
Irene Strube

Justus von Liebig

Biografien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Band 12

1975 BSB B. G. Teubner Leipzig

Abschrift und LaTeX-Satz: 2023

<https://mathematikalpha.de>

Inhaltsverzeichnis

1 Kindheit	5
2 Studentenjahre in Bonn, Erlangen, Paris	12
3 Lehrtätigkeit in Gießen	21
4 Experimentalarbeiten, Elementaranalyse, Entwicklung der theoretischen organischen Chemie	31
5 Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur, Physiologie und Pathologie	46
6 Liebigs Fleischextrakt“ und die „Chemischen Briefe“	57
7 Ausklang in München	61
8 Anhang	67

Vorwort zur ersten Auflage



Abb. 1. Porträt Justus v. Liebig

Im April 1973 jährte sich zum hundertsten Male der Todestag des Chemikers Justus v. Liebig. Aus diesem Anlass wurde die vorliegende Biographie verfasst, deren Hauptanliegen es sein soll, die Formung und Entfaltung der Persönlichkeit Liebig's unter den gesellschaftlichen Bedingungen seiner Zeit und in aktiver Auseinandersetzung mit ihnen herauszuarbeiten.

Um einen möglichst unmittelbaren Eindruck dieser Persönlichkeit zu vermitteln, wurden Liebig's kurze autobiographische Aufzeichnungen und sein umfangreicher Briefwechsel herangezogen und seine Gedanken, Ansichten, Beweggründe, Urteile in entscheidenden Lebensabschnitten durch seine eigenen Worte wiedergegeben.

Bei der Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen Liebig's konnte es nicht darauf ankommen, seine wissenschaftlichen Beiträge in allen Einzelheiten vorzustellen und einzuschätzen.

Es wurde vielmehr besonderer Wert darauf gelegt, die Hauptleistung Liebig's deutlich werden zu lassen, aufzuzeigen, wie Liebig unter den Bedingungen der sich ausweitenden industriellen Revolution, des Machtantrittes des aufstrebenden Bürgertums, eine der gesellschaftlichen Hauptaufgaben seiner Zeit begriff und unter Einsatz seiner ganzen Persönlichkeit zu lösen versuchte:

die eben erst als chemische Wissenschaft im engeren Sinne konsolidierte Chemie A. L. Lavoisiers und J. Daltons mit ihrem weiten, aber keinesfalls in allen Einzelheiten überschaubaren Feld von Möglichkeiten auszunutzen, zu propagieren, in Lehre und Forschung zu organisieren und weiterzuentwickeln, zum Wohle der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft anzuwenden, Die erstmalige, systematische Ausbildung von Chemikern als eines ganz neuen Berufsstandes durch Liebig, die Entwicklung der Elementaranalyse organisch-chemischer Verbindungen, die große Anzahl von Experimentalarbeiten und der Versuch ihrer theoretischen Verallgemeinerung, die Verbreitung der neuen chemischen Erkenntnisse in einem durch Liebig kritisch redigierten Journal wie durch allgemeinverständliche Aufsätze und Vorträge sind im Wirken Liebig's nur verschiedene Aspekte der Erfüllung ein und derselben Aufgabenstellung, ebenso wie

seine Versuche der Anwendung des neuen Wissens auf das Gebiet der Agrikultur, der pflanzlichen, tierischen und menschlichen Physiologie und Pathologie sowie auf viele andere Bereiche menschlicher Produktion und Konsumtion.

Manche Einzelergebnisse Liebigscher Forschungen sind heute überholt; seine ersten Erkenntnisse auf dem unendlichen Gebiet der Kohlenstoffverbindungen sind inzwischen wesentlich erweitert, ihre theoretischen Deutungen vertieft worden.

Dennoch aber bleibt ihm auch nach 100 Jahren das unvergängliche historische Verdienst: seine ihm zur Verfügung stehenden geistigen und körperlichen Kräfte rückhaltlos und erfolgreich für die Erfüllung einer der gesellschaftlichen Hauptaufgaben seiner Zeit eingesetzt zu haben mit der Absicht, mit Hilfe der Naturwissenschaften die naturgegebenen Bedingungen der menschlichen Gesellschaft wesentlich zu erweitern und zu verändern, zu ihrem Wohle und Gedeih.

Leipzig, im Dezember 1972

I. Strube

1 Kindheit

Justus Liebig wurde in Darmstadt geboren. In der Kaplaneigasse, einer der ältesten Straßen der damaligen Darmstädter Altstadt, erblickte er am 12. Mai 1803 das Licht der Welt (Abb. 2). Hier, in einem Hinterhaus mit winzigen Fenstern und niedrigen Zimmern, das durch einen engen Hof von dem Vorderhaus getrennt war, verlebte er die ersten Kinderjahre, zusammen mit seinem um 2 Jahre älteren Bruder Johann Ludwig.

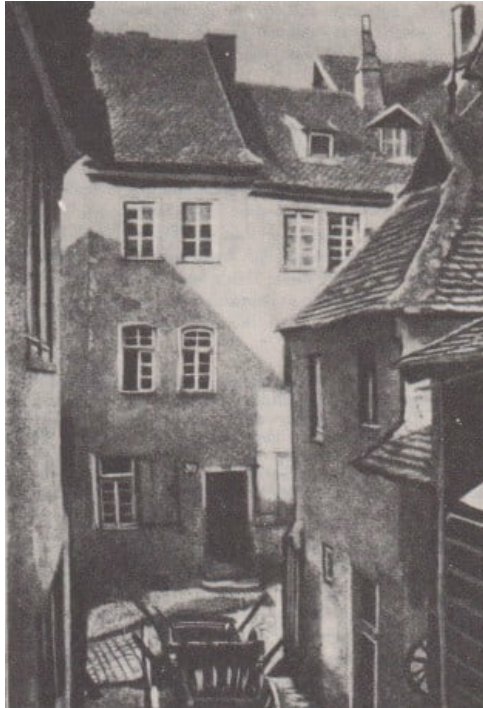


Abb. 2. Liebigs Geburtshaus in Darmstadt (Aufnahme von 1880)

Als sich 1805 die Familie um ein weiteres Kind vergrößerte, wurde der Raum unerträglich eng; denn das schmalbrüstige Häuschen enthielt auch noch den Drogenladen, den Vater Georg Liebig unterhielt und dessen - anfangs recht geringe - Einkünfte die Familie unterhalten mussten.

Im Schuppen seines Gartens, der außerhalb der Stadt an der Kuhschwanzwiese lag, hatte der Vater eine Werkstatt eingerichtet. Hier bereitete er viele seiner Produkte nach Rezepten aus chemischen Handbüchern selbst: Lacke, Firnisse, Wachse, Schuhcreme, allerlei mineralische Farben wie Berliner Blau und Schweinfurter Grün.

Im Garten züchtete er Sämereien und führte Düngeversuche durch, während seine Frau Marie Caroline den Haushalt und die Kinder betreute und im Laden die Kunden bediente. +

Liebigs Herkunft aus dem Kreise eines kleinen Warenproduzenten hat seinem späteren Leben ganz wesentlich Richtung und Ziel gegeben. Wer selbst aus der Klasse des Bürgertums, der damals fortschrittlichsten, revolutionärsten, hervorgegangen war - auch wenn es nur die für das damalige Deutschland typische kleinbürgerliche war -, konnte am besten die Aufgaben erkennen oder erfüllen und lösen helfen, die die gesellschaftliche Entwicklung voranzubringen geeignet waren.

Und Aufgaben zu lösen gab es in Hülle und Fülle; denn Liebig wuchs in einer der bewegtesten Epoche der Weltgeschichte heran.

Das Deutschland von 1800 war als Staatsgebilde das Heilige Römische Reich Deutscher Nation,

das aus über 300 Feudalstaaten und -herrschaften zusammengesetzt war. Die Bevölkerung bestand zu 70-80% aus Bauern, meist Leibeigenen, Erbuntertänigen und Fronbauern. Schon die französische bürgerliche Revolution von 1789 hatte energisch an diesem und den anderen historisch überholten feudalen Systemen in Europa gerüttelt, in deren Schoße die ersten Ansätze eines neuen Wirtschaftslebens bereits keimten.

Der europäische Feudalismus versuchte sich energisch zu wehren und durch die 3 Koalitionskriege gegen Frankreich die Revolution mit ihren Forderungen nach Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit rückgängig zu machen. Doch die Siege der napoleonischen Armee hatten die Entwicklung kapitalistischer Verhältnisse vorerst nur schneller vorangetrieben.

Am Ende des 2. Koalitionskrieges, im Geburtsjahr Liebig, 1803, wurden durch den Reichsdeputationshauptschluss 112 deutsche Feudalstaaten aufgelöst und ihre 3 Millionen Einwohner neu verteilt.

Nach den französischen Siegen vom Jahre 1805 erklärten 1806 sechzehn deutsche Fürsten ihre Lösung vom Reich und bildeten unter dem Protektorat Napoleons den sog. Rheinbund. Hier wurden, besonders in der Zeit, als Napoleon ab 1806 die Kontinentalsperre gegen England verhängte, die Grundlagen für das Emporkommen einer mächtigen industriellen und kommerziellen Bourgeoisie gelegt.

So bemühte sich unter anderem F. Krupp in Essen erfolgreich, das 1742 in Großbritannien entwickelte Verfahren zur Herstellung von Gussstahl in Deutschland einzuführen. Einige Jahre später, 1812, konnte er mit 7 Arbeitern eine Gussstahlschmelze in Betrieb nehmen "zur Verfertigung des englischen Gussstahls und aller daraus resultierenden Fabrikate".

Auch die kapitalistischen Bestrebungen in der Textilindustrie wurden durch die Kontinentalsperre stark unterstützt. Die von England ausgegangene industrielle Revolution begann sich auch in Deutschland durchzusetzen:

Nachdem schon 1785 in Sachsen die ersten Spinnmaschinen nach englischem Vorbild hergestellt bzw. aus England importierte in Betrieb genommen worden waren, erhielt die Produktion eigener Werkzeugmaschinen in Chemnitz (heute Karl-Marx-Stadt) und am Niederrhein bedeutenden Aufschwung.

Im Jahre der Verkündung des Dekrets über die Kontinentalsperre durch Napoleon, im Jahre 1806, als Liebig 3 Jahre alt war, existierte das Heilige Römische Reich Deutscher Nation nicht mehr. Am 6. 8. 1806 hatte sich der deutsche Kaiser Franz II. gezwungen gesehen, die deutsche Kaiserkrone niederzulegen.

Die russisch-preußische Niederlage in der Schlacht bei Friedland 1807 und der ihr folgende Friede von Tilsit schließlich unterwarfen ganz Deutschland der französischen, napoleonischen Fremdherrschaft. Aber dieser Friede von Tilsit wurde nicht nur "die größte Erniedrigung Deutschlands", sondern auch "die Wende zu einem gewaltigen nationalen Aufschwung" (Lenin).

Denn Napoleon war

"der Repräsentant der Revolution, der Verkünder ihrer Grundsätze, der Zerstörer der alten feudalen Gesellschaft ... er brachte sein Gesetzbuch (Code civile) in die eroberten Länder mit, ein Gesetzbuch, das allen bestehenden weit überlegen war und die Gleichheit im Prinzip anerkannte. Er zwang die Deutschen, die bis dahin nur für die Privatinteressen gelebt hatten, die Kräfte für die Durchführung einer großen Idee überwältigender gesellschaftlicher Interessen einzusetzen" (F. Engels).

Dieser Einsatz der Kräfte für die Verwirklichung der anstehenden gesellschaftlichen Interessen erfolgte in den kommenden Jahren zwar vorwiegend durch Reformen, die Männer durchsetzten, die schon in den Jahren zuvor nach Durchführung bürgerlicher Reformen gedrängt hatten.

Der Reichsfreiherr vom und zum Stein, Karl August Fürst v. Hardenberg, der Kultus- und Unterrichtsminister Wilhelm v. Humboldt, aber auch die militärischen Reformer Gerhard v. Scharnhorst und Graf Neidhardt v. Gneisenau gehörten zu ihnen. Sie wollten "den Kräften der Nation eine freie Tätigkeit und eine Richtung auf das Gemeinnützige" (Stein) geben.

Keinesfalls strebten sie den Sturz der Monarchie an, wollten nur eine soziale und nationale Regeneration mit dem Monarchen an der Spitze. Aber sie errangen dennoch einige beachtliche Erfolge, die die Basis des Feudalismus erheblich schwächten:

1807 wurden durch das Oktoberedikt die preußischen Bauern von der Leibeigenschaft befreit; die 1808 erfolgte Städtereform und die Einführung der Gewerbefreiheit stärkten das Bürgertum ebenso wie die 1813 erfolgte Heeresreform, die das Vorrecht des Adels auf Offiziersstellen aufhob und zur Aufstellung einer Landwehr führte.

Auch das kulturelle Leben, besonders in Preußen, das nicht dem Rheinbund eingegliedert war, nahm im Kampf für antifeudale Reformen und gegen die napoleonische Fremdherrschaft einen großen Aufschwung. In Berlin hielt 1807/08 Johann Gottlieb Fichte seine "Reden an die deutsche Nation".

Ernst Moritz Arndt, Sohn eines ehemaligen Leibeigenen, versuchte, durch seine politischen Aufrufe, Lieder und Gedichte das Volk aufzurütteln. Zu allen Zeiten eilten die Werke der fortschrittlichen Dichter, Schriftsteller, Komponisten dem tatsächlichen Handeln von Volk und Regierungen mehrere Schritte voraus und wehten wie kühne Wimpel den sich formierenden Bewegungen voran.

Als 1812 Napoleon den Krieg gegen Russland begonnen hatte und bis Moskau marschiert war, aber 1813 nur knapp den zehnten Teil seiner geschlagenen Armee westlich der Weichsel wieder sammeln konnte, als in den deutschen Gebieten eine Volksbewegung zur endgültigen Befreiung einsetzte, da brachte das Volk seine revolutionären Dichter und Komponisten hervor, die den Freiheitskampf mit ihren Liedern und Gedichten anfeuerten.

Theodor Körner, der dem Lützowschen Jägerkorps beitrug und 1813 fiel, schrieb seine Gedichte "Leier und Schwert", die 1814 von Carl Maria v. Weber vertont wurden, darunter das Lied "Lützows wilde verwegene Jagd"; Ludwig van Beethoven komponierte den Yorckschen Marsch, zu Ehren des Grafen Yorck, der 1812 mit den Russen die Konvention von Tauroggen schloss. Max v. Schenkendorff, Joseph v. Eichendorff, Ludwig Uhland, Friedrich Rückert, der junge August v. Platen, mit dem Liebig einige Jahre später in inniger Freundschaft verbunden war, schrieben ihre patriotischen Gedichte und Lieder.

Aber weder die revolutionierenden Aufrufe noch die Bemühungen der Reformer und die riesigen Opfer der Volksmassen trugen dazu bei, den Befreiungskrieg schließlich in einen bürgerlichen Freiheits- und Einheitskampf umzuwandeln.

Als im Oktober 1813 in der Völkerschlacht bei Leipzig Napoleons Truppen endgültig geschlagen waren, da feierten die europäischen Fürsten den Sieg über Napoleon als den Sieg über die bürgerliche Revolution.

Nach dem Friedenskongress in Wien 1814/15 begann unter der Führung Metternichs eine Welle neuer Bedrückung und Unterdrückung der Freiheitsbestrebungen, eine Restauration der alten feudalen Verhältnisse.

Unter dem Deckmantel der Religion wurde 1815 die Heilige Allianz gegründet, der fast al-

le europäischen Staatsoberhäupter beitraten und deren Hauptaufgabe es war, die nationalen Unabhängigkeitsbewegungen und die bürgerlich-demokratischen Ideen und Aktionen zu unterbinden.

Nachdem 1815 von 39 deutschen Staaten die Bundesakte unterschrieben war, die den Deutschen Bund, einen lockeren Staatenbund, schuf, da war das deutsche Volk um die Früchte der Siege von Leipzig bis Waterloo betrogen. Die Hoffnungen des deutschen Volkes auf nationale Einheit und grundlegende Umgestaltung der staatsrechtlichen Verhältnisse waren vorerst begraben.

Nach wie vor waren in Deutschland, in dem deutschen Bundesstaat, der, auf dem Prinzip "der Unabhängigkeit und der Unverletzlichkeit der einzelnen deutschen Staaten" beruhend, die feudalstaatliche Zersplitterung verewigen sollte, große gesellschaftliche Aufgaben zu lösen. Der Zwang, wie Engels sagte, "die Kräfte für die Durchführung einer großen Idee überwältigender gesellschaftlicher Interessen einzusetzen", wirkte fort, und Justus Liebig, der in dieser bewegten und bewegenden Zeit heranwuchs, entwickelte sich zu einem ihrer Bürger, der auf eine ganz spezifische Weise dazu beitragen sollte, diese Idee zu materieller Gewalt umzuformen.

Vorerst aber übersiedelte Liebig mit Eltern und Geschwistern aus der Enge des Hinterhauses Kaplaneigasse in ein Häuschen an der Hauptverkehrsstraße der Altstadt von Darmstadt, in die Ochsen-gasse; später erwarb die Familie ein Haus in der Neustadt, einer geschäftsgünstigeren Lage.

Die Mutter soll den Grund zu diesem bescheidenen Vermögen gelegt haben. Vor der drohenden Kontinental-sperre Napoleons gegen England - so erzählt man - habe sie einen größeren Posten Zucker aufgekauft, der sich später, als alle Rohrzuckerimporte, die über England kamen, versiegt waren, sehr gewinnbringend absetzen ließ.

Wahrscheinlich hat aber auch Vater Liebig das Seine dazu beigetragen; denn er war ein geschickter Experimentator, der aus den wenig detaillierten Angaben in den benutzten chemischen Werken dennoch brauchbare Rezepturen für seine chemischen Produkte zusammenstellte.

Immer war er auf der Jagd nach neuen Methoden für die Herstellung neuer, brauchbarer, den Gewinn steigernder Produkte, und auch Justus, der dem Vater, sooft er konnte, in der Werkstatt half, "erbte" diesen Trieb, seine Nase in alles zu stecken und im Kopfe zu verarbeiten, was dem Geschäft zum Vorteil gereichen konnte. In seinen autobiographischen Aufzeichnungen erzählt Liebig:

"In dieser Weise kam es, dass alles, was ich sah, absichtlich oder unabsichtlich mit gleichsam photographischer Treue in meinem Gedächtnis haften blieb; bei einem nahen Seifensieder sah ich das Seifekochen und lernte, was der 'Kern' und das 'Schleifen' sei, und wie man weiße Seife mache, und ich hatte nicht wenig Vergnügen, als es mir gelang, ein Stück Seife aus meiner Fabrik mit Terpentinöl parfümiert zu präsentieren; in allen Werkstätten der Gerber und Färber, der Schmiede und Messinggießer war ich zu Hause und jeder Handgriff mir geläufig."

Und auch später, als er schon in Bonn und Erlangen Chemie studierte, war sein Sinnen und Trachten lange Zeit noch auf das kleinbürgerliche Anliegen des chemischen Produzenten und Produkthändlers gerichtet: "... ich werde mich auf die Kameralwissenschaften, in welchen ich wohl am meisten leisten kann, legen", schreibt er im August 1821 an die Eltern.

In einem Brief vom Februar des gleichen Jahres teilt er dem Vater einige Rezepturen mit:

"Um blaues Carmin aus dem Indigo darzustellen, bedarf es eines Zusatzes von Alaunerde. Wenn

ich nach D. komme, werden wir auch das Musivgold bereiten. Man bekommt jetzt sehr viel tönerner Gefäße aus London, welche mit Platin überzogen sind ... sie werden als Kaffeegeschirr, Leuchter usw. gebraucht und teuer bezahlt ...

Wenn Versuche glücklich ausfielen, könnte man ein ungeheures Geld verdienen ... Ich könnte Ihnen noch eine große Menge solcher Erfahrungen schreiben, allein ich verspare es bis in D., wo man es mündlich besser behandeln kann."

Und aus Erlangen teilt er dem Vater am 1. Juli 1821 mit:

"Ich habe hier das Glück gehabt, Herrn Adam, Inhaber einer chemischen Fabrik, kennenzulernen ... Er verfertigt Mineralgrün, Min.blau, Schweinfurtergrün, Berlinerblau, Blausaures Kali, Quecksilberpräparate u.a. m.

Das Mineralgrün verfertigt er, indem er zum feinen und dunklen zu 100 U(nzen) Pottasche (ätzender) 8 U. Arsenik setzt, zu mittelfein 16 Prozent, zu ordin. 30 Prozent setzt und mit dieser Lauge den Kupfervitriol niederschlägt. Das Braunschweiger Grün wird aus 100 Pottasche, 1 Arsenik niedergeschlagen ...

Das Bremergrün ist reines kohlen. Kupferoxyd. Das Schweinfurtergrün wird gemacht, wenn man ..."

Die Geisteshaltung, die sich hinter der Mitteilung dieser Rezepte verbirgt, erwarb Justus also bereits als Knabe, der dem Vater die Handfertigkeiten absah.

Als er zur Schule ging, durfte er selbst experimentieren und in den Büchern lesen, die der Vater aus der Bibliothek von Großherzog Ludwig I. auslieh. Liebig studierte diese Bücher im Laufe der Jahre immer intensiver.

Ich las die Bücher, wie sie eben auf den Brettern aufgestellt waren, von unten nach oben, von rechts nach links war mir ganz gleichgültig; für ihren Inhalt war mein vierzehnjähriger Kopf wie der Magen eines Straußes, und es fanden darin die zweiunddreißig Bände von Macquers chemischem Wörterbuch (18. Jh.), der Triumphwagen des Antimoni von Basilius Valentinus (1604), Stahls phlogistische Chemie (1700), Tausende von Aufsätzen und Abhandlungen in Göttings und Gehlens Zeitschriften (18. Jh.), die Werke von Kirwan, Cavendish (2. Hälfte 18. Jh.) ganz gemütlich Platz nebeneinander.

Ich bin ganz gewiss, dass diese Art zu lesen mir in Beziehung auf den Erwerb von positiven Kenntnissen keinen besonderen Nutzen brachte; allein es entwickelte in mir die Anlage, welche den Chemikern mehr als anderen Naturforschern eigen ist, nämlich in Erscheinungen zu denken ...

Die Anlage, in Erscheinungen zu denken, kann sich natürlich nur ausbilden, wenn die Sinne fortwährend geübt werden, und bei mir geschah dies, indem ich alle Versuche, deren Beschreibung ich in den Büchern las, soweit eben meine Mittel reichten, zu reproduzieren suchte: diese Mittel waren sehr beschränkt, und so kam es denn, dass ich, um meine Neigung zu befriedigen, die Versuche, die ich eben machen konnte, unzählige Male wiederholte, bis ich an dem Vorgange nichts Neues mehr sah, oder bis ich die Erscheinung, die sich darbot, nach allen Seiten hin genau kannte.

Die natürliche Folge davon war die Entwicklung eines Gedächtnisses der Sinne, namentlich des Gesichts, eine scharfe Auffassung der Ähnlichkeit oder Verschiedenheit eines Dinges oder Erscheinung, welche mir später sehr zustatten kam."

Das "Später" begann schon um 1815 auf dem Jahrmarkt zu Darmstadt. Es führte in gerader Linie von dem Schulbuben, der einem fliegenden Händler die Fertigkeiten absah, Knallsilber und

Knallquecksilber herzustellen, über die Untersuchung einiger chemischer Umsetzungen dieses hochexplosiven chemischen Stoffes, die der Chemiestudent 1821 ausführte, bis hin zur Bestimmung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung dieses Körpers, die der angehende Wissenschaftler Liebig gemeinsam mit einem der berühmtesten französischen Chemiker jener Zeit, Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850), in dessen Pariser Privatlabor durchführte und die wesentlich dazu beitrug, dass der 21jährige Liebig 1824 eine Berufung als Professor der Chemie an die Universität Gießen erhielt.

Aus den roten Dämpfen, die sich bildeten, als der Händler Silber oder Quecksilber in einer Flüssigkeit auflöste, hatte der Knabe geschlussfolgert, dass sie Salpetersäure sein müsse; die dazugegebene, nach Branntwein riechende Flüssigkeit, mit der der Händler auch schmutzige Rockkragen reinigte, musste Alkohol gewesen sein.

So "entdeckte" der Schüler Justus Liebig für sich die Herstellungsweise von Knallsilber und -quecksilber, das Silber- bzw. Quecksilbersalz der Knallsäure, die in der damaligen chemischen Literatur die Namen Brugnatellis Knallsilber und Howards Knallquecksilber trugen.

Es sind hochexplosive Stoffe, mit denen auch die geübtesten Chemiker am liebsten nicht experimentieren, Justus stellte sie vorerst nur als Scherzartikel her: zu kleinen Kugeln in Stanniol gerollt und auf den Fußboden geworfen, gab es jedesmal einen erschreckenden Knall, wenn einer der Mitschüler oder gar der Lehrer darauftrat.

Später brauchte er für seine Untersuchungen größere Mengen, die er furchtlos herstellte und von denen er berichtete: "Das Ende aller vorigen Arbeiten wurde stets durch eine Explosion herbeigeführt."

Wenn der Unfall vergessen war, begann Liebig von vorn und führte die Arbeit an der abgebrochenen Stelle weiter. Ein Assistent Liebigs, Carl Thiel (1830-1915), berichtete später über Liebigs Unerschrockenheit :

"Dann hat er bei seiner Arbeit über Fulminursäure 4 Kolben mit dem Knallquecksilber aus 1 Unze Quecksilber auf dem Sandbad des Privatlaboratoriums mit Salmiaklösung kochen lassen, so dass Mayer, der ein Angsthase war, sich flüchtete, solange die Behandlung dauerte."

Von Kindheit an war Liebig mit der Herstellung und dem Verhalten dieses und anderer chemischer Stoffe viel vertrauter als mit dem, womit er eigentlich in seinem jugendlichen Alter hätte vertraut sein sollen: mit dem Stoff des Schulunterrichtes, vor allem mit den alten Sprachen, für die der Schüler keinerlei Neigung und Verständnis zeigte.

Justus besuchte das Gymnasium in Darmstadt bis zu seinem 14. Lebensjahr; dann nahm der Vater ihn von der Schule und gab ihn einem Apotheker in Heppenheim an der Bergstraße in die Lehre.

"Dass ich ... in der Schule sehr kläglich bestand", schreibt Liebig später, "begreift sich leicht; ich hatte kein Gehörgedächtnis, und nichts oder sehr wenig von dem, was man durch diesen Sinn lernt, blieb bei mir haften; ich befand mich in der unbehaglichsten Lage, in der ein Knabe nur sein kann; die Sprachen und alles, was man damit aufnimmt, und in der Schule an Lob und Ehre erwirbt, waren mir so gut wie verschlossen, und als einst der ehrwürdige Rektor des Gymnasiums bei seiner Visitation meiner Klasse auch an mich kam und mir die eingreifendsten Vorstellungen über meinen Unfleiß machte, wie ich die Plage meiner Lehrer und der Kummer meiner Eltern sei, und was ich denn dächte, was einst aus mir werden sollte, und ich ihm zur Antwort gab, dass ich ein Chemiker werden wollte, da brach die Schule und der gute alte Mann selbst in ein unauslöschliches Gelächter aus, denn niemand hatte eine Vorstellung damals davon, dass die Chemie etwas sei, was man studieren könne."

Den Mangel an gediegener Schulbildung hat Liebig später während seines Studiums sehr gespürt, und er hat eine Menge Zeit darauf verwendet, die Lücken, besonders in Mathematik, aber auch in den, "lebenden" Sprachen aufzufüllen. Schon 1820 schreibt der junge Student in einem Brief aus Bonn an die Eltern:

"Griechisch möchte ich gern wegen der Terminologie lernen, allein ich muss es wie das Französische noch liegen lassen ... ich vermisse meine Rechenbücher von Heyl, ich arbeite täglich eine Stunde in Algebra.

Wenn Sie ein großes oder kleines Schellers Latein. Wörterbuch haben sollten, so schicken Sie es mir umgehend, ich brauche ihn sehr notwendig ... habe ich mir griechischen und lateinischen Unterricht genommen, auf Anraten des Professor Kastner, auch will ich mir mit Ihrer Bewilligung französische Stunden nehmen, ich sehe jetzt ein, wie nötig es für einen wissenschaftlich gebildeten Mann ist."

Die Lehrzeit Liebigs in der Apotheke zu Heppenheim, die er in seinem 15. Lebensjahr begonnen hatte, dauerte nur von September 1817 bis Juni 1818. Wahrscheinlich konnte der Apotheker dem geübten Experimentator kaum noch etwas Neues beibringen. Er war mich

"nach zehn Monaten so müde ..., dass er mich meinem Vater wieder nach Hause schickte. Ich wollte ein Chemiker, aber kein Apotheker werden ...

In dieser Weise mir selbst überlassen, ohne Rat und Richtung, wurde ich sechzehn Jahre alt, und mein unablässiges Drängen veranlasste zuletzt meinen Vater, mir die Erlaubnis zu dem Besuche der Universität Bonn zu geben."

2 Studentenjahre in Bonn, Erlangen, Paris

Mit großen Hoffnungen und vielen Wünschen traf Liebig im Oktober 1820 in der Universitätsstadt Bonn ein, wo Carl Wilhelm Gottlob Kastner (1783-1857) den Lehrstuhl für Chemie innehatte. Vom ersten Tage an gestaltete sich das Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler wie das zwischen Kameraden und Freunden.

Kastner konnten die umfassenden Experimentalkenntnisse des jungen Liebig nicht entgehen, die den seinen weit überlegen schienen; auch war ihm Liebig von Anfang an kein Unbekannter, weil er schon einige Mitteilungen von Vater Georg Liebig in seinem Journal "Der Gewerbsfreund" publiziert hatte.

Sie hatten sowohl dessen Erfahrungen über die Düngung und Behandlung von Sommergerste als auch die Beleuchtung der Häuser mit Gas, gewonnen durch Destillation von Knochen, betroffen.

Der junge Student Liebig verstand es außerdem meisterhaft, sein Experimentiertalent ins rechte Licht zu rücken und seinen Lehrer für seine eigenen Probleme zu interessieren.

Am 1. November 1820 schreibt er an die Eltern:

"Als Kastner von seiner Reise ankam, ging ich gleich zu ihm; er empfing mich, wie ich meinen Namen sagte, sehr freundlich, fragte nach Ihrem Befinden und riet mir, dieses Semester Experim. Chemie, do. Physik und Pharmazeut. Chemie zu hören.

Ich belegte also diese Kollegien und höre bei ihm öffentlich Meteorologie und Enzyklopädie der gesamten Naturkunde ... den Sommer werde ich nun Mineralogie usw. hören.

K. versprach mir auch, als Assistent oder Famulus seinen Privatexperimenten beiwohnen zu dürfen ... Ich besuchte ihn zeitlich und sagte ihm auch meine Behandlung mit dem Kobalterz und den dabei vorkommenden merkwürdigen Erscheinungen; er wünschte nun, dieses Erz selber in meinem Beisein zu analysieren, und bat mich, ihm eine Probe davon zu verschaffen. Senden Sie mir also umgehend wenigstens 4 Unzen von dem Erze und schließen Sie wenigstens 2 Lot von dem Gothaer Mineralgrün und 2 Lot von unserem selbstverfertigten Myrin nebst meinem Petschaft der Auflösung des Kobalterzes und des gelben Rückstandes von der verdampften salpetersauren Auflösung, und der kleinen Probe Wienergrün, welches ich gemacht habe ... Sie werden alles genau signiert in dem Kistchen finden ... Ich habe eine große Freude an meinem Studium . . . jetzt merke ich erst, wie wenig ich weiß und wie viel ich noch lernen muss um sagen zu können: Ich kann etwas!"

Und am 10. Dezember kann er, nachdem der Vater das Gewünschte geschickt hatte, nach Hause berichten:

"Ich ging mit dem Kästchen gleich zu Kastner ... ich musste ihm mein Verfahren und Vorgang bei der Behandlung des Kobalt- und Litisgrün schriftlich liefern ... Er fragte, da ich ihm sagte, dass Ihnen an diesen beiden Farben etwas gelegen wäre, ob etwas dabei zu verdienen sei, er wolle mit Kompagnie machen.

Bei einem solchen Kompagnon sagte ich, muss es nicht anders als gut gehen."

Die wenigen Sätze Liebigs charakterisieren nicht allein sein Verhältnis zu dem hochgeschätzten Lehrer; sie werfen auch einiges Licht auf den damaligen Zustand der Chemie in Deutschland. Als Liebig 1820 mit dem Studium der Chemie begann, war die chemische Wissenschaft eben erst 40 Jahre alt. Nicht, dass es vorher keine experimentell-praktischen Kenntnisse und Erfahrungen, keine chemischen Hypothesen und Lehren gegeben hätte! Gerade in Deutschland war während des 18. Jh. eine der bedeutendsten chemischen Lehren, die Phlogistontheorie von Ge-

org Ernst Stahl (1659-1734), zur Blüte gelangt; eine Lehre, die erstmals den Zusammenhang von Oxydation und Reduktion aufzeigte.

Stahl hatte in den Hüttenwerken beobachtet, dass sich die oxydischen Erze, die Metallkalk, wie man damals sagte, nur dann in Metall verwandeln, wenn Kohle oder Harz oder Pech zugegeben werden.

Da nun umgekehrt beim Verbrennen der Stoffe, bei ihrem "Verkalken", oftmals "etwas" deutlich sichtbar entweicht, hatte er dieses unbekannte "Etwas" als "Phlogiston", das "Brennliche", bezeichnet und angenommen, dass alle brenn- und verkalkbaren (oxydierbaren) Stoffe zusammengesetzt sind aus einem "Kalk" (Oxid) und diesem Phlogiston:

Beim Verbrennen sollte es entweichen und den "Kalk" zurücklassen; bei der Reduktion sollte durch Zutritt des Phlogistons - das er in dem Pech oder Harz oder der Kohle vermutete - zum "Kalk" der Ausgangsstoff zurückgehalten werden.

An der Oxydation von Blei und Zinn z.B. ließ sich die scheinbare Richtigkeit dieser Hypothese sehr gut demonstrieren, auch wenn sie in Wirklichkeit falsch war und die Verhältnisse "verkehrt" herum, auf dem Kopfe stehend widerspiegelte.

Denn nach Stahls Hypothese, die während der ersten zwei Drittel des 18. Jh. von fast allen Chemikern Europas als richtig anerkannt und ausgebaut wurde, sind ja z.B. die Metalle die chemisch zusammengesetzten Stoffe (eben aus Metallkalk + Phlogiston), während die Oxide die einfachen, elementareren sein sollten.

In der Praxis der Hüttenwerke leistete diese Hypothese dennoch gute Dienste, weil sie zum ersten Male in der Entwicklung der Chemie einen so grundlegenden chemischen Vorgang wie den Oxydations-Reduktionsprozess in seinem Zusammenhang, seiner gegenseitigen Bedingtheit und Umkehrbarkeit aufzeigte.

In den Laboratorien der Wissenschaftler aber hatte sich eines Tages die Unzulänglichkeit der Phlogistonhypothese erweisen müssen, weil ihre Mängel zu Widersprüchen führen mussten.

Solche Widersprüche, zu denen als wichtigster die Vergrößerung der Masse des Oxids nach der Verkalkung gegenüber der Masse des Ausgangsmetalls gehört, das durch Abgabe von Phlogiston eigentlich hätte leichter werden müssen, waren am nachdrücklichsten von dem französischen Chemiker Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) analysiert worden.

Im Laufe seiner Untersuchungen, die Lavoisier bei der Oxydation und Reduktion von Blei, Zinn und Quecksilber anstellte und die er durch exakte Wägungen kontrollierte, und unterstützt durch die Entdeckung des Sauerstoffs, die 1774 dem Engländer Joseph Priestley (1733 bis 1804) und dem Deutsch-Schweden Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) unabhängig voneinander glückte, war Lavoisier ab 1777 schrittweise zu der Erkenntnis gelangt, dass die Vorgänge beim Oxydations-Reduktionsprozess gerade umgekehrt verlaufen.

Anhand der Zerlegung von Quecksilberkalk (Quecksilberoxid) mittels eines Brennsiegels in Quecksilber und Sauerstoff und deren umgekehrter, restloser Wiedervereinigung zu Quecksilberkalk, wobei sich die Masse des "Kalkes" additiv aus den Massen von Quecksilber und Sauerstoff zusammensetzte, hatte Lavoisier zum ersten Male beweisen können, dass Quecksilber und Sauerstoff die einfachen, elementaren Stoffe sind und sich zu dem "Kalk" vereinigen, der demnach also der zusammengesetzte Stoff, die Verbindung sein musste.

Erst durch die Arbeiten Lavoisiers waren in den 70er und 80er Jahren des 18. Jh. die ersten wissenschaftlichen chemischen Erkenntnisse erzielt worden, die die komplizierten chemischen Vorgänge, die sich verborgen im Inneren der Stoffe abspielen, richtig widerspiegelten.

Ihre Richtigkeit konnte anhand qualitativer und quantitativer Analysen bewiesen werden. Die

getroffenen Aussagen führten zur Formulierung neuer, richtiger Begriffe, die sich logisch zu einem neuen chemischen System verknüpfen ließen.

Erst durch die Arbeiten Lavoisiers und seiner Mitarbeiter wie Gaspard Monge (1746-1818), Antoine Francois de Fourcroy (1755-1809), Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) u. a. waren die in der Chemie seit Jahrhunderten vorhandenen Begriffe mit einem Inhalt erfüllt worden, der richtig, d. h. beweisbar war, waren den Begriffen die Stoffe zugeordnet worden, die ihrem Inhalt entsprachen, also die wirklich "Elemente" und die wirklich "Verbindungen" waren.

Erst von da an war eindeutig erwiesen, dass weder Wasser noch Phlogiston Elemente sind, wie man noch allgemein angenommen hatte. Erst seit jener Zeit (1787) existierte in der Chemie eine Nomenklatur; die die einfachen, der weiteren chemischen Analyse unzugänglichen Stoffe als Elemente bezeichnete, zu denen neben Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff auch Schwefel, Phosphor sowie die Metalle gerechnet wurden.

Erst von da an hatten die Chemiker mit Aussicht auf Erfolg beginnen können, die zusammengesetzten Stoffe, die Verbindungen, zu analysieren und ihre qualitative und quantitative Zusammensetzung tatsächlich zu erforschen.

Diese revolutionäre Umwälzung in der Chemie war gute 20 Jahre vor Liebigs Geburt vor sich gegangen. Von den Chemikern in Deutschland, die traditionell der Stahlschen Lehre verhaftet waren, war der neuen Oxydationstheorie nur mit großem Widerstand und dann nur zögernd Einlass gewährt worden.

20 Jahre lang hatten sich viele gegen die neue Theorie gewehrt und sie zu widerlegen gesucht, anstatt, auf der neuen Entwicklungsstufe aufbauend, zu weiteren, neuen Erkenntnissen vorzudringen.

Aber vielen der bedeutendsten deutschen Chemiker damaliger Zeit fehlte das Geld, um sich durch Wiederholung der Lavoisierschen Experimente selbst von deren Richtigkeit zu überzeugen.

Nur die hervorragendsten Chemiker Deutschland, besonders Sigismund Friedrich Hermbstädt (1760-1830) hatten sehr schnell die Bedeutung der neuen chemischen Lehre erkannt und sie durch Übersetzungen und Kommentare bekanntgemacht.

Mit der Zeit mussten sich alle Chemiker von der Richtigkeit der Oxydations-Reduktionstheorie Lavoisiers überzeugen lassen.

Aber besonders die deutschen Chemiker vermochten zunächst nicht, sie als Instrument des weiteren, tieferen Vordringens in die Geheimnisse der Natur zu handhaben. In ihrer von den napoleonischen Truppen überfluteten Heimat, in Hunderte von Fürstentümern zersplittert, meist der dringendsten Geldmittel, besonders aber der chemischen Apparaturen bar, hatten sie begonnen, Chemie auf eine Weise zu betreiben, die sie von ökonomischen und staatlichen Grenzen unabhängig machte:

Sie ordneten die Chemie wieder weitgehend der Philosophie unter und verloren sich als Naturphilosophen in allgemeinen Betrachtungen über die wechselseitigen Zusammenhänge der Naturvorgänge.

Während die französischen Chemiker ihre Analysen von den anorganischen bereits auf die organisch-chemischen Verbindungen ausdehnten und in England John Dalton (1766-1844) im Geburtsjahr Liebigs eine Atomtheorie aufstellte, die auf dem neuen Elementbegriff Lavoisiers basierte, verloren sich die deutschen Chemiker unter dem Einfluss der romantischen Natur-

philosophie, besonders der Lehre Schellings, in dem Versuch, die Naturwissenschaft mit dem Mystizismus zu vereinen.

Mit den neuen, in Frankreich und England entwickelten Theorien ließen sich die qualitativen Umsetzungen der chemischen Elemente als quantitative Umsetzungen zwischen ihren Atomen widerspiegeln, ließ sich die Beobachtung des Franzosen Joseph Louis Proust (1754-1826), dass sich die Elemente immer nur in bestimmten, konstanten Massenverhältnissen miteinander vereinigen, theoretisch deuten.

Und wenn auch Daltons Versuche, die relativen Massen der Atome zu bestimmen, vorerst ziemlich unbefriedigend ausfielen, so erwuchs ihm doch bereits in Schweden in dem Chemiker Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) ein Nachfolger, der durch endlose exakte Wägungen diese Bestimmungen zu gesicherten Resultaten führte.

Der deutsche Naturforscher Alexander v. Humboldt (1769-1859) hatte 1805 seine "Versuche über die eudiometrischen Mittel und über das Verhältnis der Bestandteile der Atmosphäre" publiziert.

Aber er hatte sie nicht in Deutschland, sondern in Frankreich unter Anleitung des bedeutenden französischen Naturforschers Gay-Lussac in dessen Pariser Laboratorium durchgeführt. Die Untersuchung mit ihrer Erkenntnis, dass sich Wasserstoff- und Sauerstoffgas stets im Verhältnis 2 : 1 zu Wasser verbinden, war in Deutschland kaum beachtet worden und wurde von Gay-Lussac theoretisch weiter zum Volumengesetz gasförmiger Verbindungen ausgebaut.

Liebig's Lehrer in Bonn, Professor Kastner, hielt ein chemisches Kolleg vor allem über den wechselweisen Zusammenhang der Naturvorgänge. Die darin verwendeten chemischen Grundbegriffe waren naturphilosophisch verworren und entsprachen in keiner Weise den neuen Erkenntnissen der Chemie. In seinem "Grundriss der Chemie zum Gebrauch seiner Vorlesungen" definierte Kastner z. B.:

"§ 1 Begriff der Chemie: Die Chemie beschäftigt sich mit dem inneren Massenverhältnisse der Dinge, und da diese in jener Beziehung sich stets gegenseitig als differente erscheinen, so ist sie die Lehre von der Einigung (Synthesis) der sich entgegengesetzt verschiedenen Massen. Der Begriff der Trennung (Analysis) ist dem der Einigung untergeordnet..."

"§ 2 Masse ist das Produkt der Bewegung der Materie zum Nebeneinandersein. Materie nennen wir das in und durch sich selbst bewegliche Wesen der Körper, dessen Bewegung zum Nebeneinandersein sich als Phänomen der Schwere darstellt, die zum Produkt gekommen, das Sein der Masse begründet ..."

"§4 Insofern sich die Masse als verschieden geartete als individuelle erblickt, insofern erscheint sie als solche gegenseitig different, und da diese Differenz ursprünglich durch die verschiedene Richtung der Bewegung der Materie erzeugt wurde, diese Richtung aber das Resultat des ursprünglichen Strebens entweder zum Lichte oder zur Schwere ist, und diese sich gegenseitig begrenzen, so geht hieraus hervor, dass bei der Berührung zweier differenten Massen: Streben nach Ausgleich, nach gegenseitiger Begrenzung und Hemmung als notwendiges Produkt des Berührungsaktes begründet wird."

Kastner hatte dem jungen Liebig die gemeinsame Analyse seines Gothaer Mineralgrüns und anderer Minerale versprochen, nicht zuletzt, weil er finanzielle Vorteile davon erhoffte. Wie Liebig jedoch später in seiner Autobiographie berichtete, war Kastner dazu nicht in der Lage.

"Chemische Laboratorien, in welchen Unterricht in der Analyse erteilt wurde, bestanden damals (in Deutschland) nirgendwo; was man so nannte, waren eher Küchen, angefüllt mit allerlei

Öfen und Geräten zur Ausführung metallurgischer oder pharmazeutischer Prozesse. Niemand verstand eigentlich die Analyse zu lehren. Ich folgte später Kastner nach Erlangen, da er mir versprochen hatte, einige Mineralien mit mir zu analysieren; er wusste es aber leider selbst nicht, und niemals führte er eine Analyse mit mir aus."

Während des Studiums in Bonn wie in Erlangen waren Geldsorgen Liebigs immerwährende Begleiter. Zwar erließ ihm Kastner, für den er als Privatassistent tätig war, in Erlangen die Kolleggelder. Aber die übrigen Vorlesungen mussten ja alle bezahlt werden, desgleichen Kost und Logis.

Nicht, dass Liebig gehungert und sich schlecht gekleidet hätte! Gerade auf gute Kleidung achtete er, der aus kleinbürgerlichen Verhältnissen kam, ganz besonders. Er mochte es nicht, in seinem Äußeren von den anderen Studenten abzufallen, die meist Söhne von Adligen und Gutsbesitzern waren; wenn er auch ihre Zusammenkünfte kaum besuchte, an den üblichen "Umtrinken" nicht teilnahm und überhaupt sich niemandem speziell anschloss.

Nur mit dem Grafen v. Platen, Verfasser zahlreicher Oden und Komödien, verband ihn seit 1822 eine herzliche, wenn auch kurze Freundschaft.

Für Studium und Unterhalt musste Justus jeden Gulden von Vater Liebig erbitten, der sein Geld aber recht mühsam verdiente und noch 6 jüngere Geschwister Justus - das letzte erst 1820 geboren - ernähren musste. Er wollte Justus ebenfalls zu äußerster Sparsamkeit erziehen, so dass sich ein zähes Ringen um finanzielle Fragen zwischen Vater und Sohn entspann, das während des gesamten Studiums Liebigs zwischen 1820 und 1824 andauerte:

"Aber lieber Himmel, was braucht man hier für Geld", schreibt Liebig kurz nach der Ankunft in Bonn 1820, "ich habe schon alles bis auf 20 Gulden für diesen Monat ausgegeben und stecke in großer Not. Sie werden mir wieder etwas für die Kost der nächsten Monate schicken müssen ..."

Im Januar 1821:

"Ich habe zwar auf meiner Reise durch das ehemalige Großherzogtum Berg etwas viel Geld verbraucht, doch reut es mich nicht, da ich so vieles nicht Gesehene sah und mir manche Kenntnisse erwarb; ich werde mir wahrscheinlich, bis Sie mir wieder Geld schicken werden, von Markus einiges leihen müssen ...

Sie antworten mir leider auf keine Anfragen, wegen welchen ich schrieb .. . Ich leide sehr viel Not an wollenen Strümpfen, an Unterhosen und an guten Westen; die mir gesandten sind mir teils zu enge, teils zu weit; sorgen Sie doch für ein paar andere!"

Im Februar 1821:

"Ich habe bei Herrn Markus mir wieder Geld leihen müssen ... es sind 40 fl., (Gulden) ... Die mir gesandten fl. 27 brauchte ich teils, um das von Markus für die Reise geliehene Geld abzutragen, teils für den Arzt und Apotheke, da ich 8 Tage krank war durch das immerwährende Sitzen und Nachtstudieren, wodurch meine Brust sehr litt, Ich musste für jedes Rezept dem Arzt 1/4 Krone bezahlen, jetzt bin ich aber wieder hergestellt; teils brauchte ich es für Wäsche, Schuster, Stiefelputzer usw. ..."

Letztlich konnten sich Vater und Sohn aber doch immer arrangieren, und das erforderliche Geld traf - wenn auch oft verspätet - ein. Vater Liebig sah ein, dass die Ausbildung eines "studierten Chemikers" einiges kostete, und er tröstete sich wohl mit den zu erwartenden großen Vorteilen, die der Sohn ihm bringen würde, wenn er ihn, wissenschaftlich gebildet, im Geschäft bald unterstützen würde.

Denn dass der Sohn in die elterliche Produktenhandlung zurückkehren würde, daran hegte er keinen Zweifel.

So brachte er denn zunächst auch gar kein Verständnis dafür auf, als Justus ihm 1822 eröffnete, dass er zur Vervollständigung seiner Bildung noch für einige Zeit nach Paris zu gehen beabsichtige und daher im Mai 1822 nur für 4 Monate nach Darmstadt zurückkehren werde.

Statt im Mai traf Liebig allerdings bereits am 20. März 1822 wieder im Darmstädter Elternhaus ein. Äußerer Anlass für die überstürzte, vorfristige Rückkehr waren Studentenunruhen, die im Februar in Erlangen ausgebrochen waren und an denen sich auch Liebig beteiligt hatte.

In Liebigs Zimmer war eine Haussuchung durchgeführt worden, die offenbart hatte, dass Liebig einer landsmannschaftlichen Verbindung angehörte, die engen Kontakt mit anderen bayrischen, aber auch auswärtigen Universitäten pflegte. Aufgrund der Karlsbader Beschlüsse vom Jahre 1819, die auf Betreiben Metternichs zwischen den führenden deutschen Bundesstaaten zustande gekommen waren und eine nationale und demokratische Entwicklung Deutschlands verhindern sollten, war es den Studenten jedoch strengstens verboten, Burschenschaften zu bilden.

Den Universitäten waren staatliche Sonderbevollmächtigte zugewiesen worden, die die dort vertretenen Ideen genauestens überwachten; Burschenschaftler durften nicht im Staatsdienst angestellt oder an anderen Universitäten immatrikuliert werden.

Obgleich der Erlanger Sonderbevollmächtigte Freudel nach Feststellung der Existenz von Burschenschaften sich an den bayrischen König mit dem Ersuchen wandte, den Studenten die Gründung eigener geselliger Vereine zu genehmigen, befahl der König die Bestrafung der Studenten, "die Verordnungen mit Ernst zu vollziehen".

Auf Anraten seines Freundes v. Platen weilte Liebig zu jener Zeit schon nicht mehr in Bayern, sondern hatte längst die Grenzen zum Großherzogtum Hessen-Darmstadt überschritten.

Bis über den Sommer blieb Liebig in Darmstadt - er hatte aufgrund der Vorkommnisse dort Stadtarrest erhalten - und erprobte mit dem Vater in der Werkstatt manche neue Rezeptur.

Im Herbst 1822 verwirklichte sich sein Wunsch, noch für 1/2 Jahr seine chemischen Kenntnisse in Paris zu erweitern. Großherzog Ludwig I. hatte Justus Liebig durch den Kabinettssekretär Schleiermacher mitteilen lassen, dass für einen halbjährigen Studienaufenthalt in Paris ein Stipendium von "330 fl. gnädigst bewilligt worden" sei.

Das Stipendium war durch ein Gesuch von Professor Kastner an Ludwig I. erwirkt worden, in dem Kastner seinem Schüler ein außerordentlich gutes Zeugnis ausstellte. Unter anderem heißt es:

"Der Fleiß, mit welchem der junge Liebig unter meiner Leitung früherhin in Bonn und dann hier in Erlangen Physik und besonders Chemie studierte, und die bereits von ihm im Druck erschienenen Proben erlangter Experimentalfertigkeit erregen meinerseits für sein Vaterland und für die Wissenschaft die schönsten Erwartungen ...

Ein halbjähriger Aufenthalt in Paris, dem eine ebenso lange häusliche Vorbereitung und Repetition in Darmstadt voranginge, würden meines Erachtens hinreichen, aus dem jungen Liebig einen künftigen Lehrer der Chemie zu bilden, mit welchem z. B. Darmstadt zufrieden zu sein Ursache hätte ..."

In Liebigs eigenem Gesuch heißt es:

"Zu meiner völligen Ausbildung als öffentlicher Lehrer fehlt es mir aber an Unterstützung, um einige Zeit in Paris als der Schule der jetzigen größten Chemiker zu studieren. Da dieses

meinen Eltern bei 7 noch unversorgten Geschwistern zu schwer halten würde, so wage ich ... mit vollem Vertrauen die untertänigste Bitte um ein Reisestipendium auf ein halbes Jahr nach Paris ..."

Liebig verstand es später meisterhaft, das 1/2 auf 2 Jahre und das Stipendium von jeweils 330 auf 630 fl. auszudehnen.

Ähnlich wie das revolutionäre Frankreich unter Napoleons siegreichen Truppen die Grundfesten des Feudalismus in Deutschland erschüttert hatte, trug der Aufenthalt Liebigs in diesem jungen kapitalistischen Staat dazu bei, die kleinbürgerliche Enge seines bisherigen Denkens zu überwinden.

Hier begann er, die Aufgaben zu erkennen oder zu erahnen, die die Chemie für ihre wissenschaftlich gebildeten Kader bereit hielt. Hier begann Liebig zu begreifen, dass es für ihn als Chemiker nicht Hauptanliegen sein durfte, einfach bestimmte chemisch-gewerbliche Verfahren besser kennenzulernen, um sie rationaler und rationeller zur Erzielung größerer ökonomischer Gewinne anzuwenden.

In den Vorlesungen von Pierre Louis Dulong (1785-1838), von Louis Jacques Thenard (1777-1857) und Gay-Lussac gingen ihm endlich die Augen auf, und er lernte, mit ihnen in den inneren Ablauf der chemischen Vorgänge zu schauen, soweit sie von diesen und anderen Wissenschaftlern schon erforscht worden waren.

Er begann zu begreifen, dass nur ein unermüdliches Ringen um weitere und tiefere Einblicke in die äußerlich verborgenen Abläufe der chemischen Umsetzungen den Schlüssel in die Hand geben würde, die unendliche Mannigfaltigkeit der chemischen Vorgänge, ihr Woher und Wohin und ihr Warum zu verstehen.

Erst dann konnte man sie in breitem Maße zum Gedeih des Staates und seiner Bürger, zur Entwicklung der menschlichen Gesellschaft ausnützen.

Seit Liebig in Paris eingetroffen war, festigte sich in ihm mehr und mehr der Entschluss, dass er nicht in die chemische Materialienhandlung seines Vaters zurückkehren, dass er tatsächlich ein Lehrer der Chemie werden würde, wie Professor Kastner es ihm geraten und wie er es in seinem Stipendiengesuch angegeben hatte. Aber kein Chemielehrer Kastnerscher naturphilosophischer Prägung durfte er werden, sondern ein Wissenschaftler, der exakte chemische Forschung unmittelbar mit der Lehre verband.

An seinen Studienfreund Walloth schrieb Liebig im Februar 1823:

"Eitel auf das wenige Wissen kam ich hierher, mein bisheriges Leben gleichsam nur als einen Spaziergang betrachtend und finde mich auf einmal unter Leuten, unter denen ich selbst der Kleinste bin. Es war mir ein Blitz aus heiterer Luft ... Du siehst, dass eine Metamorphose, und zwar eine heilsame, mit mir vorgegangen ist; die Vorlesungen Gay-Lussacs, Thenards und anderer haben es bewirkt, die Wissenschaft ist nicht mehr ein alter Gaul, den man nur zu satteln braucht, um auf ihm zu reiten, sie ist ein geflügeltes Pferd, das immer mehr entweichend, ich zu erreichen strebe."

In seinen autobiographischen Aufzeichnungen hat Liebig die Bedeutung seines Pariser Aufenthaltes wie folgt dargestellt:

"Die Vorträge von Gay-Lussac, Thenard, Dulong etc. in der Sorbonne hatten für mich einen unbeschreiblichen Reiz; die Einführung der astronomischen oder mathematischen Methode in der Chemie, welche jede Aufgabe womöglich in eine Gleichung verwandelt und bei jeder gleichförmigen Aufeinanderfolge zweier Erscheinungen einen ganz bestimmten kausalen Zu-

sammenhang annimmt, welcher, nachdem er aufgesucht und aufgefunden ist, 'Erklärung' oder 'Theorie' hieß, hatte die französischen Chemiker und Physiker zu ihren großen Entdeckungen geführt.

Die Art von 'Theorie' oder 'Erklärung' war in Deutschland so gut wie unbekannt, denn man verstand darunter nicht etwas 'Erfahrenes', sondern immer etwas, was der Mensch dazutun müsse und mache ...

Die Vorlesung bestand aus einer verständig geordneten Folge von Phänomenen, d.h. von Versuchen, deren Zusammenhang durch die mündliche Erklärung ergänzt wurde. Für mich waren die Versuche ein wahrer Genuss, denn sie redeten zu mir in einer Sprache, die ich verstand, und sie bewirkten mit dem Vortrage, dass die Masse von formlosen Tatsachen, die ungeordnet und regellos in meinem Kopfe durcheinander lagen, einen bestimmten Zusammenhang bekamen ...

Was in den französischen Vorträgen am meisten auf mich wirkte, war die innere Wahrheit derselben und die sorgfältige Vermeidung alles Scheines in den Erklärungen; es war der vollständigste Gegensatz der deutschen Vorträge, in welchen durch das Überwiegen des deduktiven Verfahrens die ganze wissenschaftliche Lehre ihre feste Zimmerung verloren hatte."

Liebig weilte insgesamt 2 Jahre in Paris. Es gelang ihm, das kleine Laboratorium von Professor Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829) zu mieten, in dem er unter Anleitung Thenards seine in Erlangen begonnenen Untersuchungen über die knallsauren Salze fortsetzte.

Auch in Frankreich gab es damals an den Universitäten noch keine chemische Laboratoriums-ausbildung.

Wer Fleiß und viel eigenes Interesse mitbrachte, konnte das "Glück" haben, in ein Privatlaboratorium aufgenommen zu werden und dort die Handgriffe der chemischen Analyse, die Feinheiten experimenteller Forschung unmittelbar in der Arbeit mit dem Lehrer kennenzulernen.

A. v. Humboldt hatte rund 20 Jahre vor Liebig solches Glück gehabt, von Gay-Lussac lernend, mit ihm gemeinsam die Untersuchung der Volumenverhältnisse von Wasserstoff und Sauerstoff im Wasser durchzuführen.

Ein Zeitgenosse Liebig's, Friedrich Wöhler (1800-1882), später sein lebenslänglicher bester Freund, hatte fast zur gleichen Zeit wie Liebig das "Glück", im Privatlabor des Chemikers J. J. Berzelius in Stockholm zu lernen, bei dem kurze Zeit zuvor die deutschen Chemiker Eilhard Mitscherlich (1794-1863), Gustav (1798 bis 1873) und Heinrich Rose (1795-1864) ihre Kenntnisse in der qualitativen und quantitativen Analyse erworben hatten.

Liebig arbeitete also im Wintersemester 1822/23 in Vauquelin's Laboratorium erneut über die Zusammensetzung des Knallsilbers und Knallquecksilbers, über die er schon durch Kastner's Vermittlung 1822 in dessen "Repertorium für die Pharmacie" eine 11 Druckseiten umfassende wissenschaftliche Abhandlung publiziert hatte - jetzt stand die Untersuchung allerdings unter dem Vorzeichen der in Paris neu erworbenen Kenntnisse.

Seine erzielten Ergebnisse über die den knallsauren Salzen zugrunde liegende Säure, über die Gewinnung neuer knallsaurer Salze wie Knallkupfer, Knalleisen, Knallzink waren für Thenard so bemerkenswert, dass er Liebig nahelegte, sie der französischen Akademie der Wissenschaften vorzutragen, da sie geeignet seien, Liebig's Ruf in der chemischen Welt zu begründen, ihn bekannt zu machen.

Über den weiteren Verlauf berichtete Liebig an seine Eltern im August 1823:

"Mein Memoire war also fertig, Thenard ging es mit mir noch einmal durch und dann gingen wir zusammen in die Akademie.

Das, was mich sehr wunderte, war, dass das, was zuerst vorgenommen wurde, meine Abhandlung war. Da Thenard Präsident der Akademie ist, so konnte er es nicht vorlesen und Gay-Lussac hatte die Freundlichkeit, es vorzutragen. Ich brachte die neuen Salze und Präparate mit und legte sie der Versammlung vor.

Schon während des ziemlich lange dauernden Vortrages meines Memoire gab man mir Zeichen des Beifalls ..."

Wie recht Thenard mit seiner Vermutung hatte, zeigen Liebig's Zeilen an die Eltern vom Oktober 1823:

"Man betrachtet mich seit meiner letzten Arbeit nicht mehr als ein Fremder, sondern bin nun gleichsam in ihre Kaste aufgenommen; man unterstützt mich auf alle Weise, das heißt, in wiss. Hinsicht ...

Mit mehreren deutschen Gelehrten bin ich nun auch in Korrespondenz gekommen, unter anderem auch mit Döbereiner in Jena, der mir fleißig schreibt ..."

Gay-Lussac selbst hatte auf Fürsprache A. v. Humboldts, der zufällig bei der Verlesung von Liebig's Arbeit in der französischen Akademie zugegen war, Liebig in sein Privatlabor aufgenommen und begonnen, die Untersuchungen über die knallsauren Salze mit Liebig gemeinsam zu Ende zu führen.

Aus "erster Hand" konnte Liebig dabei endlich die Praxis des analytischen Arbeitens besonders mit organisch-chemischen Stoffen erlernen und seine Analyseresultate über die chemische Zusammensetzung der Knallsäure korrigieren.

"In dieser Weise wurde mir das Glück zuteil, mit diesem großen Naturforscher in den innigsten Verkehr zu kommen; er arbeitete mit mir, wie er früher mit Thenard zusammen gearbeitet hatte und ich kann wohl sagen, dass in seinem Laboratorium im Arsenal der Grund zu allen meinen späteren Arbeiten und zu meiner ganzen Richtung gelegt wurde.

Ich kam nach Deutschland zurück, wo durch die Berzeliussche Schule, H. Rose, Mitscherlich, Magnus und Wöhler in der unorganischen Chemie bereits ein großer Umschwung begonnen hatte und getragen durch die warme Empfehlung von Humboldts wurde mir eine außerordentliche Professur für Chemie in meinem 21. Jahre übertragen. Im Mai 1824 begann meine Laufbahn in Gießen."

3 Lehrtätigkeit in Gießen

Es hatte gewiss von Anfang an in der Absicht des Großherzoglichen Kabinettssekretärs Schleiermacher gelegen, Liebig nach dem zweijährigen Zusatzstudium in Paris eine Lehrerstelle an einer der Hessen-Darmstädtischen Bildungseinrichtungen zu geben; denn die Ausbildungskosten von rd. 2000 Gulden sollten sich ja amortisieren.

Liebig hatte damit gerechnet, an der Artillerieschule in Darmstadt eine Anstellung zu erhalten. Durch eine nachdrückliche Fürsprache A. v. Humboldts beim Großherzog jedoch wurde ein Gesuch Liebigs, an der Landesuniversität Gießen als öffentlicher Lehrer angestellt zu werden, günstig aufgenommen.

Am 20. April 1824 wurde die medizinische Fakultät der Universität Gießen durch Ministerialverfügung zunächst angewiesen, Justus Liebig, der eine Doktorwürde der Universität Erlangen besaß, einer Prüfung im Fach Chemie zu unterziehen.

Sie sollte ausweisen, ob die Hessische Landesuniversität ihn für "würdig findet, die ihm von der philosophischen Fakultät zu Erlangen erteilte Doktorwürde mit denselben verfassungsmäßigen Prärogativen, als sei solche von der Landesuniversität erlangt", fortzuführen. -

Das war der Deutsche Bundesstaat in Aktion!

Die philosophische Doktorwürde der Universität Erlangen war Liebig während seines Pariser Aufenthaltes im Jahre 1823 erteilt worden. Professor Kastner hatte eine Abhandlung Liebigs aus der Erlanger Zeit, "Über das Verhältnis der Mineralchemie zur Pflanzenchemie", als Doktorschrift bei der philosophischen Fakultät eingereicht, die ihn einstimmig (in absentia) zum Doktor promoviert hatte.

Liebig bestand die angesetzte Prüfung hervorragend und wurde daraufhin, ohne dass die Professoren der medizinischen Fakultät weiter befragt wurden, als außerordentlicher Professor für Chemie eingestellt. Die Besoldung betrug 300 Gulden im Jahr; für die Einrichtung eines Laboratoriums, die Anschaffung von Materialien, Instrumenten, Reagenzien und die Besoldung eines Famulus wurden ihm weitere 100 Gulden jährlich bewilligt.

Das war zum Leben zu wenig und zum Sterben zu viel! Liebig schlug sich im ersten Semester 1824/25 recht und schlecht durch und musste den Vater wiederum um Unterstützung angehen. Man hatte ihm von der alten, 1823 freigewordenen Kaserne auf dem Seltersberg das ehemalige Wachtlokal zur Einrichtung eines chemischen Laboratoriums zur Verfügung gestellt.

Die Wachtstube, ein Raum von 35 m² Größe, wurde als Laboratorium eingerichtet; eine sich anschließende unheizbare Kammer mit Steinfußboden diente als Wägezimmer, als Instrumenten-, Präparaten- und Materialienraum. In der Mitte des Labors wurde später ein Herd mit Sandbad gemauert, in einer Ecke ein weiterer Ofen aufgebaut mit einem Kessel, der als Sandbad für größere Retorten diente.

An der West- und Nordwand wurden später 9 Arbeitsplätze eingerichtet. Das war der Anfang des Gießener Laboratoriums, das sich kurze Zeit später schon, vor allem im Ausland, so großer Berühmtheit erfreuen sollte!

Liebig wusste im Sommersemester 1825 nicht, wovon er leben sollte. Er hatte in den Weihnachtsferien 1824 einen Auftrag der Oberfinanzkammer übernommen, die Sole zu Salzhausen zu untersuchen und chemisch zu analysieren; er hatte, obgleich er die chemische Vorlesung ausarbeiten und die Experimente durchprobieren musste, die er erstmals zur Veranschaulichung durchführen wollte, weitere Aufträge übernommen, um sich über Wasser zu halten.

Die Kolleggelder, die er einnahm, waren noch gering; denn die Hauptvorlesung wurde von dem Ordinarius der medizinischen Fakultät, Professor Wilhelm Ludwig Zimmermann (1780-1825), gehalten; Liebig hatte nur 12 Studenten, die sich bei ihm eingeschrieben hatten. Im März 1825 sah er sich wiederum gezwungen, an Kabinettssekretär Schleiermacher zu schreiben und ihn um eine Zulage von 300 fl. zu bitten.

"Ich hoffte ... durch einige Arbeiten für die Großherzogliche Oberfinanzkammer mir so viel zu verdienen, um mich noch ein halbes Jahr lang ohne weitere Unterstützung in Gießen erhalten zu können ... die Vergütung dafür wird so mager ausfallen, dass ich künftig, ohne selbst Schaden zu haben, mich mit dergleichen Arbeiten nicht mehr befassen kann. An andern Privatarbeiten lässt sich in Gießen in den ersten zwei Jahren gar nicht denken, da mir die Vorlesungen alle meine Zeit in Anspruch nehmen ..."

Einen Monat später, am 26. 4. 1825, erhielt Liebig "150 fl. als eine Gratifikation aus der Kabinettskasse".

Liebig litt physisch und psychisch sehr unter der materiellen Notlage. Aber er arbeitete wie besessen, um eine neuartige Chemievorlesung aufzubauen; eine Vorlesung, in der die Chemie als Wissenschaft mit eigenem Gegenstand, als Wissenschaft von den Eigenschaften der Stoffe und deren qualitativen Veränderungen behandelt wurde. Alles naturphilosophische und mystische Beiwerk warf er über Bord und erläuterte die Darbietung durch eine Vielzahl eindrucksvoller Experimente.

Der Erfolg ließ nicht auf sich warten. Nachdem schon im Frühjahr 1825 immer mehr Studenten aus der Vorlesung des Ordinarius Zimmermann zu der Liebigs hinübergewechselt waren, konnte Liebig im Sommersemester die ersten Früchte der intensiven Vorbereitung seiner Vorlesung ernten: fast alle Studenten belegten sein Kolleg - Ordinarius Zimmermann brachte das seine nicht zustande und bat die Regierung um einen Auslandsaufenthalt und - als dieser abgeschlagen wurde - um Urlaub für das gesamte Semester.

Zimmermann hat dieses Fiasko nicht überwinden können. Er wurde sich sehr schnell darüber klar, dass es nicht eine Laune der Studenten war, ersprossen aus dem Drang nach Abwechslung und Neuem, die ihn in diese Lage gebracht hatte. Es war das Neue in Gestalt des Fortschrittes, das Neue, das sich mit einem revolutionären Sprung über das von ihm Vertretene hinwegsetzte, das anzog, begeisterte, das in ganz anderer Weise, nüchterner, sachlicher, konkreter, aber dafür viel einsichtsvoller die Naturzusammenhänge erschloss und die Studenten aus seinem Hörsaal herauslockte.

Niemals würden sie in sein Auditorium zurückkehren. Vor dieser erschreckenden Wahrheit kapitulierte Zimmermann. Er bot ihr nicht die Stirn und machte sich das Neue nicht ebenfalls zu eigen. Er zog sich ein Semester lang zurück; im Sommer 1825 bereitete er seinem Leben beim Baden in der Lahn ein Ende.

Durch das Ausscheiden Zimmermanns besserte sich die materielle Lage Liebigs etwas. Er durfte das Instrumentarium Zimmermanns übernehmen und wurde am 7. 12. 1825 zum ordentlichen Professor für Chemie an der Medizinischen Fakultät der Universität Gießen berufen. Damit erhielt er die Möglichkeit, die Ausbildung von Chemikern an dieser Universität weitgehend nach seinen Vorstellungen und Plänen durchzuführen. Er war damals 22 Jahre alt.

Ein halbes Jahr später, im Mai 1826, heiratete Liebig Henriete Moldenhauer, Tochter eines großherzoglich-hessischen Hofkammerrates. Im Februar 1827 wurde ihr erster Sohn, Georg, geboren, ihm folgten noch vier weitere Kinder, ein Sohn und drei Töchter.

Wieder kam Liebig in große Schwierigkeiten, denn erneut musste er von der Hand in den Mund leben, und wiederum ging bei Schleiermacher ein Bittgesuch ein:

"In dem chemischen Laboratorium ist durch die Verlegung des Auditoriums aus dem oberen Stock in den unteren ein Raum frei geworden und ich habe bei der höchsten Staatsbehörde um die Erlaubnis nachgesucht, dieses Lokal zur Wohnung benutzen zu dürfen.

Diese Erlaubnis ist mir ... auch erteilt worden ... aber mit der erhaltenen Erlaubnis ist noch die Bedingung verknüpft, dass ich die Kosten der Einrichtung tragen muss. Ich hatte darauf angetragen, dass die Universität diese Kosten tragen möge und mich erboten, eine jährliche Miete zu bezahlen, die mit denselben im Verhältnis stehen würde; ich muss aber diese Miete bezahlen und die Kosten noch dabei tragen. Die Einrichtung würde ... auf 800.fl. kommen..."

3 Tage später erhielt Liebig "300 fl. als Unterstützung zur Einrichtung seiner Wohnung im Laboratorium". Ein halbes Jahr später konnte Liebig hier einziehen und seiner Arbeit um so intensiver nachgehen.

Auch diese 300 fl. Gratifikation waren gut angelegt. Schon wenig später, im Januar 1828, konnte Liebig Schleiermacher mitteilen, dass er seine seit drei Jahren laufenden Bemühungen, im Auftrage des Großherzoglichen Ministeriums für Finanzen eine Bittersalz- und Salzsäurefabrik einzurichten, abgeschlossen habe.

"Seit drei Wochen ist nun die Fabrik im vollen Gange, täglich werden 2 Zentner Salzsäure und 2 Zentner Bittersalz gewonnen, und es wird noch jetzt Tag und Nacht gearbeitet, um die Bestellungen darauf nur einigermaßen befriedigen zu können ... Ich habe das Glück, dem Staat einen Dienst zu leisten, wodurch ... ein jährlicher Gewinn von fl. 5377 erhalten wird."

Und nicht nur dem Großherzogtum Hessen-Darmstadt gereichte Liebigs noch intensiveres Arbeiten zum Vorteil; die ganze Welt konnte seit dem Jahre 1826 von seinem unermüdlichen Wirken profitieren, das sich den Ausbau der chemischen Wissenschaft, ihre Popularisierung, ihre Organisation in Lehre und Forschung, ihre Ausnutzung und Anwendung zum Wohle der Menschheit zum Ziele gesetzt hatte.

Schon während seines Pariser Aufenthaltes war sich Liebig bewusst geworden, dass diese junge Wissenschaft zu erstaunlichen Leistungen fähig sein müsste, wenn sie von einem Heer von Wissenschaftlern auf breitester Front tiefer erforscht, ihre Ergebnisse allseitig ausgenutzt würden. Das Beispiel Frankreichs und Englands vor Augen, in denen die industrielle Revolution sich vor allem dank der Chemiker in ungeahnte Weiten ausgedehnt hatte, wurde Liebig zum Propagator und Organisator der Chemie in Deutschland und wirkte weit über dessen Grenzen hinaus.

Chemiker waren es gewesen, die am Ende des 18. Jahrhunderts dank wissenschaftlicher Einsichten die Forderungen der Textilindustrie nach Textilhilfsstoffen, Wasch-, Bleich-, Absäuerungs-, Färbemitteln erfüllen konnten, als durch die Konstruktion der Dampfmaschine, die Erfindung der Spinnmaschine, den Bau eines brauchbaren Webstuhls die Arbeitsproduktivität um ein Vielfaches vergrößert und mehr als die 200fache Menge Garn versponnen, verwebt und verarbeitet worden war, das seiner weiteren Bearbeitung harrte.

Das Gewebe, besonders das aus Baumwolle, war gelb und unansehnlich. Es musste gewaschen, gebleicht, gefärbt werden. Aber die bis dahin üblichen Bearbeitungsmethoden hatten sich bei den neuen, riesigen Mengen als völlig unzureichend erwiesen.

Das Waschen war mit Soda, die als Naturprodukt aus Ägypten oder Spanien importiert wurde oder mit Pottasche, gewonnen durch Verbrennen von Holz, durchgeführt worden. Das gewaschene Gewebe war durch Absäuern mit Buttermilch neutralisiert und anschließend auf riesigen

Rasenflächen tage- und wochenlang gebleicht worden.

Weder die Sodaimporte noch die Buttermilchproduktion ließen sich beliebig vergrößern, ganz zu schweigen von den Landstrichen, die nun zur Bleiche nötig gewesen wären.

Da hatte Lavoisiers neue, wissenschaftliche Chemie geholfen: Nicolas Leblanc (1742-1806) hatte das Verfahren gefunden, Soda "synthetisch" aus Kochsalz aufzubauen; in dem jungen bürgerlichen Frankreich waren bei Marseille, Rouen, Lille und Paris die ersten Sodafabriken gegründet worden. Chemiker hatten gefunden, dass sich die Buttermilch durch verdünnte Schwefelsäure ersetzen ließ, die nun in den Bleikammeranlagen in der Gegend von Glasgow und Birmingham durch Verbrennen von Schwefel mit Salpeter in großen Mengen produziert wurde.

1793 hatten die beiden Franzosen Desormes (1777-1862) und Clement (1779-1841), bei denen Liebig in Paris Vorlesungen über technische Chemie hörte, auf der Basis der neuen Oxydationstheorie herausgefunden, dass der Salpeter beim Bleikammerprozess nur die Rolle eines Sauerstoffvermittlers spielt, und hatten die verwendeten Salpetermengen - die importiert werden mussten - wesentlich verringern können.

Die Rasenbleiche war einer chemischen Bleiche gewichen, nachdem der französische Chemiker Claude Louis Berthollet (1748-1822) die bleichende Wirkung des Chlors durch systematische Versuche herausgefunden und es durch Umwandlung in den festen Chlorkalk leicht transportabel und anwendbar gemacht hatte.

Liebig war aufs tiefste beeindruckt gewesen, als ihm diese ersten Leistungen der jungen chemischen Wissenschaft in Paris vor Augen getreten waren, die man in Deutschland noch kaum ausgenutzt hatte. Sie beflügelten ihn, mit Worten die Erfolge der "neuen" Chemie zu propagieren und mit Taten ihre weitere Entwicklung voranzutreiben.

Mit dem Propagieren ging das Organisieren Hand in Hand.

Ebenfalls in Paris, als Privatschüler von Thenard und Gay-Lussac, hatte Liebig erkannt, wie dringend notwendig es war, die intensive, allseitige Ausbildung von Chemikern, so wie sie ihm als Einzelperson dank glücklicher Umstände zuteil geworden war, auf breiter Basis zu organisieren. Ein ganzes Heer wissenschaftlich gebildeter Chemiker war zur Lösung der Aufgaben, die Liebig erkannte, notwendige Voraussetzung; keine Apotheker, Mineralogen, Färber oder Gerber mit nur einseitigen Spezialkenntnissen, sondern Fachleute, die die allgemeinen Grundlagen der chemischen Wissenschaft beherrschten, die chemische Analysen gewandt und zuverlässig ausführen konnten, die sauberes präparatives Arbeiten gelernt hatten, Chemiker, die es vermochten, an die Natur Fragen zu stellen und deren Antworten zu verstehen.

Trotz der beschränkten Zeit und Mittel entwarf Liebig daher schon im Sommer 1825 den Plan, ein sogenanntes "Chemisch-pharmazeutisches Institut" nach dem Vorbild des durch Trommsdorff Anfang des 19. Jh. in Erfurt gegründeten einzurichten. Er konnte die Professoren Wernekinck und Umpfenbach gewinnen, ihm bei dem Vorhaben durch Übernahme von Vorlesungen behilflich zu sein.

Es handelte sich dabei nicht um die Gründung eines besonderen Institutes außerhalb des bestehenden, sondern um die Erarbeitung und Durchführung eines speziellen Lehrplanes, um Pharmazeuten und technischen Chemikern eine für die Ausübung ihres Berufes notwendige solide wissenschaftliche Ausbildung zu verschaffen.

In einer Anzeige, die Liebig, Umpfenbach und Wernekinck 1826 veröffentlichten, entwickelten sie das Programm dieses Lehrinstitutes. In einem einjährigen Kurs sollten alle für den Pharmazeuten nötigen Fächer gelehrt werden, und auch Techniker und Ökonomen sollten viel Neues

und Anregendes finden.

Der Lehrplan sah für das erste Semester Mathematik, allgemeine Botanik, Mineralogie mit je 5 Stunden, Reagenzienlehre und Theorie der chemischen Analyse, eine fünfstündige Vorlesung über Experimentalchemie, pharmazeutische Warenkunde u. a. vor; für das 2. Semester waren geplant: angewandte Mathematik 4 Stunden, Experimentalphysik 5 Stunden und Übungen in chemischer Analyse.

Das ganze Pharmazeutisch-chemische Institut stellte daher von Anfang an vor allem eine Art postgradualer Ausbildungsstätte für Apotheker, Drogisten und Fabrikanten dar, in der sie zusätzlich zu ihrer einseitig praktischen Ausbildung sich den neuesten Stand der Wissenschaft in einem Spezialstudium aneignen konnten, ähnlich wie es Liebig bei seinem Aufenthalt in Paris getan hatte.

Schon 1827 musste Liebig den Lehrplan, den praktischen Erfahrungen entsprechend, ändern; in Geigers Magazin der Chemie ließ er folgende Anzeige einrücken:

"Eine dreijährige Erfahrung hat mich gelehrt, dass der Unterricht in der praktischen und analytischen Chemie, so wie er in den chemisch-pharmazeutischen Instituten gewöhnlich betrieben wird, bei weitem nicht zureicht, um einem jungen Mann nur einigermaßen Fertigkeit und Gewandtheit in analytischen Arbeiten zu verschaffen; ich habe deshalb schon seit einem Jahre eine Änderung in dem Lehrplan des hiesigen chemisch-pharmazeutischen Institutes getroffen. Die Eleven des Instituts besuchen jetzt während des Sommersemesters die Vorlesungen über Chemie, Botanik, Mineralogie als Vorbereitungswissenschaft; das ganze Wintersemester aber ist den praktischen Arbeiten in den chemischen Laboratorien der Universität gewidmet, worin sie von morgens bis abends sich mit analytischen Arbeiten jeder Art beschäftigen müssen; dieser Unterricht ist mit wöchentlichen Examinatorien verbunden.

Ich habe die befriedigende Überzeugung gewonnen, dass bis jetzt keiner das Institut verlassen hat ohne das Bewusstsein, etwas Tüchtiges gelernt zu haben, mit sich genommen zu haben. Diejenigen, welche gesonnen sind, das Institut während des neuen Kurses, der zu Ostern 1828 seinen Anfang nimmt, zu besuchen, bitte ich, sich zuzeiten zu melden, da ich die Zahl der Eleven wegen Mangel an Platz im Laboratorium sehr beschränken muss. Zu den Winterkursen 1827/28 sind alle Plätze besetzt."

Die Anzahl der Plätze betrug ca. 20. Das Pharmazeutisch-chemische Institut wurde von Liebig und den beiden anderen Professoren als Privatunternehmen gehalten. Ein Antrag Liebigs vom Jahre 1825, das Institut als eine staatliche Einrichtung zu führen, war von der Mehrzahl der Senatsmitglieder abgelehnt worden.

Es sei wohl Aufgabe der Universität, die künftigen Staatsdiener heranzubilden, nicht aber, die Apotheker, Seifensieder, Bierbrauer, Likörfabrikanten, Essigsieder, Drogisten und Speze-reikrämer, die eben noch Lehrlinge in ihren Geschäften gewesen, als *cives academicos* zu immatrikulieren.

Professor Vogt, Vater des bekannten Philosophen Karl Vogt, hatte Liebigs Antrag im Senat nachdrücklich unterstützt; die Aufgabe der Universität sei viel weiter gesteckt; Zweck der Universität sei, geistige Kultur allseitig zu fördern, Bildung auszubreiten und damit dem materiellen Wohl zu nutzen.

Der Antrag wurde dem Ministerium überstellt, das sich mit seiner Entscheidung geschickt aus der Affäre zog. Es untersagte die Einrichtung nicht, führte sie aber auch nicht durch.

Wenn ein solches Institut dem Staate, d.h. dem Großherzogtum Hessen-Darmstadt, Vorteile

zu bringen versprach, durfte man den Antrag nicht ablehnen. Andererseits hätte eine Genehmigung einiges Geld aus der Staatskasse gefordert. So überließ das Ministerium die Errichtung eines pharmazeutisch-chemischen Lehrinstitutes "der privaten Tätigkeit der Professoren".

Mit unendlicher Geduld und vielen Mühen hat Liebig in diesem Lehrinstitut, das später schlechthin als das Gießener Laboratorium bezeichnet wurde und dann auch staatliche Unterstützung erhielt, den Grundstein für die Ausbildung von Chemikern als eines Berufsstandes gelegt. Hier hat er beispielgebend für die ganze Welt die Methoden erarbeitet, die Wege ersonnen, auf denen man allseitige, wissenschaftlich gebildete Chemiker ausbilden konnte.

Er führte neben der großen chemischen Experimentalvorlesung das chemische Praktikum ein, in dem die Schüler systematisch den Gang der qualitativen und quantitativen Analyse anorganischer und organischer Verbindungen erlernten, wo sie Präparate herstellen mussten und wo sie schließlich unmittelbar zu Forschungsarbeiten herangezogen wurden.

Eine solche Ausbildungsstätte und dazu noch auf dem neuesten Stand der Wissenschaft und diesen selbst mitbestimmend gab es damals auf der ganzen Welt nicht. Kein Wunder, dass der Zustrom nach Gießen von Jahr zu Jahr größer wurde.

Selbst Gay-Lussac, Liebigs Pariser Lehrer, schickte seinen Sohn zur Ausbildung in Liebigs Laboratorium nach Gießen. F. Wöhler hat die Situation humorvoll in einem Brief charakterisiert:

"Was kann ich dafür, dass Du ein berühmter Mann bist, dass aus allen Teilen der Erde, aus Russland, Norwegen, England, Irland und China die Völker aufbrechen und kommen, Dich zu sehen? Mich hat der Russe nur besucht, weil Göttingen auf dem Wege von Russland nach Gießen liegt. Ist es wahr, dass ein junger Grönländer bei Dir jetzt organische Analysen macht?"

Eine Vielzahl später hochberühmter Chemiker ist durch Liebigs Ausbildungsstätte gegangen: Adolf Strecker (1822-1871), August Wilhelm v. Hofmann (1818-1892), Friedrich August Kekule (1829-1896), Heinrich Emanuel Merck (1794-1855), Max v. Pettenkofer (1818-1901), Heinrich Kopp (1817-1892), Hermann v. Fehling (1812-1885), Richard Erlenmeyer (1825-1909), Moritz Traube (1826-1894), Charles Gerhardt (1816-1856), Adolph Wurtz (1817-1884), James Muspratt (1821-1871), John Hall Gladstone (1827-1902), Lyon Playfair (1815-1898), Nikolaj Nikolaevic Zinin (1812-1880), Nikolaj Nikolaevic Sokolov (1826 bis 1877), um nur einige aus der großen Schar zu nennen, die ihre neuen Kenntnisse in andere Staaten trugen und dort nach Gießener Vorbild eigene, oftmals schon größere Lehr- und Forschungsstätten errichteten.

Eine unermüdliche geistige Konzentration neben einem guten Organisationstalent waren für das Gelingen dieser Chemikerausbildung unumstößliche Voraussetzung. Liebig weilte stets selbst mit im Labor, lehrend, anweisend, helfend, aber auch selbst Erfahrungen sammelnd und lernend. Mit den ersten, wenigen Schülern ließ es sich relativ leicht arbeiten. Als die Zahl der Schüler aber sprunghaft anstieg, musste er neue Methoden ersinnen:

"Um viele auf einmal zu unterrichten", erinnert er sich in seiner Autobiographie, "dazu gehörte ein geordneter Plan oder stufenweiser Weg, der erst ausgedacht und erprobt werden musste. Die Anleitungen, welche mehrere meiner Schüler später publizierten - Fresenius und Will - enthalten im wesentlichen den Gang, der in Gießen befolgt wurde, mit geringen Abweichungen; er ist jetzt beinahe in allen chemischen Laboratorien heimisch ...

Ein eigentlicher Unterricht im Laboratorium, den geübte Assistenten besorgten, bestand nur für die Anfänger; meine speziellen Schüler lernten nur im Verhältnis, als sie mitbrachten; ich gab die Aufgabe und überwachte die Ausführung; wie die Räder eines Kreises hatten alle einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt.

Eine eigentliche Anleitung gab es nicht; ich empfing von jedem einzelnen jeden Morgen einen Bericht über das, was er am vorhergehenden Tag getan hatte, sowie seine Ansicht über das, was er vorhatte; ich stimmte bei oder machte meine Einwendungen.

Jeder war genötigt, seinen eigenen Standpunkt selbst zu suchen. In dem Zusammenleben und steten Verkehr miteinander, und indem jeder teilnahm an den Arbeiten aller, lernte jeder von dem andern. Im Winter gab ich wöchentlich zweimal eine Art von Übersicht über die wichtigsten Fragen des Tages. Es war zum großen Teil ein Bericht über meine und ihre eigenen Arbeiten, in Verbindung gebracht mit den Untersuchungen anderer Chemiker.

Wir arbeiteten, wenn der Tag begann, bis zur sinkenden Nacht. Zerstreungen 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 Erinnerung an ihren Aufenthalt in Gießen erweckt, wie ich häufig hörte, bei den meisten meiner Schüler das wohltuende Gefühl der Befriedigung über eine wohl angewendete Zeit."

Die einzigen Klagen kamen zu jener Zeit - wie Liebig rückblickend dargestellt hatte - allerdings nicht nur vom Diener Aubel. Sehr viele kamen von ihm selbst, denn die Räumlichkeiten, in denen er die Studenten ausbildete, wurden immer unzulänglicher.

1832 richtete Liebig daher eine Eingabe an die Akademische Administrationskommission, in der er um Genehmigung und Mittel bat, einen unmittelbar hinter dem Laboratorium stehenden Holzstall zu einem Auditorium umzubauen und das bisherige Auditorium in ein heizbares Wägezimmer und ein Privatlaboratorium für ihn zu teilen.

Er begründete den Antrag mit der Unzulänglichkeit der vorhandenen drei Räume:

"In dem Kleinen, mit Steinplatten belegten Kabinett, das die Apparaten-, Instrumenten- und Präparatensammlung enthält und deshalb nicht geheizt werden dürfe, müssten alle Wägungen vorgenommen werden; er sei daher gezwungen, stundenlang in diesem während des Winters meist eiskalten Raume zu verweilen.

In dem eigentlichen Laboratorium sei es durch Erbauung eines Herdes in der Mitte des Raumes unmöglich geworden, eine größere Anzahl von Laboranten aufzunehmen; um so dringender sei die Ableitung der schädlichen Dünste, eine Einrichtung dafür sei aber noch nicht ausgeführt; man müsse durch Öffnen von Fenstern oder Türen lüften.

Hier mitten unter den Praktikanten, den schädlichen Dämpfen, der Zugluft, dem Kohlenstaub und Kohlendunst ausgesetzt, müsse er seine Untersuchungen ausführen, es könne daher nicht wunder nehmen, dass seine Gesundheit bedenklich geschädigt werde." (Nach Ausführungen seines Schülers Jacob Volhard, 1834-1910)

Am 10. Dezember 1832 antwortete der Baukonduktor Sonnemann, dass in der Tat die bestehenden Verhältnisse "unzulänglich und unstatthaft" seien, dass jedoch der Vorschlag, den Holzstall zum Auditorium umzubauen, aus mehreren Gründen unausführbar erscheine; der Holzstall müsse ganz abgebrochen werden; ein einstöckiger Anbau für das Auditorium lasse sich jedoch ästhetisch nicht mit dem jetzigen Gebäude in Einklang bringen; er schlug deshalb eine zweistöckige Fortsetzung des vorhandenen Gebäudes vor, wodurch man zugleich die dringend notwendige Erweiterung der überaus engen Wohnung des Professors erreiche.

Der Kostenaufwand wurde auf 3500 fl. geschätzt.

Damit war das Problem vorerst erörtert, praktisch jedoch geschah nichts, und Liebig hätte auch im zehnten Jahr seiner Gießener Lehrtätigkeit unter den gleichen Verhältnissen weiterarbeiten müssen. Das aber war für Liebigs berechtigtes Selbstbewusstsein die schändlichste

Demütigung.

Er konnte und wollte die Missachtung seiner Mühen und Erfolge durch den hessischen Staat nicht länger in Kauf nehmen und, zum äußersten getrieben, kündigte er dem Kanzler der Universität Gießen, v. Linde, am 12. 8. 1833 an, dass er seine Lehrtätigkeit in Gießen beenden werde:

"Beifolgend habe ich die Ehre, den Brief des Herrn Geh. Finanzrates Schmidt zu übersenden, aus dem sich ergibt, dass in der so eilenden Bausache bis zum 6. August die akademische Administrationskommission noch keine Weisung, irgend etwas vorzunehmen, erhalten hat. Es ist möglich, dass der Beschluss der höchsten Staatsbehörde durch neue Gründe sich geändert hat. Und es ist mir lieb, in Gewissheit zu sein, was ich in Gießen zu erwarten habe.

Mein Entschluss ist auf diesen Fall längst gefasst; auf das Äußerste getrieben, werde ich diesen Winter nicht mehr nach Gießen gehen, gleichviel ob ich Urlaub erhalte oder nicht. Ich werde diesen Schritt zu rechtfertigen wissen, denn es gibt wohl niemand an der Universität, der auf eine auffallendere Weise als ich misshandelt worden ist ...

Sie haben mich persönlich und mit Lächeln zu einer Zeit, wo ich aufgereggt und krank und mit Angst an die Zukunft dachte, versichert, dass die Staatskasse keine Fonds besitze, ich habe gesehen, dass Sie Kummer und quälende Nahrungssorgen nie gekannt haben.

Von diesem Augenblicke an habe ich durch unablässiges Arbeiten mir Unabhängigkeit der Stellung zu erwerben gesucht; meine Anstrengungen sind nicht ohne Erfolg gewesen, aber sie sind über meine Kräfte gewesen, ich bin dabei invalid geworden, und wenn ich jetzt, wo ich den Staat nicht mehr bedarf, erwäge, dass mit einigen elenden hundert Gulden in früheren Jahren meine Gesundheit nicht gelitten haben würde, indem mein Leben sorgenfreier gewesen wäre, so ist es für mich der härteste Gedanke, dass ich Ihnen diese Qual verdanke ...

Die Mittel, welche das Laboratorium besitzt, sind von Anfang an zu gering gewesen. Man gab mir 4 leere Wände, anstatt eines Laboratoriums; an eine bestimmte Summe zur Ausstattung desselben, zur Anschaffung eines Inventariums ist trotz meiner Sollizationen nicht gedacht worden. Ich habe Instrumente und Präparate nötig gehabt und bin gezwungen gewesen, bei meiner geringen Besoldung noch jährlich 300 bis 400 fl. zur Anschaffung von Präparaten zu verwenden; ich habe neben dem Famulus, den der Staat bezahlt, einen Assistenten nötig gehabt, der mich selbst 320 fl. kostet; ziehen Sie beide Ausgaben von meiner Besoldung ab, so bleibt davon nicht soviel übrig, um nur meine Kinder zu kleiden.

Sie können daraus entnehmen, wie wenig mir daran liegt, meine jetzige Stellung unter den genannten Umständen zu behalten. Ich weiß, dass man die Staatsregierung nie beschuldigen kann, dass sie geizig ist, aber aus der ursprünglichen Behandlung des Laboratoriums hat sich die Folge herausgestellt, dass es kein Eigentum besitzt, denn ich kann nachweisen, dass, die wenigen Instrumente und Gerätschaften ausgenommen, alles übrige mein Eigentum ist; die zahlreiche Präparatensammlung und alle übrigen Einrichtungen, welche seither das Gießener Laboratorium, ich kann es ohne Erröten sagen, zum ersten Deutschlands gemacht haben, sind gepackt, und ich hoffe, sie bei meiner Zurückkunft in Darmstadt anzutreffen.

Ich kann beweisen, dass die seitherigen jährlichen Summen kaum eingereicht haben, den Bedarf und Aufwand für die Vorlesungen und analytischen Arbeiten zu decken ... die Universität ist der tiefsten Verachtung preisgegeben, denn willkürliche, rücksichtslose Verordnungen machen es einem jeden klar, dass man die Lehrer als Schulknaben betrachtet, die nur die Rute verdienen.

Man fragt sich, was Sie je das geringste, wahrhaft Gute für die Universität getan haben, glauben Sie mir, Sie werden in wenigen Jahren außer den Dummköpfen nur diejenigen Lehrer noch haben, die durch lange Gewohnheiten oder durch Grundbesitz in Gießen gebunden sind."

Liebigs leidenschaftlicher Brief schlug wie eine Bombe ein. Umgehend antwortete der Universitätskanzler. Die Baugenehmigung lief ein, und mit dem Um- und Ausbau wurde noch im Winter 1833 begonnen.

Zunächst erhielt Liebig das geforderte heizbare Wägezimmer und Privatlabor, während das Auditorium erst 1835 errichtet wurde (Abb. 3). Auch ein Assistent wurde Liebig endlich im Frühjahr 1835 bewilligt.

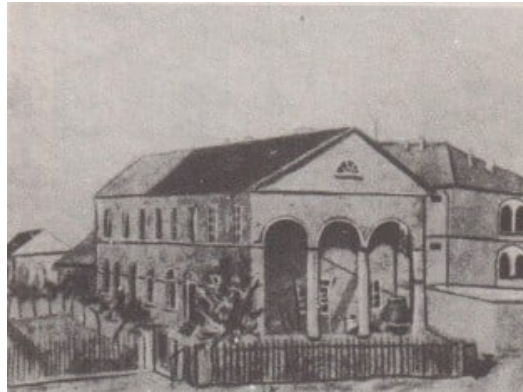


Abb. 3. Chemisches Laborium in Gießen 1836



Abb. 4. Leben und Treiben im chemischen Laborium Liebigs in Gießen

Als Liebig im Jahre 1839 einen Ruf als Professor nach Petersburg ablehnte, wurde das Laboratorium erneut verändert. Es wurde ein zusätzliches Gebäude errichtet, das eine Fläche von 240 m² einnahm und zwei Arbeitssäle mit zusammen 22 Plätzen, ein Wägezimmer, einen Raum für Luftpumpe und Bibliothek und ein neues Auditorium enthielt.

Jacob Volhard, der im Sommer 1852 hier sein erstes Semester absolvierte, hat das Leben und Treiben im Hörsaal und Laboratorium (Abb. 4) eindrucksvoll geschildert:

"In diesem Auditorium habe ich während meines ersten Studiensemesters, im Sommer 1852 die Experimentalchemie bei Liebig gehört. Dasselbe hält nicht entfernt einen Vergleich aus mit den prachtvollen hohen geräumigen Hörsälen, die man jetzt (1909!) in den chemischen Instituten findet; es war nieder und viel zu klein für die Zahl der Zuhörer, es enthielt etwa 60 Sitzplätze, aber die Zahl der Zuhörer betrug wohl 120.

Die vordersten saßen auf Hockern oder sonstigen improvisierten Sitzgelegenheiten und hatten ihre Tintenfüßer auf dem Experimentiertisch stehen!

In der Hitze des Juli herrschte in dem überfüllten Raume oft eine fast unerträgliche Temperatur, die manchen der Zuhörer in den hintersten Reihen veranlasste, sich sachte durch das offenstehende Fenster in den Garten hinabzulassen, um in dem dem Laboratorium gegenüberliegenden Loosschen Felsenkeller innerlich und äußerlich Abkühlung zu suchen.

In dem großen Laboratorium arbeiteten die vorgerückteren Schüler, die dem Neuling um so mehr Respekt und Bewunderung einflößten, als sie meist durch absonderliche Tracht auffielen. Ausnahmslos trugen sie irgendeine Kopfbedeckung, nicht sowohl aus Mode, sondern als Schutz gegen den Staub von Kohlenasche.

Zum Abdampfen, Destillieren irgend erheblicher Mengen von Substanz, zur organischen Elementaranalyse wurde mit Kohlen geheizt, die man, wenn das Feuer nicht recht brennen wollte, durch Wedeln mit großen Federfächern anfachte; dabei flog die Asche in die Luft, setzte sich in den Haaren fest und verursachte dann bei dem in dem heißen Raum unvermeidlichen Transpirieren sehr unangenehmes Jucken; viele trugen schwarze oder graue Filzzylinder, andere abenteuerliche Mützen oder Papierdüten. Die meisten waren in blaue Kittel gehüllt, was ihnen den Namen der Blaufärber eintrug ...

Die Räume des alten Gebäudes hatten geänderte Verwendung gefunden; das 1835 angebaute Auditorium war zum Sprechzimmer und Privatlaboratorium des Professors, sowie zu einer Stiege, die zu dessen Privatwohnung führte, verwendet, das frühere Wägezimmer war Materialkammer geworden, während in dem ehemaligen Privatlaboratorium jetzt der Diener Aibel einen kleinen Vorrat von Glaswaren etc. bereithielt ...

Das frühere Laboratorium diente jetzt als gemeinsamer Arbeitsraum zur Darstellung von Präparaten, Destillationen, überhaupt alle Arbeiten mit irgend erheblichen Mengen von Substanzen, für Glüh- und Schmelzoperationen, sowie für Elementaranalysen. Die Waschküche stand auch damals noch in Mitbenutzung des Laboratoriums, Damals waren ja sehr viele Präparate, die jetzt jeder Drogist führt, überhaupt käuflich nicht zu haben.

Ich erinnere mich noch sehr gut, wie in dieser Waschküche der ausgepresste und mit Kalk nahezu neutralisierte Saft zerquetschter Vogelbeeren eingekocht wurde, um äpfelsauren Kalk abzuscheiden. Auch die Halle nach der Straße hin war immer von Schülern besetzt, die Äther abdestillierten oder auf Kohlenöfen in großen Schalen qualmende Flüssigkeiten abdampften. Es war eine ungeheure Geschäftigkeit in dem ganzen Institut, die den Neuling mit staunender Bewunderung erfüllte."

4 **Experimentalarbeiten, Elementaranalyse, Entwicklung der theoretischen organischen Chemie**

Was Liebig besonders während seines Aufenthaltes in Paris als Aufgabe der künftigen Chemie erkannt hatte, begann er in Gießen auch in seinen experimentell-wissenschaftlichen Untersuchungen in den Vordergrund zu stellen: eine stetige, gediegene Weiterentwicklung der jungen chemischen Wissenschaft auf der Grundlage solider, exakter, einwandfreier experimenteller Untersuchungen und Bestimmungen - das war die richtig erkannte Hauptaufgabe der Zeit.

Erst wenn man diese wissenschaftlich fundierte Basis geschaffen hatte, konnte und musste man daran gehen, sie in breitem Maße als Grundlage der Anwendung in der chemisch-gewerblichen Praxis auszunutzen.

Bei der Aufgabe, Schüler, erstmals eine ganze Generation von Chemikern heranzubilden, verfolgte Liebig daher von Anfang an das Ziel, den jungen Menschen eine präzise, umfassende Ausbildung zuteil werden zu lassen. Voraussetzung dafür war, dass er selbst in höchstem Maße exakt und einwandfrei zu arbeiten lernte. Auch die erst in ihren Anfängen vorhandene Theorie der Chemie konnte nur erfolgreich weiterentwickelt werden, wenn die Ergebnisse der Experimentaluntersuchungen so exakt waren, dass eine Abstraktion theoretischer Erkenntnisse aus ihnen Fehlschlüsse auf Grund mangelhafter Analysen, Wägungen, Messungen usw. ausschloss.

Diese Einsicht hat Liebig mit einem Enthusiasmus zu verwirklichen gesucht, der einmalig in der Geschichte ist. Nicht nur von sich, auch von anderen forderte er höchste Präzision und Exaktheit; er ließ Spekulationen, die auf mangelnden analytischen Einsichten basierten, nicht länger mehr in das Wissenschaftsgebäude der Chemie eindringen; er geißelte sie ohne Ansehen der Person mit Sachlichkeit und Schärfe, mit Ironie und Spott; er machte sich auf diese Weise eine Menge Feinde, die ihn persönlich angriffen und beleidigten, aber er war von seinem Drang nach Exaktheit und Wahrhaftigkeit geradezu besessen, dass er weder Zeit noch Mühe scheute, Unwahrern, Unexaktem auf die Spur zu kommen und es aus der Wissenschaft zu verbannen.

Die persönlichen Anfeindungen vieler der Kritisierten trafen ihn hart, eine mögliche Berufung nach Göttingen im Jahre 1836, für die sich das Ministerium eingesetzt hatte, scheiterte am Widerstand der Fakultätsmitglieder, die F. Wöhler vorzogen:

"Die Wahl war ... zwischen Ihnen und ihm. Die Regierung für Sie, aber die Professoren, von welchen Sie, wie es scheint, als eine Geißel der chemischen Literatur betrachtet und daher gefürchtet werden, für ihn",

schrrieb einer der Göttinger Gelehrten an Liebig,

Als Liebig im Jahre 1832 seine Tätigkeit als Mitherausgeber der *Annalen der Pharmacie* aufnahm - neben Philipp Lorenz Geiger (1785-1836) und Rudolph Brandes (1795-1842) -, machte er es sich zur Aufgabe, alle eingegangenen Experimentaluntersuchungen selbst nachzuprüfen, ehe er sie zum Abdruck in den *Annalen* empfahl.

Viele Chemiker erhielten ihre Mitteilungen postwendend zurück; manche, die ihre Artikel in anderen Zeitschriften unterbrachten, wurden von Liebig unerbittlich kritisiert:

"Als ein Muster für Pharmaceuten", schreibt er z. B., "welche Neigung zu Untersuchungen besitzen, ohne zu wissen, welchen Gegenstand sie dazu wählen sollen, will ich den kleinen Beitrag zur näheren Kenntnis des Chlorkalks von Schweinsberg hier anführen (*Buchners Repert.* XXXVIII, p. 281) ...

Zuletzt sagt er... dass aus seinen Beobachtungen weder für die eine noch für die andere Ansicht etwas gefolgert werden könne. Da er aber nun einmal die Versuche angestellt habe, so wollte er es sich auch bezahlen lassen."

Auch angesehene Wissenschaftler mussten sich, wenn nach Liebig's Meinung ihre Ansichten unrichtig waren, harte Kritik gefallen lassen; z. B. der Franzose Auguste Laurent (1807-1853), der um 1836/37 eine neue Theorie der organischen Verbindungen aufstellte, die Liebig in den *Annalen* Bd. XXV vom Jahr 1838 auf über 30 Seiten den deutschen Chemikern vorstellte und ihre Bedeutung einschätzte:

"Die ganze Theorie des Hrn. Laurent ist, wie man sieht, ein willkürliches Spiel mit Begriffen und Formeln, denen er eine Bedeutung beilegt, die sie nicht besitzen. Ich habe Beispiele genug gegeben, um dieses Urteil zu begründen ... Ich habe diese Versuche wiederholt und gefunden ... dass alle Schlüsse, die er aus seinen Beobachtungen zieht, falsch sind.

Ich will mit diesen Beispielen nicht fortfahren, sie sind genügend, um Jeden zu überzeugen, dass die Grundlage der ganzen Theorie des Herrn Laurent auf durchaus unrichtigen und von ihm erdachten Voraussetzungen beruht ... es sind die ersten analytischen Versuche eines Anfängers, welche alle Nachsicht verdienen würden, wenn er nicht die unbegreifliche Anmaßung damit verbände, umfassende und positive Gesetze darauf zu begründen ..."

Ebenso hart und unerbittlich war Liebig aber auch seinen eigenen Mitteilungen gegenüber, wenn sich diese im Laufe weiterer Untersuchungen als voreilig oder gar unrichtig herausstellten. Er scheute sich nicht, die Fehler einzugestehen, auf sie hinzuweisen, öffentlich Schlüsse daraus zu ziehen.

Als Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) 1831 einen Artikel der Herausgeber des *Magazins für Pharmacie* kritisierte, in dem behauptet worden war, Magnesia alba sei zur Trennung des Eisens von Manganoxid ebenso geeignet wie Kalk, antwortete Liebig darauf:

"Der angeführte Artikel ... ist von Liebig verfasst, und die Versuche sind von Leuten unter seinen Augen ausgeführt, die sonst alles Vertrauen verdienen; nichtsdestoweniger ist es unrichtig und Döbereiner hat Recht ... Döbereiner glaubt, dass nur ein besonderer Umstand an dieser Abweichung schuld sei, und dass wir ihn belehren möchten, wenn er sich vielleicht geirrt haben sollte; er hat uns eine Lehre gegeben, die Früchte tragen soll, nämlich die, sich nie wieder fremder Brillen zu bedienen."

Eine erste Lehre, wie wichtig exakte, zuverlässige Analyseergebnisse für die Abstraktion theoretischer Schlussfolgerungen sind, war Liebig gleich am Anfang seiner wissenschaftlichen Laufbahn bei seinen Untersuchungen über die Natur der Knallsäure erteilt worden, und schon hier hatte er gelernt, Fehler, Unzulänglichkeiten einzugestehen, Voreiliges zurückzunehmen:

In Kastner's *"Repertorium für die Pharmacie"* hatte er 1822 seine erste Mitteilung über die Bereitung und die chemischen Eigenschaften des Knallsilbers veröffentlicht. Nach einer detaillierten Schilderung der besten Bereitungsart von Knallsilber wurde der chemische Vorgang seiner Entstehung diskutiert.

Eine solche, unter Kastner's Anleitung verfasste Erörterung konnte nicht anders als in großen Teilen spekulativ ausfallen. Liebig behauptete, dass bei der Auflösung des Silbers in der Salpetersäure neben Silbernitrat auch Ammoniumnitrat bzw. Ammoniak gebildet würde.

Bei Zugabe des Alkohols würde ein Teil des Alkohols durch Salpetersäure oxydiert unter Bildung von Oxal-, Äpfel- und Essigsäure. Die entstandene Oxalsäure vereinigte sich dann mit dem Ammoniak und dem Silberoxid zu einem dreifachen Salze, eben dem Knallsilber,

Als Liebig im Laboratorium von Vauquelin in Paris erneut über den gleichen Gegenstand gearbeitet hatte, damals aber schon mit den neuen theoretischen und praktischen Kenntnissen ausgerüstet, die Früchte der ersten Monate seines Pariser Aufenthaltes waren, entschloss er sich zu jener Mitteilung seiner Ergebnisse, die Gay-Lussac vor der Französischen Akademie der Wissenschaften vortrug und die danach auch publiziert wurde.

Liebig bezieht sich in der Publikation auf die vorangegangene vom Jahre 1822 und schreibt:

"Ich nahm damals als Bestandteil in dem Knallsilber Ammoniak, Sauerkleeäure und Silberoxid an; wie sehr entgegen meine nachherigen Versuche sprachen, nehme ich keinen Anstand, zu bekennen, besonders da es in der Wissenschaft keine Schande bringt, einen früheren Fehler zu verbessern."

Er teilte dann als Ergebnis mehrerer qualitativer und quantitativer Analysen die prozentuale Zusammensetzung des Knallsilbers mit: 32 T. Sauerstoff, 11 T. Wasserstoff, 9,8 T. Kohlenstoff, 3,4 T. Stickstoff, 41 T. Silber. Der Vortrag der Untersuchungsergebnisse hatte die Zustimmung der französischen Akademie gefunden und Liebig das Tor zum Privatlaboratorium Gay-Lussacs geöffnet.

Erst jetzt war Liebig als Gleichberechtigter in den damals modernsten Verfahren der quantitativen Analyse vertraut gemacht worden. Gemeinsam mit Gay-Lussac hatte er die Zusammensetzung der knallsauren Salze erneut analysiert, und gemeinsam mit ihm publizierte er die neuerlichen Ergebnisse, Die Publikation beginnt mit den Worten:

"Die Abhandlung, welche der eine von uns über das, mittelst Salpetersäure und Alkohol bereitete Knallsilber und Knallquecksilber bekannt machte, hatte vorzugsweise den Zweck zu zeigen, dass diese Substanzen wahre Salze sind, deren eigentümliche Säure man trennen und mit andern Basen verbinden kann.

Ihre Zerlegung und besonders die der Säuren, zeigte indes zu viele Schwierigkeiten, als dass man sich schmeicheln durfte, sie in jener ersten Arbeit mit Genauigkeit gegeben zu haben; da wir aber beide von der Möglichkeit überzeugt waren, einen höheren Grad von Schärfe zu erlangen, so vereinigten wir uns, um diese Analyse zum Gegenstand neuer Untersuchungen zu machen ..."

Als neues Ergebnis der Analyse teilten Gay-Lussac und Liebig mit: 77,528 T. Silberoxid und 22,472 T. Cyanogen (CN).

Der Abdruck der deutschen Übersetzung von Liebig's und Gay-Lussac's Untersuchung in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie vom Jahre 1824 hatte jenes wissenschaftshistorisch originelle Nachspiel, das zur Entdeckung der Isomerieerscheinungen und zur Begründung einer lebenslänglichen herzlichen Freundschaft zwischen Liebig und Friedrich Wöhler führte.

In den gleichen Band der Annalen, auf Liebig's Abhandlung unmittelbar folgend, hatte Poggendorff eine Publikation von F. Wöhler aufgenommen "Analytische Versuche über die Zyansäure", Wöhler, der kurze Zeit zuvor sich die Technik der quantitativen Analyse als Privatschüler von J. J. Berzelius in Stockholm angeeignet hatte, war bei seiner Bestimmung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung von Silberzyanat zu dem Ergebnis gelangt: 77,23 T. Silberoxid, 22,77 T. Zyansäure (CN).

Dem kritischen Liebig stach dieses Resultat sofort in die Augen.

Mit Feuereifer ging er daran, Wöhler's Angaben, die den seinen über die Zusammensetzung des knallsauren Silbers so ähnlich waren, zu überprüfen. Bei der quantitativen Analyse von Silberzyanat fand er ein von Wöhler's Angaben abweichendes Ergebnis und beschuldigte ihn

1825 auf der Naturforscherversammlung zu Frankfurt eines "6% igen chemischen Bockes". Dass zwei völlig verschiedene Substanzen die gleiche qualitative und quantitative Zusammensetzung aufweisen sollten, war eine in der anorganischen Chemie niemals beobachtete Erscheinung.

Wöhler, sehr betroffen, wiederholte seine Analyse mehrfach, stets mit dem gleichen Ergebnis. Er trat 1826 mit Liebig in Verbindung, und nun zeigte sich, dass Liebig den größeren Bock geschossen hatte: das zu seiner eiligst ausgeführten Analyse verwendete Silbercyanat war verunreinigt gewesen.

Mehrfache Analysen bestätigten, dass die beiden so völlig verschiedenen Verbindungen - knallsaures Silber und zynsaures Silber - die gleiche qualitative und quantitative Zusammensetzung besaßen.

Eine neue, wesentliche, chemische Erscheinung war entdeckt, die aber erst Jahre später von Berzelius theoretisch gedeutet wurde als eine verschiedene Art der Anordnung der mengen- und qualitätsgleichen Atome im Molekül, "dass dieselbe Anzahl einfacher Atome in dem zusammengesetzten Atome auf verschiedene Weise untereinander distribuiert" sind. Berzelius auch gab dieser Erscheinung die Bezeichnung Isomerie.

Die Auseinandersetzung um die quantitative Analyse des Silbercyanats hatte Liebig und Wöhler anfangs gegeneinander aufgebracht. Im Verlauf der Untersuchungen lernten sie sich beide aber so schätzen, dass sie sogar beschlossen, einige chemische Untersuchungen gemeinsam auszuführen und unter beider Namen zu veröffentlichen, was sie in der Folge auch mehrmals taten. Zuvor kamen sie aber unbeabsichtigt erneut mit einigen Ergebnissen in Widerstreit:

"Es muss wirklich ein böser Dämon sein", schreibt Wöhler 1829 an Liebig, "der uns immer wieder unvermerkt mit unseren Arbeiten in Kollision bringen und das chemische Publikum glauben machen will, wir suchten dergleichen Zankäpfel als Gegner absichtlich auf. Ich denke aber, es soll ihm nicht gelingen.

Wenn Sie Lust dazu haben, so könnten wir uns den Spaß machen, irgendeine chemische Arbeit gemeinschaftlich vorzunehmen, um das Resultat unter unserem gemeinschaftlichen Namen bekannt zu machen. Ich überlasse die Wahl des Gegenstandes ganz Ihnen."

In einem Brief aus dem Jahre 1830 schreibt Liebig an Wöhler:

"Ich brauche nicht zu sagen, dass ich Deinen Vorschlag mit ganzem Herzen annehme. Unser Verhältnis ist mir von jeher so vorgekommen, als wäre es von Jugend auf geknüpft worden und es ist mir stets schwergefallen, in Briefen an Dich die Sprache von ganz vertrauten Freunden nicht zu sprechen. Du darfst überzeugt sein, dass ich Dir mit ganzer Seele angehöre, und dass mir unsere Verbindung eine wahre Erheiterung meines Lebens ist."

Bis zum Tode von Liebig im Jahre 1873 hat sich die Freundschaft zwischen den beiden Wissenschaftlern ungetrübt erhalten.

Sie besuchten gemeinsam die Naturforscherversammlungen, verbrachten häufig die Semesterferien mit ihren Familien zusammen in einem Bade oder im Gebirge, jeder teilte dem anderen postwendend seinen Forschungsgegenstand, seine neuen Beobachtungen, Entdeckungen mit Wöhler, der von Natur aus ruhiger und besonnener als Liebig war, hat diesen häufig von allzu heftigen Kritiken und Angriffen gegenüber anderen Wissenschaftlern abgehalten, ihn zur Mäßigung und sachlichen Diskussion veranlasst, um ihn vor noch größeren Anfeindungen und Ärgernissen zu bewahren.

"Ich meine", schreibt er z. B. am 30. 5. 1837 an Liebig, "dass die Art, wie Du hier Deine Mei-

nungsverschiedenheiten zu erkennen gibst, einem Manne gegenüber, wie Berzelius ... durchaus unangemessen ist ..."

Als Liebig ihm antwortete, er könne seine wahre Meinung doch nicht zurückhalten, wenn er sehe, dass ein Mann wie Berzelius sich in Unsinn verstricke, schreibt Wöhler:

"Ich habe ja nicht gemeint, dass Du Deine Ansichten ... zurückhalten solltest, das wäre ja verrückt von mir, sondern ich habe nur gewünscht, dass Du Deinen Widerspruch in eine etwas andere, minder verletzende Form einkleiden mögest ... Lichtenberg sagt irgendwo: 'Da, wo man sonst Einem eine Ohrfeige gab, sagt man jetzt, erlauben Sie gütigst.'"

Wie dankbar Liebig dem Freunde für seine Hinweise und Ratschläge, für seine ungetrübt fort-dauernde Freundschaft war, wird besonders in einem der letzten Neujahrsgrüße deutlich, die Liebig an Wöhler sandte: 31. 12. 1871:

"Lange werden wir uns Glückwünsche zu neuen Jähren nicht mehr senden können; aber auch wenn wir tot und längst verwest sind, werden die Bande, die uns im Leben vereinigten, uns Beide in der Erinnerung der Menschen stets zusammenhalten, als ein nicht häufiges Beispiel von zwei Männern, die treu, ohne Neid und Missgunst, in demselben Gebiete rangen und stritten und stets in Freundschaft eng verbunden blieben."

Als Liebig in Gießen die Verhältnisse in den Zusammensetzungen von Silbercyanat und knallsaurem Silber aufzuklären versuchte, als er in den Jahren ab 1825 mit einer jährlich wachsenden Schülerschar daranging, neben anorganischen Stoffen vor allem organische zu untersuchen, wie die Harnsäure, die Hippursäure, den Kampfer, die Kampfersäure u. a. m., wurde ihm der Mangel in den damaligen Methoden der quantitativen Bestimmung der Bestandteile organisch-chemischer Verbindungen besonders deutlich.

Die Apparaturen, die von Berzelius in Stockholm und von Gay-Lussac und Thenard in Paris in der Alltagsarbeit mit den organischen Stoffen entwickelt worden waren, erforderten in ihrer Benutzung einen so hohen Grad an experimenteller Geschicklichkeit, die Bestimmungen selbst waren viel zu langwierig, als dass sie von Schülern, von noch nicht so hervorragenden Experimentatoren, wie Berzelius und Gay-Lussac es waren, mit einiger Aussicht auf Exaktheit hätten angewendet werden können.

Quantitative Analysen organisch-chemischer Stoffe waren zu jener Zeit aber das Alpha und Omega der Weiterentwicklung der Theorie in der organischen Chemie.

Erst um 1810 war die "organische" Chemie von Berzelius als selbständiger Zweig der Chemie bezeichnet worden. Er umfasste nach Berzelius Definition "die Chemie der vegetabilischen und animalischen Stoffe". Erste qualitative und quantitative Analysen von Stoffen aus dem Tier- und Pflanzenreich waren allerdings schon am Ende des 18. Jh. von Lavoisier ausgeführt worden. Er schon hatte die erstaunliche Tatsache festgestellt, dass alle diese Stoffe - ganz im Gegensatz zu denen des Mineralreichs - nur aus ganz wenigen Elementen, im wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, manchmal noch Schwefel und einigen andern aufgebaut sind. Und er schon hatte die Vermutung ausgesprochen, dass die Ursache für die Mannigfaltigkeit der Stoffe des Tier- und Pflanzenreiches in der mannigfach wechselnden quantitativen Zusammensetzung der wenigen Elemente zu suchen sei.

Noch 1810 war aber so wenig Licht in die Zusammensetzung der organischen Verbindungen gedrungen, dass Berzelius in seinem berühmten Lehrbuch der Chemie schrieb:

"Die organische Chemie ist eine so ganz eigenartige Wissenschaft, dass der Chemiker bei dem

Übergang von der Untersuchung der unorganischen Natur zu der der organischen auf ein ihm ganz fremdes Feld gerät."

Er traute es sich beim damaligen Stand des Wissens nicht zu, eine Art Theorie der organisch-chemischen Verbindungen zu geben, und vertröstete seine Leser auf die Zeit, "bis wir wenigstens einige zuverlässige Resultate von den Untersuchungen über die Grundgesetze der Zusammensetzung der organischen Verbindungen und das Verhältnis zwischen ihren unorganischen Grundstoffen gewonnen haben".

Die Zeit hielt Berzelius erst im Jahre 1827 für gekommen, nachdem inzwischen die quantitative Elementarzusammensetzung einer ganzen Anzahl organischer Verbindungen erforscht worden war, die die Annahme Lavoisiers bestätigte. Besonders die Untersuchungen der Fette, auf die der französische Chemiker Michel Eugene Chevreul (1786-1889) die Jahre 1810-1823 verwendet hatte, gaben interessante Aufschlüsse über eine ganze Stoffklasse der organischen Chemie.

Diese und noch einige andere Untersuchungsergebnisse hatten Berzelius ermutigt, eine theoretische Deutung der Zusammensetzung organisch-chemischer Verbindungen zu wagen.

Er zog dabei Analogieschlüsse zu den anorganischen, die, entsprechend den Vorstellungen Lavoisiers - von Berzelius in sein elektrochemisch-dualistisches System eingeordnet worden waren.

Er versuchte, auch die organischen Verbindungen diesem System unterzuordnen und schrieb:

"Der Unterschied zwischen den Erzeugnissen der unorganischen und der organischen Natur besteht eigentlich darin, dass in der unorganischen Natur alle oxydierten Körper ein einfaches Radikal haben, organische Substanzen dagegen aus Oxyden mit zusammengesetztem Radikal bestehen."

Unter einem Radikal verstand Berzelius den von Sauerstoff befreiten Teil einer chemischen Verbindung, also z. B. den Schwefelrest im SO_2 oder SO_3 , den Eisenrest im Fe_2O_3 usw.

Bei den organischen Verbindungen war dieser Rest zusammengesetzt, z. B. C_2H_6 im Alkohol, C_2H_4 in der Essigsäure usw.

Wenige Jahre vor Berzelius hatten die Franzosen Jean Baptiste Andre Dumas (1800-1884) und Polydore Boullay (1806-1835) eine andere Theorie, die sogenannte Ätherintheorie, zur Deutung der Verhältnisse in der organischen Chemie aufgestellt.

Aus der Beobachtung Gay-Lussacs, dass das Volumengewicht des Alkoholdampfes ebenso groß ist wie die Summe der Volumengewichte von Äther, damals Ätherin genannt, und Wasser ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$), dass das Volumengewicht des Äthers der Summe der Volumengewichte von 2 Ätherin und Wasser entspricht ($(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} = 2 \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$), und aus der Feststellung von P. J. Robiquet und J. J. Colin, dass man das Äthylchlorid auffassen kann als zusammengesetzt aus Ätherin und HCl ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl}$), hatten sie geschlussfolgert, dass das Ätherin ein gemeinsamer Bestandteil von Alkohol, Äther und zusammengesetzten Ätherin sei.

Berzelius hatte sich dieser Theorie aber nicht angeschlossen, weil sie zuwenig verallgemeinerungsfähig war. ;

Noch zu der Zeit, als Liebig seine Untersuchungen auf dem Gebiet der organischen Chemie begann; galt daher die Bemerkung Berzelius von dem völlig fremden Feld dieser eigenartigen Wissenschaft. Und als Liebig und Wöhler im Jahre 1832 gemeinsam ihre Untersuchungsergebnisse über die Derivate der Benzoesäure publizierten, da begannen sie ihren Artikel mit den

Sätzen:

"Wenn es gelingt, in dem dunkeln Gebiete der organischen Natur. auf einen lichten Punkt zu treffen, der uns wie einer der Eingänge erscheint, durch die wir vielleicht auf die wahren Wege zur Erforschung und Erkennung dieses Gebietes gelangen können, so hat man immer Ursache, sich Glück zu wünschen, selbst wenn man sich der Unerschöpflichkeit des vorgesetzten Gegenstandes bewusst ist."

Auch das Wesen der organisch-chemischen Verbindungen hatte Berzelius dem der anorganischen gegenübergestellt, und in voreiliger Schlussfolgerung war er sogar so weit gegangen, die Möglichkeit der Synthese organisch-chemischer Stoffe durch die Chemiker zu leugnen.

"Von chemischer Seite betrachtet", schrieb er noch 1827, "ist der lebendige Körper eine Werkstätte chemischer Prozesse, die durch eigene, für die Beschaffenheit des hervorzubringenden Produktes eingerichtete Instrumente ausgeführt werden, von welchen jede einzelne den Namen Organ bekommt.

Davon hat die lebende Natur den Namen organisch bekommen, eine Benennung, welche wir auch auf die Überreste und Produkte lebender Körper so weit ausdehnen, bis sie endlich ihre Elemente ganz und gar und nur nach Art der unorganischen Natur vereinigt haben ...

Die chemische Kunst vermag nicht, die Elemente der anorganischen Natur nach Art der lebenden Natur zu vereinen ... es ist noch nie geglückt, aus den unorganischen Elementen weder Oxalsäure noch Apfelsäure noch Essigsäure zu erzeugen ...

Wenn wir auch in Zukunft mehrere solcher Produkte aus rein unorganischen Materialien und von einer mit den organischen Produkten analogen Zusammensetzung entdecken sollten, so ist doch diese unvollständige Nachahmung immer zu unbedeutend, als dass wir jemals hoffen könnten, es zu wagen, organische Stoffe künstlich hervorzubringen und ... die Analyse durch die Synthese zu bestätigen."

Berzelius hat diesen agnostizistischen Standpunkt unter dem Druck späterer Entdeckungen nach einigen Jahren verlassen; die Erforschung der organisch-chemischen Stoffe erwies schon sehr bald, dass die Chemiker wohl in der Lage waren, aus "unorganischen Elementen" Naturstoffe wie Harnstoff, Zucker und Farbstoffe zu synthetisieren. Voraussetzung für diesen Fortschritt war allerdings die genaue Kenntnis der Zusammensetzung der organischen Stoffe.

Liebig hatte diese Voraussetzung während seines Pariser Aufenthaltes deutlich erkannt; in seiner Autobiographie schreibt er dazu:

"Durch die Arbeit, welche Gay-Lussac mit mir über das Knallsilber gemacht hatte, wurde ich mit der organischen Analyse vertraut und ich sah sehr bald, dass aller Fortschritt in der organischen Chemie wesentlich von ihrer Vereinfachung abhängig sei."

Er ging deshalb um 1830 daran, alle Methoden der organischen quantitativen Elementaranalyse seiner Zeit kritisch zu durchmustern und ihre Mängel systematisch zu beseitigen. Es gelang ihm dabei, eine neue Methode der Elementaranalyse zu entwickeln, die auch für weniger Geübte handhabbar war und die die aufzuwendende Zeit auf einen Bruchteil der bis dahin benötigten reduzierte.

Im Jahre 1831 erschien in Poggendorffs Annalen eine Abhandlung Liebig's: "Über einen neuen Apparat zur Analyse organischer Körper und über die Zusammensetzung einiger organischer Substanzen."

In dieser Schrift hat Liebig zunächst den Sinn und die Methode der organischen Elementar-

analyse dargelegt: .

Das Ziel, die mengenmäßigen Bestandteile einer organischen Verbindung, den Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff usw. zu ermitteln, ist nicht durch direkte quantitative Bestimmung der Elemente zu erreichen.

Die Hauptaufgabe besteht deshalb darin, eine bekannte Menge einer Substanz in Kohlendioxid und Wasser zu überführen. "Die Vollkommenheit der Analyse hängt insofern lediglich von dem Apparate ab, als er erlauben muss, die Produkte ohne Verlust sammeln und ihr Gewicht bestimmen zu können."

Der Stickstoff wird als Element bestimmt oder in Ammoniak übergeführt, Schwefel als Schwefelsäure, Phosphor als Phosphorsäure, die Halogene als Silberhalogenide. Der Sauerstoff wird aus dem Verlust berechnet.

Die Begründer der Analyse organisch-chemischer Stoffe, Gay-Lussac und Thenard, hatten die zu bestimmenden Substanzen mit Kaliumchlorat gemengt, zu Kügelchen geformt und in kleinen Portionen in eine aufrecht stehende Glasröhre eingetragen.

Die Verbrennungsgase wurden durch eine Seitenröhre geleitet und unter einer Glocke über Quecksilber aufgefangen, das Gas, sodann gemessen und mit Ätzkali zur Absorption des Kohlendioxids in Berührung gebracht. Danach blieb entweder reines Sauerstoffgas oder ein Gemenge aus Sauerstoff und Stickstoff zurück; letzteres wurde mittels des Eudiometers ausgemittelt.

Aus der ursprünglichen Substanzmenge sowie der des Kaliumchlorates, der Menge des gebildeten Kohlendioxids und des zurückbleibenden Sauerstoffs konnte man die Zusammensetzung der Substanz berechnen. Die Menge Sauerstoff, die an dem Kaliumchlorat fehlte, musste mit Wasserstoff Wasser gebildet haben. Rückwärts konnte man so auch den Wasserstoffgehalt der Verbindung errechnen.

Abgesehen von der Umständlichkeit der Berechnungen erforderte das Verfahren von Gay-Lussac und Thenard sehr viel Übung; es ließ sich auch nicht für flüssige oder flüchtige Stoffe anwenden. Berzelius hatte deshalb das Verfahren abgewandelt durch Verwendung horizontal liegender Verbrennungsröhren.

Das entstehende Wasser fing er in einem Röhrchen mit Kalziumchlorid auf und sparte so eine umständliche Berechnung ein.

Außerdem vermengte er das Kaliumchlorat mit einer großen Menge Kochsalz, das die Verbrennung verlangsamte, so dass gleich zu Beginn die gesamte Menge der Substanz in die Verbrennungsröhre gebracht werden konnte. Eine weitere, wesentliche Verbesserung war durch Gay-Lussac und Thenard schließlich dadurch erreicht worden, dass sie das energisch reagierende Kaliumchlorat durch Kupferoxid als Sauerstofflieferanten ersetzten.

Es bildet beim Erhitzen keinen Sauerstoff, so dass auch die Berechnungen leichter durchführbar waren.

Als Liebig mit dieser Methode um 1830 daranging, die seit der Entdeckung des Morphins durch Sertürner bekannten basischen Stoffe des Pflanzenreichs, die Alkaloide, in ihrer Zusammensetzung zu bestimmen, um den Grund für ihre Basizität zu ermitteln, erwies sich auch das verbesserte Verfahren als zu ungenau.

Man konnte nur mit geringen Substanzmengen arbeiten, was sich bei dem kleinen Stickstoffgehalt der Alkaloide gegenüber einem großen Kohlenstoffgehalt sehr störend bemerkbar machte.

Liebig sann daher auf einen Ausweg, der besonders das umständliche Verfahren der nachträglichen Kohlendioxidabsorption durch Ätzkali beseitigen sollte, und bewies dabei nicht nur

chemisches, sondern auch technisches und glasbläserisches Geschick.

Er ersann die Möglichkeit, das entstehende Kohlendioxid direkt aufzufangen, und zwar in Kalilauge mittlerer Konzentration. Um das Kohlendioxid schnell und restlos zu absorbieren, erfand er jenen Apparat, der als Kali-Kugelapparat oder auch als Fünfkugelapparat in die chemische Literatur eingegangen ist.

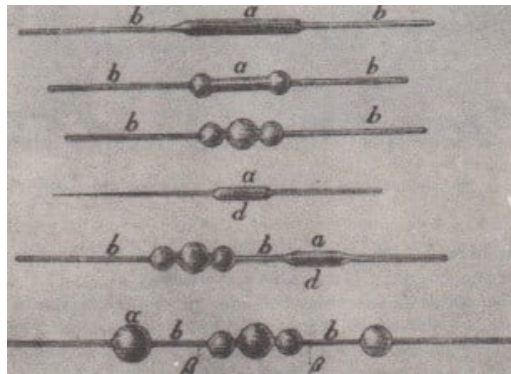
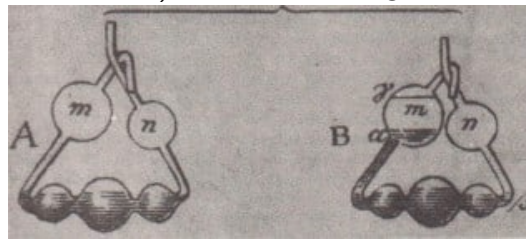
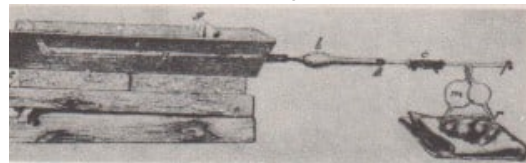


Abb. 5. Liebig's Fünfkugelapparat
a) seine Herstellung



b) vor und nach der Absorption des Kohlendioxids



c) Gesamtansicht des Apparates zur Verbrennungsanalyse

Abb. 5a zeigt die Herstellung dieses Apparates, Abb. 5b den fertigen Apparat; A) mit Kalilauge gefüllt vor der Verbrennung, B) nach Absorption von Kohlendioxid. Abb. 5c zeigt den gesamten Apparat zur organischen Elementaranalyse: a = Verbrennungsröhr, b = Chlorkalziumrohr, c = Kautschukröhre, um das Röhr beweglich zu machen, e = Ziegelstein, um die Apparatur zum Kugelapparat hin zu neigen, m = Kugelapparat. Das Verbrennungsröhr wird in der Wanne g von glühenden Kohlen umgeben.

Mit Hilfe dieses verbesserten Apparates gelang es Liebig, die Elementaranalyse organisch-chemischer Verbindungen in bezug auf die Bestimmung des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs wesentlich zu vereinfachen, den Kohlenstoff als Kohlendioxid, den Wasserstoff als Wasser direkt zu bestimmen, den Gehalt an Sauerstoff aus dem Fehlbetrag gegenüber der Ausgangsmenge zu berechnen.

Schwieriger war dagegen die Bestimmung des Stickstoffgehaltes. Nach vielen Versuchen erwies es sich als am besten, die Stickstoffbestimmung getrennt von der übrigen Analyse auszuführen, den Stickstoff mit dem Kohlendioxid aufzufangen, letzteres durch Kalilauge zu absorbieren und aus den Volumenverhältnissen von Stickstoff und Kohlendioxid (dessen absolute Menge durch die vorangegangene Analyse bekannt war) die absolute Menge des Stickstoffs indirekt

zu bestimmen.

Die Methode war nicht zu genau; Liebig bezeichnete sie aber als die am wenigsten schlechte unter all den schlechten Methoden der Stickstoffbestimmung.

Die Güte des neuen Verfahrens demonstrierte er unmittelbar anschließend durch die quantitative Analyse der Alkaloide Morphin, Strychnin, Brucin, Chinin, Cinchonin u. a.

Liebig erhielt für sein neues Verfahren viele begeisterte Zustimmungen. Aber auch die Kritiker blieben nicht aus; zu ihnen gehörten E. Mitscherlich aus Berlin und Berzelius, die an Kleinigkeiten herumnörgelten.

Liebig verteidigte seine Methode, geschickt für und gegen Berzelius argumentierend und dabei die eigentliche Bedeutung seines neuen Apparates hervorhebend:

"Die ursprüngliche Methode von Berzelius ist vortrefflich, niemand kann es leugnen, wer sich erinnert, dass wir ihm die genauesten Analysen mehrerer organischer Säuren verdanken, dass Herr Chevreul nach der nämlichen Methode die Zusammensetzung einer großen Reihe organischer Materien auf eine Weise festgesetzt hat, dass seine Zahlen stets noch als Muster der Genauigkeit gelten.

Weder Herr Berzelius noch Herr Chevreul bedienen sich in dem gegenwärtigen Augenblick noch dieses Verfahrens und die Ursache ist einleuchtend.

Zur Analyse von 7 organischen Säuren verwandte der erste 18 Monate Arbeit und Herr Chevreul beschäftigte sich 13 Jahre mit der Analyse der von ihm entdeckten fetten Körper.

Mit Hilfe unserer jetzigen Methode würde Herr Berzelius im höchsten Falle 4 Wochen und Herr Chevreul vielleicht 2 Jahre anstatt 13 nötig gehabt haben. Ihr Vorzug ist aber nicht größere Genauigkeit ..., sondern es ist die größere Einfachheit und Sicherheit, was uns die neueren verbürgen bei der gleichen Genauigkeit.

Es handelt sich aber jetzt gerade darum und um nichts weiter. Fortschritte in der organischen Chemie sind nicht denkbar ohne quantitative Untersuchungen; diese umfassen aber ... nicht die Analyse eines einzelnen Körpers, sondern ... 60 - 70 - 100 und mehr Analysen sind nichts Seltenes in dieser Art von Arbeiten."

1837 (und 1853) hat Liebig die Mitteilung über seinen neuen Apparat zu einer selbständigen Schrift ausgebaut: "Anleitung zur Analyse organischer Körper".

Hierin hat er eine so präzise Anleitung zur organischen Elementaranalyse gegeben, dass jeder Chemiker, auch wenn er nicht in Liebig's Laboratorium gearbeitet hatte, ihre Ausführung erlernen konnte. Die tausend und aber tausend Elementaranalysen, die besonders seit den fünfziger Jahren bis zur Jahrhundertwende von Chemikern des In- und Auslandes durchgeführt wurden und die erste Voraussetzung für die Konstitutionsaufklärung der organischen Naturstoffe und ihre späteren Synthesen waren, wären ohne eine Verbesserung der Analysemethoden nicht denkbar gewesen.

Liebig selbst analysierte nach seiner neuen Methode viele organische Verbindungen und publizierte ab 1831 Arbeiten wie "Neue Versuche über die elementare Zusammensetzung organischer Salzbasen", "Über das Salicin", "Über den schweren Salzäther", "Über die Zusammensetzung des Coniins", "Über die Zusammensetzung des Caffeins".

In das Jahr 1832 fallen, neben anderen, drei wichtige Entdeckungen, niedergelegt in den Arbeiten: "Über die Zersetzung des Alkohols durch Chlor", "Über die Verbindungen, welche durch Einwirkung des Chlors auf Alkohol, Äther, ölbildendes Gas und Essiggeist entstehen" (Annalen der Pharmacie Bd. 1, 1832) und "Untersuchungen über das Radikal der Benzoesäure" (Ann.

d. Pharm. Bd. 3, 1832).

Die ersten beiden Arbeiten enthalten u. a. die Mitteilung über die von Liebig entdeckten Stoffe Chloral, Chloralhydrat und Chloroform, die Beschreibung ihrer Eigenschaften sowie die Bestimmung ihrer quantitativen Zusammensetzung und die Diskussion ihrer Formeln.

Mit Hilfe seiner neuen Methode der Elementaranalyse gelang es Liebig zu zeigen, dass der weiße, kristalline Körper, der sich aus Chloral in Wasser bildet, keine völlig neue chemische Substanz ist, sondern lediglich dessen Hydrat. Nicht so günstig verlief die Analyse des Chloroforms, das Liebig - entsprechend seinen Analyseergebnissen - als Chlorkohlenstoff bezeichnete. Bei seiner Analyse hatte er keinen Wasserstoff nachweisen können; erst später hat er diesen Fehler korrigiert.

Von besonders großer experimenteller wie theoretischer Bedeutung war die dritte der in den Annalen publizierten Abhandlungen, "Untersuchungen über das Radikal der Benzoesäure", eine der mit Wöhler gemeinsam ausgeführten Arbeiten. Sie stellt ein Musterbeispiel damaliger Zeit für Exaktheit in den experimentellen Versuchen wie in der theoretischen Abhandlung des Gegenstandes dar.

Von Untersuchungen über das Öl der bitteren Mandeln ausgehend, das sich, wie bekannt war, an der Luft in Benzoesäure verwandelt, hatten Liebig und Wöhler zunächst versucht, Eigenschaften und Zusammensetzung des Bittermandelöls zu bestimmen. Wie Detektive stellten sie dabei an die Natur ihre Fragen, sicherten Spuren und zogen daraus ihre Schlüsse.

Zunächst wurde das rohe Ausgangsmaterial mehrfach gereinigt, um Fehlerquellen von vornherein auszuschließen: Schütteln mit Eisenchlorid und Kalziumhydroxid und anschließende Destillation, Trennung von dem mit überdestillierten Wasser, Rektifikation über frischgebranntem Kalk. Von diesem so gereinigten Öl wurden die physikalischen Daten bestimmt.

Die chemischen Eigenschaften folgten durch gezielte chemische Fragen: An der Luft, in feuchtem wie in trockenem Zustand Verwandlung in Benzoesäure; Beschleunigung dieses Vorganges im Sonnenlicht; bei Durchführung des Vorganges in einer Glasröhre über Quecksilber zeigt das Steigen der Quecksilbersäule eine Sauerstoffaufnahme an; bei der Verwandlung in Benzoesäure wird kein dritter Körper gebildet; durch Einwirkung von Chlor, Brom oder Jod entstehen neue Verbindungen.

Die Elementaranalyse ergibt: 79,4 T. Kohlenstoff, 5,8 T. Wasserstoff, 14,8 T. Sauerstoff - eine Bestimmung, die fast dem theoretischen Wert entspricht! Die hieraus von Wöhler und Liebig berechnete Formel lautet $C_{14}H_{12}O_2$ (= $2 C_7H_6O$; letztere Formel wurde der Einfachheit halber vom Autor im folgenden eingesetzt, obgleich Liebig und Wöhler die verdoppelte zugrundelegten).

Die Analyse der Benzoesäure ergab 69,2 T. Kohlenstoff, 5 T. Wasserstoff, 28,5 T. Sauerstoff. Die hieraus berechnete Formel lautete: $C_{14}H_{12}O_4 = 2 C_7H_6O_2$.

Beide Summenformeln, die des Bittermandelöls (Benzaldehyd) wie die der Benzoesäure, waren damit richtig ermittelt worden (im Gegensatz zu den Bestimmungen von Berzelius und Dumas, die für die Benzoesäure andere Formeln berechnet hatten). Aus den Bestimmungen erklärte sich die Umwandlung von Bittermandelöl in Benzoesäure an der Luft fast von selbst:

"Diese Säure entsteht daraus durch ganz einfache Oxydation; das Oel nimmt nämlich an der Luft oder im Sauerstoffgas 2 Atome dieses Elementes auf."

Aus dem Verhältnis von Bittermandelöl zu Benzoesäure und aus den Verhältnissen von Benzoesäure zu den Chlorierungs-, Bromierungs- und Jodierungsprodukten des Bittermandelöls, deren

Zusammensetzung Liebig und Wöhler ebenso exakt bestimmt hatten: C_7H_5OCl , C_7H_5OBr , C_7H_5OJ , zogen sie eine bedeutende theoretische Schlussfolgerung: sie schrieben nämlich

C_7H_5OH = Bittermandelöl = Benzoylwasserstoff,

C_7H_5OOH = Benzoessäure = Benzoylsäure,

C_7H_5OCl = Chlorbenzoyl,

C_7H_5OBr = Brombenzoyl,

C_7H_5OJ = Jodbenzoyl.

Aus Chlorbenzoyl entstand durch Einwirkung von Quecksilberzyanid "Zyanbenzoyl" der Formel C_7H_5OCN , durch Einwirkung von trockenem Ammoniakgas Benzoylamid $C_7H_5ONH_2$.

Die exakten Analysen mit dem so vieler Umsetzungen fähigen Benzoylwasserstoff (Benzaldehyd) legten Liebig und Wöhler eine neue theoretische Deutung dieser ganzen Klasse von Verbindungen geradezu in den Mund:

Anknüpfend an die von Altmeister Berzelius mehr spekulativ aus der anorganischen Chemie übertragene Vorstellung, dass auch die organischen Verbindungen stets aus 2 Teilen aufgebaut sein müssten, wobei im Gegensatz zu den anorganischen bei den organischen Verbindungen der eine Teil ein komplexer, zusammengesetzter, ein Radikal sei, glaubten Liebig und Wöhler erstmals ein solches Radikal wirklich aufgefunden zu haben (C_7H_5O).

Und in der Tat hatten sie damit ein für organisch-chemische Verbindungen typisches Verhalten entdeckt, verschiedenartige Veränderungen nur in der "funktionellen Gruppe" zu erleiden, während ein ganzer "Rest" durch die Reaktionen unverändert hindurchgezogen wird.

Liebig und Wöhler begründeten auf ihren Ergebnissen die Radikaltheorie der organischen Chemie. Sie stellte - nach der Äthertheorie - eine neue Hypothese dar, die eine gewisse Systematik und Ordnung in das Dunkel der organischen Chemie brachte.

Dennoch umfasste sie nur einen speziellen Teil organischer Verbindungen: sie war zu wenig allgemeingültig, als dass sie schon eine Gesetzmäßigkeit im Verhalten aller organisch-chemischer Verbindungen widerspiegelt hätte. Sie hat daher auch nur eine gewisse Zeit die erste Rolle gespielt und erhielt dann den ihr gebührenden Platz: eine theoretische Deutung neben vielen anderen zu werden, die andere Charakteristika der organisch-chemischen Verbindungen widerspiegeln und die alle erst in der zweiten Hälfte des 19. Jh. in eine allgemeine, umfassende Theorie der organischen Chemie, in die Strukturtheorie von Butlerov und Kekule einmündeten.

Berzelius in Stockholm hat Liebigs und Wöhlers neuer Theorie anfangs begeistert zugestimmt, bestätigte sie doch durch viele Experimente offensichtlich die Berechtigung seiner dualistischen Vorstellungen vom Aufbau auch der organisch-chemischen Verbindungen aus 2 Teilen.

Etwas später wurde ihm aber deutlich, dass die experimentellen Ergebnisse eigentlich seiner Theorie widersprachen, denn nach ihr sollte das Radikal ja der sauerstofffreie Rest der organischen Verbindungen sein.

Hier schon zeigten sich ganz deutlich die Widersprüche in der Radikaltheorie von Berzelius, der das, was für die heteropolar gebundenen Verbindungen der anorganischen Chemie durchaus gültig ist, auf die meist homöopolar gebundenen Verbindungen der organischen Chemie schematisch übertragen hatte. Berzelius suchte den Kompromiss, indem er - der Praxis widersprechend - den Sauerstoff nicht mit zum Benzoylradikal rechnete, also nur C_7H_5 als solches betrachtete, und legte damit den ersten Grundstein zum späteren Sturz seiner gesamten dualistischen Theorie.

Liebig war mit Berzelius Vorgehen nicht einverstanden; er widersprach ihm, und von jener

Zeit an begann sich das freundschaftliche Verhältnis, was sich auch zwischen diesen beiden Chemikern entwickelt hatte, merklich zu trüben.

Liebig kritisierte Berzelius aus Liebe zur Wahrheit, so wie er jeden kritisierte, dessen Ansichten dem weiteren Fortschritt im Wege zu stehen schienen. Berzelius hingegen, der Liebig 1831 geschrieben hatte: "Es ist mir immer eine wahre Freude, Ihre Abhandlungen zu lesen, wegen der reinen Wahrheitsliebe, die bei Ihnen herrscht", war seinen eigenen theoretischen Vorstellungen so verhaftet, dass er eine Kritik an ihnen als unberechtigt empfand, 1838 schrieb er ihm:

"Bester Liebig ... Sie müssen aufhören, chemischer Scharfrichter zu sein, Sie stehen hoch genug, um gesehen zu werden, ohne zu gebrauchen, andere rings Umstehende niederzudrücken ..."

Und doch war auch ein Teil Berechtigung in der Kritik, die Berzelius an Liebig übte! Die sich überschlagenden Entdeckungen, die großen Erfolge in den analytischen Arbeiten der Gießener chemischen Schule, in deren Mittelpunkt Liebig stand, brachten ihn in einen Erfolgsrausch, der angetan war, allzu selbstsicher, mitunter auch etwas überheblich aufzutreten.

Deutlich zeigt sich dies in einem Beitrag aus der Feder Liebigs in den *Annalen der Pharmacie* vom Jahre 1834, in dem es u. a. heißt:

"Die deutsche Literatur in der Chemie, dieses in Schmutz und Unrat verkümmerte Kind ... der Verachtung des Auslandes preisgegeben, ist in wenigen Jahren durch reine und gesunde Nahrung zu einem Riesen emporgewachsen. In einem Teile des Auslandes ... ist jetzt die deutsche Literatur der Maßstab des Verdienstes geworden, der Sitz der öffentlichen Meinung ist nicht in diesem Lande, er ist in Deutschland, wohin er gehört ..."

Dazu eine gedruckte Anmerkung Liebigs:

"Er darf in Frankreich nicht sein, wo die Zulassung einer neuen Tatsache ... von dem Ausspruche einer Coterie abhängig ist; er kann in England nicht sein, wo wahrhaft wissenschaftlicher Sinn nur in wenigen Individuen gefunden wird; er muss bei uns sein ..."

Anknüpfend an die Untersuchungen über das Radikal der Benzoesäure hat Liebig, häufig allein, oft auch in Gemeinschaft mit Wöhler oder fortgeschrittenen Schülern eine stetig wachsende Menge von organisch-chemischen, hin und wieder auch von anorganischen Verbindungen untersucht und einen wesentlichen Beitrag geleistet, mehrere Pfade in das Dickicht der organischen Chemie zu schlagen.

Man hat rund 400 Publikationen Liebigs gezählt, darunter eine Reihe Bücher, das meiste aber Experimentaluntersuchungen, die er in den *Annalen der Chemie* publizierte.

Unter ihnen muss besonders die gemeinsam mit Wöhler durchgeführte Untersuchung über die Harnsäure erwähnt werden, die rund 100 Seiten in den "*Annalen*" von 1837 ausfüllt und die an Exaktheit und Gründlichkeit der Untersuchung über die Derivate der Benzoesäure in nichts nachsteht.

Diese Arbeiten offenbarten auch immer deutlicher, wie unrecht Berzelius mit der Annahme hatte, dass organisch-chemische Verbindungen nur in den Organismen unter der Wirkung einer "Lebenskraft" hervorgebracht werden könnten.

Berzelius hatte die auffälligen, von den anorganischen Stoffen abweichenden Eigenschaften der organisch-chemischen Verbindungen nicht in den sie aufbauenden Elementen, besonders im Kohlenstoff gesucht, sondern im organischen Leben, im Wirken einer sogenannten Lebenskraft, Er hatte geschrieben:

"Dieses Etwas, welches wir Lebenskraft nennen, liegt gänzlich außerhalb der unorganischen

Elemente: und ist nicht eine ihrer ursprünglichen Eigenschaften ... aber was es ist, wie es entstehe und endige, begreifen wir nicht."

Schon 1828 war es zwar Wöhler geglückt, eine "organische" Substanz, den Harnstoff, aus "unorganischen" Stoffen, nämlich durch Erhitzen von Ammoniumzyanat herzustellen. Er war sich der philosophischen Konsequenz dieser Entdeckung und der Konfrontation mit Berzelius sofort klar gewesen und hatte an Berzelius, seinen Lehrer und Freund, als er ihm das Ergebnis mitteilte, die Frage gerichtet:

"Diese künstliche Bildung von Harnstoff, kann man sie als ein Beispiel von Bildung einer organischen Substanz aus unorganischen Stoffen betrachten? Es ist auffallend, dass man zur Hervorbringung von Zyansäure immer doch ursprünglich eine organische Substanz haben muss."

In den einleitenden Worten seiner Abhandlung "Über die künstliche Bildung des Harnstoffs" in Poggendorffs Annalen hat Wöhler seine Entdeckung dann jedoch eindeutig "ein Beispiel von der künstlichen Erzeugung eines organischen, und zwar sogenannten animalischen Stoffes aus unorganischen Stoffen" genannt.

Nach 1828 haben Liebig und Wöhler durch eine Vielzahl von Synthesen organischer Stoffe in der "Retorte" nachgewiesen, wie unsinnig die Voraussetzung einer Lebenskraft für die künstliche Herstellung organisch-chemischer Stoffe ist. Liebig schrieb dazu:

"So sind der Harnstoff, das Allantoin, die Säure in den Ameisen und Wasserkäfern, die Oxalsäure, das flüchtige Öl der Baldrianwurzel ... Produkte des Lebensprozesses; aber sind es, so muss man fragen, Produkte der Lebenskraft?

Wir sind imstande, durch die chemische Kraft alle diese Verbindungen hervorzubringen ...; aus verkohltem Blut machen wir Harnstoff, aus Sägespänen Zucker, Ameisensäure, Oxalsäure ... aus Kartoffeln das flüchtige Öl der Baldrianwurzel.

Dies sind Erfahrungen genug, um die Hoffnung zu begründen, dass es uns gelingen wird, Chinin und Morphin, die Verbindungen, woraus das Eiweiß oder die Muskelfaser besteht, mit allen ihren Eigenschaften hervorzubringen."

In seinen "Chemischen Briefen" hat Liebig dem Problem der Lebenskraft einen ganzen Abschnitt gewidmet und sich besonders mit jenen auseinandergesetzt, die den Begriff der Lebenskraft im naturphilosophischen Sinne zur Deutung von noch Unerforschtem herangezogen hatten. Er geißelte diese Methode mit harten Worten:

"... sie geben uns die unmöglichsten Ansichten und schaffen sich in dem Worte Lebenskraft ein wunderbares Ding, mit dem sie alle Erscheinungen erklären, die sie nicht verstehen. Mit einem durchaus unbegreiflichen, unbestimmten Etwas erklärt man alles, was nicht begreiflich ist!"

Trotz dieser eindeutigen Kritik hat Liebig den Begriff der Lebenskraft aber nicht aus der Wissenschaft verbannt. Er hat ihn im Gegenteil selbst zur "Erklärung" des Besonderen in der hochorganisierten Materie, die wir "lebendig" nennen, verwendet und war der Ansicht, dass man in späteren Zeiten die Natur der Lebenskraft auf Grund der dann umfassenderen Kenntnisse über die chemischen Kräfte erforschen könne.

"Nie wird der Chemismus im Stande sein", schrieb er, "ein Auge, ein Haar, ein Blatt zu erzeugen." Und an anderer Stelle:

"Alle Stoffe, welche Anteil an dem Lebensprozess nehmen, sind niedere Gruppen von einfachen Atomen, die durch den Einfluss der Lebenskraft zu Atomen höherer Ordnung zusammentre-

ten, Die Form, die Eigenschaften der einfachsten Gruppen von Atomen, bedingt die chemische Kraft unter der Herrschaft der Wärme, die Form und Eigenschaften der höheren, der organisierten Atome bedingt die Lebenskraft."

Friedrich Engels hat in seinen "Notizen und Fragmenten" die Vertreter der Lebenskraft aller Art und Schattierung kritisiert. Er schrieb:

"Soll damit (mit der Lebenskraft - I.S.) gesagt sein, dass die Bewegungsform im organischen Körper verschieden ist von der mechanischen, physikalischen, chemischen, sie alle aufgehoben in sich enthält, so ist die Ausdrucksweise faul, und besonders auch deswegen, weil die Kraft - Übertragung der Bewegung voraussetzend - hier als etwas dem Organismus von außen Ein-geblasenes, nicht ihm Inhärentes, von ihm Untrennbares erscheint, und daher die Lebenskraft letztes Refugium aller Supernaturalisten war."

5 Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur, Physiologie und Pathologie

Inzwischen war Liebig's Name sowohl durch seine Arbeiten als auch durch seine Schüler in der ganzen Welt bekannt geworden.

1837 erhielt er eine Einladung der "British Association for the Advancement of Science", im Spätsommer an ihrer Jahresversammlung teilzunehmen. Liebig nahm die Einladung an und begann Anfang August eine ausgedehnte Reise, die ihn zunächst mit der Postkutsche die Lahn hinab und dann nach Rotterdam führte.

Da er zu früh, nämlich drei Tage vor der Abfahrt des nächsten Dampfschiffes nach Hull eingetroffen war, wurde die Zeit für die Besichtigung von Utrecht, Amsterdam, den Haag und Leyden genutzt.

Nach gut überstandener Seereise holte ihn in Hull der Sohn des Glasgower Professors Thomas Thomson (1773 bis 1852) ab. Dieser erledigte die leidigen Zoll- und Passangelegenheiten rasch dadurch, dass er alle Sachen Liebig's für die seinigen erklärte, und begleitete Liebig in der Postkutsche nach York, am anderen Tage über Leeds nach Manchester. Liebig beschreibt mit höchstem Erstaunen in einem Brief an seine Frau die Landschaft dieses Industriezentrums Englands, das in Deutschland noch kein Gegenstück kannte:

"Die Landschaft ist ein rauchender Schornstein, d. h. sie ist bedeckt mit Tausend kolossaler Pyramiden oder Säulen, den Rauchfängen von den Kesseln der Dampfmaschinen ... Und Manchester, welches einen sonderbaren Anblick bietet es dar! Eine zahllose Menge der erwähnten Schornsteine, alle rauchend und mit ihrem Rauch die ganze Stadt einhüllend, es sieht aus wie eine Hölle."

Am 16. 8. schreibt Liebig aus Dublin, wohin er inzwischen mit der in Deutschland nur auf der Strecke Nürnberg-Fürth bekannten Eisenbahn gereist ist:

"Von Manchester nach Liverpool ging es in 37 Minuten mit der Eisenbahn, so schnell als ein Vogel fliegen kann ... Liverpool ist nach der Wasserseite hin so lebhaft, wie ich außer Hamburg noch keinen Seeplatz gesehen habe. Die Masse von Schiffen setzt in Erstaunen, ich bin zwei englische Meilen gegangen, ohne das Ende zu sehen."

Über Belfast reiste Liebig weiter nach Glasgow, wo er als Gast der Chemieprofessoren Thomas Graham (1805-1869) und Thomas Thomson empfangen wurde. Auch hier stand das "sight-seeing" im Vordergrund.

Mit Erstaunen bewundert Liebig ein Stahlwerk wegen seiner vorzüglichen Transporteinrichtungen: die Kohle wird unmittelbar von der Grube zum Kanal befördert, bis zu den einzelnen Teilen des Werkes fahren Eisenbahnen, deren Schienen durch Seitenstränge mit der Hauptlinie verbunden sind.

Liebig besichtigt Schwefelsäure-, Soda- und Seifenfabriken; Thomson gibt ihm zu Ehren ein Diner, zu dem er die bedeutendsten Chemiker Glasgows, unter ihnen die Fabrikbesitzer, einlädt und erreicht damit seine Absicht: alle laden Liebig zur Besichtigung ihrer Fabriken ein, und Liebig, der eine chemische Industrie solchen Ausmaßes von Deutschland her nicht kannte, nimmt alle Einladungen mit großem Interesse entgegen.

Unter anderem besucht er auch eine Fabrik, die einer seiner Gießener Schüler, Walter Crum, betreibt und in der täglich die damals große Menge von 200 Stück Baumwollzeug gebleicht sowie Weizenstärke hergestellt wurde. Crum beschäftigte 1500 Arbeiter.

In den Briefen an seine Frau, die Liebig als eine Art Tagebuch schrieb, hebt er einen bedeutenden Umstand hervor, den er bei allen Besichtigungen beobachten konnte: den Mangel an chemischen Kenntnissen gegenüber der Vollkommenheit der maschinellen Einrichtungen und der Sachkenntnis in Handelsangelegenheiten.

Es war eben die industrielle Revolution, die in dem bürgerlichen England lange Zeit vor Deutschland den günstigeren gesellschaftlichen Boden gefunden und die Manufaktur durch das Fabrikssystem abgelöst hatte. Die Wissenschaft hinkte nach, besonders auf dem Gebiete der Chemie. Die englischen Chemiker erkannten diesen Mangel sehr deutlich, und so nimmt es nicht wunder, dass sie Liebig, als er endlich in Liverpool eintraf, um an der Versammlung der Britischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften teilzunehmen, wie einen ganz Großen feierten. Auch diese Eindrücke hat Liebig in einem Brief an seine Frau festgehalten:

"Freitag gab die Stadt Liverpool ein großes Frühstück im Botanischen Garten, kostbare Weine und Essen im Überfluss, Tausende von Menschen, alle Damen der Stadt ... Ich schrieb den nämlichen Tag eine kleine Abhandlung, in der ich einige Resultate der organischen Chemie mitteilte; ich deutete die Wichtigkeit der organischen Chemie für die Medizin, auf das Leben und den Umschwung der Manufakturen an, drückte mein Bedauern aus, dass in dem Lande, dessen Gastfreundschaft meinem Herzen unvergesslich sein werde, dass in diesem Lande die organische Chemie keine Wurzeln geschlagen habe; ich forderte Englands Naturforscher auf, ihre Kräfte mit den unsrigen zu vereinen und so fort.

Da ich fürchten musste, dass meine englische Aussprache Veranlassung sein möchte, weniger Aufmerksamkeit auf den eigentlichen Zweck meines Vortrages zu richten, so bat ich Hr. Faraday, unsern Präsidenten, den Vortrag statt meiner zu halten, was er denn auch auf die ausdrucksvollste Weise tat ...

Er fing an, mich zum größten Chemiker der Welt zu machen, alles aufzuzählen, was ich getan hatte, und kam zuletzt so in Ekstase, dass er meine Abhandlung zum zweiten Mal vortrug ... Auf meine Aufforderung an die englischen Chemiker furchtbarer Applaus, Erwähnung der Gastfreundschaft doppelt furchtbarer Applaus usw., kurz ich war der lion des Abends."

Wenn man auch der Gastfreundschaft einem ausländischen Professor gegenüber bei einem überaus herzlichen Applaus einige Abstriche machen muss, so drückt er dennoch echte Hochachtung vor dem Gießener Professor aus, der anhand seiner Arbeiten besonders auf dem Gebiete der organischen Chemie die Notwendigkeit und Nützlichkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse für den weiteren Aufbau der Industrie demonstriert hatte.

Liebig wurde auf der Versammlung von der Gesellschaft gebeten, einen Bericht über den damaligen Zustand der organischen Chemie und der organischen Analyse vorzubereiten.

Dieser Aufforderung kam Liebig gern nach; allerdings erarbeitete er keinen abstrakten Bericht, sondern stellte den Zustand der organischen Chemie und den Stand der organischen Analyse an einem hochaktuellen Beispiel dar: der Pflanzenphysiologie.

Der Auftrag wurde für ihn zum äußeren Anlass, sein umfangreiches Werk zur Agrikulturchemie zu verfassen, das bereits 1840 gedruckt erschien.

Der genaue Titel des Werkes "Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" weist die Absicht des Verfassers aus: erstmals sollten die neuen und neuesten Kenntnisse auf dem Gebiet der Chemie, speziell der organischen, zum Verständnis der chemischen Vorgänge im pflanzlichen und tierischen Organismus herangezogen und auf ein Gebiet von höchster gesellschaftlicher Bedeutung, die Agrikultur, angewandt werden.

Allerdings war Liebig nicht der erste, der sich mit Untersuchungen über die Lebensbedingun-

gen der Pflanze befasste. Joseph Priestley, Jan Ingenhousz (1730-1799), Theodore de Saussure (1767-1845), Jean Baptiste Boussingault (1802-4887), Jean Senebier (1742-1809), Karl Sprengel (1787-1859) u. a. hatten Jahre vor ihm oder auch fast gleichzeitig mit ihm in größeren und kleineren Abhandlungen, durch bloße Beobachtungen wie auch bereits durch exakte Versuche eine Reihe wissenschaftlicher Erkenntnisse auf diesem Gebiet zusammengetragen.

So war der Assimilationsvorgang der Pflanze besonders durch Saussure bereits so weit erkannt worden, dass der Aufbau der pflanzlichen Organe als eine Folge der Aufnahme von Kohlendioxid im Sonnenlicht und die Einspeicherung von dessen Kohlenstoff in Blätter, Stengel, Wurzeln etc. erschien.

Saussure hatte auch chemische Untersuchungen über die Pflanzenarten durchgeführt und festgestellt, dass diese alkalische, phosphorsaure, kohlen- und kiesel-saure Erden enthalten. Dennoch widerspiegelten diese Untersuchungen und Abhandlungen nur bruchstückhaftes Wissen, das nicht von einem umfassenderen, verallgemeinernden Standpunkt aus in ein System gebracht und damit anwendungsfähig gemacht worden war.

Liebig hat alle diese Bruchstücke wissenschaftlicher Erkenntnis zusammengetragen und von seinem höheren wissenschaftlichen Niveau aus zu verallgemeinern versucht. Im Vorwort zu seinem Werk hat er seinen eigenen Anteil an der Erforschung dieses Gegenstandes allerdings zu sehr eingeschränkt: "Das kleine Werk", schreibt er, "ich weiß kaum, ob ein Teil davon mir als Eigentum angehört; ... es scheint mir immer, als ob ich eigentlich nur die Ansichten weiter ausgeführt und zu beweisen gesucht hätte..."

Gerade das "eigentlich nur" war aber sein Hauptverdienst, das nach einigen Jahrzehnten den Bauern reichere Ernten, gesünderes, schwereres Vieh, den Städtern weniger Hungersnöte brachte und der Malthusschen Theorie von der notwendigen gewaltsamen Geburtenregelung wegen der Vergrößerung der Nahrungsquellen in algebräischer, der Vermehrung der Bevölkerung in geometrischer Reihe den Todesstoß versetzte (vgl. 5. 85).

Schon in seiner Aufgabenstellung geht Liebig weit über das hinaus, was Senebier oder Saussure zum Gegenstand ihrer Untersuchungen gemacht hatten. Liebig stellt ein umfassendes, klar umrissenes Programm auf: Ermittlung der Stoffe, die den Pflanzen zur Nahrung dienen, Erforschung der Quellen, aus denen diese Nahrung entspringt, Untersuchung der Veränderung, die sie bei der Assimilation erleidet.

Im ersten Teil seines Buches werden daher die chemischen Verbindungen untersucht, die den Pflanzen ihre Hauptbestandteile Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel liefern, sowie die Beziehungen, die es zwischen den Lebensfunktionen von Vegetabilien, tierischen Organismen und anderen Naturerscheinungen gibt; der zweite Teil des Werkes behandelt die chemischen Prozesse, die nach dem Tode der Organismen deren Vernichtung bewirken: Gärung, Fäulnis und Verwesung.

Zunächst geht Liebig auf die allgemeinen Bestandteile der Vegetabilien ein. Aus einer Fülle von Analysen, von ihm und seinen Schülern im Laboratorium durchgeführt, weiß er, dass Kohlenstoff und Wasserstoff die Bestandteile aller Pflanzen sind, dass die Hauptmenge der Vegetabilien aus Verbindungen besteht, "die den Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten" (= Kohlenhydrate) und zu denen er zählt: Holzfaser, Stärkemehl, Zucker und Gummi.

Eine zweite Klasse von Verbindungen enthält zusätzlichen Sauerstoff - dies sind die zahlreichen, in den Pflanzen vorkommenden Säuren. Sie sind stets an Metalloxide gebunden, die beim Veraschen zurückbleiben.

Eine dritte Klasse von Verbindungen schließlich enthält weniger Sauerstoff bzw. mehr Wasserstoff, als den Kohlenhydraten entspricht; zu ihnen gehören Öle, Wachse, Harze.

Der Stickstoff macht nur einen kleinen Teil der Masse der Pflanzen aus, fehlt aber in keiner. Daneben enthalten die im Samen und Saft der Pflanzen nie fehlenden Stickstoffverbindungen eine gewisse Menge Schwefel. Zu ihnen gehören z. B. das flüchtige Öl des Meerrettichs und des Senfsamens (Merkaptane).

Das Resümee dieser Untersuchungen lautet:

"Die Entwicklung einer Pflanze ist nach dieser Auseinandersetzung. abhängig von der Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff, einer Stickstoffverbindung, welche ihr den Stickstoff, einer Schwefelverbindung, die ihr den Schwefel liefert; sie bedarf noch außerdem des Wassers und seiner Elemente, sowie eines Bodens, welcher die anorganischen Materien darbietet, ohne die sie nicht bestehen kann."

Liebig geht dann auf den Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs, Stickstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs ein (wo- bei unter Assimilation allgemein das Arteigenmachen verstanden wird).

Zu seiner Zeit herrschte in der Landwirtschaft die Humustheorie vor. Das Gedeihen der Pflanzen, die Fruchtbarkeit der Felder sollten wesentlich vom Humusgehalt des Bodens abhängig sein, der als Hauptlieferant des Kohlenstoffs angesehen wurde. Experimentell wie durch logische Schlüsse weist Liebig die Unhaltbarkeit dieser Annahme nach, weist auf die Ergebnisse von Priestley bis Saussure hin, die bereits nachgewiesen hatten, dass die Hauptquelle für den Kohlenstoffgehalt der Pflanze die atmosphärische Luft, deren Kohlendioxidgehalt ist.

Er wirft den Pflanzenphysiologen vor, dass sie diese Erkenntnisse nicht genutzt haben, weil sie, noch immer unter dem Einfluss der Naturphilosophie stehend, bereit seien, jede Erscheinung, die der Erklärung Schwierigkeiten bietet, der Wirkung einer Lebenskraft zuzuschreiben.

"Man darf sich durch den Popanz der Lebenskraft nicht abhalten lassen, den Prozess der Metamorphose der Nahrungsmittel. und in ihrem Zusammenhang die Assimilation der Organismen unter den chemischen Gesichtspunkten zu betrachten",

schreibt er, und zum Beweis für die Nicht-Existenz der Lebenskraft führt er an:

"Ein Auszug aus gekeimter Gerste verwandelt Stärke in Zucker; ein Extrakt aus einem toten Kalbsmagen mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt, löst hartgekochtes Eiweiß und Muskelfasern geradeso wie ein lebender Magen - ohne Lebenskraft, durch rein chemische Prozesse."

Das dritte Kapitel seines Werkes handelt von der "Assimilation des Wasserstoffs", der in Form von Wasser gleichzeitig mit Kohlendioxid aufgenommen wird,

"Die Holzfaser entsteht entweder derart, dass der nach Abscheidung allen Sauerstoffs aus der Kohlensäure (Kohlendioxid) bleibende Kohlenstoff mit dem Wasser in Verbindung tritt, oder was wahrscheinlicher ist, dadurch, dass Wasser zerlegt und sein Wasserstoff mit der Kohlensäure assimiliert wird; in beiden Fällen muss, da die Holzfaser ihrer Zusammensetzung nach als Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser erscheint, eine dem Gehalt der Kohlensäure genau gleiche Menge von Sauerstoff in der Form von Sauerstoffgas abgeschieden werden",

wie ja experimentell auch zu beobachten ist. Im Prinzip hat Liebig alle diese Vorgänge richtig erklärt, wenn es auch späteren Generationen vorbehalten bleiben musste, sie noch detaillierter zu untersuchen und umfassender zu begreifen.

Quelle des Stickstoffgehaltes der Pflanze ist nach Liebig die Atmosphäre - wobei die Pflanze aber nicht den reaktionsträgen elementaren Stickstoff aufzunehmen vermag, sondern dessen Wasserstoffverbindung, den Ammoniak. Ammoniak ist - nach Liebig - in der Luft als Ammoniumkarbonat enthalten; da dieses leicht wasserlöslich ist, wird es von der Feuchtigkeit aufgenommen und gelangt mit den atmosphärischen Niederschlägen in den Boden.

Im Gießener Labor gelingt es nachzuweisen, dass alles Regenwasser und auch der Schnee Ammoniak enthalten. Aus dem Boden werden diese Ammoniumsalze oder auch ihre oxydierte Form, die salpetersauren Salze, von der Pflanze aufgenommen und so der Stickstoff in die Pflanzenprodukte eingebaut.

Tod der Pflanzen führt zu Fäulnis und Verwesung, wodurch ihre Stickstoffverbindungen wieder in Ammoniak überführt werden und dieser in die Atmosphäre zurückkehrt. Liebig's weiteres Resümee lautet daher:

"Kohlensäure, Wasser und Ammoniak enthalten in ihren Elementen die Bedingungen zur Erzeugung aller Tier- und Pflanzenstoffe während ihres Lebens. Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die letzten Produkte des chemischen Prozesses ihrer Fäulnis und Verwesung ... Der Tod, die völlige Auflösung einer untergegangenen Generation, ist die Quelle des Lebens für eine neue."

Liebig geht sodann auf die anderen Bestandteile der Vegetabilien ein, die seiner Meinung nach eine unerlässliche Bedingung des Pflanzenwachstums darstellen, und er resümiert erneut: Den Pflanzen dienen als Hauptnahrungsmittel nur anorganische Stoffe: Kohlendioxid, Wasser, Ammoniak bzw. Salpetersäure, Kalium-, Kalzium-, Magnesium-, Eisensalze, Phosphor-, Schwefel-, Kieselsäure.

Er ermittelt, dass diese Nährstoffe alle unentbehrlich sind, dass die Pflanzen manche von ihnen in größerer, manche in geringerer Menge brauchen, dass, wenn nur einer fehlt, der größte Überschuss der anderen wirkungslos bleibt. Er entdeckt das Gesetz des Minimums: der Ertrag eines Feldes ist von der Menge desjenigen Nährstoffes abhängig, von dem am wenigsten vorhanden ist.

Auf über 200 Seiten hat Liebig die Grundlagen der Pflanzenvegetation dargelegt, um aus der wissenschaftlichen Erkenntnis der Wachstumsbedingungen der Pflanzen mit Hilfe der Chemie der Land- und Feldwirtschaft einen höchstmöglichen Nutzen zu bringen.

"Es gibt kein Gewerbe", schreibt er in einem Brief an Wöhler, "was sich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menschen und Tiere vergleichen lässt; in ihm liegt die Grundlage des Wohlseins, der Entwicklung des Menschengeschlechts, die Grundlage des Reichtums der Staaten, er ist die Grundlage aller Industrie."

Die logische Folge seiner Untersuchungen war der Aufbau und die Entwicklung einer wissenschaftlichen Agrikulturchemie und der Kunstdüngerwirtschaft,

Liebig hat mit seinen Schülern eine Vielzahl von Bodenanalysen durchgeführt, er hat die Bestandteile der menschlichen und tierischen Exkremente analysiert, die seit altersher zum Düngen verwendet wurden, er hat ihre Bestandteile ermittelt, um damit ihre Wirkungen zu begreifen, und gelangte zu der revolutionierenden Erkenntnis:

"Als Prinzip des Ackerbaus muss angesehen werden, dass der Boden in vollem Maße wieder erhalten muss, was ihm genommen wird; in welcher Form dies Wiedergeben geschieht, ob in der Form von Exkrementen, oder von Asche oder Knochen, dieses ist wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker, wo man jede Pflanze, die man darauf erzielen

will, mit dem ihr zukommenden Dünger versieht, den man in chemischen Fabriken bereitet; wo man nur dasjenige gibt, was der Pflanze zur Ernährung dient, ganz so, wie man jetzt mit einigen Granen Chinin das Fieber heilt, wo man sonst den Kranken eine Unze Holz (Chinarinde) nebenbei verschlucken ließ."

Und an anderer Stelle seiner Agrikultur schreibt er:

"Der Landwirt wird damit in den Stand gesetzt sein, ähnlich wie in einer wohleingerichteten Manufaktur ein Buch zu führen über einen jeden seiner Äcker, mit Genauigkeit voranzubestimmen, welche Stoffe und in welcher Menge er sie hinzufügen muss ..., um die Fruchtbarkeit für gewisse Pflanzengattungen zu steigern.

Diese Untersuchungen sind ein Bedürfnis unserer Zeit, wir werden durch den vereinigten Fleiß der Chemiker aller Länder in wenigen Jahren der Lösung dieser Aufgabe entgegensehen können und mit Hilfe erleuchteter Landwirte zu einem rationellen, in seinen Grundfesten unerschütterlichen System der Land- und Feldwirtschaft für alle Länder und alle Bodenarten gelangen."

Wie recht Liebig hatte, ein "Bedürfnis der Zeit" getroffen zu haben, zeigt das große Interesse, das man allerorts seiner "Agrikulturchemie" entgegenbrachte. Innerhalb von 6 Jahren erschienen 5 weitere deutsche Auflagen seines Werkes, 1843 die erste umgearbeitete und verbesserte; daneben mehrfach aufgelegte englische und französische Übersetzungen.



Abb. 6. Liebig nach einem Stich von E. Ranisch 1843

Auch Karl Marx und Friedrich Engels haben der Entwicklung der Agrikulturchemie durch Liebig große Aufmerksamkeit geschenkt. Engels nutzte Liebig's Erkenntnisse sofort in seiner Polemik gegen Malthus aus¹, und als Marx das Manuskript zu seinem "Kapital" erarbeitete, schrieb er

¹Engels schrieb: "Kommen wir indes, um der allgemeinen Übervölkerungsfurcht alle Basis zu nehmen, noch einmal auf das Verhältnis der Produktionskraft zur Bevölkerung zurück. Malthus stellt eine Berechnung auf, worauf er sein ganzes System basiert. Die Bevölkerung vermehre sich in geometrischer Progression: 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 usw., die Produktionskraft des Bodens in arithmetischer: 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6.

Die Differenz ist augenscheinlich, ist schreckenerregend; aber ist sie richtig? Wo steht erwiesen, dass die Ertragsfähigkeit des Bodens sich in arithmetischer Progression vermehre?

an Engels (13.2. 1866):

"Was dies 'verdammte' Buch betrifft, so steht es so: Es wurde fertig Ende Dezember ... Ich ging bei Tag aufs Museum und schrieb nachts. Die neue Agrikulturchemie in Deutschland, speziell Liebig und Schönbein, die wichtiger für diese Sache, als alle Ökonomen zusammengenommen, ... musste durchgeochst werden."

Nachdem Liebig die Grundsätze dargelegt hatte, die er für eine Steigerung der Erträge als maßgeblich ansah, ging er daran, Mischungen von Mineralsalzen zusammenzustellen, die er als mineralische Dünger empfahl.

Für eine an Kalium reiche Pflanze sollte ein kalireicher Dünger, für eine an Phosphaten reiche ein phosphatreicher Dünger hergestellt werden usw.; er ersann einen Kartoffel-Gras-Klee-Tabakdünger usw.

Aber Liebig unterlief dabei ein fundamentaler Fehler, der das ganze großartige Programm der Ertragssteigerung durch chemische Düngung für rd. 20 Jahre nicht zur Wirkung kommen ließ und der seine richtigen theoretischen Voraussetzungen als höchst zweifelhafte Erkenntnisse abstempelte, der ihm eine Menge unberechtigter Kritiken und Verleumdungen einbrachte und ihn eine Reihe von Jahren angestrengter experimentell-praktischer wie theoretischer Arbeit im Labor, auf dem Felde und am Schreibtisch kostete, um seine Widersacher zum Schweigen zu bringen und die neuen Erkenntnisse vom Schmutze der Schmähungen zu reinigen.

Von der Überlegung ausgehend, dass der in die Erde eingebrachte Mineraldünger vom Regen aufgelöst und mit diesem in so tiefe Erdschichten transportiert würde, dass die Pflanzenwurzeln ihn nicht erreichen könnten, hatte Liebig sich bemüht, seinen Mineraldünger möglichst schwerlöslich in kaltem Wasser zu machen. Er war stolz gewesen, gerade für die leicht löslichen Kaliumverbindungen ein schwerlösliches Salz gefunden zu haben, das er durch Zusammenschmelzen von Kaliumkarbonat mit Kalk gewann.

Das Patent für diesen Kalidünger erwarb die englische Firma Muspratt & Co. in Liverpool. Muspratt produzierte 6 verschiedene Sorten Dünger und machte die englischen Landwirte durch eine kleine Broschüre mit der Bedeutung des Düngers vertraut.

Die Landwirte wandten ihn nach der Vorschrift an - und errangen nirgendwo erhebliche Ertragssteigerungen; meist blieb der Ertrag der gleiche. wie zuvor.

Liebig war verzweifelt; er reiste zweimal selbst nach England, erwarb in Gießen ein großes Stück unfruchtbares Landes, das er unter Kontrolle düngen und bebauen ließ, die später sogen. "Liebigshöhe". Es half alles nichts.

Der Dünger blieb fast wirkungslos, und der Präsident der Landwirtschaftlichen Gesellschaft Englands äußerte um 1860. "Es ist ein großer Irrtum, zu glauben, dass wir Landwirte machen können, wenn wir sie in der zweifelhaften Chemie unterrichten".

Liebigs Entgegnungen druckte das Journal of the Agricultural Society nicht mehr ab.

Die Ausdehnung des Bodens ist beschränkt, gut. Die auf diese Fläche zu verwendende Arbeitskraft steigt mit der Bevölkerung; nehmen wir selbst an, dass die Vermehrung des Ertrags durch Vermehrung der Arbeit nicht immer im Verhältnis der Arbeit steigt; so bleibt noch ein drittes Element, das dem Ökonomen freilich nie etwas gilt, die Wissenschaft, und deren Fortschritt ist so unendlich und wenigstens ebenso rasch als der der Bevölkerung. Welchen Fortschritt verdankt die Agrikultur dieses Jahrhunderts allein der Chemie, ja allein zwei Männern - Sir Humphrey Davy und Justus Liebig? ...

Die Wissenschaft schreitet fort im Verhältnis zu der Masse der Erkenntnis, die ihr von der vorhergehenden, Generation hinterlassen wurde, also unter den allergewöhnlichsten Verhältnissen auch in geometrischer Progression - und was ist der Wissenschaft unmöglich?"

Erst 1858 fand Liebig den Fehler, angeregt durch einen Artikel des Engländers Thomas Way, in dem jener die Ergebnisse seiner Versuche über das Verhalten des Bodens gegen eine Reihe von Basen, Säuren und Salzen beschrieb. Way wies darin nach, dass die Ackererde aus Lösungen von Ammoniumsalzen den ammoniakalischen Bestandteil zurückhält, während der Säurerest an Magnesium oder Kalzium gebunden in Lösung bleibt.

Ähnlich verhielten sich Kalisalze und Phosphate. Das bedeutete aber, dass Liebigs Befürchtung über den Abtransport besonders der Kalisalze durch das Regenwasser unbegründet war, dass die Ackerkrume diese festzuhalten vermochte und dass sein Dünger, der ein wasserunlösliches Präparat darstellte, weder vom Boden noch von der Pflanze aufgenommen werden konnte. Das erklärte alle Fehlschläge und wies den Weg zu einer aussichtsreichen Anwendung eines in seiner Zusammensetzung veränderten Düngers. ;

Bis zu seinem Lebensende hat sich Liebig immer wieder mit den chemischen Problemen der Agrikultur befasst:

Er stellte eigene, weiterführende Untersuchungen über das Verhalten der Ackerkrume gegenüber den verschiedensten Salzen an; er trat in Wort und Schrift gegen den Raubbau auf, der den Feldern und Wiesen Jahr für Jahr wichtige Nährstoffe entzieht, ohne sie wieder zurückzugeben; er setzte sich energisch dafür ein, dass die menschlichen Exkreme nicht durch die Wasserklosetts in die Flüsse geleitet wurden, wo ihr großer Gehalt besonders an Stickstoffverbindungen für die Landwirtschaft verloren geht u. a. m.

Im Jahre 1862 bereitete Liebig mit den neuen Erkenntnissen die Herausgabe einer völlig neu erarbeiteten "Agrikulturchemie" vor, die aus zwei Teilen bestand und deren zweiter Teil den Titel trägt: "Naturgesetze des Feldbaus". In einem Brief an Wöhler schreibt er zur gleichen Zeit:

"Alles, was wir tun und treiben, schaffen und entdecken, scheint mir unbedeutend gegen das gehalten, was der Landwirt erzielen kann.

Unsere Fortschritte in Kunst und Wissenschaft vermehren nicht die Bedingungen der Existenz der Menschen, und wenn auch ein kleiner Bruchteil der menschlichen Gesellschaft an geistigen und materiellen Lebensgenüssen gewinnt, so bleibt die Summe des Elends in der großen Masse die nämliche ... Der Fortschritt des Landwirts ... hingegen lindert die Not und die Sorgen der Menschen ... gibt unseren Fortschritten erst den Boden und den rechten Segen."

Liebig glaubte, dass soziale Fortschritte in der menschlichen Gesellschaft vor allem durch die Entwicklung der Naturwissenschaften und deren Anwendung herbeigeführt werden würden.

Er sah nicht, wie gerade in dem gesellschaftlich weiterentwickelten England die Ergebnisse von Naturwissenschaft und Technik, die Dampfmaschinen, die mechanischen Spinn- und Webstühle, die chemische Industrie statt zur Verbesserung der Bedingungen des menschlichen Daseins zu einer verschärften Ausbeutung des Menschen durch den Menschen führten.

Er übersah, dass Frauen und Kinder in den englischen Fabriken zwölf Stunden am Tage für geringen Lohn den Fabrikbesitzern höchste Profite erwarben, dass die Erfindung der Gasbeleuchtung z. B. dazu geführt hatte, die Produktion vom Tage auch auf die Nacht auszudehnen und die Profite der Fabrikbesitzer nochmals zu verdoppeln.

Er sah nicht das Heer von Proletariern, die das Fabriksystem hervorgebracht hatte und deren Lage in England von Friedrich Engels gerade zu jener Zeit einer wissenschaftlichen Analyse unterzogen wurde, die Liebig die Augen auch für die gesellschaftlichen Wurzeln jedes sozialen Fortschrittes hätten öffnen müssen.

So deutlich Liebig einerseits die naturwissenschaftliche Komponente für den Gedeih und die Verbesserung der menschlichen Gesellschaft erfasst hatte und so nachhaltig er sich dafür einsetzte, dass sie zur vollen Auswirkung gelangte, so wenig begriff er sein Leben lang die sich anbahnenden grundlegenden gesellschaftlichen Veränderungen.

Als z. B. im Februar 1848 die Pariser Bürger und Arbeiter sich gegen ihren König Louis Philipp erhoben, seinen Thron öffentlich verbrannt und die neue Regierung eine einheitliche, unteilbare französische Republik ausgerufen hatte, als dieses Beispiel auch auf Hessen, Wien und Berlin übergriff, der verhasste Minister Metternich entlassen wurde und die Fürsten, um die Revolution aufzuhalten, kleine Zugeständnisse machten, da schrieb Liebig zwar an Wöhler:

"Bei uns werden jetzt Concessionen gemacht, die alles, was die kühnste Phantasie nur erwarten konnte, übertreffen. Das Ministerium wird durchaus geändert werden und das monarchische Prinzip scheint gänzlich zu unterliegen."

Aber als in den Rheinprovinzen organisierte Gruppen von Arbeitern die Revolution siegreich voranbrachten, als die "Neue Rheinische Zeitung", deren Redakteure Marx und Engels waren, zur Bildung einer einheitlichen demokratischen Republik Deutschland aufrief und in einem 17-Punkte-Programm die "Forderungen der Kommunistischen Partei" veröffentlichte, unter denen einer lautete: Überführung der Landgüter, der Bergwerke, Gruben usw. in Staatseigentum, da stellte sich Liebig auf die Seite jener, denen das Brechen mit den überlieferten Eigentumsformen als zu radikal erschien, dem eine Monarchie, die zu gewissen Zugeständnissen bereit war, als geeignetere Lösung erschien.

Am 5. 5. 1848 schrieb Liebig an Wöhler:

"Ich versichere Dich, wenn man jetzt in jenen Gegenden eine Zeit lang lebt, so zweifelt man nicht mehr, dass wir einem totalen Umsturze entgegengehen, dass der Kommunismus, unter der Fahne der Republik, uns Alle verschlingen wird. Wenn Preußen seine feste Haltung bewahrt, so liegt in ihm einzig und allein unsere Rettung, von der Frankfurter Versammlung ist nichts zu erwarten."

So recht Liebig auch in bezug auf die Frankfurter Versammlung haben sollte, so unsinnig war es, seine Hoffnungen ausgerechnet auf das reaktionäre junkerliche Preußen zu setzen. Was durch die "feste Haltung Preußens" zustande gekommen ist, hat das Deutsche Reich Bismarckscher Prägung rd. 20 Jahre später vor aller Welt erwiesen.

Zwei Jahre nachdem Liebig erstmals sein Werk über die Agrikulturchemie veröffentlicht hatte, überraschte er 1842 seine Leser mit einer weiteren, umfangreichen Publikation: "Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie".

In logischer Konsequenz hatte er seine Bemühungen, die neuen Erkenntnisse der organischen Chemie auf Pflanzenphysiologie und Ackerbau anzuwenden, übertragen auf die Tier- und Menschenphysiologie und deren Ausnutzung in der Pathologie.

Liebig erkannte, dass der Lebensprozess der Pflanze wie der des Tieres und Menschen im wesentlichen durch chemische Umsetzungen bedingt wird. Es ist sein großes Verdienst, dass er mit seinen Schülern den Anfang machte, mit Hilfe der neuen Kenntnisse und Methoden der organischen Chemie sowohl die chemische Zusammensetzung der wichtigsten tierischen Substrate:

Blut, Milch, Eiweiß, Harn, Knochen, Galle usw. als auch ihre Entstehung aus der aufgenommenen Nahrung zu erforschen, Schlüsse über die Bildung dieser Stoffe im Organismus zu ziehen sowie deren Zusammenhänge mit der Atmung, dem Wärmehaushalt usw. aufzudecken.

Der erste Teil dieses rund 350 Seiten starken Werkes beschäftigt sich mit dem chemischen Prozess der Respiration und Ernährung, der zweite Teil lautet "Die Metamorphosen der Gebilde", der dritte Teil "Die Bewegungserscheinungen im Tierorganismus".

Außerdem enthält es einen Anhang mit analytischen Belegen zu den ersten beiden Teilen des Werkes.

Wenn die Untersuchungen Liebig's auch nur einen Anfang darstellen, in das komplizierte Gebiet der physiologischen Chemie einzudringen, und es noch der Mühen mehrerer Generationen bedurfte, um die tatsächlichen Beziehungen zwischen Nahrungsaufnahme und Umwandlung in arteigene Produkte aufzudecken, so hatte Liebig doch das Wesentliche in den Vorgängen der Atmung und des Stoffwechsels erkannt:

Beide Prozesse sind chemische Vorgänge und damit prinzipiell durch die Naturwissenschaft erforscht- und erkennbar. Die aufgenommene Nahrung wird im Körper verbrannt; dieser Verbrennungsprozess, zu dem ein großer Teil Sauerstoff benötigt wird, ist die Quelle für die Arbeitsfähigkeit des Organismus; er liefert außerdem die Wärme des Körpers. Die Verbrennungsprodukte Kohlendioxid und Wasserdampf werden durch den Atem ausgeschieden; die stickstoffhaltigen Oxydationsprodukte verlassen den Körper im Harn und im Schweiß.

Im Vorwort zu seinem Werk hebt Liebig hervor, dass es vor allem die Aufgabe erfüllen solle, "die Kreuzungspunkte der Physiologie und Chemie hervorzuheben und die Stellen anzudeuten, wo beide Wissenschaften gegenseitig ineinander greifen".

Zum ersten Male war damit von seiten der Chemie der verdienstvolle Versuch unternommen worden, der Medizin des 19. Jahrhunderts eine fundierte naturwissenschaftliche Grundlage zu geben, um sie fähiger zu machen, krankhaften Veränderungen des Organismus mit einer kausal gezielten Therapie begegnen zu können.

"Das Buch enthält eine Sammlung von Aufgaben", schreibt Liebig im Vorwort, "so wie sie gegenwärtig von der Chemie gestellt werden, und eine Anzahl von Schlüssen, die nach ihren Regeln aus den vorhandenen Erfahrungen, sich ergeben. Diese Fragen und Aufgaben werden ihre Lösung erhalten und kein Zweifel kann darüber sein, dass wir alsdann eine neue Physiologie und eine rationelle Pathologie haben werden."

Liebig selbst hat den Mangel einer naturwissenschaftlich fundierten Therapie seiner Zeit aufslängste am eigenen Leib verspürt.

Von Natur aus zart gebaut, hatte er seine Gesundheit beim Laborieren unter unzulänglichen Bedingungen, durch dauernde körperliche und geistige Überbelastung aufs ärgste ruiniert. Er litt an neuralgischen Schmerzen, an Schlaflosigkeit und Verdauungsstörungen so sehr, dass er sich hin und wieder in der drastischsten Form seinem Freunde Wöhler anvertraute:

"Ich bin meines Lebens beinahe müde", schreibt der 29jährige Liebig z. B. am 1. 5. 1832, "und kann mir denken, dass Totschießen oder Halsabschneiden in manchen Fällen kühlende Mittel sind".

Es ist sehr wahrscheinlich, dass der dauernde eigene Krankheitszustand Liebig wesentlich mit zu seinen Untersuchungen und der eingeschlagenen Forschungsrichtung gedrängt haben. Denn in dem gleichen Brief schreibt er an Wöhler weiter:

"Was ist doch die Arzneikunde für eine elende, niederträchtige, miserable Sache; ist es denn durchaus unmöglich, dass ein Mensch nicht Neigung und Lust gewinnen sollte, eine krankhafte Erscheinung im Körper so zu verfolgen, dass er zuletzt zur Erkenntnis des Orts und der Natur des Übels und damit der Mittel gelange, die nötig sind, um dasselbe zu beheben? ... sollte in

der Medizin ... die Ursache des negativen Wissens nicht lediglich Mutlosigkeit sein?

Wenn ich so viel Einsicht in das Wesen der Arzneiwissenschaft hätte, dass ich mich von dieser Vermutung überzeugen ... könnte, ... so würde ich die Chemie an den Nagel hängen und Medizin studieren."

Liebig hat nicht Medizin studiert; mit seinem 10 Jahre später veröffentlichten Werk "Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie" hat er den zukünftigen Ärzten die Wege geebnet, die zum Aufbau einer rationelleren Therapie führten.

In seinem Werk "Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agriculture und Physiologie" bemühte sich Liebig auch, die Vorgänge der Gärung und Fäulnis zu deuten. Er vertrat die Ansicht, dass sie chemische Vorgänge sind, bei denen organische Substanzen durch Einwirkung von Sauerstoff zersetzt werden.

Der Sauerstoff wirke jedoch nur kurzfristig ein; habe die Gärung einmal begonnen, so sei dieser kleine vergorene Teil, den er Ferment nennt, fähig, die gesamte Masse des gärfähigen Stoffes zu vergären. Zwischen Gärung und Fäulnis bestehe kein prinzipieller Unterschied, Fäulnis trete meist nur bei stickstoffhaltigen Verbindungen auf.

Man hat die Gärungstheorie Liebigs später als "mechanische Gärungstheorie" bezeichnet im Unterschied zu jener, die L. Pasteur 1860 als sog. vitalistische Gärungstheorie aufstellte.

Pasteur, der den Anteil von Spaltpilzen an der Gärung erkannte, hatte behauptet, Gärung sei wesentlich durch das Wirken von Lebewesen bedingt. Liebig, in seinem Bemühen, den Vitalismus aus der Chemie zu vertreiben, den Chemismus der Lebensvorgänge aufzuzeigen, bekämpfte Pasteurs Theorie entschieden. Er meinte, nur der tote, zerfallende Teil der Hefespaltpilze erzeuge jenes Ferment, das nachher die Gärung bewirke.

Die 1897 von E. Buchner entdeckte zellfreie Gärung hat erwiesen, dass beide Theorien zusammen genommen der Wahrheit am nächsten kommen,

6 Liebigs Fleischextrakt“ und die „Chemischen Briefe“

Im Anschluss an seine Arbeiten über die Anwendung der Chemie auf Physiologie und Pathologie hat Liebig 1847 eine exakte wissenschaftliche Untersuchung "Über die Bestandteile der Flüssigkeiten des Fleisches" durchgeführt, die er in den "Annalen der Chemie und Pharmacie" veröffentlichte.

Seine Entdeckung bzw. Analysierung der wasserlöslichen Bestandteile des Fleischsaftes, von denen er vor allem Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure nannte, und der anorganischen Bestandteile, besonders der kali-, kalzium- und phosphorsäuren Salze veranlassten ihn, eine Betrachtung über die Zubereitung des Fleisches und der Fleischbrühe als Nahrungsmittel anzustellen und Hausfrauen und Köchen wissenschaftlich fundierte Hinweise für die Herstellung guter Fleischbrühen bzw. guten Kochfleisches zu geben.

In diesen Arbeiten kann man durchaus die Anfänge der Nahrungsmittelchemie sehen.

Um gutes, zartes, saftiges Siedefleisch herzustellen, weist Liebig an, das Fleisch in kochendes Wasser einzubringen und es dann einige Stunden bei 70°C zu halten, weil, so erklärt er, beim Einbringen in kochendes Wasser das Eiweiß an der Oberfläche koaguliert und das Eindringen des Wassers verhindert, das sonst alle löslichen Stoffe auslaugen würde.

Zur Herstellung einer guten Fleischbrühe dagegen müsse man den umgekehrten Weg einschlagen, das feinzerhackte Fleisch mit kaltem Wasser ansetzen und erhitzen. Wenn man diese Brühe eindampft und von ausgeflocktem Eiweiß befreit, erhält man schließlich das sogenannte Fleischextrakt, dessen anregende Wirkung schon lange bekannt war.

Dieses nach Liebigs Bereitungsart hergestellte Fleischextrakt empfahl ein ehemaliger Schüler Liebigs, M. v. Pettenkofer, als Anregungs- und Stärkungsmittel; es wurde in der Münchner Hofapotheke bereitet und unter dem Namen "Liebigs Fleischextrakt" in den Arzneischatz eingeführt; allerdings war es wegen des hohen Fleischpreises relativ teuer.

Liebig besprach Wirkung und Herstellung des Fleischextraktes eingehend in seinem Sammelwerk "Chemische Briefe" und machte darauf aufmerksam, dass man in Ländern mit ausgedehnten Weideflächen, besonders in den USA, mit den einfachsten Mitteln und sehr wohlfeil große Mengen Fleischextrakt müsste gewinnen können, das für die Bevölkerung Europas, die sich vorwiegend vegetabilisch ernähren müsse, von ganz besonderer Bedeutung sei.

Versuche seien dort schon angestellt worden; da man aber als wichtigsten Bestandteil des Extraktes den Leim angesehen habe, der sich beim Erkalten der Brühe als Gallerte bemerkbar macht, hätten diese Suppen- oder Bouillontafeln fast nur aus Leim bestanden und keine Abnehmer gefunden.

Im Jahre 1862 gelang es Liebig, einen Interessenten zu finden, der sich der Herstellung des Fleischextraktes in Uruguay annahm. Ein Ingenieur namens Gibert suchte die Bekanntschaft Liebigs.

Er hatte viele Jahre in Uruguay gelebt, wo Hunderttausende von Ochsen und Schafen nur ihres Felles und Fettes wegen geschlachtet wurden, während man das Fleisch meist in die Flüsse warf. Dieser Ingenieur hatte Liebigs "Chemische Briefe" in die Hand bekommen und war, angeregt von den Darstellungen Liebigs über das Fleischextrakt, nach Deutschland gereist, um mit Liebig einen Plan der Gewinnung von Fleischextrakt im großen zu erarbeiten.

Nachdem Liebig Gibert ausführlich in der Art der Bereitung angeleitet und ihm vor allem deutlich gemacht hatte, dass es bei der Fleischbrühe nicht auf Leimbestandteile ankäme, ja, dass

sie auf jeden Fall keimfrei hergestellt werden müsse, war Gibert nach Südamerika zurückgekehrt, um dort eine Fleischverarbeitungsfabrik zu gründen, nachdem er einige Kapitalisten an der Fabrikation interessiert hatte.

Er hatte gebeten, das Extrakt ebenfalls unter dem Namen "Liebig's Fleischextrakt" in den Handel bringen zu dürfen, Liebig hatte sein Einverständnis erklärt unter der Bedingung, dass der Preis dieses Extraktes höchstens 1/3 des damaligen betragen dürfe und dass Liebig und Pettenkofer die ständige Kontrolle über das Extrakt zugesichert bekämen.

Das Fleischextrakt kam bald in den Handel, in kleinen Gläschen verpackt, die auf dem Etikett den Namenszug Liebig's und Pettenkofer's trugen.

Es fand so reißenden Absatz, dass die in Südamerika gegründete Gesellschaft schon nach 2 Jahren zu einem großen Aktienunternehmen erweitert wurde, das den Namen "Liebig's extract of meat Company" erhielt.

Auch in Argentinien wurde eine Fleischextraktfabrik gegründet. Die Zahl der Schlachtungen stieg in den Jahren zwischen 1865 und 1906 um rund 860%.

Der Fall Gibert und die Begründung der Fleischextraktfabrikation war für Liebig das Musterbeispiel für die Wirksamkeit seiner "Chemischen Briefe", deren einer ja den Anstoß zur Begründung der Fleischextraktfabrikation gegeben hatte.

Gerade so hatte sich Liebig die Aufgabe und Wirkungsweise seiner "Chemischen Briefe" gedacht, die er erstmals in den Jahren 1841-44 nach Aufforderung durch den Besitzer der "Augsburger Allgemeinen Zeitung" als Beilagen für diese Zeitung geschrieben hatte und die dann zusammengefasst als selbständiges Werk erschien, das mehrfach aufgelegt, erweitert und umgearbeitet wurde.

Sie sollten, wie Liebig im Vorwort zur ersten Auflage des Werkes schreibt, den Zweck haben, "die Aufmerksamkeit der gebildeten Welt auf den Zustand und die Bedeutung der Chemie, auf die Aufgaben, mit deren Lösung sich die Chemiker beschäftigen und den Anteil zu lenken, den diese Wissenschaft an den Fortschritten der Industrie, Mechanik, Physik, Agrikultur und Physiologie genommen hat".

Im ersten dieser "Briefe" argumentierte er:

"Ohne ein genaues Studium der Chemie und Physik werden die Physiologie und Medizin in ihren wichtigsten Aufgaben ... kein Licht erhalten ... Die Industrie hat aus der Kenntnis der Chemie unübersehbare Vorteile gezogen, die Mineralogie ist seit der Zeit, wo sie auf die Zusammensetzung der Mineralien und das Verhalten ihrer Bestandteile Rücksicht nahm, zu einer neuen Wissenschaft geworden ... Die Chemie ist die Grundlage der Agrikultur ... Ohne Kenntnis der Chemie muss der Staatsmann dem eigentlichen Leben im Staate, seiner organischen Entwicklung und Vervollkommnung fremd bleiben ..."

Diesem ersten Brief über die allgemeine Bedeutung der Chemie folgten in der ersten Auflage 25 weitere, die die geschichtliche Entwicklung der Chemie, ihren Gegenstand, die neueren und neuesten Lehren, Hypothesen und Theorien der Chemie, die wichtigsten chemischen Fabrikationszweige allgemeinverständlich darlegten, um das breiteste Interesse an der - von Liebig zwar nicht als Wissenschaft entdeckten, aber in ihrer gesellschaftlichen Bedeutung erstmals umfassend erkannten und angewandten - Chemie zu wecken.

Liebig tat damit in der richtigen gesellschaftlichen Situation das Richtige: Dem aufstrebenden Bürgertum in Deutschland gab er um die Mitte des vorigen Jahrhunderts das wissenschaftliche Rüstzeug in die Hand, mit dem es zur Begründung der chemischen Industrie in Deutschland -

und nicht nur dort - voranschreiten konnte.

Auch in England, Amerika und Italien wurde die propagandistische Stimme in Liebigs "Chemischen Briefen" vernommen. Schon 1844 erschienen 2 englische Auflagen mit den ersten zwölf Briefen Liebigs. Von dieser englischen Auflage wurde in Zeitungsform ein Abdruck in Amerika hergestellt, von dem 60000 Exemplare zu 4 Cent das Stück abgesetzt wurden.

Ebenfalls 1844 erschien in Turin eine italienische Übersetzung der ersten 20 Briefe. Selbst F. Wöhler, der Freund und unmittelbare Mitstreiter Liebigs, war von den "Chemischen Briefen" begeistert. Als er 1859 die vierte, auf 50 Briefe erweiterte Auflage des Werkes las, schrieb er an Liebig:

"Ich lese Deine Chemischen Briefe - ich kann Dir nicht ausdrücken, mit welchem Vergnügen, mit welcher Belehrung ... noch nie ist der Welt klarer gesagt worden, was Chemie ist, in welchem Zusammenhang sie mit den physiologischen Vorgängen der lebenden Natur steht, in welchem Zusammenhang mit Medizin, Landwirtschaft, Industrie und Handel. Diese Beziehungen in so klarer Weise dargelegt zu haben, dass sie ein Kind verstehen kann, ist allein schon hinreichend, dieses Werk zu einem klassischen zu stempeln.

Der Einfluss, den es ausüben muss oder schon ausgeübt hat, ist gar nicht abzusehen; Tausende werden davon zehren und auf Deinen Schultern stehend, die darin angeregten Ideen verwerten ..."

Wöhlers Prophezeiungen haben sich in der Folgezeit vollauf bestätigt.

Liebigs publizistische Leistungen grenzen ans Fabelhafte. Nachdem er tagsüber die Vorlesungen gehalten, das Praktikum kontrolliert und die eigenen Forschungsarbeiten mit den fortgeschrittenen Studenten vorangetrieben hatte, waren die Abendstunden für die literarische Verankerung des Erkannten reserviert.

Nicht nur die neuen Forschungsergebnisse mussten für die Publikation ausgewertet und festgehalten werden. Auch die Mit-Herausgeberschaft an den "Annalen der Chemie und Pharmacie" kostete eine Menge Zeit und Arbeit; denn Liebig hatte es sich auch im Laufe der Jahre nicht nehmen lassen, gewisse Beiträge, neue Hypothesen und Ansichten kritisch vorzustellen und zu werten.

Außerdem hatte er sich mit Johann Christian Poggendorff (1796-1877) und Wöhler zusammengeschlossen und in den Jahren 1837 bis 1856 ein "Handwörterbuch der Chemie" in 9 Bänden erarbeitet, das in einzelnen Artikeln die wichtigsten Begriffe der Chemie darlegte und erläuterte. Unter vielem anderen erschien dort auch Liebigs Abhandlung über die Elementaranalyse unter dem Stichwort "Analyse, organische".

Daneben focht Liebig in Wort und Schrift für die Verbreitung der Chemie und der Anerkennung ihrer gesellschaftlichen Bedeutung. Er schrieb 1838 eine Abhandlung "Der Zustand der Chemie in Österreich", in der er mit harten Worten die unzureichenden naturwissenschaftlichen Bildungseinrichtungen Österreichs kritisierte; 1840 folgte eine ähnliche kritische Analyse "Über das Studium der Naturwissenschaften und über den Zustand der Chemie in Preußen".

Beide Schriften hatten den Erfolg, dass in den kritisierten Staaten einige Mängel beseitigt wurden. Sie brachten Liebig aber auch eine Menge Vorwürfe und Schmähungen ein. Gegenartikel und Briefe mussten beantwortet werden.

Im Staate Preußen wurde viele Jahre lang kein Wissenschaftler in den Staatsdienst eingestellt, der aus Liebigs Gießener Schule hervorgegangen war.

Sehr viel Zeit und Mühe bereiteten seit 1845 auch die unendlichen Diskussionen über die Probleme der Landwirtschaft, die zum Teil durch den anfangs verunglückten Kunstdünger heraufbeschworen worden waren. Eine umfangreiche Korrespondenz wurde mit Sprengel, mit Mulder, mit Jakob Moleschott (1822 bis 1893) über diese Probleme geführt.

Liebig führte sie bis ins kleinste zu Ende; jeden experimentellen Einwand überprüfte er im Labor, um ihn wissenschaftlich exakt zu widerlegen. Er ging aus diesen Diskussionen in fast allen Fragen schließlich als Sieger hervor; aber die Mühen und Strapazen gingen nicht spurlos an seiner Gesundheit, an seiner allgemeinen Gemütsverfassung vorüber. In einem Brief an Wöhler klagt er:

"Ich weiß nicht, wie es mit Dir ist, aber mich beklemmt das Gefühl meiner Unzulänglichkeit für meinen Lehrstuhl in dem Grade, dass ich häufig verstimmt und melancholisch bin. Durch meine agrikulturchemischen Sachen bin ich aus der Chemie beinahe herausgekommen und sie ist mir über den Kopf gewachsen. Was soll man da tun?

... Wenn ich nur wüsste, wie ich mich zurückziehen könnte! Mit dem 72. Semester wird man das Schulmeistern so müde!"

7 Ausklang in München

Im November 1840 war Liebig von der österreichischen Regierung unter glänzenden Bedingungen eine Professur in Wien angeboten worden. Liebig war nach Wien gereist, der Ruf war sehr verlockend, und er schwankte lange, ob er ihn annehmen sollte.

Schließlich schreckten ihn aber die damaligen österreichischen Zustände unter dem System Metternichs mehr ab, als die Vorteile ihn anzogen, und er lehnte ab, auch unter dem Gefühl, sich bei der Annahme der hessischen Regierung gegenüber als undankbar zu erweisen. Letztere dankte ihm für sein Bleiben, indem sie Liebig in den Freiherrnstand erhob.

Im Frühsommer 1851 war eine erneute Berufung eingegangen; diesmal nach Heidelberg. Liebig verspürte nicht viel Lust, nach Heidelberg überzusiedeln; er nutzte den Ruf jedoch aus, um von der hessischen Regierung einige Zugeständnisse zu erwirken; nicht für sich, sondern für seine Mitarbeiter erbat er einige Gehaltszulagen.

Der Minister gab keine bindenden Zusagen; Heidelberg drängte auf Antwort, und so lehnte Liebig schließlich auch diesen Ruf ab in der Hoffnung, dass seine Forderungen erfüllt würden. Dies geschah jedoch nicht.

Als Liebig daher 1852 eine neuerliche Berufung erhielt, dieses Mal an die Akademie der Wissenschaften zu München, überlegte er die nächsten Schritte reiflicher. Sein ehemaliger Schüler, M. v. Pettenkofer, hatte ihm in Aussicht gestellt, dass König Max II. ihm alle Bedingungen erfüllen würde, da jenem sehr viel daran gelegen sei, einen "Liebig" unter den Wissenschaftlern der Bayrischen Akademie der Wissenschaften zu haben.

Liebig reiste nach München, um durch eine Audienz beim König die Bedingungen auszuhandeln - und nahm die Berufung für den Herbst 1852 an. Er nahm sie vor allem deswegen an, weil sie u. a. die Bedingung enthielt, dass er keine praktische Ausbildung der Studenten durchzuführen brauchte.

Derselbe Liebig, der als jugendlicher Professor als eine seiner ersten Amtshandlungen die chemische Laboratoriumsausbildung ins Leben gerufen, sie organisiert hatte, war "praktikumsmüde" geworden und legte bei seinem schlechten Gesundheitszustand auf die Erfüllung dieser Bedingung den größten Wert. Im März 1853, nachdem er bereits ein halbes Jahr in München weilte, schrieb er dazu an Wöhler:

"Ich bin fest entschlossen, den praktischen Cursus, der mich aufrieb und wegen dessen ich von Gießen wegging, hier nicht fortzusetzen.

Ich nehme keine Eleven in mein Laboratorium auf, mit der Verpflichtung, sie zu unterrichten; aber ich will einer Anzahl von jungen Männern erlauben, in meinem Laboratorium zu arbeiten und die Hilfsmittel zu benutzen, die es darbietet, ohne jedoch, dass sie irgend Ansprüche wegen Aufgabe oder Leitung einer Arbeit an mich machen dürfen. ... seit Jahren war ich nicht so gesund wie diesen Winter, bloß weil ich weniger meinen Kopf anzustrengen hatte."

Das alte chemische Laboratorium der Universität München hatte den Ansprüchen Liebigs nicht genügt. Im Juli 1852 war deshalb mit dem Bau eines neuen Laboratoriums nach Liebigs Vorstellungen begonnen worden; im November 1852 wurde es als Chemisches Laboratorium der Königlichen Akademie der Wissenschaften mit einem Vortrag Liebigs "Über das Studium der Naturwissenschaften" eröffnet.

Dieses Laboratorium war das besteingerichtete seiner Zeit in Deutschland. Aber es war - entsprechend den Wünschen Liebigs - nicht für die Ausbildung einer größeren Schülerzahl eingerichtet. Den Mittelpunkt bildete der Hörsaal mit rund 220 Sitzplätzen.

Auf Anregung Liebig's wurde dieser Hörsaal vom Jahre 1853 an im Winterhalbjahr zur Abhaltung eines Zyklus populärwissenschaftlicher Vorträge für ein größeres Publikum genutzt. Er selbst eröffnete die Reihe im Februar 1853 mit einem Vortrag über den Verbrennungsprozess.

Ihm folgten weitere, u. a. 1858 der Vortrag "Über die Verwandlung der Kräfte". Diese "Abendvorlesungen", die von einer Anzahl Naturwissenschaftler und Philosophen im Wechsel gehalten wurden, fanden großen Zuspruch, so dass die Plätze meist nicht ausreichten. Selbst der bayrische König mit seinem engeren "Hofe" waren hin und wieder Zuhörer, besonders allerdings, wenn Liebig vortrug.

Der Münchner Aufenthalt Liebig's ist überhaupt durch eine besonders rege Vortragstätigkeit ausgezeichnet. Äußerer Anlass dafür war auch die Wahl Liebig's zum Präsidenten der bayrischen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1859.

In dieser Funktion hatte er u. a. die Aufgabe, jährlich zweimal in den öffentlichen Sitzungen der Akademie allgemeinverständliche Vorträge zu halten, die nicht spezialwissenschaftlichen Themen gewidmet waren.

Auf diese Weise entstanden u. a. Liebig's Arbeiten über "Die Ökonomie der menschlichen Kraft" (1860), über "Francis Bacon von Verulam und die Geschichte der Naturwissenschaften" (1863), "Induktion und Deduktion" (1865), "Die Entwicklung der Ideen in der Naturwissenschaft" (1866).

Im Jahre 1868 trat Liebig mit in die Polemik ein über Fragen der Entstehung des Lebens auf der Erde. Liebig war so weitgehend naturwissenschaftlicher Materialist und Atheist, dass für ihn ein etwaiger göttlicher Schöpfungsakt außer Diskussion stand.

Während aber Friedrich Engels etwa zur gleichen Zeit in seinen philosophischen Schlussfolgerungen schon so weit ging, Leben als "Daseinsweise der Eiweißkörper" zu definieren, die sich "nur sehr allmählich und langsam bis zur Bildung der Zelle als eines höheren Stadiums der Lebewesen" entwickelten, vereinfachte Liebig dieses Problem und zeigte sich eben nur als naturwissenschaftlicher, nicht als dialektischer Materialist.

Er nahm das "Leben" einfach als ebenso alt und ebenso unerschaffbar wie die Materie selbst an, ohne sich Rechenschaft darüber abzulegen, welche Konsequenzen eine solche Behauptung nach sich zog. Er schrieb:

"Wir dürfen nur annehmen, dass das Leben ebenso alt, ebenso ewig sei als die Materie selber und der ganze Streitpunkt des Lebensursprungs scheint mir mit dieser einfachen Annahme erledigt. In der Tat, warum sollte das organische Leben nicht ebenso gut als uranfänglich zu denken sein, wie der Kohlenstoff und seine Verbindungen, oder wie überhaupt die ganze unerschaffbare und unzerstörbare Materie ...?"

Auch die - u.a. von H. Helmholtz vertretene - Ansicht vom eventuellen "Import" des Lebens aus dem Weltenraum auf die Erde hielt Liebig für eine diskutabile Hypothese.

Mit diesen Ansichten Liebig's hat sich Engels kritisch auseinandergesetzt. Er schrieb:

"Die ... Hypothese des 'ewigen' Lebens und des Imports setzt voraus:

1. Die Ewigkeit des Eiweißes,
2. die Ewigkeit der Urformen, aus denen sich alles Organische entwickeln kann.

Beides unzulässig.

Ad 1 - Liebig's Behauptung, die Kohlenstoffverbindungen seien ebenso ewig wie der Kohlenstoff selbst, ist schief, wo nicht falsch ...

Die Daseinsbedingungen des Eiweißes sind unendlich viel komplizierter als die jeder anderen bekannten Kohlenstoffverbindung, weil nicht nur physikalische und chemische, sondern auch Ernährungs- und Atmungsfunktionen hinzutreten, die ein physikalisch und chemisch eng begrenztes Medium erfordern - und das soll sich von Ewigkeit unter allen möglichen Wechseln erhalten haben? Liebig zieht von zwei Hypothesen ... die einfachste vor, aber etwas kann sehr einfach aussehen und doch sehr verwickelt sein."

Auch in seinen experimentell-wissenschaftlichen Arbeiten, die Liebig in München durchführte, hat er mit dem inzwischen erreichten Entwicklungstempo in der Chemie nicht mehr richtig Schritt halten können. Seine jahrelange intensive Beschäftigung mit der Anwendung der Chemie auf die Entwicklung der Landwirtschaft hatte ihn den neueren Problemen in der Entwicklung der Chemie, die bereits von seinen zahlreichen Schülern auf neu eingerichteten Lehrstühlen und in größeren Laboratorien in Angriff genommen wurden, ziemlich entfremdet; das Weltniveau, besonders in der Entwicklung der theoretischen organischen Chemie, wurde nicht mehr von Liebig bestimmt.

Liebig hat diesen Umstand sehr gut begriffen und sich vor allem kleineren, aber nicht weniger bedeutenden Problemen der Chemie und ihrer Anwendung im täglichen Leben gewidmet:

1854 veröffentlichte er in seinen Annalen "Ein Mittel zur Verbesserung und Entsäuerung des Roggenbrot"; er entdeckte unabhängig von seinem Schüler, dem Amerikaner Horsford, die Herstellung von Backpulver und führte es nach einer Missernte im Jahre 1867 als Triebmittel die Brotbäckerei ein.

Beim Herstellen des Sauerteigs durch Gärung gehen ja 2-3%, des Mehls verloren, das bei Verwendung von Backpulver erhalten bleibt. Er empfahl auch die Verwendung des vollen Korns, da mit der Kleie wichtige Lebensstoffe verloren gehen; außerdem könnten so "mit der gleichen Menge Korn auf je tausend Individuen 120 mehr vor Hunger geschützt werden".



Abb. 7. Justus v. Liebig mit Gemahlin und Kindern

Als zwei seiner Enkel von der Mutter nicht genährt werden konnten, ging Liebig daran, eine Säuglingsnahrung zu bereiten, die der Muttermilch weitestgehend ähnlich sein sollte. Er analysierte die Hauptbestandteile und Verhältnisse der Muttermilch und fand, dass ein Milchbrei aus Milch und Mehl diese zwar an Nährwert ersetzen könne, ihr aber wegen des sauren Charakters des Weizenmehls und wegen des fehlenden Alkali nicht entspreche.

Außerdem müsse das Stärkemehl im Magen erst in Zucker umgewandelt werden. Nach vielen Versuchen empfahl Liebig daher, dem Milch-Mehl-Brei Kaliumbikarbonat zuzusetzen und durch Beigabe von etwas Malz die Verzuckerung der Stärke schon außerhalb des Magens im Kochtopf herbeizuführen.

Er arbeitete genaue Anweisungen aus, damit Ammen, Mütter und Pflegepersonal keine Fehler in der Zubereitung machten.

Die Arbeit erschien in den "Annalen der Chemie und Pharmacie" 1865 und zwei Nachträge zu seiner "Suppe für Säuglinge" 1866, nachdem Professor Hecker in der Münchner Frauenklinik und Professor Lindwurm die Eignung der Suppe für die Ernährung von Frühgeborenen und bei der Behandlung von Ernährungsstörungen erestet hatten.

Und immer wieder standen auch in München Probleme der Landwirtschaft im Mittelpunkt von Liebig's Interesse. Wegen seines Eintretens für den Erhalt der menschlichen Exkreme, die mit den aufgekomenen Wasserklosetts in England unwiederbringlich in die Flüsse verlorenzugehen drohten, hatte Liebig 1864 vom Lord-Mayor von London, den Auftrag erhalten, ein Gutachten über die mögliche Verwendung dieser Kloaken zu verfassen.

Liebig reiste erneut nach England, führte eine Reihe experimenteller Untersuchungen durch und schrieb darüber am 23. Januar 1865 an Wöhler:

"Seit 20 Jahren bemühe ich mich, die Leute zur Verwendung der Cloakenstoffe für landwirtschaftliche Zwecke zu bringen, und der Moment ist nun gekommen, in dem es sich entscheiden muss, ob die Völker für ihre Wohlfahrt in der Zukunft ein Verständnis haben.

Das Beispiel Englands wird durchschlagend sein. Der Wert der Cloakenstoffe ist aber zwei Millionen Pfund Sterling. Ich machte eine Anzahl Analysen des Wassers, worin Fische, Kartoffeln, Blumenkohl und Weißkraut gekocht wurden und fand das beinahe unglaubliche Resultat, dass in diesem Wasser in London nahe eine Million Pfund Kali und 281000 Pfund Phosphorsäure in die Cloaken übergehen ..."

Trotz aller Bemühungen Liebig's scheiterte sein Plan aber vorerst an den zu hohen Kosten der einzurichtenden Anlagen; das Parlament lehnte die Bewilligung der Gelder ab.

In den sechziger Jahren haben Liebig's jahrzehntelange Bemühungen um die Anwendung der Chemie auf die Probleme der Landwirtschaft endlich auch ihre verdiente äußere Würdigung gefunden.

Als 1864 in Göttingen eine Versammlung der Agrikulturchemiker tagte, wurde Liebig dringend ersucht, nach Göttingen zu kommen und das Präsidium der Landwirtschaftschemiker zu übernehmen.

Auf der alljährlich tagenden Versammlung deutscher Forst- und Landwirte war der Gedanke aufgekommen, Liebig als Zeichen der Anerkennung für seine Verdienste um die Landwirtschaft ein Ehrengeschenk zu überreichen.

Nach mehrfachen Diskussionen wurden Sammlungen durchgeführt, um zu Ehren Liebig's eine Medaille zu stiften. Sie sollte auf der einen Seite ein Porträtrelief Liebig's, auf der anderen eine allegorische Gruppe und eine Inschrift enthalten und wurde bei dem Graveur Brehmer in Auftrag gegeben, der durch seine Gaußmedaille bekannt war.

Liebig saß Brehmer Modell - aber das Porträt fiel schlecht aus, so dass Wöhler später entrüstet an Liebig schrieb:

"Ich fiel beinahe um, als ich einen Kopf erblickte mit der Umschrift Justus v. Liebig, der auch nicht im geringsten den Charakter Deines Kopfes und Gesichtsausdruckes hatte."

Dennoch wurde die Medaille hergestellt; die erste - im Werte von ca. 800 Goldmark - sollte Liebig nebst einem Album mit der Stiftungsurkunde und den Namen der Spender zu seinem Geburtstag am 12. 5. 1870 überreicht werden.

Liebig war kurz zuvor jedoch schwer erkrankt, so dass er die Medaille erst später in Empfang

nehmen konnte. Die Mittel der Stiftung wurden zur öffentlichen Anerkennung hervorragender Verdienste um die Förderung der Landwirtschaft bestimmt; man kam überein, dass auf Vorschlag Liebig's und späterhin der Besitzer der Liebigmedaille über die Verleihung der Auszeichnung zu beschließen sei.

Dieser Ehrung Liebig's folgten bis zu seinem Tode noch zwei weitere: Die Verleihung des Großkreuzes des Ordens della Corona d'Italia 1871 und die Verleihung des Großkreuzes des Rosenordens Brasiliens, das ihm der Kaiser von Brasilien bei einem Aufenthalt in München persönlich überreichte. Liebig freute sich über die Auszeichnungen, weil er sie als Anerkennung und Dank für seine jahrzehntelangen Bemühungen empfand.

Dennoch schrieb er sarkastisch an Wöhler: "Schade nur, dass solche Ehren die Schwächen des Alters nicht zu vermindern fähig sind".

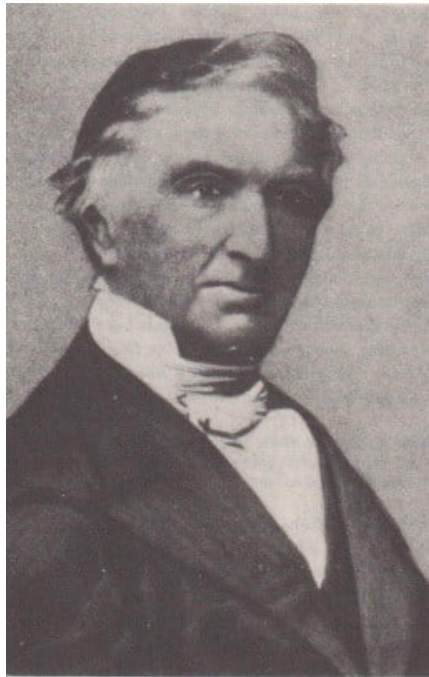


Abb. 8. Photographie J. v. Liebig's aus dem Jahre 1871

Diesen Auszeichnungen war in früheren Jahren schon die Verleihung von über 25 Orden vorausgegangen; darunter war Russland zweimal vertreten mit der Verleihung des St.-Annen- (1849) und des St.-Stanislaus-Ordens (1865), Frankreich dreimal, Italien zweimal, Spanien, Griechenland, Mexiko, Schweden: je einmal usw. 1870 verliehen ihm die Münchner die Ehrenbürgerschaft ihrer Stadt.

Von seiner Erkrankung im Jahre 1870 hat sich Liebig nie wieder völlig erholt. Obwohl er noch im Wintersemester 1873 die Vorlesung über anorganische Chemie hielt und mit Wöhler Reisepläne für den Frühsommer schmiedete, fühlte er sich schwach und angegriffen und litt an heftigen chronischen Kopfschmerzen.

Am 3. April 1873 schreibt er seinen letzten Brief an Freund Wöhler:

"Ich habe Dir gestern schon schreiben wollen, aber ich hatte eine schlechte Nacht, ohne allen Schlaf und lag müde und abgESPANNT den ganzen Tag auf dem Sofa ... Ob man wohl im Alter an Schlaflosigkeit, ohne eigentliche Krankheit zugrunde geht?

Es ist das vegetative Leben, der Ersatz in der Nacht, der, wenn er fehlt, die Lampe allmählich zum Verlöschen bringt ... Mein Plan ist, von Pfingsten an Urlaub zu nehmen und das halbe Jahr lang nichts zu tun ..."

Wenige Tage später zog sich Liebig beim Schlafen im Garten eine Lungenentzündung zu, die rasch fortschritt und nicht einzudämmen war. Schon am 11. April berichteten die Münchner Zeitungen von Liebigs ernsthafter Erkrankung; am 18. April 1873 ist Liebig in seinem 70. Lebensjahr ruhig entschlafen. Seine Einstellung zum Tode wurzelte tief in seiner Einstellung zum Leben. 1870, als er sich dem Sterben schon nahe fühlte, hat er sie mit den Worten ausgedrückt:

"Ich ... erwartete den Tod ohne Bedauern; denn für unsereins hat das Leben keinen Reiz mehr, wenn die Schwächen des Geistes und Leibes uns verbieten, an dem gewaltigen Schaffen und der Bewegung der Zeit uns zu beteiligen."

8 Anhang

Übersicht über die wichtigsten Arbeiten Justus von Liebig's

1. Werke;

Anleitung zur Analyse organischer Körper. Braunschweig 1837

Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschweig 1840

Über das Studium der Naturwissenschaften und über den Zustand der Chemie in Preußen. Braunschweig 1840

Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Braunschweig 1842

Magazin für Pharmacie von Ph. L. Geiger, neubearbeitet von J. Liebig, 1. Teil. Heidelberg 1842

Handbuch der Chemie mit Rücksicht auf Pharmazie, 2. Teil Organische Chemie, Heidelberg 1843

Chemische Briefe. Heidelberg 1844

Neueste Fortschritte in der Chemie und ihrer Anwendung auf Agricultur. Rede, gehalten bei dem öffentl. Festmahle, welches Prof. Liebig zu Glasgow... gegeben wurde. Dtsche. Übersetzung Braunschweig 1845

Chemische Untersuchungen über das Fleisch und seine Zubereitung zum Nahrungsmittel. Heidelberg 1847

Über das Studium der Naturwissenschaften. München 1853

Über Theorie und Praxis in der Landwirtschaft. Braunschweig 1856 Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, 7., umgearbeitete Auflage. 1. Teil: Der chemische Prozess der Ernährung der Vegetabilien, 2. Teil: Naturgesetze des Feldbaues. Braunschweig 1862

Über Francis Bacon von Verulam und die Methode der Naturforscher. München 1863

2. Gesammelte Abhandlungen:

J. v. Liebig, Reden und Abhandlungen. Hrsg. von M. Carriere und

G. v. Liebig. Leipzig und Heidelberg 1874

3. Herausgaben:

Annalen der Pharmacie Bd. 1-32. Heidelberg 1832-1839

Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 33-168. Heidelberg 1840 bis 1873

Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. In Verbindung mit mehreren Gelehrten herausgegeben von J. Liebig, J.C. Poggendorff, F. Wöhler, Braunschweig 1837-1856

Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie in den Jahren 1849-1856, hrsg. von H. Kopp und J. Liebig

Wichtige Literatur über Leben und Werk J. v. Liebig's

G. v. Liebig: Eigene biographische Aufzeichnungen von J. v. Liebig in: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft XXIII, IV, 1890, 817 ff.

- A. W. v. Hofmann, E. Wöhler (Herausgeber): Briefwechsel zwischen Liebig und Wöhler, 2 Bde. Braunschweig 1888 derselbe Titel, gekürzt herausgegeben von R. Schwarz, Weinheim/Bergstraße 1958
- J. Carriere: Berzelius - Liebig. Ihre Briefe von 1831 bis 1845. München und Leipzig 1893
- E. Berl: Briefe von Justus Liebig nach neuen Funden. Gießen 1928
- H. v. Dechend: Justus v. Liebig in eigenen Zeugnissen und solchen seiner Zeitgenossen, 2. erg. Auflage Weinheim/Bergstraße 1963
- J. Volhard: Justus von Liebig, 2 Bde. Leipzig 1909
- A. Kohut: Justus v. Liebig, sein Leben und Wirken. Gießen 1903
- E. Erlenmeyer: Über den Einfluss des Freiherrn Justus von Liebig auf die Entwicklung der reinen Chemie. München 1874
- A. W. v. Hofmann: J. v. Liebig und F. Wöhler. Zwei Gedächtnisreden. Leipzig 1891
- Ju. S. Musabekov: Justus Liebig 1803-1873. Moskau 1962 (russ.)
- W. Strube: Justus von Liebig, in: Von Liebig zu Laue, Ethos und Weltbild großer deutscher Naturforscher und Ärzte, hrsg. von O. Finger und F. Herneck, Berlin 1961
- M. Rapoport: J. v. Liebig zum Gedenken, in: Einheit Nr. 9, 1953, S. 1114 ff.