

Please take notice of: (c)Beneke. Don't quote without permission.

Emil Heinrich du Bois-Reymond

(07.11.1818 Berlin - 26.12.1896 Berlin)

Begründer der Elektrophysiologie

Klaus Beneke
Institut für Anorganische Chemie
der Christian-Albrechts-Universität
der Universität
D-24098 Kiel
k.beneke@email.uni-kiel.de



Aus:

Klaus Beneke

Biographien und wissenschaftliche Lebensläufe von Kolloidwissenschaftlern, deren Lebensdaten mit 1996 in Verbindung stehen.

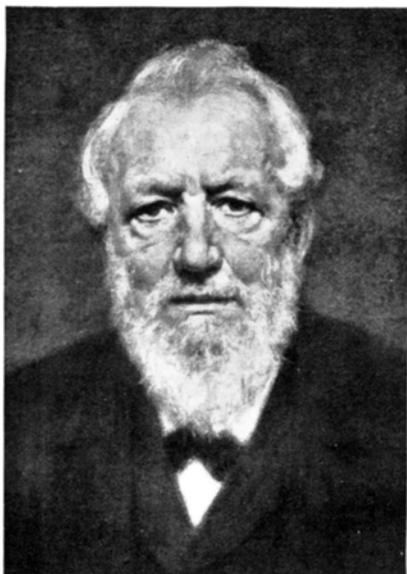
Beiträge zur Geschichte der Kolloidwissenschaften, VIII

Mitteilungen der Kolloid-Gesellschaft, 1999, Seite 92-105

Verlag Reinhard Knof, Nehnten

ISBN 3-934413-01-3

Emil Heinrich du Bois-Reymond (07.11.1818 Berlin - 26.12.1896 Berlin)



Emil du Bois-Reymond

Emil du Bois-Reymond



Paul David Gustav du Bois-Reymond

Emil Heinrich du Bois-Reymond wurde als Sohn des damaligen geheimen Regierungsrates und Vertreters der Neuenburger Angelegenheiten im preußischen Ministerium des Auswärtigen und Lehrers Félix Henri du Bois-Reymond (1782 - 1864) und der künstlerischen Bildnerin Minette Henry in Berlin geboren. Diese war die Enkelin des Malers und Graphikers Daniel Chodowiecki (1726 - 1801), der ab 1797 Direktor der Akademie in Berlin war. Die Mutter von Minette Henry war die spätere Malerin und das 2. Kind von Daniel Chodowiecki, Susette (Susanne) Chodowicka verh. Henry (1768 - 1819), und des damaligen Predigers der reformierten französischen Gemeinde in Brandenburg und späteren königlichen Bibliothekars und Aufsehers des Berliner Antiken- und Münzkabinetts, Jean Henry. Emil du Bois-Reymond hatte zwei Schwestern, Julie (geb. 1816) und Félicie (geb. 1825) und zwei Brüder Gustave (1823 - 1829), der früh verstarb, und Paul (David Gustav). Paul David Gustav du Bois-Reymond (1831 - 1889) wurde ein bekannter Mathematiker, der an den Universitäten Heidelberg (1865), Freiburg (1870), Tübingen (1874) und an der TH Berlin (1884) lehrte (Boruttau, 1922; Roths Schuh, 1971).

Der Vater Félix Henri stammte aus dem Dorf St. Sulpice bei Neuchâtel (Neuenburg) in der Schweiz, das damals ein Teil von Preußen war. Er erlernte den Beruf eines Uhrmachers, kam 1804 mittellos nach Berlin, bildete sich durch Selbststudium weiter und wurde zunächst Lehrer am

Kadettenhaus in Berlin. Er verfaßte 1832 auch ein linguistisch-ethnologisches Werk *Kadmus oder allgemeine Alphabetik*. 1837 erschien sein Buch, *Staatwesen und Menschenbildung; umfassende Betrachtungen über die in Europa zunehmende National- und Privatarmut*, unter dem Namen Bodz-Reymond (Bodz war die alte Form des Familiennamens Bois oder du Bois).

Neuenburg liegt am Abfall des Jura und ist die Hauptstadt gleichnamigen Kantons. Der Ort wurde 1011 erstmals urkundlich erwähnt und 1214 zur Stadt erhoben.

Bereits 1032 wurde er Hauptort der zum Deutschen Reich gehörenden Grafschaft, die 1504 an die Herzöge von Orléans-Longueville kam. 1530 bis 1533 wurde die Reformation eingeführt. 1648 wurde Neuenburg zum Fürstentum erhoben. Nachdem die Nachkommen des Hauses ausgestorben waren, wählten die Stände 1707 König Friedrich I. von Preußen (1657 - 1713; Kurfürst von Brandenburg seit 1688; König 1701 - 1713) zum Fürsten. Napoleon I. (1769 - 1821; Kaiser von Frankreich 1804 - 1814/15) machte 1806 Marschall Alexandre Berthier (1753 - 1815) zum Fürsten und Herzog von Neuchâtel. Dieser war von 1805 bis 1814 Generalstabschef von Napoleon I., wechselte aber 1814 zu den Bourbonen und verübete 1815 Selbstmord. Bereits 1814 kam Neuenburg wieder an Preußen und König Friedrich Wilhelm III. (1770 - 1840; König 1797 - 1840) ließ das Fürstentum zugleich als 21. Kanton in die schweizerische Eidgenossenschaft aufnehmen. Durch eine Revolution wurde am 1. März 1848 eine von der Schweiz gewährte republikanische Fassung eingeführt, worauf der preußische König Friedrich Wilhelm IV. (1795 - 1861; König 1840 - 1861) vergeblich Einspruch erhob. Durch die „Neuenburger Frage“ wurde eine Lösung durch den Verzicht des Königs 1857 erzielt. Jedoch behielten der König und seine Nachfolger, auch die späteren deutschen Kaiser, bis 1918 den Titel „Fürst von Neuchâtel und Valangin“.

Die Familie du Bois-Reymond gehörte der Berliner französischen Kolonie an. Zu Hause wurde gewöhnlich Französisch gesprochen, da der Vater sich im Deutschen nie ganz heimisch fühlte, die Mutter wiederum beide Sprachen beherrschte. Emil besuchte die französische Schule in Berlin, mit einjähriger Unterbrechung in einer Schule in Neuchâtel.

Ab 1837 begann du Bois-Reymond mit dem Studium in Berlin, wobei er sehr unschlüssig war, was er in Zukunft machen wollte. Zuerst besuchte er Vorlesungen der Theologie, Philosophie und Psychologie. Während einer kurzen Zeit in Bonn (1838/39) studierte er Logik, Metaphysik und Anthropologie. Dazu hörte er Vorlesungen der Botanik, Geologie, Geographie sowie Meteorologie. Ab Wintersemester 1839 kehrte du Bois-Reymond nach Berlin zurück, wo ihn der Assistent des bekannten Anatomen und Physiologen Johannes Peter Müller (1801 - 1858), Eduard Hallmann (1813 - 1855) überzeugte, Medizin zu studieren. Du Bois-Reymond schrieb zu jener Zeit: *„Ich war bei mathematischen Studien angelangt, die mir leiblos blieben, weil sie an sich kein meinen eigentümlichen Kräften zusagender Stoff waren, der formalen Bildung aber, die sie mir gewährten, noch kein genügender Inhalt entsprach“*. Hallmann beschäftigte sich hauptsächlich mit vergleichender Knochenlehre. Da er Anfang seines Studiums in einen politischen Prozeß verwickelt war, wurde er von den preußischen Behörden nicht zur Praxis zugelassen. Nach Beendigung seiner Studien ging er nach Belgien, wo der befreundete Biologe Theodor Ambrose Hubert Schwann (1810 - 1882) lehrte, ebenfalls ein Schüler von Müller, der ab 1839 eine Professur für Anatomie an der Universität Louvain (Löwen) inne hatte. Später praktizierte er als Arzt in Brüssel, wo er sich außerdem wissenschaftlich mit der prak-

tischen Anwendung der Wasserheilkunde beschäftigte. Nach vielen Enttäuschungen kehrte Hallmann nach Deutschland zurück, durfte praktizieren und leitete eine Heilanstalt bei Boppard am Rhein. Dort starb er im Alter von 42 Jahren 1855 (Boruttau, 1922).

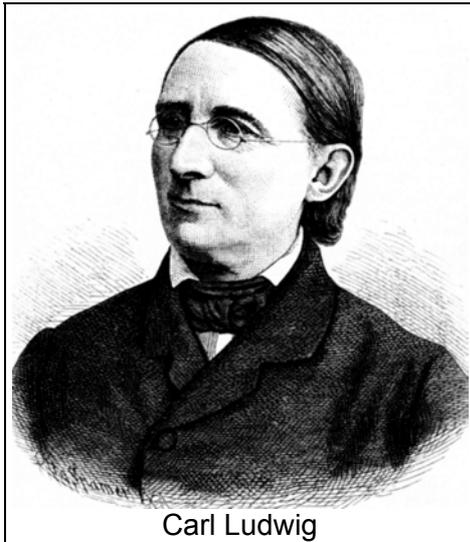


Theodor Ambrose Hubert
Schwann

Hallmann brachte du Bois-Reymond Grundlagen der Osteologie und der Botanik bei und erarbeitete für ihn Skripte und einen Studienplan, in dem auch Schnurren und Schrullen der Professoren vermerkt waren. Nur langsam konnte du Bois-Reymond das Vorurteil gegen Müller abbauen, das Hallmann ihm eingeredet hatte. Er kam in Bekanntschaft mit den Lehrern und Forschern wie dem Physiker und Meteorologen Heinrich Wilhelm Dove (1803 - 1879), dem Biologen Schwann und dem Botaniker Matthias Jacob Schleiden (1804 - 1881). Ab 1840 beschäftigte er sich unter Müller, der gute Mikroskope besaß, mit anatomischer Präparation, vergleichender Anatomie, Physiologie

und Mikroskopie. Sein großes Interesse galt der Morphologie (griech.: Morphé = Gestalt, logos = Wort, Lehre; Allgemein: Formen-, Gestalt- oder Strukturlehre; Biologie: Lehre vom Bau und Organisation der Organismen und ihrer Teile: Organe, Gewebe, Zelle). An Hallmann schrieb er im Februar 1840 nach Louvain: daß er „*von der Anatomie einen ganz anderen Begriff und viel mehr Respekt bekommen habe ...Es sei merkwürdig, daß er seinem sechsten Semester in eine Fehler verfallen sollte, den er bisher mit der größten Leichtigkeit bis ins andere Extrem vermieden hatte...Trieb ich früher allzu einseitig immer nur ein Objekt zu gleicher Zeit, so will ich jetzt allzuviel „de front“ führen und es kommt nichts Rechtes dabei raus. Aber zur Anatomie ohne Physiologie hab´ ich mich noch nicht vollständig resigniert, zur vergleichenden Anatomie ladet das Museum mit seinen Schätzen ein; ohne Zoologie keine vergleichende Anatomie; auch hier gibt´s keine andere Weisheit als Resignation*“ (Boruttau, 1922).

Im Schülerkreis von Müller traf du Bois-Reymond den später bekannten Physiologen Ernst Wilhelm Ritter von Brücke (1819 - 1892) und den Physiologen und Physiker Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821 - 1894) (siehe → Helmholtz) mit denen er lebenslange Freundschaft schloß. Dazu gesellte sich noch der Physiologe Carl Ludwig (1816 - 1895), der nie in Berlin studiert und gelehrt hatte (Beneke, 1998). In dieser Zeit las du Bois-Reymond auch Werke der Philosophen Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770 - 1831) und Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (1775 - 1854; geadelt 1805). Außerdem besuchte er die Vorlesungen des Chirurgen Johann Friedrich Dieffenbach (1792 - 1847) und des Internisten Johann Lucas Schönlein (1792 - 1864) (Rothschuh, 1971).



Carl Ludwig

Durch Müller wurde du Bois-Reymond auf die 1840 geschriebene Publikation des Physikers Carlo Matteucci (1811 - 1868), *Essai sur les phénomènes électriques des animaux*, aufmerksam gemacht. Er machte sich an die Arbeit, baute ein Galvanometer, sammelte Frösche, besorgte Eis zu deren Konservierung, kam aber nicht über die Vorbereitungen zu der Arbeit hinweg. Zwischenzeitlich machte er das Kompanie-Chirurgen-Examen und im Winter 1841/42 absolvierte er den Militärdienst in einem Lazarett. Mit seiner elektrophysiologischen Arbeit kam er langsam weiter, wobei er ein Manuskript von 100 Seiten hatte, das er aber nur

als kritische-historische und technische Einleitung sah. Sein Freund Brücke hatte bereits mit einer Arbeit über die Diffusion der Flüssigkeiten und der Bedeutung für das organische Leben promoviert. Einen Teil seines Manuskripts verwendete du Bois-Reymond zur Promotion am 10. Februar 1843 mit einer historischen Arbeit über den sogenannten Froschstrom und über elektromotorische Fische (du Bois-Reymond, 1843a; Boruttau, 1922; Rothsuh, 1971).

In einer Publikation hatte du Bois-Reymond die wichtigsten Ergebnisse zusammengestellt, die er inzwischen erarbeitet hatte. Er war zu der Überzeugung gekommen, daß Matteuccis Angaben falsch, die Arbeitsweise leichtsinnig und seine literarischen Arbeiten plagiatorisch waren. Er übergab Alexander von Humboldt (1769 - 1859), der gerade in Berlin weilte, seine in französisch übersetzte Publikation mit der Bitte, es der französischen Akademie zu übergeben, deren Mitglied Matteucci war. Er hatte in einem Zimmer seine bioelektrischen Versuche aufgebaut und führte sie seinen Freunden und Humboldt vor. Du Bois-Reymond sah seine wissenschaftliche Laufbahn vorgezeichnet und schrieb während des Examens 1843 an Hallmann:

„Übrigens führe ich ein Leben wie ein Hund und verfluche den Kursus alle fünf Minuten einmal, um so mehr, als ich in bewandten Umständen eigentlich gar nicht zu kursieren gebraucht hätte, und abgesehen davon, daß ich eine Menge Geld und schöne Zeit auf so schreckliche Weise totschrage, meinen Konkurrenten Matteucci in Pisa den schönsten Spielraum lassen muß“ (Boruttau, 1922).

War du Bois-Reymond gewissermaßen nach Hallmanns Weggang an dessen Stelle getreten, wurde er Müllers Assistent am Anatomischen Museum der Berliner Universität, was seine Laufbahn als Hochschullehrer förderte, konnte er doch an der Universität weiter arbeiten und Geld für seinen Lebensunterhalt verdienen, denn seine Familie war nicht in der Lage, ihn weiter finanziell zu unterstützen. Er habilitierte sich 1846 mit einer Schrift *Über saure Reaktion des Muskels nach dem Tode* und wurde Privatdozent. Er zeigte als Vorlesung *Über den Nervenstrom* an, hielt sie aber über Jahre nicht, da ihn die Forschung und das Interesse an der Physik in

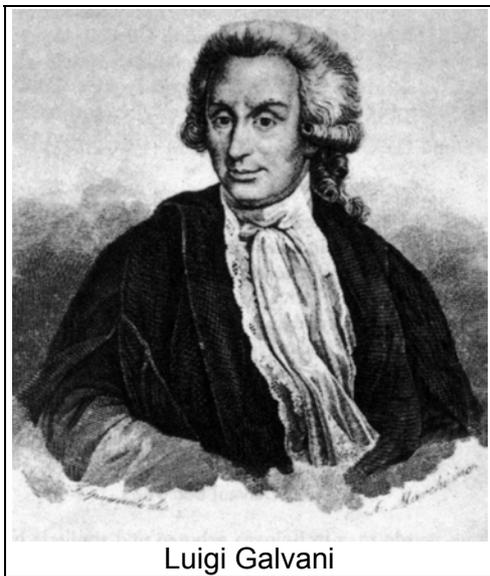
Anspruch nahm. Ab 1848 bis 1853 wirkte er als Dozent für Anatomie an der Akademie der Künste in Berlin. Helmholtz, Brücke und du Bois-Reymond versäumten keine Sitzung der am 14. Januar 1845 gegründeten Physikalischen Gesellschaft zu Berlin (siehe → Helmholtz). Erst 1854 hielt er eine Vorlesung über Physiologie in Absprache mit Müller. Bereits 1851, im Alter von 33 Jahren, wurde du Bois-Reymond in die Preußische Akademie der Wissenschaften aufgenommen. Ab 1867 wurde er ständiger Sekretär der mathematisch-physikalischen Klasse der Akademie und organisierte Versammlungen und Gedächtnisveranstaltungen u. a. für den Gründer der Akademie den Philosophen Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646 - 1716), und dessen Gönner Friedrich II. (der Große) von Preußen (1712 - 1786; König von 1740 - 1786) (Boruttau, 1922; Rothsuh, 1971).

Über die Ereignisse des Jahres 1848 schrieb du Bois-Reymond am 6. Januar 1849 an Hallmann: *„Nach solchen Erlebnissen, wie das verflossene Jahr sie den Berlinern gebracht hat, wäre es eigentlich Pflicht, von hier aus seinen Freunden zu melden, daß man weder erschossen, noch an der Cholera gestorben sei“*. Meinte aber später, daß er sich um die politischen Ereignisse des Märzkampfes nicht gekümmert habe, da er krank gewesen sei.

Im Jahre 1853 heiratete du Bois-Reymond Jeanette Claude (geb. 1833), die ebenfalls der Berliner französischen Kolonie angehörte und wie du Bois-Reymond mütterlicherseits den Graphiker Daniel Chodowiecki zum Urahn hatte. Sie wurde in Berlin geboren, hatte aber einen großen Teil ihrer Jugend in Valparaiso in Chile, später in England verbracht. Mit Jeanette hatte du Bois-Reymond vier Söhne Claude, Allard, René, Felix und fünf Töchter Ellen, Lucie, Aimée, Estelle und Rose. René wurde Physiker und Physiologe, Claude Ophthalmologe, Allard und Felix Mathematiker und Ingenieur. Die Tochter Estelle brachte die gesammelten Werke ihres Vaters nach dessen Tod heraus (Boruttau, 1922).

Verlockende Angebote nach Königsberg (1849) und Bonn (1855) schlug du Bois-Reymond aus und setzte seine elektrophysikalischen Studien in Berlin fort. Bereits 1855 wurde er außerordentlicher Professor. Nach dem überraschenden Tode von Johannes Müller wurde dessen Lehrstuhl geteilt. Du Bois-Reymond bekam das Ordinariat für Physiologie und die Leitung des physiologischen Laboratoriums an der Universität Berlin Karl Bogislaw Reichert (1811 - 1883) bekam die andere Hälfte, die Anatomie. Die Räumlichkeiten der Physiologie waren sehr beengt, was du Bois-Reymond veranlaßte, einen größeren Bau zu beantragen. Dieser verzögerte sich bis 1877, Helmholtz konnte in den Neubau des Physikalischen Instituts 1878 einziehen (siehe → Helmholtz). Nach Carl Ludwigs Institut in Leipzig war das Berliner Physiologische Institut das größte und modernste Institut. Es war in vier Abteilungen aufgeteilt: Physiologische Chemie (Eugen Baumann (1846 - 1896), später Karl Martin Leonhard Albrecht Kossel (1853 - 1927), Physiologische Histologie (Gustav Fritsch (1838 - 1927), Physikalische Physiologie (Arthur Christiani (1843 - 1887) und Tierexperimente (Carl Hugo Kronecker (1839 - 1914), später Johannes Gad (1842 -

1926). Du Bois-Reymond und Reichert übernahmen etwa zur gleichen Zeit das auch schon von Müller herausgegebene *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, welches in eine anatomische und physiologische Sektion aufgeteilt wurde. Viele Arbeiten aus Ludwigs Institut in Leipzig und von du Bois-Reymonds Schülern wurden im *Archiv* publiziert. Ähnlich wie bei Helmholtz (siehe → Helmholtz) arbeiteten auch im Institut von du Bois-Reymond viele Russen. Zu seinen bekanntesten Schülern zählen Eduard Pflüger (1829 - 1910), der sich mit der Stoffwechselfysiologie beschäftigte, Ludimar Hermann (1838 - 1914), Isidor Rosenthal (1836 - 1915), Hermann Munk (1839 - 1912), Franz Boll (1849 - 1879), der Entdecker des Sehpurpurs in der Netzhaut, Carl Sachs (1853 - 1878), der in den Alpen verunglückte und Johannes Gad, alle bekannte Physiologen (Rothschuh, 1971).



Luigi Galvani

In seinem zweibändigen Werk *Untersuchungen über thierische Electricität* das in mehreren Teilen erschien, beschrieb du Bois-Reymond die von ihm konstruierten physikalischen Instrumente wie Multiplikatoren (Galvanometer), Schlitteninduktorium und Meßgeräte, die heute in moderner Form zur Ausstattung physiologischer Laboratorien gehören. Eingang in die medizinische Praxis fanden seine Ergebnisse und Methoden, die er aus der Beobachtung des „Verletzungsstromes“ oder der „negativen Schwankung“ des Stromes am Muskel zog. In der Einleitung seiner Untersuchungen geht er auf die Geschichte der Elektrophysiologie ein. Bei Boruttau (Boruttau,

1922) liest man dazu:

„Als im Jahre 1768 Luigi Galvani [1737 - 1798] die grundlegende Beobachtung gemacht hatte, daß Froschschenkel, die, frisch enthäutet, mit ihren freigelegten Nervenbündeln mittelst eines kupfernen Hakens an einem eisernen Gitter aufgehängt waren, gewaltig zuckten, wenn sie mit den Fußenden das Gitter berührten, glaubte er bekanntlich diese Wirkung auf elektrische Kräfte zurückzuführen zu müssen, welche in den überlebenden tierischen Geweben ihren Sitz hätten; und es gehört der Federstreit zur Geschichte der Naturwissenschaften, in dessen Verlauf, gegründet auf seine unsterblichen Versuche, der exakte Physiker Alessandro Volta [1745 - 1827 (Beneke, 1998a)] nachwies, daß die Erregung der tierischen Organe in dem Versuch des Arztes Galvani durch die physikalische Elektrizitätsquelle zustande kam, welche in der Berührung (und, wie wir jetzt wissen, physikalisch-chemischen Wechselwirkung) der zwei verschiedenartigen Metalle (in diesem Falle Eisen und Kupfer) und des feuchten Leiters (in diesem Falle der tierischen Säfte) gegeben ist. Bekanntlich baute Volta solche Zusammenstellungen zweier verschiedenen Metalle und feuchter

Leiter in Gestalt der Plattenpaare mit zwischengelegten feuchten Filzscheiben zu seiner (Voltaschen) Säule auf, der ersten Form der hydro-elektrischen Kette, bzw. Batterie, die heute noch fälschlich als galvanisch bezeichnet wird, ebenso die Lehre von der strömenden Elektrizität als Galvanismus, obwohl gerade Galvani, unterstützt von seinem Neffen und Schüler Aldini, in zäher Polemik daran festhielt, daß die von ihm entdeckten elektrischen Kräfte rein animalischen Ursprungs seien.



Alessandro Volta

In der Tat gelang es ihm auch im Laufe seiner weiteren Versuche, zu beobachten, daß an lebenden Muskeln Zuckungen auftreten können, ohne daß Metalle im Spiele sind, z. B. bei der Herstellung einer Berührung zwischen dem damit zusammenhängenden Nervenstrang mit einem bloßgelegten anderen Muskel oder dem betreffenden Muskel selbst, und im Augenblicke der Lösung dieser Berührung, beides Bedingungen, über deren genaueres Wesen und eigentliche Bedeutung endgültige Klarheit zu schaffen erst unserem du Bois-Reymond vorbehalten geblieben ist. Die Tatsache der „Zuckung ohne Metalle“, somit der Reizung lebender Muskeln

und Nerven durch in den lebenden Organen selbst zu suchende elektrische Kraftquellen, ist zwar von Volta nur widerwillig anerkannt, aber durch Alexander von Humboldt in seinen klassischen „Versuchen über die gereizte Muskel- und Nerven-faser nebst Vermutungen über den chemischen Prozeß des Lebens in der Tier- und Pflanzenwelt“ vom Jahre 1797 auf Grund eigener, sorgfältiger Versuche durchaus bestätigt worden. Daß es sich hierbei um die gleichen physikalischen Kräfte handelt, wie sie bei der Entladung eines Kondensators (Leidener Flasche oder Franklin'sche Tafel) durch einen Metalldraht oder bei der Verbindung der beiden Enden der Voltaschen Säule durch einen solchen im Spiele sind, dies endgültig nachzuweisen, war schwieriger als die Darlegung der elektrischen Natur des Schlages der Zitterfische (Zitterroche, Zitteraal, Zitterwels), welche bereits um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts dem Pariser Botaniker Adamson und dem Holländer Gravesande [Wilem Jacob Storm van's Gravesande (1688 - 1742)] durch den Nachweis der Funkenerscheinung geglückt war. Es bedurfte erst der Ausbildung empfindlicher Meßgeräte für elektrische Ströme, die durch die Oerstedsche [Hans Christian Ørsted (1777 - 1851)] Entdeckung des Elektromagnetismus vom Jahre 1820 ermöglicht wurde. Der Erfinder des damals vollkommensten Meßgerätes für schwache elektrische Ströme durch Vereinigung des astatischen Nadelpaares, das der französische Physiker Ampère [André Marie Ampère (1775 - 1836)] angegeben hatte, mit des Deutschen Schweigger [Johann Salomo Christoph Schweigger (1779 - 1857)], aus vielen um die Nadel gewickelten Drahtwindungen bestehenden, „Multiplikator“, der

hervorragende italienische Physiker Leopoldo Nobili, hatte 1826 gefunden, daß bei Verbindung der Drahtenden mit dem Rumpf und den Fußzehen eines enthäuteten, aber noch reizbaren Frosches das Meßgerät einen Strom anzeigte, welcher in dem Tiere von den Füßen zu dem Kopfe lief. Mit der Untersuchung und Erklärung dieser Erscheinung hatte sich besonders der italienische Physiker Carlo Matteucci beschäftigt; und, in dem Bestreben, in den lebenden Nerven elektrische Stöme nachzuweisen und damit die schon zu Hallers [Albrecht von Haller (1708 - 1777)] Zeiten vielfach gemutmaßte Identität des Wesens der Nerventätigkeit mit elektrischen Kräften darzutun, ebensowenig glücklich wie Nobili, hatte er eine Reihe wirklicher und vermeintlicher Feststellungen gemacht, die er außer in Akademieschriften 1840 in einem „Essai“ und 1844 in einem ausführlichen „Traité des Phénomènes électrophysiologiques des animaux“ veröffentlicht hat. Es ist aus dem vorigen Abschnitte wohl ersichtlich gewesen, daß Matteuccis erste Veröffentlichungen, in die ihm Johannes Müller Einsicht gewährte mit der Anregung zur Nachprüfung und Weiterführung, zu einem Wetteifer und einer Polemik zwischen dem jungen Berliner Studierenden und dem damals bereits in hohen Würden stehenden und weltberühmten italienischen Physiker geführt haben, im Verlaufe deren der Erstgenannte außer einer gewissen Anerkennung allgemeiner Verdienste kaum ein gutes Haar an den Arbeiten des älteren ließ und mit einer Schärfe der Kritik, ja mitunder das Sachliche überschreitenden Ausfällen vorging und so den von Anfang an (siehe oben Galvani und Volta) in dieses Gebiet hereingetragenen heftigen Ton weitergeführt hat - wie wir sehen werden, zeitlebens und in einer Weise, die auch bis auf jüngere und jüngste Forscher unserer Tage abgefärbt hat. Es muß zugegeben werden, daß Matteucci und der von du Bois-Reymond in seiner historischen Einleitung ebenso heftig angegriffene Berner Physiologe Valentin [Gabriel Gustav Valentin (1810 - 1883)] für die experimentelle Sorgfalt und erforderliche Selbstkritik, die für das schwierige Gebiet damals wie heute unerlässlich sind, nicht das nötige Zeug besaßen, immerhin ist es Pflicht des objektiven Historikers, anzuerkennen, daß Matteucci gewisse grundlegende Beobachtungen als erster richtig gemacht und in einer heute wieder zeitgemäß gewordenen Art zu deuten versucht hat, während er andererseits vielfach wichtige Erscheinungen übersah oder falsch deutete und der Phantasie freien Lauf ließ in einer Weise, die des echten Naturforschers nicht würdig ist. Und hier gebührt Emil du Bois-Reymond eben das vorzugweise Verdienst äußerster Exaktheit, größten Erfindungsreichtums, unverdrossen, jahrelangen, emsigen Schaffens in stiller Kammer mit Hilfsmitteln, die er in einer technisch noch wenig vorgeschrittenen Zeit größtenteils sich selbst schuf, zum Teil auch in Mitarbeit mit befreundeten Physikern und Kunsthandwerkern, unter denen besonders Helmholtz und der Mechaniker Sauerwald genannt seien“.

Du Bois-Reymond gelang es, trotz vieler technischer Probleme, an den Muskeln und Nerven aller von ihm überprüften Tierarten Ströme festzustellen. Dazu benutzte

er nach langer Auswahl Platinplatten, als Zwischenschaltung gesättigte Kochsalzlösung und Fließpapierbäusche mit Eiweißhäutchen, die es gestatteten, mit Sicherheit



André Marie Ampère

das Auftreten eines Stromes an tierischen Teilen festzustellen, obwohl die selbstgebauten Galvanometer (Multiplikatoren) im Gegensatz zu heutigen Meßgeräten unbeholfene Instrumente mit großer Trägheit waren. Er beobachtete, daß die Ströme von der natürlichen Oberfläche oder dem sogenannten Längsschnitt durch den äußeren Schließungsbogen mit dem Meßgerät zu einem mit einem schneidenden Instrument angelegten Querschnitt flossen. Dieser von du Bois-Reymond sogenannte „ruhende Muskelstrom“ oder „ruhende Nervenstrom“ fand sich hinsichtlich der Größe der ihn erzeugenden elektromotorischen Kraft bei herausgeschnittenen Muskelstücken und Nervenabschnitten in durchaus regelmäßiger

Weise abhängig von dem Orte der ableitenden Elektroden, das heißt ihrer Lage zu der geometrischen Achse und dem sogenannten Äquator dieser Gebilde. Beim Zerschneiden größerer Muskeln stellte er fest, daß jedes kleine Bruchstück dieselben Gesetze elektrischer Spannungsverteilung aufwies. Dieses Verhalten erinnerte ihn an Magnetstähle, welche beim Zerschneiden in entsprechend kleinere Magnetstücke mit den ursprünglichen gleich gerichteten Polen zerfielen. Wie André Marie Ampère die Zusammensetzung eines Magneten aus gleichgerichteten Molekularmagneten oder magnetischen Molekülen folgerte, stellte du Bois-Reymond seine „Molekulartheorie“ der tierisch-elektrischen Ströme auf. Dabei nahm er an, daß die Muskeln- und Nervenfasern aus aneinandergereihten, sogenannten „peripolar-elektrischen Molekülen“ aufgebaut seien, wobei jedes einen dem elektropositiven Metall Zink entsprechenden Äquator und zwei dem elektropositiven Metall Kupfer entsprechende Pole aufwies. Durch Versuchabänderungen konnte er den Beweis erbringen, daß bei künstlicher Reizung durch zugeleitete elektrische Schläge, oder bei geeigneter mechanischer und chemischer Reizung, der zwischen Längs- und Querschnitt abgeleitete Strom eine Verminderung erfuhr. Dieses bezeichnete du Bois-Reymond als „negative Schwankung“. Dabei entdeckte er am Nerven, daß bei Durchleitung eines konstant fließenden Stromes durch eine Strecke dieses Gebildes die Spannungen außerhalb zu beiden Seiten dieser durchströmten Strecke dahin beeinflußt wurden, als ob hier ein dem ersteren gleichgerichteter Strom floß, der sich zu dem zwischen Längs- und Querschnitt abgeleiteten algebraisch summierte. Dabei sprach du Bois-Reymond von „elektrotonischen Strömen“, die sich gewissermaßen als Ausdruck der von Karl Eckhard und Pflüger später untersuchten Erregbarkeitsänderungen des Nerven unter der Wirkung des elektrischen Stromes erwiesen. Die negative Schwankung und die

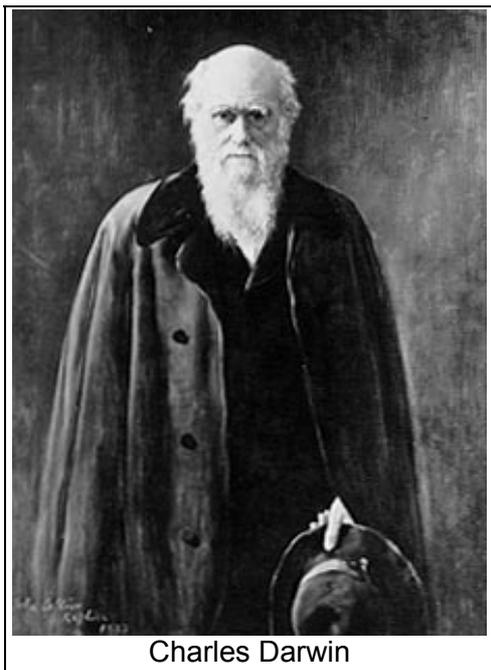
elektrotonischen Ströme erklärte er in seiner Molekular-Hypothese so, daß die sogenannten peripolaren Molekeln aus zwei dipolaren Hälften bestanden, jede an einem Ende elektropositiv, am anderen Ende elektronegativ. Dabei würden sie im Ruhezustand zu zweit mit den negativen Polen einander zugekehrt ein Doppelmolekül bilden, wobei sich die Spannungen zwischen Längs- und Querschnitt erklärten. Bei Tätigkeit würden sie aus dieser Anordnung abgelenkt und dieses würde die Verminderung oder „negative Schwankung“ des Ruhestromes erklären. Wird wiederum Gleichstrom durch die Nervenstrecke geleitet, würden sie alle in eine gleichgerichtete „säulenförmige“ Anordnung ausgerichtet (Molekular-Magneten entsprechend), die für die extrapolaren elektrotonischen Ströme verantwortlich wären. Zum „Gesetz des Muskel- und Nervenstromes“, wie du Bois-Reymond es nannte, gab er sich sehr viel Mühe, er versuchte es auch für die Oberfläche und den „natürlichen Querschnitt“ bestätigt zu finden. Dabei sollte eine bestimmte anatomische Anordnung mit überwiegender Verteilung natürlicher Querschnitte nach den Füßen zu den Nobilischen Froschstrom erklären (Boruttau, 1922; Rothsuh, 1971).

Sein eigener Schüler Ludimar Hermann, der von du Bois-Reymond später heftig bekämpft wurde, lieferte unwiderlegbar den Beweis, daß sehr sorgfältig präparierte Muskeln und Nerven, soweit kein Querschnitt und keinerlei Verletzung an ihnen angebracht war, völlig stromlos sind. Auch für eine präexistente Spannung zwischen Oberfläche und natürlichem Querschnitt konnten keine Beweise erbracht werden. Du Bois-Reymond führte noch den Begriff „Parelektromie“ ein, um zu retten, was nicht zu retten war. Dabei sollte eine einfache Schicht dipolarer Moleküle mit nach außen gekehrten negativen Polen an den natürlichen Nervenenden und unter den Sehnen der Muskeln die „Abweichung von dem von ihm aufgestellten Stromgesetz“ erklären. Diese Aussage besiegelte endgültig die „Molekulartheorie“. Du Bois-Reymond hat sie bis ins hohe Lebensalter verteidigt, obwohl sie die Mehrzahl der Forscher in der gegebenen Form als unhaltbar ansahen.

Den Nachweis der „negativen Schwankung“ blieb jedoch der Verdienst du Bois-Reymonds. Dabei hatte er den richtigen Schluß gezogen, daß die negative Schwankung bei der Dauererregung unterbrochener Art, aus einer Reihe von Verminderungsantrieben des Ruhestromes bestand, die den Hin- und Herbewegungen entsprachen, welche im Muskel vor sich gehen müssen. Sein Schüler Julius Bernstein (1839 - 1917) konnte nachweisen (1868 - 1873), daß in der Nervenfasern vom Orte der Erregung aus die negative Schwankung sich als Ausdruck der „Reizwelle“ mit der nämlichen Geschwindigkeit fortpflanzt, wie Helmholtz dies für die Nervenleitungsgeschwindigkeit in seinen Untersuchungen festgestellt hatte (Boruttau, 1922; Rothsuh, 1971).

Motiviert wurde du Bois-Reymond zu den elektrophysiologischen Untersuchungen durch die Überzeugung, daß sich Lebenserscheinungen physikalisch, ohne Zuhilfenahme metaphysischer Vorstellungen von einer „Lebenskraft“ erklären und deshalb nachzuweisen und meßbar sind. Er wandte sich gegen den Vitalismus und

vertrat die Ansicht, daß sich das menschliche Denken und Bewußtsein durch physikalisch-chemische Kräfte erklären ließ. In seinem auf der 45. Deutschen Naturforscherversammlung gehaltenen Vortrag *Über die Grenzen des Naturerkennens* hat du Bois-Reymond das Bekenntnis zu einer echt naturwissenschaftlichen Weltanschauung geliefert. Die restlose Erklärung alles organischen Geschehens durch Physik und Chemie, hat ihn in den Ruf des Hauptverfechters des sogenannten wissenschaftlichen Materialismus gebracht. Du Bois-Reymond war ein engagierter Verfechter des Darwinismus. Auf seinen Vorschlag wurde Charles Robert Darwin



Charles Darwin

(1809 - 1882) Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften. Aus vorgenanntem Vortrag stammt der berühmte Satz: „*Ignoramus et ignorabimus*“ („Wir wissen es nicht und werden es nie wissen“) (du Bois-Reymond, 1872; Boruttau, 1922).

Als Examinator versuchte du Bois-Reymond gerecht zu sein, was aber je nach Laune sicher nicht immer gelang. Bei einer Prüfung fragte er einen Kandidaten nach den verschiedenen im Harn sich bildenden Niederschläge. Die Kenntnisse des Prüflings waren mangelhaft. Er erwähnte, dann aber doch noch stockend, die bei Blasenkatarrhen durch ammoniakalische Harnstoffgärung sich oft bildenden sargdeckelförmigen Kristalle des Magnesium-Ammonium-Phosphats.

Worauf du Bois-Reymond erwähnte: „*Ja, die Sargdeckelkristalle, die wenigstens merken sich die Herren fast immer; wahrscheinlich denken sie dabei an den Sarg, in den sie ihre Patienten legen wollen*“ (Boruttau, 1922).

Du Bois-Reymond war in der Jugend ein guter und begeisterter Turner. Als später ein Hüftleiden seinen Gang lähmte, ging er im Sommer schwimmen. Auf der Feier des Stiftungsfestes der militärärztlichen Bildungsanstalten hielt er 1881 eine Rede *Über die Übung*. Am Schluß zog er als praktische Folgerung einen Vergleich zwischen dem deutschen Turnen, dem schwedischen Turnen und dem englischen Sport, die in eine begeisterte Würdigung des erstgenannten ausklang, indem „*der nach deutscher Art durchturnte, jugendliche Leib den ungemeinen Gewinn hat, daß er wie ein tüchtig geschulter Mathematiker mit Methode für jedes Problem, mit bereiten Bewegungsformen für jede Körperlage versehen ist*“ (Boruttau, 1922).

Zu seinem 60. Geburtstag am 7. November 1878 wurde ihm von seinen 49 Schülern ein Album von 6.2 Kilogramm Gewicht mit ihren Porträtaufnahmen übergeben. Auf dem in Silber getriebenen Einbanddeckel stand ein unbekleideter Jüngling an einem Elektrisierapparat, vor dem zwei Bücher mit den Titeln der Hauptschriften von du Bois-Reymond lagen. In dem umgebenden Rankenwerk fand man

Kaninchen, Frosch, Zitteraal, Zitterrochen und Zitterwelse, Tiere die du Bois-Reymond als Versuchstiere benutzt hatte. Ebenfalls zu sehen war das von ihm entwickelte Schlitteninduktorium und zu lesen waren die Namen seines Lehrers und Amtvorgängers Johannes Müller, Alexander v. Humboldt, Luigi Galvani und Alessandro Volta, denen er als Begründer der Elektrophysiologie verbunden war (Ruff, Choinowski, 1967).

Du Bois-Reymond erhielt im Laufe seines Lebens viele Ehren und Auszeichnungen. Er durchlief die Stufenleiter der in Preußen und im Reiche üblichen Ordensverleihungen, einschließlich der höchsten Auszeichnung der „großen goldenen Medaille für Wissenschaft“. Oftmals war er Dekan der medizinischen Fakultät und zweimal, im Jahre 1869/70 und 1882/83, Rektor der Universität Berlin. Jahrelang war er Vorsitzender der 1858 gegründeten Berliner Physiologischen Gesellschaft. Als letzter seiner drei Freunde, Brücke (1892), Helmholtz (1894) und Ludwig (1895), starb Emil du Bois-Reymond am zweiten Weihnachtstag 1896.

Erinnert werden soll an die Prophezeiung von du Bois-Reymond:

„Die Physiologie wird ihr Schicksal erfüllen. Wie man den Verlauf einer Kurve, von der ein Stück gegeben ist, darüber hinaus ins Unbekannte verfolgt, so läßt sich in der Geschichte aus der Vergangenheit die Zukunft am sichersten erschließen. Betrachtet man den Entwicklungsgang unserer Wissenschaft, so ist nicht zu verkennen, wie das der Lebenskraft zugeschriebene Gebiet von Erscheinungen mit jedem Tage mehr zusammenschrumpft, wie immer neue Landstriche unter die Botmäßigkeit der physikalischen und chemischen Kräfte geraten. Es kann daher nicht fehlen, um ein in dem Augenblicke, wo ich dieses schreibe, naheliegendes Gleichnis zu wählen, es kann nicht fehlen, daß dereinst die Physiologie, ihr Sonderinteresse aufgebend, ganz aufgeht in die große Staateneinheit der theoretischen Naturwissenschaften, ganz sich auflöst in organische Physik und Chemie; und es kann sich nur darum handeln, ob sie fortfahren will, eine doch schon verlorene Stellung mit zähem Unverstande zu verteidigen, oder ob sie nicht lieber, das Unvermeidliche erkennend und beizeiten darin sich fügend, dem Gange des Geschickes mit Bewußtsein entgegenkommen soll“ (Boruttau, 1922).

Literatur

Beneke (1998) Carl Ludwig (1816 - 1895). In: Biographien und wissenschaftliche Lebensläufe von Kolloidwissenschaftlern, deren Lebensdaten mit 1995 in Verbindung stehen. Beiträge zur Geschichte der Kolloidwissenschaften, VII. Mitteilungen der Kolloid-Gesellschaft, 1998. Verlag Reinhard Knof, Nehnten: 24-28

Beneke K (1998) Comte Alessandro Volta (1745 - 1827). In: Biographien und wissenschaftliche Lebensläufe von Kolloidwissenschaftlern, deren Lebensdaten mit 1995 in

- Verbindung stehen. Beiträge zur Geschichte der Kolloidwissenschaften, VII. Mitteilungen der Kolloid-Gesellschaft, 1998. Verlag Reinhard Knof, Nehnten: 12-15
- Boruttau H (1922) Emil du Bois-Reymond. (Hrsg) M. Neuburger, Meister der Heilkunde, Band 3. Rikola Verlag, Wien, Leipzig, München
- du Bois-Reymond E (1843) Quae apud veteres de piscibus electricis exstant argumenta. Berlin, 1843, 39 Seiten
- du Bois-Reymond E (1843a) Vorläufiger Abriß einer Untersuchung über den sogenannten Froschstrom und über die elektromotorischen Fische. Poggendorffs Ann Physik u Chemie 58: 1 ff
- du Bois-Reymond E (1872) Über die Grenzen des Naturerkennens. Ein Vortrag in der zweiten öffentlichen Sitzung der 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Leipzig am 14. August 1872. 3. Aufl., Veit, Leipzig, 1873, 44 Seiten
- Rothschuh K E (1971) du Bois-Reymond, Emil Heinrich. In: Gillespie Ch. C. (Hrsg.), Dictionary of Scientific Biography, American Council of Learned Societies. Charles Scribner's Sons, New York 4: 200-205
- Ruff P W, Choinowski H (1967) Eine Festgabe für Emil du Bois-Reymond. Wiss Z Humboldt Univ Berlin, Math Nat R 16: 839-846

Weitere Publikationen und Werke und Reden von Emil du Bois-Reymond

- du Bois-Reymond E (1848/84) Untersuchungen über thierische Elektrizität. Reimer, Berlin, 2 Bände
- du Bois-Reymond E (1848) Elasticität fester Körper. Fortschritte der Physik im Jahre 1846, 2: 95-99
- du Bois-Reymond E (1860) Gedächtnisrede auf Johannes Müller. Dümmler, Berlin, 1860, Seite 25-191 Serien: Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin
- du Bois-Reymond E (1863) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektrophysiologischen Zwecken. Dümmler, Berlin, 1863: 75-163. Anmerkung: Aus: Abhandl. d. Kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1862, Phys. Kl.
- du Bois-Reymond (1863) Hr. Rothstein und der Barren, eine Entgegnung. Berlin, 1863, 39 Seiten
- du Bois Reymond (1869) Über Universitäts-Einrichtungen. Rede bei Antritt des Rectorats der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 15. October 1869. Hirschwald, Berlin, 1869, 24 Seiten
- du Bois-Reymond E (1870) Über den deutschen Krieg. Rede am 3. August 1870 in der Aula der Kgl. Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin. Kgl. Akad. der Wiss. Berlin, 1870, 33 Seiten
- du Bois-Reymond E (1874) Über eine Akademie der deutschen Sprache. 2 Festreden. Dümmler, Berlin, 1874, 49 Seiten
- du Bois-Reymond E (1875) La mettrie. Berlin, 1875, 37 Seiten
- du Bois-Reymond E (1875) Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nerven-Physik. Leipzig, 1875

- du Bois-Reymond E (1876) Darwin versus Galvani, eine Rede. Hirschwald, Berlin, 1876, 32 Seiten
- du Bois-Reymond E (1878) Culturgeschichte und Naturwissenschaft. Vortrag. Leipzig, 1878
- du Bois-Reymond E (1878) Der physiologische Unterricht sonst und jetzt, Rede. Berlin, 1878
- du Bois-Reymond E (1879) Über das Nationalgefühl Friedrich II. und Jean-Jacques Rousseau. Zwei Festreden in öffentlichen Sitzungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Dümmler, Berlin, 1879, 86 Seiten
- du Bois-Reymond (1881) Über die Übung, Rede. Berlin, 1881, 51 Seiten
- du Bois-Reymond E (1882) Über die wissenschaftlichen Zustände der Gegenwart, Festrede. Dümmler, Berlin, 1882, 22 Seiten
- du Bois-Reymond E (1882) Über die Grenzen des Naturerkennens. Zwei Vorträge. 5., verm. u. verb. Aufl. d. 1. Vortrages. Veit, Leipzig, 1882, 110 Seiten
- du Bois-Reymond E (1882) Goethe und kein Ende, Rede. Vogt, Berlin, 1882, 27 Seiten
- du Bois-Reymond E (1884) Friedrich II. in englischen Urtheile - Darwin und Kopernicus - Die Humboldt-Denkmäler, drei Reden. Leipzig, 1884
- du Bois-Reymond (1884) Über die Grenzen des Naturerkennens - die sieben Welträtsel, 2 Vorträge. 2. Auflage, Leipzig, 1884, 110 Seiten
- du Bois-Reymond E (1889) Adelbert von Chamisso als Naturforscher, Rede. Leipzig, 1889
- du Bois-Reymond E (1893) Maupertuis. Rede zur Feier d. Geburtstages Friedrich II. und des Geburtstages des Kaisers u. Königs in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 28. Januar 1892. Veit, Leipzig, 1893, 91 Seiten
- du Bois-Reymond E (1897) Hermann von Helmholtz Gedächtnisrede. Veit, Leipzig, 1897, 80 Seiten

