

Justus von Liebig und die Medizin

Es hat einen besonderen Reiz, den Werdegang eines großen Mannes zu verfolgen, zumal wenn er so dramatisch verläuft, wie im Falle Liebig. Hier wird nicht hin und her getastet, wohin der Lebensweg führen soll, mit einer Kraft und einer Zielstrebigkeit, die erstaunlich ist, wird schon in jungen Jahren der Weg in das Gebiet der Chemie eingeschlagen. Geleitet von einem ungeheuren Enthusiasmus und einer gottbegnadeten Phantasie, wie sie in der strengen Naturwissenschaft nicht häufig ist und leicht auf Abwege führen kann, wird der Weg weiter verfolgt, aber bald erkannt, daß die Zeit der naturphilosophischen Spekulation vorüber ist und nur exakte naturwissenschaftliche Methodik zu Erfolgen führen kann. Dieses zwiespältige Erbe bei Liebig, die Veranlagung als Romantiker und die doch als notwendig erkannte Arbeitsweise des Klassikers, hat ihm bei seinem unstillbaren Drang nach neuen Erkenntnissen und neuen Wahrheiten viele bittere Stunden in seinem Leben bereitet, die freilich dann doch vom Glanze seines Ruhmes heiter überstrahlt wurden. Liebigs ungeheurer Forschungsdrang fand aber nicht sein Genüge auf dem Gebiet der reinen Chemie, ihm war es im Interesse der Menschheit um die Anwendung zu tun, so wandte er sich der Chemie der Pflanzen und Tiere, der Agrikultur- und Tierchemie, und damit der Chemie der lebenden Substanz zu. Prophetisch aber verkündet er: Die schönste und erhabenste Aufgabe des menschlichen Geistes, die Erforschung der Gesetze des Lebens, kann nicht gedacht werden ohne eine genaue Kenntnis der chemischen Kräfte. Bald enthüllte sich ihm so das grandiose Gesetz vom Kreislauf der Stoffe in der lebenden Natur. Was Tier und Mensch genießen, sind im letzten Grunde Pflanzen, was erstere beim Lebensprozeß ausscheiden, kommt der Pflanze zugute. Es besteht so ein gegenseitiges Nehmen und Geben, ein *Do ut des*, bei dem die Pflanzen aus totem Material mit Hilfe des Sonnenlichts lebende Substanz bilden, die Tier und Mensch geopfert wird. Die Lebensenergien sind so im letzten Grunde Sonnenenergien.

Seine physiologisch-chemischen Erkenntnisse über Pflanze und Tier auch auf den Menschen anzuwenden, war Liebig besonderes Bedürfnis, und so kam er auch mit der Medizin in Verbindung, aus der an sich die Chemie hervorgegangen ist. Bevor

ich darauf näher eingehe, sei Biographisches, das hier von erheblichem Interesse ist, vorausgeschickt.

Als zweites von zehn Kindern des Drogisten Georg Liebig ist Justus im Jahr 1803 in Darmstadt geboren. Der Vater trieb praktisch Chemie und illuminierte einst zum Erstaunen Darmstadts sein Haus mit brennender Luft, wie es hieß. Durch die Mutter Marie Caroline, eine originelle Frau, Adoptivtochter des Bauern Moser, deren Eltern man nicht kennt, deren Wesen aber auf den Sohn überging, kamen herrisch aristokratische und zugleich sehr sensitive Züge in die Erbmasse, verbunden mit körperlicher Schönheit. Das von dem ausgezeichneten Gießener Portraitisten Trautschold gemalte Ölbild Liebigs zeigt dies deutlich.

Nach Privatunterricht trat Justus frühreif in das Darmstädter Gymnasium, in dem er aber, schon abgezogen durch chemische Versuche im Laboratorium des Vaters, abhold den alten Sprachen und den Mangel an naturwissenschaftlichem Unterricht beklagend, die Prima nicht erreichte, dagegen als Vierzehnjähriger schon heißhungrig die ihm in der Hofbibliothek zugängliche chemische Literatur verschlang. Diese Lektüre in Verbindung mit der Laborarbeit förderte seine Anlage, in Erscheinungen zu denken, sehr und schuf ihm ein Gesichtsgedächtnis, das ihm die bei chemischen Reaktionen so häufigen weißen Niederschläge schon durch den Anblick zu bestimmen ermöglichte.

Vom Gymnasium weg brachte der Vater den Sohn 1818 in eine Apotheke nach Heppenheim, aber Justus wollte Chemiker, nicht Apotheker werden. So ließ ihn der Vater im Herbst 1818 wieder nach Darmstadt kommen und ermöglichte ihm zwei Jahre später bei Professor Kastner in Bonn Chemie zu studieren, mit dem er dann 1821 nach Erlangen zog. Kastner galt als einer der besten Chemiker Deutschlands, aber er war noch in romantisch-naturphilosophischen Anschauungen befangen, und auch Erlangens großer Philosoph und Metaphysiker Schelling bot Liebig nicht, was er brauchte. „Auch ich“, schreibt er, „habe diese an Worten und Ideen reiche, an wahrer Wissenschaft und gediegenen Studien so arme Periode durchlebt, sie hat mich um zwei kostbare Jahre meines Lebens gebracht, ich kann den Schrecken und das Entsetzen nicht schildern, als ich aus diesem Taumel zum Bewußtsein erwachte.“ In Erlangen, wo Liebig bei allem wissenschaftlichen Streben das studentische Leben genoß, wurde er in politische Wirren hineingezogen und mußte 1822 die Stadt fluchtartig verlassen, wobei ihn sein Freund, der Dichter v. Platen, be-

gleitete. Damit war er nur drei Semester auf deutschen Hochschulen und kam nach Darmstadt zurück mit der vollen Überzeugung, daß er seine Ziele in Deutschland nicht erreichen könne.

Von Paris aber sah er sein Heil kommen, wo Thenard, Dulong und Gay-Lussac die Naturwissenschaften glänzend vertraten. Er hatte dort das Glück, Alexander v. Humboldt so für sich einzunehmen, daß ihm der weitere Lebensweg geebnet war. Von Herbst 1822 bis Frühjahr 1824 erfuhr Liebig in der damaligen Metropole von Kunst und Wissenschaft, wo alles ins Große geht und er auch en gros arbeitete, wie er sich ausdrückte, die Ausbildung, die ihm nottat, holte dort auch in Sprachen und Mathematik nach, was er in Darmstadt versäumt hatte, und eignete sich den gesellschaftlichen Schliff an, der ihn auszeichnete.

Durch warme Empfehlung bei Großherzog Ludwig I. von Hessen erhielt Liebig nach der Rückkehr aus Paris die a. o. Professur der Chemie in Gießen, die er im Mai 1824 antrat. Mit 17½ Jahren war er nach Paris im Postwagen gereist, im 21. Lebensjahr in Gießen im Besitz eines Lehrstuhls, der durch ihn der bedeutendste in Deutschland werden und den er 28 Jahre innehaben sollte. So wurde die Universität Gießen eine Zentrale chemischer Forschung und das Liebigsche Laboratorium eine Pilgerstätte für Jünger und Meister der Scheidekunst. Hier entstand das erste Unterrichtslaboratorium der Chemie, von dem der berühmte Physikochemiker Ostwald schrieb: „Die Erfolge von Liebigs Unterrichtstätigkeit in den 28 Gießener Jahren übertrafen alles, was bis dahin erlebt worden war, und sind auch inzwischen nicht wieder erreicht worden. Man sagt nicht zuviel, wenn man behauptet, daß Liebig während dieser Zeit die ganze Kulturwelt mit chemischen Professoren versorgt hat.“

In Gießen war vor Liebigs Zeiten wenig für die Chemie geschehen, nun aber wurde mit Feuereifer die Einrichtung eines Laboratoriums und die Schaffung von neuen Methoden zur Analyse organischer Stoffe betrieben. Dabei gab es einen köstlichen Konflikt. Um den Bau des Labors durchzusetzen, schrieb Liebig an den Hessischen Minister: „Bei der allgemein bekannten Fürsorge Eurer Exzellenz für die Wissenschaften“ und an einen befreundeten, einflußreichen Rat im Ministerium: „Bei der allgemeinen Gleichgültigkeit Ihrer Regierung für unsere Universität bitte ich Sie, mein Gesuch kräftig zu unterstützen.“ Beim Adressieren verwechselte Liebig die Briefe. In der nächsten Sitzung in Darmstadt tauschten der Minister und der vortragende Rat

lächelnd ihre Schriftstücke aus, der Minister sagte kein Wort — und das Laboratorium wurde gebaut.

Auch der Kanzler der Universität Gießen erhielt bei Liebigs leidenschaftlichem Drang nach Förderung der Chemie einen Brief, der fast zu deutlich war, aber immer handelte es sich um die Sache und um das Gedeihen der Universität. Grund genug zu Klagen hatte Liebig, denn er mußte reichlich Privatmittel sogar von seiten seines Vaters einsetzen, um Forschung und Unterricht in Gang zu bringen, erst nach 1839 waren seine Wünsche in der Hauptsache erfüllt. Dieses jahrelange Kämpfen mit den Behörden und die anstrengende Arbeit im Labor hatten Liebig so mitgenommen, daß er in seiner drastischen Weise an einen Freund schrieb: „Ich bin meines Lebens beinahe müde und kann mir denken, daß Totschießen und Halsabschneiden in manchen Fällen kühlende Mittel sind.“

Was die Methoden betrifft, die im Labor zu Anwendung kommen sollten, so hatten die anorganischen in der Hand des schwedischen Meisters Berzelius einen bewunderungswürdigen Grad von Vervollkommnung erreicht, in der organischen Chemie dagegen hing ein Fortschritt von der Vereinfachung der Elementaranalyse ab, die Liebig unter Verwendung seines bekannten Kaliapparates 1831 gelang. Auf Knöpfen und Busennadeln, die Liebigs Schüler trugen, war damals der Apparat abgebildet. Und nun begann, wie Liebig stolz sagt, an dieser kleinen Universität eine Tätigkeit, wie sie die Welt noch nie gesehen.

Liebigs Vortrag beim Unterricht war, wie Volhard erzählt, auf den ich mich hier vielfach stütze, eigentümlich und ungemein fesselnd, oft etwas stockend, wenn ein neuer Gedankenblitz mitten im Vortrag vorübergehend ihn in Anspruch nahm. Man empfand aber, wie es in dem Vortragenden arbeitete, und der ernste Eifer bei unerschütterlicher Wahrheitsliebe hielt die Zuhörer in atemloser Spannung. „Sie verstehen! war eine geläufige Redensart von Liebig, wenn er im Labor Erklärungen gab und dabei den Schüler mit seinen großen leuchtenden Augen intensiv ansah“, schreibt K. Vogt.

Die Gießener Zeit stellt den Höhepunkt von Liebigs Leistungen in Forschung und Lehre dar. In seinen eigenhändigen Aufzeichnungen schreibt er: „Ich denke stets mit Freude an die achtundzwanzig Jahre zurück, die ich dort verlebte, es war eine höhere Fügung, die mich an die kleine Universität führte. An einer großen Universität oder an einem größeren Orte wären

meine Kräfte zerrissen und zersplittert und die Erreichung des Zieles, nach dem ich strebte, sehr viel schwieriger, vielleicht unmöglich geworden, aber in Gießen konzentrierte sich alles in der Arbeit, und diese war ein leidenschaftliches Genießen.“

Wohl eine Vorbedingung für dieses unermüdliche Streben war es, daß Liebig, frühreif wie er als Schüler war, auch früh mit dreiundzwanzig Jahren eine glückliche Ehe mit Henriette, seinem Jettchen, einer Tochter des Hofkammerrats Moldenhauer in Darmstadt, einging, die ihm fünf Kinder schenkte. Liebig war protestantisch, seine Frau katholisch, die Söhne wurden in der Religion des Vaters, die Töchter in der der Mutter erzogen. Sie verstand es, das leidenschaftliche Temperament ihres Mannes durch kluge Nachgiebigkeit zu zügeln und ihn aus seinem weltweiten Wirken immer wieder in die harmonische Häuslichkeit zurückzuführen. Er und seine Frau sahen gern Gäste in ihrem Haus, der Hausvater liebte es aber nicht, in Gesellschaft zu gehen. Wein trank Liebig nur ausnahmsweise, aber er experimentierte gern mit allen möglichen Dingen und so auch mit seinem Wein. Er besaß einen 1811er Rheinwein, der sehr aromatisch, aber auch etwas sauer war. Zur Entsäuerung verwendete er weinsaures Kali, das Weinstein bildend, die Säure niederschlägt. Er glaubte dadurch den Wein wesentlich zu verbessern. Seinem gleich zu erwähnenden Freunde Wöhler schickte er nun eine Kiste dieses 1811er zugleich mit der Vorschrift zur Entsäuerung. Darauf erwiderte Wöhler bezeichnend: „Was den Wein betrifft, so danke ich Dir mehr für Deine freundliche Absicht als für die Sache selbst. Er ist zu alt und schmeckt wie Medizin, ich habe ihn gegen roten Wein umgetauscht.“ Aber das Experimentieren mit Wein wurde zäh fortgesetzt, als Liebig bei der jetzigen Liebigshöhe einen Weinberg angelegt hatte, den sein Gärtner Kappes betreute. Dieser erwarb später den Weinberg käuflich und richtete dort eine Kaffeewirtschaft ein. Als ein Freund Liebig's den Wirt frug: „Na Kappes! was ist dann aus dem Wein geworden“, antwortete dieser: „Er mecht sich, er mecht sich, in gute Johrgäng verzapp ichn haamlich unnerm Ebbelwei...“ Das alles teilt Volhard mit, der auch mit der Entsäuerung keine guten Erfahrungen gemacht hat.

War Liebig so, was die Familie betrifft, in einer glücklichen Lage, so war von nicht geringerer Bedeutung für sein wissenschaftliches Streben die schon früh einsetzende Freundschaft mit Friedrich Wöhler, den er 1826 in Frankfurt kennenlernte. Wöhler war zuerst Mediziner, ging unter Gmelin in Heidelberg und

Berzelius in Stockholm zur Chemie über und führte im Jahre 1828 seine berühmt gewordene erste Synthese eines biochemischen Stoffes, des Harnstoffs, durch. Die beiden Männer waren in ihrer Art Gegensätze, Liebig Romantiker und Wöhler Klassiker, aber der Kontrast ist es ja, der die Eigentümlichkeiten von Personen um so schärfer hervortreten läßt. Liebig fühlte sich aber in vielem so eins mit Wöhler, daß er ihm schrieb: „Wenn Du in Kassel niesest, sage ich gewiß in Gießen Prosit!, und wenn Du eine Pfeife anzündest, so rauche ich wahrscheinlich auch.“ Eine Fundgrube für das Verständnis dieser eigentümlichen Männer ist der zwei-bändige, von A. W. Hofmann, einem Gießener Kind, herausgegebene Briefwechsel, in dem neben so viel streng Wissenschaftlichem auch so viel erfreulich Menschliches enthalten ist. In seiner unerschütterlichen Ruhe wirkte Wöhler immer wieder dämpfend auf das heiße Gemüt seines oft sehr subjektiven Freundes, freilich ohne viel Erfolg, schreibt er ihm doch einmal resignierend: „Aber was soll ich dem Löwen raten, Zucker zu fressen.“

Nicht so dauerhaft wie zu Wöhler war Liebig's Freundschaft zu Berzelius, den er zuerst sehr bewunderte, der aber für Liebig's Ideen auf dem Gebiet der angewandten Chemie so wenig Verständnis hatte, daß es später zu völligem Bruch kam.

Mutig und unerschrocken war Liebig bei seinen oft nicht ungefährlichen chemischen Versuchen. Im Jahr 1830 schrieb er an Wöhler: „Vor einiger Zeit habe ich Knallsilber durch Schwefelammonium zersetzen wollen, im Augenblick, wo der erste Tropfen in die Schale fiel, explodierte die Masse unter meiner Nase. ich wurde rücklings niedergeworfen und war vierzehn Tage taub und nahe daran blind zu werden.“ Auch die chemischen Dämpfe im Labor setzten seiner sensiblen Natur so stark zu, daß er an Schlaflosigkeit litt, aber immer wieder siegte der Enthusiasmus um das Ringen für chemische Erkenntnis.

Diese wurde aber nicht nur in Fachzeitschriften, wie in Liebig's Annalen der Chemie und Pharmazie und in Handbüchern mitgeteilt, sondern Liebig ließ auch die breitere Öffentlichkeit an seinen Entdeckungen und Gedanken teilnehmen durch seine von dem Verleger Cotta veranlaßten „Chemischen Briefe“, die von 1844 an in der Augsburger Allgemeinen Zeitung erschienen und außerordentliches Aufsehen errögten, Wöhler nannte sie eine Wahre Philosophie der Chemie. In seinen Annalen übte Liebig aber oft eine so herbe, das Persönliche streifende Kritik an seinen Widersachern, daß Berzelius ihn den chemischen Scharfrichter

nannte, er war eben ein Fanatiker der Wahrheit, gab aber andererseits auch zu, „der Teufel weiß, was zuweilen meine Feder vorhat“. Auch wo im öffentlichen Leben von seinem Standpunkt als Chemiker aus Torheiten begangen wurden, griff er rücksichtslos ein und zerstörte liebgewordene Anschauungen, wie z. B. die, daß das Münchener Bier ein wertvolles Nahrungsmittel sei, indem er schrieb: „Es läßt sich jetzt mit mathematischer Sicherheit beweisen, daß eine Messerspitze voll Mehl in Beziehung auf die Blutbildung nahrhafter ist, als fünf Maß des besten bayrischen Biers.“ Es läßt sich denken, daß dadurch die bayrische Volksseele zum Kochen kam. Wie ein homerischer Held reizte er im Streit seine Gegner bis aufs Blut. Wurde ihm aber sein Unrecht nachgewiesen, so konnte er wieder der liebenswürdigste Mensch sein. So ist auch bei diesem großen Mann Licht und Schatten vorhanden, aber das Licht überwiegt bei weitem.

Glänzend und ideenreich war Liebig's von Jakob Grimm als sprachgewaltig gerühmter Stil und seine Intuition für kommende naturwissenschaftliche Ereignisse. Nicht nur, daß er Julius Robert Mayers Bedeutung erkannt und dessen von Physikern zurückgewiesene Schrift über das Gesetz von der Erhaltung der Kraft in seine Annalen aufgenommen hat, er wußte auch seine Leser in den Chemischen Briefen für seine Sache so zu begeistern, daß ihm z. B. sein Freund Wöhler, dieser ruhige, sachliche Mann, im Jahr 1859 schrieb: „Unter einer großen Musa mit neun riesigen Blättern und umgeben von allerlei anderem frischen Grün sitze ich an diesen Winterabenden in meiner kleinen Stube und lese Deine Chemischen Briefe, ich kann Dir nicht ausdrücken mit welchem Vergnügen, mit welcher Belehrung. Ich hätte bei einzelnen Gedanken, die wie Blitze mein Gehirn erleuchteten, Dir um den Hals fallen mögen. Noch nie ist der Welt klarer gesagt worden, was Chemie ist, in welchem Zusammenhang sie mit den physiologischen Vorgängen in der lebenden Natur steht, in welchem Zusammenhang mit Medizin, Landwirtschaft, Industrie und Handel.“

Liebig's Ruhm als Forscher und Lehrer hatte sich unterdessen so verbreitet, daß auch das Ausland auf ihn aufmerksam wurde, flossen ihm von dorther doch auch viele Schüler zu. Seiner Chemie dort den Boden zu bereiten, war ihm Bedürfnis. So kam es zu Reisen nach Frankreich und besonders England. Hatte doch der praktische Engländer sofort heraus, daß hier etwas zu holen war, und lud ihn zu sich ein. Auch bei der Queen war er zu Gast. Bei Feiern ihm zu Ehren nannte ihn der berühmte Faraday den

ersten Chemiker der Welt, und die Stadt Glasgow verlieh ihm das Bürgerrecht. „Wenn man von Ehren fett werden könnte, müßte ich einen Bauch wie Fallstaff haben“, schrieb er an Wöhler. Verehrer Liebigs brachten in England tausend Pfund Sterling auf, die ihm 1853 in Form eines Silberschatzes überreicht wurden. War so Liebig oft in England, so siedelte sich als Gegenstück dazu eine englische Kolonie in Gießen an.

Auf einer im Jahre 1857 unternommenen Italienreise war er bei Nacht auf dem Vesuv. In Passau brach er 1859 bei einem Sturz die Kniescheibe und war seitdem im Gehen behindert. Als bayrischer Abgesandter wurde er auf der Pariser Weltausstellung von 1867 sehr geehrt und von Napoleon empfangen.

Auch im Inland wurde man sich seines Wertes bewußt, aber bei seiner impulsiven und kritischen Art hatte er hier nicht nur Freunde, doch gab das Übertreffende seiner Persönlichkeit den Ausschlag und trug ihm Berufungen nach Wien 1834, Petersburg 1837, Heidelberg 1851, München 1852 und Berlin 1865 ein, obwohl er sich in Berlin und Wien mit zwei Schriften „Über den Zustand der Chemie in Preußen und in Österreich“ nicht gerade sehr beliebt gemacht hatte. Den Staatsmännern warf er vor, sie hätten meistens keine Einsicht in die Naturwissenschaften. Als der Ruf nach Heidelberg kam, stellte ein Studentenwirt in Gießen ein Transparent auf mit der Inschrift: „Ei Du, mein lieber Liebig, — An Deiner Stelle blieb ich — Lieber hiesig“, und als der Ruf abgelehnt wurde, illuminierte Gießen. Bis 1852 blieb er seinem Gießen treu, er wollte es durch seinen Fortgang nicht schädigen. Als aber die hessische Regierung weiteren uneigennütigen Wünschen nicht entgegenkam und sein Schüler Pettenkofer als Abgesandter des Königs Max II. von Bayern ihn für München zu gewinnen suchte, schlug er diesen Ruf nicht aus. Wie des Königs Vater Ludwig I. München zu einer Künstlerstadt ersten Ranges erhoben hatte, so wollte der Sohn, König Max, die ersten Wissenschaftler nach München ziehen, um von ihnen im vertrauten Kreis, dem Symposion, die Anregungen zur Weiterentwicklung des Landes zu erhalten. Dazu war ihm Liebig als Begründer der reinen und vor allem angewandten Chemie und als repräsentativer Vertreter der Wissenschaft besonders willkommen.

So endeten die 57 Semester einer aufreibenden Tätigkeit Liebigs in Gießen, er hätte von sich sagen können: *scientiae inseruiendo consumor*. Und nun stand ihm ein *otium cum dignitate*

mit wenig Verpflichtungen in Aussicht, wie er es sich nicht besser wünschen konnte. Er war ein Glückskind in vieler Beziehung, aber Glück nach Moltke hat auf die Dauer doch wohl nur der Tüchtige.

Doch wie hätte ein Liebig in München die Hände in den Schoß legen können! Es mußte dort ein neues Laboratorium errichtet und mit dem alten Chemischen Institut, das, entsprechend umgebaut, ihm und seiner Familie als Wohnung dienen sollte, verbunden werden. Schon am 18. November 1852 konnte er seine Vorlesung über Experimentalchemie in dem schönen großen Auditorium vor einer zahlreichen Zuhörerschaft eröffnen.

Zu seiner wesentlich eingeschränkten akademischen Tätigkeit kam aber hinzu, daß er in der Haupt- und Residenzstadt von einer höheren Warte aus die Ergebnisse seiner Forschungen weiteren Kreisen in Abendvorlesungen zugänglich machte und zum Nutzen seines neuen Heimatlandes Bayern besonders in bezug auf Agrikultur- und Tierchemie tätig war. Auch hatte er noch viele Streitfragen zu klären und manches früher Behauptete nach besserer Einsicht zu korrigieren. Als Präsident der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, der er bald wurde, kam er auch mit den Geisteswissenschaften und besonders mit der Philosophie des Francis Bacon of Verulam in Verbindung, dessen *História naturalis* und Methode der Induktion er sehr ungünstig vom Standpunkt des Naturforschers aus beurteilte und seine Ansicht den deutschen Philosophen Sigwart und Kuno Fischer gegenüber mit dem alten kämpferischen Geist verfocht. Auffallend ist, daß er, der so exakt zu arbeiten suchte, die Mathematik nicht schätzte, das Abstrakte in ihr, sagte ihm nicht zu.

Um das Biographische abzurunden, sei nach Liebig's Darstellung als Forscher, Lehrer und Präsident der Akademie auch noch besonderer menschlicher Eigenschaften gedacht. „In meinem ganzen Leben sind mir wenig Menschen begegnet, die so wie er in ihrer Erscheinung Anmut und Würde vereinigt hätten“, schreibt der Dichter Paul Heyse in seinen Jugenderinnerungen und Bekenntnissen über Liebig. Sein Habitus war der eines herrschenden Geistes, dessen Übergewicht über seine Helfer und Genossen sich gelegentlich mit gebieterischer Lebhaftigkeit fühlbar machte. Die durchdringende Klarheit seines Blickes, der doch zu Zeiten wieder einen träumerisch sinnenden Ausdruck hatte, verriet den genialen Forscher und Finder. Dazu kam, während er die Sprache meisterlich beherrschte, eine gewisse tastende Unsicherheit im mündlichen Vortrag, die aber ihren Reiz hatte. Mit den vertrauten

Freunden Jolly, Bischoff-Pettenkofer und später v. Sybel suchte er im Whistspiel Erholung. Zur Poesie hatte er kein intimes Verhältnis. In seinen späteren Jahren fesselte überdies die vornehme Gelassenheit, mit der er seinen Weltruf ertrug, während er leidenschaftlich fortarbeitete, als ob es gelte, jetzt erst sich einen Namen zu machen.

Ein ganz besonderes Verhältnis bestand zu seinen Schülern. Er zog sie an und wußte sie festzuhalten in einem Maße, wie das keinem späteren Lehrer der Naturwissenschaften mehr gelungen ist, seine Schule weist daher glänzende Namen aus dem In- und Ausland auf. Um ihre Zukunft war er bei Bewährung rührend besorgt. Persönlich konnte Liebig von großer Liebenswürdigkeit sein und wußte die Menschen für sich einzunehmen, er war auch uneigennützig und wohlthätig. Dem schönen Geschlecht war er sehr zugetan. Darüber weiß sein Verwandter G. F. Knapp, dessen Tochter die Frau unseres Bundespräsidenten Heuss und eine Großnichte Liebigs ist, hübsch zu erzählen.

An der Südseite seines Hauses, Arcisstraße Nr. 1, gegenüber dem bekannten Eingange zum Glaspalast, lag damals ein schmaler Garten: Reben und Aprikosen rankten sich am Spalier hinauf. Dorthin führte er zuweilen die erwachsenen Mädchen aus der Bekanntschaft, die zufällig alle ähnlich klingende Namen hatten: Lilli, Lullu, Lella. Dann zeigte er ihnen die reifen Früchte, pflückte sie ab, brach sie in zwei Hälften und schob sie, strahlend vor Vergnügen, den jungen Freundinnen in den Mund. Wenn die zärtliche Fütterung vorüber war, küßte er im vollen Sonnenschein jede — sagen wir auf die Stirn, und das wurde ohne weiteres hingenommen und erwidert.

Politisch sah er das Heil für Deutschland von Preußen kommen, war 1848 in der Bürgerwehr in Gießen, konnte sich 1870/71 noch des Siegs der deutschen Waffen freuen, vergaß aber nicht, was er Frankreich verdankte. Der preußische Kronprinz besuchte Liebig nach dem Einzug der bayrischen Truppen in München.

Sein Glaubensbekenntnis baute sich auf seinen Forschungen auf, er sah überall in der Natur das Walten eines göttlichen Wesens und fühlte seine unsterbliche Seele ohne Furcht vor dem Tode in Gott geborgen. Ohne Prunk wünschte er der Erde zurückgegeben zu werden, schon 1870 hatte er sich nach schwerer Erkrankung einen Sarg bestellt. Gleich groß als Forscher, Lehrer und Mensch, seiner Schwächen bewußt, ist er am 18. April 1873, fast 70 Jahre alt, dahingegangen.

Nach diesem Überblick über Liebigs Lebenslauf fragt es sich nun, welchen Einfluß seine wissenschaftlichen Erkenntnisse auf die Medizin und ihre Entwicklung gehabt haben.

„Es kann kein Zweifel sein“, so äußert er sich, „daß wir mit einer neuen Physiologie auch eine rationelle Pathologie haben werden.“ Der neuen Physiologie aber hat er den Weg gebahnt, indem er durch seine Untersuchungen über organische Radikale und mehrbasische Säuren die organische Chemie schuf, mit ihr die geheimnisvolle Pforte zur Physiologischen Chemie aufstieß und folgerichtig von der Chemie der Pflanze, als dem Urelement des Lebens, zur Agrikultur- und Tierchemie weiter vorstieß. Der Tierorganismus ist nach ihm eine höhere Pflanze, deren Entwicklung mit denjenigen Materien beginnt, mit deren Erzeugung das Leben der gewöhnlichen Pflanzen aufhört, mit andern Worten, das Tier lebt im letzten Grunde von der Pflanze, der Mensch aber von Pflanze und Tier. Es ist eine tragische Sache, daß wir, um leben zu können, töten müssen. Stufenweise schreitet er so über die Landwirtschaft zu immer tieferen Erkenntnissen fort.

Vor Liebigs Zeiten war die Landwirtschaft ein von den Vorfahren erlerntes Handwerk, von den Landwirtschaftlichen Akademien und Schulen mit noch wenig wissenschaftlichen Grundsätzen fortentwickelt; „die Chemie“, sagte Liebig, „dieses Licht der Erkenntnis, hatte den Landwirten noch wenig geleuchtet“. Hier griff nun Liebig anfangs der 1840er Jahre ein, indem er mit rationellen Methoden untersuchte, was der Boden, die Luft und die Sonne der Pflanze gab. Nach unzähligen chemischen Analysen der Bodensubstanzen einerseits und des Pflanzenkörpers andererseits durch seine Schüler kam er auf die grundlegende Bedeutung der Mineralsalze für den Lebensvorgang der Pflanze, die er Nährsalze nannte, von denen eine in naturphilosophischen Anschauungen befangene Gruppe von Forschern wie Thaer annahm, daß sie durch die Lebenskraft von der Pflanze selbst erzeugt würden. So kam Liebig zur Düngung auf wissenschaftlicher Grundlage und mußte die Humustheorie, nach der organische Substanzen die Nährstoffe der gewöhnlichen Nutzpflanzen seien, ablehnen. Liebig hatte schwere Kämpfe mit den konservativen Landwirten zu bestehen, ihnen galt er als Eindringling. Er stellte auch das Gesetz des Minimums auf, nach dem die Pflanze nicht gedeihen kann, wenn auch nur ein einziges der notwendigen Nährsalze fehlt, selbst der größte Überschuß an den anderen Nährsalzen ist

dann wirkungslos. Konzentrierte Düngemittel verbrennen andererseits die Saat, wie der Landwirt sagt.

Der Bauer hatte nach Vätersitte den Stallmist zur Düngung benutzt, er hatte aber den Ertrag der Felder in die Stadt verkauft und bekam nicht als Gegengabe die Exkreme der Verbraucher zur Düngung zurück, sein Boden mußte daher an Nährsalzen immer mehr verarmen, so daß Liebig von Raubbau sprechen konnte. Der chinesische Bauer war in dieser Beziehung dem unsrigen überlegen, denn er sammelte eifrig Exkreme von Menschen und Tieren und sonstige Abfälle von diesen und von Pflanzen, düngte damit und hielt damit seinen Boden dauernd fruchtbar. Der Raubbau machte nach Liebig dem römischen und spanischen Weltreich ein Ende. Die Engländer hatten aber eingesehen, wie wertvoll das mineralreiche Knochenmehl für die Düngung ist, 33 000 Tonnen Knochen von den europäischen Schlachtfeldern wurden im Jahr 1822 allein nach England geschafft, ein im Grunde pietätloses Verfahren.

Leider mußte Liebig bei seinen Düngeversuchen eine große Enttäuschung erleben. Er glaubte die Nährsalze schwer löslich machen zu müssen, damit das Regenwasser sie nicht so leicht im Boden wegführe. Zu dem Zweck schmolz er kohlen-saures Kali mit kohlen-saurem Kalk zusammen und fügte Phosphate und Sulfate je nach dem Bedürfnis der einzelnen Nutzpflanzen hinzu. Diesen Dünger hielt er für so wertvoll, daß er ihn patentieren und von einer englischen Firma vertreiben ließ. Aber der Erfolg blieb auf seinem Grundstück bei der Liebigshöhe in Gießen und in England aus, der Patent-Dünger kam in Mißkredit, was Liebig schwer zusetzte und seinen Gegnern Oberwasser gab. Erst in München konnte er feststellen, daß er gefehlt hatte, indem sich zeigte, daß die Nährsalze von der Ackerkrume absorbiert und so festgehalten werden. „Ich hatte mich an der Weisheit des Schöpfers versündigt und dafür meine gerechte Strafe empfangen“, schreibt er bezeichnend. Von da an war seine Mineraltheorie anerkannt und führte später zu der massenhaften Verwendung der Staßfurter Abraumsalze.

Eine weitere Korrektur seiner Anschauungen mußte sich Liebig von Botanikern gefallen lassen, er hatte zuerst geglaubt, daß die Pflanze ihren Stickstoff als Ammoniak und Salpetersäure aus der Luft beziehe, während dies doch in der Hauptsache aus dem Boden geschieht. In den Weltkriegen hat man dann freilich den Stickstoff für die Nährsalze aus der Luft bezogen.

Ferner wollte er nicht glauben, daß auch die Pflanze atmet, also Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure ausscheidet. Dieser Vorgang aber ist am Tage durch Freiwerden von Sauerstoff bei der Assimilation überdeckt und so schwieriger nachzuweisen.

In 50 Thesen hat dann Liebig dem Landwirt übermittelt, was er zu tun hat, um seinen Boden fruchtbar zu erhalten. Sein Werk „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ hat Liebig seinem Förderer A. v. Humboldt gewidmet.

Liebigs faustisches Verlangen, immer tiefer in die Chemie des Lebens einzudringen, führte ihn dann um 1842 von der Agrikultur- zu Tierchemie und auch zur Physiologischen Chemie des Menschen, durch die nach Pettenkofer die Ernährungsphysiologie begründet wurde. Das Werk ist betitelt: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie.“

Systematisch soll nun dargestellt werden, welche Beiträge Liebig zur Kenntnis der Grundbausteine der lebenden Substanz, der Eiweißkörper, Kohlenhydrate, Fette und der chemischen Vorgänge bei Stoffaufnahme, Stoffumsatz und Stoffabgabe, also zur Klärung des Stoffwechsels bei Tier und Mensch geliefert hat.

Über das Eiweiß war vor Liebigs Zeiten noch wenig bekannt, was nicht wunder nehmen darf, weiß man doch heutzutage, daß im Eiweißmolekül bis zu 20 verschiedene Aminosäuren, also stickstoffhaltige organische Säuren, im Verein mit noch anderen Stoffen vorkommen, was zu einem Riesenmolekül führt. Liebig unterschied folgende Eiweißarten: Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzenkasein. Liebigs Schüler bestätigten zunächst, daß pflanzliches und tierisches Eiweiß nicht wesentlich verschieden ist, gerieten aber mit dem holländischen Chemiker Mulder, der für Eiweiß das Wort Protein geprägt hatte, in Konflikt wegen seiner Behauptung, Eiweiß enthalte keinen Schwefel. Dadurch kam es zu einem üblen Streit, der die Annalen der Chemie nicht gerade ziert, aber Liebig behielt recht. Gerade Stickstoff und Schwefel sind typische Bestandteile der gewöhnlichen Eiweißkörper. Mulder hatte ferner behauptet, der Blutfarbstoff, ein höherer Eiweißkörper, enthalte das Eisen in metallischem Zustand, was Liebig zu der witzigen Bemerkung veranlaßte, das besage so viel, als der Kohlenstoff sei im Zucker als Diamant vorhanden. Das Eisen ist nämlich im Blutfarbstoff nicht direkt nachweisbar, weil es komplex gebunden ist, erst nach Veraschung des Farbstoffs gibt es die üblichen Eisenreaktionen.

Im Käsestoff der Milch entdeckte Liebig das Tyrosin, so benannt nach dem griechischen Wort tyros = Käse. Bei solcher Namensgebung ließ sich Liebig gern von den Philologen der Gießener Universität beraten. Eingehend wurden auch die zahlreichen Zersetzungsprodukte der Eiweiße untersucht, wobei z. B. aus gefaulten Eiern pfundweise Buttersäure dargestellt werden konnte.

Auch die Fette wurden im Anschluß an die ausgezeichneten Arbeiten des Franzosen Chevreul eingehend analysiert. Man wußte damals noch wenig Sicheres über den einen Bestandteil der Fette, die höheren Fettsäuren, der andere, das Glyzerin, war bekannt. Liebig hatte nun, wie er schreibt, das Glück, eine Anzahl junger, kenntnisreicher, höchst talentvoller und geübter Chemiker um sich versammelt zu sehen, denen weitgehende Aufklärung nach einem von Liebig angegebenen Verfahren gelang. Sein Schüler Heintz konnte durch partielle Fällung den Nachweis führen, daß die Margarinsäure nichts Einheitliches ist, wie man glaubte, sondern ein Gemisch von Palmitin- und Stearinsäure, was ihm den Namen Fetttheintz eintrug.

Mit den Kohlenhydraten wie Zellulose, Stärke und Zucker hat sich die Liebigsche Schule weniger befaßt. Die Stickstoff enthaltenden Nährstoffe bezeichnete Liebig als plastische, die stickstofffreien als Respirationsmittel. Die drei großen Stoffgruppen und die Nährsalze bilden zusammen mit Schmeckstoffen die Hauptbestandteile unserer Nahrung, von Vitaminen, Hormonen und Spurenelementen wußte man damals noch nichts.

Um die Zuführung von Schmeckstoffen bei der Ernährung hat sich Liebig insofern bemüht, als er noch in Gießen von 1847 an das Fleischextrakt schuf. Der ursprüngliche Zweck, den Liebig dabei verfolgte, war der, die billigere aber nicht vollwertige Pflanzenkost der teureren Fleischkost gleichwertig zu machen, indem er zur Pflanzenkost Fleischextrakt hinzufügte, also gewissermaßen Brot in Fleisch zu verwandeln suchte. Im Grunde handelt es sich bei der Darstellung um Extraktion fein zerhackten Ochsenfleisches zuerst mit kaltem, dann immer wärmer werdenden Wasser, Auspressen des Rückstands und Eindampfen bis zu einem dunkelbraunen, bratenartig riechenden Sirup. Bei der chemischen Untersuchung fand er als neue Stoffe darin außer dem schon genannten Tyrosin die Inosinsäure und das Sarkosin. Der in Gießen seinerzeit sehr bekannte Geheimrat v. Ritgen stand bei der Taufe dieser Stoffe Pate. Die Darstellung des Extrakts im großen überließ Liebig dem durch seine Chemischen Briefe dazu ange-

regten Hamburger Ingenieur Giebert, der große Fabriken in Fray-Bentos in Uruguay gründete, wo zahllose Rinder der Häute und des Fettes wegen geschlachtet wurden, deren Fleisch aber jetzt erst zweckmäßige Verwendung fand. An der Fabrikation, deren Kontrolle sich Liebig vorbehalten hatte, war er finanziell beteiligt.

Liebig war von seinem Fleischextrakt so begeistert, daß er glaubte, es auch als energiespendendes Nahrungsmittel ansprechen zu müssen. Dem mußten aber seine Münchener Kollegen Pettenkofer und Voit widersprechen, denn es ist nur ein Genuß- und das beste Vorbereitungsmittel für die Verdauung im Magen, was Liebig nach allerlei Kämpfen auch zugab. Er hob dann noch hervor, daß das Extrakt die Tätigkeit des Muskel- und Nervensystems fördere, sei doch auch der Fleischfresser stärker, kühner und kriegerischer als der Pflanzenfresser. Liebig trieb also mit dem Extrakt das, was man heutzutage Organtherapie nennt. Interessant war festzustellen, daß ausgelaugtes Fleisch von Hunden als Futter verweigert wurde.

Auch ein Fleischinfus hat Liebig durch Auslaugen des Fleisches mit kaltem Wasser, dem etwas Salzsäure zugesetzt war, hergestellt und glaubt damit die Tochter eines englischen Schülers, die bei ihm in München zu Besuch weilte, an Typhus schwer erkrankt war und nichts als diesen Fleischsaft zu sich nehmen konnte, dem sicheren Tod entrissen zu haben. Auch seiner Tochter Agnes hat der Saft in schwerer Krankheit geholfen. Die Mißernte des Jahres 1867 veranlaßte Liebig, die Brotbereitung rationeller zu gestalten, unermüdlich ist er tätig. Durch Beseitigung der eiweißreichen Kleie verliert das Roggenkorn etwa 10%, das Weizenkorn etwa 15% an Nährwert, dazu kommen 2—3% Verluste durch Gärung. Würde das Getreideschrot mit Mehl verbacken, so könnten nach seiner Berechnung mit der gleichen Menge Korn auf je 1 000 Individuen 120 mehr vor Hunger geschützt werden. Er entwickelte schließlich ein Backpulver, in dem die Lockerung des Teigs durch Freimachen von Kohlensäure aus kohlen-saurem Kali bewirkt wird, so daß es der Hausfrau wenig Mühe macht, vor dem Frühstück schnell die Semmeln zu backen und noch warm auf den Tisch zu bringen. Durchgesetzt auf die Dauer hat sich aber diese Brotbereitung nicht. In ähnlicher Weise wurde von Horsford-Cambridge, einem Schüler Liebigs, ein Backpulver bereitet, mit dem in Amerika bei anders gearteten sozialen Verhältnissen Millionen verdient wurden.

Der Umstand, daß zwei seiner Enkel von der Mutter nicht gestillt werden konnten, veranlaßte Liebig zur Herstellung einer Suppe für Säuglinge als Ersatz für Muttermilch. Zu Kuhmilch setzte er Weizenmehl und Malzschrot hinzu und erwärmte auf 65 Grad. Um die dem Mehl anhaftende Säure zu neutralisieren, fügte er doppeltkohlensaures Kali hinzu, weil auch das Alkali der Milch wesentlich aus Kali besteht. Durch die Diastase des Schrots wird die Stärke in Zucker verwandelt. Nur mit dieser Suppe allein hat Liebig's Assistent Volhard drei seiner Kinder von der 5. oder 6. Woche von der Geburt an 15 Monate lang ernährt. In rührender Weise kam Liebig fast jeden Tag, um nach dem Befinden der Kinder zu sehen.

War Liebig so um rationelle Ernährung bemüht, so hat er die dieser folgenden chemischen Vorgänge bei Verdauung und Aufsaugung der Nahrung untersucht. Nahrungsmittel sind nach ihm nur diejenigen Stoffe, die fähig sind, zu Blut zu werden. Um dies zu werden, ist ihre fermentative Spaltung nötig. Liebig kam zu dieser Stoffgruppe, den Fermenten, durch seine Versuche über Gärung, die ihn in einen Gegensatz zu Pasteur brachten. Dieser sah die Ursache der Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure durch die Hefezellen selbst als vitalistischen Prozeß gegeben. Liebig wetterte gegen die Mikroskopiker, die sich mit der Feststellung der Formgebilde begnügen und nicht nach der tieferen Ursache der Spaltung fragen. Er aber sah sie in der Fähigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung, d. h. in einer chemischen Aktion befindlicher Körper besitzt, in einem andern ihn berührenden Körper dieselbe Tätigkeit hervorzurufen. Jedenfalls ist für Liebig die Ursache der Zersetzung eine chemische, nicht ein vitaler Prozeß, wie ja auch fermentative Vorgänge durch gelöste Stoffe hervorgerufen werden. Buchner hat dann entscheidend gezeigt, daß die Hefezelle als solche für die Gärung nicht erforderlich ist, sondern nur die in ihr enthaltene Zymase.

Von den bei der Verdauung tätigen Sekreten hat Liebig dann die Galle und vor allem die in ihr enthaltenen Gallensäuren analysiert. Ihre Untersuchung begegnet Schwierigkeiten, da sie leicht in harzartige Produkte übergehen. Liebig befreite die Galle von den Farbstoffen durch Baryt, von Cholesterin und Fett durch Äther und fällte dann die Gallensäuren durch Bleiessig. Im wesentlichen besteht so die gereinigte Galle aus dem Natronsalz einer Stickstoff enthaltenden Säure. Zur weiteren Aufklärung führten die klassischen Untersuchungen seines Schülers Strecker, der zwei

Säuren, die Cholsäure und Choleinsäure, isolierte, von denen die erstere aus Glykokoll und Cholalsäure, die letztere aus dem schwefelhaltigen Taurin und Cholalsäure besteht, später Glykochol- und Taurocholsäure genannt. Auch noch weitere, diesen ähnliche Gallensäuren wurden gefunden. Was schon Liebig und seine Schule weit vorausblickend angenommen hatte, erfüllte sich: Die Gallensäuren und das Gallenfett Cholesterin sind chemisch sehr nahe miteinander verwandt, was Windaus und Wieland neuerdings durch Ermittlung der Konstitution beider Stoffarten sicherstellen konnten.

Im Zusammenhang mit der Aufsaugung der Verdauungsprodukte hat sich Liebig auch mit Diffusion und Osmose befaßt, um die Grundlagen für die Säftebewegung im Tierkörper zu gewinnen. Er hat dann die abführende Wirkung der Salze mit alkalischer Basis, wie sie im Karlsbader Wasser enthalten sind, auf die wasseranziehenden Eigenschaften bezogen, wodurch die festeren Massen im Darm verdünnt werden und so leichter abgehen. Auch eine größere Zahl von Mineralwässern und Solen wurde analysiert, darunter das Wasser der Quellen von Bad Salzhausen bei Nidda, wo zur Erinnerung an Liebig von Geheimrat Sommer einst ein Liebig-Zimmer mit den dort wohl von Liebig benutzten chemischen Geräten eingerichtet wurde. Bei seinen Analysen der Mineralwässer stieß Liebig auf einen braunroten Stoff, der in seinen Eigenschaften sich zwischen Chlor und Jod einreichte und den er Chlorjod nannte, es war Brom. Die Entdeckung dieses Elements hat sich Liebig, dessen Name merkwürdigerweise mit keinem chemischen Element verbunden ist, entgehen lassen, während sein Freund Wöhler mehrere entdeckt hat.

Auch mit der Aufnahme der gasförmigen Nahrung, des Sauerstoffs, im Verein mit der Ausscheidung der Kohlensäure und des Wassers, also mit der Atmung oder, wie er sich ausdrückt, mit dem Einfluß der Atmosphäre auf den Körper, hat sich Liebig eingehend befaßt, sie, die Atmosphäre, nimmt täglich einen Teil unseres Leibes in sich auf. Zur Absorption des Sauerstoffs bei der Gasanalyse gab er die Pyrogallussäure an. Die Respiration, sagt er weiterhin, ist das fallende Gewicht, die gespannte Feder, welche das Uhrwerk in Bewegung hält, die Atemzüge sind die Pendelschläge, die es regulieren, was besagen soll, mit Hilfe des Sauerstoffs wird die Energie freigemacht, die in den hochwertigen Nahrungsstoffen enthalten ist. Den Ort der Oxydation verlegt er ins Blut, während sie doch wesentlich in den

Gewebe vor sich geht. Die Menge des eingeatmeten Sauerstoffs bedingt nach ihm die Menge der aufzunehmenden Nahrung, in Wahrheit liegen aber die Verhältnisse umgekehrt. Liebig betont auch die große Bedeutung der Oberfläche in den Kapillaren der Lungen und des Körperkreislaufs für den Gasaustausch. Der Kohlenstoff der organischen Stoffe werde nicht direkt oxydiert, sondern der Wasserstoff, an seine Stelle trete dann erst der Sauerstoff. Die Oxydation des Eiweiß sei durch den darin enthaltenen Stickstoff erschwert. Von den stickstofffreien Stoffen werden bei den Pflanzenfressern hauptsächlich die Kohlenhydrate, bei den Fleischfressern die Fette oxydiert. Die Menge von Nährstoffen, die durch 100 Liter Sauerstoff oxydiert werden, nennt er die respiratorischen Äquivalente, sie entsprechen heute den isodynamen Mengen.

Ins Blut gelangen nun alle die aufgenommenen Stoffe, es ist die Quelle, aus der alle Organe schöpfen. Die Pflanzen aber sind es, welche in ihrem Organismus das Blut aller Tiere und des Menschen erzeugen. Der Sauerstoff ist im Blut an den eisenhaltigen Blutfarbstoff locker chemisch gebunden, und die Bindung ist innerhalb gewisser Grenzen unabhängig vom Luftdruck, leben doch auf den Hochebenen Mittelamerikas in 12 000 Fuß Höhe Menschen ohne sonderliche Störung ihrer Lebensfunktionen, obwohl sie mit jedem Atemzug nur $\frac{2}{3}$ der Sauerstoffmenge aufnehmen gegenüber der in Meereshöhe. Der Blutfarbstoff leitet auch die Kohlensäure zum Abrauchen in die Lungen. Bei animaler Kost überwiegen im Blut die phosphorsauren Salze, bei vegetabilischer die kohlensauren. Liebig betont die Bedeutung des freien Alkali im Blut für die Verbrennung der Stoffe.

Die aufgenommenen körperfremden Nährstoffe müssen nun in körpereigene umgeprägt, dann der lebenden Substanz eingefügt, assimiliert werden, um deren Abnutzung auszugleichen. Auf das Studium der Assimilation, besonders der Fette, hat Liebig viel Mühe verwandt. Die Fettbildung werde gesteigert bei Verminderung der Sauerstoffaufnahme und bei Abkühlung. Liebig ist sicher, daß eine Hauptquelle des Körperfetts außer Fett selbst die Kohlenhydrate sind, erzeuge doch auch die Biene aus Zucker Wachs. Später gab er zu, daß auch Eiweiß an der Fettbildung beteiligt ist.

Mit der Assimilation ist beständig die Dissimilation verknüpft, wobei die großen Moleküle unter Freiwerden von Energie zer schlagen und die Trümmer oxydiert werden. Die so entstehenden

Stoffwechselschlacken sind mehr oder weniger Gifte und verfallen der Ausscheidung, der Exkretion.

Was unverdaulich und unlöslich ist, sammelt sich im Mastdarm, dem Rauchfang des Organismus, und geht in die Faeces über. Beim reinen Fleischfresser, wie bei Tiger und Löwe, bestehen sie wesentlich aus Knochenerde mit nur Spuren von organischer Substanz. Liebig wendet sich gegen die Annahme von Fäulnis und Gärung in den Faeces, sonst müßten sie Zuckerwasser vergären, was aber bei frischen Faeces nicht der Fall sei. Gegen Fäulnis spreche auch der eigentümliche Fäkalgeruch, den typischen Riechstoff, der später Skatol genannt wurde, hat Liebig dargestellt.

In den Harn gelangen die löslichen Dissimilationsprodukte. Die gewöhnlich saure Reaktion des Menschenharns wurde früher, als durch Milchsäure veranlaßt, angesehen, so besonders von Berzelius. Liebig fand aber keine Milchsäure im Harn, ja bei Einnahme von größeren Mengen milchsauren Kalks war Milchsäure dort nicht nachzuweisen. Liebig führt die saure Reaktion des Harns auf Dikaliphosphate zurück, die Harn- und Hippursäure durch Abgabe von Alkali in Lösung halten und dabei selbst saure Reaktion annehmen. Auch die aus dem Eiweißstoffwechsel stammende Schwefelsäure holt sich Alkali von den Phosphaten. Die Alkalisalze der in den Vegetabilien enthaltenen organischen Säuren werden bei der Verbrennung zu kohlen-sauren Salzen, gehen als solche in den Harn über und bewirken dann bei den Pflanzenfressern die alkalische Reaktion des Harns. Die wichtigsten Bestandteile sind der Harnstoff und die harnsauren Salze, die letzten Produkte der Umsetzung der stickstoffhaltigen Bestandteile des Körpers, deren Menge ein Maß für den Eiweißumsatz darstellt. Im Hundeharn konnte Liebig eine neue Säure, die Kynurensäure, finden, die aus der Aminosäure Tryptophan stammt und neuerdings in der physiologischen Chemie eine gewisse Bedeutung erlangt hat.

Der Stoffwechsel und die daraus resultierende Wärmeproduktion ist ein Thema, das Liebig viel beschäftigt hat. Alle vitalen Tätigkeiten sind durch die Wechselwirkung zwischen den Bestandteilen der Nahrung und dem Sauerstoff der Luft bedingt. Der Wärmeverlust des Körpers durch Abkühlung ist maßgebend für die Menge der Nahrung. Unter dem Äquator ist es nicht schwer, sich der Mäßigkeit zu befleißigen, in den Polarländern ist erhebliche Zufuhr wärmespendenden Fetts und Trans nötig.

Eine Nation von fleischartenden Jägern bedarf zu ihrer Ernährung und Erhaltung eines ungeheuren Gebiets, weil die Zahl des Jagdwilds beschränkt ist. Einengung ihres Raums hat daher die Indianer Nordamerikas fast zum Aussterben gebracht, hier muß der Ackerbau ausgleichend einwirken. Das fleischartfressende Tier verzehrt sich geradezu selbst, der Säugling seine Mutter. Zwischen plastischen und respiratorischen Nährstoffen soll ein Verhältnis von 1:3—4 bestehen, die letzteren Stoffe schützen dabei die ersteren vor Gewebsabbau. Der Kohlenstoff der organischen Stoffe verläßt den Körper weit überwiegend als Kohlensäure, der Wasserstoff als Wasser.

Die durch Verbrennung des Kohlenstoffs der Nahrung erzeugte Wärmemenge ist vollständig ausreichend, um die durch Ausdünstung, Strahlung und Leitung verursachten Wärmeverluste zu decken. Diese Erklärung fand sonderbarerweise bei Physiologen und Chemikern keine Anerkennung, ja Berzelius nennt sie eitel Hirngespinnst und überschüttet sie mit Hohn, aber Liebig behielt recht. Der Weitblick Liebigs und doch wieder die Zusammenschau der Einzelergebnisse zu einem grundlegenden biologischen Gesetz ist erstaunlich. Von den stickstoffhaltigen Nährstoffen nahm Liebig an, daß sie nicht zur Wärmebildung herangezogen würden, sondern zur Krafterzeugung, der Stickstoff erschwere ihre Verbrennung, Ammoniakgas sei trotz viel Wasserstoff durch glühende Körper nicht entzündbar. Wenn diese Lehre, das Eiweiß betreffend, auch nicht richtig ist, so hat sich neuerdings doch gezeigt, daß stickstoffhaltige organische Stoffe eine bedeutsame Rolle bei den chemodynamischen Vorgängen im Muskel spielen, nur wird ihr Stickstoff beim Stoffwechsel nicht ausgeschieden, sondern zur Resynthese dieser Stoffe mit Hilfe von Kohlenhydraten benutzt.

Die Psyche ist nach Liebig kein Gegenstand der Naturforschung, aber jede Bewegung, jeder Affekt hat chemische Umsetzung der Stoffe zur Folge, jeder Gedanke ist von einer Änderung in der Zusammensetzung der Gehirnssubstanz begleitet. Es gebe keine Kräfte, die einander näher stehen als die chemische Kraft und die Lebenskraft.

Hat so Liebig der Medizin einen unschätzbaren Dienst geleistet, insofern er seine chemisch-physiologischen Ergebnisse den noch vielfach naturphilosophischen Anschauungen verhafteten Ärzten zur Verfügung stellte und sie zu naturwissenschaftlichem Denken erzog, so hat er seine Beziehungen zur praktischen Medizin doch

auch noch enger geknüpft. Er hebt hervor, daß die Ärzte im 16. Jahrhundert die Begründer der Naturwissenschaften waren und daß die Organische Chemie aus der Medizin hervorgegangen sei. Oft weist er in seinen Schriften darauf hin, wie die Ärzte aus seinen Ergebnissen Nutzen ziehen könnten. Seines Fleischextrakts, Fleischinfuses und seiner Suppe für Säuglinge wurde schon gedacht. Von Arzneimitteln hat er bei seinen Versuchen über die Einwirkung von Chlor auf Alkohol das Chloroform, Chloral und sein Hydrat entdeckt, dessen schlafmachende Wirkung er am eigenen Körper erprobt hat. Der von ihm gefundene Aldehyd des Äthylalkohols war Ausgangsstoff für weitere Pharmaka. Eingehend hat er sich auch mit den vegetabilischen Salzbasen, den Alkaloiden, befaßt, die Säuren neutralisieren und physiologische Funktionen so spezifisch beeinflussen. Nach Liebig sind es Verbindungen des Radikals Amid, sie enthalten, wie man jetzt weiß, den Stickstoff in einem geschlossenen Ring, sind heterokarbazyklisch. Liebig hat Merck in Darmstadt im Jahr 1831 zur Herstellung seiner weltbekannten Alkaloide angeregt, ihm kam es mehr auf den reinen, besser zu dosierenden Stoff als auf die komplexe Droge an. Die moderne Pharmakologie wandert auf Liebigs Spuren, wenn sie dem Chemiker den Weg für die Herstellung neuer Heilmittel zeigt. Die giftigen Eigenschaften einer Materie kennenzulernen, um sie bekämpfen zu können, verlangt er von der Chemie.

Die rationelle diätetische Behandlung der Krankheiten, von chemischen Gesichtspunkten geleitet, hat er wesentlich gefördert und Pettenkofer und Voit zu ihren berühmten Stoffwechselforschungen angeregt, die auch in die Münchener Kliniken Eingang fanden. Liebig wollte durch gute Ernährung, durch Fieberdiät, die Körperzellen so stärken, daß sie den Kampf mit den Krankheitsgiften aufnehmen können. Bei zu großem Blutreichtum empfahl er, die stickstoffhaltigen Nährstoffe, die zu Blut werden, durch möglich stickstoffarme zu ersetzen wie Obst und Vegetabilien, welche die für die Sekrete nötigen Alkalien enthalten. Für die Therapie der Gicht gab er Anhaltspunkte durch seine Arbeiten über die Harnsäure, er empfahl, diese schwer lösliche Säure durch Vermehrung der Oxydationen im Körper in leicht löslichen Harnstoff überzuführen. Gicht und Steinkrankheiten seien nirgends seltener als im Rheingau, was er auf den Weingenuß zurückführt. Der Alkohol steht seinem Respirationswert nach dem Fett am nächsten, aber er ist das kostspieligste Respirationsmittel.

Die Bekämpfung der Fettsucht konnte im Anschluß an Liebigs Untersuchungen über die Entstehung der Fette aus Kohlenhydraten und durch festgestellte Zersetzung des Fetts im heißen Bad besser durchgeführt werden.

In prophylaktischer Beziehung gaben die Versuche Liebigs über die Reaktion des Harns Hinweise für die Vermeidung von Nieren- und Blasensteinen. Bei den Infektionskrankheiten schien ihm die Neutralisation der von den Erregern ausgehenden Gifte wichtiger zu sein als die Ausschaltung der Erreger selbst. Den Hygieniker hat er auf die aufsaugende Fähigkeit der Erdscholle aufmerksam gemacht als den ungeheuren Reinigungsapparat für das Wasser, aus dem sie alle der Gesundheit des Menschen und der Tiere schädlichen Stoffe, alle Produkte der Fäulnis und Verwesung untergegangener Tier- und Pflanzengenerationen entfernt. Für die landwirtschaftliche Verwertung der Kloakenstoffe hat Liebig im Anschluß an Gutachten, die er für die Riesenstadt London verfaßte, wichtige Hinweise geben können, die schließlich in unserer Zeit zur Anlegung von Riesefeldern führten.

Blickt man auf das Lebenswerk Liebigs zurück, so kann man es nur als eines von gigantischem Ausmaß und von so tiefgehender Wirkung bezeichnen, daß man dem Generalsekretär der Wiener Akademie recht geben möchte, der nach Liebigs Tod in einer feierlichen Sitzung der Akademie den Spruch tat: „Liebig verdanken wir die Hälfte unserer gegenwärtigen Kultur, und zwar die bessere.“

Zum Schluß gebe ich das Wort einem Vertreter der praktischen Medizin, Professor Klemperer, dessen ausgezeichnete Vorlesung ich seinerzeit in Berlin gehört habe, und der seinen im Jahre 1899 auf der Tagung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in München gehaltenen Vortrag über Justus v. Liebig und die Medizin mit den Worten schloß:

„Wir Ärzte sind ein zwiespältig Geschlecht, unser Beruf hält uns in den Niederungen täglichen Lebens, unser Sehnen richtet sich zu den Höhen der Wissenschaft, deren Zauber wir alle empfunden haben. Wenn wir erschöpft sind von den Mühen und Sorgen unserer Arbeit, dann gewinnen wir neue Kraft in der Berührung mit der Naturwissenschaft, und umgibt uns das Dunkel bangen Zweifels, so richten wir unser Auge zu den leuchtenden Gestirnen der Wissenschaft. Kein Stern strahlt heller an ihrem Firmament als der Name des Mannes, von dessen Mahnen wir nun, in Ehrfurcht uns neigend, Abschied nehmen. Justus v. Liebig.“