

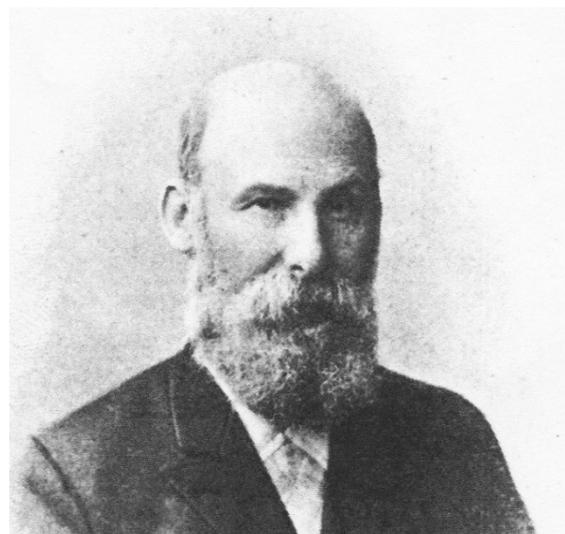
## Julius Bernstein (18.12.1839 – 6.2.1917)

– Mitbegründer der Elektrophysiologie –

MR Dr. Dieter Schwartz

### Biographie

Julius Bernstein wurde am 8. Dezember 1839 als erstes von sieben Kindern als Sohn von Aaron Bernstein (1812-1884) in Berlin geboren. Aaron Bernstein war ein Mitbegründer der Jüdischen Reformgemeinde Berlin und bekannter Politiker. Als Publizist gab er 1849 die „Urwähler-Zeitung“ heraus. Diese wurde 1853 verboten, erlebte aber als „Volkszeitung“ eine Wiederauferstehung. Aaron Bernstein interessierte sich sehr für natur-



Julius Bernstein im Jahre 1901

wissenschaftliche Fragen und beschäftigte sich im eigenen Labor mit Photographie, Telefonie und Telegrafie. Er veröffentlichte die „Naturwissenschaftlichen Volksbücher“.

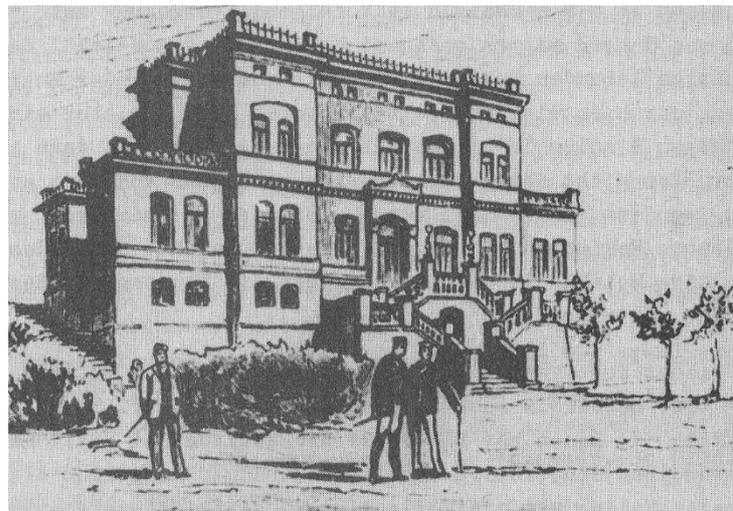
Durch diese Umstände wurde auch frühzeitig das Interesse des Sohnes an naturwissenschaftlichen Fragestellungen geweckt. Bereits während er als Schüler das Gymnasium in Neu-Cölln besuchte, bekam er durch seinen Freund Ludomar Hermann – Assistenz bei dem renommierten Physiologen Emil Du Bois-Reymond (1818-1896) – Zugang zum physiologischen Labor.

Das Medizinstudium wurde 1858 in Breslau begonnen, und 1860 erfolgte der Wechsel nach Berlin. 1862 wurde Bernstein mit einer Arbeit über die Muskelphysiologie bei Intervertebraten („De animalium evertibratorum musculis nonnulla, 32 S.) bei Emil Du Bois Raymond zum Dr. med. promoviert.

Der eigentliche Beginn der akademischen Karriere begann 1864, als er als Assistenzarzt zu Hermann von Helmholtz (1821-1894) nach Heidelberg ging. Dort erfolgte 1865 die Habilitation und 1869 die Ernennung zum a.o. Professor. 1871 leitete Bernstein nach dem Weggang von Helmholtz nach Berlin das Heidelberger Institut kommissarisch.

Nach kurzer Zwischentätigkeit in Berlin wurde Bernstein unter dem wohlwollenden Einfluss von A.W. Volkmann (1801-1877) als „Jude B.“ – zunächst auf der Vocationsliste secundo loco – 1872 auf den Lehrstuhl für Physiologie an die Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg berufen.

Dort wirkte er bis zu seiner Emeritierung am 1.10.1911. Er erkämpfte sich 1881 „ein neues, ganz nach seinen Wünschen gebautes und ausgestattetes Institut“ (nach Abderhalden).



Physiologisches Institut Halle, 1881

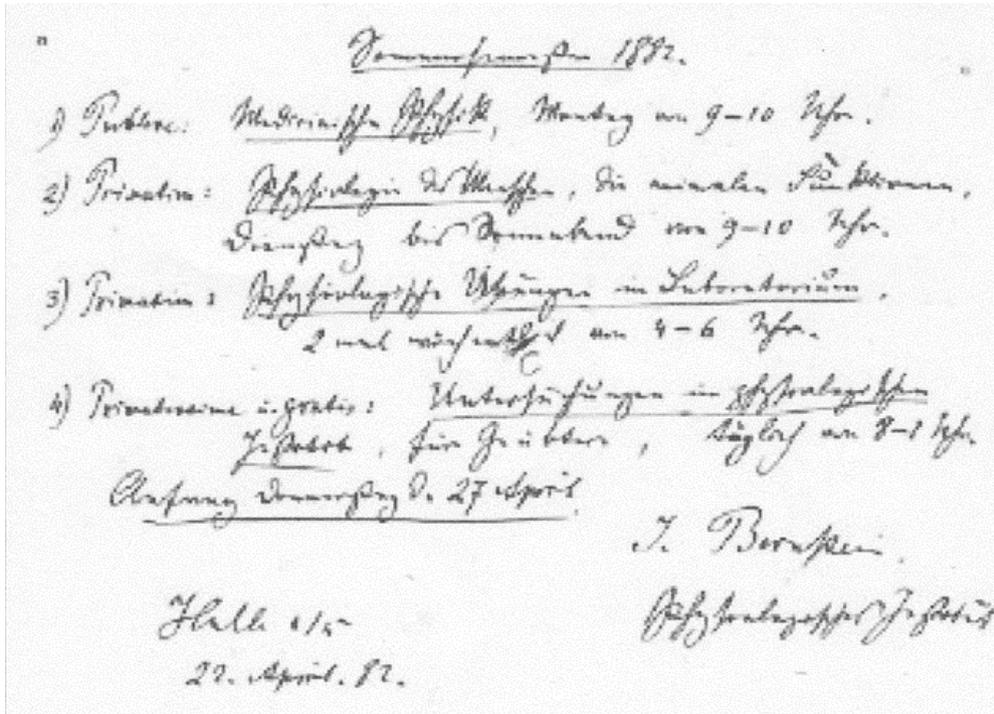
Während seines Wirkens in Halle war Bernstein neun Mal Dekan und 1890/91 Rektor der Universität (Rektoratsrede: „Über die mechanistische und vitalistische Vorstellung vom Leben“).

Als Institutsdirektor hielt Bernstein ein sechsständiges Hauptkolleg, vierständiges Praktikum, daneben auch Spezialkollegs und Kolloquien mit Arbeitsbesprechungen ab.

Bernstein heiratete Sophie, die Tochter des Brigadearztes Dr. Levy (1856-1923). Sie war eine hochbegabte und musische Frau. Aus der Ehe gingen eine Tochter und zwei Söhne (ein 4. Kind starb an Diphtherie) hervor.

Nach dem am 6.2.1917 erfolgten Tod sprach am 10.2.1917 sein Amtsnachfolger Emil Abderhalden (1877-1950) am Grab folgende Worte: „Das Leben des großen Physiologen Julius Bernstein ist in einfachen Bahnen verlaufen, einfach und gediegen und klar war sein Wesen, und das gleiche höchste Lob gilt von seiner ganzen Forschungstätigkeit. Die Sonne des Glücks begleitete ihn auf dem ganzen Lebenspfade.“

...Sonniges Glück verklärte auch sein Familienleben. Sein Heim, verklärt durch die Liebe zur Musik seiner Gattin, ist für viele ein Hort der Erholung und des Genusses geworden“



Lehrveranstaltungen von Bernstein

<http://www.facmed.mx/Libro-NeuroFisio/Personal/Bernstein>

1919 ergänzte der ehemalige Mitarbeiter Bernsteins – Armin von Tschermak-Seysenegg (1870-1952) – „...ein still und emsig Schaffender, ein höchst sorgfältiger Beobachter und feinsinnig-kritischer Kopf, ein schlichter, edler Mensch“.



Bernstein wohnte in Halle im Mühlweg 5, II. Etage (Quelle: Adressbuch 1907). Sein Grab auf dem jüdischen Teil des Gertraudenfriedhofs wurde 1947 aufgehoben.

## **Wissenschaftliche Lebensleistung**

Im Spektrum der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Julius Bernstein gibt es eine große Spannbreite seiner Beobachtungen.

Es finden sich Arbeiten zu (Auszug):

- Entwicklung des Farbensinns;
- Entstehung des Missverhältnisses zwischen Thoraxraum und Lungenvolumen;
- Vorstellungen über Zustandekommen von Irradiationen;
- Wirkungen von Giften auf die Iris;
- Physiologische Wirkungen des Chloroforms;
- Versuche über Resorption;
- Ermittlung des Knotenpunktes im menschlichen Auge;
- Entstehung der Aspiration des Brustkorbes bei der Geburt;
- Über spezifische Energie der Hörnerven, die Wahrnehmung binauraler Schwebungen und die Beziehung der Hörfunktion zur statischen Funktion des Ohrlabyrinths;
- über das angebliche Hören labyrinthloser Tauber;
- Theorie des Wachstums und der Befruchtung;
- Untersuchung des Nordlichts;
- Osmotischer Druck der Galle und des Blutes;
- Theorie der Farbempfindung;

sowie Nachrufe auf

- Hermann von Helmholtz (1895,1904);
- Carl Ludwig (1895) und
- Emil Du Bois-Reymond (1897).

Eine große Verbreitung fand Bernsteins Buch „Die fünf Sinne der Menschen“ (1875, seinem Vater Aaron gewidmet).

Es erschien auch in englischer Übersetzung 1876 in New York.

DIE  
FÜNF SINNE DES MENSCHEN.

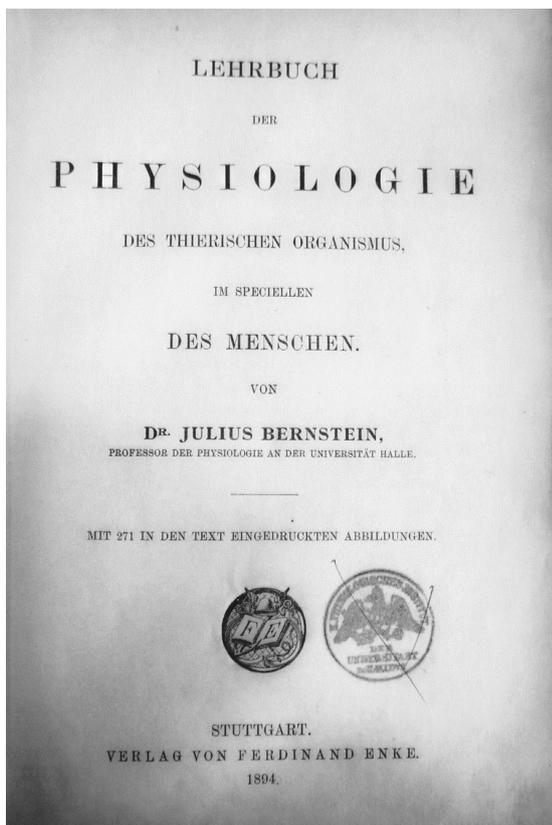
VON  
JULIUS BERNSTEIN,  
O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT ZU HALLE.

MIT 51 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT.

Der Mensch muss bei dem  
Glauben verharren, dass das  
Unbegreifliche begrifflich sei; er  
würde sonst nicht forschen.  
Goethe.



LEIPZIG:  
F. A. BROCKHAUS.  
1875.

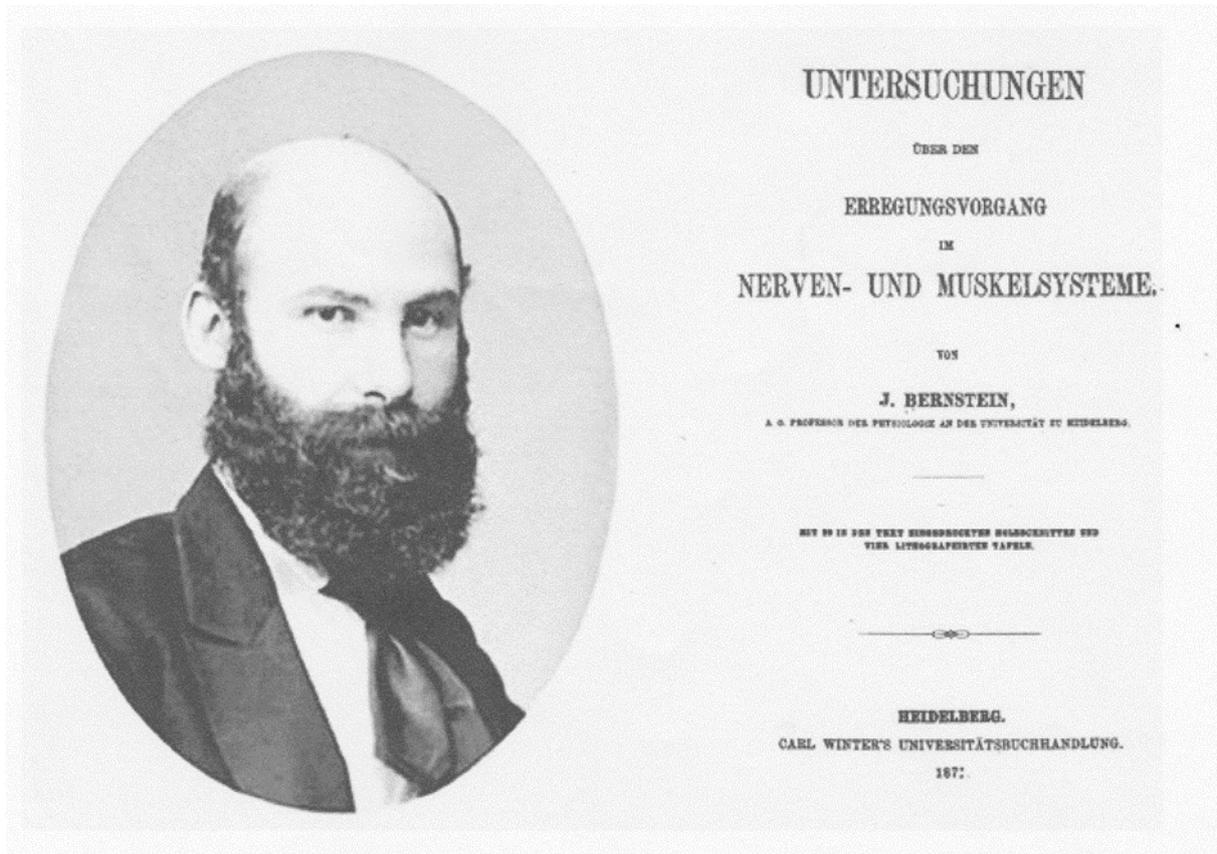


1894 erschien das „Lehrbuch der Physiologie des thierischen Organismus, im Speziellen des Menschen“. Es umfasste 755 Seiten.

Auch einer öffentlichkeitswirksamen wissenschaftlichen Diskussion stellte sich Bernstein, wie der Artikel in der Abendausgabe vom 22. Juli 1912 in der „Saale-Zeitung“ („Herz, Muskeln, Nerven und Bioelektrizität“) beweist.



Neben diesen ca. 25 % aller bekannten Veröffentlichungen Bernsteins stehen aber die bedeutungsvollsten, welche sich mit der Nerven- und Muskelzelle beschäftigen.



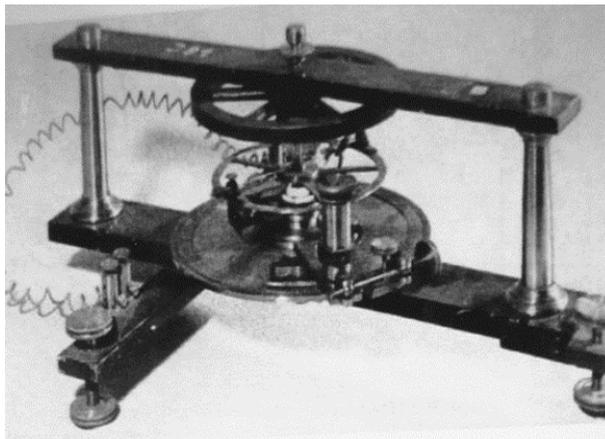
Bernstein im Jahre 1871 und eine seiner Publikationen über Nerven- und Muskelsysteme

Damit ist die Brücke zur Elektrophysiologie geschaffen, die über das gesamte 19. und die 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts ein zentrales Forschungsgebiet der Physiologie darstellte, nachdem Carlo Matteucci (1811-1868) 1842 einen Stromfluss am Froschmuskel zwischen Schnittfläche und Muskeloberfläche beschrieben hatte.

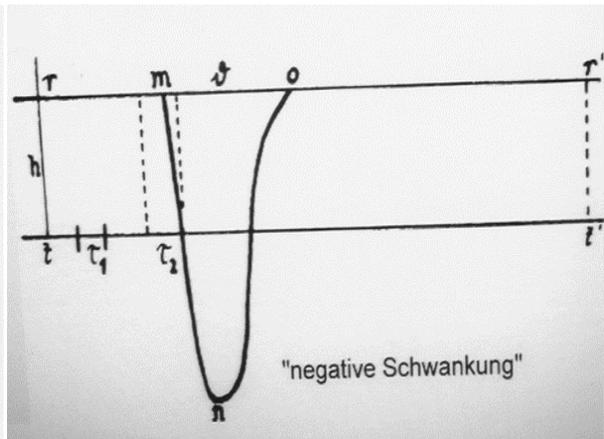
Es folgten 1848/49 die Mitteilungen von E. du Bois-Reymond „Untersuchungen über thierische Elektrizität“. In diesen wurde beschrieben, dass die erregbaren Gewebe – Nerv, Muskel – einen bei Verletzung als „Läsionsstrom“ sichtbar werdenden elektrischen Strom erzeugen, wobei die intakte Oberfläche eine positive und die verletzte Fläche eine negative Spannung besitzt. Du Bois-Reymond betrachtete das erregbare Gewebe als aus „elektromotorischen Partikeln“ bestehend und „präexistent“. Gegen teiliger Meinung waren von Helmholtz und Carl Ludwig. Diese betrachteten die Elektrizität als „Absterbevorgang“ (Demarkation zwischen lebendem und totem Gewebe): „Alterationstheorie“.

1850 gelang es Helmholtz, die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven zu messen (27 m/s).

Mit dem Eintritt als Assistent von Helmholtz in Heidelberg 1864 geriet auch Bernstein in die „elektrisch“ aufgeladene Forschungslandschaft, die ihn hauptsächlich bis zum Lebensende begleiten wird. Er entwickelt das nach ihm benannte „Differentialrheotom“ (1868) und misst mit ihm die „negative Schwankung“ (Verletzungspotential ca. 60 mV).

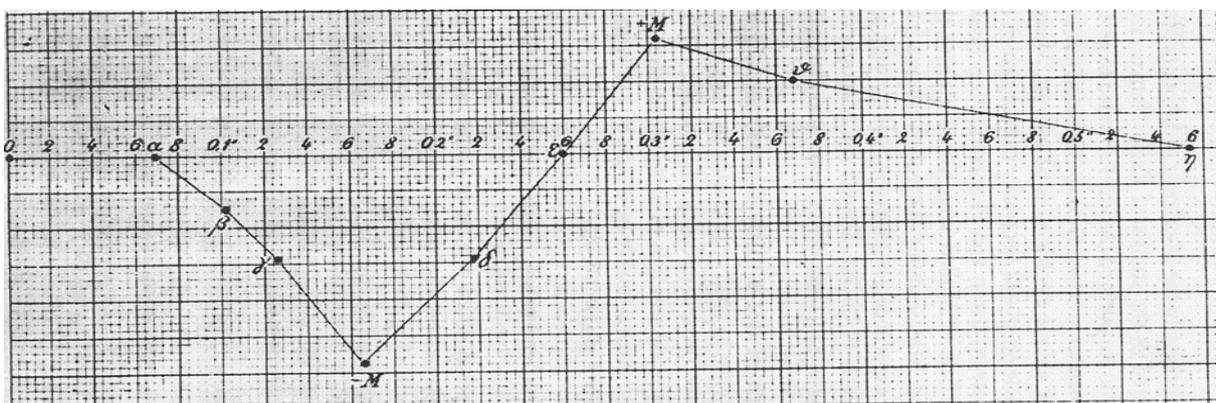


Differentialrheotom (1868)



damit gemessene 'negative Schwankung' (=Verletzungspotential)

Als Einschub sei berichtet, dass Th. W. Engelmann (1843-1909) 1874 mittels des Differentialrheotoms „das elektrische Verhalten des thätigen Herzens“ untersuchte.



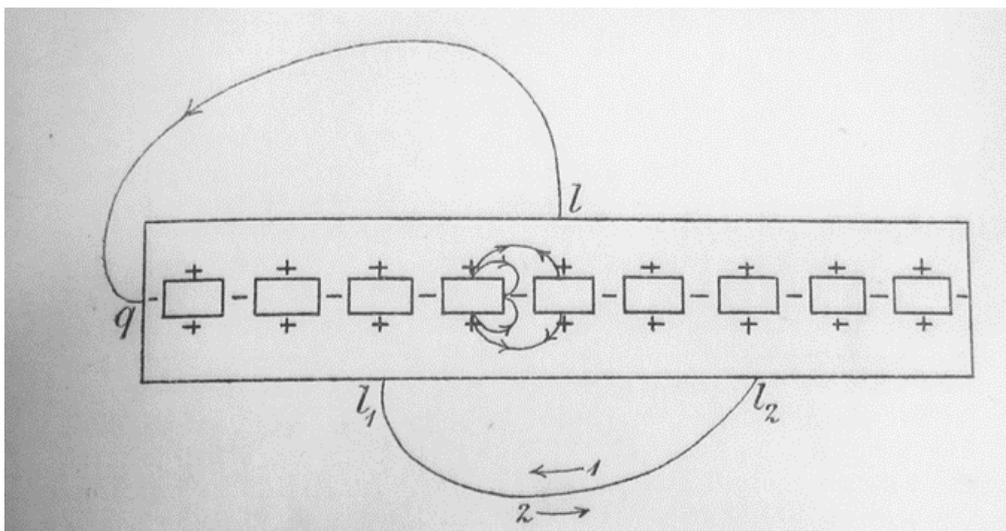
Aufzeichnung des 1. Elektrokardiogramms mit dem Differentialrheotom, Th.W. Engelmann, 1878

Er stellte fest, „dass jeder Theil des Kammermuskels während der Erregung vorübergehend negativ elektromotorisch wirksam wird und dass diese Negativität sich von Ort der Reizung, ..., nach allen Richtungen durch die Kammer fortpflanzt“ und „dass die Systole eine einfache Zuckung nicht ein Tetanus ist“. Es gelang Engelmann mit

seiner Versuchseinrichtung das 1. Elektrokardiogramm aufzuzeichnen. (Pflügers Archiv d. ges. Physiol. 17(1878),68-94).

Erstmalig wird durch Bernstein formuliert, dass die negative Schwankung aus Nerv und Muskel und Erregung identisch seien. „Vor dem Zustand der Kontraktion liegt der Prozess der „negativen Schwankung“ (Tschermak) und Bernstein selbst schrieb „kurzum die Erregung selbst ist nichts anderes als die lebendige Kraft der in Bewegung befindlichen Moleküle der Faser“.

1888 formuliert Bernstein in „Neue Theorie der Erregungsvorgänge ...“ der „künstliche Querschnitt“ des Muskels ist unerregbar, Widerstand zwischen „natürlichem Längsschnitt“ und künstlichem „Querschnitt“ bedingt die Größe des Muskel- oder Nervenstromes“. Bernstein leitet Reizgesetze, welche Geometrie und Reizanordnung betreffen ab und fasst alles in einer „Molekülketten-Theorie“ zusammen.



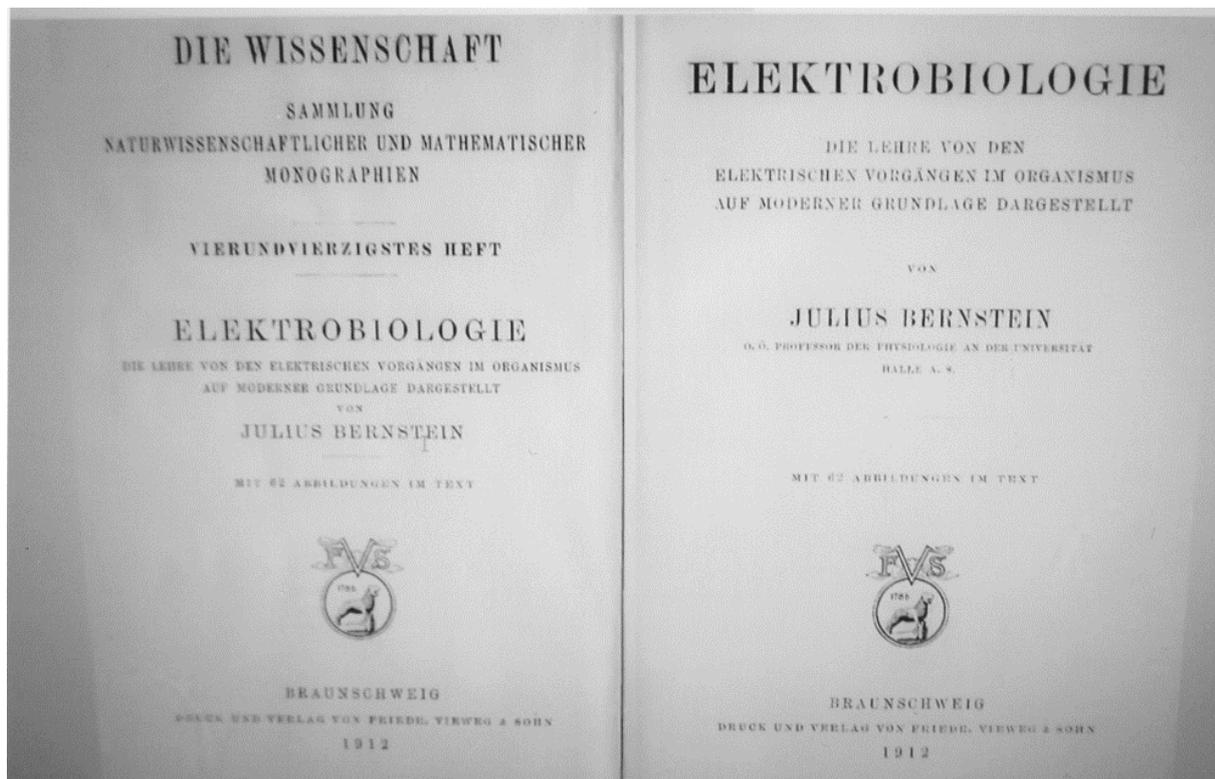
Bernsteins „Molekülketten-Theorie“ (aus Lehrbuch der Physiologie (1894))

Danach ist das Protoplasma erregbarer Gewebe aus „Leistungskern des lebenden Moleküls und stickstoffhaltige Molekülkerne sind über ein oder mehrere Sauerstoffatome miteinander verkoppelt. Bei Verletzung bildet sich am „künstlichen Querschnitt“ elektronegativer Sauerstoff. Am „natürlichen Querschnitt“ entstehen aus oxydablen Kohlenstoffketten positive Radikale (thierische Elektrizität als Reduktions-Oxydationsvorgang verstanden“ (nach B. Nilius).

Der Physikochemiker Wilhelm Ostwald (1853-1932) hatte 1890 die Bildung einer elektrischen Potenz auf „halbdurchlässigen Scheidewänden“ auf eine selektive

Ionenpermeabilität zurückgeführt und nach Bernsteins Ansichten war die isolierende Grenzschicht von Muskel- und Nervenfasern auch eine semipermeable Membran.

Von den zeitgleich erschienenen Arbeiten von Walther Hermann Nernst (1864-1941) zur Theorie der Elektrolyte (Z. phys. Chem. 2(1888), 613-637 und 4(1889), 129-181) erfuhr Bernstein allerdings erst 1896 durch einen Hinweis seines Schülers Tschagovetz und betrachtete fortan die Elektrobiologie vom Standpunkt der Thermodynamik. Unter Nutzung des Helmholtz'schen Begriffs der freien Energie und der Folgerung, dass elektrische Energie einer sogenannten Volta'schen Konzentrationskette folgt, betrachtete Bernstein in seiner Arbeit „Thermodynamik bioelektrischer Ströme“ (1902) erregbares Gewebe als Volta'sche Konzentrationskette dritter Art (n. B. Nilius) und seine Vorstellung einer elektromotorischen Kraft mittels einer halbdurchlässigen Membran wird fortan „Membrantheorie“ genannt.



Ein großer Teil von Bernsteins Forschungen beschäftigte sich mit der Elektrobiologie. Bernstein berichtete von Experimenten, bei denen bei Temperaturen zwischen 0° und 32° eine Proportionalität zwischen Kraft des Muskelstroms und der absoluten Temperatur nachweisbar war. Er konnte auch Thermoströme sowie die Unabhängigkeit der elektromotorischen Kraft bei Muskelverletzung von der Temperatur des künstlichen Querschnitts nachweisen.

Die endgültige Formulierung der „Membrantheorie“ durch Bernstein erfolgte 1912 („Elektrobiologie“) und besteht (n. B. Nilius) aus drei Hypothesen:

1. Lebende Zellen sind zusammen gesetzt aus einem elektrolytischen Zellinnern mit niedrigem elektrischen Widerstand, umgeben von einer dünnen, relativ impermeablen Membran, die durchlässig für Kaliumionen aber undurchlässig für Anionen ist und einen hohen elektrischen Widerstand besitzt.
2. Zwischen Zellinnerem und –äußerem ist eine präexistente Potentialdifferenz nachweisbar. Das „Interieur“ ist negativ gegenüber dem extrazellulären Raum geladen.
3. Während der Aktivität wird die Innenleitfähigkeit der Zellmembran vergrößert, die Semipermeabilitätseigenschaft verschwindet, sodass die Potentialdifferenz reduziert wird. Im Extremfall erreicht die Anionenbeweglichkeit die der Kationen, sodaß die „negative Schwankung“ das Nullpotential als Maximalwert erreichen kann.

Die zunächst von Bernstein hypothetisch angenommene Membran wurde zwischen 1910 und 1913 durch Arbeiten von R. Hüber und abschließend 1923/24 durch H. Fricke bewiesen.

Den 1868 beobachteten „overshoot“ konnte Bernstein selbst nicht aufklären. Das gelang erst durch Experimente von A.L. Hodgkin (1914-1998) und A.F. Huxley (1917-2012) („Nature“ 144(1939),710-711), in deren Folge die Bernstein'sche Membrantheorie revidiert werden musste, „weil in Wirklichkeit unabhängige Leistungsmechanismen für Natrium- und Kaliumionen existieren“ (Hodgkin, Huxley „Physiol. (London) 117(1952),500-544).

Für die Herzphysiologie stellten Bernsteins Forschungen wichtige Basisbausteine dar. Mit Hilfe von Mikroelektroden konnte man den direkten Vergleich zwischen Ruhemembranpotential und Gleichgewichtspotential ziehen und die Bernstein'sche Hypothese unter Variation der extrazellulären Kaliumkonzentration überprüfen.

Durch D.E. Goldman (Z. ges. Physiol. 27(1943),37-60) und A.L. Hodgkin, B. Katz (J. Physiol. (London), 108(1949),37-77) wurden Elektrodifusionsmodelle zur Beschreibung des Membranpotentials entwickelt (Bernstein-Goldmann-Konzept, BGK). „Es beschrieb ein Membranpotential als Diffusionspotential verschiedener Ionensorten zwischen Lösungen konstanter Konzentration. Das Ruhepotential ist eine komplexe Größe, bei der Gleichrichtereigenschaften der Membran, elektrogene Transporte,

Oberflächenpotentialänderungen der Oberflächenladungen mit dadurch hervorgerufenen Leitfähigkeitsänderungen, Akkumulationsvorgänge und Ca-induzierte Kalium-Leitfähigkeitsveränderungen berücksichtigt werden sollen“ (B. Nilius, 1983). Obwohl das BGK auch nicht alle Fragen klären konnte, wurde 1983 auf dem „Bernstein-Symposium“ in Halle/S. gefolgert: “die klassische Bernstein-Hypothese scheint, jedoch trotz der diskutierten Unsicherheiten, ein für viele quantitative Belange hinreichend genaues Modell darzustellen“ (B. Nilius, S.182). Am 100. Todestag konnte konstatiert werden, dass

- die „Membrantheorie“ mit der Annahme der Zunahme der Membranpermeabilität für alle Ionenarten und Absinken des Ruhepotentials gegen den Wert Null im Erregungszustand (Aktionspotential),
- der Beweis wellenförmiger Verbreitung bioelektrischer Vorgänge,
- der Beweis einer negativen Ladung einer erregten Zellstruktur und die Erkenntnis, dass die Erregungswelle der Kontraktionswelle vorangeht

als Grundbausteine ihre Gültigkeit bis in die Neuzeit bewahrt haben“ (Schwartz).

## **E h r u n g e n**

Geheimer Medizinalrat

1875 Mitglied der Leopoldina, Halle/Saale

Roter Adler-Orden 3. Klasse

Kronen-Orden 3. Klasse

1911 korrespondierendes Mitglied der  
Pariser Akademie der Wissenschaften und der Akademie Florenz

Julius-Bernstein-Institut für Physiologie der Universität Halle-Wittenberg

Bernstein-Netzwerk (Nationales Bernstein-Netzwerk Computational Neuroscience, NNCN), Bernstein Center Freiburg/Br.

Bernstein-Preis des Bernstein-Netzwerkes

Julius Bernstein-Straße in Halle-Büschdorf (2015)

## **Eponym**

Die Julius-Bernstein-Hypothese besagt, dass Membranen der Neurone positive Ionen in das Zellinnere hineinlassen, negative Teilchen dagegen in der extrazellulären Flüssigkeit verbleiben.

---

## **Literatur**

### **Bücher**

Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerv- und Muskelsystem. Heidelberg, C. Winter 1871, 240 S.

Die fünf Sinne des Menschen. Internationale Bibliothek, Bd. XII, Leipzig, Brockhaus 1875, 285 S.; 2. Auflage 1889

Über die mechanistische und vitalistische Vorstellung vom Leben. Rektoratsrede 1890, 45 S.- separat unter Titel „Die mechanistische Theorie des Lebens, ihre Grundlagen und Erfolge“ bei Vieweg & Sohn, Braunschweig, erschienen

Lehrbuch der Physiologie des thierischen Organismus, im Speziellen des Menschen. Stuttgart, Enke 1894, 696 S.; 2. Auflage 1900, 3. Auflage 1908

Die Vorbildung der Medizinstudierenden im Hinblick auf den Entwurf der neuen Prüfungsordnung. Braunschweig, Vieweg & Sohn 1899, 25 S.

Die Kräfte der Bewegung in der lebenden Substanz. Braunschweig, Vieweg & Sohn 1902, 28 S.

Elektrobiologie. Die Lehre von den elektrischen Vorgängen im Organismus, auf moderner Grundlage dargestellt. Vieweg's Sammlung: Die Wissenschaft, 41. Heft, Braunschweig 1912

Erinnerungen an das elterliche Haus. Als Manuskript gedruckt 1913

---

## **Einzelarbeiten** (chronologisch, in Anlehnung an A. Tschermak)

B1 Einiges zur Ursache der Herzbewegung.

Reichert-Du Bois´Arch. 1862, S. 527-531

B2 Vorläufige Mitteilung über einen neuen elektrischen Reizapparat für Nerv und Muskel. Reichert-Du Bois´ Arch. 1862, S.531-532

B3 De animalium evertebratorum musculis nonnulla. Diss. Berlin 1862, 32 S.;

B4 Herzstillstand durch Sympathicusreizung.

Vorl. Mittel. Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1863, Nr.52,S. 817

B5 Vagus und Sympathicus.

Vorl. Mitt. Centr.-Bl. f. d. med Wiss..1864, Nr.16, S.240-241

B6 Untersuchungen über den Mechanismus des regulatorischen Herznervensystems. Reichert-Du Bois´ Arch. 1864, S.614-666

B7 (mit J. Dogiel) Versuche über die Wirkung einiger Gifte auf die Iris.

Verh. d. naturh.-med. Vereins zu Heidelberg, IV, S. 28-31, 1866;

B8 Die Natur der negativen Schwankung und des elektrotonischen Zustandes des Nervenstromes. Vorl. Mittel. Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1866, Nr. 15, S. 225-228;

B9 Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der negativen Schwankung im Nerven.

Vorl. Mittel. Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1866, Nr. 38, S. 593-596;

B10 Untersuchungen über die Natur des elektrotonischen Zustandes und der negativen Schwankung des Nervenstromes. Reichert-Du Bois´ Arch. 1866, S. 596-637

B11 Zur Innervation des Herzens.

Vorl. Mittel. Centr.-Bl. d. d. med. Wiss. 1867, Nr.1, S. 1-3

B12 Über die physiologische Wirkung des Chloroforms.

Moleschott´s Unters. Z. Naturlehre, X,1870, S. 280-300 (veröffentlicht 1867)

B13 Über den zeitlichen Verlauf der negativen Schwankung des Nervenstromes.

Monatsber. d. Berl. Akad., 14. Febr. 1867, S. 72-77;

(vorgetragen v. E. Du Bois-Reymond)

---

B14. Über den zeitlichen Verlauf der negativen Schwankung des Muskelstromes.  
Monatsber. d. Berl. Akad., 18. Juli 1867, S. 440-450;  
(vorgetragen v. E. Du Bois-Reymond)

B15 Über den zeitlichen Verlauf der negativen Schwankung.  
Pflüger's Arch. 1, S. 173-207, 1868; Beschreibung des „Differentialrheotoms“-

B16 Bemerkungen zu dem Aufsatz: „Über die vasomotorischen Wirkungen u.s.w.“  
von Aubert und Roeber (1,S.211), Pflüger's Arch. 1, S. 601-602, 1868

B17 Zur Theorie des Fechner'schen Gesetzes der Empfindung.  
Reichert-Du Bois'Arch. 1868, S. 388-391

B18 Über das Auswaschen des Blutes der Frösche mit Kochsalzlösung.  
Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1870, Nr. 54, S.581

B19 Über elektrische Oscillationen im inducirten Leiter. Pogg. Ann. 142, S. 54-88, 1870

B20 Über elektrische Oscillation in geradlinigen Leitern und in Elektrolyten.  
Monatsber. d. Berl. Akad., 13. Juli 1871, S.380

B21 Gegenbemerkung über die Anfangszuckung (contra Setschenow 5, S.114).  
Pflüger's Arch. 5, S. 318-319, 1872;

B22 Über das myophysische Gesetz des Herrn Preyer (5, S.294 u. 486).  
Pflüger's Arch. 6, S.403-412,1872;

B23 Einige Versuche über Resorption. S.-B. d. physiol. Ver. zu Berlin,  
Berl. Klein. Wochenschr. 1872, Nr. 38

B24 Über die myophysischen Versuche von Preyer. II (6,S. 567 u. 7, S.200).  
Pflüger's Arch. 7, S. 90-100,1873

B25 Über den Elektrotonus und die innere Mechanik des Nerven.  
Pflüger's Arch. 8, S.40-60, 1874

B26 Über Elektrotonus. Antikritik (gegen L. Hermann,8, S.258).  
Pflüger's Arch. 11, S. 498-505,1874

B27 Über die Höhe des Muskeltonus bei elektrischer und chemischer Reizung.  
Pflüger's Arch. 11, S, 191-196,1875;

B28 Über den zeitlichen Verlauf des Polarisationsstromes.  
Pogg. Ann. 155, S.177-211,1875

---

B29 (mit J. Steiner) Über die Fortpflanzung der Kontraktion und der negativen Schwankung im Säugetiermuskel. Du Bois' Arch. 1875, S. 526-561

B30 Über die Ermittlung des Knotenpunktes im Auge des lebenden Menschen. Monatsber. d. Berl. Akad., 7. August 1876, S. 509-515

B31 Über den Sitz der automatischen Erregung im Froschherzen. Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1876, Nr. 22, S. 385

B32 Bemerkung zur Frage über die Automatie des Herzens. Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1876, Nr. 25, S. 435;

B33 Über die Ermüdung und Erholung der Nerven. Pflüger's Arch. 15, S. 289-327, 1877

B34 (mit R. Marchand u. K. Schoenlein) Versuche zur Innervation der Blutgefäße. Pflüger's Arch. 15, S. 575-602, 1877

B35 Über Erzeugung des Tetanus und die Anwendung des akustischen Stromunterbrechers. Pflüger's Arch. 17, S. 121-124, 1878

B36 Über die Entstehung der Aspiration des Brustkorbes bei der Geburt. Pflüger's Arch. 17, S. 617-623, 1878

B37 Über den zeitlichen Verlauf der elektrotonischen Ströme des Nerven. Monatsber. d. Berl. Akad., 12. Februar 1880, S. 186-192

B38 Über die Kräfte der lebenden Materie. Preisverkündigungsprogramm d. Univ. Halle, 1880, 22 S.

B39 Telephonische Wahrnehmung der Schwankungen des Muskelstromes bei der Kontraktion. Nach Versuchen mit K. Schoenlein. Sitzungsber. d. naturf. Ges. zu Halle, 8. Mai 1881, S. 1-10

B40 Entwicklung und Standpunkt der Physiologie. Rede zur Eröffnung des neuen physiologischen Instituts am 3. November 1881, Deutsche Revue, November 1881

B41 Zur Entstehung der Aspiration des Thorax bei der Geburt (contra L. Hermann 22, S. 365) Pflüger's Arch. 28, S. 229-242, 1882

B42 Über die Einwirkung der Kohlensäure des Blutes auf das Atemzentrum. Du Bois' Arch. 1882, S. 313-328

B43 Die Erregungszeit der Nervenendorgane in den Muskeln. Du Bois' Arch. 1882, S. 329-346

B44 Erklärung (betr. Ursache der Dyspnoe). Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1883, Nr.28, S.512

B45 Über den Einfluss der Reizfrequenz auf die Entwicklung der Muskelkraft.  
Du Bois´ Arch. 1883, Suppl.-Bd. Festgabe für Du Bois, S. 88-104

B46 Weiteres über die Entstehung der Aspiration des Thorax nach der Geburt.  
Pflüger´s Arch. 34, S. 21-37,1884

B47 Über den Einfluss der Salze auf die Lösung der roten Blutkörperchen.  
Ber. d. Naturf.-Vers. In Magdeburg 1884, S.96-98

B48 Über das zeitliche Entstehen der elektrischen Polarisaton.  
Naturwiss. Rundsch., 1. Jahrg.,Nr.2,S.9,1886

B49 Über den Elektrotonus der Nerven.  
Naturwiss. Rundschau 1. Jahrg., Nr.26, S. 225,1886

B50 Über das Entstehen und Verschwinden der elektrischen Ströme im Nerven  
und die damit verbundenen Erregungsschwankungen des Nervenstromes.  
Du Bois´ Arch. 1886, S. 197-250

B51 Über die sekundären Wellen der Pulskurve.  
Sitzungsber. d. naturf. Ges. zu Halle, 4. März 1887, S. 1-10

B52 Neue Theorie der Erregungsvorgänge und elektrischen Erscheinungen an der  
Nerven- und Muskelfaser. Naturwiss. Rundschau, III. Jahrg., Nr. 28, S. 353, 1888

B53 Neue Theorie der Erregungsvorgänge und elektrischen Erscheinungen an der  
Nerven- und Muskelfaser.  
Unters. a. d. phys. Inst. zu Halle, 1. Heft, S.27-104, 1888. (siehe auch Verhand-  
lungen der naturforsch. Gesellschaft zu Halle 17, 1. und 2. Heft,1888, S.135)

B54 Über die Sauerstoffzehrung der Gewebe. Unters. a. d. phys. Inst. zu Halle,  
Heft 1, S. 107-136,1888

B55 Ein Trachealinspirator. Centr.-Bl. f. d. med. Wiss. 1888, Nr. 17, S. 321-323

B56 Nachruf auf P. du Bois-Reymond. Naturwiss. Rundsch., IV, Nr. 19, 1889

B57 Phototelephonische Untersuchung des zeitlichen Verlaufs elektrischer  
Ströme. Sitzungsber. d. Berl. Akad. Bd.VIII, 12. Februar 1890, S.153-157

B58 Sphygmographische Versuche. Fortschr. d. Medicin,1890, Nr.4

B59 Über die Beziehungen zwischen Kontraktion und Starre des Muskels.  
Unters. A. d. phys. Inst. zu Halle, Heft II, S.173-180, 1890

B60 Über den mit einer Muskelzuckung verbundenen Schall und das Verhältnis desselben zur negativen Schwankung.

Unters. a. d. phys. Inst. zu Halle, Heft II, S. 183-191,1890

B61 Über den zeitlichen Verlauf der Depolarisation im Muskel.

Unters. a. d. phys. Inst. zu Halle, Heft II, S.193-219,1890;

B62 Zur Theorie der elektrischen Erregung (Antwort auf die Bemerkung des Herrn N. v. Regéczy über meine Theorie). Pflüger's Arch. 46, S. 259-265,1890;

B63 Weitere Versuche über die Sauerstoffzehrung in den Geweben.

Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte zu Halle, September 1891, Teil II, S.148-151;

B64 Über die spezifische Energie des Hörnerven, die Wahrnehmung binauraler (diotischer) Schwebungen und die Beziehung der Hörfunktion zur statischen Funktion des Ohrlabyrinths. Pflüger's Arch. 57, S. 475-494, 1894

B65 Referate über Physiologie der Sinne, Stimme und Sprache, des Zentralnervensystems, Psychophysik.

Virchow-Hirsch's Jahresber. Physiologie II, S. 202-218,1894

B66 Über das angebliche Hören labyrinthloser Tauber. (Nach Versuchen mit Dr. Fr. Matte) Pflüger's Arch. 61,S.113-122,1895

B67 Das Beugungsspektrum des quergestreiften Muskels bei der Kontraktion. Pflüger's Arch. 61, S. 285-290,1895

B68 Nachruf auf Helmholtz. Naturwiss. Rundschau, X. Jahrg., Nr.6, S. 73, 1895;

B69 Nachruf auf C. Ludwig. Naturwiss. Rundsch., X, Nr.27, S. 349,1895;

B70 Über die Latenzdauer der Muskelzuckung.

Pflüger's Arch. 67, S. 207-218,1897

B71 Über die Theorie der negativen Schwankung. Über die Methode der Rheotomversuche und über den Einfluss der Belastung auf die negative Schwankung des Muskels. Pflüger's Arch. 67, S. 349-372,1897

B72 Zur Geschwindigkeit der Kontraktionsprozesse (Bemerkung zu dem Aufsatz von Th. W. Engelmann: „Über den Einfluss der Reizstärke usw.“)

Pflüger's Arch.68,S. 95-99,1897

B73 Über das Verhalten der Kathodenstrahlen zueinander.

Wied. Ann. d. Physik, 62, S. 415-424,1897

B74 Nachruf auf E. du Bois-Reymond. Naturwiss. Rundsch., XII, Nr.7, S. 87,1897

B75 Nachruf auf F. Holmgren. Naturwiss. Rundsch. XII, Nr.45, S.579,1897

B76 Nachruf auf R. Heidenhain. Naturwiss. Rundsch. XII, Nr. 47, S.606,1897

B77 Gegenbemerkung zu der Engelmann'schen Abhandlung: „Über den Einfluss der Reizstärke“ (Pflügers's Arch.69, S.28,1898).

Pflüger's Arch. 70,S. 367-370,1898

B78 Über reflektorische negative Schwankung des Nervenstromes und die Reizleitung im Reflexbogen. Pflüger's Arch. 73, S.374-380,1898

B79 Über reflektorische negative Schwankung des Nervenstromes und die Reizleitung im Reflexbogen. Arch. F. Psychiatr. 30, Heft II, S.651-652,1898

B80 Zur Theorie des Wachstums und der Befruchtung.  
Arch. f. Entw.-Mech. 7, S. 511-521,1898

B81 Ein Vorschlag zur Untersuchung des Nordlichtes.  
Naturwiss. Rundsch. XIV, Nr. 8, S.95,1899

B82 Zur Konstitution und Reizleitung der lebenden Substanz.  
Biolog. Centr.-Bl. 29, S.289-295,1899

B83 Bemerkungen zum Bildungsgange der Medizinstudierenden und dem Entwurf der neuen Prüfungsordnung. Hochschulnachrichten,  
Akad. Tagesfragen, Oktober 1899, S. 7-8

B83 Zur Abwehr, betreffend die reflektorische negative Schwankung.  
Pflüger's Arch. 79, S.43-424,1900

B84 Chemotropische Bewegung eines Quecksilbertropfens. Zur Theorie der amöboiden Bewegung. Pflüger's Arch. 80, S. 628-637,1900

B85 Nochmals die reflektorische negative Schwankung. Zur Abwehr gegen L. Hermann. Pflüger's Arch. 81, S. 138-150,1900

B86 Erwiderung auf L. Hermann's „Letztes Wort usw.“.  
Pflüger's Arch. 83, 181-186,1900

B87 Die Energie des Muskels als Oberflächenenergie.  
Pflüger's Arch. 85, S. 271-312, 190

B88 Ein Versuch zur Theorie der Tropfelektrode.  
Zeitschr. f. physik. Chem. 38, S. 200-204, 1901

---

B89 (mit A. Tschermak) Über die Beziehung der negativen Schwankung des Muskelstromes zur Arbeitsleistung des Muskels.

Pflüger's Arch. 89, S. 289-332, 1902

B90 Erklärung zu L. Hermann's Jahresbericht der Physiologie 1901 betreffs der reflektorischen negativen Schwankung. Pflüger's Arch. 89, S.592-593,1902;

B91 Gegenerklärung, Erwiderung auf L. Hermanns Erklärung in diesem Archiv. 90, S.232. Pflüger's Arch. 90, S. 583-584, 1902

B92 Untersuchungen zur Thermodynamik der bioelektrischen Ströme. I. Teil. Pflüger's Arch. 92, S. 521-562, 1902

B93 Über den Unterricht in der Mathematik und Naturwissenschaft an den Realschulen. Zeitschr. f. d. math. Unterr. 1902

B94 (mit Tschermak) Über das thermische Verhalten des elektrischen Organs von Torpedo. Sitzungsber. d. Berl. Akad. 11.Februar 1904. S. 301-311

B95 Hermann von Helmholtz, Badische Biograph. Bd. V, S. 281-294, Karlsruhe 1904

B96 (mit A. Tschermak) Über die Frage „Präexistenztheorie oder Alterationstheorie des Muskelstromes“, Pflüger's Arch. 103, S. 67-84, 1904

B97 Bemerkungen zu dem Aufsatz von L. Hermann:“Über elektrische Wellen in Systemen von hoher Kapazität und Selbstinduktion“, Ann. d. Physik, 4. Reihe, 13, S. 1065-1073, 1904

B98 Berechnung des Durchmessers der Moleküle aus kapillar-elektrischen Versuchen. Ann. d. Physik, 4. Reihe, 14, S. 172-176, 1904

B99 Elektrische Eigenschaften der Zellen und ihre Bedeutung. Naturwiss. Rundsch. XIX, Nr. 16, 1905

B100 Bemerkung zur Wirkung der Oberflächenspannung im Organismus. Eine Entgegnung. Anatom. Hefte von Merkel und Bonnet, 27, S. 823-827, 1905

B101 Über den osmotischen Druck der Galle und des Blutes. Zur Theorie der Sekretion und Resorption. Pflüger's Arch. 109, S. 307-323, 1905

B102 Zur Theorie der Muskelkontraktion: Kann die Muskelkraft durch osmotischen Druck oder Quellungsdruckerzeugt werden? Pflüger's Arch. 109, S. 323-337,1905;

B103 Eine neue Theorie der Farbempfindung. Naturwiss. Rundsch. 21, Nr.38, 1906

---

B104 (mit A. Tschermak) Untersuchungen zur Thermodynamik der bioelektrischen Ströme. II. Teil. Über die Natur der Kette des elektrischen Organs bei Torpedo. Pflüger's Arch. 112, S.439-522,1906

B105 Zur Frage der Präexistenztheorie oder der Alterationstheorie des Muskelstromes. Pflüger's Arch. 113, S.605-612,1906

B106 Die Entropie und Anotropie der Welt. (Naturwiss. Skizze), „Tag“, Berlin 14. Mai 1907

B107 Zur Thermodynamik der Muskelkontraktion. 1. Über die Temperaturkoeffizienten der Muskelenergie. Nebst Versuchen über den Temperaturkoeffizienten der Oberflächenspannung kolloidaler Lösungen.  
Nach gemeinsamen Versuchen mit cand. med. W. Knape, L. Koeppe und W. Lindemann. Pflüger's Arch. 122, S.129-196,1908

und Berichtigung zu obigem Aufsatz in Pflüger's Arch. 12, S.418,1908;

B108 Zur Thermodynamik der Muskelkontraktion. Eine Erwiderung. Pflüger's Arch. 124,S.462-469,1908

B109 Kontraktionstheorie. Pflüger's Arch. 128, S. 136-142,1909

B110 Die Thermostrome des Muskels und die Membrantheorie der bioelektrischen Ströme. Pflüger's Arch. 131, S. 589-600, 1910

B111 Herz, Muskeln und Bioelektrizität. Saale-Zeitung v. 22. Juli 1912

B112 Zur elektrochemischen Grundlage der bioelektrischen Potentiale. Biochem. Zeitschr. 50, S.393-401,1913

B113 Eine Theorie der Farbempfindung auf phylogenetischer Grundlage. Pflüger's Arch. 156, S. 265-298,1914

B114 Zur physikalisch-chemischen Analyse der Zuckungskurve des Muskels. Pflüger's Arch. 156, S.299-313,1914

B115 Über den zeitlichen Verlauf der Wärmebildung bei der Kontraktion des Muskels. (nach Untersuchungen mit Dr. E. Lesser aus dem Jahre 1908) Pflüger's Arch. 159, S.5 21-584, 1914

B116 Erwiderung, betreffend die Versuche von A. Herlitzka über die Wärmebildung bei der Herzkontraktion. Pflüger's Arch. 161, S. 595-568, 1915

B117 Experimentelles und Kritisches zur Theorie der Muskelkontraktion.  
Pflüger's Arch. 162, S. 1-53, 1915

B118 Kontraktilität und Doppelbrechung des Muskels.  
Pflüger's Arch. 163, S.594-600, 1916

B119 Über die Thermoströme des Muskels. In Hinblick auf die Versuche von W. Pauli und J. Matula, Pflüger's Arch. 164, S.102-110, 1916

B120 Ein lineares Induktorium. Pflüger's Arch. 164, S. 198-202, 1916

B121 Kontraktionstheorie. Berliner klin. Wschr. 53, Nr. 23, S. 620-621, 5. Juni 1916

B122 Über die elektrische Ableitung des Muskelquerschnittes.  
Pflüger's Arch. 166, S. 201-202, 1916

Unter Bernsteins Leitung entstanden zwischen 1874 und 1912 82 weitere Veröffentlichungen.

## Sekundärliteratur

J. Bernstein. <https://catalogus-professorum-halensis.de/bernstein-julius.html>

UAHW: Rep. 11,PA4431 (J. Bernstein); Rep.29, Nr.173

L. Zett u. B. Nilius (Hrsg) Bernstein-Symposium. Anlässlich des 100-jährigen Bestehens des Physiologischen Instituts der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. MLU, Wissenschaftliche Beiträge, 1983/32, Halle/S. 1983

darin

L. Zett: J. Bernstein-Leben, Persönlichkeit und wissenschaftliches Werk. S. 7-22

W. Kaiser, A. Völker: Julius Bernstein (1839-1917) und seine hallesche Schule.S.49-65 (zu Tschermak 49 ff.)

B. Nilius: Julius Bernstein als Begründer der Membrantheorie. S. 95-125

L. Zett: Zu Bernstein'schen Publikationen über die Methode und Ergebnisse der Elektrophysiologie. S. 126-136

B. Nilius: Ruhepotentialentstehung am Herzmuskel. S. 158-185;

Ernst-August Seyfarth, Leo Peichl: Vor 100 Jahren: Julius Bernstein (1839-1917) formuliert seine „Membrantheorie“ Neuroforum 8/4 (2002) <https://bernstein-netzwerk.de>, PDF

Dieter Schwartze: Der Physiologe Julius Bernstein. Erinnerung zum 100. Todestag- Was ist geblieben? Ärzteblatt Sachsen-Anhalt 28(2017), 49

Nicholas Wade, Marco Piccolino, Adrians Simmons: Portraits of European Neuroscientists. Julius Bernstein /1839-1917). [https://neuroportraits.en/portrait/Julius Bernstein](https://neuroportraits.en/portrait/Julius%20Bernstein) (ausgedruckt 20.2.2013)

Louis J. Acierno: The History of Cardiology. The Parthenon Publishing Group, London, Casterton, New York 1994, S.258 ff.

Erich Schütz: Physiologie des Herzens. Springer-Verl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958, S. 59; 62; 65; 67

George E. Burch, Nicholas P. De Pasquale: A History of Electrocardiography. Year Book Medical Publishing INC Chicago (1964), S. 23 u. 71

Th. W. Engelmann: Ueber das elektrische Verhalten des thätigen Herzens. Pflüger's Arch. ges. Physiol. 17 (1878), S, 68-99

Matteucci, C.: Sur un phénomène physiologique produit par les muscles contraction. Ann. chim. et phys. 6 (1842), 339

Hodgkin, A.L., Huxley, A.C.: Action potential recorded from inside a nerve fibre. Natur(London), 144 (1933), 710

Young, J.J.: Structure of nerve fibres and synapsis in some intervertebrates. Cold. Spr. Harb. Symp. Anat. Biol. 4 (1936), 1

Curtis, H.J., Cole, K.S.: Membranes action potentials from the squid giant axion. J. Cell. Comp. Physiol. 15 (1940); 147

Armando De Palma, Germance Pareti: Bernstein's long Path to Membrane Theory: Radical Change and Conservation in Nineteenth-Century German Electrophysiology. J. History Neurosciences 20(4) (2011), 306-337

Hüber,R.: Pflüger's Arch. ges. Physiol. 133 (1910), 237-250; 148 (1912), 189-221; 150(1913), 15-45

Fricke, H.: Physiol. Rev. 21(1923), 708-709; J. ges. Physiol. 9 (1924), 137-152

Letzte Erkenntnisse über Felix Bernstein und Friedrich Meyer.  
<https://www.igs-halle.de/projekte/spurensuche/letzte-erkenntnisse>.  
(Hinweise auf Wohnung und Grabstelle)