

Zu Unrecht vergessen: Carl Ludwig, Begründer der modernen Physiologie

Wie groß die Wertschätzung für Carl Ludwig war, geht aus dieser ausführlichen Würdigung hervor, die zwei Monate nach seinem Tod in der Zeitschrift „Science“ (Juni 1895) erschien.



„The world at large can never realize the great debt that the world of science, and through it the world at large, owes to the tireless brain and the skilful hand of this modest Leipsic professor. Ludwig combined, in an almost ideal manner and inseparably, great investigating power and great teaching power. An investigator himself, throughout the course of his busy life he trained between two and three hundred investigators, and more than any other man since Johannes Müller he has directed the course of

physiological research. The numberless publications from his laboratory bear the names of his pupils and rarely his own, but the inscription, “Aus dem physiologischen Institut zu Leipsic”, is the seal of their worth.“

Fragt man einen jungen Mediziner, wer Carl Ludwig gewesen ist, erhält man selten eine Antwort. Das ist erstaunlich, war doch Carl Ludwig im 19. Jahrhundert mit seinen Zeitgenossen Hermann von Helmholtz, Emil du Bois-Reymond, Franz Theodor von Brücke und Claude Bernard einer der weltweit bekanntesten Physiologen.

Weshalb ist Carl Ludwig – der vielseitigste all dieser Forscher – nahezu in Vergessenheit geraten? Gründe dafür finden sich, betrachtet man Ludwigs Persönlichkeit und sein Verhalten:

- Er war Ideengeber, Anreger und Kritiker zahlreicher wissenschaftlicher Projekte, die Forschungsergebnisse der Arbeiten wurden jedoch unter den Namen seiner Schüler publiziert. Ein Beispiel ist die Veröffentlichung des sogenannten Staircase Phänomens (Treppenphänomens) – ein Projekt, das zweifelsfrei auf den Ideen Carl Ludwigs beruht, aber wesentlich von seinem US-amerikanischen Schüler Henry Bowditch durchgeführt und von ihm als Einzelautor publiziert wurde. Die Arbeit gilt heute als Meilenstein der

Herzmuskelphysiologie. Das „Staircase Phänomen“ könnte ebenso gut „Ludwig-“ oder „Ludwig-Bowditch-Phänomen“ heißen. Viele weitere solcher Beispiele für den ebenso entscheidenden wie selbstlosen Einfluss Carl Ludwigs auf Forschungsarbeiten ließen sich aufzeigen:

- Obwohl sich Carl Ludwig seiner wissenschaftlichen Verdienste durchaus bewusst war, vermied er es, Ruhm und Ehre auf seine Person zu lenken: Die zahlreichen ausländischen Wissenschaftler, die in seinem Institut in Leipzig arbeiteten, sind in ihren Heimatländern häufig bekannter als ihr wissenschaftlicher Lehrer in Deutschland.
- Carl Ludwig selbst tat nichts für seinen Nachruhm, weder als Hochschul- noch als Wissenschaftspolitiker. Bis zu seinem Lebensende blieb er seiner Berufung als Wissenschaftler treu. Trotz seiner Prominenz, die er bereits zu Lebzeiten erlangte, war er niemals das, was man einen „akademischen Strippenzieher“ nennt.

In gewisser Weise hat Carl Ludwig also selbst dazu beigetragen, dass sein Name heute weitgehend vergessen ist. Dies ist umso erstaunlicher, macht man sich klar, welche grundlegenden Entdeckungen auf Carl Ludwig zurückgehen – nicht nur im Herz-Kreislauf-Bereich, sondern auf nahezu allen Gebieten der Physiologie.

Carl Ludwig: Lebenslauf	
1816	geboren in Witzenhausen / Hessen
1834	Abitur am humanistischen Gymnasium in Hanau
1834-1839	Medizinstudium in Marburg, Erlangen und Bamberg
1841-1842	Schüler von Robert Bunsen und Ludwig Fick in Marburg
1842	Habilitation in Marburg
1847	Besuch bei Johannes Müller im Physiologischen Institut der Charité in Berlin und freundschaftlicher Kontakt mit Helmholtz, Brücke und du Bois-Reymond
1849-1855	Professor der Physiologie und Anatomie der Universität Zürich
1855-1865	Professor der Physiologie und Zoologie der militärärztlichen Akademie (Josephinum) in Wien
1865-1895	Professor für Physiologie der Universität Leipzig
1869	Eröffnung des neuen Physiologischen Institutes in Leipzig
1895	Tod im 79. Lebensjahr

Das wissenschaftliche Weltbild verändert

Schon ein oberflächlicher Blick auf die Forschungsergebnisse Carl Ludwigs lehrt, dass man ihn eigentlich kennen müsste: Er hat die damaligen Ansichten zu vielen physiologischen Vorgängen revolutioniert und vertrat die Auffassung, dass alle Organfunktionen auf physikalisch-chemische Gesetze zurückzuführen seien. Das widersprach der damals allgemein gültigen vitalistischen Lehre, von der auch der gesamte medizinische Alltag geprägt war. Der Vitalismus-Theorie nach werden die Funktionen des Organismus von einer spirituellen Kraft (Lebensgeist, Lebenselixier) angetrieben und lassen sich nicht allen auf naturwissenschaftliche Gesetze reduzieren. Heute arbeiten wir tagtäglich auf der Basis der Forschungsergebnisse von Carl Ludwig. Aber nicht nur seine wissenschaftlichen Leistungen, auch seine außerordentliche Persönlichkeit spricht dafür, Carl Ludwig nicht in Vergessenheit geraten zu lassen. Worin bestand diese Außerordentlichkeit?

- Gegenüber der Sache – dem Forschungsgegenstand und dem Forschungsergebnis – nahm er seine Person stets zurück.
- Er förderte seine Mitarbeiter, ohne sich dabei selbst in den Vordergrund zu drängen und eigene Interessen zu verfolgen.
- Er verzichtete auf jegliches akademische Brimborium und auf berufspolitische Aktivitäten.
- Er war bescheiden und zurückhaltend im Umgang mit Schülern und Mitarbeitern.

Carl Ludwig ist ein Vorbild – nicht allein wegen seiner großen wissenschaftlichen Leistungen, sondern auch wegen seiner besonderen menschlichen Qualitäten: Wie die Erfahrung lehrt, kommen diese beiden Merkmale nicht gerade häufig zusammen.

Mit naturwissenschaftlicher Präzision

Carl Ludwig scheint zutiefst davon überzeugt gewesen zu sein, dass methodische und messtechnische Verbesserungen voraussetzend für neue wissenschaftliche Erkenntnisse sind. Folglich arbeitet er schon früh intensiv daran, solch präzise Verfahren zu entwickeln. Dabei orientierte er sich an den Forschungsfragen, die sich stellen, – und passte die Fragestellungen nicht umgekehrt, wie viele seiner Kollegen, an die existierenden Messtechniken an. Dabei folgte Carl Ludwig meist einem einheitlichen Ablauf: Die bisherigen Geräte genügten seinen Ansprüchen nicht hinsichtlich Genauigkeit und vollständiger Datenerfassung, daraufhin verbesserte er die Geräte schrittweise oder entwickelte ein neues Messverfahren.

Zu den wichtigsten technischen Entwicklungen, die Carl Ludwig zusammen mit seinen Mitarbeitern vorantrieb, gehören der Kymograph, die Apparatur zur Perfusion isolierter Organe und die Blutgaspumpe. Insbesondere mit dem Kymographen und der Apparatur zur Perfusion isolierter Organe haben Carl Ludwig und seine Schüler die kardiovaskuläre Forschung entscheidend vorangebracht. Der Kymograph erlaubt es, gleichzeitig die Herzfrequenz, den Blutdruck, die Atembewegungen, die Druckverhältnissen im Pleuraspalt und den zentralen Venendruck zu messen; mit der Plethysmographie gelingt es, die Volumenschwankungen verschiedener Organe aufzuzeichnen. Dass sich viele grundlegende Fragen zur Herzphysiologie nicht durch das Registrieren der Herzaktion in vivo am narkotisierten und beatmeten Tier beantworten ließen, war eine weitere frühe Erkenntnis von Carl Ludwig: Allein die Arbeit am isolierten und perfundierten Herz erlaubt es, alle Versuchsbedingungen konstant zu halten. Unter diesen Voraussetzungen lässt sich beispielsweise untersuchen, wie die systematisch variierte Herzfrequenz die Kraft des Herzens beeinflusst. In den nachfolgenden Jahren entwickelten Carl Ludwig und seine Mitarbeiter die Apparatur zur Perfusion isolierter Organe auch für Leber, Lunge, Darm und Niere weiter. Mit der Blutgaspumpe gelang es Carl Ludwig und seinen Mitarbeitern, exakt den Sauerstoff- und Kohlendioxydgehalt im Blut zu messen. Das erlaubte es ihnen, eine Theorie zur Aufnahme und Abgabe der Atemgase über die Lungenbläschen nach rein physikalischen Gesetzen aufzustellen – sie gilt bis heute.

Die Funktion des Herzens

Besonders eindrucksvoll und besonders vielseitig sind die Forschungsarbeiten Carl Ludwigs zur Funktion des Herzens, dazu zählen:

- Seine Arbeiten zum Aufbau und zur Bewegung des Herzmuskels während der Anspannung und Erschlaffung,
- die erstmalige Dokumentation von Kammerflimmern,
- der Einfluss des Nervus vagus auf die Frequenz und die Kraft des Herzens,
- die Abhängigkeit der Kontraktionskraft von der Vorspannung der Herzmuskelfasern (Voraussetzung des sogenannten Frank-Starling-Mechanismus),
- das „Alles-oder-Nichts-Gesetz“ der Erregung, das heißt, ein elektrischer Reiz löst eine Muskelkontraktion oder eine Nervenantwort aus; wird der elektrische Reiz gesteigert, resultiert dies jedoch nicht in einer Zunahme der Reizantwort,
- die Entdeckung, dass die Kontraktionskraft des Herzens mit steigender Herzfrequenz zunimmt (das eingangs beschriebene Treppen- oder Bowditch-Phänomen).

- Aus seinen Studien zur Beeinflussung des Blutdrucks durch das autonome Nervensystem schlussfolgerte Carl Ludwig, dass im verlängerten Halsmark ein Blutdruckzentrum existieren muss, das über das autonome Nervensystem den Gefäßtonus reguliert und hierdurch den Blutdruck senken oder steigern kann: Hiermit war der „Barorezeptor-Reflexbogen“ entdeckt.

Für den Laien weniger spektakulär, für den Fachmann aber umso sensationeller sind Carl Ludwigs Versuchsergebnisse zur neurosekretorischen Stimulation der Speicheldrüsen: Wird autonomes Nervengewebe im Bereich der Speicheldrüsen elektrisch stimuliert, produziert die Drüse mehr Speichel als sie Volumen hat. Die weitreichende Schlussfolgerung Carl Ludwigs: Die Drüsenzellen bilden und sezernieren Sekret, sobald sie dazu vom Nervensystem animiert werden. Die Drüsen sind also nicht – wie man bislang glaubte – bloße Speicherorgane, sondern aktive Produzenten des Speichels.

In seiner Habilitationsschrift (1842) beschreibt Carl Ludwig die Harnbereitung in der Niere und führt diesen Prozess ausschließlich auf physikalisch-chemische Prozesse wie Filtration und Diffusion zurück. Während seiner vorangegangenen Experimente mit semipermeablen Membranen zwischen Blut und Urin hatte Ludwig nämlich bemerkt, dass die flüssigen Komponenten des Blutes die Membran passieren, ohne von Proteinen begleitet zu werden. Mit seiner neuen „Filtrationstheorie“ (glomeruläre Ultrafiltration) setzte Carl Ludwig seine physikalisch-chemisch begründeten Ansichten schon am Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere um. Die von Carl Ludwig geäußerten Thesen zur Funktion der Nieren werden vom wissenschaftlichen Establishment scharf kritisiert. Doch er lässt sich von seinen Überlegungen – die durch sorgfältige Experimente belegt sind – nicht abbringen und vertritt seine Theorie über die Nierenfunktion erstaunlich durchsetzungsfähig und kämpferisch.

Bei der Beurteilung der Funktion der Tubuluszellen der Nieren irrte Carl Ludwig, ausnahmsweise. Ein Irrtum, den er rasch zurücknimmt – auch das gehört zu seinem Selbstverständnis als Wissenschaftler. In seinem Lehrbuch (1861) ist der Fehlschluss korrigiert. Dort spricht er von einem „zellulären Reabsorptionsprozess“: Die Zellen sind fähig, bereits ausgeschiedene Stoffe selektiv wieder aufzunehmen. Bis sich die Überlegungen Carl Ludwigs zur Funktion der Glomeruli und der Tubuluszellen jedoch in der wissenschaftlichen Welt durchsetzen, werden jedoch noch mehrere Jahrzehnte vergehen.

Der Mut, unbequem zu sein

Carl Ludwig gehörte keiner wissenschaftlichen Schule an, er hatte keinen Lehrer, der ihn förderte oder seine akademische Laufbahn ebnete. Während sich die meisten seiner Kollegen um lediglich ein Forschungsgebiet kümmerten, ist das Forschungsinteresse von Carl Ludwig erstaunlich groß und reicht von der Funktion der Nieren und der sekretorischen Nerven über den Austausch der Blutgase und das vegetative Nervensystem bis hin zur Funktion des Herzens.

Carl Ludwig hatte zudem den Mut, unbequem zu sein und eine andere wissenschaftliche Auffassung zu vertreten als es der Geist seiner Zeit vorgibt. Carl Ludwig widerspricht, und er formuliert selbstbewusst eigene Vorstellungen – selbst dann, wenn es seiner akademischen und wissenschaftlichen Karriere schadet.

Zu den herausragenden Leistungen Carl Ludwigs gehört auch sein Lehrbuch, ein radikal naturwissenschaftlich orientiertes Manifest der chemisch-physikalisch orientierten Physiologie – in einer Zeit, in der die meisten akademischen Kollegen noch der Theorie einer vitalistisch orientierten Medizin anhängen. Die Konsequenz ist, dass das Lehrbuch, das er schon in jungen Jahren schreibt, zunächst weder von Kollegen noch von Studenten akzeptiert wird. Carl Ludwig aber ist vom methodischen Ansatz der chemisch-physikalische Physiologien überzeugt und bereit, dafür persönliche Nachteile in Kauf zu nehmen. Der auffälligste Unterschied zu den Kollegen seiner Zeit aber ist, dass Carl Ludwig wie ein Magnet Mitarbeiter aus aller Welt anzieht. Sie wollen alle mit ihm gemeinsam im Physiologischen Institut der Universität Leipzig forschen. Ein Grund ist sicher die erstklassige Ausstattung des Instituts, das nach den Plänen Ludwigs errichtet wurde. Doch dies allein kann den steten Zustrom von Schülern und Mitarbeitern kaum erklären. Übereinstimmend berichten alle, die je mit Carl Ludwig zusammengearbeitet haben: Seine Zimmertür stand immer offen, er war immer für ein Gespräch bereit, er besucht täglich die Labore, um mit den Wissenschaftlern die Ergebnisse zu diskutieren – er ist kein abgehobener Institutschef am Schreibtisch, sondern ein aktiv tätiger Forscher.



Physiologisches Institut Leipzig © Wikipedia

Carl Ludwig als Mensch

Carl Ludwig ist kein Freund der Selbstdarstellung, es gibt keine autobiographischen Aufzeichnungen von ihm und schon gar keine Autobiographie. Aus seiner Korrespondenz und den Berichten seiner Schüler wie Mitarbeiter ergibt sich das Bild eines Autodidakten: In den Naturwissenschaften verfügt er über eine nur unzureichende Schulbildung, er muss sich deren Grundlagen erst mühsam erarbeiten. Seines Defizits bewusst, eignet er sich die naturwissenschaftliche Basis mit großem Fleiß und Engagement an. Selbstkritik und der Ehrgeiz, ein Ziel, das er sich gesteckt hat, auch zu erreichen, charakterisieren sein wissenschaftliches Leben.

So unbeirrbar und konsequent Carl Ludwig in der Sache ist, so gnädig ist er im Umgang mit seinen Mitmenschen. Seine Schüler und Mitarbeiter beschreiben ihn unisono als sehr liebenswürdig und höflich. Auch die vielen Gäste seines Instituts in Leipzig fühlen sich stets gut aufgenommen und willkommen. Man sagt Carl Ludwig nach, er habe es verstanden, eine ausgesprochen positive Atmosphäre und Aura um sich zu verbreiten. Sein Institut, urteilen Zeitgenossen, sei ein Haus der offenen Türen gewesen – und Carl Ludwig der gute Geist, der durch dieses Haus schwebte.

Die Geschichte seiner wissenschaftlichen Entdeckungen zeigt, dass er sich – obwohl Ideengeber – nie in den Vordergrund eines Projektes gestellt hat. Jüngere Mitarbeiter hat er dadurch motiviert, ihnen die Führung in einem wissenschaftlichen Vorhaben zu überlassen, ohne selbst die wohlwollende Oberaufsicht abzugeben. Sein auffälliges Verhalten, sich im Sinne der Sache zurückzunehmen und den Erfolg anderen zu überlassen, ist geradezu ein Markenzeichen von Carl Ludwig.

Ein weiteres Markenzeichen ist seine Fähigkeit, die richtigen Mitarbeiter auszusuchen und sie selbstlos zu fördern. Nur so lässt sich die große Zahl von Forschern erklären, die es zu Carl Ludwig nach Leipzig zog. Die exzellente Ausstattung des Instituts mag ebenfalls eine Rolle gespielt haben, entscheidend aber war das Charisma der Person Carl Ludwig. Er verstand es, jungen Menschen das wissenschaftliche Arbeiten beizubringen und ihnen das Gefühl zu geben, frei und selbständig agieren zu können – eine Grundvoraussetzung für gute Wissenschaft.

Ein Einordnungsversuch aus heutiger Sicht

Aus heutiger Sicht ist es die größte und bahnbrechende Leistung von Carl Ludwig, die Medizin mit der Naturwissenschaft verbunden zu haben. Bis Mitte des 19. Jahrhunderts galt die Vitalismus-Theorie und der erste, der sie ernsthaft infrage stellte, war der an der Berliner Charité tätige Physiologe Johannes Müller. Gemeinsam mit dessen Schülern Hermann von Helmholtz, Emil du Bois-Reymond, Franz Theodor von Brücke und Carl Ludwig vertrat Müller die Hypothese, dass die lebende Natur den Gesetzen der Physik und Chemie folge. Das alte Vitalismus- und das neue naturwissenschaftliche Konzept prallten seinerzeit wie diametrale Weltanschauungen aufeinander.

Zusammen mit seinen wissenschaftlichen Freunden verfolgte Carl Ludwig den neuen, den naturwissenschaftlichen Weg, um das Leben zu erklären. Danach war die Forschung von Carl Ludwig in all ihren Facetten ausgerichtet: Das Phänomen Leben als physikalisch-chemischen Prozess zu verstehen.