

Auch der Zusammenhang der Zellenhaufen mit den Anlagen der Visceralbogen lässt sich bestreiten. Man findet an genau senkrecht geführten Schnitten selbst noch jüngerer Lachsembryonen eine deutliche Lücke zwischen Ohrknorpelanlage und derjenigen der Visceralbogen (s. meine Tafel III Fig. 15). Dass der vorknorpelige Belag der Ohrkapsel vollkommen von dem parachordalen Vorknorpel getrennt sei, lässt sich nicht behaupten, auch nicht an ganz jungen Lachsembryonen. Soviel ist aber sicher, dass der beide Massen verbindende Strang nur ein sehr dünner ist. Die knorplige Differenzierung des Schädels erfolgt nicht durch Auswachsen eines Herdes, sondern vollzieht sich an ganz getrennten Stellen. Jede Ohrkapsel erhält einen, jede zur Seite der Chorda gelegene Vorknorpelmasse zwei isolirte Knorpelherde, sodass abgesehen von den Rathke'schen seitlichen Schädelbalken zu einer gewissen Zeit sechs getrennte Knorpelinseln am Schädel nachzuweisen sind. Von einer von der Chorda aus weiterschreitenden Verknorpelung kann deshalb keine Rede sein.

Aber wenn man auch dieser Tatsache der isolirt auftretenden Knorpelherde, die ich durch zahlreiche Präparate festgestellt habe, mit dem Einwurf begegnen wollte, dass die knorpligen Differenzierungen doch in einem ursprünglich von der Chorda aus entstandenen Gewebe sich vollziehen, dass durch den Nachweis isolirt entstandener Knorpelherde der Zusammenhang, die Abhängigkeit des Schädelknorpels von dem parachordalen Gewebe keine Alteration erleide, selbst dann könnte die Behauptung von Noorden's keine Gültigkeit beanspruchen. Man braucht nur ca. 10 mm lange Lachsembryonen zu untersuchen, um sich zu überzeugen, dass die „seitlichen Schädelbalken“ Rathke's außer jeder Beziehung zur Chorda sich entwickeln. Die Schädelbalken sind selbst noch zu der Zeit, wo wirklicher Knorpel in ihnen entsteht, scharf getrennt von den parachordalen Zellenhaufen und stehen mit diesen in keiner, selbst nicht in vorknorpeliger Verbindung. Damit fällt der letzte Halt, an den sich die Behauptung von Noorden's noch anklammern könnte.

**Philipp Stöhr** (Würzburg).

### Ueber die Ursache der Oeffnungszuckung.

E. Hering, Ueber Nervenreizung durch den Nervenstrom (Wiener akad. Sitzungsber. LXXXV. Bd. III. Abt. 1882). — W. Biedermann, Ueber scheinbare Oeffnungszuckung verletzter Muskeln (Wiener Sitzungsber. LXXXV. Bd. III. Abt. 1882). — P. Grützner, Ueber das Wesen der elektrischen Oeffnungserregung (Breslauer ärztliche Zeitschrift. 1882. Nr. 23). — R. Tigerstedt, 1) Ueber innere Polarisation in den Nerven. 2) Zur Theorie der Oeffnungszuckung. (Mittheilungen vom physiolog. Laboratorium in Stockholm. II. Heft.) L. Hermann, Ueber das Wesen der Oeffnungserregung (Pflüger's Archiv XXXI. p. 99 ff.).

Nachdem zuerst Hering a. a. O. auf einen besondern Fall von

Interferenz zwischen dem Demarkationsstrom eines Nerven und einem künstlichen Reizstrom hingewiesen hatte, in welchem eine eigentlich durch Schließung eines Nervenstromzweiges bedingte Zuckung als durch Öffnung eines schwachen Kettenstromes bewirkt erscheint und umgekehrt eine durch Öffnung eines Nervenstromzweiges herbeigeführte Zuckung als die Folge der Schließung eines schwachen Kettenstromes, so dass hier die Verwechslung einer Schließungszuckung mit einer Öffnungszuckung und umgekehrt möglich wird, und nachdem Ref. das tatsächliche Vorkommen solcher „scheinbarer“, durch äußere oder innere Nebenschließung des Demarkationsstromes bedingter Öffnungszuckungen bei elektrischer Reizung verletzter Muskeln nachgewiesen und zugleich auf die Bedeutung aufmerksam gemacht hatte, welche unter Umständen der infolge der Durchströmung sich entwickelnde, entgegengesetzt gerichtete Polarisationsstrom für die fragliche Erscheinung besitzen dürfte (l. c. p. 158, vergl. auch biolog. Centralblatt Bd. II Nr. 18 p. 564 ff.), versuchten fast gleichzeitig Grützner und Tigerstedt alle bei indirekter Muskelreizung zu beobachtenden Öffnungszuckungen als Schließungszuckungen zu deuten.

Ihrer Anschauung zufolge würde also das Verschwinden eines elektrischen Stromes an und für sich niemals als Erregungsursache wirken, jede sogenannte Öffnungserregung wäre vielmehr in ihrem Wesen eine Schließungserregung, entweder bedingt durch äußere, beziehungsweise innere Nebenschließung des Demarkationsstromes, im Falle der Reizstrom in nächster Nähe eines künstlichen Querschnittes eintritt und jenen daher während seines Bestehens zum Teil kompensiert, oder ausgelöst durch den im Augenblick der Öffnung des Reizstromes sich im Nerven selbst oder zugleich auch durch eine äußere Nebenschließung abgleichenden polarisatorischen Gegenstrom, im Falle der unversehrte Nerv in der Kontinuität unter Bedingungen gereizt wird, welche das Entstehen eines genügend starken negativen Polarisationsstromes ermöglichen. Dieser letztere spielt dann eben ganz dieselbe Rolle wie der Demarkationsstrom in dem ersterwähnten Falle.

Nach Grützner und Tigerstedt hätte man demnach zwei (hinsichtlich ihrer Entstehungsursache) verschiedene Arten von „scheinbaren“ Öffnungszuckungen zu unterscheiden:

1) Die zuerst vom Ref. (a. a. O.) bei direkter Reizung entnervter Muskeln in ihrer wahren Bedeutung erkannten „Querschnitts-Öffnungszuckungen“<sup>1)</sup> und

2) die durch das plötzliche Hervorbreehen des dem Reizstrom

1) Ref. hatte vorher schon die Abhängigkeit der Öffnungszuckungen vom Querschnitt auch bei indirekter Muskelreizung konstatiert. Doch blieb die Deutung der betreffenden Tatsachen damals noch zweifelhaft (vergl. biolog. Centralblatt I. Bd. S. 746 ff.).

entgegengesetzt gerichteten Polarisationsstromes bedingten scheinbaren Oeffnungszuckungen, zu welchen höchst wahrscheinlich alle seinerzeit von dem Ref. als „primäre Oeffnungszuckungen“ bezeichneten Zuckungsformen (nach Abzug der mit denselben hinsichtlich der Form und des zeitlichen Verlaufs durchaus übereinstimmenden und daher ursprünglich als gleichwertig betrachteten Querschnitts-Oeffnungszuckungen) gerechnet werden müssen (vergl. biolog. Centralblatt I. Bd. S. 746 ff.). Ob, wie Grützner annimmt, auch die vom Ref. (Wiener Sitzungsber. LXXXIII. III. Abt. u. biolog. Centralblatt I. Bd. S. 746) als „sekundäre“ bezeichneten, dem Ritter'schen Oeffnungstetanus gleichwertigen Oeffnungszuckungen, welche durch ihr oft sehr verspätetes Auftreten und eine höchst auffallende Abhängigkeit von der Schließungsdauer des Reizstromes charakterisirt sind, ebenfalls als „scheinbare“, durch den polarisatorischen Gegenstrom bedingte Oeffnungszuckungen aufzufassen sind, erscheint Ref. nicht wahrscheinlich.

Nach dem bisher Erwähnten und mit Rücksicht auf die in einem frühern Referate enthaltenen ausführlicheren Erörterungen dürfte es überflüssig sein, hier nochmals auf das Wesen und die Entstehungsbedingungen der Querschnitts-Oeffnungszuckungen einzugehen, und es erübrigt daher nur noch die Gründe zu erörtern, welche Grützner und Tigerstedt für die Annahme geltend machen, dass gewisse Formen von Oeffnungszuckungen durch den negativen Polarisationsstrom verursachte Schließungszuckungen sind. Es ist eine besonders durch du Bois-Reymond's und Hermann's Untersuchungen sichergestellte Tatsache, dass, wenn einem Nerven oder Muskel oder auch Teilen des elektrischen Organs der Zitterfische (vergl. in letzterer Beziehung Bd. I des biolog. Centralblatts S. 698) durch unpolarisirbare Elektroden ein Kettenstrom zugeführt wird, sich nach Oeffnung desselben die von den Reizelektroden berührten Stellen elektromotorisch ungleichartig verhalten, auch wenn sie vorher völlig gleichartig waren, und zwar derart, dass in einem angelegten Bogen ein dem Reizstrom entgegengesetzt gerichteter („negativer“) Polarisationsstrom nachweisbar ist, dessen Stärke von Intensität und Dauer des ursprünglichen Stromes wesentlich abhängt<sup>1)</sup>.

Es ist nun mit Rücksicht auf das früher Gesagte leicht ersichtlich, wie dieser Strom bei genügender Stärke dieselbe Rolle wie der Demarkationsstrom spielen könnte und unter denselben Umständen

---

1) Außer dieser negativen Polarisation der Muskeln, Nerven und des elektrischen Organs ist durch du Bois Reymond auch das Vorhandensein positiver Polarisation an den drei genannten Gebilden konstatiert worden, so dass unter Umständen die Durchströmung zur Entstehung eines dem polarisirenden gleichgerichteten Stromes Anlass gilt. In einem folgenden Referate wird auf diese Erscheinung und die diesbezügliche neueste Publikation von du Bois näher eingegangen werden.

wie dieser zur Entstehung scheinbarer Oeffnungszuckungen zu führen im stande wäre.

In der Tat versuchte denn auch schon Peltier, welcher im J. 1836 die negative Polarisation durchströmter Froschgliedmaßen zuerst beobachtete und dessen Untersuchungen den Ausgangspunkt der diesbezüglichen Arbeiten du Bois-Reymond's bildeten, die Oeffnungszuckung durch den Polarisationsstrom zu erklären. Indess machte bereits du Bois-Reymond gegen diese Auffassung den Umstand geltend, dass doch „diese Ladungen, um einen Strom durch den Nerven hervorzubringen, allem Anschein nach eine geschlossene Kette brauchen dürften, diese Bedingung aber eben durch das Oeffnen verloren geht“<sup>1)</sup>. Auch Matteneei schloss sich der Meinung Peltier's an, dass durch die (negative) Polarisirbarkeit des Nerven die Erscheinung der Oeffnungszuckung erklärt werden könne, ohne jedoch beweisende Tatsachen beizubringen<sup>2)</sup>.

Was den eben berührten Einwand du Bois-Reymond's betrifft, so hat derselbe seither an Bedeutung verloren, indem erfahrungsgemäß feststeht, dass die im Muskel oder Nerven selbst stattfindende innere Abgleichung eines Demarkationsstromes zur Auslösung scheinbarer Oeffnungszuckungen durchaus hinreicht. Unter der Voraussetzung genügender Intensität wird man daher ein Gleiches auch hinsichtlich des durch den Reizstrom erzeugten negativen Polarisationsstromes erwarten dürfen, und es kam nur darauf an, auf experimentellem Wege zu beweisen, dass gewisse Oeffnungszuckungen wirklich in der angedeuteten Weise zu stande kommen.

Grützner stellte Versuche an mit Rücksicht darauf, ob es nicht etwa gelingen würde, Unterschiede hinsichtlich des Auftretens der Oeffnungszuckung bei indirekter Muskelreizung zu konstatiren, je nachdem dem polarisatorischen Gegenstrom Gelegenheit geboten wird, sich im Momente der Oeffnung des Reizstromes durch eine äußere gut leitende Nebenschließung abzugleichen, oder wenn eine solche fehlt und nur die innere Abgleichung im Nerven selbst möglich ist. In der Tat zeigte sich nun, dass sich, insbesondere bei Anwendung metallischer Elektroden, immer ein Unterschied im Sinne der theoretischen Voraussetzung bemerkbar machte, indem die Oeffnungszuckung viel früher (d. i. bei schwächerem Reizstrom) auftrat oder stärker war, wenn eine äußere Nebenschließung für den Polarisationsstrom vorhanden war, als im andern Falle. Auch Hermann teilt neuerdings analoge Versuche mit, welche er bereits früher (1875/76) mit gleichem Erfolge angestellt hatte, deren Ergebnisse jedoch nicht veröffentlicht wurden. Es geht aus diesen Tatsachen hervor, dass der polarisatorische Gegenstrom unter den gegebenen Bedingungen bei

1) Unters. über tier. Elektr. I. S. 381.

2) Comptes rendus S. 65. 1867.

der Auslösung der Oeffnungszuckung mitbeteiligt ist, wenn sich auch keineswegs daraus schließen lässt, dass er dieselbe unter allen Umständen allein bedingt. Dieser Schluss scheint jedoch Grützner und Tigerstedt hauptsächlich durch den Umstand gerechtfertigt, dass alle jene Momente, welche das Entstehen beziehungsweise die Zunahme eines negativen Polarisationsstromes begünstigen, auch das Auftreten der Oeffnungszuckung befördern.

Der normale lebensfrische und unversehrte Nerv zeichnet sich, wie seit lange bekannt ist, durch eine gewisse Resistenz gegenüber der Erregung durch Oeffnung eines elektrischen Stromes aus, so dass es meist ziemlich starker Kettenströme bedarf, um nach kurzer Schließungsdauer Oeffnungszuckungen auszulösen. Wenn jedoch durch einen hierzu genügend starken Strom einmal eine Oeffnungszuckung ausgelöst wurde, wirkt, wie Ref. zeigte<sup>1)</sup>, unmittelbar nachher auch das Verschwinden vorher nur bei Schließung wirksamer, schwacher Ströme erregend, vorausgesetzt, dass in beiden Fällen dieselbe Nervenstrecke vom Strome durchflossen wird. Nach kurzer Zeit der Ruhe verschwindet dieser Reizerfolg wieder vollständig. Nach Grützner und Tigerstedt würde nun dieses Verhalten so zu deuten sein, dass der durch den stärkern Strom in der durchflossenen Strecke erzeugte, nach Oeffnung des Reizstromes allmählich abklingende, negative Polarisationsstrom dieselbe während seines Bestehens für Auslösung „scheinbarer“ Oeffnungszuckungen disponirt, wobei natürlich die Abgleichung des Polarisationsstromes bei der gewöhnlichen Art und Weise den Reizstrom zu öffnen lediglich eine innere im Nerven selbst stattfindende sein kann.

Tigerstedt, welcher eingehendere Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der negativen Polarisation von Froschnerven sowie über deren Abhängigkeit von Intensität und Schließungsdauer des Reizstromes anstellte, kam hierbei zu folgenden Resultaten:

1) Innerhalb gewisser Grenzen der Stromstärke ist die (negative) Polarisation des Nerven der Stärke des Reizstromes direkt proportional.

2) Wenn der polarisirende Strom während ungleich langer Zeit auf den Nerven einwirkt, so nimmt die Polarisation zu; dieselbe steigt im Beginn schneller und später immer langsamer, schließlich äußerst langsam ihrem Maximum sich nähernd.

3) Wenn der polarisirende Strom geöffnet wird, erreicht die Polarisation augenblicklich ihren höchsten Wert und sinkt danach unaufhörlich herab; dieses Herabsinken geschieht im Beginn sehr schnell, später aber immer langsamer, so dass die Polarisation noch lange Zeit nach dem Öffnen des polarisirenden Stromes anhält und nur asymptotisch dem Nullpunkte sich nähert.

1) Vergl. biolog. Centralbl. I. S. 746 ff.

In allen drei Punkten zeigt aber auch die Oeffnungszuckung Uebereinstimmung mit dem negativen Polarisationsstrom. Ref. machte ferner darauf aufmerksam, dass durch Einwirkung verdünnter Lösungen von Kalisalzen oder alkoholischer Kochsalzlösung motorische Froschnerven derart verändert werden, dass in einem gewissen Stadium selbst sehr schwache Kettenströme nach ganz kurzer Schließungszeit Oeffnungszuckungen vom Charakter der Querschnitts-Oeffnungszuckungen auslösen und dass diese Veränderung durch Auslaugen der betreffenden Substanzen wieder vollständig beseitigt werden kann<sup>1)</sup>.

Tigerstedt fand nun, dass auch „die Polarisirbarkeit des Nerven bei Behandlung mit alkoholischer Kochsalzlösung steigt bis zu 1,5 mal ihrer ursprünglichen Stärke“ und erblickt in diesem Umstande eine weitere Stütze für die Auffassung der betreffenden Oeffnungszuckungen als durch den negativen Polarisationsstrom bedingte Schließungszuckungen.

Endlich wäre nach Tigerstedt auch das frühere Auftreten der Oeffnungszuckung bei Reizung des durchschnittenen Plexus ischiadicus gegenüber der Reizung peripherer Nervenstellen, welches vom Ref. und Grützner konstatiert wurde, auf eine leichtere Polarisirbarkeit des betreffenden Nervenabschnittes zurückzuführen. Indess dürfte hier doch wol der Demarkationsstrom die Hauptrolle spielen. Wenn man die Gesamtheit der angeführten Tatsachen überblickt, so kann es kaum zweifelhaft sein, dass in der Tat gewisse Formen von Oeffnungszuckungen als durch den negativen Polarisationsstrom bedingte Schließungszuckungen zu deuten sind; für eine so weitgehende Verallgemeinerung jedoch, wie sie der von Tigerstedt an den Schluss seiner Arbeit gestellte Satz statuiert, dass „die Ursache der Oeffnungszuckung und aller beim Oeffnen eines polarisirenden Stromes stattfindenden Erscheinungen der (negative) Polarisationsstrom und in gewissen Ausnahmen der Nervenstrom (beziehungsweise Muskelstrom bei direkter Muskelreizung Ref.) ist“, dürften die bisher vorliegenden Tatsachen doch wol kaum genügen.

Biedermann (Prag).

### Sir John Lubbock, Ameisen, Bienen und Wespen.

Beobachtungen über die Lebensweise der geselligen Hymenopteren. Mit 31 Abbildungen und 5 lithographirten Tafeln. Autorisirte Ausgabe. Internationale wissenschaftliche Bibliothek. 57. Band. Leipzig, Brockhaus, 1883. XVII und 380 S. 8°.

In elf Kapiteln übergibt der Verf. dem Publikum eine Zusammenstellung älterer und neuerer von ihm mit Ameisen, Bienen und Wespen angestellter Versuche, welche die Erforschung der geistigen Beschaffenheit und der Sinneswahrnehmungen dieser Tiere zum Gegenstand haben. Wie uns körperlich

1) Vergl. biol. Centralblatt Bd. I. S. 746 ff.

# 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): Biedermann Wilhelm

Artikel/Article: [Ueber die Ursache der Oeffnungszuckung. 377-382](#)