

## Werk

**Label:** Rezension

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1896

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0011](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0011) | LOG\_0143

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

Maximum der Polarisation kann mit Hilfe dieser Methode nicht beobachtet werden, wohl aus dem Grunde, weil mit wachsender Stromstärke auch eine entsprechende Vergrößerung des Gefälles eintritt. Unter diesem Gesichtspunkte erklärt es sich, warum die von einer Reihe von Forschern angestellten Beobachtungen von den Zufälligkeiten der jeweiligen Versuchsanordnung derart beeinflusst wurden, dass die gewonnenen Zahlen in grellem Widerspruche zu einander stehen.

Mit Rücksicht darauf ging man in neuester Zeit daran, dem ursprünglichen Begriff Polarisation als einer elektromotorischen Gegenkraft eine erweiterte Deutung beizulegen, indem man auch das Product aus Stromstärke und dem um die Elektrode auftretenden Widerstande — unter dem Titel von Uebergangs- und Ausbreitungs-Widerstand — einbezog. Es ist dies offenbar der erste Schritt zur Verzichtleistung auf die Trennung der Grössen  $w$  und  $p$ . Geht man weiter, so muss man es als fraglich hinstellen, ob in einer Zersetzungszelle, in der Gase an den Elektroden abgeschieden werden, die Anwendbarkeit des Ohmschen Gesetzes überhaupt statthaft sei. Bei Verneinung dieser Frage fällt die auf diesem Grundgesetze ruhende Gleichung, welche an der Spitze dieser Mittheilung aufgestellt wurde. Die Leitung der Elektrizität in Elektrolyten wird ausschliesslich durch die Bewegung der Ionen, dem Faradayschen Gesetze entsprechend, vermittelt. Die Gültigkeit des Ohmschen Gesetzes ist als streng erwiesen anzusehen. Aber nur in so lange, als an den Elektroden keine Gase, die als Dielektrica eine ganz andere Stellung einnehmen, als die Leiter beider Klassen, abgeschieden werden. Tritt dieser Fall ein, so wird das Problem dermaassen verwickelt, dass es schwer fällt, sich von dem Ohmschen Begriffe Widerstand eine Vorstellung zu machen.

Die Ohmsche Gleichung behält eben nur dann ihren Sinn, wenn  $w$  als constant anzusehen ist. Aendert sich dieser Widerstand mit der an der Elektrode herrschenden Stromdichte, dann erhält man eine völlig unbestimmte Function zwischen dieser letzteren und der im Stromkreise vorhandenen elektromotorischen Kraft. Zur Ermittlung dieser Function fehlt es aber nicht nur an Methoden, sondern an dem Fundamente physikalischer Vorstellungen.

Der Verf. hat in einer Untersuchung „Polarisation und Widerstand einer galvanischen Zelle“ (Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1895, Bd. 104, Abth. IIa) zu beweisen versucht, dass der Widerstand  $w$  von der Stromdichte abhängig sei, und zu diesem Zwecke eine Methode ausgebildet, welche gestattet, den jeweiligen scheinbaren Widerstand des Voltameters im ursprünglichen Stromkreise messend zu verfolgen.

Die Methode besteht im wesentlichen darin, dass man Inductionsstösse durch das in der Ladung befindliche Voltameter leitet; aus der an einem empfindlichen Spiegelgalvanometer gemessenen Intensität dieser Stösse lässt sich der Widerstand der Zelle berechnen. Nun wird aber das Galvanometer durch

den polarisirenden Strom, der denselben Weg geht wie der Inductionsstoss, abgelenkt. Es ist daher nothwendig, die Wirkung dieses Stromes auf die Nadel vorher unschädlich zu machen. Dies wurde dadurch erreicht, dass man in einer zweiten Rolle des Instrumentes einen Strom fliessen liess, der die Nadel wieder auf die Nulllage zurückführte.

Das Ergebniss der Untersuchung bestätigte die ausgesprochene Vermuthung: der Widerstand der Zelle zeigte sich abhängig von der jeweiligen Stromstärke; er ist mithin nicht als Widerstand im Ohmschen Sinne aufzufassen und lässt sich von der anderen Veränderlichen, der Polarisation, auch nicht lostrennen. Aus diesem Grunde erscheint jeder Versuch einer Bestimmung der galvanischen Polarisation im ursprünglichen Kreise aussichtslos.

**Otto Fischer:** Beiträge zu einer Muskel-dynamik. Erste Abhandlung: Ueber die Wirkungsweise eingelenkiger Muskeln. (Abhandl. d. math.-phys. Classe der kön. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1895, Bd. XXII, S. 55.)

Im Gegensatz zur Muskelstatik, welche sich mit der Hervorbringung von Gleichgewichtszuständen zwischen den verschiedenen Muskeln und Muskel-systemen beschäftigt, behandelt der zweite Theil der Muskelmechanik, die Muskeldynamik, die Frage, in welcher Weise sich die Knochen bei der Contraction eines Muskels zu einander drehen. Die hierbei in Frage kommenden Verhältnisse führen dazu, das Problem in folgende 6 allgemeine Fragen zu trennen: 1) Welche Bewegung tritt ein, wenn ein Muskel sich allein contrahirt und die Wirkung der Schwere ausgeschlossen ist; 2) in welcher Weise wird die bei der Contraction eines Muskels auftretende Bewegung durch die Wirkung der Schwere abgeändert; 3) welche Bewegung tritt ein, wenn mehrere Muskeln sich gleichzeitig contrahiren bei Ausschluss der Schwere; 4) und welche bei Mitwirkung der Schwere; 5) wenn eine bestimmte Bewegung eintreten soll, welche Muskeln müssen sich contrahiren und mit welcher Stärke, wenn die Schwere keinen Einfluss auf die Bewegung ausüben soll; 6) und welche Muskeln müssen sich contrahiren und mit welcher Stärke, wenn auch die Schwere an der Hervorbringung der Bewegung theilhaftig ist.

Schon die erste und einfachste Frage umfasst aber eine Reihe von Einzelproblemen, die einer gesonderten Lösung bedürfen. Der Muskel, dessen Contraction studirt werden soll, kann ein eingelenkiger sein oder über zwei und mehr Gelenke hinweggehen. Das Gelenk zwischen den beiden Knochen, an welchen der Muskel sich ansetzt, kann von einem Grade der Freiheit sein (wie z. B. das Ellbogengelenk) oder von mehreren Graden der Freiheit (wie etwa das Schultergelenk). Ferner kann der Knochen, welcher den Muskelursprung trägt, durch besondere Kräfte fixirt, oder frei beweglich sein; beide Knochen können volle Freiheit der Bewegung haben, oder einer der Knochen oder beide können mit anderen

Knochen durch Gelenke verbunden sein. Endlich können auch die Drehungsmomente durch die Stellung der Gelenke, die Ansatzweise und Spannungen des Muskels verschieden sein, — kurz selbst bei der Untersuchung der Wirkungsweise eingelenkiger Muskeln steht man einer grossen Reihe von Problemen gegenüber, welche zum grossen Theil erst gelöst werden müssen, bevor man eine Aufklärung der viel verwickelteren Verhältnisse eines mehrgelenkigen Muskels erhoffen darf.

Die vorliegende umfangreiche Abhandlung beschäftigt sich mit dem Studium der Wirkungsweise eines eingelenkigen Muskels, der zwei durch ein Charniergelenk verbundene Knochen beugt und streckt, wie Oberarm und Unterarm im Ellbogengelenk gebeugt und gestreckt werden. Eine wichtige, hier zu lösende Frage war, ob bei der Beugung bezw. Streckung im Ellbogengelenk, bei der Contraction eines vom Oberarm zum Unterarm verlaufenden Muskels auch eine Drehung im Schultergelenk stattfindet; ob also und event. in welchem Grade ein eingelenkiger Muskel auch auf ein Gelenk wirken kann, über welches er nicht hinweggeht. Die Beantwortung dieser Frage ist sowohl auf experimentellem, wie auf theoretischem Wege versucht worden. Der erste Theil der Abhandlung umfasst die zur Lösung angestellten Versuche, welche zum allergrössten Theile an einem dem Arme nachgebildeten Modelle angestellt wurden, an welchem die Contraction des Muskels durch ausgespannte Gummifäden nachgeahmt wurde; einige Beobachtungen wurden auch am lebenden Menschen durch isolirte elektrische Reizung eines Beugers oder Streckers gemacht. Der zweite Theil ist der theoretischen Lösung der Frage gewidmet; aus dem Gewichte der beiden Hauptabschnitte des Armes (Oberarm und Unterarm mit Hand), der Lage des Schwerpunktes innerhalb eines jeden und der Massenvertheilung um den Schwerpunkt, sowie aus der Art der Spannung des zu untersuchenden, eingelenkigen Muskels zwischen den beiden Knochen hat Verf. den Bewegungsvorgang bestimmt, welcher durch die Contraction des Muskels mit bestimmter Spannung hervorgerufen wird. Der theoretische Weg führte zu denselben Ergebnissen wie der experimentelle, und es konnte gezeigt werden, dass dieselben qualitativ nicht nur für das zum Versuch herangezogene Gliedersystem, sondern für alle Systeme von zwei durch ein Gelenk verbundenen Gliedern Geltung besitzen.

Der zu den Versuchen verwendete Apparat bestand aus einem Arm-Modell, das aus zwei Messingröhren zusammengesetzt war, einer dem Oberarm entsprechenden mit zwei Gelenkenden und einer dem Unterarm plus Hand entsprechenden mit einem Gelenkende; das Gewicht und die Massenvertheilung eines jeden Theils war den natürlichen Verhältnissen am Arm möglichst gleich gemacht. Die beiden Theile waren durch ein dem Ellbogengelenk entsprechendes Charniergelenk beweglich mit einander und das obere Ende des Oberarmtheils mit einer im Raume festen Axe, die der Ellbogenaxe parallel war, drehbar ver-

bunden. Um die Schwere auszuschliessen, liess man das künstliche Gliedersystem mittels zweier feiner Elfenbeinspitzen auf einer ebenen Spiegelglasplatte gleiten, wodurch die Reibung auf der Unterlage möglichst reducirt war. Am Schultergelenk und am Ellbogengelenk war je ein Theilkreis und Zeiger angebracht, an denen die Drehungswinkel direct abgelesen wurden. Gummifäden von verschiedener Länge und Dicke, deren Spannung durch verschiedene Belastung vorher genau bestimmt war, konnten an verschiedenen Stellen des Ober- und Unterarmstückes angehängt werden; man dehnte sie über ihre natürliche Länge aus und fixirte das System in dieser Lage durch einen Faden. Brannte man dann diesen Faden durch, so begann der Gummistreifen sich zusammenzuziehen und ahmte die Function des sich contrahirenden Muskels nach. Die Bewegung des künstlichen Gliedersystems wurde mit Hilfe von Geisslerschen Röhren, welche am Ober- und Unterarm befestigt waren, in derselben Weise photographirt, wie Verf. die Bewegungen am lebenden Menschen in seinen früheren Untersuchungen (Rdsch. VI, 354; X, 302) fixirt hatte.

Nachdem schon die ersten Versuche ergeben hatten, dass sowohl bei der Beugung, als bei der Streckung im Ellbogengelenk stets gleichzeitig eine entgegengesetzte Bewegung im Schultergelenk stattfindet, bei der Beugung des Unterarms eine Streckung des Oberarms und bei der Streckung im Ellbogen eine Beugung in der Schulter, wurden die Grössenverhältnisse dieser Drehungen bestimmt bei verschiedenen Spannungen der Gummifäden, bei verschiedenen hohen Ansätzen der Fäden an die Gliedersysteme und ohne oder mit verschiedenen Belastungen des distalen, der Hand entsprechenden Endes. Ueber die Ergebnisse der experimentellen und der sich dieser anschliessenden theoretischen Untersuchung sei dem „Rückblick“ folgendes entlehnt:

Die vorliegende Untersuchung hat sowohl auf empirischem als auf theoretischem Wege den Beweis erbracht, dass die Muskeln im allgemeinen auch auf Gelenke wirken, über welche sie gar nicht hinwegziehen. So bringen die Muskeln, welche am Oberarm ihren Ursprung nehmen, bei ihrer Contraction Bewegung im Schultergelenk hervor, die über das Handgelenk hinwegziehenden Muskeln mit dem Ursprung am Unterarm wirken auch auf das Ellbogengelenk, über welches sie gar nicht hinwegziehen, die vom Oberschenkel in distaler Richtung ausgehenden Muskeln wirken auf das Hüftgelenk, sowohl die vom Unterschenkel nach dem Fusse ziehenden, als auch die zwischen Becken und Oberschenkel sich erstreckenden Muskeln bewegen das Kniegelenk u. s. w.

Da die Wirkung der Muskeln auf Gelenke, über welche sie nicht hinwegziehen, bisher noch nicht zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht worden ist, so war es nöthig, zunächst den einfachsten Fall zu behandeln, nämlich den Fall eines nur über ein einziges Gelenk hinwegziehenden Muskels.

Es zeigte sich ganz allgemein, dass ein eingelenkiger Muskel in einem Nachbargelenk in der Regel