

Und doch, wenn zwei Halbkreise plötzlich aufhören, ohne nachweisbare Fortsetzung, so ist kein wirklicher, kein geschlossener Kreis da.

Aber darum bleibt Harvey doch ein unvergleichliches Genie. Denn „durch die Genauigkeit und Gründlichkeit der Induktion, durch die Geschicklichkeit, den Fleiß und die Reichhaltigkeit der Experimente, durch die Sorgfalt und Feinheit der Beobachtungen, durch den Scharfsinn und die Schneidigkeit der Beweisführung, durch die Klarheit und Wahrheit der gezogenen Schlüsse, durch die Neuheit und Wichtigkeit der eingeschobenen Reflexionen, vor allem durch den einheitlichen Zusammenhang des Ganzen“ hat William Harvey, der große Praemonstrator regius circulationis sanguinis, die Bewegung des Herzens und des Blutes aus einer Hypothese dunkler Möglichkeit zu der klarsten Wahrscheinlichkeit, aus den Winkeln einzelner entlegener Studirstuben auf den Schild der öffentlichen Meinung, aus einer individuellen Ansicht einzelner Bevorzugter zu einem überall sanktionirten Dogma erhoben. Und in diesem Sinne kann man wohl sagen: „Ohne die Schule von Padua, ja ohne Erasistratus, Aristoteles, Galen, Servet, Vesal, Colombo, Cesalpin, Aquapendente kein Harvey, ohne Harvey aber keine Entdeckung des Blutkreislaufs.“

Henri Tollin (Magdeburg).

### **E. du Bois-Reymond, Ueber sekundär-elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen.**

Sitzungsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.  
XVI. 1883. S. 343—404.

Bereits in frühern Referaten fanden gelegentlich gewisse elektromotorische Erscheinungen Erwähnung, welche unter dem Einflusse eines fremden Stromes in der durchflossenen Strecke von Muskeln, Nerven und dem elektrischen Organ der Zitterfische sich entwickeln und von du Bois-Reymond als „sekundär-elektromotorische Erscheinungen“ bezeichnet werden. Sie stellen im wesentlichen Polarisationsströme dar, welche entweder „negativ“, d. i. dem erzeugenden Strome entgegengesetzt gerichtet, oder „positiv“ sind, d. i. mit demselben gleiche Richtung haben. Während die erstern bereits länger bekannt sind und zuerst von Peltier im J. 1836 beobachtet wurden, wurde eine positive Polarisation als Folge elektrischer Durchströmung erst von du Bois-Reymond nachgewiesen. Sie bildet eine charakteristische Eigentümlichkeit der genannten tierischen Gebilde im lebenden Zustande, während negative Polarisation auch an toten organischen und anorganischen Objekten vorkommt und hier von du Bois-Reymond eingehend untersucht wurde.

Peltier verglich die von ihm beobachtete negative Polarisation

durchströmter Froschgliedmaßen mit der Polarisation der Metalle und hielt die Ausscheidung von Wasserstoff und Sauerstoff an der Aus- und Eintrittsstelle des Stromes in die tierischen Teile für die Ursache der Spannungsdifferenz. Du Bois-Reymond fand dagegen später jeden beliebigen Abschnitt der intrapolaren Strecke eines längsdurchströmten Muskels oder Nerven nach Oeffnung des polarisirenden Stromes in gleichem (negativem beziehungsweise positivem) Sinne elektromotorisch wirksam und vertritt daher die Ansicht, dass es sich hier hauptsächlich um sogenannte „innere Polarisation“ handelt.

Wie schon erwähnt wurde, kommt die Fähigkeit, negative innere Polarisation anzunehmen, zahlreichen organischen und anorganischen porösen mit einem Elektrolyten getränkten Körpern zu. Der polarisirende Strom teilt sich dann zwischen der schlechter leitenden trän-kenden Flüssigkeit und dem porösen Gerüst, wobei das letztere durch ausgeschiedene Ionen polarisirt wird. „Jedes der unzähligen Zwischenplättchen wirkt nun elektromotorisch im umgekehrten Sinne von dem, in welchem es durchflossen wurde.“ Aus der Superposition aller dieser Partialströme geht dann der durch einen angelegten Bogen sich ergießende Stromzweig hervor. Jede gleichlange Strecke eines solchen regelmäßig gestalteten (etwa zylindrischen) Körpers wirkt im allgemeinen nach der Durchstömung gleich stark sekundär elektromotorisch. Besteht nun zwischen den an Muskeln, Nerven und dem elektrischen Organ zu beobachtenden sekundär elektromotorischen Erscheinungen und den Polarisationserscheinungen an toten organischen oder anorganischen Objekten eine unmittelbare Analogie? Die im Folgenden mitzuteilenden Tatsachen werden zeigen, dass dies nicht der Fall ist.

Um die Polarisationserscheinungen an Muskeln oder Nerven zu untersuchen, bediente sich du Bois in der Regel des gehörig angespannten *M. gracilis* und *M. semimembranosus*, beziehungsweise der beiden Ischiadici eines Frosches. Je ein Paar unpolarisirbarer Elektroden dienten einerseits zur Zuleitung des polarisirenden Stromes, andererseits zur Ableitung des Polarisationsstromes. Die letztern wurden in der Regel zwischen jenen innerhalb der intrapolaren Strecke angelegt. Durch eine besondere Vorrichtung war es möglich, die „Schließungszeit“, d. i. die Zeit, während welcher der polarisirende Strom durch das Polarisationsobjekt gesandt wird, von 0,001—20 Sekunden zu verändern. Dieselbe Vorrichtung vermittelte zugleich die Schließung des Bussolkreises nach Oeffnung des Säulenkreises nach möglichst kurzer und gleicher Zeit.

Die sekundär elektromotorischen Wirkungen, welche unter den erwähnten Versuchsbedingungen an Muskeln beobachtet werden, hängen sehr wesentlich ab von der Dichte und Dauer des primären Stromes und erscheinen wegen der beständigen Interferenz negativer und positiver Wirkungen zunächst sehr verworren. „Bei Stromdichten

unter der von 2 Grove und bei ganz kurzer Schließungszeit erscheint überhaupt keine an der Bussole bemerkbare Polarisation. Die ersten Spuren, welche man bei 1 Daniell und 1 Sekunde Schließungszeit auftreten sieht, sind negativ. Die ersten positiven Spuren dagegen kommen erst bei 2 Grove und ungefähr 0,3" Schließungszeit zum Vorschein.“ Bei wachsender Schließungszeit erreicht die positive Polarisation rasch ein Maximum, um dann langsamer abzunehmen und in negative Polarisation überzugehen, welche dann ihrerseits bis zu einem Maximum zunimmt. Als „kritische“ Schließungszeit bezeichnet du Bois jene, für welche die positive Polarisation in die negative übergeht. Die stärkste positive Polarisation wurde bei den Versuchen an dem genannten Muskelpaare durch 0,075" lange Schließung von 20 Grove, die stärkste negative Polarisation bei 10' langer Schließung eines Grove beobachtet. Kurz dauernde Stromstöße (Induktionsschläge) erzeugen stets nur positive Polarisation.

Sowol die positive als auch die negative Polarisation sind sehr nachhaltig und überdauern unter Umständen die Oeffnung des primären Stromes von 20 Min. und mehr. Erfolgt diese letztere um die kritische Zeit, so beobachtete du Bois nicht selten doppelsinnige Ablenkungen, und zwar meist zuerst negativer, dann positiver Polarisation entsprechend. Es hat dieses Verhalten darin seinen Grund, dass vom Augenblick der Schließung an stets beide Polarisationen gleichzeitig vorhanden sind, aber nach verschiedenem Gesetze wachsen, „indem die negative Polarisation mehr der Schließungszeit proportional zunimmt, die positive zuerst schnell, dann langsam ansteigt.“ Durch Versuche, bei welchen abwechselnd die obere und untere Hälfte regelmäßiger Muskel durchströmt und auf ihren Polarisationszustand geprüft wurde, hält es du Bois-Reymond für erwiesen, dass „die obere Hälfte in aufsteigender, die untere in absteigender Richtung stärkere positive Polarisation zeigt.“

Abgestorbene Muskeln zeigen zwar noch Spuren negativer innerer Polarisirbarkeit, die erst durch Kochen gänzlich vernichtet werden; positive Polarisation kommt dagegen, wie schon erwähnt, ausschließlich lebenden Muskeln zu. Auch während des Tetanus ist die Fähigkeit der Muskeln polarisirt zu werden beträchtlich vermindert.

Die sekundär-elektromotorischen Erscheinungen an Nerven stimmen in allen wesentlichen Punkten mit den am Muskel beobachteten überein. Auch hier sind stets zwei Polarisationen gleichzeitig vorhanden, welche in gleicher Weise von Stromdichte und Schließungsdauer abhängen. In neuester Zeit stellte auch Tigerstedt Versuche über Nervenpolarisation an, deren Resultate bereits mitgeteilt wurden<sup>1)</sup>.

Mit Rücksicht auf die oben erwähnte Beobachtung der stärkern positiven Polarisirbarkeit regelmäßiger monomerer Muskeln in der

1) Biolog. Centralblatt III. Band. 1883. S. 381.



Richtung von der Mitte nach den Enden zu, untersuchte du Bois Reymond die Polarisation motorischer und sensibler Wurzeln der Spinalnerven, da es nicht unmöglich schien, dass die intramuskulären Nerven bei jener Erscheinung im Spiel sein konnten, und in zentrifugaler Richtung stärkere positive Polarisation annehmen als in der andern. In der Folge blieb zwar eine derartige ursächliche Beziehung der intramuskulären Nerven zu dem beobachteten Verhalten der positiven Polarisation von Muskeln durchaus zweifelhaft, doch glaubt du Bois-Reymond den Satz als wahrscheinlich bezeichnen zu dürfen, dass in den motorischen Nerven die positive Polarisation in absteigender, in den sensiblen in aufsteigender Richtung überwiegt, beidmal im Sinne der physiologischen Innervationswelle. Ebenso überwiegt auch in der elektrischen Platte des Zitterwelses die positive Polarisation im Sinne des Schlages <sup>1)</sup>, und daher scheint du Bois-Reymond die Annahme eines nähern Zusammenhanges zwischen der positiven Polarisation und der Richtung, in welcher normaler Weise die Kontraktionswelle in regelmäßigen Muskeln fortschreitet (von der Mitte nach den beiden Enden hin), nicht ungerechtfertigt.

Aus der Gesamtheit der mitgetheilten Tatsachen ergibt sich zur Genüge, dass weder die positive noch auch die negative Polarisation von Muskeln, Nerven und dem elektrischen Organ mit der innern Polarisation feuchter poröser Körper auf eine Linie gestellt werden kann. Nicht nur die Abhängigkeit der positiven Polarisation vom Lebenszustande der Gewebe, sondern auch die Art und Weise, in welcher dieselbe von Stromdichte, Schließungs- und Oeffnungszeit abhängt, beweist dies. Aber auch die negative Polarisation der genannten tierischen Teile bietet ungeachtet der größern Uebereinstimmung mit rein physikalischer innerer Polarisation bemerkenswerte Verschiedenheiten dar. Es gehört hierher insbesondere die vollständige Vernichtung der Polarisirbarkeit von Muskeln und Nerven durch Kochen, sowie die Tatsache, dass mit wachsender Schließungszeit ein Maximum der negativen Polarisation eintritt. —

Du Bois-Reymond gelangt zu dem Schlusse, „dass in den positiv polarisirbaren Gebilden nicht dem primären Strome gleichgerichtete elektromotorische Kräfte erzeugt, sondern dass die Träger schon vorhandener elektromotorischer Kräfte (elektromotorische Molekel) dem primären Strome gleichgerichtet werden.“

**Biedermann** (Prag).

---

1) Vergl. über Polarisationserscheinungen am elektrischen Organ biolog. Centralbl. Bd. I. S. 689.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): du Bois-Reymond Emil

Artikel/Article: [Ueber sekundär-elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen. 537-540](#)