

Nekr

L

81







# Karl Ludwig.

---

Von



Dr. R. Wlassak.

---

Separat-Abdruck  
aus der „Schweizerischen Rundschau“, VI. Heft, Juni 1896.



Zürich 1896.  
Albert Müller's Verlag.





M 377

Nehr L 81

Carl Ludwig.  
(1816-95)



## Denkrede

gehalten in der Gesellschaft der Aerzte zu Zürich

am 11. November 1895.



K 3022/20

Ockermann  
aut.



## Carl Ludwig.

Von Dr. R. Wlassak (Zürich).

Es gehört zu den auffallendsten Eigentümlichkeiten der heutigen Wissenschaft, besonders der exakten, daß ihre Ergebnisse die individuellen Spuren, die ihnen von ihren Urhebern her anhaften, selbst im Bewußtsein der Zeitgenossen bald verlieren. Mangel an historischem Sinn kann allein hiefür nicht verantwortlich gemacht werden. Vielmehr ist es die Breite des Betriebs der Wissenschaft, die dies bewirkt. Ein glücklicher Gedanke, noch mehr eine erfolgreiche Methode ruft ungezählte Arbeiten auf das Feld, die das Begonnene weiterspinnen und vielfach umgestalten. Bald ergeben diese vielfältig reflektierten und zusammengesetzten Wellen ein unentwirrbares Bild, in dem der Ausgangspunkt der Bewegung nicht leicht zu finden ist. Mancher mag darin einen besonderen Vorzug unserer Zeit sehen. Und gewiß, durch diese Vielfältigkeit der wissenschaftlichen Arbeit kann Mißlungenes rasch abgestoßen, Richtiges rasch bestätigt werden und weiter wirken. Der unpersonliche Charakter der Arbeit, der so entsteht, scheint trefflich zu der Objektivität der Wissenschaft zu stimmen.

Man vergißt aber dabei, daß die systematische Einheit der Wissenszweige hierdurch leiden kann. Denn diese kann immer nur das Werk des einzelnen Individuums sein. Der Wunsch, viele Tatsachen zusammen zu schauen, kann nur im Geiste des einzelnen sich wirksam geltend machen.

In einer jungen, nur auf eine kurze Entwicklungszeit zurückblickenden Wissenschaft, wie es die Physiologie ist, sind naturgemäß die Männer nicht zahlreich, in deren Lebenswerk ein solcher einheitlicher Zug als tatsächlich wirksam sich nachweisen läßt.

Carl Ludwig war ein solcher vom Gesetze begnadeter Forscher. Von seinen ersten Arbeiten bis zu seinen letzten kann in seinem praktischen wissenschaftlichen Verhalten ein Gedanke gefunden werden. Und wenn er ihn in späten Jahren vorsichtig zögernd formuliert, als methodisches Prinzip hat er ihn nie verleugnet. Der Beginn von Ludwigs wissenschaftlicher Tätigkeit fällt in den Anfang der vierziger Jahre unseres Jahrhunderts, die in mehr wie einer Beziehung für die Geschichte der Physiologie denkwürdig sind. Der große Reformator Johannes Müller hatte sich damals nach Du Bois' Zeugnis schon ganz der vergleichenden Anatomie zugewendet, und die Experimental-Physiologie verlassen. Um so eifriger war die junge Generation an der Arbeit. Die Anwendung physikalischer Methoden auf die Fragen, die der lebende Organismus darbot, begann ihre ersten Erfolge zu zeitigen. Theodor Schwann, der später durch die Entdeckung der Zelle als ausnahmsloses Formelement der Tiere so berühmt wurde, hatte zuerst in einer Frage der Muskelphysiologie gezeigt, daß die Erscheinungen des lebenden Organismus mit denselben quantitativen Methoden beschreibbar sind, wie die der unbelebten Körper. Seine Theorie der Zellen führte dann physikalische Vorstellungen sogar in die Lehre vom tierischen Wachstum ein. Wenn die Lebenserscheinungen nach physikalischen Methoden analysierbar sind, so bot sich fast von selbst die Frage, ob denn wirklich auch die Lebensvorgänge vollständig anderer Natur seien als die physikalischen und chemischen Prozesse, wie die herrschende Lehre, auch Johannes Müller noch, angenommen hatte. Die Existenz der Lebenskraft würde ein Problem. Eifrig wurde für und gegen gestritten. Alle die vorgebrachten Argumente laufen in letzter Linie darauf hinaus, aus dem, was man über den Organismus wußte, Gründe oder Gegengründe zu formen.

In eigenartiger Weise griff Ludwigs Erstlingsarbeit nicht in die theoretische Diskussion über diese Frage, wohl aber mächtig in die Entwicklung ein, die sie später genommen.

Im Jahre 1842 reichte nämlich bei der medizinischen Fakultät der Universität Marburg der junge Ludwig eine Habilitationsschrift ein, in der der Versuch gemacht war, einen exquisiten Lebensvorgang selbst, die Bildung des Harns in der Niere, rein aus mechanischen Prinzipien begreiflich zu machen. Zur Würdigung der Kühnheit dieses Versuches muß man wissen, daß erst zehn Jahre vorher Johannes

Müllers großes Drüsenwerk den übereinstimmenden Grundbau aller Drüsen als die blinde Einstülpung der Drüsenhäute kennen gelehrt hatte.

In Ludwigs Abhandlung nun handelt es sich nicht mehr nur um die quantitative Faßbarkeit eines äußerlich klar sichtbaren Lebensvorganges, sondern um die Tätigkeit des lebenden Gewebes selbst.

Ueber den Eindruck, den die Kühnheit von Ludwigs Versuch gemacht hatte, besitzen wir ein eindeutiges Zeugnis: die Fakultät wies den Gesuchsteller ab. Aber Ludwig, dessen Angriffslust auch in persönlicher Beziehung in dieser Zeit seinesgleichen suchte, war nicht der Mann, sich durch dieses Botum einschüchtern zu lassen. Er antwortete, daß er seine Schrift mit der Bemerkung drucken lassen werde: Zurückgewiesen als Habilitationsschrift an der Fakultät zu Marburg. Die Fakultät gab nach und Ludwig erhielt die *venia legendi*.

In der Vorrede zu dieser heute selten gewordenen noch lateinisch geschriebenen Habilitationsschrift nennt Ludwig Magendie, Johannes Müller und vor allen andern Liebig als seine Vorgänger in der „*nova inquirendi ratio*“, der er hier gefolgt sei. Es bezieht sich dies aber nur auf litterarische Einwirkung; persönlich soll auf Ludwigs wissenschaftlichen Entwicklungsgang nur der Chemiker Bunsen einen gewissen Einfluß genommen haben.

Die Theorie der Harnbildung, die Ludwig in diesem kleinen Schriftchen vorträgt, stützt sich hier, merkwürdig genug, noch auf keinerlei Experimente. Erst in späterer Zeit, erst in Zürich, kommt er dazu, durch Goll die ersten Prüfungen seiner Hypothese ausführen zu lassen. Dafür zeichnet sich diese Schrift durch eine musterhafte klare Problemstellung und Fassung der Hypothese aus. Sie erfüllt die charakteristische Forderung, die er später selbst an Hypothesen stellte. Sie sollen in „der Absicht aufgestellt sein, um durch sie zu neuen Versuchen zu gelangen“.

Frühere Anschauungen und Experimente, an welchen letztern selbst Johannes Müller beteiligt war, hatten in einer ganz dunkeln Weise die Nerven der Niere mit der Bereitung des Harns betraut. Mit sicherem Blick erkannte Ludwig das Ungenügende der Experimente und divinatorisch ahnte er, in welcher Weise die Nerven eventuell regulierend in die Bereitung des Harns eingreifen können, nämlich als Erweiterer oder Verengerer der Blutgefäße der Niere. Jahrzehnte später brachten experimentelle Untersuchungen die Bestätigung dieser Vermutung.

Ludwigs Ausführungen erledigen zunächst die Vorfrage, ob die

Stoffe des Harns schon im Blute vorgebildet sind; nachdem diese Frage im wesentlichen bejahend beantwortet wird, ergibt sich die Berechtigung, auf die eigentümliche Art des Blutstroms in der Niere die Harnbildung zurückzuführen. Die Anordnung der Blutgefäße in der Niere bedingt es, daß Filtration und Endosmose zur Erzeugung des Harns zusammenwirken können. Die Harnbereitung war, wenn man gewisse physikalische Eigenschaften der Drüsenhäute in Bezug auf Filtration und Endosmose vorausgesetzt, ein Problem der Mechanik des Blutstroms in der Niere geworden.

So begann Ludwigs wissenschaftliche Laufbahn mit einer Frage aus jenem Gebiete, das er Zeit seines Lebens mit der größten Vorliebe und wohl mit dem größten Erfolg behandeln sollte.

Nichts charakterisiert, wie ich glaube, seinen wissenschaftlichen Charakter und seine Begabung schärfer wie diese Vorliebe. Die hydraulischen Erscheinungen haben für einen klaren physikalischen Kopf, dessen Hauptstärke in der Anschauung beruht, etwas ungeheuer Anziehendes, denn nicht leicht wird sich ein zweites Gebiet finden, wo aus einigen wenigen anschaulichen Prinzipien eine solche Fülle von einzelnen Tatsachen sich ableiten läßt. Ueberdies hatten G. H. Webers Arbeiten über die Mechanik des Blutstroms hier schon eine sichere, erfahrungsgemäße Grundlage geschaffen. Sie waren aber nicht weiter gegangen, als wie zu einer physikalischen Theorie der Wellenbewegung des Blutes, und zu deren Prüfung an einem Schema und an Beobachtung über den Puls am lebenden unverletzten Organismus. Nie hat G. H. Weber einen Druckmesser, ein Manometer, wie es schon Poisseuille getan, in ein Blutgefäß eines lebenden Tiers eingefügt; ganz anders verhält sich Ludwig. Unter seiner Leitung entstehen an der Marburger Anatomie, wo er unter Ludwig Jick Professor war, schon einige Dissertationen, die Messungen des Blutdrucks in verschiedenen Gefäßgebieten zum Gegenstand hatten. Endlich im Jahre 1847 erweist er sich als das Kind einer neuen technischen Zeit, er tut seinen ersten Meisterstreich, er erfindet das „Kymographion“.\*)

\*) Das Kymographion besteht im wesentlichen aus einer Schreibfeder, die auf das Quecksilber des einen Schenkels eines Manometers aufgesetzt ist. Diese Schreibfeder zeichnet auf einer mit gleichmäßiger Geschwindigkeit vorbeibewegten Trommel die Aenderungen des Drucks, die das Manometer zeigt, automatisch auf. Das Manometer selbst ist in ein größeres Blutgefäß eines lebenden Tiers eingefügt.

Wenn irgendwo, so erwies es sich hier, was die Entdeckung einer Methode bedeutet. Nicht nur, daß die Erforschung des Blutkreislaufs durch dieses Instrument erst wahrhaft ermöglicht war. Es ist auch der Ahnherr aller Instrumente der „graphischen Methode“, d. h. der automatischen Selbstregistrierung tierischer Bewegungen, geworden. Drei Jahre später konstruierte Helmholtz das erste „Myographion“, ein Instrument zur Selbstregistrierung von Muskelzuckungen. Aber nicht nur die eigene Wissenschaft, die Physiologie, wurde in ihrer Methodik durch dieses Instrument in neue Wege gelenkt., auch benachbarte Wissensgebiete, wie Arzneimittellehre, werden dadurch beeinflusst. Wie der Blutdruck nach Einführung einer Substanz in den Tierleib sich verhält, das ist auch heute noch das vornehmste Mittel zur Kennzeichnung der Wirksamkeit eines Arzneikörpers.

Heute ist uns die graphische Methodik so in Fleisch und Blut übergegangen, daß wir ihre Entdeckung kaum mehr zu würdigen verstehen. Und wirklich, eine Schreibfläche an einem bewegten, mit einer Schreibspitze versehenen Objekt vorbeizuführen, was kann einfacher sein! Gewiß, was kann auch einfacher sein, als ein Pendel zu Zeitmessungen zu benutzen, und doch bedurfte es des Genies eines Huygens, um auf diesen Gedanken zu kommen. Eine Frage der Mechanik des Kreislaufs, die schon Poisseuille bekannte Abhängigkeit des Blutdrucks von den Atembewegungen, war es, die Ludwig zur Erfindung seines Werkzeugs führte. Detailfragen dieser Art scheinen ihn in seiner Marburger Zeit noch beschäftigt zu haben, bis er im Jahre 1849 als Professor der Anatomie und Physiologie nach Zürich berufen wurde, wo Kölliker und Henle seine Vorgänger waren. Hier begann erst die ganze Größe des Experimentators Ludwig sich zu zeigen. Sein lebhaftestes Interesse blieb dem Wesen der Drüsentätigkeit zugewendet. Arbeiten über die physikalischen Prozesse, deren Wirksamkeit er in der Niere angenommen hat, über Diffusion und Endosmose entstanden jetzt unter seiner Leitung, so z. B. die bekannten von Cloetta.

Endlich wagte er es, mit den neugeschaffenen experimentellen Hilfsmitteln eine Drüse selbst über ihren Mechanismus zu befragen. Bei der Niere hatte er die Unrichtigkeit der durch das Alter „geehrwürdigten Hypothese“ über die Rolle der Nieren, die den Harn bereiten sollten, mit sicherem Blick erkannt. Aber er war weit davon entfernt, diese Meinung auf alle Drüsen auszudehnen. In der Speicheldrüse fand

er ein Organ, für dessen Beeinflußbarkeit durch nervöse Prozesse gut beobachtete Tatsachen sprachen. Die Zugänglichkeit der Drüsen und ihrer Nerven war ein weiteres Moment, gerade sie als Untersuchungsobjekt zu wählen. Mit klassischer Klarheit formuliert er die Frage; — den Einfluß der Nerven auf die Drüse als bestehend vorausgesetzt —: „können,“ wie er in seiner eigentümlichen Sprache sich ausdrückt, „seit die Physik der anatomischen Tatsachen sich bemächtigt, nur zwei Hypothesen erwogen werden:“ entweder, der Nervenfluß bewirkt eine Modifikation der mechanischen Bedingungen des Sekretionsapparates, oder dieser <sup>ändert</sup> ~~ändert~~ <sup>den</sup> ~~den~~ <sup>den</sup> Einfluß der Nerven <sup>in</sup> ~~in~~ <sup>in</sup> ihren chemischen Eigenschaften.“ Nicht minder bewunderungswürdig ist die Prägnanz der experimentellen Beantwortung der gestellten Frage. Sein eigenes Werkzeug, das Kymographion, war das Mittel, dessen er sich bediente. Er läßt gleichzeitig den zeitlichen Verlauf des Druckes des Blutes und des Speichels in den Ausführungsgängen der Drüse während des Nervenreizes aufschreiben. Der Druck stieg in dem Speichelgang höher wie in den zugehörigen Blutgefäßen, die Drüse bildete auch bei ausgeschaltetem Blutgefäße auf Nervenreiz hin noch Speichel, die alleinige Erhöhung des Druckes wirkte nicht sekretionsbewirkend, so konnte es sich nur um eine Aenderung der chemischen Beschaffenheit des Drüsenapparates handeln.

Keine der spätern über die Tätigkeit der Drüse ermittelten Tatsachen, auch nicht Claude Bernards Entdeckung über die Erweiterung der Blutgefäße in der Drüse bei Reizung der zugehörigen Nerven, hat an der Eindeutigkeit dieser Experimente etwas geändert, auch die modernsten cellularen Feuilletons nicht, nach denen die graphische Methode über die innern Sekretionsvorgänge nichts ermitteln könne.

Es wäre vom höchsten Interesse, wenn man erfahren könnte, ob Ludwig selbst den Ausfall seines Experiments vorausgesehen und ob in die Freude, eine neue Klasse von Nerven entdeckt zu haben, sich nicht ein leiser Schmerz eingemischt hat, eine Enttäuschung darüber, daß dieser Vorgang aus den bekannten physikalischen Prozessen sich jedenfalls nicht ableiten läßt. Zum erstenmal stand Ludwig hier an der Grenze der Durchführbarkeit seines mechanistischen Programms. Keine der übrigen Arbeiten der Züricher Zeit läßt sich an Bedeutung mit der Speichelabhandlung messen. Aber wir sehen Ludwig hier schon die Methode befolgen, einen Gegenstand, den er einmal in Angriff genommen, soweit es die methodischen Hülfsmittel erlaubten, durchzu-

arbeiten. So schließt sich an die unter seinem eigenen Namen publicierte Speichelabhandlung die Detailausführung von Becher und Kahn an. Dann begann er um diese Zeit die Niere experimentell in Angriff zu nehmen.

Im Jahre 1855 wurde Ludwig an die Josephs-Akademie nach Wien berufen; hier hatte er nicht mehr Anatomie, sondern nur Physiologie und medizinische Physik zu lehren. Sein Ruf war damals ein schon so begründeter und verbreiteter, daß das Laboratorium in dem alten Barockbau der Josephsakademie sich bald mit einer internationalen Schülerzahl zu füllen begann. Eine fruchtbare Zeit brach an. In rascher Folge drängten sich bedeutungsvolle Publikationen, die aus seinem Laboratorium hervorgingen, mehrere Problemgruppen wurden in Angriff genommen, systematisch reiht sich eine Abhandlung an die andere. Die Drüsentätigkeit wurde mit verbesserten Hilfsmitteln aufs neue untersucht; die ersten Experimente über die Lymphbildung wurden angestellt, vor allem aber wurde der alte Liebling, die Mechanik des Blutstromes, gefördert und die große Serie der Untersuchungen über die Blutgase begonnen. Dies alles bewegte sich in aufsteigender Richtung. Gewiß waren das Kymographion und die Entdeckung der sekretorischen Nerven Leistungen ersten Ranges, aber sie waren Taten eines kühnen Eroberers, jetzt begannen die Taten des mächtigen Herrschers. Das experimentelle Küstzeug war zu ungeahnter Vollendung gediehen und Ludwig wußte es souverän zu gebrauchen.

Nichts ist für jene Periode Ludwigs charakteristischer, als jene mit Thiry ausgeführte Untersuchung „Ueber den Einfluß des Halsmarks auf den Blutstrom“. Ihre Ergebnisse sind neben C. H. Webers Aufklärungen das Fundament unserer Anschauungen über die Mechanik des Kreislaufs. Der klare, anschauliche Blick des Mechanikers Ludwig feiert hier seine größten Triumphe. Der Erlanger Physiologe A. v. Bezold hatte gefunden, daß die Reizung des Halsmarks den Blutdruck erhöht und die Herzschläge häufiger werden läßt und kräftiger macht. Bezold bezog dies auf die Reizung von Herznerven und meint, eine vermehrte Energie des Herzschlags allein für das ganze Phänomen verantwortlich machen zu dürfen. Seine Beobachtungen waren richtig, die Deutung aber falsch. Die allseitige experimentelle Prüfung, die Ludwig der Frage widmete, stellte nämlich zum erstenmal am lebenden Tier die enorme Bedeutung der Widerstände an der Gefäßbahn klar. Die

Reizung des Halsmarks hatte nämlich fast alle kleinen Arterien des Körpers zur Verengerung gebracht und auf die enorme Widerstandserhöhung, die dadurch erfolgte, war die Blutdrucksteigerung vornehmlich zurückzuführen. Die regulatorische Bedeutung der Gefäßnerven, speciell des ungeheuren Gebietes der Bauchgefäße, wurde dadurch zum erstenmal klargestellt, ein „Stück hydraulischen Lebens“, wie Ludwig einmal sich ausdrückte, begann vor unsern Augen zu spielen.

In der Größe des Blutdruckes sehen wir seitdem nicht nur ein Kennzeichen für den Zustand des Herzens, sondern auch der Weite des Strombettes des Blutes und indirekt also der Leistung des Gefäßnervensystems.

Das Problem, das da vorlag, unterscheidet sich wesentlich von den Fragen, die Ludwig bis dahin behandelt hatte. Aus dem Zusammenhang mit den übrigen gelöste Organe suchten die frühern Arbeiten zu erforschen, mitten in die Zusammenhänge des ganzen Organismus führte die letztgenannte. Ludwig entwickelte da eine eigentümliche Art, streng analytisch vorzugehen. Zunächst wurden die einzelnen Mechanismen, so weit es nur anging, von einander gesondert. Hier Herz und periphere Widerstände. Dann aber begnügte er sich nicht damit, diese Mechanismen in ihrer natürlichen Weise spielen zu lassen, sondern er führte in sie eine Anzahl neuer, künstlicher Bedingungen ein, die willkürlich beherrschbar waren, bis endlich das Tier, so weit es nur möglich war, ein Mechanismus wurde, den der Experimentator beherrschte wie der Virtuose die Tasten seines Klaviers. Oft erhob sich Ludwigs experimentelle Kunst bei Arbeiten dieser Richtung bis zur phantastischen Kühnheit, so z. B. wenn er ein bestimmtes Gefäßgebiet eines Tiers von dem Herzen eines andern aus durchbluten ließ. Man sieht: das Ideal eines Experimentators, die völlig willkürliche Herstellung der Bedingungen.

In der Wiener Zeit begann auch jene große Reihe von Arbeiten, die der Lehre von den Blutgasen gewidmet war. Führten schon die Arbeiten über die Gefäßnerven in das schwierige Gebiet des Zusammenspiels der Bedingungen im Organismus, so gilt dies noch in erhöhtem Maße von diesen der Lehre von der Atmung gewidmeten Arbeiten. Daß man aus dem Blut Gase entbinden könne, wußte man schon lange, aber die Sache war mehr als ein Kuriosum behandelt worden; über den Bindungszustand der Gase hatte man ganz unrichtige

Vorstellungen und von einer Verwertung dieser Tatsachen für die Lehre von der Atmung war vollends keine Rede. Die ersten genauern Analysen über die Blutgase hatte der Physiker Magnus und der Chemiker Lothar Mayer veröffentlicht, aber Ludwig konstruierte noch in Wien die erste handliche, zu einer größern Reihe von Experimenten brauchbare Blutgaspumpe. Gleich nachdem die ersten technischen Schwierigkeiten überwunden waren, folgten die ersten Analysen der Gase des unter verschiedenen physiologischen Bedingungen stehenden Blutes. Aber Ludwig war es nicht etwa um Konstantenbestimmungen zu tun, bald begann er mit dem Blut und seinen Gasen selbst zu experimentieren. In der Zusammenstellung der Analysenresultate, die er vor seinem Abgang von Wien veröffentlichte, sind schon die Fragen über den Mechanismus der Kohlensäure-Entbindung aus dem Blut diskutiert, chemische Vorstellungen fangen an, in Ludwigs Forschungen eine bedeutende Rolle zu spielen. Mitten in diesen Arbeiten begriffen traf ihn der Ruf, in Leipzig C. S. Webers Nachfolger zu werden. Dort sollte ein neues Institut gebaut werden, dessen Leitung der alternde Weber, der nur die Professur für Anatomie beibehielt, nicht mehr übernehmen wollte. Am 1. Mai 1865 hielt Ludwig seine Leipziger Antrittsrede über die physiologischen Leistungen des Blutdruckes. Man wird nicht fehl gehen, wenn man in dieser Rede den Ausdruck für den Höhepunkt von Ludwigs wissenschaftlichem Leben sieht. Mit welcher Sicherheit entrollte er hier das „Stück hydraulischen Lebens“, welche Zuversicht, mit den entwickelten Prinzipien in das Leben aller Organe hineinleuchten zu können, wie vielfach die methodischen Perspektiven! Tatsächlich begann auch jetzt in dem Leipziger Laboratorium eine Periode beispielloser Fruchtbarkeit. Die dünnen Hefte der Berichte der sächsischen Akademie, in denen die Arbeiten des Instituts erscheinen, schwellen plötzlich zu dicken Bänden an und die „Arbeiten der physiologischen Anstalt zu Leipzig, mitgeteilt von C. Ludwig,“ werden zu einem Organ, in dem fast alle Gebiete der Physiologie wichtige Beiträge bekommen. Jetzt versichert sich Ludwig der dauernden Hülfe eines Histologen und eines Chemikers; das neue Institut bekommt eine histologische und eine chemische Abteilung, ein wahrhaft organisierter Betrieb im besten Sinne des Wortes beginnt. Mit dem Histologen Schweizer-Seidel vereinigt er sich zur Erforschung des Lymphgefäßsystems, Experiment und physiologische Beobachtung

vereinigen sich hier in glücklicher Weise. Nebenher gehen Arbeiten, die sich dem speciellen Bedürfnisse des einzelnen Arbeiters anpaßten, etwa des zukünftigen Arzneimittellehrers, über Giftwirkungen am Froschherzen und noch vieles andere.

Im Vordergrund des Interesses der ersten Leipziger Jahre steht aber die Lehre von der Atmung. Ueberblickt man die Resultate dieser Forschungen, so ergibt sich ein wesentlich anderes Bild als bei den früheren Arbeiten. Dort vor allem andern bei den Untersuchungen über den Blutkreislauf eine musterhaft durchsichtige Fragestellung, hier eine zögernde Entwicklung der Probleme, die sich nur schwierig aus dem Gang der Auseinandersetzungen herauschälen läßt. Freilich waren dies auch Fragen, an denen vielleicht zu allererst die ungeheure Complicirtheit der Lebensvorgänge sich ermessen ließ. Bis jetzt hatte es sich in Ludwigs Arbeiten entweder darum gehandelt, reine Organvorgänge zu behandeln, wie die Sekretion, oder aber nervöse Organismen<sup>actionen</sup> von den mechanischen im engeren Sinne zu trennen, wie bei den Gefäßnervenarbeiten. Diese letztere Unterscheidung bietet im allgemeinen keine sehr großen Schwierigkeiten auch für die Einzeldurchführung. Bei den Forschungen über die Atmung läuft aber alles dahin hinaus, den Chemosmus der einzelnen Gewebe zu trennen und in seinem gegenseitigen Verhältnis zu betrachten. So z. B. bei der Frage nach dem Ort der Oxydation im Tierkörper. Lavoisiers Ansicht ging bekanntlich dahin, daß die Oxydation in der geschlossenen Blutbahn stattfindet. Ludwig fand dann mit Alexander Schmidt Tatsachen, die sich in diesem Sinne deuten lassen, aber sie genügen zur Entscheidung der Frage nicht. Das Blut und speciell seine Zellen scheint nur neben den andern Geweben oxydierende Fähigkeit zu besitzen. Natürlich zog Ludwig die verschiedensten Gewebe auch zur Entscheidung heran. Es entstanden die verschiedenen Arbeiten an sogenannten „überlebenden Organen“, d. h. Organen, die dem Tierkörper entnommen waren und die künstlich mittelst eines Druckgefäßes, das mit Blut gefüllt war, durchblutet und dadurch „lebend“ erhalten wurden. Ludwig war zwar nicht der erste, der diese Methode anwandte, wohl aber vielleicht derjenige, der sie am methodischsten<sup>schonsten</sup> ausbeutete, da sie seiner Art zu experimentieren, willkürliche Bedingungen herzustellen, vollkommen entsprach. Von den Oxydationsprozessen gelangte Ludwig so schließlich zu den chemischen Spaltungen in den Geweben, in den Zellen selbst. Ja er machte den Ver-

such, diese zu classificieren, Spaltungen zu unterscheiden, die die Funktion des einzelnen Organs vermitteln, und solche, die die Erhaltung des Baues des Organs vermitteln.

Vergebens. Wir wurden mit ungezählten Einzelthatfachen bereichert, aber zu einem klaren Gesamtbild der Dinge wollte es nicht gedeihen. Ueberaus merkwürdig sind da besonders die Vorstellungen, zu denen Ludwig in Bezug auf den Gaswechsel in der Lunge gelangte. Es wiederholte sich hier, was er schon an der Speicheldrüse erfahren hatte. Er, der konsequente Mechanist, sah sich zu der Annahme gezwungen, daß, wie dort die Entstehung des Speichels, so hier die Ausstoßung der Kohlenäure nicht durch bekannte physikalische Prozesse, sondern durch chemisch sekretorische Momente veranlaßt wurde. Freilich ist die Sache bei der Lunge lange nicht so klar wie bei der Speicheldrüse und ist bis heute noch nicht definitiv entschieden.

Je tiefer Ludwig in diese Frage hineinkam, desto deutlicher wurde ein gewisser Wechsel der Methode und desto vorsichtiger wurde er in der Formulierung seiner Grundanschauungen. Schon die Rede, die er im Jahr 1869 zur Eröffnung des neuen Institutes hielt, spricht von Enttäuschungen, die regelmäßig der „unmittelbaren Anwendung der physikalischen Prinzipien auf physiologische Vorgänge folgten“. Hoffnungsvoll aber wendet sich der Blick der physiologischen Chemie zu, von der er wunderlicher Weise einen „neuen Zweig der Affinitätslehre“ erwartet, der „das Verhalten der Moleküle im lebenden Wesen“ behandeln soll.

Freilich wird auch in der alten Weise fortgearbeitet, die Entstehung der Lymphe nach mechanischen Prinzipien verfolgt, die Hämodynamik mit neuen, ingeniosen Werkzeugen ausgestattet, und auch das Centralnervensystem in Angriff genommen.

Bei dieser letzten Problemgruppe tritt, beiläufig bemerkt, deutlich hervor, mit welcher Konsequenz sich Ludwig auf das beschränkte, was wenigstens nach gewissen Richtungen hin physikalisch und quantitativ zergliederbar ist. Nie ist nämlich unter seiner Leitung eine Arbeit über das Gehirn entstanden. Bei der Erforschung dieses Organs sind wir auch heute noch im großen und ganzen auf die Beobachtung des allgemeinen Verhaltens des Thiers angewiesen, dessen Gehirn einem experimentellen Eingriff unterworfen war. Hierbei kommt es aber, etwa so wie bei einem Arzt, der Geistesranke beobachtet, mehr auf die intensive Kunst des Beobachtens an, als auf die Anwendung strenger

Methoden. Selbstverständlich sind denn auch die Ergebnisse dieser Erforschungen vielfach von willkürlichen Hülfs-hypothesen, z. B. psychologischen, durchsetzt, die die Wissenschaft nur langsam abzustößen lernt. Nur ein Teil des Centralnervensystems des Rückenmarks bietet hier günstigere Verhältnisse, mehr Angriffspunkte für messende Methoden. Seine Kenntnis wurde denn auch vielfach und dauernd von Ludwig gefördert.

Das Hauptinteresse blieb aber doch immer den vegetativen Funktionen zugewendet. Der veränderten Einsicht in die Natur der Probleme, die hier vorlagen, trug eine Methode Rechnung, die die letzte Periode von Ludwigs Schaffen kennzeichnet. Es ist dies die eigentümliche Verbindung des vivisektorisches Experiments mit der chemischen Analyse, wie sie vornehmlich in dem Leipziger Laboratorium gepflegt wurde. Ludwig mußte sich in umfassender Weise chemische Hülfskräfte zu sichern, die ihm die Beantwortung seiner physiologischen Fragen mit chemischen Methoden ermöglichte. Sein eigener Anteil an der Beantwortung dieser von ihm gestellten Fragen erstreckte sich zumeist auf die Ruhbarmachung seiner unvergleichlichen vivisektorisches experimentellen Kunst. Das eigentliche Problem lag aber meistens in den chemischen Umsetzungen der untersuchten Gewebe. Man versteht, wie unter diesen Umständen Ludwig gelegentlich von der „abklingenden physikalischen Schule“ in der Physiologie sprechen konnte. Die Früchte der Arbeiten dieser letzten Jahre sind kaum minder wichtig als die früheren. Um nur eines zu nennen: unsere Kenntnisse von den Wegen, die die aufgesaugten Nahrungsstoffe vom Darm aus einschlagen, sind im wesentlichen den Leipziger Arbeiten zu danken.

Worin lag das Geheimnis dieser beispiellosen Fruchtbarkeit an dauernden gefestigten Erfolgen? Nicht in einer Eigenschaft des Mannes allein. Eine eigenartige Begabung wirkte zusammen mit ebenso eigenartigen Charaktereigenschaften und einer unverwüßlichen, nimmermüden Arbeitskraft.

Das centrale Moment in Ludwigs Begabung war wohl seine große Fähigkeit plastischer Anschauung. Seine ganze mechanische Richtung geht darauf zurück. Diese Fähigkeit, einen Mechanismus bis ins Kleinste räumlich vor sich zu sehen, setzte ihn in den Stand, die Mechanismen im Tierleib klar zu überblicken, aber auch all die wunderbaren instrumentellen Hülfsmittel zu konstruieren, die wir ihm verdanken.

Hieraus erklärt sich auch sein Verhältnis zur Mathematik, von der er gelegentlich scherzhaft zu sagen pflegte, daß er „davon gar nichts verstände“. Sie war für seine Begabung ein nur selten und nie umfassend gebrauchtes Hülfsmittel. Ein Vergleich mit Faraday läge hier nahe. Aber auch die Richtung seines theoretischen Denkens war hiedurch bedingt, gegen nicht anschauliche, unvorstellbare Kräfte hatte er stets eine tiefe Abneigung. Ich erinnere mich noch lebhaft der abweisenden Handbewegung, mit der er in der Vorlesung bei Erörterung der cellularen Theorie der Nierensekretion die Worte begleitete: „Was man mit der Zurückführung dieser Erscheinungen auf die Lebensprozesse der Zellen geleistet habe, wisse er freilich nicht.“ „Lebensprozeß der Zelle,“ das war ihm schon eine *qualitas occulta*.

Daß auch seine Vorliebe für die Anatomie aus dieser Quelle floß, ist selbstverständlich. Wenn er irgend ein Organ physiologisch untersuchte, so suchte er sich regelmäßig auch seine Struktur klar zu machen und mit seinen Fragestellungen an diese anzuknüpfen. Man wird kaum einen zweiten Forscher nennen können, dem die Anatomie so viel Aufklärungen über die feinere Anordnung der Blutgefäße in den einzelnen Organen verdankt. Mit großer Vorliebe stellte er Injektionspräparate her und handhabte diese heute schon selten werdende Kunst ihrer Herstellung mit der größten Meisterschaft.

Freilich von der bloßen Betrachtung der Form nur um der Form willen wollte er nie viel wissen und vollends nichts von der bloßen Vergleichung der Formen. Ich zeigte ihm einst ein Präparat der Zirbeldrüse des Frosches. Er besah es sich aufmerksam und meinte schließlich: „Was das Ding wohl für eine Funktion haben mag, wahrscheinlich um den an dieser Stelle fehlenden Haarschmuck des Frosches zu ersetzen.“ Auf mein etwas verdutztes Gesicht hin fügte er dann erläuternd hinzu: „Nun ja, nach der Schlußweise der vergleichenden Anatomen.“

Ganz von dem Streben nach Anschaulichkeit ist Ludwigs Schreibweise erfüllt. Zuerst wirkt dies fast gesucht, oft schwerfällig, bis man die Hilfe, die das Verständnis durch diesen Stil erfährt, schätzen lernt. So nennt er den Raum, in den ein Tier bei einem Atemversuch hineinatmet, den „Zang-Apparat“ für die Gase; er spricht von der „Scheidkraft“ der Drüsen, von einer Diffusionsmembran, die die Salze „entläßt“.

Wer die künstlerische Wirkung dieses schwerflüssigen Stils kennen lernen will, der lese seine Denkrede auf Ernst Heinrich Weber. Wie prächtig rollen da die Sätze hin und zeichnen das ernste, an versteckten Tiefen reiche Bild des deutschen Gelehrten alten Schlages. Aber alle intellektuelle Begabung hätte allein nicht hingereicht, um das Lebenswerk dieses Mannes möglich zu machen. Hinzutreten mußte eine Charaktereigenschaft, die man wohl am besten als die Männlichkeit seines Denkens bezeichnen kann. Nie gab es bei ihm ein dialektisches Verkleistern von Wissenslücken, ein Schwelgen in Zwielihtperspektiven; monumental traten die von ihm geschaffenen Begriffe auf: das Werk eines zeugenden Geistes. Nicht etwa daß Ludwig die Kunst der Darstellung und Formulierung über das Gebiet des absolut Sachlichen hinaus nicht zu Gebote gestanden wäre. Aber wie war sie discipliniert und in das Gebiet des gelegentlichen Apercus zurückgedrängt. Wenn er seine Vorlesung mit den Worten begann: „Die Größe des zu bewältigenden Stoffs verbietet es uns, das gemüthliche Bedürfnis nach einer allgemeinen Einleitung zu befriedigen,“ so charakterisiert dies wohl am besten seine Wertschätzung der Sachlichkeit.

Endlich war es aber auch die Kunst des Organisations, die die Fülle des von Ludwig Erreichten möglich machte. Das Leipziger Institut mag in dieser Hinsicht wohl einzig gewesen sein. Wer da eine von Ludwig gestellte Frage zu bearbeiten anfing, der stieß auf einen soch festgefügteten Bestand von Erfahrungen, daß er wohl oder übel mitmußte.

Ludwig selbst, der treue Helfer Salvenmoser, die instrumentellen Hilfsmittel des Instituts, das bildete einen förmlichen Organismus, der den Neuling auf seine starken Arme nahm und zu gedeihlichem Ende führte. Freilich wäre diese Disciplin an einer Stätte geistiger Arbeit nicht möglich gewesen ohne den Zauber der Persönlichkeit ihres Urhebers. Das tiefe, lebenswürdige Wohlwollen, das Ludwig jedem ehrlich Strebenden entgegenbrachte, nahm diesem System alle Härte.

Wie konnte er doch mit dem jüngsten Fuchs plaudern, wie erschlossen sich da die Quellen reichster Lebenserfahrung. Und dies alles nicht doktrinär, vor allem nicht greisenhaft resigniert. Schon die gelegentlich recht lebhaften Ausdrücke von Schätzung und Mißachtung von Menschen und Dingen ließen stets den noch kräftig Mitlebenden erkennen.

Wie dem wissenschaftlichen, so war auch dem persönlichen Charakter Ludwigs jede Pose fremd. Wer in das kleine einfache „Zimmer des Professors“ im Leipziger Institut eintrat, konnte über den genius loci nicht im Zweifel sein. Eine „schmucke Werkstatt“ nannte Ludwig einmal sein Laboratorium. Und wirklich etwas von dem Geist des Handwerks webte da drinnen, von jenem Handwerk, das die großen Forscher und Künstler aller Zeiten als den festen Boden ihres Wirkens gekannt und geschätzt haben.

Auch etwas von dem Handwerk, das ruhige Zeiten liebt, das bei aller Bewunderung des Gewordenen doch mit leiser Wehmut von den Zeiten des Vaterlandes spricht, da es, wie Ludwig mir einst sagte, „keine Socialdemokratie, kein Socialistengesetz, kein alles verschlingendes politisches, aber dafür mehr geistige Interessen gab“.

Doch der beredete Mund des Meisters schweigt jetzt still, und am Ende müssen wir fragen: Welch Erbe ließ er uns?

Denkt man an den Zustand der Physiologie, wie er vor Ludwig und seinen großen Genossen Du Bois, Brücke und Helmholtz war, wird man ihren heutigen Stand nur bewundern können. Dann wird man Ludwigs Worte anwenden können: „Die Generation meiner Jugend hatte Spaten und Hacke, die heutige das Dynamit.“ Mißt man ihn an der Einheitlichkeit der Grundgedanken, so wird das Urteil anders lauten.

Vor allem, wenn man die Erfüllung von Ludwigs mechanistischem Programm ins Auge faßt. Das Geltungsbereich der Prozesse im Tierkörper, die rein aus physikalischen Prinzipien ableitbar sind, erscheint uns heute um ein Bedeutendes kleiner als das der jungen mechanistischen Schule. Ludwigs Theorie der Harnbereitung, um nur ein Beispiel zu nennen, kann als widerlegt gelten; um die Lymphe und manches andere wird noch eifrig gekämpft.

An die Stelle des mechanistischen Programms ist ein neues, brauchbare Probleme schaffendes aber noch nicht getreten. Mechanische, chemische, biologische Gesichtspunkte gehen nebeneinander in der Wissenschaft her, und wir harren noch des Genius, der uns wenigstens deren Verhältnis in ein lösbares Problem formt.

Gewiß schreitet die Physiologie in vielen Specialzweigen rüstig vorwärts. Im ganzen begegnet man aber nur allzu oft den Zügen des Epigontums, und muß man sich sagen: Hier hat nicht das Problem

die Methode, sondern die Methode das Problem geschaffen. Es fehlt die Einheitlichkeit der letzten theoretischen Motive, wie ihn die Produkte aus dem Anfang der mechanischen Periode in so hohem Maße an sich tragen, die ihnen den unvergleichlich frischen, fast möchte man sagen Frührenaissance-Charakter verleihen.

Da mochte man das Lebenswerk Ludwigs fast als mißlungen ansehen.

Aber die Geschichte der Wissenschaft zeigt, daß all die allgemeinen theoretischen Programme die Triebkräfte sind, die im Laufe der historischen Entwicklung wie Kohlen zu Schlacken verbrennen und daß die plastischen Produkte in den festgestellten Tatsachen liegen. Was kümmern uns heute, wenn wir nicht Psychologie oder Geschichte der Wissenschaft treiben, die allgemeinen Motive des Forschens eines Galilei, Keppler und Newton? Aber ihre Feststellungen bestehen. Und so werden, so lange es eine wissenschaftliche Physiologie gibt, in der Betrachtung des lebenden Organismus die sekretorischen Nerven, der Regulationsmechanismus der Gefäßnerven und noch vieles andere von Ludwig Entdeckte ein dauerndes Moment bilden.







Zentralbibliothek Zürich



ZM02646490

