

Untersuchungen über den Einfluss der Wärme und
der Kälte auf die Reizbarkeit der motorischen
Froschnerven.

Von

Dr. N. AFANASIEFF aus St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XVI. u. XVII.)

Die Arbeiten von Eckhard¹⁾, Harless²⁾ und Schelske³⁾ über den Einfluss verschiedener Temperaturgrade auf die motorischen Nerven sind in ihren Ergebnissen so abweichend und zum Theil einander widersprechend, dass eine erneute Untersuchung nicht überflüssig erscheint. Ich habe mich derselben unterzogen und erlaube mir, die Ergebnisse meiner im physiologischen Laboratorium zu Berlin unter Leitung des Dr. I. Rosenthal angestellten Versuche mitzutheilen.

Der Apparat, dessen ich mich bediente, ist von Dr. Rosenthal angegeben und schon früher zu einigen Versuchen über unseren Gegenstand benutzt worden.⁴⁾ Die Einrichtung desselben ist aus den Figuren der Tafel XVI. leicht ersichtlich. Fig. A. zeigt die ganze Vorrichtung; a ist ein hoher Kessel von starkem Weissblech, von welchem seitlich zwei wagerechte

1) Henle u. Pfeufer, Zeitschr. f. rat. Med., Bd. X., S. 165.

2) Ebendasselbst, dritte Reihe, Bd. VIII., S. 122.

3) Ueber die Veränderung der Erregbarkeit der Nerven durch die Wärme. Habilitationsschrift. Heidelberg 1860.

4) Allg. med. Centralzeit. 1860.

Röhren, b und c abgehen. Beide sind unter einander wieder durch eine lothrechte Röhre d verbunden. Wo b und d zusammenstossen, ist ein hohler Würfel eingesetzt, in welchem sich drei Oeffnungen befinden. In die obere ist ein kurzes, oben offenes Glasrohr eingekittet, eine der beiden seitlichen dient zum Durchtritt eines Thermometers, dessen Kugel sich im Inneren des hohlen Würfels befindet, die dritte Oeffnung bleibt durch einen Kork geschlossen.

Füllt man den Kessel mit Oel, und erwärmt ihn durch eine kleine Flamme, so beginnt eine Circulation des Oeles in dem System der Röhren b, d, c, in Folge deren man durch passende Regulirung der Flamme die Temperatur in dem Würfel stundenlang innerhalb enger Grenzen ($\pm 0,5^{\circ}$ C.) constant erhalten kann. Dies ist das Verfahren für Temperaturen über der Zimmertemperatur. Um dagegen niedrigere Temperaturen zu erzeugen, stellten wir den ganzen Kessel in einen grösseren hölzernen Kübel und umgaben denselben mit kleinen Eisstücken oder einem Gemisch von Eis und Salmiak.

Wir hatten uns die Aufgabe gestellt, ein beschränktes Stück des Nerven für sich zu erwärmen oder zu erkälten und während dessen auf seine Erregbarkeit zu prüfen. Die dazu dienende Einrichtung ist in Fig. B in natürlicher Grösse besonders abgebildet. Der Unterschenkel des Frosches wird auf die verschiebbare Glasplatte, Fig. B 4, gelegt und dort durch Kautschukbänder befestigt. Der Nerv wird auf die Elektroden gelegt und dann mit denselben in das Glasrohr e gebracht, in welches er schlingenförmig hineinragt. Dies geschieht mit Hülfe eines auf das Glasrohr gesetzten Stöpsels, Fig. B 3. Durch den Stöpsel gehen zwei in Glasröhren eingeschmolzene Platindräthe, deren untere, aus den Glasröhren hervorragende Enden hakenförmig gekrümmt sind. Eine solche Elektrode ist in Fig. B 2 besonders abgebildet. In diese Haken wird der Nerv hineingelegt und dann mit dem Stöpsel in das Glasrohr gebracht. Durch den Stöpsel geht ausserdem ein kleines Thermometer, dessen Kugel dicht am Nerven anliegt, und dessen Temperatur ganz genau anzeigt. Der Stöpsel ist seitlich abgeflacht, damit der Nerv zwischen ihm und dem Glasrohr frei

ohne Quetschung durchgehen kann. Zur Verhütung der Vertrocknung ist das Ganze mit einem Glaskasten bedeckt, welcher auf der lackirten Holzplatte p aufruht.

Die Platindräthe stehen durch angelöthete Kupferdräthe in Verbindung mit einem „Schlüssel zum Tetanisiren“, und dieser wieder mit der secundären Rolle eines Magnetelektromotors von du Bois-Reymond. Zur Bestimmung der Erregbarkeit wird die Rolle auf ihrer Schlittenbahn so verschoben, dass eben minimale Zuckungen entstehen. Da jedoch bei der Erwärmung und Abkühlung des Nerven die Leitungsfähigkeit desselben nicht unerhebliche Aenderungen erleidet, so wurde, um den dadurch bedingten Fehler auszuschliessen, in den Kreis der secundären Rolle noch ein Widerstand eingeschaltet, gegen welchen der des Nerven als sehr klein angesehen werden konnte, nämlich eine mit Zinkvitriollösung gefüllte, 2 Zoll lange capillare Glasröhre, welche, zwei Mal rechtwinklig gebogen, mit ihren Enden in die mit der gleichen Lösung gefüllten, innen amalgamirten Zinkzuleitungsgefässe von du Bois-Reymond eintauchte. Die constante Kette, welche den Magnetelektromotor in Bewegung setzte, bestand aus zwei Grove'schen Elementen der kleinen Art, welche du Bois-Reymond in die Technik solcher Versuche eingeführt hat. Um unipolare Inductionswirkungen möglichst zu vermeiden, wurde stets die Helmholtz'sche Modification am Magnetelektromotor angewandt.

Der Plan des Versuchsverfahrens war, den Nerven durch Einsenken in das vorher auf die gewünschte Temperatur gebrachte Oel zu erwärmen oder abzukühlen. Oel wurde aus verschiedenen Gründen gewählt. Erstens kann es sehr verschiedene, niedrige und hohe Temperaturen annehmen, ohne seinen flüssigen Aggregatzustand zu verlieren. Zweitens behält es die ihm ertheilten Temperaturen sehr lange. Drittens ist es an und für sich für den Nerven ein unschuldiges, seine physiologischen Eigenschaften nicht störendes Mittel, wenigstens so lange es rein ist. Wir haben uns davon mehrfach überzeugt, und auf die Reinheit besonderes Gewicht gelegt. Es wurde stets nur reines, frisches Mohnöl angewandt und dasselbe so

gleich verworfen, sobald es beim Schütteln mit blauer Lackmustinctur auch nur eine Spur saurer Reaction zeigte. Viertens endlich ist es ein Isolator der Elektrizität, und der Strom geht bei der von uns benutzten Einrichtung in gleicher Weise durch den Nerven, mag derselbe in das Oel eingetaucht sein oder nicht. Auch hiervon haben wir uns durch eine besondere Versuchsreihe überzeugt.

Um nun den Nerven nach Willkür mit dem Oel in Berührung bringen zu können, war folgende Einrichtung getroffen. Auf der oberen Fläche des Kessels, Fig. A., war eine Oeffnung, welche mit einem durchbohrten Kork verschlossen war. Durch die Bohrung des Korkes ging ein Glasrohr, und dieses stand mittels eines langen Kautschukschlauches mit einer Kautschukugel in Verbindung. Durch Druck auf diese konnte man das Oel in dem Glasrohr heben und mit dem Nerven in Berührung bringen. Der auf die hakenförmigen Elektroden gelegte Nerv behält so während der ganzen Dauer des Versuches unverrückt dieselbe Lage und es wird stets dieselbe Stelle des Nerven gereizt. Die Nerven wurden stets in ihrer ganzen Länge mit-samt den Spinalwurzeln und dem dazu gehörenden Theil der Wirbelsäule präparirt, und die zu reizende Stelle stets so nahe dem Muskel gewählt, als es die Umstände der Vorrichtung irgend zuliessen.

Auf diese Weise glauben wir die bei solchen Versuchen möglichen Fehlerquellen soviel als möglich beseitigt zu haben. Wir theilen nun die Ergebnisse der zahlreichen Versuche (110 mit höheren, 24 mit niederen Wärmegraden) kurz mit. Zu bemerken ist noch, dass die Versuche alle im Sommersemester 1865 bei zum Theil sehr hoher Zimmertemperatur angestellt wurden. Wir wählen daher die Temperatur von 20° C. als Ausgangspunkt und betrachten gesondert die Erwärmung über und die Abkühlung unter diesen Normalpunkt.

1) Einfluss der Erwärmung.

Mässige Erwärmung des Nerven bis zu 35° C. bewirkt eine Erhöhung der Erregbarkeit und nachfolgendes Sinken unter den

ursprünglichen Werth. Der zeitliche Verlauf des Absterbens ist auf einen kürzeren Raum zusammengedrängt als in der Norm und zwar um so mehr, je höher die Temperatur ist. Die Curve der Erregbarkeit, bezogen auf die Zeit, verläuft daher bei diesen Temperaturen in ihrem Anfange über, später unter der gleichen Curve für die Temperatur von 20° C. Je frischer der Nerv noch ist in dem Moment, wo die Erwärmung beginnt, desto beträchtlicher ist die Steigerung der Erregbarkeit und desto längere Zeit bleibt sie gesteigert. Lässt man die Erwärmung auf einen Nerven wirken, dessen Erregbarkeit schon zu sinken begann, so tritt nur unbeträchtliches und kurz dauerndes Ansteigen der Erregbarkeit ein, welchem dann schnell ein desto beträchtlicheres Sinken nachfolgt (vergl. Fig. 8, 9, 16).

Frische Nerven, sogleich auf 35° — 40° erwärmt, verfallen meist in den Zustand der Erregung, so dass die Muskeln in klonische Zuckungen gerathen. Eine Viertelstunde nach dem Ablösen des Nerven von dem Thiere bewirkt dieselbe Erwärmung meist keine Zuckungen mehr. Eben so wenig treten Zuckungen ein, wenn man den Nerven nicht sofort, sondern durch allmähliches oder stufenförmiges Erwärmen auf diese Temperatur bringt. Wenn die Zuckungen vorüber sind, so pflegt die Erregbarkeit niedriger zu sein, als sie vor der Erwärmung war. Wo jedoch keine Zuckungen eintreten, bemerkt man auch bei diesen Temperaturen erst ein Ansteigen der Erregbarkeit, welchem dann ein um so schnelleres Sinken folgt (vgl. Fig. 13, 9, 23).

Auch bei Erwärmung auf 40° — 45° C. treten Zuckungen auf, und zwar sind sie sehr heftig und tetanischer Art. Bei dieser Temperatur hat sie auch Rosenthal schon beobachtet. Bei Temperaturen zwischen 45° und 50° C. kommen Zuckungen gleichfalls zur Beobachtung, aber nicht so constant, und keinesfalls sind sie so heftig, wie bei 40° — 45° . Die höchste Dauer, welche diese Zuckungen erreichen können, ist 1 Minute (vergl. Fig. 14, 18, 20).

Ueberall, wo bei diesen Temperaturen keine Zuckungen eintreten, beobachtet man zunächst ein Ansteigen der Erregbarkeit. Je höher die Temperatur ist, desto kürzere Zeit

dauert das Ansteigen der Erregbarkeit, desto früher schlägt es in ein Sinken derselben um. Bei 50° ist das Ansteigen der Erregbarkeit so plötzlich, dass eine genaue Bestimmung der Zeit nicht möglich ist. Unmittelbar darauf beginnt aber schon das Absinken und zwar mit solcher Geschwindigkeit, dass, während die erste Steigerung vielleicht 10 Cm. betrug¹⁾, das Sinken in der nächsten Minute schon bis 10 Cm. unter den ursprünglichen Normalwerth gelangen kann. Nach diesem plötzlichen Sinken bleibt die Erregbarkeit entweder kurze Zeit unverändert auf dem niedrigen Werthe, welchen sie erlangt hatte, stehen, oder sie zeigt auch wohl ein geringfügiges secundäres Ansteigen, welchem dann aber ein beschleunigtes Sinken und bald völliges Erlöschen folgt (vergl. Fig. 12, 14, 18, 19, 20, 24).

Ganz ähnlich sind die Erscheinungen auch bei den höheren Temperaturen von 50° — 65° C. Nur ist Alles auf einen noch kürzeren Zeitraum zusammengedrängt, und das erste Steigen ist oft gar nicht zu constatiren, so dass die Erregbarkeit gleich beim Beginn der Erwärmung sofort um 10—15 Cm. fällt. Das secundäre Steigen zeigt sich öfter, dann erlischt die Erregbarkeit vollends (vgl. Fig. 17, 21).

Erwärmung auf Temperaturen über 65° vernichtet die Erregbarkeit fast augenblicklich.

Kühlt man den erwärmten Nerven in irgend einem Zeitpunkt wieder ab, so kann unter Umständen die Erregbarkeit wieder hergestellt werden. Dies geschieht bei 40° wieder vollkommen, wie schon Rosenthal beobachtet hat. Zwischen 40° und 50° kann die Erregbarkeit nur wiederhergestellt werden, wenn man den Nerven abzukühlen anfängt, bevor das zweite Sinken stattfindet. Zwischen 50° und 65° ist die Wiederherstellung der Erregbarkeit überhaupt nur unvollkommen möglich, und auch dies in einigermaassen erheblichem Grade nur, wenn die Abkühlung unmittelbar nach dem ersten Sinken eintritt.

1) Diese Zahlenangaben beziehen sich stets auf die Entfernung der secundären von der primären Rolle, wo eben minimale Zuckungen eintreten.

Die Erregbarkeit hält sich dann längere Zeit (bis 30 Minuten) auf einem mässigen Stande, um dann schnell zu erlöschen. Ein eigenthümlicher Zustand, welchen wir mit dem Namen „Scheintod des Nerven“ belegen können, besteht darin, dass der Nerv in Folge der Erwärmung absolut unerregbar, auch für die stärksten Ströme, wird, beim Abkühlen aber seine Erregbarkeit, wenn auch in geringem Grade wieder erlangt. Der Scheintod des Nerven kommt besonders bei Temperaturen von 50° — 65° C. nach dem ersten Sinken der Erregbarkeit zu Stande (vergl. Fig. 17, 19, 20, 21, 24).

2) Einfluss der Abkühlung.

Mässige Abkühlung bis zu 15° C. hat keinen erheblichen Einfluss auf die Grösse der Erregbarkeit, verlängert jedoch ihre Dauer beträchtlich, so dass das Sinken und der endliche Verlust der Erregbarkeit später eintreten, als es bei 20° und darüber der Fall sein würde. Bei beständiger Abkühlung unter 15° bis zu 0° hin nimmt die Erregbarkeit ab, hält sich aber dann sehr lange auf dem niedrigen Werthe, ohne beträchtliche Schwankungen. Plötzliche Abkühlung innerhalb der Grenzen von 20° bis zu 0° bewirkt zunächst eine Steigerung der Erregbarkeit. Diese ist bei Abkühlung auf 10° nur gering, etwas grösser bei Abkühlung auf 5° . Die Erhöhung der Erregbarkeit ist bei 10° sehr anhaltend, viel länger, als die durch Erwärmung erzielte Steigerung der Erregbarkeit. Kürzere Zeit erhält sich die Erhöhung der Erregbarkeit bei 5° und noch kürzere Zeit bei 0° . Es folgt auf die Erhöhung eine Abnahme der Erregbarkeit, aber die geschwächte Erregbarkeit hält sich dann lange constant (vergl. Fig. 1, 3, 4, 5, 6).

Abkühlung auf -1° bis -4° bewirkt niemals Erhöhung der Erregbarkeit, sondern dieselbe sinkt sofort auf ein Minimum, auf welchem sie sich lange Zeit hält. Doch wirken diese Temperaturen nicht zerstörend auf den Nerven, da derselbe in diesem Zustande einer minimalen Reizbarkeit wenigstens während einer Stunde die Fähigkeit behält, bei Erhöhung der Temperatur fast vollkommen wieder hergestellt zu werden (vergl. Fig. 2, 3, 6).

Abkühlung auf -4° und darunter bis zu -8° C. bewirkt klonische Zuckungen des Muskels, welche bis zu 2 Minuten Dauer haben können. Unmittelbar nach dem Aufhören der Zuckungen ist die Erregbarkeit sehr stark gesunken, und bleibt es entweder dauernd, oder sie zeigt ein secundäres Steigen und sinkt erst dann wieder auf einen sehr geringen Werth, auf welchem sie beharrt. Eine Steigerung der Erregbarkeit durch Erwärmung ist in der ersten Viertelstunde stets möglich (vergl. Fig. 2).

Unter -8° wurde die Erkältung nicht gebracht. Eine gänzliche Vernichtung der Erregbarkeit war bei diesen Graden der Abkühlung nicht zu beobachten.

Die hier besprochenen Erscheinungen sind am Klarsten aus einer graphischen Darstellung der Versuchsergebnisse zu erkennen. In den beigegebenen Tafeln sind eine Reihe solcher dargestellt. Die Auswahl ist aus der grossen Anzahl der Versuche so getroffen, dass die hauptsächlichsten Fälle vertreten sind.

Fig. 1 zeigt die Erhöhung der Erregbarkeit durch Abkühlung auf 8° . Nachdem dieselbe wieder gesunken ist, wurde auf 28° erwärmt, wodurch ein abermaliges Steigen und Wiedersinken bewirkt wird. Das Zeichen am Ende der Curve bedeutet, dass der Versuch abgebrochen wurde.

Fig. 2. Abkühlung auf -4° . Das *mmm* in der Curve bedeutet klonische Zuckungen, welche $1\frac{1}{2}$ Minuten andauern. Die Erregbarkeit ist dann sehr gesunken, sinkt dann nach einer vorübergehenden Steigerung noch mehr. Bei der Erwärmung hebt sie sich wieder ein wenig.

Fig. 3. Abkühlung auf -2° . Allmähliches Sinken der Erregbarkeit, dann Constanz. Wiederansteigen durch Erwärmung.

Fig. 4. Abkühlung auf 14° . Steigerung der Erregbarkeit und ziemlich constantes Verharren während 2 Stunden.

Fig. 5. Abkühlung auf 4° . Aehnlich wie Nr. 4.

Fig. 6. Langsame Abkühlung auf -2° . Aehnlich wie Nr. 3.

Fig. 7. Erwärmung auf 39° . Vorübergehende Steigerung. Dann Constanz bei 30° .

Fig. 8. Vorübergehendes Ansteigen bei 24° . Geringfügiges Ansteigen, dann Sinken der Erregung bei 36° .

Fig. 9. Geringfügiges Ansteigen und dann Sinken bei 25°. Erwärmung auf 37° bewirkt kein Ansteigen mehr. Beim Abkühlen steigt die Erregung wieder etwas, um bei erneuter Erwärmung wieder zu fallen.

Fig. 10. Geringfügiges Ansteigen durch Erwärmung auf 35°, dann Sinken, abwechselndes Steigen bei Abkühlung, Sinken bei stärkerem Erwärmen.

Fig. 11. Geringfügiges Ansteigen, dann Sinken bei 32°.

Fig. 12. Starkes Sinken bei Erwärmung auf 44°. Secundäres Steigen und abermaliges Sinken. Das Zeichen + bedeutet vollkommenes Absterben 24 Minuten nach dem Beginn der Erwärmung.

Fig. 13. Erwärmung auf 37°. Kurz dauernder Tetanus (angedeutet durch die enge Zickzackform). Steigerung, dann Sinken der Erregbarkeit.

Fig. 14. Erwärmung auf 51°. Tetanus, starkes Sinken der Erregbarkeit, Tod nach 12 Minuten.

Fig. 15. Geringfügige Steigerung durch Erwärmung auf 28°. Dann ziemliche Constanz bei Schwankung der Temperatur zwischen 38° und 15°.

Fig. 16. Steigerung, dann Sinken bei 30°.

Fig. 17. Tetanus und starkes Sinken bei 64°. Scheintod nach $\frac{1}{2}$ Minute, dauert fast 10 Minuten, dann Rückkehr der Erregbarkeit.

Fig. 18. Kurzer Tetanus ($\frac{1}{2}$ Minute) und Sinken der Erregbarkeit nach 44°. Tod nach 24 Minuten.

Fig. 19. Geringe Steigerung und sofort starkes Sinken der Erregbarkeit bei 50°. Wiederansteigen bei Abkühlung.

Fig. 20. Erwärmung auf 45°. Starker Tetanus von 1 Minute Dauer, sofortiges beträchtliches Sinken der Erregbarkeit, dann geringes secundäres Steigen und tieferes Sinken; Erholung bei Abkühlung.

Fig. 21. Tetanus und starkes Sinken der Erregbarkeit bei 62°. Geringe Erholung bei Abkühlung, Tod nach 25 Minuten.

Fig. 22. Langsames Steigen und dann langdauernde Constanz der Erregbarkeit bei 23°—25°.

Fig. 23. Ansteigen und Wiederabnahme der Erregbarkeit bei 37°. Constanz bei mässiger Abkühlung.

Fig. 24. Abnahme der Erregbarkeit bei 44°. Wiederansteigen bei Abkühlung.

Versuchen wir, die gewonnenen Ergebnisse zu einer allgemeinen Vorstellung über die Wirkungen der verschiedenen Temperaturen auf die Nerven zusammen zu fassen, so müssen wir unterscheiden die Dauer der Erregbarkeit im Nerven und den Grad derselben. Die Dauer der Erregbarkeit, d. h. die Zeit, welche verfließt von dem Augenblicke der Ablösung des Nerven von dem Organismus bis zum Erlöschen aller Erregbarkeit, bis zum Augenblicke, wo auch die stärksten Reize keine Bewegungsimpulse im Nerven mehr auszulösen vermögen, scheint im Allgemeinen um so kürzer zu werden, je höher die Temperatur ist. Dies hat schon Eckhard richtig erkannt, nur hat er bei der fehlerhaften Methode, den Nerven durch destillirtes Wasser zu erwärmen, diese Zeiten durchgehends zu kurz angegeben. Auch Rosenthal's Angaben über diese Zeiten sind noch zu kurz ausgefallen, was vielleicht darin seinen Grund haben mag, dass Rosenthal sich einzelner Inductionsschläge zur Reizung bediente, und den Reiz oberhalb der erwärmten Stelle anbrachte, indem er die Dauer der Erregbarkeit aus der Dauer der Durchgängigkeit für einen oberhalb angebrachten Reiz bestimmen wollte. Der Grad der Erregbarkeit aber, d. h. die Leichtigkeit, mit welcher der Nerv selbst durch schwache Ströme in den Zustand der Erregbarkeit geräth, wird jedenfalls durch niedrige Temperaturen herabgesetzt, durch höhere vergrößert. Dies Letztere ist freilich für die ganz hohen Temperaturen nur schwer oder gar nicht zu beweisen. Doch lässt sich dies so erklären, dass hier die Dauer des Stadiums erhöhter Erregbarkeit sehr kurz ist, daher der Beobachtung sich oft entzieht. Wir können daher annehmen, dass bei Erwärmung des Nerven die Erregbarkeit anfänglich stets steigt, dann aber fällt, und dass das Stadium der erhöhten Erregbarkeit um so kürzer ausfällt, je höher die Temperatur ist. Damit ist denn auch im Einklange, dass die Erregbarkeit wieder steigt, wenn man im zweiten Stadium, d. h. wenn die Erregbarkeit schon gesunken ist, den Nerven wieder abkühlt.

Schwerer ist mit dieser Auffassung die Erklärung des Anstiegs der Erregbarkeit bei mässigen Abkühlungen zu verei-

nigen. Hier sollte doch die Erregbarkeit jedenfalls nur sinken. Dies tritt nun auch wirklich ein, wenn die Abkühlung nur allmählich geschieht. Wenn aber bei plötzlicher Abkühlung die Erregbarkeit steigt, so kann dies in verschiedenen Ursachen seinen Grund haben, für welche ich jedoch keine genügende Erklärung weiss.

Wichtig ist auch, dass die Steigerung der Erregbarkeit bei Erwärmung nur an frischen Nerven auftritt. Da, wie Rosenthal gezeigt hat, auch bei gewöhnlicher Zimmertemperatur die Erregbarkeit eines aus dem Organismus abgelösten Nerven zuerst ansteigt und dann sinkt, so erscheint es, als ob die Erwärmung nur den natürlichen Verlauf des Absterbens auf einen kürzeren Zeitraum zusammendrängt, ähnlich wie ein oberhalb der gereizten Stelle angebrachter Schnitt. Auch dieser erhöht die Erregbarkeit nur, wenn er an einem frischen Nerven und nicht zu nahe der gereizten Stelle angelegt wird. Im anderen Falle ist die Steigerung nur momentan und sofort von einem desto tieferen Fallen gefolgt, wie wir es bei der starken Erwärmung gesehen haben.

Die Erwärmung und Abkühlung hat aber auch einen Einfluss auf den Charakter der Zuckungen. Nähert man bei der Erwärmung des Nerven die secundäre Rolle allmählich der primären, so treten bei einer bestimmten Stellung die Zuckungen zwar schwach, aber sogleich mit tetanischem Charakter und in allen Muskelfasern gleichmässig auf. Beim abgekühlten Nerven aber treten die Zuckungen plötzlich mit grosser Heftigkeit auf, aber immer nur in einzelnen Muskelfasern zugleich, und trotzdem die Unterbrechungen des Magnetelektromotors sehr schnell auf einander folgen, sind die Zuckungen (auch wenn die Stromstärke gross ist) stets klonisch. Es macht den Eindruck, als ob im Nerven ein Widerstand gegen die Aufnahme und Fortpflanzung der Reizung bestehe, und man wird sofort daran erinnert, dass nach Helmholtz und Schelske nicht nur die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven durch die Kälte vermindert wird, sondern auch die Gestalt der Zuckungscurve verlängert. Wenn dies Letztere im hohen Grade geschieht, so muss es in der That dahin führen, den Tetanus un stetig und klonisch zu machen.

Was endlich die erregende Wirkung anbetrifft, welche Rosenthal bei 40—45° beobachtet hat, welche aber nach meinen Versuchen, wenn auch weniger stark, auch unter oder über dieser Temperatur vorkommen kann (auch Rosenthal sah einmal Zuckungen bei 57°), so kann natürlich keine Rede davon sein, sie von einer augenblicklichen Tödtung des Nerven abzuleiten, wie Eckhard wollte. Schon Rosenthal hat darauf aufmerksam gemacht, dass nach dem Tetanus die Erregbarkeit noch lange erhalten bleibt. Schwer aber ist es zu sagen, wie diese Erregung zu Stande kommt. Wir wissen im Allgemeinen, dass jegliche Aenderung im Zustande des Nerven, wenn sie schnell genug erfolgt, im Stande ist, den Nerven zu erregen. Dass Erwärmung und Abkühlung den Zustand des Nerven ändert, ist klar. Wir haben oben die Vermuthung aufgestellt, dass diese Veränderung beim Erwärmen die nämliche ist, wie die, welche beim Absterben eintritt, nur viel schneller erfolgend. Warum sollte nicht diese Aenderung, eben weil sie so schnell erfolgt, auch erregend wirken können? Wir kennen freilich von dieser hypothetischen Veränderung nur das Verhalten der Erregbarkeit. Es ist dies gleichsam nur ein Symptom, und ebensowenig, als wir aus einem einzelnen Symptom das Wesen einer Krankheit erforschen können, ebensowenig sind wir im Stande, das Wesen der Veränderung jetzt schon anzugeben, welche der Nerv durch die Veränderung seiner Temperatur erfährt.

Leider bin ich durch meine bevorstehende Abreise von Berlin verhindert, den Gegenstand weiter zu verfolgen, jedoch behalte ich mir vor, nach meiner Rückkehr denselben wieder aufzunehmen.

Zum Schluss erfülle ich noch die mir sehr angenehme Pflicht, dem Herrn Professor du Bois-Reymond für seine mir so überaus freundlich und wiederholt ertheilten Rathschläge, sowie dem Herrn Dr. Rosenthal für seine stets bereitwillig mir gewidmete Anleitung bei meinen Versuchen hiermit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Berlin, den 18. September 1865.