Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XV. Band.

15. Mai 1895.

Nr. 10.

Inhalt: **Roux**, Ueber die „morphologische Polarisation“ embryonaler Objekte durch den elektrischen Strom, insbesondere über die „Spezialpolarisation“ und die „Generalpolarisation“ des in Zellen getheilten Eies. — **Schultz**, Ueber den Prozess der Exkretion bei den Holothurien. — **Fürbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (15. Stück). — **Luciani**, Ueber Ferrier's neue Studien zur Physiologie des Kleinhirns (Schluss). — **Zschokke**, Die biologische Station zu Plön nach den Forschungsberichten. Teil 2 u. 3. — **Marshall**, Lectures on the Darwinian theory. — **L. u. C. Schröter**, Taschenflora des Alpen-Wanderers.

Ueber die „morphologische Polarisation“ embryonaler Objekte durch den elektrischen Strom, insbesondere über die „Spezialpolarisation“ und die „Generalpolarisation“ des in Zellen getheilten Eies.

Von **Wilhelm Roux** in Innsbruck.

Im Jahre 1891 habe ich eine Abhandlung über die von mir entdeckte „morphologische“ Polarisationsfähigkeit der Wirbeltiereier und -Embryonen veröffentlicht¹⁾, aus welcher ich hier einige Ergebnisse kurz berichten möchte, da bis jetzt kein physiologischer Bericht und keine Schrift über allgemeine oder spezielle Physiologie von diesen Ergebnissen Notiz genommen hat.

Die zu schildernde, typische Lokalisation der Erscheinungen tritt auf, wenn die betreffenden lebenden Objekte nicht direkt von den auf sie aufgelegten Elektroden aus, sondern in einem Elektrolyten liegend, von ihm ganz umgeben, also nirgend die Elektroden direkt berührend, durchströmt werden. Deshalb habe ich die so behandelten Körper als *Intraelektrolyten* bezeichnet.

1) Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-nat. Klasse, Bd. CI, S. 27—234.

Von den Eiern der Amphibien sei folgender Versuch mitgeteilt:

Man zerschneide die Hoden eines brünstigen Frosches auf einem Objekträger mit einer Scheere und spüle beide in einer Schale mit 20—30 cm³ Wasser ab; gieße danach von der so zubereiteten Samenflüssigkeit in eine runde Glasschale mit ebenem Boden so viel, dass die Flüssigkeit bloß etwa 3 mm hoch steht. Darauf entnehme man dem Uterus eines Weibchens mit ganz trockenem Spatel einen Haufen Eier, bringe ihn in die Flüssigkeit der Schale und rühre rasch um, damit die Eier sich zu einer einfachen Schichte ausbreiten. Nach 10 Minuten wird der Samen abgegossen und durch soviel reinen Wassers ersetzt, dass es etwa 5 mm über den Eiern steht. Nach weiteren 20 Minuten werden die Eier mit einem biegsamen Spatel von dem Boden des Gefäßes durch Unterfahren etwas losgelöst, damit sie sich beim Quellen ihrer Hüllen nicht zu sehr drängen. Die gequollenen Gallerthüllen resp. das Wasser zwischen ihnen dienen als Elektrolyt.

Legt man die beiden Elektroden in die Schale und schließt den Wechselstrom, so zeigen in wenigen Sekunden sämtliche Eier zwei gegen die Elektroden gewendete veränderte „Polfelder“, welche zwischen sich einen unveränderten Aequatorgürtel fassen. Die Grenzlinien der Polfelder aller Eier gegen den zugehörigen Aequator jedes Eies bilden sehr schön die Kurven der „Niveaulinien“ des ganzen elektrischen Feldes — ein sehr schöner Vorlesungsversuch, da man die Schale sogleich herumgeben kann. Die Kurven sind am deutlichsten, d. h. am leichtesten mit bloßem Auge zu sehen bei Eiern von *Rana fusca* und zwar bei Besichtigung der Glasschale von der Unterseite.

Die Polfelder haben eine andere Farbe als der unveränderte Aequator erhalten, ihre Grenze ist bei starkem Strom durch eine tiefe Furche bezeichnet, die Niveaufurche; vom Rande des Aequators schwindet das Pigment um sich in der Mitte anzusammeln, nachdem es am Rande Arcaden gebildet hatte. Im Bereiche der Polfelder wird oft eine helle Substanz durch die Eirinde hindurch ausgeschieden.

Am Triton-Ei sieht man noch manche Besonderheiten dieser von mir als sichtbare oder „morphologische Polarisation“ bezeichneten Veränderungen; letztere Bezeichnung wurde zum Unterschied von der den Physiologen bekannten unsichtbaren „inneren Polarisation“ gegeben. Auch das Fisch-Ei zeigt entsprechende Reaktionen. Auffallend ist bei all diesen Eiern, dass nicht bloß die Kontraktion, sondern auch die strukturellen Veränderungen am „Rande“ des Polfeldes stärker sind als in der Mitte desselben.

Dass die Ränder der Polfelder die Niveaulinien des elektrischen Feldes darstellen ist bloß durch die kugelförmige Gestalt der Eier bedingt; wenn man viele Schrotkörner oder Messingkugeln statt der

Eier in eine Salzlösung legt, bieten daher die Ränder der beim Durchströmen gebildeten Polfelder dieselben Kurven dar.

Da die Stromfäden also rechtwinklig zu diesen Rändern verlaufen, so ist damit eine leicht zu handhabende *Methode* gegeben, um den *Verlauf der Stromfäden gegen einen Intraelektrolyten zu ermitteln*: man umstellt diesen Körper rings mit zwei Reihen von kleinen in dem betreffenden Elektrolyten reaktionsfähigen Kugeln und durchströmt das ganze Feld. Zu den entstehenden Kurven kann man leicht die Stromrichtungen angehenden Ordinaten denken oder in das Abbild einzeichnen.

Besonders interessant ist das Verhalten bereits mehrfach in Zellen geteilter Eier z. B. vom Frosch, Triton oder Fischen; auch ältere Stadien der Morula, ja die Blastula und Gastrula zeigen ein entsprechendes Verhalten.

Sind diese mehrzelligen Gebilde *lebenskräftig*, so *bildet jede Zelle* der Oberfläche des Gebildes *für sich ein resp. zwei veränderte Polfelder* und zeigt einen unveränderten *Aequator*: *Spezialpolarisation der Zellen* des Gebildes.

Ist die Morula oder Blastula dagegen durch Erwärmen auf 40° C, oder durch Abkühlung mit Eis *geschwächt*, oder ein wenig mit schwacher Karbollösung vergiftet, so bildet sie beim Durchströmen *sogleich oder nach momentaner anfänglicher Spezialpolarisation sehr rasch im Ganzen zwei große Generalpolfelder*, welche einen großen *Generaläquator* zwischen sich fassen. Im Bereich der Generalpolfelder sind alle Zellen an ihrer ganzen Außenfläche verändert; im Bereiche des Generaläquators sind die Zellen unverändert. Das geschwächte geteilte Ei verhält sich also wie ein ungeteiltes, noch nicht in Zellen zerlegtes Ei. Durch Erwärmen auf 48° C getötete oder zu stark mit Karbolsäure vergiftete Eier reagieren nicht mehr.

Bei lange fortgesetzter Durchströmung gehen lebensfrische Morulae oder Blastulae allmählich aus dem anfänglichen Stadium der Spezialpolarisation in das Stadium der Generalpolarisation über, indem im Bereich der Generalpolfelder die Zellpolfelder wachsen, bis sie die ganze Außenfläche einnehmen, während im Bereiche des Generaläquators die vorher gebildeten veränderten Polfelder der einzelnen Zellen abgestoßen werden.

Was hat diese „Spezialpolarisation“ der einzelnen Zellen eines Organismus zu bedeuten? Und worauf beruht es, dass bei starker Schwächung der Vitalität statt der Spezialpolarisation Generalpolarisation stattfindet?

Nach meiner Auffassung wäre anzunehmen, dass sich bei der Spezialpolarisation der Zellen, also an lebenskräftigen geteilten Eiern, eine die Zellen umgrenzende oder sie trennende Substanzschicht wie

ein Elektrolyt verhalte, während bei geschwächter Vitalität dies nicht mehr der Fall wäre.

Auch schon weiterentwickelte Embryonen aller Wirbeltierklassen reagieren noch deutlich durch polar lokalisierte, sichtbare Veränderungen auf den Wechselstrom. Dies gilt außer vom äußeren Ueberzug, dem Ektoblast auch von inneren Teilen, von den „epithelialen“ Gebilden: *Gehirnblasen*, *Rückenmark*, den Gebilden des Entoblast, auch von den *Ursegmenten* und dem *Herzen*; jedes dieser für sich im Embryo abgegrenzten Organe reagiert auch bei Durchströmung des ganzen Embryo für sich mit Bildung von Polfeldern, welche in ihrer besondern Gestalt von der Gestalt des Gebildes und von seiner Lage zu den Stromfäden des umgebenden Feldes abhängig sind.

Das diese Organe verbindende Zwischengewebe des Mesoblast reagiert nicht sichtbar.

Da die polaren Veränderungen nur an den Eintrittsstellen des Stromes aus dem Elektrolyten in das lebende Gebilde und an den Austrittsstellen aus ihm in den Elektrolyten, also nur an der Berührungsfläche des Lebenden mit einem Elektrolyten stattfinden, so geht aus den polaren Veränderungen der genannten inneren Organe hervor, dass sich das sie einhüllende Zwischengewebe resp. die Abgrenzungsschicht ihnen gegenüber wie ein Elektrolyt verhält.

An den Gehirnblasen wird zuerst der innerste Teil also das Ependym verändert; wir wissen daher nicht, ob der nötige berührende Elektrolyt durch den eingeschlossenen Liquor cerebri oder etwa durch die den Epithelzellen des Ependyms unmittelbar anliegenden äußeren Teile der Hirnblasenwandung gegeben ist; ähnliche Zweifel müssen bis nach genauerer Ermittlung der Lokalisation der ersten Veränderung auch für manche anderen Hohlorgane gelten; beim embryonalem Herzen wurden dagegen auch an der äußersten Schicht polare morphologische Veränderungen beobachtet. Bereits durch den Strom abgetötete organische Substanz verhält sich gegen angrenzende noch lebende Substanz gleichfalls wie ein Elektrolyt.

Die Organe der „erwachsenen“ Wirbeltiere reagieren nicht in sichtbarer Weise auf den Wechselstrom.

Von den Organen des erwachsenen Wirbeltieres reagiert nur eines noch entsprechend, die *Gallenblase*. Diese bildet scharf umgrenzte, grün oder blau gefärbte Polfelder. Durchströmt man eine solche Gallenblase noch ein zweites Mal, aber rechtwinklig zur früheren Richtung, so wird der vorher unverfärbt gebliebene Aequator jetzt grün, mit Ausnahme seiner früheren Grenzlinie, die lange Zeit oder dauernd unverfärbt bleibt. Die Lage und Gestalt der Polfelder an der Gallenblase ist die gleiche einerlei ob die Gallenblase

frei im Elektrolyten liegt oder noch zum Teil mit der Leber verwachsen ist. Die Leber verhält sich also der Gallenblase gegenüber wie ein Elektrolyt; dasselbe gilt wohl auch schon von der Tunica fibrosa der Gallenblase zu der epithelialen Auskleidung.

Bei Anwendung des Gleichstromes oder des galvanischen Stromes erhält man gleichfalls an den embryonalen Objekten entsprechend polar lokalisierte sichtbare, aber natürlich auf Anodenseite und Kathodenseite verschieden beschaffene Reaktionen, welche an den Organen der erwachsenen Tiere nicht mehr in dieser Weise auftreten.

Kühne hat im Jahre 1864 entdeckt, dass die lebende Substanz der Protisten an der Ein- und Austrittsstelle des Stromes leicht zerstört wird. Wir sahen, dass die embryonale Substanz der Wirbeltiere gleichfalls leicht an diesen Stellen in mannigfacher Weise deletär (zum Teil auch rein morphologisch) verändert wird, während solches an erwachsenen Wirbeltieren nicht mehr der Fall ist. Die Wirbeltiere zeigen also nur in früher embryonaler Periode eine starke Alterationsfähigkeit durch den elektrischen Strom, welche bei den Protisten während ihres ganzen Lebens vorhanden ist.

Beim Durchströmen der Organe erwachsener Wirbeltiere entstehen zwar, wie wir sahen, von der Gallenblase abgesehen, keine sichtbaren Veränderungen: auch sind die in der *Elektrotherapie* zur Wirkung gelangenden Ströme infolge der großen Widerstände viel schwächer als in unseren Versuchen. Dies schließt aber nicht aus, dass letztere Durchströmungen nicht doch polare, wenn auch unsichtbare und nicht deletäre Wirkungen hervorbringen; vielmehr ist anzunehmen, dass die stattfindenden Wirkungen sich nach den von mir ermittelten, hier nicht mitgeteilten Regeln lokalisieren.

Danach kann meinen Versuchen vielleicht auch eine gewisse *praktische Bedeutung* zukommen, indem man aus den Beobachtungen über die Lokalisation¹⁾ der „morphologischen“ Polari-

1) Zur Aufklärung über die wahrgenommenen, zum Teil nicht ohne Weiteres verständlichen Lokalisationen der polaren Veränderungen am Embryo (z. B. drei Polfelder und zwei Äquatoren), wurden auch Versuche an metallischen Intraelektrolyten angestellt.

Dabei machte ich eine Beobachtung, welche vielleicht technisches oder gelegentlich *forensisches Interesse gewinnen kann*.

Wenn man eine vollkommen eben abgeschliffene und glatt polierte Münze in einem sie angreifenden Elektrolyten (z. B. eine Kupfermünze in Kupfervitriol) kurze Zeit mit einem galvanischen oder sonstigen Gleichstrom durchströmt, so tritt die vorher vollkommen unsichtbare Prägung ganz scharf und deutlich im Bereiche der Polfelder wieder hervor, in Folge

sation der inneren Organe bei verschiedenen Stromrichtungen, sowie über die beschattende Wirkung polarisierbarer, z. B. seitlich zur Stromrichtung vorspringender Teile auf ihre Nachbarschaft und aus weiteren bezüglichen Verhalten Schlüsse auf die genauere Oertlichkeit der Lage der unsichtbaren, nicht deletären Wirkungen an den einzelnen Organen bei Anwendung des zu Heilzwecken dienenden elektrischen Stromes machen kann, sofern man sich den Verlauf der Stromfäden im Körper zwischen den aufgesetzten Elektroden vorstellt und deren Richtung in Beziehung setzt zur Gestalt und Lage der Teile des Nervensystems, der Muskeln und der sonstigen beeinflussten Organe.

Ueber den Prozess der Exkretion bei den Holothurien.

Von **Eugen Schultz**.

(Aus dem zootomischen Laboratorium der kais. Universität zu St. Petersburg.)

Als ich diesen Sommer einige Monate auf der Solowetzky'schen biologischen Station im Weißen Meere zubrachte, benutzte ich die Gelegenheit und machte unter anderem eine Reihe von Experimenten an Holothurien, indem ich in ihre Leibeshöhle karminsaures Ammoniak und Tusche injizierte. Diese Experimente konnten, nach meiner Meinung, einigen Anspruch auf Interesse haben: einerseits, weil die Holothurien von A. Kowalewsky [89—b] nicht in den Kreis seiner Experimente über die Exkretionsorgane gezogen worden waren, andererseits weil unsere Begriffe über die physiologische Bestimmung der einzelnen Organe bei der genannten Tiergruppe überhaupt sehr vage und ungenau sind.

Zu meinen Experimenten dienten mir die zwei Weißmeer-Arten: *Chirodota pellucida* Vahl. und *Cucumaria pentactes* L. Beide Arten erreichen kaum die Länge des kleinen Fingers und bieten in Folge dessen einige Bequemlichkeit. Andererseits aber werden die Experimente sehr durch die primitiven Verhältnisse der Station erschwert, besonders an so zarten Tieren, wie es die Holothurien sind. Wenn man das Wasser nicht sehr oft wechselt, teilen sie sich, oder werfen ihre Eingeweide hinaus. Von 4 oder 5 Exemplaren lebte selten eines länger als 18 Stunden. In Folge dessen misslangen mir leider auch die Einspritzungen von karminsaurem Ammoniak vollständig. Gleich

des ungleichen Leitungsvermögens der durch die Prägung ungleich dicht gewordenen Substansteile.

Bei diesen Versuchen fand ich auch eine einfache *Laboratoriumsmethode*, um aus einem Wechselstrom einen Gleichstrom von besonderer Beschaffenheit zu gewinnen, dem daher vielleicht auch besondere physiologische Wirkungen zukommen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Roux Wilhelm

Artikel/Article: [Ueber die "morphologische Polarisation" embryonaler Objekte durch den elektrischen Strom, insbesondere über die "Spezialpolarisation" und die "Generalpolarisation" des in Zellen getheilten Eies. 385-390](#)