- Fig. 6. Opt. Längsschnitt durch eine Schnürstelle. 24h Nitr. arg. $\frac{1}{10}\%$, danach 1 Tag destillirtes Wasser. Das Mark ist gequollen. Fibrillen sehr deutlich. Keine deutliche Silberfärbung.
- Fig. 7, 8, 9, 10. Isolirte Axencylinder. Ischiadicus. 24h Nitr. arg. $\frac{1}{5}\%$. 2—3 Tage destillirtes Wasser. Durch Zerzupfen dargestellt.
- Fig. 11. Desgl. Axencylinder in grösserer Entfernung von einer Schnürstelle durchgerissen. Die Fibrillen ragen ungleich weit heraus.
- Fig. 12, a, b, c. Allmähliche Einwirkung einer $\frac{1}{5}\%$ Silberlösung auf eine Schnürstelle. S. den Text.
- Fig. 13. Andere Schnürstelle etwa $\frac{3}{4}$ h nach Anfang der Silberwirkung. S. den Text.
- Fig. 14. Lösung des Kontakts der Axencylinder. Ischiadicus. 1 Tag mit gesättigter Borsäurelösung, danach mit Goldchloridkalium von $\frac{1}{2}\%$ behandelt. In dünnem Glycerin. Opt. Längsschnitt.
- Fig. 15. Faserstrecke mit zwei Lanterman'schen Fasern im optischen Längsschnitte. a 1h, b 1h20' nach Beginn der Einwirkung einer $\frac{1}{10}\%$ Silbernitratlösung. S. den Text.

(Aus dem physiologischen Laboratorium in Zürich.)

Beiträge zur Lehre von den Hautströmen.

Von

Wolfgang Bach, und **Rudolf Oehler.**

stud. med. aus Zürich stud. med. aus Aaran.

Nachdem durch Hermann's Untersuchungen über die Hautströme des Frosches und der Kröte¹⁾ nachgewiesen war, dass der durch Nervenreizung entstehende Strom nicht, wie man nach früheren Untersuchungen Röber's²⁾ und Engelmann's³⁾ glaubte, dem Ruhestrom entgegen gerichtet, sondern vielmehr in der grossen Mehrzahl der Fälle ihm gleich d. h. von aussen nach innen (ein-

1) Dies Archiv XVII. p. 291 ff.

2) Archiv für Anatomie u. Physiologie von Reichert u. du Bois-Reymond 1869. p. 633 ff.

3) Dies Archiv VI. p. 97.

steigend) gerichtet ist, und da ausserdem Hermann und Luchsinger gefunden hatten, dass bei Warmblütern mit der Hautsecretion immer ein von aussen nach innen gerichteter Strom verbunden ist¹⁾, so war es von Interesse zu untersuchen, woher bei nackten Amphibien die zuweilen vorkommenden aussteigenden oder doppelsinnigen Secretionsströme der Haut kommen. Herr Prof. Hermann veranlasste uns diesen Gegenstand einer näheren Untersuchung zu unterwerfen und wo möglich die Bedingungen aufzudecken, an welche die Hautströme gebunden sind. Zu diesem Zwecke suchten wir die Ströme unter möglichst variirten Bedingungen und bei verschiedenen Thieren zur Beobachtung zu bringen.

Unsere Versuche an Fröschen wurden meist an *Rana temporaria* gemacht. Wir fanden hier den Ruhestrom ausnahmslos einsteigend. Der Secretionsstrom war rein und bleibend einsteigend in mehr als der Hälfte der Fälle; häufig fanden wir auch doppelsinnigen Secretionsstrom d. h. einsteigend, aber mit entgegengesetzt gerichtetem Vorschlag, oder beim selben Präparat erst aussteigend, dann einsteigend. Nur in seltenen Fällen sahen wir bleibend einen aussteigenden Secretionsstrom. Wir fanden also lediglich die Resultate der Hermann'schen Untersuchung bestätigt.

Wir untersuchten nun weiter zunächst den Einfluss der Temperatur auf die Hautströme. Bei den Versuchen hierüber lag das zu untersuchende Hautstück auf einem Wärmrohr von der Form, wie es von Hermann zum Abkühlen von Nerven schon angewendet worden ist²⁾. Durch eingeleitetes Wasser von bestimmter Temperatur konnte die Haut erwärmt oder abgekühlt werden. Die Rinne in jenem Rohr wurde mit Thon verstrichen, die Haut mit der Aussenfläche auf das Rohr gelegt, und von dem derselben anliegenden Thon der Rinne, sowie von der frei liegenden Innenfläche der Haut durch unpolarisirbare Electroden zu einer empfindlichen Boussole abgeleitet und die electromotorische Kraft durch Compensation gemessen. Wird nun vermittels dieses Apparates ein Stück Froshhaut erwärmt, so nimmt der einsteigende Ruhestrom an Kraft zu, so lange die Temperatur 35° bis

1) Ebendasselbst XVII. p. 310.

2) Ebendasselbst XVIII. p. 575.

40° nicht übersteigt. Höhere Temperaturen schwächen den Ruhestrom sehr beträchtlich; Eintauchen in kochendes Wasser vernichtet ihn völlig. Ebenso schwächt Abkühlen auf 0° die Kraft des Ruhestroms. Zur Untersuchung des Einflusses der Temperatur auf den Erfolg der Nervenreizung benutzten wir die bekannten Hautpräparate vom Rücken und vom Unterschenkel¹⁾. Es ergab sich, dass der Einfluss der Temperatur auf die Secretionsströme verschieden ist, je nachdem das Präparat bei gewöhnlicher Temperatur einsteigenden oder aussteigenden Secretionsstrom hat. Im ersten Falle, bei einsteigendem Secretionsstrom, werden die auf Nervenreizung erhaltenen Wirkungen kräftiger²⁾ beim Erwärmen bis auf 35° bis 40°, nehmen dagegen ab beim Erwärmen über 40° und beim Abkühlen gegen 0°; ganz parallel dem Ruhestrom. Ist dagegen bei gewöhnlicher Temperatur der Secretionsstrom aussteigend, so machen auch hier mässige Temperaturänderungen die vorhandenen Wirkungen kräftiger oder weniger kräftig, wie bei einsteigendem Secretionsstrom; erwärmt man jedoch auf 50°, so macht der aussteigende Secretionsstrom einem einsteigenden Platz. Diese Umkehr des Secretionsstromes vollzieht sich nach und nach: zuerst erhält man auf Nervenreizung schwächere Ausschläge im Sinne des aussteigenden Stromes, dann werden die Ausschläge doppelsinnig, zuletzt rein im Sinne des einsteigenden Stromes. Lässt man die Temperatur wieder auf Zimmertemperatur sinken, so bleibt der Secretionsstrom einsteigend. In jenem Uebergangsstadium, wo einsteigender und aussteigender Secretionsstrom neben einander auftreten, zeigte sich ein eigenthümlicher Einfluss der Reizstärke. Bei schwacher Reizung trat dann allein aussteigender, bei stärkerer Reizung allein einsteigender Secretionsstrom ein. Denselben Einfluss der Reizstärke fanden wir später ziemlich regelmässig bei allen doppelsinnigen Secretionsströmen. Vielleicht lässt sich hierauf eine Erscheinung zurückführen, die wir mehrmals beobachtet haben. Nicht selten gibt ein Präparat bei der ersten Nervenreizung aussteigenden Secretionsstrom, dann bei mehrmals rasch wiederholter Reizung erst doppelsinnigen, dann einsteigenden Secretionsstrom; während, wenn erst nach längerer

1) Vgl. Hermann, dies Archiv XVII. p. 292 u. 296.

2) d. h. nicht bloss die Intensitäten, sondern auch die electromotorischen Kräfte nehmen zu.

Pause die Nervenreizung wiederholt wird, der Secretionsstrom aussteigend bleibt. Wahrscheinlich summiren sich die rasch aufeinander folgenden Reize und bewirken dadurch einsteigenden Secretionsstrom. Ebenso wie Temperaturen über 40° wirken auch concentrirte Salzlösungen, d. h. sie kehren den aussteigenden Secretionsstrom unter beträchtlicher Schwächung des Ruhestromes zu einem einsteigenden um. Wurde z. B. die Aussenfläche der Haut mit starker Kochsalzlösung bepinselt, so sank augenblicklich der Ruhestrom auf $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ seines früheren Werthes, und hatte das Hautstück aussteigenden Secretionsstrom gehabt, so gab nun Nervenreizung einsteigenden Strom. Der Ruhestrom ist bei Fröschen mit aussteigendem Secretionsstrom immer auffallend stark, worauf Hermann schon aufmerksam gemacht hat ¹⁾. Unsere Versuche zeigen nun, dass der aussteigende Secretionsstrom nothwendig an die Anwesenheit eines starken Ruhestromes geknüpft ist; denn schwächt man den Ruhestrom, so schwindet der aussteigende Secretionsstrom und an seine Stelle tritt der einsteigende.

In völligem Gegensatz hierzu scheint der einsteigende Secretionsstrom von der Anwesenheit des Ruhestromes sehr wenig oder gar nicht abhängig zu sein. Es gelingt nämlich den Ruhestrom ganz aufzuheben, ohne dass damit der einsteigende Secretionsstrom verschwindet. Der Ruhestrom wird bekanntlich, wie schon du Bois-Reymond gefunden hat, vernichtet durch oberflächliche Hautätzung. Wir wandten gesättigte Sublimatlösung an, welche Hermann bei früheren Versuchen ²⁾ als ein bequemes Mittel, die Hautströme ohne tiefere Aetzwirkung zu vernichten, befunden hatte. Wir tauchten die Frösche, um nicht zu tief zu ätzen, nur 6 bis 8 Sec. in die Lösung, spülten sorgfältig ab und stellten dann unser gewöhnliches Nervhautpräparat her. Während nun der gewöhnliche Ruhestrom das Scalpbild weit aus dem Gesichtsfeld trieb, gab er jetzt kaum eine merkliche Ablenkung. Nervenreizung gab dann in günstigen Fällen noch Ausschläge bis zu 150 sc., und zwar immer im Sinne des einsteigenden Stromes.

Da die Froshhautströme augenscheinlich mit den Hautdrüsen und deren Secretion in Zusammenhang stehen, so war zu erwarten,

1) Dies Archiv XVII. p. 303.

2) Dies Archiv III. p. 26.

dass Gifte, welche auf jene Drüsen wirken, auch irgend einen Einfluss auf die Hautströme haben würden. Unsere Versuche bestätigten diese Erwartungen wenigstens theilweise. Herr Prof. Hermann hatte früher schon einige Erfahrungen über die Wirkung von Atropin und Pilocarpin gesammelt; wir suchten zunächst dieselben zu erweitern. Atropin, welches die Secretion der Drüsen hemmt, bewirkt, sowohl wenn es allgemein injicirt, als besonders wenn es local auf die Aussenseite der Haut aufgepinselt wird, eine bedeutende Verstärkung des Ruhestromes (die electromotorische Kraft wird manchmal fast auf das dreifache erhöht); der Einfluss der Nervenreizung wird dagegen vollständig unterdrückt: es tritt kein Secretionsstrom mehr auf, einerlei ob er vorher einsteigend oder aussteigend war. Ueber die Wirkung von Pilocarpin haben wir keine deutlichen Resultate erhalten. Dagegen hat Herr Prof. Hermann, wie er uns mittheilt, im Februar 1878 in einer Anzahl Fälle durch Pilocarpin verkehrten Ruhestrom mit vollster Sicherheit constatirt. Der Secretionsstrom war in diesen Fällen geschwächt (rein einsteigend), oder fehlte ganz. Andere Male war bei Pilocarpinhäuten nur mässige Schwächung des Ruhe- und Secretionsstromes zu beobachten. Die Unsicherheit der Pilocarpinwirkung beruht vielleicht darauf, dass intensive Einwirkung des Giftes schliesslich atropinartige Wirkungen hervorbringt, wie an anderen Organen beobachtet ist. Die Wirkung beider Gifte auf die Hautsecretion ist sehr deutlich; Atropinvergiftung macht die Haut trocken und eigenthümlich glänzend, Pilocarpin feucht; in den erwähnten Versuchen des Hrn. Prof. Hermann wurden die Frösche (mit unterbundenem After) in Trichter gesetzt; nach einigen Stunden fand sich vom Atropinfrosch kein Tropfen Secret abgeflossen, vom Pilocarpinfrosch reichlich.

In unserem Versuchsplan lag es, ausser beim Frosche noch bei möglichst vielen anderen Thieren die Hautströme zu untersuchen; wir waren aber dabei durch die Jahreszeit sehr gehemmt, denn es gelang uns ausser Fröschen nur noch sehr wenig Thiere aufzutreiben. Zunächst Kröten (vgl. auch Hermann a. a. O.). Dieselben haben ziemlich starken einsteigenden Ruhestrom und gleichgerichteten, manchmal doppelsinnigen Secretionsstrom. 10 Sec. in concentrirte Sublimatlösung getaucht, verliert auch ihre Haut den Ruhestrom, während Nervenreizung noch Ausschläge von 50 bis 70 sc. gibt, immer im Sinne des einsteigenden Stromes. Bei

Triton alpestris fanden wir starken einsteigenden Ruhestrom. Nervenreizung ist wegen der Kleinheit des Objectes schwierig und darum unsere Resultate unsicher; doch will es scheinen, als ob aussteigender Secretionsstrom hier häufig wäre. Auch bei der Gartenschnecke (*Helix hortensis*) fanden wir einen einsteigenden Ruhestrom, besonders stark am Mantel. Die Secretionsströme rein darzustellen gelang hier nicht.

Obwohl vorstehende Erfahrungen einige neue Gesichtspunkte für die Lösung der Frage eröffnen, woher die beiden Richtungen der Actionsströme der nackten Amphibien kommen, und wie dieselben mit dem Ruhestrom zusammenhängen, enthalten wir uns für jetzt weiterer Erörterungen, da der Eine von uns die Untersuchung fortsetzen wird und deren Ergebniss später mitzutheilen gedenkt.

Schliesslich sei uns noch gestattet, unserem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Hermann, für die vielfache Hilfe, welche er durch Rath und That unserer Arbeit angedeihen liess, unseren herzlichsten Dank zu sagen.

Literarische Notiz.

Von

L. Hermann.

In der St. Petersburger medicinischen Wochenschrift vom 28. October (9. November) 1878 und vom 17. (29.) März 1879 befinden sich zwei Aufsätze des Herrn Professor J. Tarchanow über electrophysiologische Verwendung des Telephons. Die Ergebnisse derselben sind sämmtlich schon enthalten gewesen in meiner in diesem Archiv, Band XVI. S. 504 abgedruckten und vom 3. Februar 1878 datirten Mittheilung¹⁾ über den gleichen Gegenstand, welche Herr Tarchanow nicht erwähnt. Hier findet sich der Vergleich der Empfindlichkeit des Telephons mit dem stromprüfenden Froschschenkel, der Nachweis des ruhenden Muskel-

1) Das betr. Heft erschien am 25. Februar 1878.