

Werk

Label: Rezension

Ort: Braunschweig

Jahr: 1896

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0011 | LOG_0852

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

Temperatur, und umgekehrt proportional der Werthigkeit der Ionen. Vorausgesetzt ist, dass die Ionen dem Faradayschen Gesetz gehorchen, d. h. nach dem elektrochemischen Aequivalent ausfallen. Im anderen Falle, z. B. bei Platinelektroden und Platinionen, ist die Formel nicht anwendbar. Hier erfolgt der Uebertritt durch Absorption resp. Abgabe der in der Elektrode occludirten Gase, auf welche sich genau die gleiche Betrachtung anwenden lässt. Die experimentellen, sehr zahlreichen Messungen bestätigen ausnahmslos die Theorie.

C. Vergleich der nach A. bestimmten experimentellen Befunde mit den unter B. aufgestellten Theorien.

Zu dem Zwecke wenden wir vorerst die osmotische Theorie auf die Capillarerscheinungen des polarisirten Quecksilbers an, denn die einzige, nicht von vornherein anzufechtende Messungsmethode beruht auf der Elektrocapillarität. So lange eine bestimmte Art von Ionen ausfällt, bezw. in Lösung geht, können wir die Polarisierungen im Quecksilbervoltmeter an der Anode und Kathode nach B. 4. berechnen. Durch den Strom wird nämlich das gelöste Quecksilber an der Kathode niedergeschlagen, während an der Anode ebensoviel in Lösung geht, und die hierdurch bedingten Konzentrationsänderungen erzeugen die Gegenkraft der Polarisation. Hiernach wäre also die Polarisation nicht durch einen „Ladungsstrom“, wie Helmholtz es auffasste, sondern durch einen „Leitungsstrom“ bedingt (Warburg), d. h. die Polarisationscapacität der Elektroden ist nicht durch den molecularen Abstand zwischen Metall und Elektrolyt, sondern in erster Linie durch die Menge solcher Ionen gegeben, die die Elektrode liefert, und durch die Menge der gelösten Ionen bezw. Moleküle, die solche Ionen zu liefern vermögen. Kupfer in Kupfersulfat wird eine ungeheuer grosse Polarisationscapacität haben und somit so gut wie gar nicht polarisierbar sein, weil die Menge der die Kupferelektrode umgebenden Kupferionen zu gross ist, während Quecksilber in Schwefelsäure sich stark polarisiren wird, weil wegen der Schwerlöslichkeit des Quecksilbersulfats nur wenig Quecksilberionen in der Lösung vorhanden sind. — Da nun nach Helmholtz die Capillarspannung des Quecksilbers von der Potentialdifferenz der Berührungsstellen Hg | Elektrolyt abhängt, diese ihrerseits von der Menge der in Lösung befindlichen Quecksilberionen, so ist von der Menge der letzteren auch die Capillarspannung abhängig. Die Theorie des Capillarelektrometers ist also hiernach folgende; der polarisirende Strom fällt spurenweise gelöste Quecksilberionen aus oder bringt sie in Lösung, je nach seiner Richtung. Dadurch ändert sich nach B. 4. die Potentialdifferenz Hg | Elektrolyt und somit nach Helmholtz die Capillarspannung.

Diese Betrachtungen ermöglichen unter anderem eine zwanglose Erklärung der von Paschen gemachten Beobachtung, wonach die Capillarconstante des Queck-

silbers wächst, wenn man es der Reihe nach mit nachfolgenden Elektrolyten in Berührung bringt: Lösungen von Mercuronitrat, Schwefelsäure, Salzsäure, Kalilauge, Cyankalium bis zu einer gewissen Concentration; bei grösseren Concentrationen von Cyankalium nimmt sie jedoch wieder ab. Nach unseren Kenntnissen der Löslichkeitsverhältnisse der Quecksilbersalze nimmt die Menge der freien Ionen in derselben Reihenfolge ab, wie sich auch das Quecksilber in Berührung mit diesen Lösungen in seiner elektromotorischen Stellung immer mehr dem Zink nähert. Leider ist jedoch die Uebereinstimmung nicht durchgehends.

Die Berechtigung der Anwendung der osmotischen Theorie zur Berechnung der Contactpotentiale hat insofern Bestätigung erfahren, als sich die elektromotorischen Kräfte der verschiedensten galvanischen Combinationen (Concentrationsketten, gewöhnliche galvanische Elemente, elektrolytische Thermoketten) in guter Uebereinstimmung mit dem experimentellen Befunde haben berechnen lassen. — Was aber die nach Helmholtzscher Methode gefundenen Werthe betrifft, so stimmen die Potentialdifferenzen zwischen Elektrolyten, wenn man sie nach A. 3. berechnet, nicht mit den von der osmotischen Theorie verlangten Werthen. Die Differenzen liegen weit ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Da die von der osmotischen Theorie geforderten Werthe durch die Erfahrung gut bestätigt sind, so liegt es wohl am nächsten, die erwähnte Discrepanz darauf zurückzuführen, dass noch andere als rein elektrostatische Wirkungen, etwa solche chemischer Natur, die Oberflächenspannung des Quecksilbers beeinflussen. Eine exacte Theorie der Capillarität würde demnach noch Sache der Zukunft sein. —

Ueber die Potentialdifferenzen an der Berührungsstelle verschiedener Metalle, den Mechanismus der Stromerzeugung in metallischen Thermoketten, sowie in thermomagnetischen Platten herrscht noch völliges Dunkel, welches wohl kaum geklärt werden wird, bevor wir nicht die Natur der metallischen Elektrizitätsleitung näher kennen gelernt haben.

Alexander Rollett: Ueber die Veränderlichkeit des Zuckungsverlaufes quergestreifter Muskeln bei fortgesetzter, periodischer Erregung und bei der Erholung nach derselben. (Pflügers Archiv für Physiologie. 1896, Bd. LXIV, S. 507.)

Nachdem bereits Helmholtz (1850) in längeren Versuchsreihen über die Muskelzuckung beobachtet hatte, dass die Dauer der Zuckung, wenn einzelne Zuckungen sich in längeren Reihen folgen, nicht kürzer, sondern länger werde, ist die Verlängerung der Zuckungsdauer infolge der Ermüdung vielfach gesehen und besprochen worden. Auch Herr Rollett hatte bei seinen Studien über die Muskelcontraction besonders an träge zuckenden Muskeln die sehr beträchtliche Zunahme der Zuckungsdauer bei zunehmender Zahl der Zuckungen; daneben aber eine nur geringe

oder gar keine Abnahme der Höhe der Zuckungen beobachtet. Da man nun letztere gewöhnlich als Maass der Leistungsfähigkeit der Muskeln betrachtet, so schienen die träge zuckenden Muskeln (von Hydrophilus und die rothen der Kaninchen) schwer oder gar nicht ermüdbar zu sein, und man brachte diese Organe den Nerven nahe, von denen mehrere Beobachter durch das Experiment die Unermüdbarkeit nachgewiesen hatten. War aber auch bei den Nerven die Grösse ihrer Leistung (die Amplitude ihrer Thätigkeit) nicht veränderlich, so könnte bei ihnen, wie bei den Muskeln, der Verlauf der Thätigkeitsprocesse durch die Ermüdung eine Veränderung zeigen, deren Studium Herr Rollett an den peripherischen Bewegungsnerven des Frosches sich zur Aufgabe machte. Hierbei fesselte ihn gleich anfangs die grosse Veränderlichkeit der Einzelzuckungen in Zuckungsreihen, so dass er die Ausführung des ursprünglichen Planes verschob und sich zunächst dem Studium dieser Veränderlichkeit zuwandte, die bisher, besonders beim Studium der Muskelermüdung, viel zu wenig berücksichtigt worden war.

Lässt man einen Muskel seine Contractionen auf dem Myographion verzeichnen, so erhält man sehr verschiedene Curven, je nachdem man die Zuckungen am Beginne oder im Verlaufe einer längeren Zuckungsreihe beobachtet; während die Höhe der Curve erst wächst und dann abnimmt, sieht man sowohl den aufsteigenden Ast (Crescente) wie den absteigenden (Decrescente) der Zuckungscurve immer gedehnter werden, und zwar in sehr verschiedenem Verhältnisse. Zu ihrem Studium wurden stets sehr grosse Zuckungsreihen an den in bekannter Weise untersuchten Froschmuskeln, die vom durchschnittlichen Hüftnerve aus gereizt wurden, ausgeführt. Von der grossen Zahl wirklich ausgeführter Zuckungen, die sich in Intervallen von 1,5 Sekunden folgten, wurden nur ganz bestimmte Decaden aufgezeichnet, an denen die eingetretene Aenderung des Zuckungsverlaufs sich bereits deutlich markirte. Die an Frosch- und Krötenmuskeln angestellten, zahlreichen Versuche mit Reihen von vielen Hundert Einzelzuckungen lehrten nun übereinstimmend, dass sowohl bei ganz frischen Muskeln, wie bei solchen, die nach vorangegangenen Versuchen sich vollkommen erholt hatten, die Zuckungshöhen immer anfangs wachsen und dann abnehmen, aber die Grenzen für das Ansteigen und den Ermüdungsabfall sind bei den einzelnen Versuchen nicht übereinstimmend. Die Crescente der Curve zeigt von Beginn an eine zunehmende Dauer, dieselbe steigt noch, wenn die Hubhöhe bereits stark abgenommen hat, und erst in den späten Gliedern der Zuckungsreihe nimmt auch die Dehnung der Crescente etwas ab. Die Decrescente, deren Ende stets schwer zu bestimmen ist, zeigt gewöhnlich schon in der ersten Curve eine längere Dauer als die Crescente; bis etwa zur 150. Zuckung wächst die Dauer der Decrescente langsamer als die der Crescente, später, bis etwa zur 400. Zuckung, wächst sie immer rascher, nachher weniger rasch und

schliesslich zeigt die Decrescente sogar eine mehr oder weniger rasche Abnahme der Dauer.

Bei Kröten und Fröschen waren diese Veränderungen im allgemeinen ähnlich, ebenso bei verschiedenen Belastungen der Muskeln von 20 bis 200 g. Auch die isometrischen Contractionen (bei gleichbleibender Länge und sich ändernder Spannung) ergaben ähnliche Aenderungen der Höhe der Crescenten und Decrescenten.

Verf. ging dann über zum Studium der Erholung nach vielgliedrigen Zuckungsreihen. Hierbei zeigte sich, dass bezüglich der Zuckungshöhe der Muskel bei der ersten Zuckung nach der Erholung entweder die gleiche Höhe erreicht wie in der ersten Zuckung der früheren Reihe, oder eine grössere Höhe zeigt, oder, was am häufigsten der Fall ist, eine kleinere Höhe giebt. Die Dauer der Zuckung war stets verkürzt gegen die Dauer der letzten Zuckung der vorangegangenen Reihe; die Fähigkeit, in einer neuen Zuckungsreihe seine Zuckung zu dehnen, hatte der Muskel während der Erholung nicht immer erlangt. Nur in seltenen Fällen verhielt sich der erholte Muskel wie der frische; in den meisten Fällen brachte er es in derselben Zahl von Zuckungen zu einer geringeren Dehnung als der frische Muskel; doch reihte sich auch im erholten Muskel Curve an Curve und die allmähige Dehnung schritt bis in hohe Glieder der Reihe fort. Diese Fälle der Erholung werden als „anpassende Erholung“ bezeichnet; sie charakterisiren sich durch eine geschlossene Reihe immer mehr gedehnter Zuckungen bis zu hohen Gliedern, worauf erst eine allmähige Beschränkung der Dehnung folgt. Ihnen gegenüber stehen die Fälle „nicht anpassender“ Erholung, in denen nach der Erholung eine sprungweise Dehnung der Zuckungen in der neuen Reihe und eine hohe Beschränkung der Dehnung schon in den unteren Gliedern auftritt. Die kleinste Zeit, nach welcher Anpassende Erholung eintrat, war drei Stunden, während nach kürzeren Zeiten nicht Anpassende Erholung beobachtet wurde, doch kamen auch Fälle vor, in denen selbst nach dreistündiger und längerer Erholung diese noch eine nicht angepasste war.

Bei der nicht angepassten Erholung tritt als erste Curve der neuen Reihe eine solche auf, welche in ihrer Form mit der einem bestimmten hohen Grade der ersten Reihe entsprechenden übereinstimmt, so dass man annehmen könnte, dass der Muskel sich nur bis zu dem dieser Curve entsprechenden Zustande erholt habe. Von dieser Erholungsstufe ausgehend, zeigt aber der Muskel in den folgenden Zuckungen viel rascher wachsende Dehnungen, als beim frischen Muskel der Fall war, besonders weichen die Decrescenten sprungweise rasch aus einander. Weiter ist für den nicht angepasst erholten Muskel bezeichnend die hochgradige Beschränkung der Dehnung, die bereits in sehr niedrigen Gliedern der Reihe auftritt; der Eintritt dieser Beschränkung ist in den verschiedenen Muskeln verschieden; es zeigen sich hier Uebergänge zum Verhalten der angepasst erholten Muskeln, bei denen erst in den höchsten Gliedern

der Reihe eine ähnliche Beschränkung der Dehnung beobachtet wird.

Herr Rollett hat dann weitere Versuche angestellt an Muskeln, welchen nach nur wenigen Zuckungen immer wieder kleine Erholungspausen gewährt wurden. Machte man zwischen den Zuckungsreihen Pausen von 15 Minuten, so waren selbst nach 1200 Zuckungen noch keine Veränderungen im Zuckungsverlauf wahrzunehmen; machte man die Pausen kürzer, so traten die Veränderungen in hohen Reihen zu Tage; ging man auf drei Minuten Pause herunter, so bemerkte man schon Aenderungen von Serie zu Serie. Bei Pausen von 1 und von $\frac{1}{2}$ Minute traten die Aenderungen, welche durch die Interferenz von Ermüdung und Erholung veranlasst werden, noch früher ein. An diese Versuche schlossen sich dann weitere über Zuckungsreihen, welche durch allmälige Steigerung der Reizfrequenz in Tetanus übergingen und über den Tetanus selbst, auf die an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll.

In den theoretischen Bemerkungen, mit denen Verf. seine Abhandlung schliesst, glaubt er trotz der Lückenhaftigkeit seiner Beobachtungen die Wichtigkeit der von ihm gefundenen Thatsachen betonen zu dürfen, welche zeigen, dass mit dem Studium der bei Wiederholung der Reize so leicht, so regelmässig und so umfangreich auftretenden Veränderungen des Zuckungsverlaufes und der grossen Abhängigkeit dieser Veränderungen von der Grösse der zwischen den Einzelreihen oder zwischen Reihen derselben eingeschalteten Ruhepausen ein ernsthafter Anfang gemacht werden muss. Die grosse Empfindlichkeit des Zuckungsverlaufes gegen die Wiederholung von Reizen und gegen die Erholung von vorausgegangenen Erregungen weist darauf hin, dass die im Muskel realisirten Einrichtungen sehr verwickelter Natur sind. Wenn auch die bisher vorliegenden Thatsachen keine bestimmte Aeusserung über die bei der Umsetzung der Energie im Muskel in Betracht kommenden, chemischen Factoren zulassen, so weisen sie doch auf eine relative Unabhängigkeit der Veränderungen hin, welche der Vorgang der Verkürzung (Crescente) und der Vorgang der Verlängerung (Decrescente) erleidet, und auf eine gewisse Unabhängigkeit der Restitution eines ermüdeten Muskels für den einen und den andern dieser Vorgänge. Der Versuch, die Beobachtungen mittels des chemischen Doppelprocesses von Fick und Gad (Rdsch. VIII, 377) zu erklären, erweist sich als zu schwierig; vielmehr müssen eine ganze Anzahl von chemischen Processen im Muskel bei der Thätigkeit desselben vorausgesetzt werden.

Verf. knüpft an Herings allgemeine Betrachtungen zur Theorie der Vorgänge in der lebenden Substanz und schiebt nur voraus, dass durch die einfache Parallelstellung von Verkürzungsvorgang mit Herings Dissimilierungsprocess einerseits und Erschlaffungsvorgang mit Herings Assimilierungsprocess andererseits der mechanische und der chemische Antagonismus je zweier der genannten Vorgänge nicht

in einer streng ableitbaren Form als bedingtes und bedingendes erklärt sein würde.

„Wir werden nämlich an der Hand unserer Versuche zur Erwägung der folgenden Vorkommnisse und Möglichkeiten geführt: 1) Im frischen, leistungsfähigen Muskel ist ein Vorrath von dissimilirbarer Substanz aufgespeichert. 2) Dieser Vorrath kann ein grösserer oder geringerer sein. 3) Durch die Leistungen des Muskels wird er geringer und kann bis zu einem gewissen Grade verbraucht werden (Dissimilierung). 4) Bei der Dissimilierung entstehen in bestimmtem zeitlichen Verlaufe und Umfange Dissimilierungsproducte verschiedener Art. 5) Diese sind dann in wechselnder Menge im Muskel vorhanden; sie können sich bis zu einer gewissen Grenze anhäufen. 6) Die Dissimilierungsproducte werden schon, während die Dissimilierung noch fortschreitet, mit grösserer oder geringerer Geschwindigkeit und vielleicht nicht zu allen Zeiten in der gleichen Weise und in demselben Umfange aus dem Muskel wieder entfernt, und es kann die Entfernung der Dissimilierungsproducte so erfolgen, dass nach dem Aufhören der Dissimilierung auch die Dissimilierungsproducte aus dem Muskel vollständig oder nahezu vollständig wieder entfernt sind. 7) Die Entfernung der Dissimilierungsproducte kann aber auch verzögert oder unzureichend sein, so dass während der Dissimilierung und nach dem Aufhören derselben immer eine grössere Menge von Dissimilierungsproducten in dem Muskel angehäuft ist, welche nach dem Aufhören der Dissimilierung erst allmähig entfernt werden.

8) Es findet eine Anbildung dissimilirbarer Substanz in bestimmtem zeitlichen Verlaufe und Umfange statt, wodurch die verloren gegangene Substanz wieder ersetzt wird (Assimilierung). 9) Eine solche Assimilierung findet gleichzeitig mit der Dissimilierung statt und zwar so, dass der Muskel bei gleichzeitiger Entfernung der Dissimilierungsproducte in seinem chemischen Bestande nicht wesentlich geändert wird. 10) Die Assimilierung bleibt hinter der Dissimilierung zurück; der Vorrath des Muskels an dissimilirbarer Substanz verringert sich während der Dissimilierung und kann erst durch die die Dissimilierung überdauernde Assimilierung wieder hergestellt werden. 11) Zu dieser Wiederherstellung des Vorraths an dissimilirbarer Substanz durch Assimilierung kann je nach der vorher stattgefundenen Verringerung des Vorraths an dissimilirbarer Substanz und nach dem rascheren und weniger raschen Verlaufe und dem Umfange der Assimilierung kürzere oder längere Zeit nothwendig sein. 12) Es ist der Verlaufe und Umfang einer neuen Dissimilierung abhängig von dem nach der vorangegangenen Dissimilierung dem Muskel verbleibenden Vorrathe an dissimilirbarer Substanz, von dem Verlaufe und Umfange der Entfernung der Dissimilierungsproducte.

13) Nehmen wir nun den Vorrath an dissimilirbarer Substanz als Grund für die Leistungsfähigkeit des Muskels an und die Dissimilierung als den die Leistung bedingenden Process, dann stossen wir zu-