© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber die Vitalität der Nervenröhren der Frösche.

Von

A. Kölliker.

Im 1. Hefte des II. Bandes der 3. Reihe der Zeitschrift für rationelle Medicin findet sich ein Artikel des Herrn Stud. med. *Ordenstein* in Giessen, in welchem mehrere der von mir in einer vorläufigen Notiz[1]) angegebenen Thatsachen über die Leistungsfähigkeit der Nervenfasern der Frösche einer Kritik unterzogen und als nicht begründet hingestellt sind. Dies veranlasst mich zu einer Veröffentlichung der von mir bisher angestellten Versuche, obschon ich mir wohl bewusst bin, dass dieselben noch nicht die Vollkommenheit erlangt haben, deren dieselben fähig sind. Da ich jedoch in diesem Winter keine Musse hatte, für längere Zeit solchen zeitraubenden Experimenten mich hinzugeben und es für den weitern Verlauf dieser nicht unwichtigen Angelegenheit doch wünschbar ist, dass die Thatsachen vorliegen, auf die ich meine Schlüsse basire, so wird man mich entschuldigen, wenn ich dieselben, so wie ich sie habe, mittheile.

1. Wiederaufleben getrockneter Nerven.

In meiner vorläufigen Mittheilung sagte ich unter No. 6: »Lässt man Nerven eintrocknen, in welchem Falle bekanntlich die Muskeln ebenfalls lebhaft zucken, so kann man dieselben, nachdem sie vollkommen reizlos geworden sind, durch Wasser wieder leistungsfähig machen.«

Herr *Ordenstein* meint nun zuerst, diese Versuche seien mir einfach vorgekommen, da ich mich jeglicher Mittheilung der Methode enthalten habe, und zweitens, dass die geringe Tragweite der Versuche sich bei einiger Ueberlegung ohne Anstellung derselben ermessen lasse. Ersteres anlangend, habe ich nur zu bemerken, dass meine Mittheilung als eine vorläufige bezeichnet und ganz aphoristisch gehalten ist, so dass Nie-

1) Ueber die Vitalität der Nervenröhren der Frösche in Würzb. Verh. Bd. VII St. 145

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mand berechtigt ist, aus der fehlenden Angabe der angewandten Methoden irgend welche Schlüsse abzuleiten. Den zweiten Punkt betreffend, so hätte Herrn *Ordenstein* etwas mehr Zurückhaltung nichts geschadet. Sein absprechendes vorläufiges Urtheil gründet sich nämlich darauf, dass er annimmt, ich wisse nicht, dass mit Wasser befeuchtete Nerven Electricität besser leiten als trockne. Er denkt sich, mein Versuch bestehe darin, dass ich an eingetrockneten Nerven, die nicht mehr auf Electricität reagirten, die Reizbarkeit wieder habe auftreten sehen, unmittelbar nachdem sie mit Wasser befeuchtet worden waren, und sagt: »es würde die elementarsten Kenntnisse der Electricitätslehre nicht verstehen heissen, wenn man den Grund davon in einer Wiederbelebung der Nerven finden wollte; derselbe liege vielmehr darin, dass der wieder befeuchtete Nerv die Electricität besser leite, dass also der noch mit einem Reste der Erregbarkeit behaftete Nerv jetzt durch viel stärkere Inductionsströme gereizt werde, als der vorher trockene.« Auf die in diesen Worten liegende Insinuation mit Bezug auf das Verhalten trockner und feuchter Nerven gegen Electricität sehe ich mich nicht veranlasst zu antworten, doch verweise ich Herrn *Ordenstein* zu seiner Beruhigung auf eine Stelle in meinem Aufsatze über Lampyris (Würzb. Verh. Bd. VIII.) und will ich nun angeben, wie ich meine Versuche anstellte. Nach möglichst lang heraus präparirtem Nerven wurde derselbe zum Trocknen an freier Luft entweder mit dem Unterschenkel[1]) frei aufgehängt oder in ein Uhrglas gelegt, während der Unterschenkel auf eine Glasplatte kam. Sobald die Zuckungen, die das Eintrocknen bedingte, vorüber waren, wurde der Nerv zu wiederholten Malen erst mit schwächeren und dann mit starken Strömen des *Dubois*'schen Schlittens, der durch ein *Daniell*'sches Element in Thätigkeit versetzt war, untersucht, und das allmälige Absterben desselben vom Schnittende aus verfolgt. War das Ende der Reizbarkeit des Nerven am peripherischen Theile desselben hinreichend constatirt, was beiläufig nach 1½—2 Stunden der Fall war, so wurde das Uhrglas mit destillirtem Wasser von circa 14° R. vollgegossen und der Nerv in kleinen Intervallen von 2 zu 2 Minuten, indem er jedesmal aus dem Wasser herausgenommen und auf einem Objectträger isolirt wurde, mit der electrischen Pincette oder mit schwachen Inductionsströmen geprüft. In den drei gelungenen Versuchen unter sieben, die nach dieser Methode angestellt wurden, trat in keinem die Wiederkehr der Reizbarkeit gleich nach dem Eintauchen des Nerven in Wasser ein, vielmehr in dem einen Falle in 6, in den andern in 8½ und 10 Minuten, und veranlasste mich gerade diess, den Erfolg als eine Wiederbelebung und nicht in dem Sinne des Herrn *Ordenstein* zu deuten. Auch jetzt bin ich noch immer der Meinung, dass diese Auffassung richtig ist, indem trockne Nerven besonders vom Schnittende aus so rasch Wasser

1) Ich habe alle meine Versuche mit ganzen Unterschenkeln und nicht wie *Eckhard* mit dem Gastrocnemius allein gemacht, da an einem solchen Präparate die Reizbarkeit der Muskeln länger sich erhält.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aufnehmen und bis zu einem gewissen Grade aufquellen, dass wenn die Wiederkehr der Leistung der Nerven nur davon herrührte, dass sie feucht Electricität besser leiten, dieselbe schon nach den ersten 2 Minuten sich zeigen müsste, vorausgesetzt, dass die Nerven, wie Herr *Ordenstein* für meine Versuche annimmt, im Innern noch etwas feucht waren. Herr *Ordenstein* ist nun aber nicht blos mit Bezug auf die Deutung der Versuche mit mir im Widerspruch, sondern es ist ihm auch überhaupt nicht gelungen, Nerven, die auf starke electrische Ströme nicht mehr reagirten, durch Wasser wieder zu beleben, was möglicher Weise von der Art der Anstellung des Experimentes abhängt. Ich tauchte die Nerven stets vollständig in Wasser ein, während Herr *Ordenstein* blos angiebt (p. 110) dieselben auf den Electroden des Inductionsapparates mit einem Pinsel allseitig reichlich befeuchtet zu haben, was wenigstens den Gedanken erweckt, dass in seinen Versuchen die Wasserzufuhr keine so vollständige war. Doch will ich hierauf, ohne Näheres zu wissen, kein grösseres Gewicht legen, dagegen erlaube ich mir noch zu fragen, ob Herr *Ordenstein* bei seinen Versuchen nicht einen allzuausgedehnten Gebrauch von den »stärksten Schlägen eines Inductionsapparates« gemacht hat. Ich selbst habe solche starke Ströme nur mit Vorsicht angewendet und nur ganz zuletzt, wenn die Probe mit schwächeren Strömen vorangegangen war, weil ich es möglichst zu vermeiden suchte, die Nerven zu lähmen, und will ich Herrn *Ordenstein* noch daran erinnern, dass auch *Eckhard* bei seinen Untersuchungen über das Wiederaufleben gefrorner Nerven sich nur des einfachen Bogens bediente (Zeitschr. f. rat. Med. X 1850 p. 185).

Mag dem nun sein wie ihm wolle, so kann ich durch eine zweite in diesem Winter angestellte Versuchsreihe alle Zweifel heben und alle meinen ersten Versuchen in den Augen Gewisser etwa noch anhaftenden Mängel beseitigen. Herr *Ordenstein*, der nicht weiss, wie solche Versuche anders anzustellen wären, als er sie gemacht hat (l. c. p. 111) wird daraus zugleich ersehen, dass es besser ist, sich nicht vorschnell über solche Verhältnisse zu äussern. Ausgehend von der von mir nachgewiesenen günstigen Einwirkung halbprozentiger Kochsalzlösungen auf die Nerven, und der ebenfalls viel erprobten erhaltenden Eigenschaft von Temperaturen von 4—6° R. stellte ich diese Wiederbelebungsversuche folgendermaassen an. Nachdem die Nerven wie in der ersten Versuchsreihe getrocknet und ihre vollständige Unwirksamkeit durch starke Ströme des Schlittens constatirt war, brachte ich dieselben in eine halbprozentige Kochsalzlösung, schützte den Unterschenkel durch eine passende Einrichtung vor dem Eintrocknen und stellte das Ganze in einen Raum, der eine Temperatur von 5—6° R. besass. Von Zeit zu Zeit wurde der Nerv untersucht und zwar mit der Pincette und mit dem Schlitten und ein Versuch nur dann als gelungen betrachtet, wenn der feuchte Nerv anfänglich eine längere Zeit (mehrere Stunden) hindurch keine Reizbarkeit gezeigt hatte und dieselbe später sich einstellte. Da ich auf diese mühsamen Versuche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein grosses Gewicht lege, so erlaube ich mir die 2 gelungenen von 9, die nach dieser Methode angestellt wurden, hier in extenso vorzuführen.

Erster Versuch.

24. Januar 10^h 25′ Der möglichst lang herausgelöste Ischiadicus wird zum Trocknen am Unterschenkel frei aufgehängt.

10^h 50′ Tetanus des Unterschenkels.

11^h 30′ Die letzten Zuckungen der Muskeln haben aufgehört.

12^h — Eine Untersuchung des Nerven mit der electrischen Pincette und mit dem Schlitten bei angeschobener zweiter Rolle ergiebt, dass der Nerv nicht mehr irritabel ist. Um ganz sicher zu gehen, wird mit dem Einbringen des Nerven in die belebende Solution noch zugewartet.

12^h 50′ Eine Untersuchung des Nerven mit halb und ganz übergeschobener Rolle des Schlittens ergiebt dasselbe Resultat.

12^h 55 Nun, 2^h 30′ nach dem Beginn des Experimentes, wird der nicht mehr reizbare Nerv in Kochsalz von ½% gelegt, und unter einer Glocke in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume in eine Temperatur von 6^0 R. gebracht.

3^h Nachmittags. Mit der electrischen Pincette und mit dem starken Strome des Schlittens untersucht wirkte der natürlich schon längst wieder aufgequollene Nerv nicht im Geringsten auf die Muskeln.

5^h 45′ Abends. Ebenso. Das Ganze wird über Nacht in einem Raume gelassen, der zwischen 4 und 6^0 R. zeigt.

25. Januar 10^h Morgens. Der Ischiadicus ist reizbar und zwar nicht blos mit schwächeren Strömen des Schlittens, sondern auch mit der Pincette, und bewirkt eine ganz ordentliche Zuckung am Gastrocnemius.

1^h Mittags. Der Nerv ist noch reizbar mit der Pincette, doch bedarf es immer eines mehrmaligen Reizens, um eine Zuckung zu erhalten, doch ist dieselbe dann noch ganz gut.

Der Versuch, von dem Prof. *Pelikan* Zeuge war, wurde hier abgebrochen.

Zweiter Versuch.

24. Januar 10^h 20′ Der Ischiadicus des andern Beines desselben Frosches wird zum Trocknen aufgehängt.

10^h 40′ Tetanus des Unterschenkels.

11^h 20′ Die Zuckungen haben aufgehört.

12^h 5′ Eine Untersuchung des Nerven mit der Pincette und dem Schlitten mit angeschobener Rolle ergiebt, dass derselbe nicht mehr auf die Muskeln wirkt.

12^h 57 Eine Prüfung desselben bei halb und ganz übergeschobener Rolle des Schlittens ergiebt dasselbe Resultat.

1^h Der Nerv kommt in Kochsalz von ½% und wird wie der andere an die Kühle gestellt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3^h 10′ Nachmittags. Eine Prüfung des Nerven mit der Pincette und dem starken Strome des Schlittens ergiebt keine Spur von Reizbarkeit.

5^h 50′ Abends. Der Nerv ist ganz schön reizbar und zwar sowohl mit dem Schlitten als auch mit der Pincette und wirkt gut auf den Gastrocnemius und die Extensoren. Das Präparat bleibt über Nacht in einem kühlen Raume.

25. Januar 10^h 10′ Der Nerv ist noch ebensogut reizbar wie gestern und giebt jedes Mal mit der Pincette und mit dem Schlitten gute Zuckungen der Unterschenkelmuskeln. Zur Demonstration, dass diese nicht unipolare sind, wird das unterste Ende des Nerven durch eine feine feuchte Ligatur unterbunden, worauf die Contractionen ausbleiben. — Auch von diesem Versuch war Prof. *Pelikan* Zeuge.

Durch diese zwei Versuche sind, wie Jeder ohne Weiteres einsehen wird, die Einwürfe des Herrn *Ordenstein* vollkommen beseitigt und wird daher von nun der Satz, dass getrocknete Nerven wieder aufleben können, unbehelligt dastehen. Dass dieses Wiederaufleben nicht leicht zu erzielen ist, kann nicht auffallen und empfehle ich auf jeden Fall denen, die diese Versuche nachmachen wollen, die von mir zuletzt angewandte Methode, ersuche aber zugleich auch, sich durch negative Versuche nicht abschrecken zu lassen. Bemerken will ich übrigens noch, dass ich noch eine andere Methode versucht habe, die möglicherweise noch zu Resultaten führen kann, gegen die sich auch nichts wird einwenden lassen. Dieselbe beruht darauf, dass bei lebenden Fröschen der Einfluss des Willens oder des Rückenmarkes auf einen getrockneten und wieder angefeuchteten Nerven untersucht wird. Ein lebender Frosch wird in passender Weise möglichst festgebunden und dann ein Oberschenkel nach unterbundenen Gefässen bis auf den Nervus ischiadicus so abgetrennt, dass ein langes Stück des Nerven frei liegt. Ist der Nerv, dem ebenfalls eine zweckmässige Lagerung zu geben ist, so weit eingetrocknet, dass das Thier keinerlei Einfluss mehr auf den betreffenden Unterschenkel hat, so wird derselbe in eine flache Uhrschale mit Kochsalz von ½ % eingetaucht, um zu sehen, ob die Einwirkung des Gehirns und Markes auf das abgeschnittene Bein wieder zurückkehrt. Dieser Versuch lässt sich auch an hoch oben decapitirten Fröschen anstellen, in welchem Falle natürlich nur auf die in diesem Falle sehr energischen Reflexbewegungen als Erregungsmittel für den zu prüfenden Nerven gerechnet wird, und kann man in beiden Fällen durch nachträgliche Strychninvergiftung die Impulse und Reactionen der Centraltheile möglichst steigern. Zwei in dieser Weise ausgeführte Experimente, bei denen jedoch ungünstiger Weise nur Wasser und nicht Kochsalz angewendet wurde, haben mir leider nur ein negatives Resultat gegeben, doch verdienen dieselben sicherlich sehr, weiter verfolgt zu werden, um so mehr, da sie auch ein Mittel an die Hand geben würden, um die sensiblen Nerven nach dieser Richtung zu untersuchen. Bei ferneren Versuchen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

über Wiederbelebung getrockneter Nerven möchte ausserdem auch zu untersuchen sein, wie die Nerven sich verhalten, wenn sie rascher, etwa bei 20—25°, oder langsamer, etwa bei 8—10°, getrocknet werden, und wenn die belebende Solution die Temperatur des Froschblutes erhält. Zum Schlusse will ich noch bemerken, dass das Wiederaufleben trockner Nerven an und für sich durchaus nichts Unwahrscheinliches oder Befremdendes hat. Das Beispiel ganzer Thiere und zwar auch solcher, die Nerven besitzen, wie z. B. von Räderthieren, Tardigraden, Entozoen, die aus dem trocknen Zustande durch Wasser wieder zum Leben zu bringen sind, zeigt was hier möglich ist. Wollte man einwenden, dass bei höheren Thieren die Verhältnisse möglicher Weise andere sind, so hätte ich zu sagen, dass auch bei Amphibien sehr Absonderliches vorkommt. Ein alter vergessener Versuch von Fontana (Ueber das Viperngift, Berlin 1787 p. 312) zeigt, dass auch trockne Herzen von solchen Thieren durch Wasser wieder theilweise aufleben. Bei einer durch Ticunas getödteten Testudo graeca wurde das Herz, nachdem schon Verschiedenes mit demselben vorgenommen worden war, in situ der Sonne ausgesetzt. Das Herz wurde schnell trocken und ebenso die Herzohren zum Theil und alles kam zur Ruhe. Nun wurde das Herz befeuchtet; die Kammer blieb unbeweglich, aber die Herzohren fingen wieder an zu schlagen und pulsirten 18 Stunden lang, bis sie wieder trocken wurden. Ich habe diesen Versuch mit isolirten Froschherzen wiederholt. Nachdem ein solches 2 Stunden und 10 Minuten an der Luft gelegen hatte, war dasselbe trocken und still. Dann mit Wasser übergossen, pulsirten schon nach 2 Minuten die Vorhöfe wieder, wogegen allerdings die Kammer wie in *Fontana's* Experiment nicht wieder zum Leben kam. — Ein zweites Herz war nach 2 Stunden trocken und ohne Pulsationen. Mit Kochsalz von ½ % übergossen, kamen nach 30′ die Vorhöfe deutlich aber schwach zum Schlagen, wogegen auch in diesem Falle die Kammer ruhig blieb. — Einige Versuche, die darauf ausgingen, trockne Muskeln wieder zum Leben zu bringen, hatten negativen Erfolg, doch glaube ich, dass bei einer grösseren Anzahl von Experimenten auch nach dieser Richtung ein Resultat sich erzielen lassen wird.

2. Wiederaufleben von Nerven aus concentrirten Lösungen.

In meiner vorläufigen Mittheilung hatte ich angegeben, dass Nerven, die in concentrirten Lösungen ihre Reizbarkeit verloren haben, durch Wasser und diluirte Solutionen wieder lebendig gemacht werden können. Auch dieses Experiment hat Herr *Ordenstein* wiederholt und zwar mit concentrirtem Kochsalz, Glaubersalz und Chlorcalciumlösungen, so wie mit einer concentrirten Kochsalzlösung, die mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt war, doch sah er hiebei von einer Wiederbelebung der Nerven durch Wasser keine Spur. Ich stellte meine Versuche so an, dass ich den Ischiadicus, der bis nahe ans Kniegelenk frei präparirt war, ganz in die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu untersuchende Lösung eintauchte. Zur Prüfung seiner Reizbarkeit wurde er isolirt und erst mit schwächeren Strömen des *Du Bois*'schen Schlittens oder der *Bernard*'schen electrischen Pincette, später auch mit starken Strömen gereizt; war die letzte Spur der Reizbarkeit verschwunden, so wurde er wieder ganz in die diluirte Solution eingetaucht und dann von Zeit zu Zeit wie vorhin untersucht, und auch die Dauer der wieder neu erweckten Reizbarkeit bestimmt. Mehrere Experimente misslangen, weil die Muskeln, wie ich schon in meiner vorläufigen Notiz angegeben habe, in Folge des vorhergegangenen Tetanus in sehr kurzer Zeit starr wurden, ein Verhalten, das auffallender Weise bei Herrn *Ordenstein* keine Berücksichtigung gefunden hat. Bei den gelungenen Versuchen trat die Reizbarkeit meist erst nach längerer Zeit (20′—1ʰ und mehr) wieder auf, nachdem die Nerven längst wieder aufgequollen waren, und verdient daher auch die auf gut Glück hingeworfene Bemerkung des Herrn *Ordenstein*, dass man nicht wisse, ob die Reize, welche der in Salzlösung gelegene Nerv nicht mehr beantworte, dieselbe Grösse haben wie die, welche an dem behufs der Wiederbelebung in Wasser gelegenen angebracht werden, mit andern Worten, ob der Leitungswiderstand der Salzlösung für Electricität nicht grosser sei als der des Wassers, keine weitere Berücksichtigung. Meine Erfahrungen sind so bestimmt, dass ich nicht im Geringsten anstehe, es nur dem Mangel an Ausdauer des Herrn *Ordenstein* zuzuschreiben, wenn er nie eine Wiederbelebung eines in einer concentrirten Solution unwirksam gemachten Nerven sah.

Ich führe nun auch hier wiederum einige Versuche in extenso an:

Erster Versuch. (Mai 1857.)

3ʰ 14′ Mittags Der Nerv wird in eine 10% Lösung von Kochsalz von 14° R. gelegt, worauf gleich Tetanus der Unterschenkelmuskeln eintritt.
— 29′ Der Tetanus ist verschwunden, dagegen sind noch Zuckungen da.
— 37′ Ebenso.
— 42′ Ebenso.
4ʰ — Die Zuckungen sind verschwunden. Der Nerv reagirt weder auf die Pincette, noch auf den starken Strom des Schlittens.
4ʰ 1′ Der Nerv kommt in eine Kochsalzlösung von ½%.
4ʰ 10′ Der Nerv reagirt auf den starken Strom des Schlittens nicht.
4ʰ 40′ Jetzt ist der Nerv mit der Pincette schwach reizbar.
5ʰ — Reizbarkeit mit der Pincette geprüft vollkommen.
5ʰ 20′, 5ʰ 45′, 5ʰ 55′ } Ebenso. Der Versuch wird beendet.

Zweiter Versuch. (Mai 1857.)

3ʰ 17′ Der andere Nerv desselben Frosches kommt in Kochsalz von 10%.
— 18′ Lebhafte Zuckungen der Muskeln.
— 36′ Zuckungen schwach.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3h 59′ Die Zuckungen sind verschwunden, der Nerv ist noch mit der Pincette schwach reizbar.
4h 11′ Nerv todt bei Reizung mit der Pincette und dem starken Strome des Schlittens.
4h 12′ Kommt in Kochsalz von ½%.
4h 20′ Ist noch nicht reizbar, weder mit Pincette noch mit starkem Strome des Schlittens.
4h 42′ Nerv mit der Pincette schwach reizbar.
5h — Mit der Pincette ist nichts zu erzielen.
5h 20′ Nun reagirt der Nerv ziemlich ordentlich auf den Reiz der Pincette.
5h 46′ } Der Nerv ist gut reizbar, aber etwas schwächer als der der andern
5h 57′ } Seite.

Dritter Versuch. (Mai 1857).

11h 15′ Der Nerv kommt in Kochsalz von 10%; gleich starker Tetanus.
11h 45′ Nerv, ganz todt, auch bei Reizung mit starkem Strome des Schlittens.
11h 50′ Derselbe kommt in Kochsalz von ½%.
12h 5′ Noch keine Reaction, weder auf die Pincette noch den starken Strom des Schlittens.
12h 15′ Ebenso.
12h 30′ Jetzt ist der Nerv ganz gut reizbar bei Anwendung der Pincette.
12h 45′ – 1h } Ebenso.
2h 50′ Der Nerv ist nicht mehr reizbar.

Vierter Versuch. (21. Jan. 1858)

3h 16′ Der Nerv kommt in Kochsalz von 10%.
4h 25′ Reagirt auch auf den Strom des Schlittens (bei halb übergeschobener Rolle) nicht mehr.
4h 26′ Kommt in Kochsalz von ½%.
4h 52′ Nerv immer noch reizlos.
5h 7′ Ebenso.
5h 30′ Nun wirkt derselbe schwach aber bestimmt auf den Gastrocnemius bei Reizung mit der Pincette.
5h 50′ Ebenso. Der Nerv wird die Nacht über an einem kühlen Orte aufbewahrt.

Am folgenden Morgen um

10h 15 ist der Nerv ganz gut mit der Pincette reizbar und wirkt auf den Gastrocnemius und die Extensoren.
1h 30′ Ebenso, wirkt auch auf die Zehen.
4h Der Nerv ist mit der Pincette noch schwach reizbar.

Fünfter Versuch. (22. Jan. 1858).

22. Jan. 3h 13′ Nerv in Kochsalz von 10%. Gleich Tetanus.
4h 2′ Zuckungen fertig. Nerv am untern Ende noch etwas mit der Pincette reizbar.
4h 12′ Ebenso. Nerv wirkt vom untersten Ende aus noch ganz schwach auf die Zehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

4h 22′ Nerv todt bei Reizung mit der Pincette und dem Schlitten (bei halb und ganz übergeschobener Rolle).

4h 23′ Nun in Kochsalz von ½%.

4h 53 Nerv immer noch reizlos mit Pincette und starkem Strom des Schlittens.

5h 8′, 5h 30′, 5h 50′ } Ebenso. Der Nerv wird die Nacht über in einem kühlen Raume aufbewahrt.

23. Jan. 10h 15′ Nun ist der Nerv und zwar ganz hübsch reizbar und zwar auch mit der Pincette und wirkt auf alle Unterschenkelmuskeln. Wahrscheinlich war derselbe schon am vorigen Abend reizbar geworden.

1h 30′ Genau ebenso.

4h 2′ Immer noch starke Zuckungen der Muskeln bei Reizung des Nerven sowohl mit der Pincette und dem Schlitten. Dieselben sind nicht unipolar, denn sie bleiben nach dem Quetschen des untersten Stückes des Nerven aus.

Gegen solche Versuche wird wohl selbst Herr *Ordenstein* nichts einzuwenden wissen. Eine weitere Aufzählung halte ich für überflüssig und gebe ich im Folgenden noch eine tabellarische Uebersicht der von mir in dieser Richtung angestellten Versuche.

Tab. I.

Nummer der Versuche.	Tödtende Solution.	Zeit in der der Nerv abstarb.	Belebende Solution.	Zeit, nach der der Nerv in der 2. Solution wieder reizbar wurde.	Dauer dieser Reizbarkeit.	Temperatur d. Solutionen.
1	Kochsalz von 5%	3h 2	2 Na O, Ho, Po5 von 3%	gelingt nicht; die Muskeln sind nicht mehr reizbar.	—	15° R.
2	Kochsalz von 9%	25′	Wasser	gelingt nicht in 53′	1h später die Muskeln starr	15° R.
+3	Kochsalz von 10%	46′	Kochsalz von ½%	39′	nach 1h 15′ noch reizbar	14° R.
+4	Kochsalz von 10%	1h 14′	2 Na O, Ho, Po5 von 3%	1h 5′	nach 2h 8′ die untern ⅔ noch reizbar	13° R.
+5	Kochsalz von 10%	57′	Kochsalz von ½%	30′	nach 1h 17′ noch reizbar	14° R.
+6	Kochsalz von 10%	53′	2 Na O, Ho, Po5 von ½%	21′	2h 14′	16⅔° R
+7	Kochsalz von 10%	30′	Kochsalz von ½%	40′	nach 30′ noch reizbar; nach 2h 20′ nicht mehr	15° R
+8	Kochsalz von 10%	54′	- - -	20′	nach 2h 27′ noch reizbar	16⅔°R.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nummer der Versuche.	Tödtende Solution.	Zeit in der der Nerv abstarb.	Belebende Solution.	Zeit, nach der der Nerv in der 2. Solution wieder reizbar wurde.	Dauer dieser Reizbarkeit.	Temperatur d. Solutionen.
+9	Kochsalz von 10%	1h 9	Kochsalz von ½%	1h 4'	nach 23h 30' noch reizbar	6° R.
+10	Kochsalz von 10%	46'	2 Na O, Ho, Po_5 von 1%	22'	2h 13'	16⅔° R.
+11	Kochsalz von 10%	1h 9	Kochsalz ½%	nach 1h 28' noch nicht nach 17h 52' beobachtet	?	6° R.
+12	Kochsalz von 10%	40'	Wasser	15'	2h 18'	16⅔° R.
13	Kochsalz von 10%	1h 45	Kochsalz von ½%	gelingt nicht	—	14° R.
14	Kochsalz von 10%	1h 27'	- - -	- -	—	14° R.
15	Kochsalz von 10%	1h 3'	- - -	- -	—	14° R.
16	Kochsalz von 10%	59'	- - -	- -	..	14° R.
17	Kochsalz von 10%	50'	- - -	- -	—	14° R.
18	Kochsalz von 10%	46'	- - -	- -	—	14° R.
19	Kochsalz von 15%	36'	verdünnte Zucker-lösung	- -	—	16° R.
20	Kochsalz von 20%	37'	2 Na O, Ho, Po_5 3%	- -	—	15° R.
21	Kochsalz von 20%	18'	2 Na O, Ho, Po_5 3%	- -	—	15° R.
+22	Kochsalz von 20%	18'	Wasser	50'	2h 2'	15° R.
23	Kochsalz von 25%	14'	Wasser	gelingt nicht; nach 1h 14' fast alle Muskeln starr	—	15° R.
24	Kochsalz concentrirt	18'	2 Na O, Ho, Po_5 von 1%	gelingt nicht	—	15° R.
+25	Kochsalz concentrirt	14'	2 Na O, Ho, Po_5 von 1%	2h 25'	28' lang beobachtet; nach 50' nichts mehr	15° R.
26	2 Na O, Ho, Po_5 v. 9%	1h 28'	Wasser	gelingt nicht; 1h nach dem HO Zusatz die Muskeln starr	—	15° R.
27	2 Na O, Ho, Po_5 v. 20%	?	Kochsalz von ½%	gelingt nicht; 1h 30 nach dem Na Cl Zusatz die Muskeln starr	—	15° R.
+28	Glaubersalz 9%	6h —	Wasser	5'	1h 5'	15,3° R.
+29	Glaubersalz 15%	1h 28'	-	27'	1h 2'	15,5° R.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nummer der Versuche.	Todtende Solution.	Zeit in der der Nerv abstarb.	Belebende Solution.	Zeit, nach der der Nerv in der 2. Solution wieder reizbar wurde.	Dauer dieser Reizbarkeit.	Temperatur d. Solutionen.
+30	Glaubersalz 18%	1h 25′	Wasser	24′	1h 5′	15,5°R.
+31	Glaubersalz 20%	1h 25′	–	26′	1h 15′	15,5°R.
+32	Glaubersalz 25%	55′	–	8′	1h 59′	15,5°R.
+33	Glaubersalz 25%	1h —	–	6′	35′ lang beobachtet	15,° R.
+34	Glaubersalz 30%	49′	–	16′	1h 48′	14,7°R.
+35	Glaubersalz 30%	55′	–	20′	2h —	15,5°R.

Unter 35 Versuchen gelangen somit 20; bei den 15 missglückten wurden in 5 die Muskeln in der kürzesten Zeit starr gefunden, was schon an und für sich ein Gelingen unmöglich machte, bei den andern blieb die Ursache des Nichterfolges verborgen. Von den gerathenen Versuchen sind besonders 1, 9, 11 und namentlich 25 bemerkenswerth, weil in diesen eine lange Zeit verstrich, bevor der Nerv wieder reizbar wurde. Im Allgemeinen ist zu sagen, dass die Versuche mit Glaubersalz besser gelangen als die mit Kochsalz und dass bei diesen die Versuche mit 10% Lösungen in der Mehrzahl glückten, während von 7 Experimenten mit stärkeren Solutionen 5 versagten. Herr *Ordenstein* wird es daher wohl auch mit der zu geringen Zahl seiner Versuche zuzuschreiben haben, wenn er nur negative Resultate erhielt.

3. Dauer der Reizbarkeit der Nerven in verschiedenen Solutionen.

In meiner vorläufigen Mittheilung hatte ich contra *Eckhard* den Satz aufgestellt: »Es ist ein allgemeines Gesetz, dass die Reizbarkeit der Nerven den Zustand der Erregung derselben um eine gewisse Zeit überdauert.« Auch diesen Satz beanstandet Herr *Ordenstein* für concentrirte Kochsalzsolutionen, sieht sich dagegen genöthigt, denselben für solche, die mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt waren, zuzugeben und ebenso auch für concentrirte Lösungen von Glaubersalz, und phosphorsaurem Natron wenigstens in gewissen Fällen. Wie Recht ich hatte, den angegebenen Satz auszusprechen, ist aus den folgenden Tabellen zu ersehen, in die auch die Prüfungen diluirter Solutionen eingetragen sind. Die Temperatur der Salzlösungen war 15—16° R., die zur Nervenreizung angewandten Ströme dieselben wie bei der vorigen Versuchsreihe. Ein Aufhören der Muskelzuckungen wurde erst dann angenommen, wenn auch nicht die leisesten Bewegungen an den Zehen und dem Gastrocnemius wahrzunehmen waren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

a. Versuche mit Kochsalz.

Tab. II.

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Muskelzuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Nervenreizbarkeit.	Verhalten der Muskeln.
1	½ pCt.	Aeusserst schwache Zuckungen der Zehen	2′	25ʰ 30′	nach 42ʰ starr gefunden.
2	½ –	Keine	—	7ʰ 23′	nach 7ʰ 12′ Unterschenkelmuskeln nicht mehr reizbar, Tarsusmuskeln reizbar
3	½ –	Keine	—	6ʰ 55′	nach 7ʰ 35′ Unterschenkelmuskeln nur spurweise reizbar, Tarsus reizbar
4	5 –	Anfangs schwach nach 47′ lebhaft	1ʰ 22′	3ʰ 2′	reizlos nach 3ʰ 58′
5	9 –	Lebhaft	15′	25′	nach 2ʰ 40′ viele Tarsusmuskeln und der ganze Unterschenkel starr
6	10 –	Anfangs schwach später fast Tetanus	43′	53′	nach 3ʰ 28′ Muskeln gut reizbar
7	10 –	Ebenso	43′	54′	ebenso
8	10 –	Ebenso nur schwächer	33′	46′	gut reizbar nach 3ʰ 33′
9	10 –	Ebenso	33′	40′	ebenso, doch Unterschenkel schwächer reizbar
10	10 –	Tetanus	48′	28′	gut reizbar nach 2ʰ 41′
11	10 –	Lebhaft	42′	50′	gut reizbar nach 2ʰ
12	10 –	Tetanus	49′	1ʰ 6′	gut reizbar nach 25ʰ
13	15 –	Lebhaft, nach 4′ Tetanus	12′	nach 12′ noch vorhanden, nach 31′ nicht mehr da	?
14	20 –	Tetanus	35′	37′	nach 4ʰ 3′ grösstentheils reizlos
15	20 –	Tetanus	11′	18′	nach 2ʰ 23′ reizlos
16	20 –	Tetanus	16′	18′	nach 5ʰ alle reizlos

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Muskelzuckungen.	Dauer derselben	Dauer der Nervenreizbarkeit.	Verhalten der Muskeln.
17	25 pCt.	Tetanus	12′	14′	nach 1ʰ 28′ alle Muskeln starr, mit Ausnahme des kurzen Zehenstreckers
18	26,5 –	Tetanus	9′	14′	nach 3ʰ 30′ reizlos
19	26,5 –	Tetanus	15′	nach 15′ noch vorhanden nach 20′ verschwund.	?

b. Versuche mit Glaubersalz.

Tab. III.

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Zuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Reizbarkeit der Nerven am Schnittende	am unt. Theil.
1	½ pCt.	Keine	—	1ʰ 20′	nach 2ʰ 7′ noch, nach 3ʰ 5′ nicht mehr
2	1 –	Keine	—	21ʰ 30′	22ʰ
3	1½ –	Keine	—	5ʰ 50′	6ʰ
4	2½ –	Keine	—	24ʰ	26ʰ 30′
5	3 –	Keine	—	22ʰ	23ʰ
6	3 –	Nach 42′ leise Zuckungen	3′	nach 7ʰ 32′ noch reizbar	?
7	4½ –	Keine	—	?	3ʰ 44′
8	5 –	Nach 42′ leise vorübergehende Zuckungen	—	6ʰ 5′	6ʰ 39′
9	7 –	Keine	—	nach 4ʰ noch reizbar	?
10	7 –	Keine	—	?	5ʰ
11	9 –	Keine	—	nach 4ʰ noch reizbar	?
12	9 –	Keine	—	?	6ʰ
13	12 –	Keine	—	nach 3ʰ 23′ noch reizbar	?
14	15 –	Nach 3′ Zuckungen, nach 11′ Tetanus, dann Zuckungen	28′	nach 1ʰ 14′ noch gut reizbar	1ʰ 28′

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Zuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Reizbarkeit des Nerven am Schnittende	am unt. Theil.
15	18 pCt.	Nach 3′ Zuckungen, nach 8′ Tetanus	28′	1^h 13′	1^h 25′
16	20 –	Nach 4′ lebhafte Zukkungen	15′	1^h 11′	1^h 25′
17	25 –	Nach 2′ Zuckungen, nach 5′ ordentlicher Tetanus	15′	nach 40′ noch ganz reizbar	55′
18	25 –	Erst Zuckungen, nach 5′ Tetanus, dann wieder Zuckungen	24′	?	1^h
19	30 –	Nach 2′ Zuckungen, nach 15′ Tetanus	28′	nach 41′ noch ganz reizbar	55′
20	30 –	Nach 1′ Tetanus, dann Zuckungen	30′	?	49′

c. Versuche mit zweibasisch phosphorsaurem Natron.

Tab. IV.

Zahl der Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten d. Zuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Reizbarkeit am Schnittende des Nerven	an seinem untern Theil.
1	½ pCt.	Keine	—	1^h 28′	2^h 43′
2	2½ –	Schwach vereinzelt	?	5^h 3′	8^h
3	2½ –	Keine	—	?	5^h 12′
4	2½ –	Keine	—	?	6^h
5	3 –	Leichte	?	4^h	5^h
6	3 –	Leichte	?	?	5^h 38′
7	3 –	Schwache	1^h 15′	?	6^h 55′
8	9 –	Anfangs schwach, nach 15′ ziemlich lebhaft	35′	?	1^h 28′
9	20 –	Nach 5′ leise, lebhafter nach 25′	50′	?	mehr als 3^h 9′ weniger als 5^h

Eine Beanstandung dieser Versuche mit Bezug auf den von mir ausgesprochenen Satz, dass die Reizbarkeit der Nerven den Zustand der Erregung derselben überdaure, dass somit die Zuckung nicht von dem durch die concentrirten Salzlösungen plötzlich herbeigeführten Tode der Nerven herrühre, scheint mir nicht möglich. Ich habe mich bei denselben vor unipo-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

laren Zuckungen gesichert und auch stets die gänzliche Ruhe der Muskeln abgewartet, bevor ich reizte, und wüsste ich daher nicht, was gegen die Resultate eingewendet werden könnte. Uebrigens hat ja auch Herr *Ordenstein* in dieser Beziehung wenigstens z. Th. dasselbe gefunden wie ich, und steht eigentlich fast nur die concentrirte Kochsalzlösung in Frage. Bei dieser habe auch ich nur eine kurze Dauer der Erregbarkeit der Nerven nach dem Aufhören der Zuckungen gesehen und will ich Herrn *Ordenstein* schon zugeben, dass dieselbe nicht in allen Fällen zu beobachten ist. Hierdurch wird jedoch die Bedeutung der von mir gefundenen positiven Ergebnisse nicht im Geringsten getrübt und bleibt desswegen die von mir vertheidigte Auffassung der Zuckungen durch concentrirte Lösungen doch im Rechte.

Die Tabellen II—IV ergeben, so unvollständig dieselben auch sind, doch noch einige andere Resultate, auf die ich in Kürze aufmerksam machen will.[1] Einmal zeigen dieselben, dass bei gleichen Concentrationen das Kochsalz stärker wirkt als das Glaubersalz und das phosphorsaure Natron, ein Resultat, das mit dem bei den Samenfäden von mir Gefundenen ganz übereinstimmt, und zweitens lehren dieselben auch, dass es bei beiden Salzen eine Concentration giebt, die so zu sagen unschädlich ist. In einer ½ % Kochsalzlösung erhielt sich ein Nerv 25½ Stunden reizbar und beim Glaubersalz fand ich bei Lösungen von 1, 2½ und 3 per Cent eine Dauer der Reizbarkeit von 22, 26½ und 23 Stunden. Meine Beobachtungen sind zu wenig zahlreich, um die Wirkungsweise der beiden Salzlösungen durch eine auf vollkommene Gültigkeit Anspruch machende Curve auszudrücken, nichts desto weniger scheinen mir dieselben alle Beachtung zu verdienen und müssen auf jeden Fall von allen denen wohl gewürdigt werden, welche Versuche über die Einwirkung verschiedner Substanzen in Lösung auf die Nerven anstellen, worüber mein Artikel über Urari nachzusehen ist. Aus diesem Grunde will ich auch noch besonders hervorheben, dass Wasser nichts weniger als eine indifferente Substanz ist, wie vielleicht aus *Eckhard's* Angabe, dass dasselbe innerhalb der Temperaturgrenze 0—16° R. eine auffallend erhaltende Kraft habe, gefolgert werden könnte. Schon im vorigen Jahrhundert hat *Fontana* gezeigt (l. c. pg. 451), dass Nerven in Wasser ungefähr 100 Minuten reizbar

1) In meiner mehrmals citirten Mittheilung habe ich gestützt auf meine Versuche mit Salzlösungen auch den Satz aufgestellt, dass das Nervenmark nicht, sondern nur der Axencylinder leite. In der 2. Aufl. seiner Physiologie p. 617 sagt *Funke* mit Bezug auf diesen Satz: »Bestimmte Beweise für diese Ansicht fehlen; wenn *Kölliker* als solchen angiebt, dass die Reizbarkeit auch nach eingetretener »Gerinnung des Markes« noch erhalten bleibe, so ist diess ebenfalls auch nur eine Behauptung, die durchaus nicht sicher erwiesen ist,« worauf ich mir zu bemerken erlaube, dass es ein eigenes Verfahren ist, eine von mir bestimmt angegebene Thatsache, dass nämlich Nervenröhren mit Mark, das mikroskopisch nachweisbar geronnen ist (Siehe auch Virch. Archiv X pg. 68), noch vollkommen gut leiten, so ohne Weiteres als nicht erwiesen zu bezeichnen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bleiben, was ich im Ganzen bestätigen kann. Ich fand bei vielen Versuchen, dass bei einer Temperatur des Wassers von 13—16° R. Nerven am Schnittende in Zeit von 1ʰ 20′—2ʰ reizlos werden, und auch am mittleren und unteren Theile die Leistungsfähigkeit höchstens bis in die 3. und den Anfang der 4. Stunde hinein erhalten. —

4. Wiederbelebung von Nerven, die in Wasser abgestorben sind.

Ich füge nun auch die in dieser Richtung gemachten Versuche bei, die mir bis jetzt fast nur mit Wasser gelungen sind. Doch zweifle ich nicht, dass bei weiterer Verfolgung derselben günstigere Resultate zu erzielen sein werden. Die Methode war dieselbe wie bei den vorigen Versuchen und bemerke ich nur, dass die Nerven stets ganz in die Flüssigkeit eingetaucht waren, und dass die Temperatur der angewandten Solutionen 13—16° R. war.

d. Wiederbelebungen nach diluirten Solutionen.

Tab. V.

Nummer d. Versuche.	Tödtende Solution	Zeit, in welcher d. Nerv starb.	Belebende Solution.	Zeit, in der der Nerv seine Reizbarkeit erhielt.	Dauer derselben.
+1	Wasser	1ʰ 17′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 1ʰ 20, reizbar gefunden	?
+2	–	1ʰ 17′	Natr. phosph. von 3 pCt.	ebenso	?
3	–	2ʰ 51′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 4ʰ 22′ Nerv nicht reizbar	—
4	–	2ʰ 46′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 55′ nichts	—
+5	–	2ʰ 46′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 55′ reizbar	?
6	Kochsalz von 3 pCt.	6ʰ 55′	Natr. phosph. von 9 pCt.	gelingt nicht, der Nerv bleibt geschrumpft	—
+7	Natr. phosph. von 3 pCt.	6ʰ 55′	Natr. phosph. von 9 pCt.	10′	25′
8	Wasser	2ʰ 27′	Natr. phosph. von 9 pCt.	kein Resultat nach 1ʰ 10′	—
9	–	2ʰ 27′	Natr. phosph. von 9 pCt.	kein Resultat nach 1ʰ 52′	—
+10	–	3ʰ	Kochsalz von 3 pCt.	nach 40′ kein Resultat, dann Na Cl von 15 pCt. nach 15′ Nerv reizbar	22′

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nummer d. Versuche	Tödtende Solution.	Zeit, in welcher d. Nerv starb	Belebende Solution.	Zeit, in der der Nerv seine Reizbarkeit erhielt	Dauer derselben.
+11	Wasser	3^h	Kochsalz von 4 pCt.	nach 20′ Beginn der Reizbarkeit	1^h 20′
12	–	2^h 12′	Kochsalz von 5 pCt.	nach 58′ nichts, nun in Na Cl von 25 pCt.; nach 37′ auch nichts	—
13	–	2^h 7′	Kochsalz von 7 pCt.	nach 57′ nichts, nun in Na Cl. von 25 pCt.; nach 38′ immer nichts	—

Hiermit ende ich diese Mittheilung, indem ich noch einmal bemerke, dass ich diese bei weitem nicht abgeschlossene Untersuchungsreihe nicht veröffentlicht hätte, wenn es mir nicht nöthig erschienen wäre, die Angaben des Herrn *Ordenstein* auf ihr richtiges Maass zurückzuführen. Ich sehe voraus, dass mir für die nächste Zeit keine Musse zur weitern Verfolgung dieser Angelegenheit bleiben wird, und wird es mir daher sehr lieb sein, wenn Andere derselben sich weiter annehmen wollen. Nur möge Jeder, der an solche Versuche geht, sich mit Geduld wappnen und ausserdem auch den Einfluss der Temperaturen (bes. den günstigen Einfluss niederer Wärmegrade für Wiederbelebungen) und der verschiedenen Concentrationen der Salzlösungen nicht ausser Augen lassen, indem durch Nichtbeobachtung der letzteren Momente der günstige Erfolg vollkommen aufs Spiel gesetzt würde.

Würzburg im April 1858.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1857-1858

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Kölliker Albert von

Artikel/Article: Ueber die Vitalität der Nervenröhren der Frösche. 417-433