

und die Berechnung gäbe für

1.	2.	
35,7	34,01	Eisenoxyd
20,5	26,76	Arseniksäure
14,2	10,32	Schwefelsäure
29,6	28,91	Wasser
100,0	100,00	

Beitrag zur Physiologie des Elektrotonus

von

Dr. Adolf Fick.

In einer 1864 erschienenen Abhandlung über elektrische Nervenreizung habe ich im 3. Abschnitt folgende Erscheinung behandelt. Wenn man durch eine Strecke eines motorischen Nerven einen aufsteigenden elektrischen Strom während einer gewissen sehr kurzen Zeit gehen lässt, so bekommt man bei sehr geringer und bei sehr grosser Stromstärke eine Zuckung, bei einer gewissen mittleren Stromstärke aber keine. Ich habe ferner nachgewiesen, dass jener Werth der Stromstärke, für welchen keine oder eine schwächere Zuckung zu Stande kommt, um so grösser ist, je kürzere Zeit man den Strom wirken lässt. Hierin glaubte ich die Erklärung dafür zu finden,

dass bei Reizung mit aufsteigend gerichteten Induktionsschlägen keine Lücke in einer Reihe von Zuckungen zu finden ist, in welcher jede folgende Zuckung mit einem grösseren Werthe der Stromstärke hervor gebracht ist als die vorhergehende. Ich sprach nämlich die Vermuthung aus, bei der ungemein kurzen Dauer eines Induktionsschlages sei der Werth der Stromstärke, für welchen die Zuckung ausbleibt, gleichsam ins Unendliche hinausgerückt. Zu der Meinung, dass bei aufsteigend gerichteten Induktionsschlägen in einer mit immer grösseren und grösseren Werthen der Stromstärke gewonnenen Zuckungsreihe, die Lücke eben überall fehle, hatte mich wesentlich der Umstand veranlasst, dass sie bis dahin keinem Forscher aufgefallen war, so viele ihrer auch derartige Reihen von Zuckungen beobachtet hatten. Einfach übersehen konnte aber ein so überaus merkwürdiges und auffallendes Phänomen nicht sein. Freilich hatte ich es gleichwohl nicht unterlassen, auch noch selbst solche Zuckungsreihen eigens zu beobachten, und auch darin vermisste ich die Lücke.

Nach der Veröffentlichung meiner Arbeit habe ich mich nun überzeugt, dass meine damalige Annahme über das Thatsächliche nicht richtig war und folglich keiner besondern Erklärung bedarf. Ich habe bei aufsteigend gerichteten Schliessungsinduktionsschlägen die Lücke in der Reihe der Zuckungen gesehen, und dass dies Phänomen früher noch nie gesehen worden ist, hat einfach darin seinen Grund, dass Keiner bis zu hinlänglich hohen Werthen der Stromstärke fortgeschritten ist. Dass dies nie geschah ist auch ganz begreiflich. In der That, wenn man zu irgend einem Zwecke eine Reihe von Induktions-

schlägen, den folgenden immer stärker als den vorhergehenden, durch einen Nerven sendet und sieht, dass von einer gewissen Stärke an jeder folgende immer wieder dieselbe, maximale, Zuckung auslöst wie der vorhergehende, so wird man sich bald beruhigen in der Meinung, die auch offenbar viel für sich hat, man werde nun in infinitum nichts Anderes mehr zu sehen bekommen. So ist es aber in Wirklichkeit nicht, wenn man nur weit genug geht, so bekommt man doch noch mancherlei höchst merkwürdiges zu sehen. Man sieht erstens in allen Fällen, der Induktionsschlag mag gerichtet sein wie er will, und mag durch Schliessung oder durch Oeffnung des primären Stromkreises erzeugt sein, von einer gewissen Stärke an die Zuckungen von Neuem wachsen, über das scheinbare Maximum hinaus. Diese Erscheinung erwähne ich hier nur beiläufig, indem ich mir vorbehalte, bei anderer Gelegenheit genauer darauf einzugehen. Sind die Induktionsschläge Schliessungsschläge und aufsteigend gerichtet, so sieht man ausserdem noch die ganz paradoxe Erscheinung, dass bei immer von Versuch zu Versuch gesteigerter Stromstärke die Zuckungen wieder kleiner werden, ganz ausbleiben und dann wieder wachsen, um nun aber gleich das zweite Maximum zu erreichen.

Der Versuch ist ausserordentlich leicht anzustellen und versagt niemals. Ich bediente mich des allgemein gebräuchlichen Schlittenapparates von Du Bois-Reymond von gewöhnlicher Grösse. Der primäre Strom muss aber mindestens durch zwei grosse Bunsen'sche Elemente in Gang gesetzt werden. Zur Bewerkstelligung von Schluss oder Oeffnung des primären

Stromkreises bediente ich mich eines dem Pflügerschen Fallapparate ähnlichen Werkzeuges, nur dass ich die Auslösung nicht auf elektromagnetischem bewerkstelligte. Es kommt nämlich bei diesem Punkte überall nicht auf so grosse Genauigkeit an, wenn nur die Quecksilberflächen in welche der Haken einfällt recht rein sind, so darf die Geschwindigkeit des Fallens schon ein wenig variiren, ohne dass die physiologische Wirkung des Induktionsschlages merklich verändert wird. Davon habe ich mich des Bestimmtesten überzeugt und habe daher von jeder künstlichen Auslösungsvorrichtung Abstand genommen. Mein Fallapparat ist einfach ein zweiarmiger Hebel, am einen Ende trägt er einen Kupferhaken, dessen amalgamirte Spitzen in Quecksilbernäpfchen eintauchen. Sollen Schliessungsschläge benutzt werden, so wird der Arm des Hebels, an welchem der Haken befestigt ist, belastet. Der andere Arm wird mit einem Stäbchen auf eine Unterlage niedergedrückt, wobei natürlich der Haken über den Quecksilbernäpfchen schwebt. Wird nun das niederdrückende Stäbchen plötzlich weggezogen, so fällt der Haken ins Quecksilber. Sollen Oeffnungsschläge benutzt werden, so wird der andere Hebelarm belastet. Jetzt wird der Hebelarm mit dem Haken auf eine Unterlage niedergedrückt, so dass der letztere im Quecksilber eintaucht. Zieht man nun wieder das Stäbchen, womit man den Hebelarm niederhielt, plötzlich weg, so sinkt der andere Hebelarm und hebt den Haken aus dem Quecksilber. Dass diese anscheinend so rohe Vorrichtung allen Anforderungen vollkommen genügt, davon kann man sich leicht überzeugen. Man wird nämlich bei gehöriger Einstellung des Induktionsapparates eine

untermaximale Zuckung mehrere Male nacheinander mit der grössten Regelmässigkeit mit Hülfe der gedachten Vorrichtung hervorbringen können, und wenn ja eine Unregelmässigkeit auftritt, so wird man bald gewahren, dass dieselbe bedingt ist, entweder durch Aenderungen im Nerven selbst oder durch Verunreinigung der Quecksilberoberfläche, niemals aber durch Unregelmässigkeit in der Auslösung d. h. Unterschiede in der Geschwindigkeit des Eintauchens. Wenn man solche absichtlich hervorbringt, durch Abänderung der Fallhöhe in einem Maasse, wie sie in Wirklichkeit bei sorgfältiger Handhabung des Apparates gar nie vorkommen kann, so macht es doch keine merkliche Aenderung in der Zuckungsgrösse.

In Figur 1. ist eine Zuckungsreihe dargestellt, welche in der beschriebenen Weise hervorgebracht

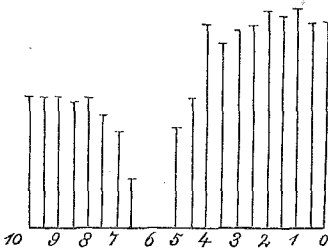


Fig. 1.

ist. Die Zuckungen sind in der Zeitfolge nacheinander entstanden, wie sie in der Figur von links nach rechts aufeinander folgen. Bei der ersten Zuckung stand die sekundäre Rolle des Induktionsapparates 10^{cm}

vom Anfang, bei jeder folgenden Zuckung um 0.5^{cm} dem Anfang näher, wie dies die an der Grundlinie angeschriebenen Zahlen andeuten. Die vertikalen Striche sind die Zuckungshöhen, wie sie sich an der Platte des Myographion zeigen, sie sind also ein Maass für die vom Muskel bei den einzelnen Zuckungen geleistete Arbeit. Die Reize waren lauter Schliessungs-

induktionsschläge, welche den Nerven in aufsteigender Richtung durchflossen. Nach dem Gesagten ist klar, dass die Reizstärke in der Reihe von links nach rechts wächst, indessen nicht proportional den Abscissenwerthen. Nach welchem Gesetze die Reizstärke d. h. die Stärke des Induktionsschlages wächst, ist freilich nicht zu ermitteln. Dies hat aber auch zunächst kein Interesse. Jedesfalls beweist unsere Reihe was sie beweisen soll: Bis zu einem gewissen Werthe der Stromstärke, der in unserem Falle bei einem Rollenabstande von 8^{cm} statt hat, bleiben die Zuckungen konstant (maximal). Bei weiterem Wachsthum der Stromstärke nehmen die Zuckungen ab, so dass sie beispielsweise für die den Rollenabständen 6^{cm} und $5,5^{\text{cm}}$ entsprechenden Werthen der Stromstärke gänzlich ausbleiben, dann wachsen die Zuckungen wieder und erreichen bald einen neuen Maximalwerth, der den ersten bedeutend übertrifft. Reihen wie die mitgetheilte, könnte ich in beliebiger Anzahl vorlegen. Mit einem Worte, es ist ausser allem Zweifel, dass vom Schliessungsinduktionsschlage dasselbe gilt, wie von andern kurzdauernden Strömen, dass nämlich bei aufsteigender Richtung nicht mit wachsender Stromstärke die Zuckungsgrösse in infinitum wächst, resp. bei dem einmal erreichten Maximalwerthe stehen bleibt, dass vielmehr die Zuckungsgrösse, wenn die Stromstärke ein gewisses Maass überschreitet, wieder abnimmt, meist bis Null, um erst hernach wieder zu wachsen und ihr definitives Maximum zu erreichen.

Bei Oeffnungsinduktionsschlägen habe ich die in Rede stehende Erscheinung nicht hervorbringen können, soweit ich auch mit der Stromstärke gegangen bin. Für sie möchte ich bei meiner ursprünglichen Ver-

muthung stehen bleiben, dass sie nämlich in der That allzuschnell verlaufen, als dass sich der Anelektrotonus hinlänglich entwickeln könnte um die Erregungswelle auszulöschen. Ich könnte hierfür noch besondere Gründe geltend machen, die ich indessen auf eine andere Gelegenheit versparen will, da sie mich zuweit vom Ziele der gegenwärtigen Mittheilung abführen würden.

Die beschriebene Thatsache in Betreff der Wirkung des aufsteigenden Schliessungsinduktionsschlages auf den Nerven scheint zunächst nichts Anderes zu sein, als ein erweiternder Zusatz zu meiner Eingangs citirten Arbeit resp. eine Berichtigung einer von mir dort ausgesprochenen Vermuthung. Wir können dieser Thatsache aber noch ein anderes, weitertragendes Interesse abgewinnen, wenn wir in ihr den Beweis dafür sehen, dass sich der Induktionsschlag nicht anders zum Nerven verhält, wie ein länger dauernder Strom. Dass in der That dieser Beweis durch unsere Thatsache geliefert ist, kann keinen Augenblick zweifelhaft bleiben, wenn wir uns die Erklärung ins Gedächtniss zurückrufen, die ich in meiner oben citirten Abhandlung von der entsprechenden Erscheinung bei kurzdauernden Kettenströmen gegeben habe. Dieselbe basirt auf der von Pflüger entwickelten Theorie der durch elektrische Stromschwankungen ausgelösten Muskelzuckungen, insbesondere auf dem Satze, dass beim Anschwellen der Stromstärke im Nerven die Erregungswelle an dem Punkte des Nerven entsteht, wo ihn der elektrische Strom verlässt. Wir müssen also jetzt diesen Satz auch für Induktionsschläge (wenigstens für Schliessungsinduktionsschläge) gelten lassen, nachdem sich bei ihnen gleichfalls die Er-

scheinung gezeigt hat, die eben nur mit Hilfe dieses Satzes zu erklären ist. Merkwürdiger Weise hat aber gerade Pflüger selbst für Induktionsschläge eine Ausnahme von seinem Gesetze statuirt, indem er annimmt, dass bei Induktionsschlägen auf allen Punkten der durchflossenen Nervenstrecke Erregung entsteht, nicht bloss an der negativen Elektrode beim Anschwellen und an der positiven beim Absinken der Stromstärke. Ja Pflüger hat sogar die Annahme, dass der Induktionsschlag auf allen Punkten der durchflossenen Nervenstrecke gleichzeitig reizend wirkt, sehr wichtigen Folgerungen*) zu Grunde gelegt, in Betreff der Erregbarkeit der intrapolaren Nervenstrecke.

Dieser Umstand verleiht den oben beschriebenen Versuchen ein erhöhtes Interesse und muss uns auffordern, die daraus gezogene Folgerung, „der Pflüger'sche Satz über den Entstehungsort der Erregung leide auch auf Induktionsschläge Anwendung“, noch auf andere Proben zu stellen. Der direkteste Weg nach diesem Ziele wären offenbar zeitmessende Versuche. In der That, wenn die Induktionsschläge dem Pflüger'schen Gesetze unterworfen sind, so ist nach meinen**) Erörterungen über die Reizung durch kurzdauernde Ströme zu erwarten, dass die durch einen Induktionsschlag von mässiger Stärke ausgelöste Erregungswelle an der negativen Elektrode entsteht. Es muss also bei absteigender Richtung des Induktionsschlages die Zuckung rascher auf den Reiz folgen als bei aufsteigender, weil die Erregung im ersteren

*) Physiologie des Elektrotonus. Abschn. VI.

**) a. a. O.

Falle eine kürzere Nervenstrecke zu durchlaufen hat, vorausgesetzt natürlich, dass beide Schläge zwischen denselben Elektroden den Nerven durchsetzen. Leider muss ich für jetzt dieser schönen Bestätigung meiner Folgerung entsagen, da ich leider nicht im Besitze eines hinlänglich feinen Myographion bin. Ich möchte aber diejenigen Physiologen, welche in der glücklichen Lage sind über mehr äussere Mittel zu gebieten, dringend auffordern, den hier vorgeschlagenen Versuch auszuführen. Ich zweifle nicht, dass er aufs Entschiedenste meine Vorhersage bestätigt.

Wir können aber noch einen anderen, etwas indirekten Weg einschlagen, um meine Behauptung zu prüfen. Denken wir uns eine Nervenstrecke zwischen die Elektroden eines Induktionsapparates aufgenommen und eine andere ganz ausserhalb der ersteren gelegene Strecke desselben, zwischen die Elektroden einer konstanten Kette. Reizen wir nun mit gleichen Induktionsschlägen einmal bei offener, das andere Mal bei geschlossener konstanter Kette, so wird im zweiten Falle die vom Induktionsschlage ausgelöste Zuckung einen (positiven oder negativen) elektrotonischen Zuwachs erfahren. Dieser Zuwachs muss nun, sofern unsere Ansicht vom Entstehungsorte der Erregung bei Reizung mit Induktionsschlägen richtig ist, grösser ausfallen, wenn der Induktionsstrom auf die elektrotonisirte Nervenstrecke zufliesst als wenn er von ihr wegwärts fliesst. In der That, wenn bei Reizung mit Induktionsschlägen von nicht übermässiger Stärke die Erregung an der Austrittsstelle entsteht, so liegt ja diese der elektrotonisirten Nervenstrecke näher und mithin im Bereiche eines stärkeren Elektrotonus, wenn der Induktionsstrom auf die elektrotonisirte Nerven-

strecke zufließt als wenn er davon fortfließt. Besonders gross ist der Unterschied zwischen dem elektrotonischen Zuckungszuwachs bei der einen und bei der andern Richtung des Induktionsstromes zu erwarten, wenn die von ihm durchflossene Nervenstrecke recht lang[^] ist. Diese Folgerung wird nun aufs Vollständigste durch den Versuch bestätigt. Er kann in 4 verschiedenen Anordnungen angestellt werden, die ich alle ausgeführt habe. Denken wir uns längs dem Nerven 4 Punkte, sie seien von oben nach unten der Reihe nach mit *a*, *b*, *c*, *d* bezeichnet. Wir legen nun erstens an die Nervenstrecke *ab* die Elektroden des Induktionsapparates, in dessen Kreise sich ausserdem noch ein Stromwender befinden mag, so dass man den Schlag entweder abwärts von *a* nach *b* oder aufwärts von *b* nach *a* gehen lassen kann. An *c* und *d* legen wir die Elektroden der konstanten Kette, so dass, wenn der Kreis geschlossen ist, der Strom aufwärts von *d* nach *c* fließt. Die Nervenstrecke *ab* wird sich also dann im Katelektrotonus befinden, der aber bei *b* stärker entwickelt sein wird als bei *a*. Jetzt wird zunächst der unpolarisirte Nerv mit einem Induktionsschlage, der die Strecke *ab* absteigend durchfließt, gereizt, und zwar wird die Stärke dieses Schlages so gewählt, dass eine ganz kleine Zuckung entsteht. Bei den wirklich ausgeführten Versuchen habe ich die Reizung immer dreimal wiederholt, um mich von der Regelmässigkeit des Erfolges zu überzeugen, die drei Zuckungen mussten in ihrer Grösse übereinstimmen. Hierauf wird nun der konstante Strom durch die Strecke *dc* aufsteigend geleitet und bei polarisirtem Nerven die Reizung mit dem vorher benutzten Induktionsschlage wiederholt. Die Zuckung

ist nunmehr bei geeigneter Stärke des polarisirenden Stromes bedeutend grösser als bei unpolarisirtem Nerven. Die Zuckung hat eben einen positiven elektrotonischen Zuwachs erlitten, dessen Grösse wir ins Auge zu fassen haben. Nachher kann man bei unpolarisirtem Nerven noch ein paarmal den Reiz wirken lassen, und es muss dann wieder die erste Zuckungsgrösse zum Vorschein kommen. Nachdem man diese erste Reihe von Zuckungen beobachtet hat, legt man die Wippe im Induktionskreise um und sucht für den aufsteigend gerichteten Induktionsschlag eine passende Stärke, welche wieder beim unpolarisirten Nerven eine kleine Zuckung giebt; nachdem man dieselbe mehrere Male hat zeichnen lassen, wird der aufsteigende polarisirende Strom geschlossen und abermals mit dem aufsteigenden Induktionsschlage gereizt und nun fällt die Zuckung vom polarisirten Nerven nicht viel grösser aus als die vom unpolarisirten Nerven: der positive elektrotonische Zuwachs ist bedeutend kleiner, als wenn der reizende Induktionstrom absteigend gerichtet ist, oft ist er geradezu unmerklich.

In der zweiten Anordnung des Versuches lassen wir den polarisirenden Strom absteigend von *c* nach *d* gehen. Hier haben wir es zu thun mit einem negativen elektrotonischen Zuckungszuwachs, weil jetzt die ganze gereizte Strecke *a b* im Bereiche des Anelektrotonus liegt, und zwar ist dieser Anelektrotonus wiederum viel stärker entwickelt bei *b* als bei *a*. Es ist nun auch hier wieder der elektrotonische Zuckungszuwachs viel bedeutender, wenn der reizende Induktionsschlag von *a* nach *b*, als wenn er von *b* nach *a* gerichtet ist. Man bringt es bei dieser Anordnung namentlich mit Leichtigkeit zu folgender Erscheinung.

Eine gewisse Stärke des von *a* nach *b* also absteigend fließenden Induktionsstromes giebt bei unpolarisirtem Nerven grosse Zuckungen, bei polarisirtem gar keine; dieselbe Polarisation aber bringt eine weit kleinere, durch einen aufsteigenden Induktionsschlag ausgelöste Zuckung nicht zum Verschwinden, ja bei günstigen Verhältnissen vermindert sie dieselbe kaum merklich.

Eine dritte und vierte Anordnung des Versuches erhalten wir noch, wenn wir die Elektroden der konstanten Kette an *a* und *b*, die der Induktionsrolle an *c* und *d* anlegen. Nehmen wir als dritte zunächst diejenige vor, bei welcher der Kettenstrom die Nervenstrecke *a**b* absteigend d. h. von *a* nach *b* durchfließt.

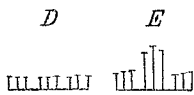


Fig. 2.

Beistehende Figur giebt eine nach diesem Schema angestellte Versuchsreihe, wie sie sich am Pflügerschen Myographion gezeichnet hat. Unter *D* sind neun Zuckungen, hervorgerufen durch absteigend von *c* nach *d* fließende Induktionsströme, die 3 ersten und die 3 letzten Zuckungen bei unpolarisirtem, die 3 mittleren bei polarisirtem Nerven. Man sieht, der elektrotonische Zuwachs, der hier ein positiver hätte sein müssen, da die Strecke *cd* sich im Bereiche des Katelektrotonus befand, ist merklich gleich Null, denn die 3 mittleren Zuckungen sind nicht grösser, als die 3 ersten und die 3 letzten. Unter *E* sind 9 Zuckungen mit aufsteigenden Induktionsströmen bewirkt. Wiederum war bei den 3 ersten und den 3 letzten der Nerv unpolarisirt gewesen, bei den 3 mittleren polarisirt und zwar mit demselben Kettenstrom, welcher gewirkt hatte, während die 3 mittleren Zuckungen der Gruppe *D* gemacht waren. Wir sehen nun in der Gruppe *E*

einen ganz bedeutenden elektrotonischen Zuckungszuwachs.

Die vierte Anordnung endlich unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass der Kettenstrom aufsteigend von *b* nach *a* geleitet wird. In Fig. 3 ist



Fig. 3.

eine Versuchsreihe dieser Art dargestellt. Zunächst

wurden neun Reizungen mit aufsteigendem Induktions-

strom gemacht, die 3 ersten und die 3 letzten bei un-

polarisirtem Nerven, sie ergaben die 3 ersten und die 3 letzten unter *B* verzeichneten Zuckungen. Von den 3 mittleren Reizungen sprach überhaupt nur die erste an und gab die mittelste sehr kleine Zuckung der Gruppe *B*. Die beiden andern gaben gar keine Zuckungen. Wir sehen also hier einen ganz bedeutenden (negativen) elektrotonischen Zuckungszuwachs. Nun kommen unter *C* 9 Zuckungen mit absteigendem Induktionsstrom, die 3 ersten und die 3 letzten bei unpolarisirtem Nerven, die 3 mittleren bei polarisirtem Nerven und zwar mit demselben Kettenstrom, der in der ersten Gruppe gedient hatte. Wir sehen hier einen überaus geringfügigen negativen Zuckungszuwachs. Die mittleren Zuckungen sind eben nur sehr wenig kleiner als die ersten und letzten. Unter *D* endlich ist wiederum der Erfolg von 9 Reizungen mit aufsteigendem Induktionsstrom dargestellt. Die 3 ersten und die 3 letzten, auf den unpolarisirten Nerven wirkend, gaben die 3 ersten und die 3 letzten ziemlich grossen Zuckungen der Gruppe. Die 3 mittleren Reizungen, auf den polarisirten Nerven wirkend, gaben gar keine Zuckungen, was

durch den grossen freien Zwischenraum in der Mitte unter *D* angedeutet ist. Wir sehen also auch hier wieder bei gleicher Polarisation einen ganz bedeutenden negativen Zuckungszuwachs bis zum Werthe Null. Es muss noch hinzugefügt werden, dass die in Rede stehenden Versuche mit Oeffnungsschlägen wie mit Schliessungsschlägen gelingen.

Die beiden zuletzt behandelten Anordnungen sind offenbar für die Beweisführung noch wichtiger als die beiden ersten, da bei diesen die Komplikation hinzutritt, dass die Erregungswelle die vom konstanten Strome durchflossene Strecke zu passiren hat. Ich habe desshalb auch gerade von den beiden letzten Anordnungen Beispiele wirklicher Versuchsreihen gegeben. Es scheint mir durch die mitgetheilten Thatsachen über allen Zweifel erhoben, dass bei Reizung mit mässig starken Induktionsschlägen die Erregung in der Gegend der negativen Elektrode entsteht oder dass wenigstens von dieser Gegend der Erregungsanstoss hauptsächlich ausgeht.

Ist dies einmal festgestellt, dann können wir aber aus den im 6. und 7. Abschnitte der Physiologie des Elektrotonus mitgetheilten Thatsachen nicht mehr ganz dieselben Schlüsse ziehen, welche Pflüger dort gezogen hat. Ganz besonders gilt dies vom 7. Abschnitt, Kapitel 1. Hier beschreibt Pflüger Versuche, welche Folgendes zeigen. Reizt man eine Nervenstrecke mit absteigenden Induktionsschlägen und lässt durch dieselbe Nervenstrecke einen absteigenden konstanten Strom gehen, so erhält man bei schwachem polarisirendem Strome einen positiven, bei starkem einen negativen elektrotonischen Zuckungszuwachs. Be-

kanntlich deutet Pflüger dies Ergebniss so: Bei schwachem polarisirendem Strome ist, wie Pflüger auch aus anderen Gründen wahrscheinlich gemacht hat, der grösste Theil der durchflossenen Strecke im Katelektrotonus, der kleinere Theil im Anelektrotonus. Wenn also an allen Punkten der durchflossenen Strecke in Folge des Induktionsreizes partiale Erregungswellen entstehen, so werden in diesem Falle mehr derselben durch Katelektrotonus verstärkt als durch Anelektrotonus geschwächt. Die Zuckung, welche Pflüger als das Resultat der Summirung aller partialen Erregungen ansieht, muss also vergrössert erscheinen. Bei starken Strömen aber befindet sich der grössere Theil der durchströmten Nervenstrecke im Anelektrotonus. Hier wird also die Mehrzahl der partialen Erregungswellen geschwächt und die Zuckung muss verkleinert erscheinen.

So können wir aber jetzt den Sachverhalt nicht mehr deuten. Da die Erregung nur an der negativen Elektrode entsteht, so ist die Grösse der Zuckung lediglich das Mass für die Erregbarkeit des Nerven an dieser Stelle, nicht das Mass der durchschnittlichen Erregbarkeit der ganzen durchflossenen Strecke. Wenn also bei starkem polarisirendem Strome die Zuckung verkleinert erscheint, so beweist dies, dass unter solchen Umständen die Erregbarkeit in der Gegend der negativen Elektrode unter die Norm gesunken ist. Wir könnten diesen Schluss auch so formuliren, dass bei grosser Stärke des polarisirenden Stromes der Anelektrotonus die ganze intrapolare Strecke, die Gegend der negativen Elektrode selbst mit eingeschlossen ergreift.

Die hier mitgetheilten Versuche sind auch beschrieben in der Inauguraldissertation des Herrn Dr. Bindschädler (Zürich 1865), der ich die zur Erläuterung benutzten Zeichnungen entnommen habe.

Ueber die Einwirkung der Eisenoxydsalze auf Kupferoxydsalze.

von

E. Braun.*)

Das Vorkommen des gediegenen Kupfers in Trapp-
pen und Melaphyren (Zwickau, Oberstein, auf den

*) Mein trefflicher, leider zu früh verstorbener Freund, E. Braun, hatte zu seiner Promotion eine Arbeit über die Reduction von Kupferoxyd durch Eisenoxydul begonnen und 1860—1861 eine Reihe von Versuchen im Göttinger Universitätslaboratorium unter Leitung von Herrn Obermedizinalrath Wöhler angestellt. Die Notizen und Manuscripte des Freundes übernahm ich in der Hoffnung, die begonnenen Untersuchungen bald fortsetzen zu können. Seither war ich aber mit anderen eigenen Arbeiten zu sehr beschäftigt, als dass ich durch selbstständige Versuche die begonnene Arbeit hätte fortsetzen können.

Knop's Beobachtungen (Leonhard u. Bronn's N. Jb. f. Min. etc. 1861 p. 513 ff.) und Wibel's wiederholte Arbeiten haben weitergehende Versuche nothwendig gemacht. Da ich nun selbst keine Zeit dazu hatte, und mir die endliche Veröffentlichung der Arbeit meines Freundes eine immer dringlichere Ehrenschild gegen diesen zu sein schien, veranlasste ich Herrn Dr. W. Weith in der mit Braun früher vielfach besprochenen Richtung die Versuche fort-