(Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.)

Ueber einige chemische Reactionen des thätigen und unthätigen Muskels.

Von

Dr. **Paul Grützner.**

Ausgehend von der bekannten Thatsache, dass der Muskel während seiner Arbeit Sauerstoff, den er bereits in irgend welcher Verbindung in sich besitzt, verbraucht und zu Oxydationen verwendet, brachte ich denselben während oder nach seiner Thätigkeit mit Stoffen zusammen, die leicht Sauerstoff abgeben, um zu sehen, ob er auch diese, gleich wie das durch ihn kreisende Blut, ihres Sauerstoffes berauben, sie reduciren könnte.

Zuerst operirte ich mit Indigo in der Form des indigoschwefelsauren Natron, das ich in concentrirter Lösung einem Frosche entweder in das Herz oder die längs der linea alba verlaufende Bauchvene einspritzte. Als ich nach einigen Minuten durch kleine Hautschnitte mich von der gleichmässigen Färbung der verschiedenen Muskeln — namentlich der zu verwendenden gastrocnemii — überzeugt hatte, unterband ich, um den stärkeren Blutzufuss zu dem tetanisirten Schenkel zu verhindern, die Aorta oberhalb ihrer Theilungsstelle und tetanisirte einen Schenkel, gewöhnlich vom Rückenmark aus, während der andersseitige Ischiadicus selbstverständlich durchschnitten war. Da nun bekanntermassen der Indigo durch reducirende Mittel seine Farbe wechselt, indem er durch eine grünliche Zwischenstufe in eine fast farblose, sich an der Luft wieder bläuende Verbindung übergeht, glaubte ich auf diese Art möglicherweise einen Unterschied zwischen dem thätigen und unthätigen Muskel nachweisen zu können, und mehrere in dem Sinne obiger Annahme ausgefallene Experimente — der thätige Muskel war heller, hin und wieder grünlicher als der unthätige — liessen mich beinahe an die Constanz des Factums glauben. Allein bei weiterer Prüfung zeigte sich der Indigo nicht als das passende Mittel, den thätigen Muskel vom unthätigen unterscheidbar zu machen, indem sehr häufig beide Muskeln gleich blau gefärbt blieben oder sogar der ruhende heller war als der thätige. Auch eine andere Art,

die Einwirkung des Muskels auf den Indigo zu prüfen, nämlich das Zerreiben der betreffenden Muskeln in einer verdünnten Indigolösung und nachträgliches Filtriren, hatten dieselben schwankenden Resultate zur Folge.

Ich nehme Gelegenheit, hier an ein Factum zu erinnern, dessen Kronecker in seiner Arbeit über „die Ermüdung und Erholung der quergestreiften Muskeln“ p. 182 gedenkt. Kronecker fand nämlich, dass schwache Lösungen von übermangansaurem Kali, welche er durch die Gefässe eines ermüdeten Muskels leitete, in Bezug auf die Restitution der Muskeln gleichwerthig mit arteriellem Blute waren, konnte aber die Unfehlbarkeit des Versuches ebenso wenig bestätigen, wie ich dies betreffs der Entbläuung des Indigos zu thun im Stande war.

Ohne hier länger bei der Ursache dieses wechselnden Verhaltens zu verweilen, die eben völlig unbekannt ist, gehe ich gleich über zu einem andern Körper, der in seinen allgemeinen Beziehungen zum Sauerstoff schon lange bekannt und auch neuerdings in dieser und anderer Richtung untersucht worden ist, nämlich der Pyrogallussäure¹⁾. Dieselbe, eine äusserst schwache Säure, ja wie Rösing behauptet, diesen Namen völlig mit Unrecht führend, zeichnet sich durch ihre Neigung zum Sauerstoff aus, den sie aus der Luft und aus flüssigen Körpern aufnimmt. Sie thut dies um so energischer, wenn freies Alkali in ihrer Lösung sich vorfindet. Die Zersetzungsproducte, welche hierbei entstehen, sind zweierlei Art: erstens ein brauner, huminartiger, sonst nicht näher charakterisirter Körper, der in Lösung bleibt, zweitens gelbliche Krystalle, die zuerst von Aimé Girard unter dem Namen Purpurogallin als Oxydationsproduct der Pyrogallussäure beschrieben wurden. Sie sind ausgezeichnet durch ihre Unlöslichkeit in kaltem Wasser und ihre Farbenreaction in alkalischen und sauern Flüssigkeiten. In ersteren (beispielsweise in verdünntem Ammoniak) lösen sie sich mit prachtvoll blauer, in letzteren (HCl, SO₃) mit rother Farbe auf, ohne dass jedoch, namentlich die blaue Farbe, Bestand hätte. Dieses Purpurogallin, dessen weitere Eigenschaften, wie Bildungs- und Darstellungsweise, von seinem Entdecker und Struve (Annalen der Chemie

1) Struve: Annalen der Chemie u. Pharmacie, Bd. 163, Heft I, p. 160. Jüdel: Hoppe-Seyler, Med.-chem. Unters. Heft III, p. 422.

u. Pharmacie Bd. 163, p. 160 u. Zeitschrift f. Chemie 1870, 86) eingehend behandelt werden, ist für uns nur insofern von Interesse, als es ein Oxydationsproduct der Pyrogallussäure ist.

Um nun die Einwirkung des thätigen und unthätigen Muskels auf Pyrogallussäure zu erfahren, experimentirte ich in folgender Weise. Ein Gastrocnemius eines Frosches, mit seinem Nerven in bekannter Weise in der feuchten Kammer eines Pflüger'schen Myographions aufgehängt, wurde in Pausen von c. 2 Secunden durch schwache Ströme des Magenelectromotors, die ein Metronom auslöste, zu kurz dauernden tetanischen Zusammenziehungen erregt. Dabei hob er ein Gewicht von etwa 20 Grm. Gewöhnlich nach 5 Minuten langer Arbeit oder, wenn die Erregbarkeit eher nachliess, auch schon früher, wurde er abgeschnitten und in 5 Cc. einer 0,5procentigen Pyrogallussäurelösung, die jeden Tag frisch bereitet wurde, in einer Reibschale zerrieben. Gleiches geschah mit dem unthätigen Muskel desselben Thieres, der inzwischen ebenfalls in der feuchten Kammer auf einem Porzellanplättchen gelegen hatte. Bringt man alsdann die Flüssigkeiten mit den zerriebenen Muskeln auf Filtra, so zeigt sich ausnahmslos das Filtrat des thätigen Muskels wasserhell bis hellgelb, das des unthätigen aber bräunlich; in diesem bildet sich Purpurogallin, in jenem nicht oder nur spurweise.

Die Deutung dieser Thatsache anlangend, so wird man natürlich zunächst die Bräunung der Pyrogallussäure durch den unthätigen Muskel auf dessen alkalische Reaction schieben, während die freie Säure des thätigen die Oxydation jenes Stoffes verhindert oder nur langsam zu Stande kommen lässt. Indess diese Erklärung ist zum mindesten nicht ausreichend. Denn erstens tritt eine Bräunung der Pyrogallussäure resp. Purpurogallinbildung ein auch durch saure Flüssigkeiten (beispielsweise durch saure HO_2 -Lösung oder durch Weintraubensaft, wie Struve erwähnt). Zweitens bräunt sich die Säure bei Weitem stärker durch den Muskel selbst, als durch Zusatz derjenigen Menge freien Alkalis, welche aus ihm durch Ausquetschen gewonnen wird.

Um Letzteres zu beweisen, bereitete ich mir eine rothe und blaue Lakmuslösung nach der Heidenhain'schen Vorschrift (Leistung des Muskels p. 146), so dass 1 Cc. der ersten gerade einen der zweiten, so wie 1 Cc. einer bestimmten KO-Lösung neutrali-

sirte. Zerreibt man alsdann einen möglichst von Blut befreiten Gastrocnemius eines Frosches in 5—10 Cc. der blauen Lösung und fügt von der rothen so viel hinzu, bis die Mischung sich eben röthet, so giebt der Ueberschuss der rothen Lösung über die blaue die Menge freien Alkalis an, welches aus dem Muskel ausgequetscht wurde. Diese Menge Alkali nun bräunt eine bestimmte Menge Pyrogallussäure bei weitem nicht so stark, wie der andere Gastrocnemius, dessen Alkaligehalt von dem des ersten kaum verschieden sein dürfte. Zerreibt man nämlich jenen in Pyrogallussäure und filtrirt, so ist — namentlich nach einigen Stunden — das Filtrat des Muskels ganz dunkelbraun, während die Pyrogallussäurelösung mit dem Alkali gelbbraun geworden ist und verhältnissmässig wenig nachdunkelt. — Es sind also ausser dem Alkali noch andere Stoffe in dem Muskel vorhanden, welche Bräunung der Pyrogallussäure bewirken, sei es, indem sie nur Sauerstoff übertragen, sei es, dass sie ihres eigenen Sauerstoffs beraubt werden. Jene Körper sind die in dem Muskel enthaltenen und mit in das Filtrat übergehenden Albuminate, die in alkalischer Lösung sehr energisch auf Pyrogallussäure bräunend einwirken, dies aber nicht oder doch kaum thun bei vorherrschender saurer Reaction oder in coagulirtem Zustande. Säuert man nämlich das Filtrat des unthätigen Muskels hinreichend an, so bleibt die Bräunung ganz aus; fällt man dagegen durch Kochen seine Albuminate, so bräunt es sich nur etwa so stark, wie die aus dem Muskel durch Ausquetschen entfernbare Menge Alkali mit der gleichen Menge Pyrogallussäure es thut. Hienach wirkt also der unthätige Muskel auch unabhängig von der Alkalescentz in höherm Grade oxydirend auf die Pyrogallussäure ein, während der thätige ihre Oxydation kaum zu Stande kommen lässt.

Noch auffälliger tritt ein Unterschied in der Reaction der beiden Muskeln ein, wenn man nicht reine Pyrogallussäure, sondern eine Mischung von ihr mit einer Spur eines Eisenoxysalzes verwendet.

Bevor ich jedoch auf diese Reaction näher eingehe, wird es passend sein, derjenigen zu gedenken, die Eisensalze mit jener Säure geben. Reine Oxydulsalze geben mit ihr weder einen Niederschlag, noch eine Farbenveränderung, mit Oxyd verunreinigte eine schwach violette Färbung, die durch Luftzutritt

nachdunkelt und einen schmutzig violetten Ton annimmt, Oxydsalze selbst in der ersten Zeit ebenfalls eine blauschwarze Färbung, die schliesslich in eine röthliche Nuance übergeht. Diese Veränderung tritt sehr schnell ein bei Eisenchlorid.

Ich fand nun in einer Mischung von Eisenchlorid und überschüssiger Pyrogallussäure ein Reagens, welches sowohl gegenüber oxydirenden, als auch reducirenden Körpern eigenthümliche charakteristische Reactionen darbietet. Bringt man nämlich jene Mischung mit Körpern der erstern Art zusammen, so bräunt sich dieselbe in ähnlicher Weise, wie es die Pyrogallussäure an und für sich thut. Dagegen verwandelt sich ihre sehr unscheinbare bräunliche Farbe in ein schönes, dunkles Violett, wenn sie mit reducirenden Körpern in Berührung gebracht wird. So nimmt sie beispielsweise diese Farbe an durch Schütteln mit Zink-, Kupfer- oder Eisenspänen, ferner durch Schwefelammonium, schwefligsaure Alkalien, Glycerin, Harnsäure etc., also durch Mittel der verschiedensten Art und Reaction, die alle nur das gemeinschaftlich haben, dass sie reducirend wirken ¹⁾.

Daher empfahl sich die Anwendung jenes oben genannten Reagens so zu sagen von selbst zur Entscheidung der Frage, wie es mit der Reductions- resp. Oxydationsfähigkeit der Muskelfaser stände. Analog der Wirkungsweise aller jener reducirenden Mittel musste der thätige Muskel, falls er wirklich reducirend wirkte, jene Mischung bläuen, der unthätige aber, der ja factisch oxydirende Eigenschaften hatte, sie bräunen. Und in der That erfüllte sich diese Hoffnung bei jedem Versuche, der mit dem Muskel und jenem Reagens angestellt wurde.

Es zeigte sich nämlich Folgendes: Wenn man in je 5 Cc. einer frisch bereiteten Mischung aus einem Volumen Pyrogallussäurelösung von 0,5 pCt. und einem halben Volumen einer Eisenchloridlösung von 0,01 pCt. einen thätigen und unthätigen Gastrocnemius zerreibt und filtrirt, so ist das Filtrat des thätigen Muskels hell violett, das des unthätigen rothbraun. Ersteres behält ziemlich lange seine Farbe, letzteres bräunt sich an der Luft bedeutend nach, so dass der Unterschied der Farben in den beiden Flüssigkeiten, welcher bei dieser Anwendung der

1) Milchsäure, in welcher Menge oder Concentration man sie auch verwende, wirkt nie bläugend auf obige Mischung.

Mittel stets in obigem Sinne, wenn auch nicht immer gleich stark vorhanden ist, nach einigen Minuten noch auffälliger wird.

Hiernach liegt nun natürlich Nichts näher und ist Nichts verführerischer, als auch dem thätigen Muskel, der jene Mischung bläut, wie jedes andere reducirende Mittel, eine reducirende Wirkung auf jene Flüssigkeit zuzuschreiben, um so mehr, da er durch seine Thätigkeit Sauerstoff verbraucht hat und ja auch aus dem arteriellen Blute oder übermangansäuren Kali sich durch Sauerstoffaufnahme restituiert.

Indess der Nachweis, es handle sich um eine Reduction, gelingt in Wirklichkeit nicht.

Reducirt wird durch den Muskel zunächst nicht die Eisenverbindung; denn schon ehe überhaupt jene Flüssigkeit mit ihm zusammengebracht wird, ist nur Eisenoxydul in derselben nachzuweisen. Die Ursache hiervon liegt darin, dass überschüssige Pyrogallussäure Eisenoxydsalze vollständig zu Oxydulsalzen reducirt. Daher tritt jene violette Färbung durch den thätigen Muskel, wie durch reducirende Mittel auch ganz in derselben Weise ein, wenn man anstatt eines Eisenoxydsalzes eine gleiche Menge eines Eisenoxydulsalzes verwendet. Reducirt wird auch nicht die Pyrogallussäure; denn nach wie vor lässt sie sich in den Mischungen als solche nachweisen. (Zudem sind auch Reductionsproducte der Pyrogallussäure nicht bekannt.)

Ich glaube vielmehr, jene Verbindung ist pyrogallussaures Eisenoxydul, welches sich zum Beispiel bildet, wenn man fein vertheiltes metallisches Eisen in wässriger Pyrogallussäure auflöst. Bei Luftabschluss entsteht unter Entwicklung von Gasbläschen (*H*) eine dunkel violette Verbindung, in der man nur Eisenoxydul nachweisen kann ¹⁾. Dass bei dem Zusammenbringen eines Eisenoxydulsalzes mit Pyrogallussäure diese Verbindung nicht entsteht, liegt eben einfach in der ungemein schwachen Eigenschaft der Pyrogallussäure als Säure, welche, da ihre Verbindung mit dem Eisenoxydul löslich ist, dieses nicht von einer stärkern Säure zu trennen vermag. Fügt man aber zu einer Mischung eines Eisensalzes mit obiger Säure eine kleine Quan-

1) Die violette Verbindung, mit ein paar Tropfen HCl entfärbt und mit Rhodankalium behandelt, wird nicht roth, aber tiefblau durch rothes Blutlaugensalz.

tität Alkali (KO , NaO , NH_3 etc.) hinzu, so tritt sofort eine dunkel blauviolette Färbung auf, indem sich die Pyrogallussäure mit dem freigewordenen Eisenoxydulhydrat verbindet. Mehrzusatz von Alkali macht die Mischung rothbraun, indem dann die noch freie Pyrogallussäure gebräunt wird und beide Farben sich mischen.

Aehnlich verhalten sich oben genannte reducirende Stoffe, da sie entweder alkalisch reagiren oder das saure Eisensalz in ein basisches umwandeln, mit dem sich die Pyrogallussäure verbinden kann.

So wird durch Schütteln mit Zink- oder andern Metallspänen die sauer reagirende Eisenchloridlösung bedeutend abgestumpft, indem sich Zinkchlorid und freies Eisenoxyd bildet. Letzteres wird nun von der Pyrogallussäure reducirt und in jene violette Verbindung übergeführt. — Auch die Harnsäure bildet mit dem Eisenoxyd eine basische unlösliche Verbindung, die von der Pyrogallussäure zerlegt werden kann. Eigenthümlicher Weise vermag nämlich diese sonst so schwache Säure mit nicht zu sauern oder basisch reagirenden Eisensalzen Verbindungen einzugehen und selbst stärkere Säuren auszutreiben (s. Gmelin, Handb. d. org. Chemie Bd. II, p. 802). — Schliesslich wirkt auch Glycerin abstumpfend auf saure Eisenchloridlösungen und hat demgemäss dieselbe Wirkung betreffs der Bildung jenes blauvioletten pyrogallussauren Eisenoxyduls.

Da nun auch spontan in Lösungen von Eisenoxydulsalzen diese sich in basische Verbindungen umwandeln, erklärt es sich, dass dieselben, mit Pyrogallussäure zusammengebracht, sich nach einigem Stehen an der Luft bläuen, obwohl das Eisensalz und die Pyrogallussäure zuerst gar nicht aufeinander wirkten.

Das pyrogallussaure Eisenoxydul bildet sich drittens auch, wenn anstatt der Alkalis ein Salz mit starker Basis und schwacher Säure — auch wenn letztere in geringem Ueberschuss ist — zu obiger Mischung hinzugefügt wird, so dass also beispielsweise schwefelsaures Eisenoxydul und Pyrogallussäure einerseits und milchsaures Kali andererseits sich zu schwefelsaurem Kali, pyrogallussaurem Eisenoxydul und milchsaurem Eisenoxydul umwandeln. Das von seiner Säure befreite Eisenoxydul verbindet sich also mit der Pyrogallussäure und die frei gewordene Milchsäure hindert diese Verbindung nur dann, wenn sie in grösseren Mengen vorhanden ist. Spuren freier Milchsäure blassen die Farbe (durch

Bildung von milchsaurem Eisenoxydul) nur etwas ab, grosse Mengen, so wie jede andere starke Säure, zerstören sie ganz und wandeln sie in ein schmutziges Gelb um. Der Unterschied in der Nuance des Violett, je nachdem man nur Alkali oder ein Salz, namentlich mit freier Säure, zu obiger Mischung zugesetzt hat, begreift sich hiernach leicht. Aus diesen Verhältnissen also folgt, dass die Violettfärbung einer Mischung von Pyrogallussäure und einer Eisenoxyd- oder Oxydulsalzlösung durch den thätigen Muskel diesem zwar mit vielen reducirenden Substanzen gemeinschaftlich, aber doch kein Zeichen einer Reduction ist, sondern lediglich auf die Anwesenheit von milchsaurem Alkali (bei geringem Milchsäureüberschuss) zurückzuführen ist.

Etwas anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn man den Eisengehalt in der zu verwendenden Mischung um das Vierfache oder noch weiter vermehrt. Mit einer solchen Flüssigkeit zeigt der thätige wie unthätige Muskel eine tiefviolette Färbung. Der erste aus demselben Grunde, wie vordem, es bildet sich nur mehr pyrogallussaures Eisenoxydul, der zweite aber verhält sich analog der Wirkung einer kleinen Menge Alkali auf die bekannte Mischung. Bei sehr geringem Eisengehalt konnte das Alkali des unthätigen Muskels zweierlei thun: erstens unter Zersetzung des Eisensalzes sich mit der frei gewordenen Säure desselben verbinden, zweitens aber noch zur Oxydation der freien Pyrogallussäure beitragen (daher entstand ja die früher erwähnte rothbraune Farbe des Filtrats vom unthätigen Muskel). Bei viel Eisensalz aber wird sämtliches Alkali gebunden durch die Säure des Eisensalzes, es kann nicht bräunend auf die Pyrogallussäure einwirken und lässt diese sich ganz mit dem frei gewordenen Eisenoxydul vereinigen. Somit erklären sich die verschiedenen Reactionen der Muskeln bei viel oder wenig Eisengehalt in der bekannten Mischung.

In diesem Mengenverhältniss des Alkalis zum Eisensalz findet auch noch folgende Erscheinung ihre Erklärung. Es besteht nämlich in der ersten Zeit des Zusammenreibens jener Mischung mit dem unthätigen Muskel ebenfalls eine violette Farbe, die aber bald in eine rothbraune übergeht, wenn mehr Alkali aus den Muskelbündeln herausgequetscht wird. Auch hier trägt das Alkali zunächst zur Bildung von pyrogallussaurem Eisen-

oxydul bei, weiter hinzutretendes Alkali lässt die Pyrogallussäure oxydiren.

Bezeichnet man die Pyrogallussäure mit P, so dürften folgende Gleichungen jene Verhältnisse übersichtlich darstellen.

1. Es ist viel Eisen oder, was auf dasselbe hinausläuft, wenig Alkali in der Mischung, dann ist

die Mischung mithin violett.

Oder 2. Es findet sich wenig Eisen resp. viel Alkali vor, dann erhält man

eine rothbraune Farbe.

Nebenbei will ich erwähnen, dass die genannte Reaction (Blaufärbung des Reagens durch den unthätigen Muskel) freilich nicht so intensiv sich beobachten lässt, wenn man die Muskeln erst in indifferenten Flüssigkeiten (schwachen Kochsalzlösungen etc.) zerquetscht, filtrirt und dann das Reagens zu dem Filtrat hinzufügt oder wenn man erst die Muskeln in Pyrogallussäure zerquetscht und nachher das Eisensalz zusetzt, nicht aber wenn man umgekehrt verfährt, einfach deshalb, weil die Pyrogallussäure das schon gebildete milchsaure Eisenoxydul zu zersetzen nicht im Stande ist, während in den ersten Fällen die wirksame Substanz (milchsaures Alkali) ausgezogen wird und mit den unveränderten Reagentien in Berührung kommt.

Schliesslich will ich noch auf ein Factum aufmerksam machen, das, zwar nicht constant in seinem Auftreten, mich doch gerade so wie die zweite Reaction eine kurze Zeit an die Möglichkeit, die reducirende Wirkung des thätigen Muskels auf einfache Weise darzuthun, glauben liess.

Zerreibt man nämlich einen thätig gewesenen Muskel in 0,1—0,5procentiger Eisenchloridlösung, der man noch eine Spur Alkali hinzufügen kann, damit sich freies Oxyd bildet ¹⁾, so wird die schwach bräunliche Lösung hellgelb. War vordem nur Eisen-

1) Dasselbe erreicht man auch, wenn man diese schwache Eisenchloridlösung einige Zeit (24 Stunden) stehen lässt. Der dann in jener Flüssigkeit auftretende Dissociationsprocess (s. Gorup Besanez, Lehrb. d. Chemie. Anorg. Thl. p. 569) führt zur Bildung von Eisenoxyd, das von der Milchsäure reducirt und zu milchsaurem Eisenoxydul umgewandelt wird.

oxyd nachzuweisen, so zeigt diese Lösung reichlich Oxydul, indem sich milchsaures Eisenoxydul gebildet hat. Indess diese reducirende Wirkung kommt nicht dem thätigen Muskel als solchem, sondern der in ihm gebildeten Milchsäure zu, welche, wie man sich sehr leicht durch rothes Blutlaugensalz überzeugen kann, reducirend auf Eisenoxydsalze wirkt.

Jene Gelbfärbung (Bildung von milchsaurem Eisenoxydul) gelang mir, nebenbei gesagt, nur bei grünen im Sommer gefangenen Fröschen, blieb aber vollständig aus bei den grauen Winterfröschen. Die Menge der frei gewordenen Milchsäure dürfte vielleicht der Grund dieser Erscheinung sein.

Wenn ich nun auch durch alle diese Reactionen nichts wesentlich Neues über den Stoffwechsel der Muskeln, namentlich keine reducirenden Eigenschaften in dem thätigen — wie ich anfänglich glaubte — aufgefunden habe, so hielt ich dieselben doch für erwähnenswerth, da sie in sehr bequemer und leichter Art gewisse chemische Umsetzungen, welche während der Thätigkeit des Muskels vor sich gehen, zu demonstrieren geeignet sind.

Ueber quere Durchströmung des Fro Schnerven.

Von

Dr. Eduard Hitzig,

Privatdocent in Berlin.

Die experimentelle Bearbeitung der Frage nach den bei querer Durchströmung des Nerven auftretenden Reizeffecten wurde mir durch folgende Betrachtung nahe gelegt.

Man hat seit einigen Jahren versucht, eine Anzahl der bisher erworbenen Kenntnisse von der allgemeinen Nerven- und Muskel-Physiologie zur Heranbildung mehr weniger vollständiger electro-therapeutischer Systeme zu verwerthen. Eine Schule sucht, wie es scheint, das Wesen vieler Krankheiten in abnormer Stärke oder Schwäche der Nervenströme und meint, den vorausgesetzten Uebelständen durch Anwendung der einen oder der andern Stromrichtung entgegenzutreten; Einzelne setzen auch wohl einfach lähmende oder erregende Wirkungen bestimmter Stromrichtungen