklärt sich aus den sieben Reisen Liebigs nach Großbritannien, bei denen er den in Chemie etwas unterentwickelten Engländern anbot, ihre Söhne zu guten Chemikern oder Pharmazeuten heranzubilden, ein Angebot, das diese in hohem Maße wahrnahmen.

Liebigs berühmteste Schüler waren die Deutschen Hofmann, Kekulé, Pettenkofer und Henneberg, der Deutsch-Russe Schmidt, der Engländer Playfair und der Italiener Sobrero.

August Wilhelm (von) Hofmann (1818–1892) habilitierte sich 1845 bei Liebig und ging dann auf dessen Empfehlung und auf Wunsch des englischen Prinzgemahls Albert nach London, wo er die Errichtung und Leitung des College of Chemistry übernahm und später maßgeblich an den Vorbereitungen der Weltausstellungen 1851 und 1862 beteiligt war. Nach dem frühen Tode des Prinzgemahls ging er 1864 nach Bonn und 1867 nach Berlin, wo er die Deutsche Chemische Gesellschaft mitbegründete. Seine wissenschaftlichen Arbeiten waren ausschließlich der organischen Chemie gewidmet und hier vor allem den Amininen und den sich vom Anilin ableitenden Farbstoffen. Auf der Grundlage dieses Wissens entstanden die deutschen I.G. Farben-Werke, die Deutschlands Chemie zur Weltgeltung verhalfen.

August Kekulé von Stradonitz (1829–1896) promovierte 1852 bei Liebig, wurde 1857 u. a. durch Liebigs Fürsprache ordentlicher Professor an der Universität Gent/Belgien und ging 1867 in gleicher Funktion nach Bonn. Sein Arbeitsgebiet war und blieb die Kohlenstoff-Chemie und die Aufklärung der Konstitution aromatischer Verbindungen. Er erkannte 1858 als erster die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und das Vorhandensein von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen. 1864 stellte er die Benzen-Theorie auf, mit der er die bis dahin rätselhafte Struktur des Benzols als einen aus sechs Kohlenstoff-Atomen bestehenden symmetrischen Ring erklärte. Diese Theorie fand sofort großes Interesse



Liebig (rechts) beim Kartenspiel mit F. Wöhler (2. v. links), H. Buff und H. Kopp

und Zustimmung. Sie leistete aber vor allem der chemischen Industrie gute Dienste beim Verständnis komplexer Kohlenstoff-Verbindungen.

Max (von) Pettenkofer (1818–1901) studierte zunächst Pharmazie und Medizin in München, danach medizinische Chemie bei Scherer in Würzburg, wo er als erster das Kreatinin im Fleisch entdeckte. Abschließend studierte er ein Jahr bei Liebig, wo er sich mit den Extraktstoffen des Fleisches beschäftigte. 1845 wurde er Assistent am Königlichen Münzamt in München und entwickelte hier zwei Verfahren, die ihn schnell bekannt machten. Einerseits gelang es ihm, bei der Ummünzung von Kronenthalern aus dem geschmolzenen Gold merkliche Mengen an Platin abzuscheiden. Andererseits erfand er eine Methode, um das aus der Antike bekannte Purpurglas herzustellen. 1847 wurde er (daraufhin) zum a.o. Professor für medizinische Chemie in München ernannt. Hier verbesserte er die Fabrikation von Portlandzement und erfand ein Verfahren zur Erzeugung von Leuchtgas aus Holz. 1850 nach dem Tode seines Onkels wurde er (nebenamtlich) zum Vorsteher der königlichen Hof- und Leibapotheke ernannt und blieb dies bis 1896. In dieser Eigenschaft erarbeitete er ein Verfahren zur Herstellung von Liebigs Fleischextrakt, das alsbald von den Münchner Ärzten den Kranken zur Stärkung verschrieben wurde. 1852 wurde er ordentlicher Professor für medizinische Chemie und wandte sich nun Fragen der Physiologie und Hygiene zu. Zusammen mit seinem Schüler Carl Voit (1831–1908) entwickelte er einen Respirationskäfig, mit dem bei Mensch und Tier die Stoffaufnahme und -abgabe und damit der Energiehaushalt vollständig erfasst werden konnte. 1862 wurde er zusätzlich zum Professor für Hygiene ernannt; es war der erste Lehrstuhl dieser Art in ganz Deutschland. Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass er es war, der – als Abgesandter des bayerischen Königs Maximilian I. – Liebig dazu brachte, den Lehrstuhl für Chemie an der Münchener Universität anzunehmen.

Wilhelm Henneberg (1825–1890) studierte in Braunschweig, Jena und schließlich bei Liebig in Gießen. Danach widmete er sich intensiv der Tierernährungslehre und gründete 1853 das „Journal für Landwirtschaft“, das er 38 Jahre lang redigierte. Sein Ziel, die Tierernährung experimentell eingehend zu erforschen, erreichte er 1857 mit der Gründung der „Landwirtschaftlichen Versuchsstation Göttingen-Weende“. Er wurde deren Vorstand und unternahm hier viele Fütterungsversuche an landwirtschaftlichen Nutztieren. Mit einem Stoffwechsel-Käfig, den er nach den Vorschlägen von Pettenkofer und Voit bauen ließ, konnte er den ganzen Stoffwechsel der Tiere (einschließlich Atmung) erforschen und stellte in der Folge noch heute geltende Normen für die Fütterung auf. Seither gilt er als der Begründer der landwirtschaftlichen Fütterungslehre.

Carl Schmidt (1822–1894) war der Sohn eines Apothekers in Mitau / Russland (heute Estland). Er begann 1838 eine Apothekerlehre bei Wilhelm Rose in Berlin und studierte dort anschließend Chemie und Medizin. 1843/44 gehörte er zu Liebigs Studenten und promovierte bei ihm zum Dr. phil. mit einer Arbeit über pflanzliche Schleimstoffe, in der er erstmals den Begriff „Kohlenhydrate“ verwendete. Seine Studien setzte er 1844/45 bei Wöhler in Göttingen fort und promovierte dort zum Dr. der Medizin. Anschließend legte

er in Petersburg das russische Arztxamen ab und verfasste zwei weitere Dissertationen zum Erwerb der russischen Dr-Grade. 1847 wurde er Privatdozent in Dorpat (heute Tartu), 1850 a.o. Professor für Pharmazie und Direktor des Pharmazeutischen Instituts, 1852 zum ordentlichen Professor für medizinische Chemie ernannt. Carl Schmidt war ein exzellenter Analytiker. Es gelang ihm die Zusammensetzung der „Blutzellen und des Interzellularfluidums“ mit bis dahin unerreichter Genauigkeit zu analysieren. In Zusammenarbeit mit dem Dorpater Physiologen Friedrich Bidder (1810–1894) unternahm er den Versuch, den Stoffumsatz in geschlossenen Beobachtungsreihen quantitativ zu messen. Es war dies der Ausgangspunkt der experimentellen Stoffwechselforschung. Zusammen mit Max Pettenkofer kann Carl Schmidt als Begründer der weltweiten Stoffwechselforschung angesehen werden.

Lyon Playfair (1818–1898) promovierte bei Liebig in Gießen, wurde 1843 Professor für Chemie an der Royal Institution in Manchester und war 1858–1868 Professor für Chemie in Edinburgh. Danach wurde er gleichzeitig tätig als Chemiker am Geologiemuseum, als Professor an der Bergwerksschule in London und als Generalinspekteur der britischen Schulen und Museen. 1868 ging er ganz in die Politik, nahm hier eine Reihe von Funktionen wahr und war von 1880 bis 1883 Sprecher des Unterhauses.

Ascanio Sobrero (1812–1888) studierte in Turin und Paris Medizin, in Gießen Chemie und promovierte 1832 zum Dr. med. Durch Liebigs Vermittlung wurde er 1845 zunächst Dozent und 1849 Professor für Technologie in Turin. Hier beschäftigte er sich mit Sprengstoffversuchen und setzte schließlich statt des üblichen Sägemehls 1847 Glycerol bei der Nitrierung ein. Dadurch wurde er zum Entdecker des Nitroglycerols (= Nitroglycerin). Aufbauend auf seine Entdeckung veröffentlichte er 1870 Arbeiten über Nitrocellulose (= Schießbaumwolle) und 1876 über die Herstellung von Dynamit. Das Glycerol fand außerdem weite Verwendung in der Medizin als Mittel gegen Angina pectoris (= Verengung der Herzkranzgefäße).

Eben Norton Horsford (1818–1893) studierte 1838 in Troy/USA Geologie und 1844/45 Chemie in Gießen und wurde – auf Empfehlung der Professoren Webster und Liebig – 1847 als Rumford-Professor für Chemie an die Harvard-University berufen. Gleichzeitig war er Leiter der Lawrence Scientific School an der Harvard University. Ab 1856 beschäftigte sich Horsford mit der Herstellung von saurem Kalziumphosphat, die ihm schließlich in hoher Reinheit gelang. Durch Zugabe von Natriumbikarbonat wollte er ein Treibmittel für Gebäck gewinnen und gründete zu diesem Zweck 1859 zusammen mit George Wilson die „Rumford Chemical Works“. In dieser kleinen Fabrik wurde Horsfords „Yeast Powder“ (= Hefepulver) als Ersatz für Hefe und Sauerteig produziert. Später ergänzte er die Mischung mit Kochsalz, nannte das Produkt „Backing Powder“ (= Backpulver) und schickte eine Probe davon an seinen Lehrer Liebig. Dieser antwortete ihm, er habe das Pulver geprüft und festgestellt, dass die Wirkung noch besser sei, wenn das Kochsalz teilweise durch Kaliumchlorid ersetzt werde. Horsford versuchte die neue Mischung, fand sie zufriedenstellend und ließ sie sich patentieren. Kurz danach kam es zum amerikanischen Bürgerkrieg, bei dem die

Armee dringend nach einer Möglichkeit suchte, auch im Felde Brot zu backen. Horsfords „Backing Powder“ kam ihr gerade zur rechten Zeit. So orderte sie in der Folgezeit regelmäßig größere Mengen, und Horsford und sein Kompanion waren gezwungen, die Produktion ständig zu erweitern. Nach Ende des Krieges war sein Backpulver in den Staaten weit bekannt und verbreitet, und Horsford selbst war inzwischen ein reicher und sehr angesehener Mann.

Justus Liebig hatte – wie wir gesehen haben – sich zur Auf-

gabe gemacht, seine Assistenten und Schüler mit allen Kräften zu fördern. Diese selbstlose, oft lebenslange Hilfe sowohl beim Lernen und Experimentieren in seinem Labor als auch später bei der Suche nach einer geeigneten Stellung führte zu einem engen Band zwischen Lehrer und Schülern, die sich in der Folgezeit gegenseitig förderten. So wundert es nicht, dass einerseits viele von ihnen in hohe Ämter gelangten, wohlhabend, teilweise reich wurden und hohes Ansehen genossen, und andererseits ihre Anhänglichkeit an ihren einstigen Lehrer ihr ganzes Leben lang bewahrten. (kj, wz)

DIE ELEMENTARANALYSE

Mit der Entwicklung der Chemie um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert ging die Entdeckung einer Vielzahl neuer organischer Verbindungen einher, die teils im Labor gewonnen, überwiegend jedoch aus natürlichen Vorkommen, nämlich Pflanze und Tier, isoliert wurden. Mangels anderer Möglichkeiten charakterisierte man ihre Eigenschaften durch Angabe beispielsweise von Geschmack, Farbe, Löslichkeit, Dichte sowie Schmelz- und Siedepunkt; von der chemischen Zusammensetzung dieser Stoffe wusste man so gut wie nichts.

Lavoisier (1743–1794) machte die ersten Schritte in Richtung Analyse (= Zerlegung), indem er versuchte, Einblicke in die Zusammensetzung organischer Verbindungen dadurch zu erhalten, dass er sie an Luft (Verbrennung) oder unter Luftabschluss (trockene Destillation) hoch erhitzte; der Erkenntnisgewinn derartiger Operationen war verständlicherweise relativ bescheiden.

Es war das Verdienst der beiden französischen Chemiker Joseph-Louis Gay-Lussac (1778–1850) und Louis J. Thenard (1777–1857), die Grundlagen für eine wissenschaftlich begründete Elementaranalyse gelegt zu haben mit Methoden, die im Prinzip noch heute, wenn auch mit anderen tech-

nischen Mitteln, betrieben werden und mit denen man die chemische Zusammensetzung organischer Verbindungen ermitteln kann.

In einer senkrecht stehenden, aus Glas gefertigten Röhre wurde die zu analysierende, genau abgewogene Substanz durch Zumischen von ebenfalls genau abgewogenem, im Überschuss vorhandenen Kaliumchlorat (!) verbrannt. Das gebildete Kohlendioxid fing man zusammen mit dem für die Verbrennung nicht benötigten Sauerstoff über Quecksilber auf und bestimmte den Anteil des Kohlendioxids in diesem Gasgemisch durch Absorption mit Kalilauge. Aus der Differenz des Sauerstoffs gegenüber dem eingewogenen Kaliumchlorat ergab sich der Gehalt an Wasserstoff.

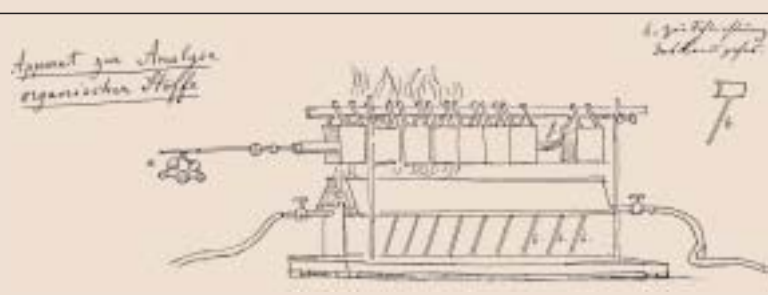
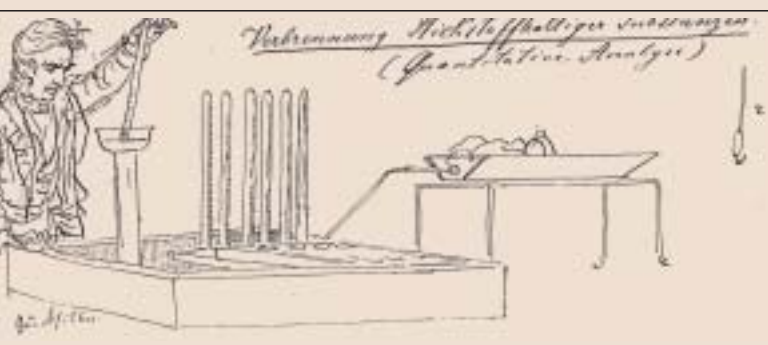
Eine Methode zur Analyse stickstoffhaltiger Verbindungen ersann Jean Baptiste Dumas (1800–1884).

Alles in allem war die Durchführung einer Elementaranalyse nach Gay-Lussac, Thenard und Dumas zeitraubend, teils auch gefährlich und konnte nur von sehr erfahrenen und geschickten Chemikern ausgeführt werden. Immerhin gelang Gay-Lussac damit die korrekte Ermittlung der Zusammensetzung der Harnsäure.

Eine gewaltige Verbesserung erfuhr die Elementaranalyse dadurch, dass Gay-Lussac (1814) und unabhängig davon Döbereiner in Jena (1816) das so explosionsfördernde Kaliumchlorat durch das völlig problemlose Kupferoxid – allerdings noch immer in einem senkrecht stehenden Verbrennungrohr – ersetzen. Während seines Parisaufenthaltes zwischen 1822 und 1824 analysierte Liebig im Laboratorium von Gay-Lussac die Knallsäure.

Der Schwede Jöns Jacob Berzelius (1779–1848) entwickelte das Verfahren der französischen Chemiker weiter: er benutzte zum einen ein horizontal liegendes Verbrennungrohr, das ein gleichmäßigeres Erhitzen des Kupferoxid-Substanzgemisches ermöglichte und bestimmte das bei der Verbrennung entstehende Wasser durch Absorption mittels Calciumchlorid. Bezüglich der Erfassung des Kohlendioxids ging Berzelius von der Volumetrie zur Gravimetrie über. Zwar fing er noch immer das Kohlendioxid über Quecksilber in einem Zylinder mit breitem Querschnitt auf, doch schwamm auf der Quecksilberoberfläche ein mit Kalilauge gefülltes Fläschchen, in dem sich – allerdings nach langer Wartezeit – das Kohlendioxid als Kaliumcarbonat wiederfand und ausgewogen werden konnte.

Zu dieser Idee äußerte sich Liebig (1833 an Berzelius) wie folgt:



Zeichnung aus der Mitschrift der Liebig'schen Experimentalvorlesung von L. Thiersch (1856)



Elementaranalyse (nachgestellt im Liebig-Museum)

„Nachdem ich angefangen hatte, mich vorzugsweise mit der organischen Analyse zu beschäftigen, gewann ich sehr bald die Überzeugung, dass nur Ihre Methode, den Kohlenstoff durch das Gewicht der Kohlensäure zu bestimmen, ganz zuverlässige Resultate unter allen Umständen versprach und mein Bestreben ist nun dahin gerichtet gewesen, dieses Verfahren leichter zugänglich zu machen: **auf diese Weise ist mein Apparat entstanden.**“

Der Apparat, von dem Liebig hier spricht, ist der so genannte Kali-Apparat, später auch Fünf-Kugel-Apparat genannt. Was war neu gegenüber Berzelius? Liebig's Methode erlaubte es, das bei der Verbrennung gebildete Kohlendioxid absolut vollkommen und in kürzester Zeit in dem aus feinstem Glas geblasenen Fünf-Kugel-Apparat, der mit konzentrierter Kalilauge gefüllt war, aufzufangen und auf einer Analysenwaage auszuwiegen (siehe Abbildung).

Etwas überspitzt könnte man formulieren, dass es „nur“ ein technisches Detail war, mit dem Liebig die Elementaranalyse revolutioniert hat, doch das unglaubliche Ausmaß dieser Neuerung wird aus folgendem Vergleich sichtbar: Berzelius brauchte für 13 Analysen 8 Monate, Liebig für 72 Analysen 3 Monate. Wie urteilte doch Liebig (1831) selbst über seine Erfindung? „An diesem Apparate ist nichts neu, als seine

Einfachheit, und die vollkommene Zuverlässigkeit, welche er gewährt.“ Fürwahr, denn von nun an wurde die Durchführung einer Elementaranalyse zur Routine.

Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes organischer Verbindungen stellte Liebig vor große Probleme, weil sich eine teilweise Oxidation des Stickstoffs zu Stickstoffoxiden, die dann im Kaliapparat zusammen mit dem Kohlendioxid absorbiert wurden, nicht vermeiden ließ.

Liebig schreibt 1831 an Berzelius: „*Ich habe auch für die Stickstoff-Bestimmung einen neuen Apparat angewendet, welcher durch seine Complication zurückschreckend, mühsam, zeitraubend, mit einem Worte ganz unerträglich ist.*“ Doch gerade die exakte Stickstoff-Bestimmung war für die ersten von Liebig ausgeführten Analysen von großer Wichtigkeit, handelte es sich dabei doch fast ausschließlich um „vegetabilische Pflanzenbasen“ (Alkaloide) wie beispielsweise Morphin, Brucin, Chinin und Strychnin.

Eine verlässliche Methode zur Stickstoff-Bestimmung entwickelten die Liebig-Schüler Will und Varrentrapp 1841 in Gießen: durch Glühen mit „Kalihydrat“ (KOH) wurde der Stickstoff in Ammoniak übergeführt und nach Einleiten in Salzsäure durch Fällen mit „Platinchlorid“ (gemeint ist H_2PtCl_6) bestimmt. Später mokierte sich Friedrich Wöhler (1800–1882) gegenüber Liebig, dass sein eigener Anteil bei der Beschreibung dieses Verfahrens durch Liebig nicht hinreichend gewürdigt worden sei.

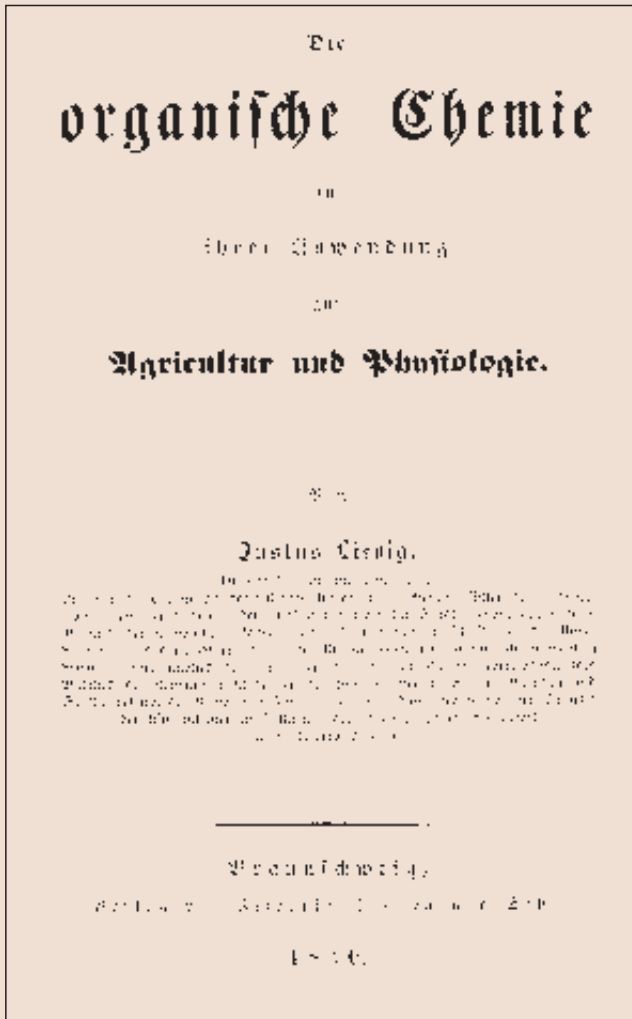
Die Revolutionierung der organischen Elementaranalyse durch Justus Liebig sollte für sich allein schon genügen, ihn mit Recht als Begründer der Organischen Chemie feiern zu dürfen: die bis dahin auf den Chemikern lastende Unsicherheit, nie ganz exakt zu wissen, welche Verbindung man eigentlich in den Händen hielt und welche anderen Verbindungen bei einer Reaktion daraus entstanden waren, gehörte endgültig der Vergangenheit an, der steile Aufstieg der Organischen Chemie begann. (1q)

LIEBIG UND DIE ERNÄHRUNG

Neben seiner epochalen Bedeutung für die Chemie war Justus von Liebig auch einer der bedeutendsten und einflussreichsten Ernährungsforscher und Ernährungspublizisten des 19. Jahrhunderts. Diese Beurteilung beruht in erster Linie auf der Herausgabe und den Neubearbeitungen seiner beiden ersten großen Monographien, die in Kurzfassung der Titel als „Agriculturchemie“ und „Thierchemie“ in die Weltliteratur eingegangen sind. Nach innovativer (5-Kugel-Apparat), intensiver und erfolgreicher 15-jähriger analytischer Tätigkeit in seinem Gießener Labor und, wie er selbst an Wöhler schrieb (1841) „... wir haben genug laboriert, und ich bin es ungeheuer müde. Alle diese Spezialitäten interessieren mich nicht mehr, nur die Anwendungen reizen mich“. Nunmehr den Anwendungen zugeneigt, beschäftigte sich Liebig intensiv mit den Auswirkungen der organischen Chemie auf die Lebensprozesse von Pflanzen und Tieren. So entstanden in kurzer Zeit (1840, 1842) die zwei grundlegenden Werke, die über seine Schüler weiterwirkten, auch heute noch aufgelegt werden und in ihren Grundsätzen noch in heutiger Zeit Gültigkeit besitzen.

1. Agricultur und Physiologie („Agriculturchemie“)

Angeregt durch Diskussionen anlässlich seiner ersten Englandreise in 1837 beschäftigte sich Liebig fortan mit einem von seinen englischen Kollegen gewünschten Bericht zur Chemie des Bodens und der Pflanzen. Hierzu las er einschlägige Literatur und übernahm die ihm richtig erscheinenden Thesen, z. B. von Albrecht Thaer und Carl Sprengel und ergänzte seine Theorien durch Analysen in seinem Gießener Labor. Aus diesem Bericht wurde nach und nach eine umfangreiche wissenschaftliche Abhandlung, die sich für ein Buch eignete. Er realisierte diesen Gedanken 1840 zunächst in Frankreich. Da die Reaktion darauf positiv war, wagte er eine deutsche Ausgabe unter dem Titel: „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie“ (kurz: „Agriculturchemie“). Das Buch wurde sofort zu einem Bestseller. Auch in England erschien das Buch bereits 1840. Hier gehörte es bald zum guten Ton, Liebig's Abhandlung gelesen zu haben. Liebig selbst charakterisierte seine Intention mit den Worten: „*Mit meiner Agriculturchemie habe ich ganz einfach versucht, ein Licht in*



Titelblatt der Erstausgabe der „Agriculturchemie“ (1840)

ein dunkles Zimmer zu stellen, in welchem Möbel und alle Gegenstände bereits vorhanden waren.“

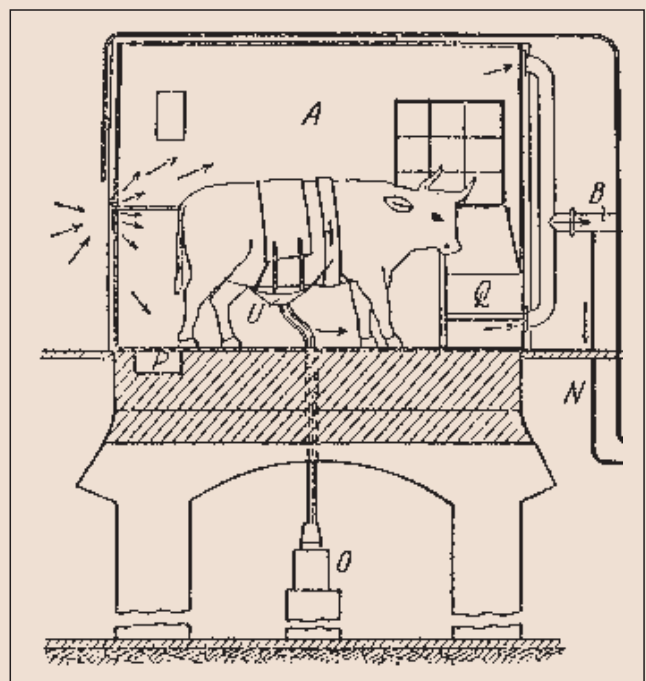
Aus seinen Erkenntnissen entwickelte er eine Mineralstoff-Mischung, die er Patentdünger nannte und 1845 in England patentieren ließ. Die ersten Düngungsversuche mit diesem Patentdünger endeten allerdings mit einem Misserfolg, da die Düngewirkung weit hinter den Erwartungen zurückblieb. So wurde er vorübergehend zum Gespött der Fachwelt. Jedoch von seiner Lehre überzeugt, suchte Liebig in Experimenten und Feldversuchen auf der Liebigshöhe in Gießen den Fehler in seinen Überlegungen zu finden. Die Erklärung erhielt er 1850 durch den englischen Bodenkundler Thomas Way, der nachwies, dass ein Boden sehr wohl größere Mengen an Mineralstoffen absorbieren und dann langsam an die Pflanzen abgeben kann. So erkannte Liebig, dass seine Annahme, die Dünger müssten schwer löslich sein, um nicht vom Regen ausgewaschen zu werden, falsch war. Als er jetzt seinen Patentdünger in wasserlöslicher Form produzieren ließ, trat endlich die gewünschte ertragssteigernde Wirkung ein.

Allerdings enthielten seine Theorien noch einen zweiten Fehler. Er lehnte zunächst jede Düngung mit Stickstoff ab. Er glaubte, die Pflanzen könnten ihren Stickstoffbedarf aus der Luft, aus dem Humus des Bodens oder aus dem stickstoffhaltigen Regenwasser decken, eine Theorie, die bei sei-

nen Gegnern, den „Stickstofflern“, auf heftige Ablehnung stieß. Erst im Laufe weiterer Untersuchungen stellte auch Liebig fest, dass der Stickstoffgehalt der Luft für die meisten Pflanzen nicht nutzbar und der Stickstoffgehalt des Humus und des Regens zu gering ist, um die Pflanze ausreichend zu ernähren. Er gab seine Irrtümer in seinen Schriften öffentlich zu und korrigierte in der nächsten Auflage der „Agriculturchemie“ 1856 die entsprechenden Textstellen. Liebig's Gegner waren nun befriedigt und lenkten ein. In der Praxis zeigten sich große Erfolge.

Diese fundamentale Lehre, die heute als Mineralstoff-Theorie bezeichnet wird, besagt, dass alle Nährstoffe, die die Pflanzen dem Boden entziehen, durch Düngung zurückgegeben werden müssen, wenn die Erträge nicht sinken sollen. Die Fruchtbarkeit eines Bodens kann gesteigert werden, wenn man seinen Gehalt an mineralischen Nährstoffen durch Düngung erhöht. Dabei müssen die Nährstoffe je nach Pflanze und Sorte in unterschiedlichen Mengen vorhanden sein. Derjenige Nährstoff, der in relativ geringster Menge vorliegt, begrenzt den Ertrag (Minimum-Gesetz). Andererseits sollte eine überhöhte Düngung vermieden werden, da sie ökonomisch unsinnig und ökologisch schädlich ist. Durch Kalkung und Humusvermehrung, wie Stallmist und Gründüngung, sollten die im Boden vorhandenen Nährstoffe in eine von den Pflanzen aufnehmbare Form überführt werden. Weiterhin sollte durch Rückführung aller menschlichen und tierischen Abfälle und Exkremente auf den Acker der Nährstoffkreislauf geschlossen werden, da die Vorräte in den Mineralstoff-Lagerstätten begrenzt seien.

Diese Lehren wurden nun allgemein akzeptiert und führten in der Anwendung zu den heutigen Pflanzenerträgen, die fünf bis sechs mal höher liegen als zu Liebig's Zeiten und erheblich für die Ernährung der Menschen beitragen, ja die Ernährung der derzeit 6,5 Milliarden Menschen überhaupt ermöglichen.



Apparatur zur Messung des Energiestoffwechsels („Respirationskalorimeter“) nach Pettenkofer, angeregt durch Liebig



Einband des Kochbuchs der „Liebig Company“ (1896)

2. Physiologie und Pathologie („Thierchemie“)

Da Liebig im Gegensatz zu seinen Zeitgenossen auch den Stoffwechsel im tierischen Organismus als Abfolge chemischer Prozesse betrachtete und so die Fähigkeit der Tiere, selbst neue hochmolekulare Strukturen (z. B. Fette) zu bilden, in seinen Thesen vertrat, entstand ein heftiger Disput mit der Pariser Schule (Dumas) und dem Niederländer Mulder. Um seinen Prioritätsanspruch zu diesen Theorien zu wahren, fasste er kurzfristig frühere Aufsätze und laufende Vorlesungen in Buchform zusammen und teilte seinem Verleger Vieweg im Januar 1842 seine Absicht zur Veröffentlichung mit „... das Buch über die Thierphysiologie heißt oder soll betitelt werden: „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie“ (ab 3. Auflage 1846 auch mit dem Kurztitel „Thierchemie“). Das Ziel dieser Abhandlung sieht er selbst darin „daß es dazu beitragen wird, eine feste Grundlage für die künftige Theorie der Medizin zu legen“ (Brief an Berzelius 1842) und „ich habe den Zweck gehabt, die Kreuzungspunkte der Physiologie und Chemie in diesem Buche hervorzuheben ... und kein Zweifel kann darüber sein, daß wir alsdann eine neue Physiologie und eine rationelle Pathologie haben werden“ (Vorwort zur 1. Auflage).

Dass diese Erwartung eintrat, ergibt sich auch noch aus heutiger Beurteilung. So schreibt der amerikanische Chemiehistoriker Holmes (1964) „... der wahrscheinlich stärkste einzelne Impuls für den künftigen Gang physiologischen Denkens und Forschens ging von dem 1842 veröffentlichten Buch (aus) ... Thierchemie erregte unmittelbar die Aufmerk-

samkeit ... sie offenbarte eine Denkweise und eine Anleitung zum Experimentieren, die über ein Jahrhundert lang fruchtbar bleiben sollten“. Auch Brock urteilt in seiner Liebig-Biographie von 1997 „... he (Liebig) paved the way for the discipline of biochemistry, which began to be institutionalized at the time of his death“.

Die Hauptleistung der „Thierchemie“ bestand zunächst darin, daß Liebig die bisherigen Ergebnisse und Anschauungen sowie seine und seiner Schüler Beobachtungen zur Analytik und Physiologie zusammenfasste, in die Sprache der Chemie übersetzte und so eine organisch-chemische Betrachtung der Lebensprozesse initiierte. Wenn diese Denkweise auch grundlegend neu war und im Detail Irrtümer enthielt, so übte sie jedoch einen nachhaltigen Einfluß auf die Abkehr von der Naturphilosophie und auf eine beginnende rasante Forschungsaktivität auf dem Gebiet der Stoffwechselforschung aus.

Die „Thierchemie“ selbst gliedert sich in 4 Hauptteile:

1. Der chemische Prozess der Respiration und Ernährung: Die Gewinnung der Energie durch die innere Atmung. Hierbei bilanziert Liebig Analysenergebnisse so, daß Wärmebildung, Konstitution der tierischen Körper und ihre Lebensfunktionen aus den chemischen Gleichungen evident erscheinen.

2. Die Metamorphose der Gebilde: Bildung der Gewebe und Organe, Verdauungsvorgänge, Stoffwechsel, Wirkung von Arzneimitteln. Hierbei postuliert Liebig gegen den Widerstand der Zeitgenossen die Neosynthese der Fette im Tierkörper, gibt eine neue Einteilung in plastische (stickstoffhaltige) und respiratorische (N-freie) Nahrungsmittel und betont die wesentliche Bedeutung der „unorganischen Bestandtheile“ an den „Vorgängen im thierischen Körper“.

3. Die Bewegungserscheinungen im Tierorganismus: Ursachen der organischen Bewegungserscheinungen, die chemische Kraftentwicklung, Gesetz von der Erhaltung der Kraft im biologischen System. Hierbei betont er den sparsamen Einsatz der Kraft, d. h. „die Cultur ist die Oekonomie der Kraft. Eine jede unnütze Kraftäußerung, eine jede Kraftverschwendung in der Agricultur, in der Industrie und der Wissenschaft, so wie im Staate, characterisirt die Rohheit oder Mangel an Cultur“.

4. Anhang mit Analytischen Belegen: Liebig gibt eine Reihe von Zitaten aus vorausgehenden Befunden europäischer Forschergruppen und von Ergebnissen aus seinem eigenen Labor, wie z.B. das „Ernährungsprotokoll“ „der 855 Mann casernierter Soldaten der Großherzogl. Leib-Compagnie“ in Gießen für die Berechnung einer Kohlenstoffbilanz.

Auch nach 1842 nahmen die chemisch-analytischen und physiologischen Untersuchungen in Liebig's Gießener Labor eine zentrale Stelle ein. Die Ergebnisse veröffentlichte er mit seinen Schülern in den Annalen der Chemie bzw. den „Chemischen Briefen“. So schreibt er in der Vorrede zur 3. Auflage 1851: „Die Briefe sieben- und achtundzwanzig enthalten die Umrisse meiner in den letzten sechs Jahren fortgesetzten Untersuchungen in dem Gebiete der Thierchemie und Physiologie ... durch einige geschickte junge Chemiker (... Dr. Henneberg, Dr. Strecker, Kekulé, Scherer, Playfair, Boeckmann, Ortigosa, Varrentrap, Will, Fehling ...)“.

Tatsächlich wurden die Untersuchungen zum Stoffwechsel des tierischen Organismus von Liebig's Schülern und Kollegen in München über die fleischfressenden Tiere und den Menschen (Bischoff, Pettenkofer, Voit, dessen Schüler Rubner, Atwater, Lusk), in Göttingen über die pflanzenfressenden Tiere (Henneberg, dessen Schüler Lehmann sowie in Leipzig Kühn und Kellner) und in Dorpat zur Ernährungsphysiologie (Schmidt) intensiv weiterbearbeitet. Die Ergebnisse dieser Schulen bilden noch heute die Grundlage der ernährungsphysiologischen Betrachtung des menschlichen und tierischen Energiestoffwechsels.

3. Praktische Ernährung

Neben diesen analytischen und wissenschaftstheoretischen Betrachtungen beschäftigte sich Liebig intensiv mit praktischen Fragen zur Verbesserung der Ernährungsgrundlage, der Nahrungsqualität und der Hygiene für die rasant wachsende Bevölkerung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Seine Gedanken und Anregungen sind in Einzelabhandlungen sowie in allgemein verständlicher Sprache in seinen *Chemischen Briefen* ab Nr. 17 bis 32 dargestellt (Einteilung nach der 6. Auflage). Als Beispiel für seine dortige prägnante Ausdrucksweise sei nachfolgendes Zitat aufgeführt. Liebig schätzte das Vollkornbrot, da es einen höheren Gehalt an verdauungsfördernden Substanzen enthalte – unter dem Begriff „Ballaststoffe“ ist dies auch heute noch ein aktuelles Forschungsgebiet. Er schreibt: „*In Westphalen wird die Kleie mit dem Mehl zum sogenannten Pumpnickel verbacken, und es gibt kein Land, in welchem sich die Verdauungswerkzeuge des Menschen in besserem Zustand*

befinden. Die Grenzen des Niederrheins und Westphalens lassen sich an der ganz besonderen Größe der Überreste genossener Mahlzeiten erkennen, welche Vorübergehende an Hecken und Zäunen hinterlassen.“

Aus den umfangreichen Betrachtungen zu Ernährungsfragen gelangten seine Anregungen zum Fleischinfusum (einem Stärkungsmittel), zum bekannten Fleischextrakt, zur Suppe für Säuglinge (Ersatz für Muttermilch), zur Brotbereitung (Backpulver), zur Nutzung der Bierhefe durch den Menschen (Marmite), und zur sinnvollen Verwendung der Tier-Rückstände bei der Fleischextraktherstellung (Tiermehl für Schweine) zu großer praktischer Bedeutung für die „Übevölkerung“ in Europa.

So schreibt A.W. Hofmann zwei Jahre nach Liebig's Tod (1875): „... who but knows that it was from Liebig's mouth that our housewives first learnt how to render the full nutritive value of meat ... or how to prepare a broth for invalids ... a substitute for mother's milk ... and that a grand commercial movement ... has been created by the organisation of a food industry already colossal, and tending still to expand with incalculable advantage to the inhabitants of Europe, thus lifted beyond the sharp pressure of deficient nourishment“.

Liebig ist somit nach dem Zeugnis seiner Zeitgenossen zum Initiator der rasant wachsenden Nahrungsmittelindustrie und qualitativ hochwertigen Nahrungsversorgung der Menschen am Beginn des Industriezeitalters mit der sprunghaft ansteigenden städtischen Bevölkerung geworden. (wz)

LIEBIG ALS „STUDIENREFORMER“ – DAS ERSTE MODERNE UNTERRICHTSLABORIUM DER CHEMIE

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde Chemie an den deutschen Universitäten im Vergleich mit Frankreich nur unzureichend gelehrt. Nur an wenigen Orten gab es Laboratorien, an denen Studierende auch durch praktischen Unterricht chemische Kenntnisse erwerben konnten. Traditionell waren diese Laboratorien in der medizinischen Fakultät angesiedelt und widmeten sich vorrangig der pharmazeutischen Ausbildung. Diesen Mangel erkannte Liebig umso mehr, da er als Gaststudent in Paris einen ungleich höheren Standard kennen gelernt hatte. Frisch 1824 als Extraordinarius nach Gießen berufen, fand Liebig in Gießen Räume vor, die immer noch mehr einer Alchemistenküche als einem zweckmäßigen Laboratorium entsprachen. Nach dem Tode des Ordinarius Prof. Zimmermann, der naturphilosophischen Lehren anhing, änderten sich die Umstände jedoch schnell.

Innerhalb kurzer Zeit dehnte Liebig sein Laboratorium nicht nur räumlich durch Anbauten aus. Vielmehr zog der charismatische und rastlose Liebig auch in immer größerer Zahl Studenten an, die in Gießen ihre Ausbildung zum Chemiker oder Pharmazeuten erhielten. Dabei ging er häufig unkonventionelle Wege. Aufgrund von Widerständen in der Universität – und wohl auch wegen der notwendigen finanziellen Einnahmen – gründete Liebig mit Unterstützung des Großherzogs bereits 1826 zusammen mit seinen Gießener Kollegen Umpfenbach aus der Mathematik und Wernekinck aus der Mineralogie ein privates „Chemisch-Pharmazeutisches Laboratorium“ in Räumen außerhalb der Universität.

Angehende Pharmazeuten konnten hier in einem einjährigen Kurs das notwendige Rüstzeug erlernen. Das Curriculum (s. Abbildung) enthielt sowohl theoretische als auch in hohem Umfang praktische Anteile, wobei Liebig in der Ankündigung die Bedeutung der Laborarbeit hervorhebt:

„*Da nur durch viele Übung der bei vorkommenden analytisch-chemischen Versuchen nöthige Takt, den sich also auch der Pharmaceut aneignen muss, erlangt wird, so wird man vorzüglich darauf bedacht sein, die Zöglinge unter gehöriger Anleitung viele und passende Analysen, sowohl organischer als unorganischer Substanzen, vornehmen zu lassen; so wie überhaupt bei allen Vorlesungen auf Vervoll-*



Liebig und Schüler im Analytischen Labor (Sammelbild)

kommung der Eleven im Praktischen möglichst Rücksicht genommen werden soll.“

Noch 1825 hatte der akademische Senat der Universität einmütig erklärt, es sei „des Staates (das heißt der Universität) Aufgabe, Beamte auszubilden, nicht Apotheker, Seifensieder, Bierbrauer, Färber und Schnapsbrenner“. Erst 1833 gliederte die Universität das Liebig'sche Laboratorium ein – nicht zuletzt aufgrund des ökonomischen Erfolgs und der Attraktivität für Studierende. Die Ausbildung wurde von Liebig und seinen älteren Assistenten auf eine Art und Weise organisiert, die später das Vorbild für das Chemiestudium schlechthin wurde.

Im Vordergrund stand die praktische qualitative und quantitative Analyse, wie bereits im Text von Sobrero im Abschnitt „Liebig und seine Studenten“ deutlich wird. Die große Zahl von Schülern, die Liebig hervorbrachte, garantierte die Verbreitung der Gießener Ideen. Gießen kann daher ohne weiteres als ein Ausgangspunkt des modernen Chemiestudiums betrachtet werden. Liebigs englischer Student Frank Buckland hinterließ einen vielsagenden Bericht über Liebigs Unterrichtsmethode:

Wenn ein junger Mann hier anfängt, macht er in der Regel einen Lehrgang mit, bei dem er einen Satz von hundert Flaschen analysiert, was ihn manchmal ein Jahr kostet. Diese Flaschen enthalten verschiedene Verbindungen, die er herausfinden muß: In den ersten zehn muß er nur ein Metall finden, etc.; in den zweiten zehn zwei Metalle oder Substanzen, etc.; bis zuletzt die größten Flaschen sechs oder sieben Substanzen enthalten, die er alle herausfinden muß.

Aus dem Unterricht in Liebigs Laboratorium erwachsen zahlreiche Schüler, die ihre eigenen positiven Erfahrungen wiederum als Lehrer weitergaben und die Unterrichtsweise verfeinerten. Als besonders erfolgreich kann Liebigs Auswahl von Schülern gelten, die er als Assistenten engagierte. Liebig führte wöchentliche Prüfungen ein („Samstags-Prüfung“), die dazu dienten, wenig qualifizierte Schüler auszusortieren. Die erfolgreichen Absolventen dieser Prüfungen wurden in aller Regel von Liebig als Assistenten gewählt und durften mit ihm gemeinsame Arbeiten durchführen.

Zu den besten Zeiten des Gießener Laboratoriums haben zeitweilig mehr als 100 Studenten gleichzeitig bei Liebig studiert. Unter diesen Umständen wird auch klar, warum Liebig sich beständig Gedanken um die Verbesserung der Arbeitsbedingungen gemacht hat. Er war unermüdlich in der Anfertigung von Vorschlägen für den Bau von chemischen Laboratorien. Das 1839 fertig gestellte analytische Laboratorium enthielt alle Neuerungen: Jeder Arbeitsplatz war mit einem Regal für Chemikalien, mit Schubladen für kleinere Geräte und einem Abfallbehälter für die Aufnahme von Reaktionsresten ausgestattet. An den Stirnseiten befinden sich Abzüge mit Heizmöglichkeiten, die auf uns heute einen vollkommen vertrauten Eindruck machen. Derartige Abzüge waren bis dato lediglich in den Privatlaboratorien berühmter Chemiker in Paris und London bekannt – nicht jedoch in Ausbildungsstätten!

Der Hörsaal des Gießener Laboratoriums war von Liebig speziell für seine Zwecke konzipiert worden. Hinter dem Vortragstisch mit Experimentierfläche befand sich ein gro-



Hörsaal des Liebig'schen Laboratoriums heute (weitgehend im Originalzustand)

ßer Abzug, der von der Rückseite her mit Experimenten bestückt werden konnte. Eine Tafel diente als Abdeckung des Abzugs. Die Mitschriften der Vorlesung durch Kekulé (als Nachdruck erhältlich) und auch von Thiersch belegen, dass die Liebigsche Experimentalvorlesung ohne Übertreibung als Prototyp der heutigen chemischen Experimentalvorlesung gelten kann. Zahlreiche Klassiker der Vorlesungsexperimente sind bereits von Liebig vorgeführt worden.

Neben der reinen Unterrichtsorganisation war es jedoch vor allem der Unterricht selbst, der Liebigs Schüler prägte. Seine Experimentalvorlesung hat Liebig mit großer Präzision und Begeisterung durchgeführt. Sein Redestil galt seinen Schülern als unübertrefflich, weniger aufgrund sprachlicher Eleganz, sondern wegen der Konzentration auf das Wesentliche ohne störende Schnörkel:

Liebigs Vortrag war sehr eigentümlich und ungemein fesselnd; nicht als ob er besonders fließend oder elegant geredet hätte; er sprach im Gegenteil etwas stockend und ohne auf die Korrektheit des Satzbaues sonderlich zu achten, ganz so, als ob er den chemischen Vorgang, den er gerade behandelte, eben selbst zum erstenmal beobachtete, als ob er das Gesetz, das er erläuterte, eben selbst ausdenke. Diese Unmittelbarkeit faszinierte den Zuhörer. Man empfand, wie es in dem Vortragenden arbeitete, und der ernste Eifer, mit dem dieser der Sache nachging, übertrug sich auf den Zuhörer, der dem Vortrag mit, man kann fast sagen, atemloser Spannung folgte. (aus: Volhard, Justus v. Liebig, Bd. 1)

E.N. Horsford - 1846 - weekly schedule - Wochenstundenplan - emploi du temps (by M.W. Rossiter: "The Emergence of Agricultural Science" 1975)							
Time	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
forenoon - Vormittag - matin							
6 - 7	Dr. Will on Blowpipe Analysis Liquor-Analyse analyse pyrometrique		Fresenius on Quantitative and Qualitative Analysis	Fresenius on Quantitative and Qualitative Analysis	Fresenius on Economical and Technical Chemistry	Fresenius on Economical and Technical Chemistry	
7 - 8		Kopp on Crystallography	Kopp on Crystallography	Will on Qualitative Inorganic Chemistry	Kopp on Crystallography	Will on Qualitative Analysis	
9							church Kirche église
8 - 11	Dr. Will on Quantitative and Qualitative Analysis				→	no laboratory no day	rest of day usually on an outing Rest des Tages gewöhnlich ein Ausflug
11 - 12	Liebig on Experimental Chemistry						
afternoon - Nachmittag - après - midi							
3 - 6.30	work in laboratory				→	2 - 2.30 Kopp drawing crystals Kristalle zeichnen dessiner cristaux	le reste de journée général une excursion
evening - Abend							
8 - 9.30	German lesson Deutschunterricht cours d'allemand au bed zu Bett				→	balance of day to arrange affairs in town Besorgung in der Stadt affaires et divers	
10.30	to bed à lit				→		

Stundenplan einer Arbeitswoche im Liebig'schen Labor; aufgezeichnet von E. N. Horsford (1846)

In der vorstehenden Abbildung ist ein Stundenplan wiedergegeben, den E.N. Horsford als amerikanischer Schüler Liebigs im Jahr 1846 notierte und der heute im pharmazeutischen Laboratorium des Liebig-Museums zu sehen ist. Die Zweiteilung des Studiums in einen vormittäglichen Vorlesungs- bzw. Seminaranteil und einen nachmittäglichen praktischen Teil fällt sofort auf; entspricht sie doch noch heute dem Grundmotiv des Chemiestudiums. Auch das Wochenende ist nicht ausgenommen, sondern es wird weitgehend durch Prüfungen, Besorgungen, gemeinsamen Kirchgang und Wanderungen verplant. Zählen wir alle Unterrichtsstunden zusammen, so erhalten wir in heutiger Ausdrucksweise ein Stundensoll von ca. 53 „Semesterwochenstunden“ – hiervon etwa 40 % in Form praktischer Übungen. Bedenkt man, dass der übliche „Kurs“ mindestens zwei volle Semester Studium bei Liebig beinhaltete und im Wesentlichen die Elemente Allgemeine Chemie, Analytische Chemie, Anorganische und Organische Chemie enthielt, dann entspricht

dies überraschenderweise noch heute dem Anteil dieser Fächer im neuen „Basisstudium“ des reformierten Diplom-Studienganges Chemie (bzw. im Bachelor-Studiengang).

Liebig und die von ihm in Gießen erarbeitete Organisation von Labor und Unterricht kann ohne Zweifel als ein besonders dominanter Ausgangspunkt des modernen Chemiestudiums angesehen werden. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass nahezu zeitgleich F. Wöhler in Göttingen ähnlich fruchtbar wirkte – hier besonders die anorganische Chemie förderte. Beide Chemiker waren eng befreundet und tauschten häufig Schüler aus. Die Breitenwirkung Liebigs muss aber gleichwohl größer eingeschätzt werden, da er es verstand, die Bedeutung der Chemie für ihre Nachbardisziplinen zu betonen und in der Lehre zu vermitteln. Justus Liebig ist daher sicher noch heute ein glänzendes Vorbild für Chemiker, die täglich aufs Neue lernen, Fächergrenzen zu überwinden, um dennoch das Einheitliche zu betonen. (jj)

VOM LIEBIG-LABORATORIUM ZUM MUSEUM

Als der hessische Großherzog Ludwig I. Justus Liebig im Jahre 1824 zum Chemieprofessor in Gießen ernannte, wurde ihm im westlichen Wachhaus einer leer stehenden Kaserne das Parterre als chemisches Laboratorium, der erste Stock als Wohnung zugewiesen. Das Gebäude war klein, seine Arbeitsbedingungen anfangs erbärmlich. Sein Gehalt war gering, und für Geräte, Chemikalien, Kohle usw. erhielt er nur minimale Zulagen. So musste er viele dringend benötigte Apparate und Materialien aus der eigenen Tasche be-

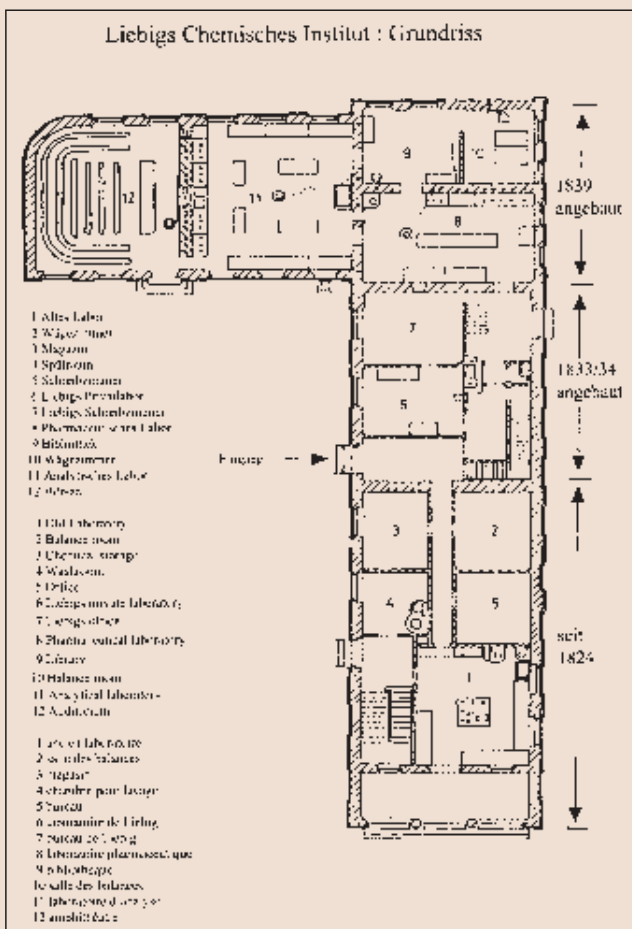
zahlen, um überhaupt lehren zu können. Trotzdem fand er bei den Gießener Studenten aufgrund seiner Lehrmethoden schnell großes Interesse und Zulauf.

Um seine finanzielle Situation zu verbessern, gründete er 1826 ein privates „Chemisch-Pharmazeutisches Institut“, das er nebenher mit den Professoren Umpfenbach und Wernekink betrieb, und in dem zahlende Schüler eine einjährige Ausbildung in angewandter Technologie, in Chemie und Pharmazie erhielten. In der Folgezeit hat Liebig durch seine Forschungen im Gießener Institut, durch seine bahnbrechenden Lehrmethoden und durch seine Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Chemie und Pharmazie Weltruhm erlangt. Sein Laboratorium wurde zum Mekka für die Chemiker aus aller Herren Länder.

Liebigs Laboratorium bestand ursprünglich im Parterre nur aus einem großen und vier kleinen Räumen, in denen alle Arbeiten einschließlich Reinigung, Probenlagerung, Wägung usw. stattfinden mussten. Die Enge wurde mit jedem neuen Studenten bedrückender. Erst 1833 wurde ihm eine kleine Erweiterung nach Südwesten genehmigt, in der Liebig ein eigenes Arbeitszimmer und ein Privat-Labor bezog. 1839/40 folgte ein einstöckiger quer liegender Anbau, in dem das Pharmazeutische Laboratorium, eine Bibliothek, ein zweites Wägezimmer, ein Analytisches Labor und ein Hörsaal untergebracht werden konnte. In diesen Räumen schrieb Liebig seine „Agrikulturchemie“ und zwei Jahre später die „Tierchemie“, zwei Bücher, die sehr schnell zu Bestsellern wurden und wesentlich dazu beitrugen, die Agrikulturchemie und die Ernährungslehre als akademisches Lehrfach zu begründen.

Nach 28-jähriger erfolgreicher Tätigkeit in Gießen folgte Liebig einem Ruf – und der persönlichen Einladung des bayerischen Königs Maximilian I. – auf den Lehrstuhl für Chemie in München. Hier starb er im Frühjahr 1873.

Nach Liebigs Fortgang wurde der Gesamtkomplex des Liebig-Laboratoriums unter seinem Nachfolger Prof. Heinrich Will weiterhin als Chemisches Institut genutzt. Im Jahre 1898 – nach dem Neubau eines modernen Chemischen In-



Grundriss des Liebig'schen Laboratoriums (heute als Liebig-Museum)



Zeitgenössische Darstellung des Liebig'schen Laboratoriums

stituts an der Ludwigstraße – sollte es abgerissen werden. Da trat Prof. Dr. Robert Sommer auf den Plan und entwickelte Pläne für ein zukünftiges Liebig-Museum. Zustimmung, Hilfe und Unterstützung fand er bei vielen Gießener Bürgern, den Chemie-Studenten und der Chemischen Industrie. Doch erst 1912 gelang es mit finanzieller Hilfe des Geheimrats E. A. Merck, Darmstadt, das Gebäude zu erwerben.

Der Wiederaufbau des Laboratoriums konnte nun beginnen. Die notwendigen Mittel wurden durch Spenden von vielen

Einzelpersonen und der Industrie aufgebracht. Der 1. Weltkrieg hemmte die Aktivitäten beträchtlich, doch konnte nun im Innenbereich das meiste nach den alten noch erhaltenen Plänen rekonstruiert werden.

Nach Ende des 1. Weltkriegs konnte das Liebig-Museum am 26. März 1920 feierlich eröffnet werden und ist seither das Ziel vieler Besucher aus aller Welt. Sie finden ein Labor vor, das fast so ausgestattet ist wie zu Liebigs Zeiten. Im Hörsaal, der heute oft für Tagungen und Vorlesungen benutzt wird, steht noch der Experimentiertisch, an dem Liebig seine Versuche vorführte. Auch die Bankreihen, in denen damals wie heute die Hörer sitzen, sind noch die Originalbestuhlung. Die weitgehend im früheren Zustand erhaltenen Räume üben auf jeden Besucher einen eigenartigen Reiz aus.

Insgesamt gibt das Liebig-Museum einen interessanten Einblick in die Lehr- und Forschungsbedingungen vor etwa 150 Jahren in Gießen und eine gewisse Vorstellung, welche Energie und Genialität Liebig besitzen musste, um unter diesen Verhältnissen zum größten Chemiker des 19. Jahrhunderts zu werden. (kj)

Ausgewählte Literatur

Wichtige Originalarbeiten Liebigs

„Anleitung zur Analyse organischer Körper“ (Braunschweig 1837, 2. Aufl. 1853)

„Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agriculture und Physiologie“ (Braunschweig 1840, 9. Aufl. 1876; 2 Bände)

„Die Thierchemie, oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie“ (Braunschweig 1842, 3. Aufl. 1847)

„Handbuch der organischen Chemie, mit Rücksicht auf Pharmazie“ (aus der von Liebig besorgten letzten Ausgabe von Geigers „Handbuch“, Heidelberg 1843)

„Chemische Briefe“ (Heidelberg 1844, 6. Aufl. Leipzig 1878)

Biographien

A. Kohut, *Justus von Liebig. Sein Leben und Wirken*, Verlag Emil Roth, Gießen 1904

J. Volhard, *Justus von Liebig*, 2 Bde., Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1909

C. Paoloni, *Justus von Liebig – Eine Bibliographie sämtlicher Veröffentlichungen*, Carl Winter Universitätsverlag, Heidelberg 1968

Joseph S. Fruton, *The Liebig Research Group – A Reappraisal*, Proc. Amer. Philosoph. Soc. 132 (1) (1988) 1

W. Strube, *Justus Liebig: Eine Biographie*, Sax-Verlag, Beucha 1988

William H. Brock, *Justus von Liebig*, Vieweg Verlag, Wiesbaden 1999

Experimentalvorlesung

Liebigs Experimentalvorlesung – Vorlesungsbuch und Kekulé's Mitschrift, hrsg. von Otto P. Krätz und C. Priesner, Verlag Chemie, Weinheim 1983

Gesellschaft Deutscher Chemiker

Fred-Robert Heiker, Präsident
Dirk Walther, Stellvertretender Präsident
Rudolf Staudigl, Stellvertretender Präsident
Jan Sombroek, Schatzmeister
Wolfram Koch, Geschäftsführer

Kommission „Historische Stätten der Chemie“

Dirk Walther, Jena
Michael Engel, Berlin
Hansjörg W. Vollmann, Bad Soden

Justus-Liebig-Gesellschaft zu Gießen e.V.

Wolfgang Laqua, 1. Vorsitzender (lq)
Bernhard Spengler, 2. Vorsitzender
Othmar P. Walz, Schatzmeister (wz)
Hans von Zerssen, Kurator
Klaus Judel, Archivar (kj)
Manfred Sernetz, Schriftführer
Eva-Maria Felschow, Vorstand
Jürgen Janek, Vorstand (jj)
Uta Frucht, Vorstand

Justus-Liebig-Universität Gießen

Stefan Hormuth, Präsident

Diese Broschüre ist kostenfrei erhältlich bei:

Gesellschaft Deutscher Chemiker

Postfach 90 04 40,
D-60444 Frankfurt/M.
Fax (069) 7 91 76 56
www.gdch.de

Justus-Liebig-Gesellschaft zu Gießen e.V.

Liebigstraße 12
35390 Gießen
Telefon (06 41) 7 63 92
www.liebig-museum.de