

Ast und Klappe entsprechen sich demnach ursprünglich genau an Ort und Zahl. Die Venen bestehen aus einer Summe von Abteilungen, Segmenten, deren jedes aus einem Stück zylindrischer Wandung, einer kegelförmigen Erweiterung (Sinus), einer Asteinmündung und einer Klappe mit zwei Taschen gebildet werden. Uebrigens haben die Arterien die ursprüngliche Regelmäßigkeit in den Distanzen der Aeste mit den Venen gemein.

Die Klappen bestehen mit sehr geringen, nur scheinbaren Ausnahmen, immer aus zwei Taschen. Die bisherigen Angaben über eine oder mehr Taschen lassen sich darauf zurückführen, dass entweder die eine kleinere Tasche übersehen wurde, oder dass sie eingegangen war.

Schließlich sei noch erwähnt, dass auch die Lymphgefäßstämme der Extremitäten, sowie des Duetus thoracicus regelmäßige Klappendistanzen zeigen. Bei letzterm konnte nur teilweises Eingehen der Klappen nachgewiesen werden.

Karl Bardeleben (Jena).

## N. Bubnoff und R. Heidenhain, Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirnzentren.

Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiologie XXVI.

## S. Exner, Zur Kenntniss der Wechselwirkung der Erregungen im Zentralnervensystem.

Ebenda Band XXVIII.

Nachdem durch vielfache Untersuchungen des letzten Dezenniums eine funktionelle Differenzirung der Großhirnrinde festgestellt worden war und sich gezeigt hatte, dass diese Differenzirung unter Andern auch durch elektrische Reizung insofern zum Ausdruck kommt, als von verschiedenen Rindenanteilen verschiedene Muskelgruppen in Aktion versetzt werden können, lag es nahe, erstens die Art dieser Erregungen, zweitens ihre Wechselbeziehung zu andern Erregungen etwas genauer zu studiren.

Hiemit beschäftigen sich die beiden genannten, unabhängig von einander unternommenen Experimentaluntersuchungen.

Bubnoff und Heidenhain suchen zunächst eine Antwort auf die Frage: „gibt es motorische Rindenzentren“. Es wurde nämlich nach Bekanntwerden der Reizerfolge, welche Fritsch und Hitzig erzielten, wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass dieselben möglicherweise nicht auf Reizung eines „nervösen Zentralorgans“ beruhen, ja dass man durch Reizung der weißen Stabkranzfasern, welche unter einem sogenannten „Zentrum“ der Hirnrinde liegen, denselben Reizerfolg erzielen könne, wie durch Reizung dieses „Zentrums“ selbst.

Wenn auch nach der bekannten anatomischen Anordnung kaum mehr zweifelhaft sein konnte, dass der über jenen weißen Fasern liegende Rindenanteil dessen Reizung z. B. Bewegung der Vorderpfote eines Hundes auslöst, auch zu dieser Vorderpfote in direkter Beziehung steht, so war doch die Frage noch zu entscheiden, ob in den ursprünglichen Reizversuchen des Gehirns, bei welchen die Elektroden der Oberfläche desselben angelegt worden, Fasern erregt werden, welche ohne weitere zentrale Verbindungen in den Stabkranz eintreten, oder ob der gesetzte Reiz noch irgendwelche Zentralorgane zu passieren hat, ehe er die Rinde verlässt. Die Antwort auf diese Frage lautet: der Angriffspunkt des Reizes ist entweder selbst nervöses Zentralorgan, oder (falls er aus den Fasern der Gehirnrinde besteht) es liegt ein solches zwischen ihm und dem Stabkranz.

Der Beweis hierfür liegt in einer schon von François-Franck und Pitres aufgedeckten Tatsache, die darin besteht, dass die Reizung, wenn sie die Rinde trifft, erstens nennenswert länger braucht, um bis zu dem Muskel zu gelangen, zweitens eine anders gestaltete Zuckung auslöst, als wenn sie die Stabkranzfasern trifft. B. und H. bestätigen diese Ergebnisse von François-Franck und Pitres, widersprechen aber einem andern von diesen Autoren ausgesprochenen Satz, nämlich dass die Zeit, welche vom Momente der Reizung bis zum Beginn der Muskelzuckung vergeht, unabhängig sei von der Intensität der Erregung. Vielmehr sinkt diese Zeitdauer (sie zählt nach Hunderteln von Sekunden) bei Steigerung der Reizintensität. B. und H. finden weiter, dass die Rinde in hohem Grade die Eigenschaft hat, Reize zu summieren. Elektrische Schläge, welche so schwach sind, dass jeder für sich keine Muskelzuckung auszulösen vermag, sind im Stande kräftige Reaktionen zu erzeugen, wenn sie rasch aufeinander folgen. Die Summation tritt um so leichter ein, je kürzer das Reizintervall ist. Nicht bloß elektrische und von der Hirnrinde ausgehende Reize hinterlassen eine Nachwirkung, welche der nächstfolgenden Erregung zu gute kommt, sondern jede Art der Reizung, welche eine Zuckung auslöst, z. B. eine Reflexreizung oder auch eine spontane.

Die Versuche, welche zu den angeführten Resultaten führten, wurden wie üblich an Hunden angestellt, die mit Morphinum narkotisiert waren. Es ist bekannt, dass manche Hunde (und wie ich beifügen will, auch Kaninchen) durch Morphinum in einen Zustand geraten, welcher in gewissem Sinne dem gewöhnlichen Verhalten geradezu entgegengesetzt ist; sie erfahren eine Steigerung ihrer Reflexerregbarkeit. Bei solchen beobachtete B. und H. die geringsten Werte für jene vom Momente der Reizung bis zur Auslösung der Zuckung verfließende Zeit; sie sinkt bis auf 0,02 Sekunden herab. Andererseits bewirkt das Morphinum bisweilen eine auffallende Langsamkeit der durch Reizung ausgelösten Bewegungen und an solchen Tieren ist die Zeit, welche zwischen Rindenreizung und Muskelzuckung verfließt eine

besonders lange; in einem speziellen Falle beträgt sie 0,17 Sekunden. Die Reizung der unter der Rindenstelle gelegenen weißen Fasern zeigt, dass die Verzögerung des Beginns und des Verlaufs der Muskelaktion zum großen Teil der Hirnrinde zuzuschreiben ist, und da schon bei den gewöhnlichen Narkosen die Rinde den Eintritt der Zuckung verzögert, wie der Vergleich mit den Reizeffekten der Stabkranzfasern zeigte, so nehmen B. und H. an, dass die Erregungen im Gehirn gewöhnlich unter hemmenden Einflüssen stehen.

Sensible Reizungen, wie Zerrung des Nerv. ischiadicus oder Druck auf die Bauchwandungen bewirken oft (nicht immer) Verzögerung des Eintritts der Kontraktion, Verlängerung und Verflachung der Zuckungskurve.

Besondere Beachtung verdienen die Versuche, welche sich auf die Erregbarkeitsänderungen infolge sehr schwacher Reize beziehen. Ein elektrischer Strom wird soweit abgeschwächt, dass er auf die Hirnrinde appliziert, keine oder eine sehr geringe Zuckung in dem zur Beobachtung gewählten Pfotenmuskel hervorruft. Dieser Strom bewirkt eine kräftige Aktion des Muskels, wenn kurz vor seiner Einwirkung sanft mit der Hand über die Pfote gestrichen wurde. Ähnliches, wenn auch nicht in so hohem Grade, bewirkt das Streichen der Haut auf der gleichseitigen Bauch- oder Brustseite.

In andern Fällen kann man den gegenteiligen Effekt sehen. Bei manchen Tieren bringt nämlich ein Reiz, der sonst nur eine Zuckung im Pfotenmuskel hervorruft, eine dauernde Kontraktur dieses Muskels zu stande und streicht man in einem solchen Falle über die Pfote, so gewahrt man ein plötzliches Nachlassen der Kontraktur, also eine Aufhebung der Erregung. Denselben Effekt kann man gelegentlich durch akustische Eindrücke erreichen oder indem man dem Hund kräftig ins Gesicht bläst, oder den N. ischiadicus sehr schwach durch elektrische Ströme reizt.

Doch nicht bloß von der Peripherie her kann die Erregung gehemmt werden. Ist der Muskel durch intensive Reizung der betreffenden Rindenstelle in Kontraktur versetzt worden, so gelingt es durch schwache Reizung derselben Rindenstelle die Kontraktur auf einmal oder absatzweise zu lösen. Doch ist es nicht nötig das „Zentrum“ selbst zu reizen um die Lösung zu bewirken, auch von entferntern Anteilen der Rinde aus gelingt dies.

Die Verfasser knüpfen an die hier ihrem wesentlichsten Inhalte nach mitgeteilten Versuchsergebnisse Betrachtungen über die Erregungsvorgänge in den nervösen Zentralorganen, die sich im Auszuge nicht wol mitteilen lassen. Nur das mag erwähnt werden, dass sie jede Erregung in der Hirnrinde als von Hemmungsvorgängen begleitet betrachten und dass sie in dem richtigen Gleichgewicht zwischen diesen beiden antagonistischen Aktionen das Charakteristikum der normal funktionirenden Hirnzentren sehen, während sie in der Störung

dieses Gleichgewichts die Erklärung von hypnotischen sowie von hysterischen Zuständen finden.

Die zweite der obengenannten Abhandlungen, welche von mir herührt, beschäftigt sich hauptsächlich mit dem Studium einer Erscheinung, die ich im Gegensatze zur Hemmung „Bahnung“ nenne. Sie besteht darin, dass der Ablauf eines Reizes im Zentralnervensysteme Bahnen derselben, auf die er sich erstreckt, für kurze Zeit in einen Zustand versetzt, in welchem sie für einen zweiten Reiz erregbarer sind. Sucht man z. B. bei einem Kaninchen diejenige Stelle der Großhirnrinde auf, bei deren Reizung die schwächsten Ströme nötig sind, um einen bestimmten Muskel der gegenseitigen Pfote<sup>1)</sup> in Aktion zu versetzen und reizt dieselbe mit einzelnen Induktionsschlägen, so erhält man jedem Reiz entsprechend eine Zuckung des Muskels. Derselbe Muskel kann auch reflektorisch zu Zuckungen angeregt werden, indem man durch einzelne Induktionsschläge eines andern Stromkreises die sensiblen Fasern der Pfote in der Pfote selbst reizt. Bestimmt man in einem gegebenen Fall die Höhe der Reflexzuckung und lässt dann kurz ehe wieder eine Reflexzuckung ausgelöst wird, einen Reiz auf die genannte Stelle der Rinde wirken, so dass zwei Zuckungen auf einander folgen, so zeigt sich die Reflexzuckung erhöht, d. h. der von der Rinde zum Muskel fließende Reiz hat den Ablauf des Reflexreizes von den sensiblen Nerven der Pfote zu dem Pfotenmuskel begünstigt, er hat „bahnend“ gewirkt.

Umgekehrt kann man den Effekt der Rindenreizung erhöhen, wenn kurz vorher eine Reflexzuckung ausgelöst worden war. Man kann die Tatsache der „Bahnung“ auch in der Weise demonstrieren, dass man z. B. den Reflexreiz so schwach macht, dass er allein gar keine Zuckung auslöst, geht ihm aber eine von der Rinde aus hervorge-rufene Zuckung voraus, so tritt jetzt die Reflexzuckung ein. Ja man kann beide Reize so schwach machen, dass keiner für sich allein wirksam ist. In ihrer Aufeinanderfolge ist der zweite wirksam.

Diese Erscheinung der „Bahnung“ tritt um so deutlicher hervor, je kürzer das Intervall zwischen den beiden Reizungen ist, wird dasselbe aber größer als eine Sekunde, so ist sie, wenigstens unter der angewendeten Versuchsanordnung, nicht mehr sicher nachweisbar.

---

1) Ich will bei dieser Gelegenheit ein literarisches Uebersehen berichtigen. Ich habe nämlich im Jahre 1881 (vergl. Biol. Centralbl. Bd. I. S. 635) durch Versuche am Kaninchen, die schon früher von mir für den Menschen festgestellte Tatsache erhärtet, dass die Rinde einer Hemisphäre mit Muskeln beider Körperhälften in Verbindung steht. Ich konnte nämlich beim Kaninchen durch Reizung z. B. des rechten Rindenfeldes der Vorderpfote nicht nur die linke, sondern auch die rechte Pfote in Aktion versetzen. Bei der betreffenden Publikation hatte ich übersehen, dass schon vor mir François-Franck und Pitres in der oben zitierten Abhandlung analoge Versuche mit demselben Erfolg an Hunden angestellt hatten.

Im angeführten Falle ist den gangbaren Vorstellungen entsprechend der von der ersten Erregung zurückgelegte Weg innerhalb des Zentralnervensystems teilweise identisch mit dem von der zweiten Erregung durchflossenen. Weniger auffallend, aber wahrscheinlich wesentlich von derselben Art sind die Verhältnisse in den folgenden Beispielen.

Reflexzuckungen eines Pfotenmuskels, ausgelöst durch elektrische Reizung der sensiblen Pfotennerven, werden erhöht, wenn kurz vor Eintritt des Pfotenreizes ein intensiver Schall das Ohr des Kaninchens trifft.

Ich sage, dass diese Art der Bahnung wesentlich von derselben Art sein dürfte, wie die obige, weil es möglich ist, auch durch den Schallreiz allein, wenn seine Intensität nur groß genug ist, Reflexe in den Pfotenmuskeln (sowie auch in andern Körpermuskeln) hervorzurufen. Jener akustische Reiz dürfte sich also mit Rücksicht auf die darauffolgende Pfotenreizung ähnlich verhalten wie der oben angeführte Hirnrindenreiz, der für sich allein zwar unzureichend war, eine Zuckung auszulösen, aber doch bahrend gewirkt hat.

Eine Reflexzuckung, die durch eine vorhergehende Rindenreizung verstärkt ist, wird noch weiter verstärkt, wenn außer dem Rindenreiz auch noch ein akustischer Reiz vorausgeschickt wird.

Die Reflexzuckungen des rechten Pfotenmuskels werden ferner verstärkt durch vorausgehende elektrische Schläge, welche die linke Vorderpfote oder eine der beiden Hinterpfoten treffen.

Zwei Reize, welche denselben Angriffspunkt haben, z. B. zwei elektrische Schläge, welche die Hirnrinde oder die sensibeln Fasern der Pfote in nicht zu großem Zeitintervall treffen, zeigen ebenfalls die genannte Erscheinung; in dieser Form ist dieselbe schon lange bekannt und als „Summation der Reize“ eingehend studirt. Den Schluss der Abhandlung bildet eine Diskussion über die Begriffsbestimmung von „Summation der Reize“ einerseits und „Bahnung“ andererseits.

Auf die Versuchseinrichtungen, welche in den beiden referirten Arbeiten verwendet wurden, glaube ich hier nicht eingehen zu sollen.

Sign. Exner (Wien).

---

### Zur Begriffsbestimmung organischer Individuen.

1) S. Philipp, Ueber Ursprung und Lebenserscheinungen der tierischen Organismen; Lösung des Problems über das ursprüngliche Entstehen organischen Lebens in unorganisirter Materie. Leipzig, Ernst Günther's Verlag 1883. 12. 179 Seiten. 3 Mark. (Nr. 14 in der Reihe der von der Verlagsbuchhandlung herausgegebenen Darwinistischen Schriften). — 2) Ed. Montgomery, 1. The Substance of Life („Mind, a Journal of Psychology and Philosophy“. July. 1881). — 2. The Unity of the organic Individual. — 3. Causation and its organic

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Bubnoff N., Exner Sigmund Ritter von Ewarten,  
Heidenhain Rudolf Peter Heinrich

Artikel/Article: [Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirnzentren; Zur Kenntniss der Wechselwirkung der Erregungen im Zentralnervensystem. 84-88](#)