

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

---

Band XXVI. Jahrgang 1896.

---

**München.**

Verlag der K. Akademie.

1897.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

oder Frucht an den zahlreichen, schon lange vegetirenden Zweigen am Baume der Erkenntniss sich voll entwickelt zeigt, erregt es die allgemeine Aufmerksamkeit. Die Röntgen'schen Strahlen, welche zur Zeit so grosses Interesse erregen, sind ein schlagendes Beispiel davon. Röntgen selbst hebt hervor, dass er ohne die vorausgegangenen Untersuchungen und Entdeckungen von Hertz, ohne die Hittorf'schen und Geissler'schen Röhren, welche nur Fachleuten bekannt wurden, nicht zu seinen so merkwürdigen Strahlen gekommen wäre.

Solche Beispiele liessen sich noch viele namhaft machen, aber diese wenigen dürften schon genügen, um mit voller Zuversicht hoffen und aussprechen zu können, dass auch die Arbeiten, welche mit Hilfe der Münchener Bürgerstiftung durchgeführt werden und über welche jährlich Bericht erstattet werden soll, allmählich glänzende Blüten und Früchte tragen werden, wenn nur wissenschaftlich gearbeitet wird. Und dafür hat die Akademie der Wissenschaften zu sorgen.

---

Darauf theilte der Classensekretär, Herr C. v. Voit, mit, dass die Classe im vergangenen Jahre zwar kein einheimisches Mitglied durch den Tod verloren habe, aber den Hingang von sechs auswärtigen Mitgliedern zu beklagen habe, nämlich der beiden Zoologen Ludwig Rütimeyer in Basel und Sven Lovén in Stockholm, des Biologen Thomas Henry Huxley in London, des Physiologen Carl Ludwig in Leipzig, des Physikers Franz Ernst Neumann in Königsberg und des Geologen James Dwight Dana in New-Haven.

### Ludwig Rütimeyer.

Am 25. November 1895 ist der hervorragende Baseler Zoologe und Geologe Ludwig Rütimeyer im 70. Lebensjahre gestorben. Er gehörte zu den eigenartigen kraftvollen Schweizer Naturforschern, welche durch die Grossartigkeit und Schönheit der Natur ihres Vaterlandes zur Beobachtung und zur Erkennt-

niss derselben getrieben wurden. Er war ein echter Naturforscher: voll Begeisterung für seine Wissenschaft, ein unermüdlicher Arbeiter von umfassendem Wissen und feiner Beobachtungsgabe und ein geistvoller Interpret der gefundenen Thatsachen.

In einem kinderreichen Pfarrhause in Biglen im Emmenthal am 26. Februar 1825 geboren, erhielt er den ersten Unterricht von seinem Vater. Dann kam er nach Bern an das Gymnasium und an die Universität, um Theologie zu studiren. Aber die Naturwissenschaften hatten ihn schon im Gymnasium so sehr gefesselt, dass er auf Anregung seines geliebten Lehrers Bernhard Studer, der das ungewöhnliche Talent und den Eifer des jungen Studenten erkannt hatte, bald zur Medizin überging, von welcher aus schon so Viele den Weg zur Naturforschung gefunden haben.

Er beschränkte sich jedoch nicht auf medizinische Vorlesungen, sondern hörte auch die alle seine Schüler für das Studium der Natur begeisternden geologischen Vorlesungen von Studer, und machte geologische Exkursionen, so dass er noch als Mediziner auf der Naturforscher-Versammlung in Solothurn über seine Untersuchungen der Beschaffenheit des Landes zwischen Thunersee und Emme zur alttertiären Zeit berichten konnte.

Nach Bestehen des medizinischen Staatsexamens und nach der Promotion zum Doktor der Medizin, wofür er eine werthvolle geologische Dissertation über das schweizerische Nummulitenterrain geschrieben hatte, begab er sich zu seiner Ausbildung und zur Erweiterung seines Gesichtskreises, wie es in der Schweiz vielfach löbliche Sitte ist, mit warmen Empfehlungen Studer's versehen, auf Reisen; dieselben führten ihn nach Paris, über die Alpen nach Turin und Nizza an das Meer, wo er sich mit der marinen Fauna, besonders den Fischen, bekannt machte, dann nach London und als ärztlicher Begleiter nach Neapel und Palermo. Dabei lernte er die berühmten damaligen Geologen und Zoologen dieser Orte persönlich kennen.

Da wurde der junge, viel versprechende Gelehrte als ausserordentlicher Professor der vergleichenden Anatomie an der Universität zu Bern angestellt, was ihm zu seiner grossen Freude

ermöglichte, die Medizin zu verlassen und sich ganz der Naturwissenschaft zu widmen. Bald darauf erhielt er durch Peter Merian's Vermittlung die Berufung auf den neu gegründeten Lehrstuhl der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Baseler Universität, woselbst er trotz mehrerer Rufe sein ganzes weiteres Leben, 40 Jahre hindurch, als Zierde dieser Hochschule, hoch geachtet und geliebt von seinen Collegen und Schülern, sowie von seinen Mitbürgern, verblieb. Hier hatte er die für seine Thätigkeit richtige Stellung erlangt, welche ihn auch mit einer Anzahl gleichgesinnter, trefflicher Gelehrten zusammenführte.

Es lässt sich denken, dass ein Mann wie Rütimeyer, der von früh an bestrebt war, sich ausgebreitete Kenntnisse zu erwerben und das Talent für die Beobachtung der Natur in hohem Grade besass, Vorzügliches für die Wissenschaft leisten musste. Er hat sich zu einem ungewöhnlich vielseitigen Naturforscher entwickelt, denn er war bewandert in der Zoologie der Säugethiere, der Paläontologie der Wirbelthiere, der Geologie und Geophysik, der Tiergeographie, der Anthropologie und Ethnographie.

Bei Beginn seiner Laufbahn beschäftigte er sich unter dem Einflusse Studer's mit rein geologischen Arbeiten, aber bald lenkte sich seine Aufmerksamkeit den in den Gesteinen vorkommenden Organismen zu. Man kann wohl sagen, dass er seit dem Tode von Hermann v. Meyer die erste Autorität im Gebiete der fossilen Wirbelthiere geworden ist.

Aus seinen geologischen Beobachtungen suchte er zu entnehmen, wie die Veränderungen in der Vertheilung von Land und Meer, sowie die Veränderungen der Gletscher auf die Entwicklung der Säugethiere einwirken. Zu diesem Zwecke musste er sich mit diesen geologischen Veränderungen auf der Erdoberfläche im Laufe der Zeiten eingehend beschäftigen und die Vorgänge der Vergangenheit aus den noch vorhandenen Zeichen erschliessen. Er that dies mit seltener Besonnenheit und ohne der Phantasie zu viel Raum zu geben. Die Resultate dieser seiner Studien und die darauf sich gründenden geistvollen Vor-

stellungen hat er in der Peter Merian zugeeigneten Schrift: „Ueber Thal- und Seebildung“ niedergelegt. Nicht minder geschah dies in seiner grossen geologischen Arbeit: „Ueber Pliocaen- und Eisperioden auf beiden Seiten der Alpen“, worin er namentlich die Spuren der Gletscher verfolgte.

Die in den Pfahlbauten der Schweizer Seen von Ferdinand Keller in so grosser Anzahl vorgefundenen Thierreste gaben ihm die willkommene Veranlassung, eine Geschichte der Wirbelthiere der prähistorischen Zeit zu schreiben. In seinen „Untersuchungen der Thierreste aus den Pfahlbauten der Schweiz“ lieferte er eine erschöpfende vergleichend-anatomische Beschreibung der wilden und zahmen Thiere jener Zeitepoche; er legte die Beziehungen der Hausthiere des Menschen zu ihren noch wild lebenden Verwandten dar und beschrieb die Veränderungen, welche die jetzt noch lebenden Thiere seit dieser Zeit erfahren haben. Später hat er in ähnlicher Weise die am Salève bei Genf, sowie bei Thayngen im Kanton Schaffhausen mit Spuren des Menschen gefundenen, jetzt erloschenen Arten angehörenden Thierüberreste bearbeitet.

Hervorzuheben sind auch seine Untersuchungen über die fossilen Schildkröten der Steinbrüche im Jurakalk bei Solothurn.

Von grösster Bedeutung waren jedoch seine Arbeiten über die Geschichte und die räumliche Verbreitung der fossilen und lebenden Säugethiere, bei denen er aus den Formen des Schädels und Skeletts, besonders aus dem Bau und der Entwicklung der Zähne, die Abstammung der Säugethierordnungen zu erkennen suchte. Hierher gehört zunächst die Arbeit über die fossilen Pferde der Diluvialzeit mit einer vergleichenden Odontographie der Hufthiere, wobei er durch die glückliche Benützung des Milchgebisses eine allgemeine Systematik der Hufthiere schuf; ferner sein Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes, worin er die Herkunft der mannigfaltigen Racen desselben von der Tertiärzeit bis zur Gegenwart verfolgte; endlich seine natürliche Geschichte der Hirsche.

In seiner letzten Arbeit, der eocänen Säugethierfauna in den Bohnerzen von Engerkingen, gelang ihm der merkwürdige

Nachweis, dass zu der langen Festlandzeit der Schweiz, der alttertiären Zeit, zu welcher der Jura und die Alpen noch nicht bestanden, viele Säugethiere, z. B. manche Halbaffen und ausgestorbene Gruppen von Hufthieren, existirten, wie sie in gleichaltrigen Schichten von Neu-Mexiko vorkommen.

Der heutigen Ausbildung der Zoologie, der feinen mikroskopischen Untersuchung der Theile der Thiere und dem Studium der Entwicklungsgeschichte vermochte er nicht mehr zu folgen. Dagegen war er überzeugt, dass es in den Organismen eine zeitliche Entwicklung, eine allmähliche Umwandlung der Formen und eine Veränderlichkeit der Spezies gäbe; hat er doch selbst durch seine Untersuchungen viele Thatsachen zum Beweis für diese Anschauung beigebracht. Aber der Darwin'schen Erklärung dieser Entwicklung durch die natürliche Auslese vermochte er sich bei aller Bewunderung der Werke des genialen Engländers nicht anzuschliessen und noch weniger den ganz unsicheren Versuchen, schon jetzt die Schöpfungsgeschichte und den Stammbaum des Menschen festzustellen.

Es sei noch bemerkt, dass Rüttimeyer ein ganz vorzüglicher, seine Schüler für die Wissenschaft begeisternder Lehrer war. Jeder fühlte es, dass ein Mann voll idealer Pflichterfüllung vor ihm stand, dem die Wissenschaft etwas ernstes und heiliges war; dazu gesellte sich noch der fesselnde, an Gedanken reiche Vortrag und die glänzende Darstellungsweise. So kam es, dass alle strebsamen, eine allgemeine Bildung suchenden Studirenden der Universität Basel die Vorlesung über Zoologie bei Rüttimeyer hörten und einen geistigen Gewinn für das ganze Leben davon trugen. Dass dies geschah, ehrt in gleicher Weise den Lehrer wie den Schüler; gewöhnlich sucht man heutzutage leider nicht den Geist zu bilden und zu erheben, sondern in einer Unzahl von Einzelvorlesungen das im Examen geforderte für einige Monate auswendig zu lernen.

Rüttimeyer hat für die Wissenschaft unendlich viel Gutes gestiftet, was ihm unvergessen bleiben wird.

### Sven Ludwig Lovén.

Das auswärtige Mitglied unserer Akademie Sven Ludwig Lovén, Professor der Zoologie und Vorstand der zoologischen Abtheilung für Evertibraten des naturhistorischen Reichsmuseums in Stockholm, ist am 3. September 1895 in dem hohen Alter von 86 Jahren gestorben. Er war sein langes Leben hindurch unermüdlich für die Wissenschaft thätig, ein ungemein sorgfältiger und gründlicher Arbeiter und der angesehenste Zoologe Schwedens.

Am 6. Januar 1809 in Stockholm geboren, studirte er an den Landesuniversitäten Upsala und Lund. Nachdem er sich während zwei Jahren in Berlin bei Ehrenberg in der Zoologie weiter ausgebildet und bei Carl Ritter mit der Erdkunde vertraut gemacht hatte, wurde er als Dozent für Zoologie an die Universität Lund berufen. Hier begann er seine ausgedehnten Untersuchungen über die Meeresfauna an der westlichen Küste Schwedens; später führten ihn seine wissenschaftlichen Reisen nach Norwegen, nach Finnmarken und nach Spitzbergen. Von Lund kam er in die Stellung nach Stockholm, welche er bis zu seinem Tode inne hatte.

Seine Hauptthätigkeit galt der Erforschung der Morphologie und der Entwicklung der wirbellosen Thiere, sowie der geographischen Verbreitung der Thierwelt in den nördlichen Gebieten. Die Resultate seiner Studien sind in einer grossen Anzahl von Schriften niedergelegt. Lovén war ein moderner Zoologe, der mit den Hilfsmitteln der neueren Zeit vertraut war.

Unter seinen ersten Arbeiten zeichnet sich sein Beitrag zur Kenntniss von *Campanularia* und *Syncoryne* aus, worin er den Bau dieser Colonienthiere und ihre Entwicklung darstellte. Ferner die Abhandlung über *Evadne Nordmanni*, in der er die Organisation dieses kleinen, bis dahin unbekanntes Krebses, sein Gefäss- und Nervensystem, seine Sinnesorgane etc. etc. auf das Genaueste beschrieb. Nicht minder bedeutend waren seine Arbeiten über die Entwicklung der Mollusken, über den Bau von *Myzostoma cirriferum*, eines auf der Haut von *Comatula*

schmarotzend lebenden Wurmes, über die Metamorphose eines Gliederwurmes, über nordische Meeresmollusken, über schwedische Trilobiten, die ältesten fossilen Ueberreste thierischer Organisation.

Einer Hervorhebung verdienen noch: die malacologischen Mittheilungen, die Beschreibung von vier neuen Arten von Süßwasser-Crustaceen aus Südafrika, dann die der Zungenbewaffnung bei Mollusken und besonders sein Index Molluscorum litora Scandinaviae occidentalis habitantium. Von grosser Wichtigkeit sind seine Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der marinen Muschelthiere.

Seine beiden Abhandlungen über einige im Wetter- und Wenensee gefundenen Crustaceen und über die Ostsee brachten merkwürdige Aufschlüsse über die geographische Verbreitung der Thierformen in den arktischen Meeren und Binnenseen und deren Ursprung. Als eine höchst bedeutungsvolle Leistung sind seine Untersuchungen über die arktischen Meer-Crustaceen und Seefische zu bezeichnen, durch welche er nachweisen konnte, dass ein Theil derselben seit der Eiszeit in der Ostsee und den Binnenwässern Schwedens zurückgeblieben ist; seitdem Lovén auf diese von ihm mit dem Namen „Relikten“ in die Wissenschaft eingeführten Thiere aufmerksam gemacht hat, wird das paradoxe Vorkommen von Meeresformen innerhalb einer Süßwasserfauna nicht mehr als eine unerklärliche Erscheinung betrachtet.

Endlich müssen genannt werden seine Studien über die Echinodermen, besonders über die Echinoiden, welche er bis in die letzte Zeit seines Lebens fortgesetzt hat; er begründete dadurch die Morphologie der Echinoidenschalen und brachte eine Menge von Beobachtungen zur Organisation dieser eigenthümlichen Thiere, zur Erkenntniss der Veränderungen ihres Skeletes während des Wachstums und zu ihrer Entwicklung während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte.

Auch für die Paläontologie hat Lovén verschiedene inhaltschwere Beiträge geliefert, von denen vor Allem die Abhandlung über Hyponeme Sarsii von Cap York zu nennen ist,

welcher gegenwärtig noch lebende Haarstern in die Gruppe der Cystideen oder Seeäpfel gehört, mithin einer Classe fossiler Echinodermen zuzuzählen ist, welche bis dahin als während der paläozoischen Zeit ausgestorben galt.

Lovén hat sich endlich auch durch die Gründung der schwedischen zoologischen Station Kristineberg verdient gemacht.

### Thomas Henry Huxley.

Am 29. Juni 1895 starb im 71. Lebensjahre in London der berühmte Biologe Thomas Henry Huxley, der sich durch sein entschiedenes Eintreten für die Entwicklungslehre Darwin's und für das Recht der Forschung, unbeeinflusst von anderen Rücksichten, die Naturerscheinungen zu untersuchen und ihre Ursachen zu erkennen, einen allbekannten Namen in England gemacht hat.

Huxley wurde am 4. Mai 1825 zu Ealing in der Grafschaft Middlesex als der Sohn eines wenig bemittelten Lehrers geboren. Sein Schwager, welcher Arzt war, überredete ihn, Medizin zu studiren und verschaffte ihm die Zulassung in die mit dem Charing-Cross-Hospital verbundene medizinische Schule. Allerdings wäre er seiner Neigung nach lieber Maschinen-Ingenieur geworden; die Heilkunst hat ihn auch nie besonders gefesselt, es interessirte ihn nur die Physiologie, welche er die Baukunde der lebenden Maschinen nannte, und auch von dieser weniger die an der Organisation ablaufenden physikalischen und chemischen Vorgänge, als vielmehr die wunderbaren Formen und der mannigfaltige Bau der Maschinentheile.

Nach abgelegtem Examen bekam er eine Stelle als Assistenzarzt in dem Marinehospital in Haslar, von wo er auf das britische Kriegsschiff „Rattle snake“ versetzt wurde, wodurch ihm die erwünschte Gelegenheit geboten wurde, während 4 Jahren Fahrten in der Südsee, besonders längs der östlichen und nördlichen Küste Australiens zu machen. Er lernte dabei die merkwürdige und anziehende Meeresfauna näher kennen und legte dadurch, wie seine Vorgänger Darwin und Dana, den Grund

zu seinen zoologischen und vergleichend-anatomischen Kenntnissen, auf welchen er später seine theoretischen Anschauungen aufbaute.

Nach der Rückkehr in die Heimath wurde er Professor der Naturgeschichte und Paläontologie an der kgl. Bergschule in London und dann noch dazu Professor der Physiologie an der Royal Institution; später erhielt er auch die Professur der vergleichenden Anatomie an dem Royal College of Surgeons. In Folge des grossen Ansehens, welches er sich durch seine Arbeiten im In- und Auslande erworben hatte, fielen ihm zahlreiche Ehrenstellen und Ehrenerweisungen zu: er war Präsident der englischen geologischen und ethnologischen Gesellschaft, Lord Rektor der Universität Aberdeen, Sekretär und Präsident der Royal Society in London und Mitglied des geheimen Rathes.

Huxley war einer der thätigsten Zoologen und vergleichenden Anatomen, dessen Arbeiten sich durch Zuverlässigkeit der Beobachtung und Schärfe der Auslegung auszeichnen. Er hat durch dieselben unsere Kenntnisse von dem Leben der niederen Thiere, namentlich der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere, sehr erweitert. Ferner hat er durch mikroskopische Untersuchungen die feinere Struktur der thierischen Organismen erhellt und dadurch auch wichtige Aufschlüsse über die Organisation urweltlicher Thiere gebracht.

Anfangs beschäftigte er sich, veranlasst durch das bei seiner vorher erwähnten Seereise gesammelte reichhaltige Material, mit den niederen Meeresthieren. In seinem ersten grösseren Werke „History of the Ozeanic Hydrozoa“ beschrieb er in mustergiltiger Weise die höchst interessantesten Formen der schwimmenden Röhrenquallen, welche in so ausgesprochener Weise den Einfluss der Arbeitstheilung auf die Differenzirung der zum Thierstock vereinten Individuen erkennen lassen.

In der Untersuchung über den Flusskrebs, welche zugleich eine vortreffliche Einleitung in das Studium der Zoologie giebt, trat er zuerst für die Evolutionslehre ein.

Später befasste er sich eingehend mit den anatomischen Verhältnissen der Wirbelthiere. Er wurde dadurch immer mehr

von der Richtigkeit der von seinem Landsmann Darwin vertretenen Anschauung einer allmählichen Entwicklung der Thiere bestärkt.

In seinem grosses Aufsehen erregenden Buche über die Stellung des Menschen in der Natur hat er die Consequenzen der Lehren Darwins für das Erscheinen des Menschen auf der Erde gezogen, indem er denselben, kühn über Darwin hinausgehend, in den Kreis der allmählichen Entwicklung der Thiere aufnahm.

Seine Schriften über die physikalische Grundlage der Lebenserscheinungen und über das Leben und den Bau des Protoplasmas haben zu der jetzigen Auffassung über das Zustandekommen der Lebenserscheinungen beigetragen. Er war trotz seiner Detailkenntniss doch kein Spezialist, er liebte es, allgemeine Schlüsse zu ziehen und die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Naturwissenschaften zu erkennen.

Aber in der Auffindung neuer Thatsachen auf dem Gebiete der Biologie lag nicht der Schwerpunkt seines Wirkens; das grösste Verdienst hat er sich durch seine ganz eigenartige Thätigkeit als Lehrer, als populärer Schriftsteller und als Redner erworben.

Als Lehrer hat sich Huxley von dem Gewohnten abweichende Anschauungen über die Erziehung des Geistes gebildet. Er führte nicht, wie es zumeist geschieht, jährlich alle Thatsachen seiner Wissenschaft den Schülern vor, welche sie dann mechanisch ihrem Gedächtniss einprägen, sondern er suchte dieselben zur eigenen Beobachtung anzuleiten und sie dadurch zu selbständigem Nachdenken und zum wahren Verständniss der Vorgänge zu bringen. Die Schüler sollen nach ihm in den Naturwissenschaften nichts in blindem Glauben an die Worte des Lehrers und an die Ueberlieferung annehmen, vielmehr wo möglich Alles durch praktisches Studium mit eigenen Sinnen erkennen; darum brachte er in den Vorlesungen nur wenige zum Verständniss wichtige Thatsachen und erläuterte ihre Beziehungen zu den allgemeinen Gesetzen. Hat der Jünger in solcher Weise einmal wissenschaftliches Denken gelernt, dann

wird es ihm leicht, in diesen festen Rahmen die vielerlei That-  
sachen einzuordnen und sich in den speziellen Fällen zurecht  
zu finden. Er hat wohl auch erfahren, wie schlimm es zumeist  
mit dem jetzigen Universitätsstudium bestellt ist, wo die Mehr-  
zahl der Studirenden im Absitzen der Vorlesungen ihre Schul-  
digkeit gethan zu haben glauben und von einem selbständigen  
Studium kaum mehr die Rede ist.

Aus diesem Bestreben entstanden auch seine berühmten  
biologischen Lehrbücher, welche durch die ungemaine Klarheit  
und Schönheit der Darstellung, sowie durch die glückliche  
Trennung des zu dem Zwecke Wesentlichen von dem Unwesent-  
lichen als Muster von Schriften der Art anzusehen sind. Hier-  
her gehören: Das Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere,  
das Handbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere, die Ein-  
führung in die Classification der Thiere, die Vorlesungen über  
vergleichende Anatomie und die praktische Biologie zu den  
zootomischen Uebungen im Laboratorium.

In der festen Ueberzeugung der hohen Bedeutung der  
Naturwissenschaften für nützliche praktische Verwerthung und  
für die Entwicklung des Geistes und der Kultur schrieb er pop-  
uläre Bücher und hielt öffentliche Vorträge, wie sie bei streng  
wissenschaftlicher Auffassung wirksamer und verständlicher nicht  
gegeben werden können. Er errang sich damit den beneidens-  
werthen Namen eines Lehrers des Volkes. Es seien nur ge-  
nannt: die von Rosenthal ins Deutsche übersetzten, ursprüng-  
lich für Lehrer und Schüler in Knaben- und Mädchenschulen  
bestimmten Grundzüge der Physiologie, die Vorträge über das  
Verhältniss des Menschen zu den Thieren, über unsere Kennt-  
nisse von den Ursachen der Erscheinungen in der organischen  
Natur, über die Entwicklungslehre, über den Darwinismus, über  
Wissenschaft und christliche Tradition, über Wissenschaft und  
Kultur, über Evolution und Ethik. Er suchte ferner mit aller  
Kraft durch Gründung von Volksschulen die Bildung des  
Volkes zu heben, denn in der Bekämpfung der Unwissenheit  
erblickte er den Fortschritt des Menschengeschlechtes.

Die Lehre Darwin's hat ihn von Anfang an gewaltig angeregt und er vertheidigte sie in Wort und Schrift mit dem grössten Aufwand von Geist und Beredsamkeit gegen die mächtigen Gegner. Es wird wohl kaum einen Naturforscher mehr geben, der nicht die schon vor Darwin angenommene Entstehung der Arten durch allmähliche Entwicklung aus den einfachsten bis zu den höchsten Formen annimmt, wenn auch die Darwin'sche Erklärung dieser Evolution durch die natürliche Zuchtwahl viele und bedeutende Gegner gefunden hat. Man vermag sich heut' zu Tage keine andere Möglichkeit der Entstehung der Organismen auf der Erde zu denken und sie wird durch die Lehren der Entwicklungsgeschichte, der vergleichenden Anatomie und der Paläontologie immer wahrscheinlicher.

Durch vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen suchte er die Stellung des Menschen zu den Thieren zu ergründen. Er sieht zwischen dem Menschen und den Thieren keinen grösseren anatomischen Unterschied als zwischen den uns nächststehenden Thieren; auch die Psyche trennt nach ihm den Menschen nicht prinzipiell von den Thieren, da bei diesen selbst in ihren niederen Formen Spuren eines Sensoriums zu beobachten sind. Trotzdem hielt er den Abstand zwischen den zivilisirten Menschen und allen Thieren für einen ungeheuren und betrachtete den Menschen nicht als ein Thier, wenn er auch vom Thier abstammt.

Er zeigt sich auch in höheren Fragen als ein streng objektiver Naturforscher, der offen und ehrlich sagt, was er nicht weiss und nicht erkennen kann. Den sogenannten Materialisten, welche im Weltall nichts weiter kennen als Stoff und Kraft und nothwendige Gesetze, vermag er nicht zu folgen; er weiss nicht, ob es so ist, und kann auch nicht sagen, dass es kein für den menschlichen Geist Unbekanntes und kein Unerklärliches gäbe. In dieser Hinsicht nennt er sich im Gegensatz zu den Atheisten einen Agnostiker.

Es ist natürlich, dass solche Anschauungen grosse Erregung und heftigen Widerspruch hervorriefen, besonders in denjenigen Kreisen, welche streng an der Ueberlieferung und am Buch-

staben festhalten und dem fortschreitenden Wissen des Menschen keinen Einfluss darauf gestatten. Die einmal entstandene Bewegung lässt sich nicht mehr aufhalten, auch nicht durch Verfolgung und Verdammung. Die Wissenschaft wird fortarbeiten und muss versuchen, alle Erscheinungen nach mechanischen Prinzipien zu erklären. Schliesslich wird sich herausstellen, was die Wahrheit ist. Aber auch wenn die Entwicklungstheorie als richtig erkannt werden sollte, wird sich an den weit über solchen Dingen stehenden Grundwahrheiten des Christenthums nichts ändern, so wenig wie durch die sichere Erkenntniss, dass sich die Sonne nicht um die Erde, sondern die Erde um die Sonne bewegt. Man wird sich in jene Anschauungen ebenso gut finden und die Zeit nicht verstehen, in der man in der Annahme einer solchen Lehre eine Gotteslästerung und eine tiefe Schädigung der Religion erblickte.

### Carl Ludwig.

Von der Generation der hervorragenden deutschen Physiologen nach Johannes Müller und Ernst Heinrich Weber ist am 24. April 1895 einer der letzten Vertreter, Carl Ludwig in Leipzig, aus dem Leben geschieden.

Die meisten seiner Genossen: Schwann, Brücke, Helmholtz, Du Bois-Reymond, entstammen der Schule von Johannes Müller; nur Ludwig hat von Anfang an seine eigenen Wege eingeschlagen und sich ohne diesen mächtigen Einfluss entwickelt; er fühlte sich aber denselben im Geiste zugehörig und ist bald in freundschaftliche Beziehungen zu ihnen getreten, namentlich für den genialen Helmholtz hatte er die höchste Verehrung. Sein im Jahre 1858 erschienenenes Lehrbuch der Physiologie ist den Freunden Brücke, Du Bois-Reymond und Helmholtz gewidmet.

Die Richtung seiner Forschung war jedoch zumeist eine andere als die seiner Freunde. Während diese, wie Du Bois-Reymond schon hervorhob, Aufgaben suchten, bei welchen die Erscheinungen, insbesondere die physikalischen, wie z. B. an

isolirten Muskeln und Nerven, möglichst einfach lagen, betrat Ludwig kühn Gebiete des lebenden Organismus, in denen die verwickeltesten Vorgänge zugleich mit einander ablaufen, welche er mit grösstem Scharfblick und unerreichter Kunst des Experimentirens zu entwirren suchte.

Demjenigen, welcher die Entwicklung der Physiologie seit dem Anfang der vierziger Jahre aufmerksam verfolgt, tritt die Wirkung Ludwig's überall entgegen. Er hat die Physiologie mit einer ungemein grossen Anzahl grundlegender Thatsachen bereichert und sie mit vielen neuen Hilfsmitteln der Forschung beschenkt. Durch ihn vor Allem erhielt die Physiologie die jetzige Richtung und Gestaltung; er war ihr grösster Förderer und der anerkannte Führer seiner Zeit.

Das Leben Ludwig's verlief einfach in rastloser stiller Arbeit als das eines echten Gelehrten.

Er ward am 29. Dezember 1816 zu Witzenhausen in Kurhessen geboren; sein Vater war während der napoleonischen Kriege Offizier und hatte darnach eine Stelle als Rentmeister erhalten. Nach Absolvirung des Gymnasiums in Hanau trat er an die Universität Marburg zum Studium der Medizin über, musste aber dieselbe wegen Konflikten mit den Behörden verlassen und auf ein Jahr an der Chirurgenschule zu Bamberg Zuflucht suchen. Nach Marburg zurückgekehrt, erhielt er nach seiner Promotion die Stelle als Prosektor an der unter der Leitung des ihm freundlich gesinnten Ludwig Fick stehenden anatomischen Anstalt und dann eine ausserordentliche Professur für vergleichende Anatomie. Darnach folgte die Berufung als ordentlicher Professor der Anatomie und Physiologie nach Zürich und 6 Jahre darauf die an die damalige medizinische Militärakademie, das Josephinum, nach Wien. Nachdem er daselbst 10 Jahre lang gewirkt hatte, gelang es (1864) dem scharfblickenden sächsischen Cultusminister v. Falkenstein, den berühmten Physiologen für die Universität Leipzig an die Stelle von Ernst Heinrich Weber zu gewinnen. Ein glücklicherer Griff konnte für die Universität und für die Wissenschaft nicht gemacht werden. Es wurde ihm gestattet, nach seinen Erfahrungen

und Anschauungen ein physiologisches Institut zu errichten, welches mit allen Hilfsmitteln zur Forschung ausgerüstet wurde und allen späteren Anstalten der Art zum Muster diene. In demselben entwickelte sich nun die grösste physiologische Schule und eine Thätigkeit sonder Gleichen, der nur die im Giessener chemischen Laboratorium unter Liebig an die Seite zu stellen ist.

Ludwig hatte noch die Zeit erlebt, wo in Deutschland die für die Entwicklung der Naturwissenschaft und besonders der Physiologie so unheilvolle Richtung der Naturphilosophie herrschte, von der nur wenige nüchterne Forscher sich ganz frei zu halten vermochten. Statt die Erscheinungen zu beobachten, Erfahrungen und Thatsachen zu sammeln und ihre Ursachen durch Versuche zu erkennen, hat man mit Gleichnissen und Wortspielen die Vorgänge verhüllt und durch leere Spekulationen, welche zuletzt in ein uns völlig unverständliches Geschwätz ausarteten, zu ergründen gemeint, zu was und wodurch ein Ding da sei. Namentlich auf dem Gebiete der Lebenserscheinungen hatte das Wort „Lebenskraft“, die mit den Organen thut, was sie will, und sich nicht nach den Gesetzen des Geschehens in der übrigen Natur richtet, jede wirkliche Forschung im Keime erstickt. Viel Mühe hat es gekostet, aus dieser unglaublichen Verirrung wieder auf den richtigen Weg der Naturforschung zu kommen; es ist eines der grössten Verdienste Ludwig's, dazu mit ganzer Kraft beigetragen zu haben, nicht durch Streitschriften, sondern durch das Beispiel seiner Forschungsweise. Fast hat es den Anschein, als ob wir in manchen Stücken wieder in die Fehler der überwundenen Naturphilosophie zurückfallen wollten; denn es werden nicht selten heut' zu Tage wieder blosser Hypothesen, welche höchstens Möglichkeiten sind, die auf ihre Wahrheit erst geprüft werden müssen, als glänzende Errungenschaften der Wissenschaft gepriesen. Hoffentlich wird uns Ludwig's Vorbild vor einem abermaligen Sieg solcher Spekulationen über den mühsamen Erwerb der Thatsachen bewahren.

Man suchte damals die Lebenserscheinungen zunächst auf bekanntere physikalische Vorgänge zurückzuführen und später erst auf chemische, sowie die Physik früher sich entwickelt hat

als die Chemie, welche letztere erst seit Liebig's energischem Eingreifen für die Physiologie mehr an Bedeutung gewann. Waren doch die bahnbrechenden Entdeckungen und Ideen des Chemikers Lavoisier lange an den Physiologen fast spurlos und ohne Verständniss vorüber gegangen; denn Johannes Müller äusserte sich noch 1835, Lavoisier habe die Bildung von Wasser aus Wasserstoff im Thierkörper durch Oxydation nur zum Vortheil seiner Verbrennungstheorie erfunden. Dieses spätere Eintreten der Chemie in die Physiologie hat zu einer mehr physikalischen Ausbildung vieler Physiologen geführt und in Folge davon zu der unseligen Abtrennung einer einseitigen physiologischen Chemie, während doch die meisten Lebenserscheinungen auf gleichzeitige physikalische und chemische Vorgänge unter den Bedingungen der Organisation zurückgeführt werden müssen.

Obwohl schon längst vor Ludwig und seinen Zeitgenossen manche Lebenserscheinungen auf den Gesetzen der Physik beruhend erkannt werden konnten, so kam doch erst damals die strenge physikalische Denkweise und Methodik in der physiologischen Forschung zur Anwendung; Keiner war sich hierin klarer wie Ludwig. In der Einleitung zu seinem Lehrbuch der Physiologie spricht er sich über das Ziel der Wissenschaft vom Leben in einer für seine Auffassung charakteristischen Weise folgender Massen aus: „Dieser Erfahrung entsprechend zieht man den Schluss, dass alle vom thierischen Körper ausgehenden Leistungen eine Folge der einfachen Anziehungen und Abstossungen sein möchten, welche bei einem Zusammentreffen jener elementaren Wesen beobachtet werden. Diese Folgerung wird unumstösslich, wenn es gelingt, mit mathematischer Schärfe nachzuweisen, es seien die erwähnten elementaren Bedingungen nach Richtung, Zeit und Maass im thierischen Körper derartig geordnet, dass aus ihren Gegenwirkungen mit Nothwendigkeit alle Leistungen des lebenden und todten Organismus herfliessen.“

Er stellte ausdrücklich diese Auffassung als physikalische der hergebrachten vitalistischen gegenüber; von Anfang an ging sein Bestreben dahin, die Vorgänge im Thierleib in möglichst einfacher Weise auf mechanische Grundsätze zurück-

zuföhren und eine sinnlich deutliche Vorstellung von denselben zu bekommen. Allerdings musste er später bekennen, dass man sich die Sache nach den ersten glücklichen Anläufen in manchen Stücken einfacher vorgestellt habe, als es sich später erwies, wo man immer mehr das Eingreifen der so ungemein verwickelten Bedingungen der Organisation erkannte. Ludwig hat diesen maassgebenden Einfluss der Organisation nie verkannt; er war einer der ersten Physiologen, der stets die feinere Struktur der Theile bei der Darstellung der Lebensvorgänge berücksichtigte. Es war für ihn von grosser Bedeutung, dass er ein geschulter Anatom war und die mikroskopische Technik in ungewöhnlicher Weise beherrschte; dem Physiologen erwuchs daraus der Wunsch, nicht wie es gewöhnlich geschah, die todtten Theile mikroskopisch zu untersuchen, sondern sie während des Lebens zu belauschen.

Seiner anatomischen Kenntniss entsprang wohl auch die vollendete und schonende Technik als Experimentator am lebenden Thier, in der nur Magendie oder Claude Bernard mit ihm zu vergleichen waren, wodurch er wohl am meisten dazu beitrug, die Physiologie in dieser Richtung zu einer experimentellen Wissenschaft auszubilden.

Ludwig war als Lehrer gleich ausgezeichnet wie als Forscher; ja es waren bei ihm die beiden Aufgaben untrennbar vereinigt. Von Anfang an, schon in Zürich, arbeitete er von Früh bis Spät gemeinsam mit seinen Schülern, unter deren Namen gewöhnlich die Ergebnisse veröffentlicht wurden. Er gab die Jedem passende Aufgabe, stellte den Gang und die Methoden der Versuche fest, erdachte die zur Durchführung nöthigen Apparate, führte die Experimente am Thiere zumeist selbst aus, ja beschrieb häufig die Resultate. Er übte durch seine Schule einen grossen Einfluss auf die Ausbildung der jüngeren Physiologen, die fast alle und aus allen Ländern sein Laboratorium aufsuchten.

Um dem Leser eine Vorstellung von Ludwig's Wirksamkeit zu geben, will ich nur die wichtigsten seiner Arbeiten kurz erwähnen.

Eine seiner ersten Untersuchungen, welche er als Habilitationsschrift eingereicht hatte, beschäftigte sich mit den Ursachen der Absonderung des Harns durch die Nieren, welcher er den charakteristischen Titel: „Beiträge zur Lehre von dem Mechanismus der Harnsekretion“ gab. Er lieferte darin in der That die erste physikalische Theorie des Absonderungsvorganges in einer Drüse; er leitete die Harnsekretion aus der Struktur der Niere und den darin waltenden physikalischen Kräften ab, indem er sich vorstellte, dass die im Blute vorgebildeten Harnbestandtheile aus den Blutgefäßen der Malpighi'schen Bläschen durch den Blutdruck, d. i. durch Filtration, mit einem Ueberschuss von Wasser ausgeschieden werden, und das letztere in den Harnkanälchen wieder durch Osmose in das Blut zurücktrete. Seine Theorie ist zwar nicht geblieben, aber die durch Versuche gefundenen Thatsachen, nach denen die Harnabsonderung vom Blutdruck, von der Geschwindigkeit des strömenden Blutes, den Widerständen in den Harnwegen und dem Gehalt des Blutes an harnfähigen Stoffen abhängig ist, haben sich erhalten.

Diese Arbeit über die Sekretion führte ihn zu den wichtigen Versuchen über die Osmose, den Austausch zweier Lösungen durch eine Membran hindurch, welcher im Thierkörper vielfach vorkommt.

Eine seiner glänzendsten und vielleicht die folgenreichste seiner Entdeckungen war die Erkennung des Einflusses der Nerven auf die Sekretion der Drüsen, insbesondere der Speicheldrüsen. Man hatte bis dahin nur die Wirkung des gereizten Nerven auf den peripheren Muskel gekannt, welche in einer Formveränderung des letzteren leicht sichtbar ist; nun erfuhr man aber durch Ludwig, dass der gleiche Nervenreiz auch in einer Drüse eine Aenderung nach sich zieht, welche zu einer Sekretion führt. Man erkannte dadurch besondere, durch den Nerveneinfluss ausgelöste Thätigkeiten der Zellen des Drüsenparenchyms; die Eigenschaften dieser Zellen mussten die Sekretion bedingen, und nicht etwa der Blutdruck, denn der Speichel zeigt sich wärmer als das der Drüse zugeführte Blut, ferner ist

der Absonderungsdruck im Ausführungsgang der Drüse grösser als der Blutdruck, ja es dauert die Sekretion selbst nach Unterbindung der Blutgefässe noch fort. Sowie der Muskel bei der Kontraktion chemische Veränderungen und Lageveränderungen der kleinsten Theilchen erfährt, so ist dies auch an den Drüsenzellen der Fall, an welchen durch die wichtigen mikroskopischen Beobachtungen Heidenhain's auch Formveränderungen bei der Sekretion dargethan worden sind. Aber welche Erfahrungen und welche Geschicklichkeit gehörten dazu, zum ersten Male die feinen Nerven der Speicheldrüsen am lebenden Thier aufzufinden und dem Versuch zugänglich zu machen. Später ist in seinem Laboratorium auch noch die Wirkung der Nerven auf die Sekretion der Galle und des Bauchspeichels geprüft worden.

Darauf folgte die ingeniöse Erfindung eines Instrumentes, des Wellenschreibers oder Kymographions, mit welchem er die raschen Schwankungen des durch Hales und Poiseuille bekannten Blutdruckes aufzeichnen liess, indem er auf die Quecksilbersäule des Manometers einen Stab, den Schwimmer, aufsetzte, der alle Bewegungen des Quecksilbers getreu mitmacht und durch einen Pinsel auf eine durch ein Uhrwerk bewegte Trommel aufzeichnet. Auf diese Weise erkannte er die Aenderungen des Blutdruckes in den Arterien durch die Athembewegungen, eine Abnahme desselben bei der Einathmung und eine Zunahme bei der Ausathmung. Es war dadurch die selbstregistrirende graphische Methode in die physiologische Forschung eingeführt worden, welche von da ab überall zur Anwendung kam, wo es galt, Bewegungen genau aufzuzeichnen, wie z. B. die Muskelkontraktion durch das Myographion oder die Pulsbewegung durch den Sphygmographen.

Von ganz besonderer Bedeutung waren ferner seine Untersuchungen über die Blutgase und über die Ursache des Uebergangs des Sauerstoffes der Luft aus den Lungen in das Blut und von da in die Gewebe, sowie der Abgabe der Kohlensäure aus den Geweben in das Blut und in die Lungenluft. Lothar Meyer hatte zuerst die bis zu einem hohen Grade vervoll-

kommnete Methode der Gasanalyse von Bunsen auf die Untersuchung der Blutgase übertragen, welche er durch Auskochen des Blutes gewann. Ludwig wandte das Vakuum zu diesem Zwecke an und construirte die Blutgaspumpe. Während Lothar Meyer die Kohlensäure nur zum kleinen Theil ohne Weiteres aus dem Blute austreiben konnte und die Hauptmenge erst nach Zusatz einer Säure erhielt, gelang es Ludwig, ins Vakuum die Kohlensäure fast vollständig zu bekommen; es ergab sich dabei, dass aus dem Blutserum der grösste Theil der Kohlensäure nicht in das Vakuum übergeht, sondern erst nach Zusatz einer Säure oder nach Zufügung von Blut; es haben also die Blutkörperchen die Eigenschaft, die Kohlensäure auszutreiben. Auch führte er die ersten Bestimmungen der Spannung der Gase im Blute, in dem Blutserum und in der Lymphe aus, woraus hervorging, dass das Athmen auf einem Ausgleich der Spannungen der betreffenden Gase in der Lungenluft und im Blute beruht.

Es sind bei ihm auch Untersuchungen des Gesammtgaswechsels an Thieren gemacht worden und zwar mit Hilfe eines von ihm erdachten sinnreichen Respirationsapparates, welcher den Gaswechsel während kurzer Zeit, einigen Minuten, ermitteln lässt. Es wurde damit der Einfluss der Temperatur der äusseren Luft auf die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureabgabe, sowie der Gasaustausch bei Einspritzung von Nahrungsstoffen und anderen Stoffen in das Blut geprüft.

Lange Zeit beschäftigten ihn die Vorgänge am Herzen und an den Blutgefässen. Er untersuchte den complicirten Verlauf der Muskelfasern des Herzens, dann die Formveränderungen desselben bei der Thätigkeit, woraus sich die Ursache des Herzstosses ergab, und die Entstehung des ersten Herztons. Dar-nach folgten die ungemein zahlreichen Arbeiten über die Innervation der Blutgefässmuskeln und ihre grosse Bedeutung; es wurde gezeigt, dass an einer bestimmten Stelle des verlängerten Markes die Gefässmuskelnerven entspringen und dass durch die Reizung dieses Centrums die Blutgefässe sich zusammenziehen bis fast zum Verschwinden ihres Lumens, und so je nach dem Erregungszustand dieses sogenannten vaso-

motorischen Centrums die Weite der Blutgefässe und so auch die Vertheilung des Blutes im Körper und der Blutdruck regulirt wird. Durch Ernst Heinrich und Eduard Weber war entdeckt worden, dass die Reizung des Nervus vagus die Schlagzahl des Herzens bis zum Stillstand in Erschlaffung herabsetzt; Ludwig fand nun durch ganz ausserordentlich feine Experimente im Gehirn entspringende beschleunigende Herznerven, welche bei ihrer Reizung zahlreichere Herzschläge bewirken. Es wurden bestimmte Beziehungen der beiden Herznerven, der hemmenden und der beschleunigenden, nachgewiesen. Ein besonders merkwürdiger Nerv ist der den Blutdruck regulirende Nervus depressor; derselbe entspringt im Herzen und steht mit dem Gefässcentrum in Verbindung; seine Erregung durch einen zu grossen Blutdruck bewirkt Herabsetzung der Thätigkeit des Gefässcentrums, Ausdehnung der Blutgefässe und Verminderung des Blutdrucks.

Daran schliessen sich die vielen Untersuchungen über die Blutströmung an. Die Erfindung der Stromuhr zur Bestimmung der Geschwindigkeit und der Menge des in einem Blutgefässe während längerer Zeit strömenden Blutes, wobei sich zeigte, dass das Pfortadersystem durch seine wechselnde Füllung den Druck in den Aesten der Aorta regulirt. Ferner die bei Ludwig begonnenen und von Mosso fortgesetzten plethysmographischen Versuche; der Nachweis von der Abhängigkeit des Blutdruckes von der Herzarbeit, der Weite der Blutgefässe und der Blutmenge; die mit vollendeter Injektionstechnik ausgeführten Untersuchungen der Anordnung der Blutgefässe in vielen Organen z. B. in der Leber, den Muskeln, den Lymphdrüsen, im Darm, im Kehlkopf, im Auge, im Trommelfell, im Ohrlabyrinth.

Die grössten Aufschlüsse über die Vorgänge im Thierkörper haben Ludwig's Arbeiten über die Entstehung der Lymphe und die Ursachen ihrer Bewegung in den Lymphgefässen gebracht. Dieselbe stammt nach ihm aus dem Blut, dessen Plasma durch die dünnen Gefässwandungen durch den Blutdruck filtrirt wird und dann als Ernährungsflüssigkeit die Organe durchtränkt. Da er nun grosse Schwankungen in der Strömungsgeschwindigkeit und dem Druck der Lymphe in den Lymph-

gefässen wahrnahm, so schloss er, dass der über die Blutgefässwand hinaus wirkende Blutdruck der hauptsächlichste Motor für die Lymphbewegung sei. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Lymphgefässe offen in den Gewebsmaschen enden, welche Voraussetzung sich nun auch bei genauer mikroskopischer Prüfung als richtig herausstellte. In solcher Weise hat er in vielen Organen die Bahnen der Lymphe ermittelt. An Stellen, an denen der Lymphströmung grössere Hindernisse entgegen stehen, wie in den grossen Körperhöhlen, hat er besondere Pumpwerke aufgefunden; in der Bauchhöhle sind es die Athembewegungen des Zwerchfelles, welche die Lymphe in die Oeffnungen der Lymphgefässe in dem sehnigen Theil des Zwerchfelles hineintreibt und in der Brusthöhle ebenfalls die Athembewegungen, welche die Aufnahme in die Oeffnungen an dem Brustfell der Zwischenrippenräume verursachen.

Von grösster Tragweite sind seine Untersuchungen des Stoffwechsels einzelner Organe, was man bis dahin nicht für möglich gehalten hatte. Zu diesem Zwecke schaltete er durch Abbindung der Blutgefässe gewisse Organe z. B. die Muskeln oder den Darm aus und bestimmte die dadurch hervorgebrachte Aenderung des Gesamtgaswechsels des Thieres; so fand er, dass nach Unterbindung der Darmarterien der respiratorische Gaswechsel um 30 Proc. abnimmt. Oder er schnitt bestimmte Organe aus dem Körper ganz aus und erhielt sie, indem er einen künstlichen Kreislauf mittelst defibrinirten Blutes und anderen Flüssigkeiten herstellte, längere Zeit am Leben. Es sind dies die Versuche über den Stoffwechsel und die Thätigkeit isolirter, überlebender Organe. So vermochte er das Froschherz Tage lang am Leben und in normaler Thätigkeit zu erhalten und die Wirkungen von allerlei Stoffen und anderen Einflüssen, z. B. verschiedener Temperaturgrade, auf seine Leistungsfähigkeit zu studiren. In derselben Weise stellte er Versuche an der isolirten Leber, an der Niere, am Darm und am Muskel an. An dem letzteren zeigte es sich, dass während der Contraction mehr Blut hindurchfliesst und der Gasaustausch erhöht ist, aber verhältnissmässig mehr Kohlensäure produziert

als Sauerstoff verbraucht wird. Diese Methode hat später durch Andere noch manche weitere Anwendung gefunden und zu wichtigen Aufschlüssen geführt, z. B. zu der Kenntniss der Synthese der Hippursäure aus Glykokoll und Benzoesäure in der Niere, und zu den Versuchen über die Bildung des Harnstoffs und der Harnsäure in der Leber aus den Vorstufen derselben, besonders aus dem kohlen sauren Ammoniak.

Eine ganze Reihe wichtiger Arbeiten ist bei ihm über die Physiologie des Muskels gemacht worden. So wurde z. B. nachgewiesen, dass der Froschherzmuskel unabhängig von der Reizstärke sich stets maximal contrahirt.

Ueber die Funktion des Rückenmarks liegen zahlreiche und werthvolle Untersuchungen vor, wobei er die Kunst des Experimentirens am lebenden Thiere und die der Erfindung zur Durchschneidung bestimmter kleiner Rückenmarksabschnitte geeigneter Instrumente in vollendetem Grade zeigte. Er ermittelte dadurch den Verlauf der Leitungsbahnen in den weissen Strängen des Rückenmarkes, bereicherte die Lehre von den Reflexen, studirte die Summation und die Ausbreitung der Erregungen und entschied die Frage nach der Reizbarkeit des Rückenmarks durch direkte Reizung.

Es wären noch viele bedeutsame Arbeiten mehr chemischen Inhalts aufzuzählen: über die Gerinnung des Faserstoffs im Blut, über die Entstehung der Gelbsucht, den Unterschied in der Zersetzung des in den Magen und des direkt in das Blut eingebrachten Eiweisses, und die über die Wege der Resorption des Eiweisses, des Zuckers und besonders des Fettes aus dem Darmkanal und ihren Uebergang in die Blut- oder Chylusgefäße.

Endlich muss noch seines Lehrbuchs der Physiologie gedacht werden, welches in erster Auflage im Jahre 1852 und in zweiter Auflage in den Jahren 1858—62 erschien. Es ist ein merkwürdiges Buch und nach dem Handbuch der Physiologie des Menschen von Johannes Müller das originellste und anregendste Lehrbuch der Physiologie, wohl weniger für den ersten Unterricht des Studirenden als für reifere Leser. Es unterscheidet sich von den Lehrbüchern der früheren Zeit ganz

wesentlich durch die schon erwähnte strenge Anwendung der naturwissenschaftlichen Methoden zur Erfassung und Erklärung der Erscheinungen im Thierkörper. Durch die Einführung neuer Begriffe und Ausdrucksweisen schien es damals schwer verständlich, jetzt liest man es mit stets steigendem Interesse; seine Arbeiten haben zur Erreichung des darin gesteckten Zieles viel beigetragen.

Aus dem vorstehenden Ueberblick über seine Arbeiten geht wohl hervor, dass Ludwig der vielseitigste Physiologe seiner Zeit war, denn er hat die Physiologie auf fast allen ihren Gebieten mit einer Fülle der wichtigsten Thatsachen beschenkt.

Es war vor Allem sein Bestreben, neue Thatsachen aufzufinden, aus denen er nur die nächsten Schlussfolgerungen zog; nie verstieg er sich zu weittragenden Theorien, welche durch die nächste neue Thatsache wieder umgestossen werden können. Bei der streng naturwissenschaftlichen Richtung seines Geistes waren ihm alle in das Abstrakte führenden Auseinandersetzungen zuwider. Er vermied auch den Streit, namentlich wenn er, wie es leider jetzt nicht selten geschieht, in unlauterer Weise geführt wird, und er zog es vor, Material zur Entscheidung der strittigen Fragen beizutragen.

Als Forscher und Lehrer zeichnete er sich aus durch rastlose Thätigkeit, seltene Pflichttreue, eine erstaunliche geistige Frische und jugendliche Freude an Förderung neuer Thatsachen bis in die letzten Tage seines Lebens, und durch die Aufopferung für seine Schüler, die ihn wahrhaft liebten. Aber nicht nur für die Physiologie hatte er das lebhafteste Interesse, sondern für die Entwicklung aller Naturwissenschaften, ja aller Wissenschaften. Für die Schönheit der Natur, für die bildende Kunst und die Musik, für Alles, was einen Fortschritt der Menschheit und ihrer sittlichen Aufgaben brachte, war er voll Begeisterung.

Von hohem idealen Sinne liebte er die Wissenschaft und die Wahrheit um ihrer selbst willen, seine Person trat dabei völlig zurück. Frei von Ehrgeiz und Eitelkeit blieb er bei allem Bewusstsein seines Werthes schlicht, freundlich und gütig;

er war neidlos und stets voll Anerkennung der Verdienste Anderer.

Jeder, der diesem Manne von edelstem Charakter näher getreten ist, empfing von ihm den Eindruck einer ungewöhnlichen eigenartigen Persönlichkeit, eines reichen Geistes, der Jeden alsbald für sich einnahm. Seine Rede war stets von Bedeutung, sie zeugte von selbständigem Urtheil und sie war gewürzt durch vortrefflichen Witz. Wahrlich, es ist ein wunderbarer Mann, der nur zum Segen der Wissenschaft und der Menschheit gelebt hat, mit ihm dahingegangen.

### **Franz Ernst Neumann.**

Am 23. Mai 1895 ist der ehrwürdige Veteran der Freiheitskriege, sowie der Veteran der Physiker im Alter von fast 97 Jahren aus dem Leben geschieden, in dem er durch Forschung und Lehre für die Physik Grosses geschaffen hat. Er war der Begründer der theoretischen Physik in Deutschland und lange Zeit hindurch ihr hervorragendster Meister.

Er wurde am 11. September 1798 zu Joachimsthal in der Uckermark geboren, woselbst sein Vater ein wenig bemittelter Landmann war. Nach Absolvirung des Werder'schen Gymnasiums zu Berlin trat der 16jährige Jüngling in patriotischer Begeisterung, die ihm sein ganzes Leben über eigen blieb, als freiwilliger Jäger in das Kolberger Regiment ein; in der Schlacht bei Ligny wurde er im Gesichte schwer verwundet.

Nach dem Friedensschlusse nahm er an den Universitäten zu Jena und Berlin seine durch die Kriegszeiten wohl mangelhafte Ausbildung wieder auf. Er hatte dazumal mit der bittersten Noth zu kämpfen und musste er sich die Mittel zu seinem Fortkommen durch Stundengeben verdienen. Diese Hindernisse stählten aber nur die Kraft des energischen und wissensdurstigen, ungewöhnlich begabten Studenten. Anfangs studirte er auf den Wunsch seines Vaters Theologie, bald aber wandte er sich, seiner Neigung folgend, den Naturwissenschaften, insbesondere der Mineralogie zu. Der verdiente Mineraloge

Christian Samuel Weiss erkannte seinen Werth und förderte ihn in seinen Bestrebungen; jedoch war es vor Allem das eigene Studium, durch welches er sein Wissen und Können in der Mathematik und Physik vervollkommnete.

Seine ersten Arbeiten, darunter seine Doktordissertation, mit der er zu Berlin promovirte, galten der Erforschung der Krystallformen, welche die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf den jungen Gelehrten lenkten. In Folge davon wurde er als Privatdozent mit einer kleinen Remuneration des Unterrichtsministeriums an die Universität Königsberg berufen, an welcher er sein ganzes Leben getreu verblieb und eines der berühmtesten Glieder werden sollte. Er hatte das Glück, daselbst mit Bessel und Jacobi zusammen zu wirken, wodurch die Universität Königsberg längere Zeit der Mittelpunkt der astronomischen und physikalischen Forschung wurde. Auf Bessels dringende Empfehlung wurde er bald zum ausserordentlichen und dann zum ordentlichen Professor der Physik und Mineralogie befördert.

In klarer Erkenntniss der Bedeutung für die Ausbildung des jungen Mathematikers und Physikers gründete er alsbald im Verein mit Jacobi ein mathematisch-physikalisches Seminar, in dem sich eine ganz ausserordentliche, für die Wissenschaft fruchtbringende Thätigkeit entwickelte. Vergebens suchte er vom Staate ein physikalisches Laboratorium zu erhalten, er musste seinen Unterricht in einigen Zimmern seiner Privatwohnung halten, wo so manche wichtige Probleme nicht in Angriff genommen werden konnten; und doch brachte er aus den ärmlichen Räumen der Wissenschaft die glänzendsten Gaben dar. Aus dieser berühmten Königsberger Schule der mathematischen Physik sind die ausgezeichnetsten Mathematiker und Physiker hervorgegangen, welche durch ihren Lehrer angeregt worden waren und die von ihm geweckten Ideen weiter verfolgten. Man braucht nur die Namen: Auwers, Paul du Bois-Reymond, Borchardt, Brix, Clebsch, Gordan, Hesse, Kirchhoff, Lipschitz, Luther, Oskar Emil Meyer, Lothar Meyer, Carl Neumann, Quincke, Rosenhain, Schröder, Senff, W. Voigt, P. Volk-

mann, H. Weber, Wild, Zöpplitz zu nennen, um den Einfluss Neumann's zu würdigen; auch zwei verehrte Collegen, Ludwig Seidel und Leonhard Sohncke waren seine Schüler. Durch die Klarheit seines sorgfältig vorbereiteten, vollendeten Vortrages und die Fülle neuer Ideen wusste er den Schülern seine eigene Begeisterung für die Wissenschaft einzufliessen und sie im Seminar zu wissenschaftlicher Thätigkeit anzuregen: er war ein unvergleichlicher Lehrer der exakten Naturwissenschaften, dem alle seine Schüler zeitlebens die wärmste Anhänglichkeit und Dankbarkeit bewahrten.

Indem er in scharfsinnigster Weise die physikalischen Vorgänge durch die Mathematik zu begründen strebte, schuf er neue Methoden und Wege der Untersuchung und machte dadurch die wichtigsten Entdeckungen auf mehreren Gebieten der Physik. Seine Anschauungen über die Vorgänge an der Materie und die von ihm aufgestellten Gesetze ermöglichten die heutige Entwicklung der Lehren der Optik, der Elektrodynamik und der Wärme; diese Gesetze werden stets mit seinem Namen verknüpft bleiben.

Neumann ging, wie erwähnt, von der Mineralogie und der Krystallographie aus zu der Physik über. Bei diesen seinen schon in hohem Grade vollendeten Erstlingsarbeiten beschäftigte ihn die geometrische Darlegung der Krystallverhältnisse: in den krystallonomischen Beiträgen brachte er eine sinnreiche neue Methode der Projektion der Krystallformen, dann in seiner Doktordissertation *de lege zonarum* eine Entwicklung graphischer Methoden zur Darstellung des Zonenzusammenhanges der Flächen eines Krystallformencomplexes; er hat durch diese Arbeiten, sowie durch seine grosse Untersuchung über das Krystallsystem des Albits und der ihm verwandten Gattungen die Krystallographie ausserordentlich gefördert.

Die krystallographischen Arbeiten gaben ihm die Veranlassung, die Krystalle auf ihre physikalischen Eigenschaften: auf ihr optisches, elastisches und thermisches Verhalten zu prüfen; zehn Jahre lang hat er sich mit diesen Fragen beschäftigt. Indem er davon ausging, die Elastizitätstheorie in

Beziehung zu dem optischen Verhalten zu setzen, leitete er, unter der Annahme der elastischen Natur des Lichtes, aus den Prinzipien der Mechanik die Art der Lichtbewegung, besonders in Krystallen, ab: nämlich die Gesetze der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in verschiedenen Richtungen, die Schwingung desselben in der Polarisationssebene und die Gesetze der Reflexion. Dies geschah vor Allem in der hervorragenden optischen Abhandlung über die Gesetze der Reflexion und der Brechung des Lichtes an der Grenze zweier vollkommen durchsichtiger Medien und in seiner zweiten umfangreichen optischen Untersuchung über die Gesetze der Doppelbrechung des Lichtes in comprimierten oder ungleichförmig erwärmten unkrystallinischen Körpern, deren meisterhafte mathematisch-physikalische Darstellung wohl den Höhepunkt seiner optischen Arbeiten bildet. Zu erwähnen wäre hier noch die Abhandlung über die thermischen, optischen und krystallographischen Axen des Krystallsystems des Gypses. Durch diese Leistungen hat er die Fresnel'sche Lehre von der Optik ausgebaut und vollendet.

Von der Optik wandte er sich der Elektrodynamik zu, auf welchem Gebiete wohl seine glänzendsten Schöpfungen liegen. Er fand dabei die erste theoretische Ableitung der Gesetze der elektrischen Induktion. Diese mathematische Theorie der inducirten elektrischen Ströme, sowie das Potentialgesetz der ponderomotorischen Wirkungen der elektrischen Kräfte gehören wohl zu den bedeutendsten Leistungen der mathematischen Physik für alle Zeiten.

Er erfand ferner eine Methode zur Bestimmung der spezifischen Wärme der Körper mittelst seines sogenannten Hahns und wandte diese Methode auf eine Anzahl chemisch ähnlich zusammengesetzter Mineralien an, wobei er das nach ihm benannte Gesetz fand, dass das Produkt aus dem chemischen Aequivalentgewicht in die spezifische Wärme für einzelne Classen von Körpern den gleichen numerischen Werth besitzt. — Auch bildete er einfache und ungemein genaue Methoden aus für die Bestimmung der Wärmeleitungsfähigkeit gut und schlecht

leitender fester Körper, mit denen er vielfache Beobachtungen anstellte.

Von grossem Werthe sind auch seine Untersuchungen der Elasticitätsverhältnisse der Krystalle, aus welchen er die Gesetze und Formeln, nach denen die Winkeländerungen der Krystalle bei einseitigem und allseitigem Druck vor sich gehen, ableitete.

Er beschäftigte sich dann mit der Theorie der Capillarität, wobei er zu dem Satze kam, dass die Winkel, unter denen im Zustande des Gleichgewichts drei Flüssigkeiten längs einer Kante zusammenstossen, ihre Bestimmung vollständig durch ihre Capillaritäts-Constanten finden. Auch gab er eine strenge Ableitung des Poiseuille'schen Satzes der Flüssigkeitsbewegung in Röhren aus der Theorie der Reibung.

Bei Gelegenheit seiner Untersuchungen, insbesondere der elektro-dynamischen, erfand er eine Anzahl höchst sinnreicher und brauchbarer Apparate und Messinstrumente, wie z. B. sein Differentialgalvanometer, den zur Bestimmung der magnetischen Inklination dienenden Differential-Erdinduktor, das Rheometer zur Messung starker Ströme in absolutem Maass, die verbesserte Tangentenbussole.

Auf rein mathematischem Gebiete befasste er sich nur mit der Theorie der Kugelfunktionen.

Aber nicht nur in seinen eigenen Veröffentlichungen findet sich das, womit er die Wissenschaft so sehr bereichert hat; Vieles hat er nur in den Vorlesungen seinen Schülern gegeben; Einige derselben haben später das Gehörte zusammengestellt und das kostbare Gut weiteren Kreisen zugänglich gemacht. So manche Gedanken sind in dieser Weise von ihm zuerst ausgesprochen worden und späteren Forschern zu Gute gekommen; so entwickelte er in seinen Vorlesungen die mechanische Wärmetheorie, auch gebrauchte er schon früh den Ausdruck „Arbeitsvorrath“ und wandte seine Vorstellungen darüber auf die Wärme und die Elektrizität an.

Neumann bewahrte sich stets eine ideale Lebensauffassung; so wie er in der Jugend sich in Begeisterung für das Vaterland opferte, gab er sich später der Wissenschaft hin und suchte

mit aller Kraft des Geistes die Wahrheit durch die Erforschung der Gesetze, nach denen sich die Naturerscheinungen richten. Er suchte die wahre Befriedigung nur in der tieferen Erkenntniss der Dinge, jeder äussere Ruhm und Vorthail war ihm gleichgiltig. Daher blieb der grosse Gelehrte doch von schlichtester Einfachheit und Bescheidenheit. Bis in die letzte Zeit seines langen Lebens war er wissenschaftlich thätig und bewahrte seine geistige Frische und sein reges Interesse für alles Wissen.

Durch sein tiefes Nachdenken und seinen reinen Sinn hatte er sich einen heiteren Frieden und ein inneres Gleichgewicht errungen, das diesen Patriarchen der Wissenschaft zu einem der besten und auch glücklichsten Menschen machte.

### **James Dwight Dana.**

Der am 14. April 1895 in New Haven im Alter von 82 Jahren verstorbene Geologe und Mineraloge James Dwight Dana war wohl der angesehenste Naturforscher Nordamerikas und einer der ersten Kenner unseres Erdballes.

In Utica im Staate New-York am 12. Februar 1813 geboren, kam er zu seiner Ausbildung nach New-Haven, woselbst er im 20. Lebensjahre in das berühmte Yale-College eintrat. Es war besonders der ältere Silliman, der Chemiker und Mineraloge, von dem er dorten Anregung zu naturwissenschaftlichen Studien empfing.

Er hatte das Glück, auf ausgedehnten Reisen Länder und Meere durch eigene Anschauung kennen zu lernen und den Sinn für die Beobachtung der Natur zu schärfen. Zuerst machte er als Lehrer der Magnetik und Nautik an der Staats-Navigations-Schule auf einem Kriegsschiffe von 1833—1835 eine Reise im Atlantischen Ozean und im Mittelmeer, wobei er die Küsten Frankreichs, Italiens, Griechenlands und der Türkei besuchte. Von grösstem Einfluss auf seine Entwicklung war die Anstellung als Mineraloge und Geologe bei der von den Vereinigten Staaten ausgerüsteten und vom Kapitän Wilke geführten wissenschaftlichen Expedition zur Erforschung des grossen

Ozeans, welche vier Jahre (1838 — 1841) in Anspruch nahm; er sah dabei die beiden Küsten von Südamerika, eine Anzahl von Inseln des Stillen Ozeans, dann Australien, Neu-Seeland, den Gilbert-Archipel, die Karolinen-Inseln, die Sandwich-Inseln und die Küste von Oregon. Nachdem er hier Schiffbruch erlitten und seine Habe, sowie einen Theil der Sammlungen verloren hatte, reiste er zu Land nach San Francisco und kehrte von da über die Sandwich-Inseln, Singapor, das Cap der guten Hoffnung und St. Helena in die Heimath zurück.

Als er diese grosse Reise antrat, waren viele von den Inseln des Stillen Ozeans noch fast unbekannt und von der Civilisation unberührt, so dass sich ihm die reichste Gelegenheit zu Beobachtungen bot.

In den folgenden Jahren war er damit beschäftigt, die reichen Sammlungen, welche er von dieser Reise mitgebracht hatte, zu bearbeiten; in der grossen Beschreibung der Expedition lieferte er den Bericht über die Zoophyten und die Krustenthiere des Stillen Ozeans, sowie den über die geologischen Beobachtungen, besonders über die Koralleninseln und die vulkanischen Erscheinungen in der Südsee.

Dana hatte sich durch diese Leistungen rühmlich bekannt gemacht, so dass er im Jahre 1850 zum Professor der Naturgeschichte und später (1864) zum Professor der Geologie und Mineralogie am Yale-College gewählt wurde. Er blieb daselbst als hervorragender Forscher und als beliebter Lehrer thätig bis zum Jahre 1894, wo er emeritirt wurde. Nach dem Rücktritt vom Amte widmete er seine ganze Kraft der Umarbeitung seines berühmten Werkes: des *Manual of Geology*. Zwei Monate nach Vollendung desselben legte er sich zur Grabesruhe.

Die geologische Wissenschaft befand sich damals in heftigster Gährung; die Neptunisten, Plutonisten und Vulkanisten waren noch in vollem Kampfe begriffen. Dana wandte sich vorzugsweise den Fragen der dynamischen Geologie zu und beschäftigte sich dabei mit den grossen Problemen der Erdgeschichte: der Bildung der Gebirge, dem Entstehen der Continente, der Eiszeit, dem Ursprung der Vulkane, dem Auftreten

der merkwürdigen Korallenriffe. Seine Anschauungen über die Gebirgsbildung, welche der von Elie de Beaumont, Alexander v. Humboldt und Leopold v. Buch aufgestellten Theorie entgegen traten, sind heut' zu Tage die herrschenden geworden. Die jetzige Gestaltung der Erdoberfläche leitete er von der Contraction der äusseren Schichten in Folge ihrer Abkühlung ab. Die Untersuchungen der Geologie von New-Haven, Berkshire, Massachusetts, Westminster etc. etc. sind Muster für Forschungen der Art. Sein Werk über den Bau und die Entstehung der Korallenriffe steht dem gleichzeitigen Werke Darwins ebenbürtig zur Seite. Auch die Abhandlung über die Ursachen und die Charakteristik der Vulkane auf den Hawaii-Inseln verdient besonders hervorgehoben zu werden.

Einen grossen Impuls erhielt die geologische Wissenschaft durch das schon erwähnte *Manual of Geology*, ein umfangreiches Lehrbuch, welches zum ersten Male die amerikanischen Verhältnisse zum Ausgangspunkte der Betrachtungen nahm und sich schon dadurch von allen bisherigen, meist nur auf Europa zugeschnittenen Lehrbüchern wesentlich unterscheidet, aber auch in der ganzen Anordnung des Stoffes und in der Behandlung der dynamischen Geologie so viel Neues brachte, dass es bald als das bis dahin unerreichte Muster eines Lehrbuches der Geologie angesehen wurde. Fast alle neueren in Europa verfassten Lehr- und Handbücher der Geologie haben sich den durch Dana angegebenen Verbesserungen angeschlossen und sein berühmtes Werk als Vorbild benützt.

Nicht minder hervorragend ist Dana's Thätigkeit als mineralogischer Schriftsteller. Er ist als einer der Ersten, unter denen auch unser einheimisches Mitglied J. N. Fuchs zu nennen ist, von den blos physischen oder den naturhistorischen Kennzeichen zu dem System der chemischen Kennzeichen übergegangen. Es sind namentlich die chemischen Beziehungen der Mineralien zu einander und diejenigen der Krystallform zur Zusammensetzung derselben, welche ihn beschäftigt haben und auf Grund deren er für eine Reihe von Mineralgruppen eine auf chemischen Prinzipien beruhende Systematik aufstellte,

welche einen wesentlichen Fortschritt auf diesem Gebiete bildete. So ist er z. B. der Erste gewesen, welcher in die grosse und chemisch so verwickelte Familie der Glimmermineralien Klarheit gebracht hat, und die Grundzüge der von ihm aufgestellten Eintheilung derselben sind auch nach den neuesten Forschungen die maassgebenden geblieben. Die Resultate dieser Studien wurden von Dana am vollständigsten verwerthet in seinem umfangreichen Buche: „System of Mineralogy, 1868“, das noch heute das beste existirende Handbuch dieser Wissenschaft ist. Nicht geringere Anerkennung, als dieses Werk sich in den Kreisen der Fachmänner erwarb, ist in weiteren Kreisen auch seinem kürzeren Lehrbuche der Mineralogie und Petrographie zu Theil geworden. Petrographische Untersuchungen über amerikanische Gesteine bildeten namentlich in den letzten Jahren seines Lebens den Gegenstand mehrerer seiner Publikationen.

Die ausserordentliche Vielseitigkeit Dana's zeigt sich auch darin, dass er auch auf dem Gebiete der systematischen Zoologie eine Anzahl hervorragender Werke, besonders über das Vorkommen, die Lebensweise und die Organisation der Riffkorallen in der Südsee und über die Crustaceen geschaffen hat.

Er war auch Mitherausgeber des in der Literatur einen hohen Rang einnehmenden *American Journal of Science and Arts* vom Jahre 1846 an bis zu seinem Tode, zu dem er viele Beiträge geliefert hat; dieses Journal ist die hauptsächlichste Stätte für die naturwissenschaftliche Forschung in Theorie und Praxis in Nordamerika. Dana hat mehr wie irgend Jemand dazu beigetragen, die Naturwissenschaften in Amerika auf den hohen Stand zu heben, auf dem sie sich jetzt befinden.

Er bewahrte sich bis zuletzt das Feuer der Jugend und verstand es, während seines langen Lebens Schritt zu halten mit den Fortschritten der Wissenschaft und den führenden Gedanken derselben.

Er war darum stets bereit, frühere Anschauungen den neueren Erfahrungen der Wissenschaft zu opfern. Während er in den ersten Auflagen seines Lehrbuchs noch eine besondere Schöpfung der vielen sich in den geologischen Zeitabschnitten

folgenden Arten der Pflanzen und Thiere festgehalten hatte, vertrat er in der letzten Auflage die Lehre von der allmählichen Entwicklung dieser Organisationen.

Er war ausserdem ein ganz vorzüglicher Lehrer, welches Talent er besonders bei den Exkursionen in die Umgegend von New-Haven mit den vorgerückteren Schülern nutzbringend entfaltete.

Viele Ehren sind dem ausgezeichneten Gelehrten zu Theil geworden. Er war Mitglied unserer Akademie seit dem Jahre 1854; die hiesige Universität hat ihn bei der Festfeier ihres 400jährigen Bestehens im Jahre 1872 zum Ehrendoktor der Philosophie ernannt.

---