Zur Aufklärung und Abwehr.

Von

L. Hermann.

I.

Die Leser des Archivs werden mit Erstaunen den heftigen, von persönlichen Angriffen vollen Aufsatz gelesen haben, mit welchem Herr Professor Bernstein in Halle meine ruhige und rein sachliche Widerlegung seiner neuesten Arbeit beantwortet hat. Einen so hochmüthigen und strafenden Ton, wie er kaum dem Lehrer gegen den Schüler zusteht, habe ich nicht im Entferntesten angeschlagen, als ich Herrn Bernstein grobe physicalische Irrthümer und Oberflächlichkeiten in seiner Theorie nachwies, ja nicht einmal, als ich in einer unter seiner Leitung gemachten Arbeit Dinge aufdecken musste, die in der physiologischen Litteratur glücklicherweise zu den seltensten Ausnahmen gehören. Und doch hätte ich, wie man gleich sehen wird, dazu ungleich grösseres Recht gehabt als er. Was seine Versuche betrifft, so hätte Herr Bernstein besser gethan, sie mit Vermeidung der von mir gerügten Mängel zu wiederholen, d. h. mit schwächeren polarisirenden Strömen und mit Berücksichtigung der elementaren Regel, dass jeder Polarisationsversuch unmittelbar zwischen zwei direct vergleichbaren Versuchen stehe, damit Höhendifferenzen, die ziemlich innerhalb der Fehlergrenzen liegen, wenigstens einige Bedeutung gewinnen. Mit dem Schrei der Entrüstung, dass ich es gewagt habe, Ihm Stromschleifenfehler zuzutrauen, ist nicht das Mindeste bewiesen.

Statt Herrn Bernstein in seinem Tone zu antworten, will ich nur das Sachliche, das er gegen mich vorgebracht zu haben glaubt, mit kurzen Worten entkräften.

1. Wenn eine Nervenstelle mit »den stärksten Inductionsströmen« erregt wird, so sind nach jedes Physiologen Erfahrungen diejenigen Reizstärken, welche maximale Muskelzuckungen bewirken, längst überschritten. Ich erlaubte mir deshalb es unwahrscheinlich zu finden, dass eine Erhöhung der Erregbarkeit der Nervenstelle die Zuckungshöhe noch vergrössern könne. Hiergegen macht Herr Bernstein, und noch dazu mit Hohn, den Einwand, ein auf maximalen Nervenreiz zuckender Muskel könne ja durch Doppelreizung

und Tetanus sich noch stärker verkürzen. Versteht dies Jemand? In den ganzen Versuchen ist nur von Einzelreizen die Rede, und Herr Bernstein kann doch wohl kaum gemeint haben, dass erhöhte Erregbarkeit einen Einzelreiz in einen Doppelreiz verwandeln kann.

2. Ueber das Kritzeln von Myographionstrichen auf Glaceepapier möge Herr Bernstein sich nur beruhigen. Er probire es erst, und seine Meinung wird sich gradezu umkehren.

3. Unter dem Titel »Unkenntniss (!) der elementarsten That-
sachen« wirft mir Herr Bernstein vor, meine Theorie der negativen Schwankung des Längsquerschnittstromes setze eine äussere Schliessung dieses Stromes voraus, und vor Allem hätte ich übersehen oder wisse nicht, dass auch bei compensirtem Ruhestrom die Schwankung auftritt. Dieser Einwand, nach Herrn Bernstein's Meinung vernichtend für meine Theorie, beruht nur auf unklaren physicalischen Vorstellungen und einem groben physicalischen Fehler. Nie es mir erstens in den Sinn gekommen, von einem aussen geschlossenen Nervenstrom den Catelectrotonus der Querschnittsgegend abhängig zu machen. Unter Längsquerschnittstrom verstehe ich den Strom jeder einzelnen Primitivfaser, der, wie schon du Bois-Reymond bemerkt, beständig durch die Neurilemme etc. geschlossen ist, und von welchem ein aussen angelegter Bogen nur einen relativ kleinen Zweig ableiten kann, weil der Strom in unmittelbarer Nähe der electromotorischen Fläche mikroskopisch kurze, also sehr widerstandsarme Abgleichungswege findet. Die äussere Schliessung kann also auf die Stromvertheilung an den Fasern nur einen höchst unbedeutenden Einfluss haben¹⁾. Nun meint aber Herr Bernstein mit dem compensirten Nervenstrom mich noch ganz besonders ad absurdum geführt zu haben. Herr Bernstein kennt also nicht die »elementare Thatsache«, dass es für jedes Leitersystem nicht das geringste ändert, ob ein leitender Bogen angelegt, dessen Stromzweig aber compensirt wird, oder ob der Bogen gar nicht angelegt, resp.

1) Dies geht direct aus folgendem Versuch hervor: Reizt man einen Nerven in der Nähe eines an Längs- und Querschnitt angelegten Bogens, so hat Schliessung oder Oeffnung des letzteren keinen Einfluss auf die Stärke der Zuckungen, obgleich bekanntlich nach Pflüger ein fremder Nervenstrom stark polarisirend wirkt. Offenbar ist eben das Querschnittsende schon ohne Ableitung in kräftigem Electrotonus (Catelectrotonus).

offen gelassen wird. Herr Bernstein hält ausdrücklich den Nerven mit angelegtem leitenden Bogen, dessen Strom compensirt ist, für etwas ganz anderes als den Nerven ohne alle Ableitung! Möge er sich hierüber beim nächstwohnenden Physiker Belehrung holen, oder auch in diesem Archiv Bd. VII. p. 310 nachlesen.

4. Gegen meine Erklärung der negativen Schwankung im Electrotonus wendet Herr Bernstein ein, ich müsse dazu annehmen, dass die Erregungswelle (ohne Electrotonus) am Querschnitt nicht annullirt, sondern nur geschwächt anlange; in der That halte ich das letztere für wahrscheinlich und sehe für das erstere nicht den mindesten Grund. Herr Bernstein meint freilich, er habe das erstere bewiesen. Das ist aber einfach nicht richtig. Bei genauerer Prüfung seiner eigenen Versuche wird er einsehen, dass sie diese Frage nicht entscheiden können. Denn die Länge l_q seiner abgeleiteten Strecke betrug 4—8, nur in zwei Fällen 10 und 13 Mm., die Welle langte also in q etwa 0,00015—0,00030, höchstens (in einem einzigen Falle) 0,00048 Secunden später an als in l . Zu dieser Zeit war aber l noch in starker negativer Schwankung begriffen, die etwa 0,0006 Sec. dauert. Wenn also jetzt q eine kleine und kurzdauernde negative Schwankung durchmacht, so kann dieselbe noch ganz und gar in die Schwankung von l hineinfallen, und braucht sich keineswegs durch eine positive Schwankung zu erkennen zu geben. So sinnreich Herrn Bernstein's Rheotommethode ist, so hat sie doch Schwächen, die ihm selber sehr wohl bekannt sein müssen, und dann muss er einsehen, dass der zeitliche Verlauf der Schwankung aus seinen Versuchen nur höchst annähernd hervorgeht. Denn das Instrument giebt nicht etwa Ordinatenwerthe der gesuchten Curve an, sondern Integralwerthe des in die Schliessungszeit hineinfallenden Theils ihrer Fläche. Da aber die Schliessungszeit mindestens 0,0003, meist aber viel länger, ja in vielen Fällen 0,0035 Sec. beträgt, die ganze Schwankung aber nur 0,0006 dauert, so liegt es doch für jeden Denkenden auf der Hand, wie ungemein unsicher alle Schlüsse auf den genaueren Verlauf der Schwankung sein müssen.

Dass Herr Bernstein behauptet, ich bestreite sein vermeintliches Gesetz, weil es nicht zu meiner Theorie passt, während ich es bestreite, weil es sich bei der Wiederholung als falsch erwiesen hat, ist eine Verdrehung der Wahrheit und eine unerlaubte Unterschiebung doloser Motive. Die übrigen Vorwürfe, die er mir macht,

kann ich ruhig ertragen, so den des Vorgreifens. Herr Bernstein hat seine Versuche über die negative Schwankung der electrotonischen Zuwachsströme im Jahre 1866 in extenso publicirt und eine Erklärung beigefügt. Nachdem ich mich (vgl. dies Archiv Bd. VI, p. 358) von der Richtigkeit dieser Thatsache überzeugt hatte, hatte ich natürlich die Aufgabe, sie mit meiner rein physikalischen Theorie des Electrotonus zu vereinigen; Herr Bernstein würde, wenn dies nicht gelungen wäre, sie sofort als vernichtenden Einwand gegen letztere proclamirt haben. Es gelang aber, und zwar auf einem Wege, der Herrn Bernstein, wie ich auf das Bestimmteste weiss, neu und überraschend war, und der sich zugleich noch in anderen Richtungen fruchtbringend erwies und zu vielen neuen Untersuchungen und Resultaten führte. Nachdem ich 1872 diese, von der seinigen (1866) himmelweit verschiedene Erklärung gegeben, sagt Herr Bernstein, nichts sei leichter als diese letztere; ich hätte ihm »in der weiteren Verfolgung seiner Beobachtungen und Schlüsse vorgegriffen«. Brauche ich noch etwas hinzuzufügen?

Herr Bernstein protestirt endlich dagegen, dass ich seine Untersuchungen »ausbeute«. Herr Bernstein hat, wie aus jeder Zeile hervorgeht, von dem Einflusse seiner Untersuchungen auf unsere Anschauungen in der Nervenphysik Vorstellungen, über die es unzart wäre mit ihm zu discutiren. Aber in einem Punkte muss ich ihn doch aus einem schweren Irrthum reissen. Er wiederholt nämlich sehr häufig die Versicherung, dass er die Existenz der Erregungswelle im Nerven entdeckt habe. Wie weit dies der Fall ist geht aus dem Folgenden hervor. Herr Bernstein hat in seiner ersten und vierten Versuchsreihe (p. 37 und 43 seines Buches, dies Archiv Bd. I, p. 201 und 207) den zeitlichen Verlauf und die Grösse der negativen Schwankung des Längsquerschnittsstroms untersucht, soweit er dies vermochte (s. oben), und in der zweiten (p. 42) hat er die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des unbekannten Vorgangs untersucht, der den Längsquerschnittsstrom zum Schwanken bringt; er fand letztere nahezu gleich der von Helmholtz gemessenen des Vorgangs, der den Muskel zum Zucken bringt. Hieraus ist zu schliessen, dass beide Vorgänge identisch sind, aber es liegt darin noch keine Spur von Beweis, dass jener Vorgang selbst in einer wellenförmig vorschreitenden negativen Schwankung besteht¹⁾. Diesen Beweis

1) Der Schluss, den Herr Bernstein p. 23 oben gesperrt abdruckt, ist hiernach ganz falsch formulirt, und fälschlich vorgegreifend nennt er p. 22

kann Herr Bernstein offenbar nur aus seiner ersten Versuchsreihe durch folgende Argumentation entnehmen: Berechne ich aus der ersten Versuchsreihe die Fortpflanzungsgeschwindigkeit g unter der Voraussetzung, dass die Schwankung beginnt sobald die Erregung am Längsschnitt l angelangt ist, so erhalte ich die Tabelle p. 23; das so erhaltene g stimmt gut zu dem aus der zweiten Reihe erhaltenen. Also schliesse ich, dass die Schwankung wirklich beginnt, wenn die Erregung am Längsschnittspunct angelangt ist, dass die Schwankung also hier ihren Sitz hat, und dass sie somit — da die Lage des abgeleiteten Längsschnittspuncts gleichgültig ist — wellenförmig abläuft. Ganz schön. Nun aber denke sich Jemand, die Erregung bestehe nicht in einer Welle, die Herr Bernstein eben erst entdecken will, die Schwankung habe ihre Ursache ausschliesslich unmittelbar am Querschnitt q und beginne, wenn die Erregung an diesem, und nicht wenn sie am Längsschnitt angelangt ist. Auch ein solcher kann seine Meinung, ganz ebenso gut wie Herr Bernstein die seinige, aus der ersten Versuchsreihe beweisen. Auch er berechnet sich eine Tabelle für g , legt aber nicht die Längen $p l$ sondern $p q$ zu Grunde. So erhält er folgende Werthe, die ich neben Herrn Bernstein's stelle (diese letztern vervollständige ich, indem ich den achten Versuch, den er weglässt, ich weiss nicht warum, einfüge).

Werthe von g :			
		aus $p l$ berechnet	aus $p q$ berechnet
		(Bernstein)	
Versuch Nr. 3		29,845	51,7
» » 4		24,160	31,4
» » 5		19,684	29,0
» » 6		24,438	60,0
» » 7		25,300	28,0
» » 8		17,28	19,1
» » 9		27,214	38,3
» » 10		16,545	21,3
» » 11		21,190	26,2
Mittel		18,696	27,7.

Der aus der zweiten Versuchsreihe (mit Variation der Reizstellen) ermittelte Werth, auf den natürlich diese Berechnungsweisen

das in der zweiten Versuchsreihe Gemessene die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der negativen Schwankung.

keinen Einfluss haben, ist 28,718 Meter; man sieht, die zweite Berechnung stimmt sogar noch viel besser als die Bernstein'sche dazu, und somit ist Herrn Bernstein's angeblicher Beweis für die wellenförmige Fortpflanzung der Schwankung eine Selbsttäuschung. Herr Bernstein ist eben, was er Andern so gern vorwirft, mit vorgefasster Meinung an diese Untersuchung gegangen, und hat diese Meinung auch bestätigt gefunden, aber übersehen, dass eine ganz andere auch dabei bestehen kann, ohne alle Einklammerung und Weglassung von Versuchen¹⁾, er hat den Umstand, dass seine Versuche seine Vorstellung nicht widerlegen, für einen Beweis derselben gehalten. Das Pochen auf seine Entdeckung der Welle hat mich herausgefordert, dem Manne der »Thatsachen«, der mir im voraus die Antwort versagt, weil ich nicht »auf dem sichern Boden der Thatsachen stehe«, zu zeigen, wie es eigentlich mit einigen seiner Thatsachen bestellt ist.

Trotzdem zweifle ich keinen Augenblick an der wellenartigen Fortpflanzung der Negativität durch den Nerven; es giebt genug Gründe für diese uns Allen längst in Fleisch und Blut übergegangene Vorstellung. Ich hoffe auch, es wird Herrn Bernstein gelingen sie zu beweisen, indem er durch weitere Ausbildung seines sinnreichen Verfahrens dahin gelangt, die Schwankung zwischen zwei Längsschnittpunkten zu verfolgen. Die Vorstellungen aber, die wir von den Nervenvorgängen haben, sind, wie Herr Bernstein jetzt einsehen wird, immer noch wesentlich auf du Bois-Reymond's und Helmholtz's Untersuchungen gegründet, die, wenn das Wort »Ausbeutung« überhaupt einen wissenschaftlichen Sinn hätte, von uns allen ausgebeutet werden.

In diesem Streite zwischen Herrn Bernstein und mir handelt es sich durchaus nicht um Ansichten und Meinungen, sondern um physikalische und logische Dinge, in denen es nur ein einziges wohl-erwogenes Resultat giebt; ich darf daher zuversichtlich an das Urtheil auch derjenigen Fachgenossen appelliren, die in ihren Anschauungen vom Wesen der thierisch-electrischen Vorgänge durchaus nicht mit mir übereinstimmen.

1) Herr Bernstein lässt unter 9 Versuchen in dem betreffenden Falle drei, die ihm nicht passen, ausser Rechnung, obgleich er sie an anderen Stellen verwendet, also doch für gut hält.

II.

Die Prioritätsreclamation des Herrn Gruenhagen gegenüber meiner im Jahrgang 1872 dieses Archivs abgedruckten Erklärung des Electrotonus (die erste Hälfte ist vom December 1871, die zweite vom Juli 1872 datirt), ist ein literarisches Curiosum seltenster Art. Sollte man es wohl für glaublich halten, — die Sätze, welche Herr Gruenhagen neben den meinigen abdruckt, um seine Priorität zu reclamiren, sind nicht etwa seinen vor meiner Arbeit erschienenen Aufsätzen, sondern — **einem im Jahre 1873 erschienenen Buche entnommen!**¹⁾ Das heisst doch die Naivetät etwas weit treiben! Herr Gruenhagen kennt in diesem Buche offenbar schon meine Arbeit, erwähnt sie sogar (p. 96 Anm.), ändert seine frühere Theorie in höchst wesentlichen Puncten und reclamirt daraufhin Priorität, spricht von »Selbsttäuschung« meinerseits etc. Die früher von Herrn Gruenhagen aufgestellte rohe Stromschleifentheorie, eigentlich nur eine Modification eines schon (1849) von du Bois-Reymond zurückgewiesenen Gedankens, ist in meiner Arbeit, dies Archiv Bd. VI, p. 342 reproducirt und widerlegt.

Aber in demselben Athem, in welchem er meine Erklärung für sich in Anspruch zu nehmen so wunderbare Mittel anwendet, sucht Herr Gruenhagen zugleich zu zeigen, dass die meinige falsch und von der seinigen (scil. auch in der jetzigen Form) gänzlich verschieden ist (so dass man gar nicht einsieht, was er will). Im letzteren Puncte hat er Recht. Auch in der jetzigen Gestalt ist seine Theorie ganz verschieden von der meinigen, ganz unrichtig, seine Voraussetzungen unberechtigt und unwahrscheinlich, seine Versuche unklar und nicht frei von Widersprüchen. Doch halte ich den Raum des Archivs für viel zu kostbar, um ausführlich erörterte Dinge immer und immer zu wiederholen. Dies ist auch der Grund, weshalb ich zu seinem Buche, in welchem sich unglaublich viel leicht zu Widerlegendes findet, geschwiegen habe und es auch ferner thun werde. Aber diese seltsame Art, Jemand eine Art von Plagiat anzuhängen, konnte ich nicht umhin zurückzuweisen.

Zürich, 4. März 1874.

1) Die electromotorischen Eigenschaften lebender Gewebe. Berlin 1873. (pag. 94.)