

Liebig und der Chemismus des Lebens

Anlässlich des 150. Geburtstages von Justus von Liebig ist über die Bedeutung dieses außergewöhnlichen Menschen als Forscher, Initiator und Organisator, aber auch als Lehrer und Denker von berufener Seite ausführlich geschrieben und seine Leistung auf den Gebieten der Chemie, Pflanzenernährung und Düngung, Tierernährung und Ernährungsphysiologie, aber auch der wissenschaftlichen Methodik eingehend gewürdigt worden¹⁾.

Heute, 20 Jahre danach, könnte dem nichts mehr hinzugefügt werden, das Gesagte gilt für alle Zukunft. Die letzten 20 Jahre haben nicht genügend relevantes neues Forschungsmaterial gebracht, welches das bisherige Bild Liebigs zu verändern geeignet wäre. Wohl aber hat diese Spanne Zeit ein anderes Bild grundlegend verändert und neu gestaltet, nämlich unser Bild von der Konstruktion des lebenden Systems, das wir als Ergebnis intensiver biochemischer Forschung heute unter dem Kennzeichen »Molekularbiologie« zusammenzufassen gewohnt sind. Es ermöglicht uns heute, das Phänomen des Lebens in allen seinen zellulären und organismischen Formen als das komplexe Zusammenwirken chemisch betrachtbarer Ereignisse zu sehen, welche sich an molekularen Strukturen abspielen, die eine physiologische Chemie uns seit vielen Jahren, beginnend mit Liebig und seinen Mitarbeitern und Schülern, näher kennen lehrte und deren funktionelles Zusammenwirken wir gegenwärtig verstehen zu lernen suchen, um zu einer Chemie nicht nur der organismischen Materialien, sondern auch zu einer Chemie der das Leben ausmachenden Vorgänge selbst, zu einer »Vital«-Chemie²⁾ zu gelangen, wenn man das Phänomen des Lebensvorganges selbst hierbei als »das Vitale« bezeichnen will. Liebigs »Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie« sowie seine »Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie

*) Der Autor dankt Herrn Prof. Dr. H. Kühn für Mithilfe bei der Suche nach zum Thema beitragenden Äußerungen in Liebig's Schriften.

¹⁾ Als Beispiele seien genannt die Veröffentlichungen von
Heuss, Th.: Festrede zum 150. Geburtstag von Justus von Liebig, am 12. Mai 1953 in Darmstadt, Landw. Forschg., Sonderheft 3, S. 1-6, 1953,
Huisgen, R.: Liebig's unvergängliches chemisches Werk. Landw. Forschg., Sonderheft 3, 15-20, 1953,
Rassow, P.: Liebig's Wissenschaftsbegriff. Landw. Forschg., Sonderheft 3, 7-14, 1953,
Scharrer, K.: Die Bedeutung der agrikulturchemischen Forschung Justus von Liebig's für die Landwirtschaft. Berichte über Landwirtschaft (Hamburg) N. F., 31, 1-15, 1953,
Schmitt, L.: Liebig's agrikulturchemische Tat. Landw. Forschg., Sonderheft 3, 20-27, 1953.

²⁾ *Linser, H.* (Herausg.): Grundlagen der allgemeinen Vitalchemie, Urban u. Schwarzenberg, Verlag, Wien, 1955-1959 (5 Bände).

und Pathologie« legten 1840 und 1842 die Grundsteine für die enorme Entwicklung, die im Anschluß daran die »Physiologische Chemie« nahm und gaben die Voraussetzungen, um zu einer chemischen Betrachtungsweise der Organismen und ihrer Lebenserscheinungen, zu einem Studium des »Chemismus« des Lebens³⁾, gelangen zu können. War sich Liebig der Tragweite dessen, was er begann, konsequent entwickelte und förderte, bewußt?

Die Kenntnis, von der auch der junge Liebig auszugehen hatte, gab keinen Hinweis, ob es jemals möglich sein könnte, das Leben mit dem Lichte der Chemie so zu erhellen, daß die kausalen Mechanismen der beobachtbaren Lebenserscheinungen und der Leistungen von Lebewesen sichtbar, erkennbar und verstehbar gemacht werden würden. Zur Zeit Liebig war, wie auch noch lange Zeit nachher, das Leben ein Rätsel, das unlösbar schien. Daß auch Liebig hier vor einem Rätsel stand, mag seine Bemerkung zeigen: »Was der Siedepunkt an und für sich ist, ist uns so unbekannt, wie der Begriff des Lebens«. Natürlich war Liebig mit dem Begriff »Leben« vertraut, nicht aber mit den Strukturen, welche das Leben ermöglichen und den an ihnen sich abspielenden Einzelvorgängen, die insgesamt den Lebensvorgang ausmachen. Hier sind die Worte, die Liebig benützt, die Sprache, in welche er seine Gedanken formt, Quelle möglicher Mißverständnisse. Und wenn wir versuchen wollen, seinen Gedanken über die chemische Betrachtungsweise lebender Organismen und ihrer Leistungen etwas näher zu kommen, so werden wir manche Schwierigkeit haben, die Worte und Begriffe, die Ausdrucksmittel und die Ausdrucksweise seiner Zeit zu verstehen. Wir werden seine oft ersten Versuche, Unge-sagtes und nach damaliger Kenntnis noch fast Unsagbares auszudrücken, erst zu übersetzen haben in die Formen des inzwischen seinen Gegenständen zweckmäßig angepaßten Begriffssystems unserer Zeit.

1841⁴⁾ definiert er Leben als »die Fähigkeit einer Materie . . . , in irgend einer andern, eine Veränderung hervorzurufen, in Folge welcher die erstere mit allen ihren Eigenschaften wieder erzeugt wird.« Er erfaßt damit das Wachstum als die Selbstreproduktion des lebenden Systems, wobei er allerdings annimmt, daß hierzu noch ein formbildender Faktor tritt. Wenn Liebig schreibt: »Die chemischen Kräfte sind der unanschaulbaren Ursache, durch welche diese Form bedingt wird, unterthan;« so denkt er zunächst an eine »Ursache, durch welche diese Form bedingt wird« und von deren Erklärbarkeit er optimistisch meint: »wir erforschen ihre Gesetze wie die der anderen Ursachen, welche Bewegung und Veränderung bewirken.«

In diesem Sinne ist für Liebig der anschließend sofort benützte Begriff »Lebenskraft«, von der er sagt, daß sie »in dem lebendigen Körper die chemischen Kräfte« beherrsche, nicht eine rätselhafte »vis vitalis« oder »Entele-

³⁾ Linser, H.: „Chemismus des Lebens“. Universum-Verlag, Wien, 1948.

⁴⁾ Liebig, J.: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, 3. unver. Abdr., Vieweg, Braunschweig, 1841, Seite 324–329.

chie«, sondern etwas durchaus auch mit naturwissenschaftlichen Mitteln Erforschbares, das durch chemische Wirkungen in Erscheinung tritt und somit auch selbst chemischer Natur sein muß.

Was wir heute, nach Erarbeitung der Begriffe Struktur, kybernetische Konstruktion und chemische Information an molekularbiologischen Vorstellungen entwickeln können, stand für Liebig noch nicht zur Verfügung. Er erkannte zwar den »dynamic state«⁵⁾ des lebenden Systems bzw. seiner Strukturen, die sich gegen die Entropie, gegen die Zerstörung durch Oxidation durch ihre eigenen Funktionen zur Wehr setzen und behaupten: »Es ist die Lebenskraft, welche der unaufhörlichen Einwirkung der Atmosphäre, der Feuchtigkeit, der Temperatur auf den Organismus einen, bis zu einem gewissen Grade, unüberwindlichen Widerstand entgegengesetzt; es ist die unaufhörliche Ausgleichung, es ist die stete Erneuerung dieser Thätigkeiten, welche Bewegung, welche Leben erhält.«

Er ahnt hier etwas von den Strukturen des lebenden Systems, die er im Einzelnen noch nicht kennen kann: »Das größte Wunder im lebenden Organismus ist es gerade, daß eine unergründliche Weisheit in die Ursache einer unaufhörlichen Zerstörung, in die Unterhaltung des Respirationsprozesses, die Quelle der Erneuerung des Organismus, das Mittel gelegt hat, um allen übrigen atmosphärischen Einflüssen, dem Wechsel der Temperaturen, der Feuchtigkeit zu widerstehen.« Die Ausdrucksmittel seiner Zeit gestatteten ihm nicht, seiner Ahnung eine klarere Formulierung zu geben. War dieses »Wunder« aber für ihn ein außernatürlicher Eingriff, die Auswirkung einer zusätzlich zur Chemie wirksamen, schöpferischen Tat einer über der Natur stehenden Macht?

In den »chemischen Briefen« steht der Satz:

»... das Fleisch und die Knochen, woraus die Beine bestehen, bewegen sich nicht, sondern sie werden bewegt durch eine Ursache, die nicht Fleisch und Bein ist, sie sind die Werkzeuge der Kraft; die weiche Masse, die man Gehirn nennt, ist das Werkzeug der Ursache, welche die Gedanken erzeugt.« Lassen diese Formulierungen nicht vermuten, daß Liebig in den strukturierten Organen der lebenden Organismen nur selbst leblose Werkzeuge sieht, die durch eine sie von außen her bewegende Kraft Lebenserscheinungen, Bewegung zu zeigen befähigt werden? Ist dies aber so zu verstehen, wenn er an anderer Stelle sagt: »So wie die Harfe tönt, wenn die Saiten der Wind bewegt, so denkt das Gehirn durch den Stoffwechsel,« meint er, daß neben dem denkenden Gehirn ein stoffwechselndes steht, das dem Denkenden Leben einhaucht? Sicherlich dachte Liebig nicht so. Sagt er doch in den »Chemischen Briefen« das Folgende: »In den Worten ›Lebenskraft‹ und ›Lebensgewalten‹ schaffen sie (die Mediziner) sich wunderbare Dinge, mit denen sie alle Erscheinungen erklären, die sie nicht verstehen. Mit einem durchaus unbegreiflichen, unbestimmten, durch klare Vorstellungen nicht begrenzbareren Etwas erklären sie,

⁵⁾ Baldwin, E.: Dynamic aspects of biochemistry, Cambridge Univ. Press., Cambridge, 1950.

was ihnen nicht begreiflich ist! In jeder Krankheit sei, so sagen sie, ein die physiologischen Kräfte beeinflussendes, selbständiges Kraftwesen tätig. Und da eine exakte Einsicht in die physiologischen Vorgänge der Gesundheit, Krankheit und Heilung *nimmer zu hoffen*, so beruhe die Diätetik und Therapie vorzüglich auf der Kenntnis dessen, was in ähnlichen Fällen genützt und geschadet. Indem sie von vornherein auf die Quelle alles Wissens, auf eine exakte Naturerkenntnis verzichten, halten sie sich für Propheten des Lichts, und ihrem sich vergötterndem Geiste erscheint auch der bescheidenste Widerspruch als Zeichen des Atheismus.« Damit weist er jeden Verdacht auf vitalistische Vorstellungen von sich. Er kann dies nur, wenn er selbst so optimistisch ist, daß es der von ihm gepflegten exakten Methodik der empirischen Wissenschaften, wenn auch nicht gleich, so doch einst, nach vielen Anstrengungen gelingen werde, aus der Kenntnis der chemischen Strukturen der Organismen heraus auch deren Lebenstätigkeiten abzuleiten und verständlich zu machen. Er weist aber auch den Verdacht, Atheist zu sein, damit von sich: er ist zu sehr Realist, er richtet sein Auge zu sehr auf diese Welt und die ihr zunächst stehenden Dinge, um selbst in den Bereich des Metaphysischen zu spekulieren. Er sieht sein naturwissenschaftliches Bemühen nicht als Werkzeug, um jeden Glauben aus den Angeln zu heben. Im Alter von 67 Jahren schrieb er an seine Schwester: »Ich habe so viel religiöse Bedürfnisse als andere Menschen, aber von anderer Art, und was die Kirche lehrt, verstehe ich vollkommen und halte ihre Dogmen nicht bloß für nützlich, sondern auch für notwendig für die Menschen. Aber meine Bekanntschaft mit der Natur und ihren Gesetzen hat mir die Überzeugung eingeflößt, daß man sich über den Tod und seine Zukunft keine Sorgen machen solle, alles ist so unendlich weise geordnet, daß die Angst, was nach dem Tode aus uns wird, nicht Platz greifen kann. Für alles ist gesorgt, und was mit uns wird, ist sicher das Beste.« Diese sehr sorgfältig gewählten Worte sollten offen und ehrlich sein, ohne ein religiös gläubiges Schwesternherz zu belasten oder zu ängstigen. Sie könnten auch heute von einem Naturwissenschaftler geschrieben werden, der im Leben ein molekularbiologisches Phänomen sieht, das mit der Zerstörung der molekularen Strukturen, die es tragen und ermöglichen, endet. Diesem Eindruck, daß Liebig solcher Meinung sein konnte, scheint die folgende Äußerung zu widersprechen: »Darin liegt eben der hohe Wert und die Erhabenheit der Naturerkenntnis, daß sie das wahre Christentum vermittelt. Darin liegt das Göttliche des Ursprungs der christlichen Lehre, daß wir den Besitz ihrer Wahrheiten, die richtige Vorstellung eines über alle Welten erhabenen Wesens, nicht dem Wege der empirischen Forschung, sondern einer höheren Erleuchtung verdanken.« Das Christentum scheint aber hier in den Augen des Naturwissenschaftlers eine andere als die scheinbare, nämlich die »wahre« Form anzunehmen; ist diese aber nicht die Form, welche Gottes Eingriff nicht bei der Entstehung des Lebens, sondern allein im Urgrund alles Wirkenden und

sich Ereignenden sucht und lokalisiert: dort wo die allerletzte Grenze naturwissenschaftlichen Forschens und Erkennens liegt? Liebigs Denken war zu klar und zu konsequent, um zuzulassen, daß ein Gott überall dort als spontaner Schöpfer auf die Bühne gerufen würde, wo menschliches Denken in seinem Bemühen zu erklären versagt. Liebigs Denken zielt auf ein in sich geschlossenes Gesamtsystem, in dem alles zusammenhängt und naturgesetzlich bestimmt ist, ohne besondere und spezielle Eingriffe einer göttlichen Macht in Einzelfällen notwendig zu machen oder auch nur zuzulassen. So schreibt er in den Chemischen Briefen: »Die Naturforschung lehrt uns die Geschichte der Allmacht, der Vollkommenheit, der unergründlichen Weisheit eines unendlich höheren Wesens in seinen Werken und Taten erkennen.« Wie hätte er, in seiner Zeit und in seiner Stellung, anders formulieren können, wenn es um Dinge ging, die seiner empirischen Methode nicht zugänglich waren? Hier konnte er nur ahnen und nicht beweisen: er aber pflegte nur mit Tatsachen als Argumenten zu schockieren. 1866 hielt Liebig eine Akademie-Rede, in welcher er sagte: »Es gelingt zuletzt, alle Naturerscheinungen in Begriffe aufzulösen. Dies ist die Aufgabe der Wissenschaft.« Er meint damit offenbar, daß es prinzipiell möglich sei, mit einem geeigneten System von Begriffen ein Bild von den Strukturen der untersuchbaren Gegenstände zu gewinnen, das ihre Eigenschaften kausal zu verstehen bzw. abzuleiten gestattet und daß es Aufgabe der Wissenschaft sei, von der gesamten uns gegebenen Welt ein solches Bild herzustellen. »Mit einem unendlichen Aufwand von Geist und Scharfsinn schuf man nur Bilder« schrieb er in den Chemischen Briefen. Und weiter: »Wir aber suchen das reine Licht, und dies ist die Wahrheit.« War er sich bewußt, daß alles, was wir denken, nur Symbol oder Bild sein kann von dem, was ein kritischer Realismus als transzendente Welt hypothetisch annimmt? War er sich bewußt, daß auch die Wahrheit nur in Symbolen, nur in Bildern faßbar wird für uns Menschen? Ein erstaunlicher, durch Liebigs große Erfolge freilich begründbarer und verständlicher Optimismus spricht aus seinen Worten, und wir haben den sicheren Eindruck, daß Liebig der festen Meinung war, daß die Lebenserscheinungen der Organismen identisch seien mit chemischen Vorgängen an molekularen Strukturen, von denen er zwar keine zureichende Kenntnis besaß, aber von der er doch zuversichtlich hoffte, daß sie eines Tages erarbeitet werden könne. So schrieb er: »Nach den neuesten Entdeckungen bietet der Organismus dem Forscher zwar noch Unbegriffenes genug, aber nichts Unbegreifliches mehr dar.« Darin darf man ein Bekenntnis zur prinzipiellen Durchschaubarkeit des lebenden Systems sehen, und wie könnte es der Chemiker Liebig anders sehen denn als chemisches System, dessen Eigenarten und Verhaltensweisen nur bei Auflösung im molekularen und atomaren Größenbereich einsehbar und abgeleitet werden können. Solche Vorschau auf künftige Möglichkeiten, deren Realisierung erst 100 Jahre nach seinem Tod sich anbahnt, konnte Liebig erleben zu einer Zeit, da sein Schüler Kekulé daran ging.

der Formel des Benzols ihre ringförmige Gestalt zu geben, zu einer Zeit, da das Bild der Physik von der Materie noch das starrer Partikelchen war und die Problematik einer Verschiedenheit von »Kraft und Stoff« noch die Gemüter bewegte und die Geister in Streit brachte. Liebig's zukunftsweisende Vorstellungen waren noch nicht reif für seine Zeit. »Von der falschen Vorstellung, die man sich von dem Einflusse der Chemie auf die Erklärung der vitalen Erscheinungen macht, rührt es her, daß man von der einen Seite diesen Einfluß zu gering anschlägt, während die Erwartungen und Anforderungen der anderen zu hoch gespannt sind.« Diese, im letztgenannten Satzteil geäußerte vorsichtige Beurteilung der Fähigkeit der Chemie, die Lebenserscheinungen aufzuklären, ist sehr verständlich, wenn man bedenkt, welche Methoden der Chemie damals zur Verfügung standen. Auch für Liebig war damals nicht vorherzusehen, daß die spätere Entwicklung chromatographischer und anderer physikalisch-chemischer Trennungsv erfahren, die Isotopentechnik, die Verfeinerung der Elementaranalyse, der Strukturaufklärung und eine enorme Entwicklung der Enzymchemie kleinste und feinste Molekularstrukturen zu erkennen möglich machen würde. So dürfte seine Skepsis mehr methodischen und technischen als prinzipiellen oder gar philosophischen Überlegungen zuzuschreiben sein.

All dies aber waren für Liebig nur Möglichkeiten, die in der Zukunft lagen. Was ihm selbst möglich war, klärte nur die Strukturen einfacher Bestandteile des lebenden Systems, nur einfache Ergebnisse seiner chemischen Leistungen. Die als Basis der Agrikultur wesentlichste Lebensleistung, das Wachstum, blieb ihm undurchschaubar. Hypothesen über Strukturen und chemische Mechanismen, welche Wachstum, organismisches Wachstum möglich machen, waren zu jener Zeit noch nicht denkbar. Zur Zeit Liebig's war man noch sehr weit davon entfernt, die Stoffwechselforgänge lebender Organismen als Funktionen ihrer molekularen Strukturen zu erkennen, aufzufassen und zu verstehen. Keinerlei Zusammenhänge waren kausal zu durchschauen zwischen dem Wachstum von Zellen und Organismen und dessen chemischen Mechanismen. Liebig's praktischer Sinn klammerte deshalb jene Mechanismen aus seinen Überlegungen weitgehend aus, welche zwar die eigentliche agrarische Produktionsleistung erbrachten, aber doch undurchschaubar blieben, noch nicht analysiert werden konnten. Analysierbar aber waren mit den von ihm entwickelten oder verbesserten Methoden doch schon die stofflichen Wechselbeziehungen zwischen den lebenden Organismen und ihrer Umwelt, und hier, wo die Methoden es ihm möglich machten, klärte Liebig auch das Grundsätzliche.

Seine Agrikulturchemie bezog sich auf die zum Wachstum, zur Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte notwendigen Materialien und auf die von den Organismen abgegebenen bzw. erzeugten Stoffwechselendprodukte. Der Organismus, das lebende System, mußte, dem Stand der Kenntnis nach, außer

Betracht bleiben. Dieser Umstand kennzeichnet die Gesamtheit der Agrikulturchemie, in der Pflanzenernährung wie in der Tierernährung und auch in der Ernährungsphysiologie des Menschen im Verlauf des auf das Erscheinen Liebig's grundlegender Bücher folgenden Jahrhunderts. Er untersuchte die Korrelationen zwischen Nährstoffart, Nährstoff-Form, Nährstoffangebot, Wechselwirkung zwischen Nährstoff und Umwelt bei seiner Darreichung einerseits und Menge sowie Qualität des erzeugten Produktes andererseits, untersuchte das Verhalten der Organismen bei bzw. im Verlauf der durch Wachstum ermöglichten Produktion und ließ das wachsende, produzierende chemische System selbst — zunächst notgedrungen, dann konventionell und gewohnheitsmäßig — als undurchschaubar beiseite. Man versuchte, es zu manipulieren, ohne es zu kennen. Damit mußte die Agrikulturchemie in ihren zentralen Problemen eine rein empirische Wissenschaft bleiben, die nur im Hinblick auf Nährstoffbilanzen und Wechselwirkungen zwischen Nährstoffen und dem Boden kausale Zusammenhänge strukturell bzw. als Mechanismen klären konnte. Nunmehr aber, hundert Jahre nach Liebig's Tod, beginnt die Analyse des lebenden und produzierenden Systems in der Pflanze, im Tier, durch die erfolgreiche Arbeit der modernen Biochemie und Molekularbiologie zu brauchbaren Hypothesen zu gelangen, welche es gestatten können, auch die Vorgänge innerhalb der Organismen nicht nur zu kennen, sondern auch zu steuern und zu gezielter Qualitätsproduktion zu nützen. Das Licht, das Liebig — um eines seiner Bilder zu gebrauchen — in das Zimmer der Nährstoffe gestellt hat, um es zu erleuchten, muß nun auch in das Zimmer des lebenden Systems selbst getragen werden, welches die agrarische Produktion als Produktionsanlage unmittelbar durchführt.

»Liebig arbeitete nicht wie gewöhnliche Menschen mit Fleiß und Eifer, sondern mit Leidenschaft. Ein wissenschaftliches Problem ist ihm wie ein Alp, der auf ihm lastet. Es läßt ihm keine Ruhe, Tag und Nacht denkt er darüber nach, er kann davon nicht loskommen, bis das Problem zum Abschluß gebracht ist.«

Jakob Volhard in seiner Liebig-Biographie