

XIV
7/H 4681
Institut für Deutsche Ostarbeit
Kronegasse 12
Sektion Rassen- u. Volkstumsforschung

P. 192

Z KSIAG
J. TALKO-HRYNCEWICZA

1910.

JUILLET

N^o 7 B.



BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

ANZEIGER

DER

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

REIHE B: BIOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN



CRACOVIE

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ

1910

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : *Vacat.*

PRÉSIDENT : S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE :

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes :

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie le « Bulletin International » qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux se rapportant aux Sciences Biologiques.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislav Kulczyński**,
Membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

10 września 1910.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1910. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.



dem von Rumpf und Schwanz besteht. Am Rand der jungen Keimscheibe liegt flächenhaft ausgebreitet das Zellenmaterial für den Kopf in der Gegend der ersten Einstülpung. Etwas weiter seitlich davon befinden sich die Zellen, welche den dorsalen Teil des Knopfes bilden; der größte Teil des Randrings enthält das Material für die seitlichen (ventralen) Teile des Embryos. Es findet zunächst die Zusammenziehung des kopfbildenden Bezirks statt, auf welche die Vereinigung der linken und der rechten Hälfte des Knopfes folgt. Zu ähnlichen Resultaten ist Jabłonowski (37) ganz unabhängig von Kopsch gelangt.

Dieser Auffassung der Embryobildung bei Knochenfischen schloß sich zunächst Sumner an (77), später aber im J. 1903 änderte er seine Ansicht, denn er fand „no good evidence of such a radical change in the manner of growth as is here implied“. Die Bildung des Knopfes ist seiner Ansicht nach nur „part and parcel of the general process of axial concentration, which begins at a very early period on the embryonic side of the blastoderm and continues until the closure of the yolk-blastopore“.

Sumner nimmt daher nur eine einheitliche Wachstumszone an, deren Wachstum zum großen Teil ihm als ein innerliches und von außen gelegenen Hilfsquellen unabhängiges erscheint, die aber am Hinterende beständig neues Material von den seitlich gelegenen Partien des Keimhautrandes empfängt.

Der Ansicht Sumner's schließt sich Moser (61) in einer kritischen Besprechung der Theorie von Kopsch an und sucht zu beweisen, daß man aus den Experimenten von Kopsch und den von ihm erzielten Resultaten nicht auf die regionäre Verteilung des embryobildenden Materials nach dem von Kopsch gegebenen Schema schließen kann. Die Theorie von Kopsch soll als letzter Rest der Konkreszenztheorie nur für eine kleine Gruppe von hinteren Spaltbildungen von Bedeutung sein.

Es ist wahr, daß die Experimente von Kopsch nicht ganz eindeutig sind und die Embryonen XIV—XIX statt Halbbildungen, wie man aus der Operationsstelle schließen müßte, sich zu Ganzbildungen mit mehr oder weniger großer Schwächung der operierten Seite entwickelt haben. Insbesondere fällt der Embryo XVI auf, bei dem selbst Kopsch es merkwürdig findet, daß der Rumpf nicht eine Halbbildung ist, sondern aus einer rechten und einer linken Hälfte besteht.

Hier konnte aber (wie auch Kopsch annimmt) ein Regenerationsprozeß einsetzen und die mangelnde Rumpfhälfte bis zu einem gewissen Grade ersetzen. Als Beweis hierfür zitiert Kopsch die Spaltbildungen, wie wir sie in den Embryonen XXV u. XXVI (bei Kopsch) sehen; hier haben sich das Medullarrohr und die Chordahälfte durch Umlagerung ihrer Zellen zu einem ganzen Gebilde entwickelt, welches sich nur in geringem Maße von den entsprechenden, aus dem Bildungsmaterial beider Körperhälften entstehenden Organen unterscheidet. Man muß hier auch in Betracht ziehen, daß es schwer ist, die Operationsstelle genau anzugeben, da die durch die Operation verursachten nekrobiotischen Vorgänge sehr verschieden ausfallen können. Das war auch der Hauptgrund, warum Kopsch eine genaue Zerstörung der Embryohälfte bis zur Mittellinie nicht gelang.

Nur durch weitere planmäßige Experimente an sehr jungen Keimscheiben, wo das Embryomaterial noch flach ausgebreitet liegt, könnte die regionäre Verteilung des embryobildenden Zellmaterials in befriedigender Weise bestimmt werden.

Die normale Entwicklung der Eier des Zwergwelses¹⁾ spricht in hohem Maße für die Theorie von Kopsch, daß das Zellenmaterial, aus dem der Rumpf und der Schwanz gebildet wird, zunächst eine mehr seitliche Lage hat und erst später in die Medianebene gelangt. Schon während der Gastrulation und der Bildung des Embryonalschildes findet eine Konzentration des Zellmaterials gegen das hintere Ende der Keimscheibe statt. Die Kupffer'sche Blase, deren Bildung gleichzeitig mit dem Erscheinen des Randknopfes zusammenfällt, entsteht als geschlossene Falte, also durch ein Aneinanderlegen der Randringhälften am hinteren Ende der Keimscheibe. Mit dem Erscheinen der Kupffer'schen Blase ist das wichtigste embryobildende Material in die Medianebene des Embryos gelangt.

Ob hier zwei ursprünglich schon differenzierte Anlagen sich vereinigen, oder ob sich indifferentes Zellenmaterial des Randringes am hinteren Embryoende konzentriert und erst hier einer Differenzierung unterliegt, ist sehr schwer zu entscheiden. Hier könnte nur

¹⁾ Eycleshimer, der die Embryobildung bei *Amiurus catus* neben anderen Fischgattungen und überhaupt Vertebraten verfolgt hat, wurde durch die bei dieser Gattung sehr deutliche Verwachsung der Randringhälften ein Anhänger der His'schen Konkreszenztheorie. Das gegabelte Ende des Embryos... „is additional evidence of concrecence“.

das Experiment eine befriedigende Antwort geben, aber, wie wir aus der Literaturübersicht sehen, hat es auch bisher zu keiner endgültigen Lösung geführt. Ganz anders verhält es sich mit der Schwanzbildung. Wie die oben beschriebenen Verhältnisse zeigen, gelangt man in dieser Hinsicht eher ans Ziel durch die Analyse der Schwanzbildung des normalen Embryos, als durch das Experiment. Zwar nimmt Kopsch an, daß der Randring sich dem Embryo anschließt, und liefert sogar durch Experimente den Beweis, daß er das Material für die seitlichen (ventralen) Teile des Embryos enthält, aber in welcher Anordnung das Randringmaterial sich dem Embryo einlagert, hat weder Kopsch noch Sumner angegeben.

Kopsch betont an einigen Stellen seiner Arbeit mit Nachdruck, daß der Randknopf vom Anfang an das hinterste Ende des Embryos bildet. Die beiliegenden Oberflächenbilder und Querschnitte zeigen, daß der Randring hinter dem Schwanzknopf zusammenwächst und stufenweise dem Schwanzende einverleibt wird. In dem indifferenten Zellenmaterial des Schwanzendes bildet die Kupffer'sche Blase mit ihrer epithelialen Wand die einzige deutliche Differenzierung, welche daher zur Orientierung dienen kann, ob sich an den Randknopf Zellenmaterial von dem übrigen Randringe anschließt. Die Kupffer'sche Blase wird beim Zwergwels sehr deutlich nach vorne verschoben, und zwar durch den hinter ihr verwachsenden Randring. Auf der ganzen Strecke von der Kupffer'schen Blase bis zum Embryoende bildet sich daher eine Naht (Fig. 22—24), wobei der vordere Teil des Randringes das hinterste Ende des Embryos bildet.

Die seitlichen Randringhälften, welche durch diese Naht vereinigt wurden, sind daher in Übereinstimmung mit Schwarz den Schwanzanschwellungen der Selachier zu vergleichen. Die Schwanzbildung der Teleostier entspricht dem Verschuß des Prostoma bei den Selachiern, mit dem Unterschiede, daß bei den letzteren dies erst am bereits hervorgewachsenen Schwanz geschieht.

Ich vermute, daß diese Art der Schwanzbildung bei den Knochenfischen allgemein ist, obwohl sie bei den anderen Gattungen nicht mehr so deutlich hervortritt. Bei allen Gattungen, bei denen wie bei den Salmoniden der Schwanzknopf den Randring überragt, ist das Verwachsen des Randringes hinter dem Embryo auf den Oberflächenbildern gar nicht sichtbar, auf den Querschnitten — wie es

scheint — sehr schwer festzustellen. Selbst Schwarz (71), der beim Lachs das Schwanzende genau untersucht hat, gibt zwar an, daß die terminale Zellmasse vor Schluß der Umwachsung sich am Hinterende befindet, zeichnet aber keine Nahtbildung wie an dem Schema des Hechtes.

Mit Rücksicht auf diesen Punkt durchmusterte ich einige Embryonen von *Belone acus* vor und nach Dotterlochschluss, deren Schwanzende demjenigen bei Salmonidenembryonen ganz ähnlich ist, und fand beim Vergleichen einer Reihe von Stadien schon am Oberflächenbilde, daß das knopfartige Embryoende mit zunehmender Umwachsung immer weniger hervorsteht, daß aber auf Querschnitten¹⁾ die Konzentration der Zellen gegen die Medianlinie zu sehen war. Auf einer Querschnittserie durch einen Embryo nach Schluß des Dotterloches konnte man direkt konstatieren, daß das hinterste Embryoende aus zwei miteinander in der Medianlinie verwachsene Randringhälften besteht. Daß bei Salmoniden der vordere Teil des Randringes das hintere Embryoende bildet, geht ganz deutlich aus den Zeichnungen Virchow's (80) hervor, an denen am hinteren Embryoende noch ein Dotterkanal sichtbar ist, als Stelle, wo der vordere Teil des Randringes sich dem hinteren angeschlossen hat.

Der Randknopf bildet demnach nicht das hinterste Embryoende bei den Knochenfischen, wie es Kopsch annimmt, sondern es schließt sich noch daran das Zellenmaterial des übrigen Randringes, wobei der vordere Teil des Randringes am äußersten Ende des Embryos zu liegen kommt.

Diese Tatsache scheint auf den ersten Blick mit den Resultaten der von Kopsch und Sumner angestellten Experimente unvereinbar zu sein. Nach Kopsch liefert nämlich der Randring die ventralen Teile des Embryos, insbesondere die Seitenplatten und die intermediäre Zellmasse, aus welcher die *Vena cardinalis* hervorgeht. Bei näherer Untersuchung sehen wir, daß hier kein Widerspruch vorliegt. Im Randring sind zwei Abschnitte zu unterscheiden: der s. g. hintere Rand (der von Kopsch als embryonaler, später dorsaler Bezirk bezeichnet wurde), wo neben der Einstülpung des Mesoderms sich auch das Entoderm bildet, und der s. g. vordere Rand (Kopsch's nichtembryonaler, später ventraler Bezirk), welcher nur das Mesoderm liefert. Wir können daher bei den Teleostiern

¹⁾ Aus den Serienschnitten des H. Dr. Jan Grochmalicki.

wie bei den Selachiern zweierlei Mesoderm unterscheiden: ein axiales, das sich am hinteren Rande der Keimscheibe einstülpt, und ein peripheres (das Blutmesoderm von Markus), welches sich am seitlichen und vorderen Keimscheibenrande bildet.

Dieses periphere Mesoderm, welches nach Markus (58) „gewissermaßen die Potenz des peripheren Mesoderms der Selachier besitzt und ihm durchaus analog ist“, schließt sich dem hinteren Embryoende hinter der Kupffer'schen Blase an und bildet hier eine Zellmasse, deren Hauptaufgabe in der Bildung von Blut, Gefäßen und Bindegewebe besteht, wie es Markus in seiner Arbeit über die Blutbildung nachgewiesen hat. Die Übereinstimmung also zwischen den Resultaten der Experimente von Kopsch und den Tatsachen der normalen Entwicklung liegt ganz klar zutage. Der Randring liefert in der Tat die intermediäre Zellmasse, welche die Anlage des Blutes und der Blutgefäße bei den Knochenfischen bildet, aber nicht direkt, wie Kopsch aus seinen Experimenten geschlossen hat, sondern indirekt, indem der Randring sich zuerst zum Embryoende gestaltet und erst nachher in die Blut- und Gefäßanlagen des Embryos differenziert wird (Markus).

Bei den Selachiern vollzieht sich die Umwachsung infolge der großen Dottermenge langsamer, daher bildet sich das periphere Mesoderm schon am Rande der Keimscheibe in Blutanlagen um. Eine ähnliche Verspätung in der Umwachsung des Dotters findet sich bei den Teleostiern nur bei *Lophius piscatorius*. Bei *Lophius* schließt sich der Randring, wie C. Clapp angibt, ebenso wie bei den Selachiern hinter dem Embryo zu einer Dotternah. Bei dieser Gattung (die mir leider nicht zur Verfügung stand) wäre es sehr interessant, die Verwendung des Randringmaterials zu untersuchen, und es dürfte sich auch in dieser Hinsicht ein Übergang von den Teleostiern zu den Selachiern finden.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch, meinem verehrten Lehrer, dem Herrn Prof. Dr. Józef Nusbaum für die mannigfache Unterstützung, die er mir während der Arbeit zuteil werden ließ, meinen aufrichtigsten Dank abzustatten.

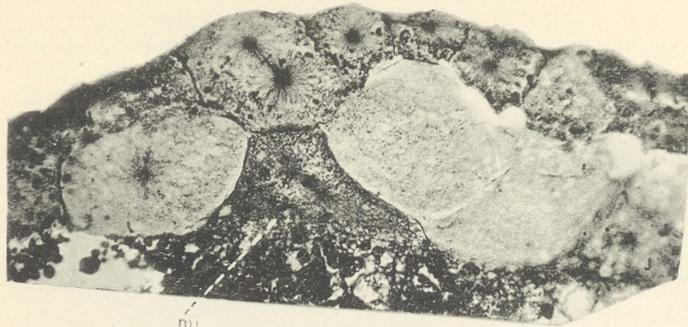
Aus dem Zoologischen Institut der Universität in Lemberg.

Literatur.

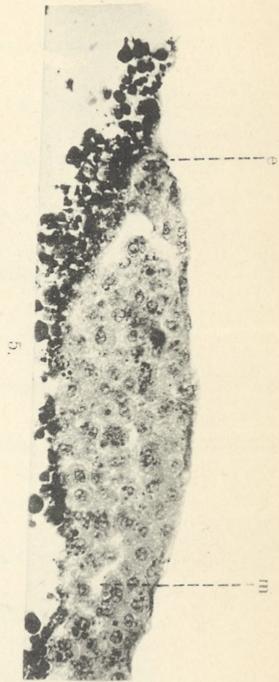
- 1) Agassiz and Whitman. On the Development of some Pelagic Fish-eggs. Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences, Vol. XX, (1884).
- 2) Bambeke Ch. Recherches sur l'embryologie des poissons osseux. Mém. cour. par l'Acad. Royale de Belgique, T. 40, 1876.
- 3) Bataillon E. Nouvelles recherches sur les mécanismes de l'évolution. Les premiers stades du développement chez les poissons et les amphibiens. Arch. de Zoologie, Ser. 3, T. 5, 1897.
- 4) Beneden E. Contribution à l'histoire du développement embryonnaire des Téléostéens. Bull. de l'Acad. de Belgique, T. 44, 1877.
- 5) Boeke J. On the Development of the Entoderm of Kupffer's vesicle, of the Mesoderm of the Head and of the Infundibulum in Muraenoids. Proc. Roy. Acad. of Science, Amsterdam, 1902.
- 6) — Gastrulation and the Covering of the Yolk in the Teleostean Egg. Ebenda 1907.
- 7) — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Teleostier. I. Die Gastrulation und Keimblätterbildung bei den Muränen. Petrus Camper. Dl. II, 1903.
- 8) Berent W. Zur Kenntnis des Parablastes und der Keimblätterdifferenzierung im Ei der Knochenfische. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 30, 1896.
- 9) Brauer A. Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und der Anatomie der Gymnophionen. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. und Ontog. der Tiere, Bd. X, 1897.
- 10) Braem. Was ist ein Keimblatt? Biol. Zentralbl., 1895.
- 11) Brook G. On the Origin of the Hypoblast in Pelagic Teleostean Ova. Quart. Journ. of Micr. Sc., Vol. 25, 1885.
- 12) Clapp C. Some Points in the Development of the Toad-Fish (*Batrachus tau*). Journ. of Morphology, Vol. 5, 1891.
- 13) Cunningham J. F. The Significance of Kupffer's Vesicle, with Remarks on other Questions of Vertebrate Morphology. Quart. Journ. of Micr. Science, Vol. 25, 1885.
- 14) — On the Relations of the Yolk to the Gastrula in Teleosteans. Ebda, Bd. 26, 1886.
- 15) Eycleshymer A. The Early Development of Amblystoma, with Observations on some other Vertebrates. Journ. of Morphology, Bd. X, 1895.
- 16) Fusari R. Sur les premières phases du développement des Téléostéens. Arch. Italiennes de Biologie, 1893.
- 17) Goette A. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. I. Der Keim des Forelleneies. Arch. f. mikr. Anat., Bd. IX, 1873.
- 18) — II. Die Bildung der Keimblätter und des Blutes im Hühnerei. Ebenda, Bd. X, 1874.
- 19) — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Ebda, Bd. 15, 1878.
- 20) Golovine E. Sur le périblaste des poissons osseux. Bull. de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, Vol. 9, 1898.
- 21) Goronowitsch N. Studien über die Entwicklung des Medullarstranges bei Knochenfischen, nebst Beobachtungen über die erste Anlage der Keimblätter und der Chorda bei den Salmoniden. Morph. Jahrb., Bd. 10, 1885.

- 22) Gregory E. Die Kupffer'sche Blase bei der Forelle. Festschr. f. Kupffer. 1899.
- 23) Heidenhain M. Über eine eigentümliche Art protoplasmatischer Knospung an Epithelzellen und ihre Beziehung zum Mikrozentrum. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 54, 1899.
- 24) Henneguy L. F. Recherches sur le développement des poissons osseux. Journ. de l'Anat. et de la Physiologie, T. 24, 1888.
- 25) Hertwig O. Die Entwicklung des mittleren Keimblättes der Wirbeltiere. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 15—16, 1881—1882.
- 26) — Urmund und spina bifida. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 39, 1892.
- 27) — Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Jena, 1903.
- 28) His W. Untersuchungen über die Entwicklung von Knochenfischen. Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsgeschichte. Bd. I, 1876.
- 29) — Untersuchungen über die Bildung des Knochenfischembryos. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, 1878.
- 30) — Über Zellen- und Syncytienbildung. Abh. d. math.-natur. Kl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss., Bd. 24, 1898.
- 31) — Protoplasmastudien am Salmonidenkeim. Ebda, Bd. 25, 1899.
- 32) — Lecithoblast und Angioblast der Wirbeltiere. Ebda, Bd. 26, 1900.
- 33) Hoffman C. K. Über den Ursprung und die Bedeutung der s. g. freien Kerne in dem Nahrungsdotter bei den Knochenfischen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 46, 1888.
- 34) — Zur Ontogenie der Knochenfische. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 23, 1883.
- 35) Hubrecht. Early Ontogenetic Phenomena in Mammals and their Bearing on our Interpretation of the Phylogeny of the Vertebrata. Journal of Morphology, 1909.
- 36) McIntosh and Prince. On the Development and Life Histories of the Teleostean Food and other Fishes. Trans. of the Royal. Soc. of Edinburgh, Vol. 35, 1887—88.
- 37) Jabłonowski J. Über einige Vorgänge in der Entwicklung des Salmonidenembryos. Anat. Anz., Bd. 14, 1898.
- 38) Janosik J. Partielle Furchung bei den Knochenfischen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 24, 1884.
- 39) Kastschenko N. Zur Entwicklungsgeschichte des Selachierembryos. Anat. Anz., Bd. 3, 1888.
- 40) Keibel F. Die Gastrulation und die Keimblätterbildung der Wirbeltiere. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. X, 1901.
- 41) Kingsley and Conn. Some Observations on the Embryology of the Teleosteans. Mem. Boston Soc. of N. H., Vol. 3, 1883.
- 42) Kopsch Fr. Oberflächenbilder des sich entwickelnden Forellenkeimes. Verh. d. Anat. Gesellschaft, 1896.
- 43) — Experimentelle Untersuchungen über den Keimhautrand der Salmoniden. Ebda, 1894.
- 44) — Die Entwicklung der äußeren Form des Forellenembryos. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 51, 1898.

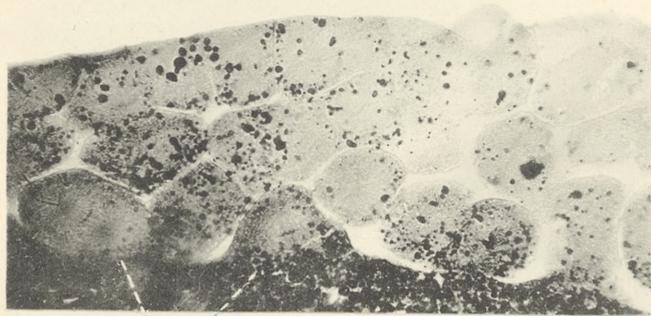
- 45) — Homologie und phylogenetische Bedeutung der Kupffer'schen Blase. Anat. Anz., Bd. 17, 1900.
- 46) — Die Entstehung des Dottersackentoblasts und die Furchung bei *Belone acus*. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., Bd. 18, 1901.
- 47) — Art, Ort und Zeit der Entstehung des Dottersackentoblasts bei verschiedenen Knochenfischarten. Ebda, Bd. 20, 1902.
- 48) — Untersuchungen über Gastrulation und Embryobildung bei den Chordaten. I. Leipzig, 1904.
- 49) Kowalewski M. Die Gastrulation und die s. g. Allantois bei den Teleostiern. Sitz.-Ber. d. phys. med. Soc., Erlangen, 1885, 1886.
- 50) — Über die ersten Entwicklungsprozesse der Knochenfische. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 43, 1886.
- 51) Kupffer C. Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 4, 1868.
- 52) — Die Entstehung der Allantois und die Gastrula der Wirbeltiere. Zool. Anz., Jhrg. II, 1879.
- 53) — Über Laichen und Entwicklung des Ostsee-Herings. Jahresber. d. Komm. für wiss. Unters. d. Meere. Kiel, 1874—76.
- 54) — Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbeltiere. Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abt., 1884.
- 55) List J. H. Zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische (Labriden). Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 45, 1887.
- 56) — Zur Herkunft des Periblastes bei den Knochenfischen. Biol. Zentralbl., Bd. 7, 1887.
- 57) Lwoff B. Die Bildung der primären Keimblätter und die Entwicklung der Chorda und des Mesoderms der Wirbeltiere. Bull. de la Soc. des Natural. à Moscou, 1894.
- 58) Markus H. Ein Beitrag zur Kenntnis der Blutbildung bei Knochenfischen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 66, 1905.
- 59) Morgan T. H. Experimental Studies on the Teleost. Eggs. Anat. Anz., 1893.
- 60) — The Formation of the Fish Embryo. Journ. of Morph., Bd. X, 1895.
- 61) Moser F. Beschreibung einer Duplicitas anterior der Bachforelle und Besprechung der Theorie von Fr. Kopsch über die Bildung des Wachstumszentrums für Rumpf und Schwanz. Anat. Anz., Bd. 30, 1907.
- 62) Oellacher J. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforellenei. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 23, 1873.
- 63) Olt A. Lebensweise und Entwicklung des Bitterlings. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 55, 1893.
- 64) Owsjannikow Ph. Studien über das Ei, hauptsächlich bei Knochenfischen. Mém. de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg, T. 33, 1885.
- 65) Rabl C. Theorie des Mesoderms. Morph. Jahrb., Bd. 15, 1889.
- 66) Raffaele F. Osservazioni sul foglietto epidermico superficiale degli embrioni dei Pesci ossei. Mitteil. d. Zool. Stat. Neapel, Vol. 12, 1895.
- 67) — Osservazioni intorno al sincizio periletico delle uova dei Teleostei. Boll. d. Soc. dei Nat., Vol. 12, 1898.
- 68) Reinhard W. Die Bedeutung des Periblastes und der Kupffer'schen Blase in der Entwicklung der Knochenfische. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 52, 1898.



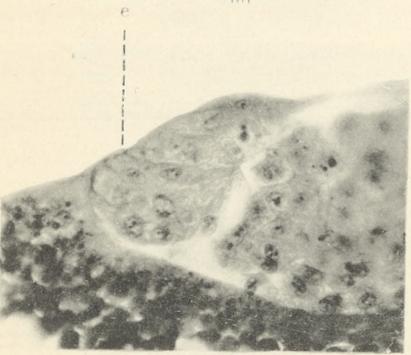
1.



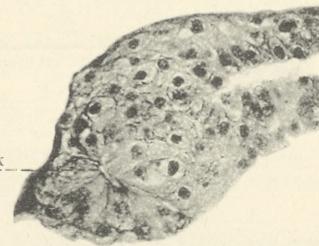
5.



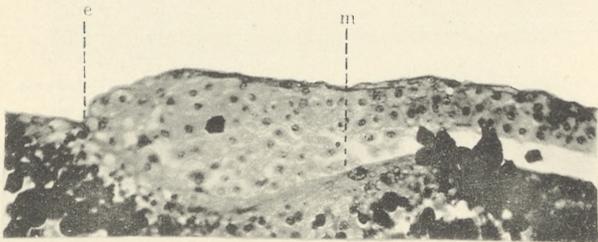
2.



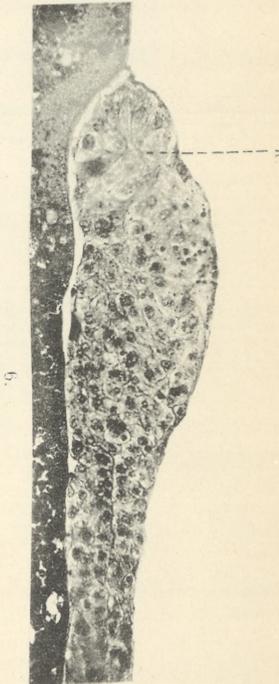
3.



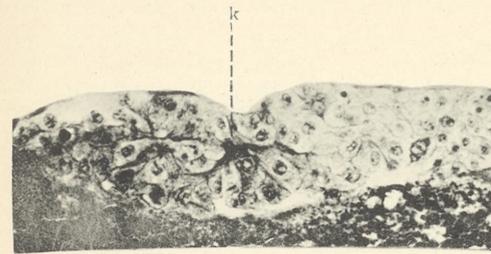
7.



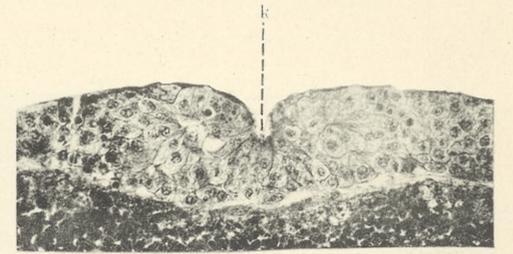
4.



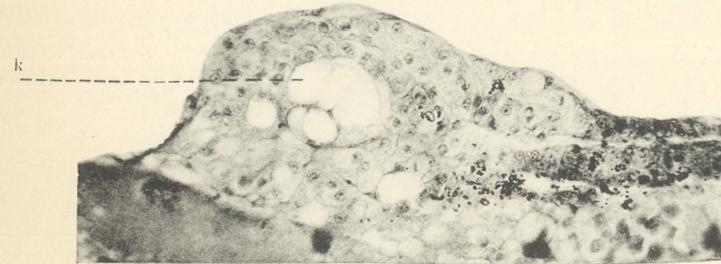
6.



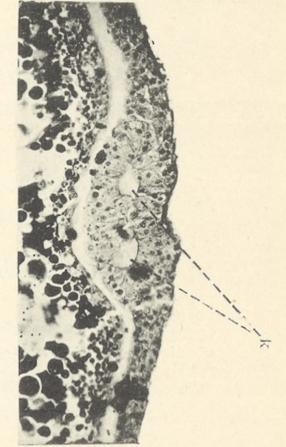
8.



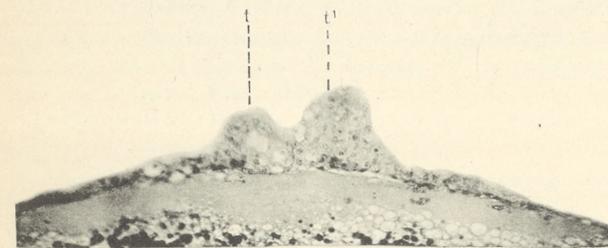
9.



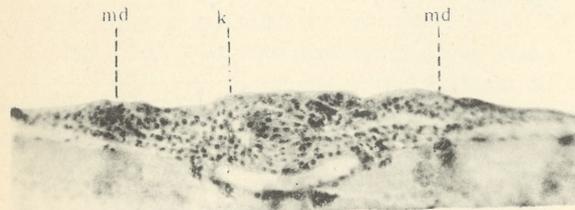
10.



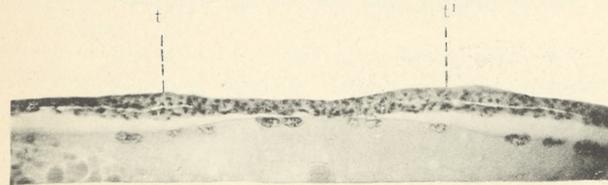
11.



12.



13a.



13b.



14a.

- 69) — Zur Frage über die amitotische Teilung der Zellen. Biol. Zentralbl. 1896.
- 70) Rauber A. Neue Grundlegungen zur Kenntnis der Zelle. Morph. Jahrb., Bd. VIII, 1883.
- 71) Schwarz D. Untersuchungen des Schwanzendes bei den Embryonen der Wirbeltiere. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 48, 1889.
- 72) Salensky W. Recherches sur le développement du sterlet. Arch. de Biol., Vol. 2, 1882.
- 73) Samassa P. Studien über den Einfluß des Dotters auf die Gastrulation und die Bildung der primären Keimblätter der Wirbeltiere. III. Teleostier. Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 3, 1896.
- 74) Sobotta J. Zur Entwicklung von *Belone acus*. Verh. d. anat. Gesell., 1876.
- 75) — Die morphologische Bedeutung der Kupffer'schen Blase. Verh. d. phys. med. Gesellsch. Würzburg, Bd. 32. 1898.
- 76) — Die Furchung des Wirbeltiereies. Ergebn. d. Anat. u. Entw.-gesch., 1897.
- 77) Sumner F. B. Kupffer's Vesicle and its Relation to Gastrulation and Concrecence. Mem. N. Y. Acad. of Sc., Vol. II, 1900 (n. Zool. Jahresb. 1900).
- 78) — A Study of Early Fish Development. Arch. f. Entw.-mech., Bd. 17, 1903.
- 79) Swaen et Brachet. Etudes sur les premières phases du développement des organes dérivés du mésoblaste chez les poissons téléostéens. Arch. d. Biol., T. 18, 1901.
- 80) Virchow H. Über das Dottersyncytium und den Keimhautrand der Salmoniden. Verh. d. anat. Gesell., Straßburg, 1894.
- 81) — Dottersyncytium, Keimhautrand und Beziehungen zur Konkreszenzlehre. Ergebn. d. Anat. u. Entw.-gesch., Bd. 6, 1897.
- 82) — Das Dotterorgan der Wirbeltiere. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 53, 1892.
- 83) Wenckebach K. F. Beiträge zur Entwicklung der Knochenfische. Arch. f. mikr. Anat., 1886.
- 84) Wilson H. The Embryology of the Sea-Bass. Bull. of the U. St. Fish Commission, Vol. 9, 1889.
- 85) Ziegler H. E. Die embryonale Entwicklung von *Salmo salar*. Inaug. Diss., Freiburg, 1882.
- 86) — Die Entstehung des Blutes bei den Knochenfischembryonen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 30, 1887.
- 87) — Die biologische Bedeutung der amitotischen Kernteilung im Tierreich. Biol. Zentralbl., Bd. 11, 1891.
- 88) — Über das Verhalten der Kerne im Dotter der meroblastischen Wirbeltiere. Ber. d. Naturforsch. Gesell. Freiburg, Bd. 8, 1894.
- 89) — Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere. Jena, 1902.

Erklärung der Abbildungen (Tafel XX—XXII).

Sämtliche Figuren sind nach Präparaten von *Amiurus nebulosus* photographiert.

Fig. 1. u. 2. stellen Querschnitte durch Keimscheiben dar, in denen eine Nachfurchung stattfindet; *mi* Mitose in den nachfurchenden Zellen, (\times zirka 380).

Fig. 3, 4, 5. Medianschnitte durch den hinteren Abschnitt des Blastoderms am Anfang der Gastrulation. (Fig. 3 \times zirka 380, Fig. 4, 5 Verg. \times 175).

Fig. 6. u. 7. Sagittalschnitte durch das hintere, die Kupffer'sche Blase enthaltende Embryoende; *k* Kupffer'sche Blase. (zirka \times 350).

Fig. 8. u. 9. Zwei nacheinander folgende Querschnitte durch ein die Kupffer'sche Blase aufweisendes Embryoende; *k* Kupffer'sche Blase. (\times 175).

Fig. 10. Ein Sagittalschnitt durch das hintere Embryoende, welches eine durch Vakuolisierung entstehende Kupffer'sche Blase enthält; *k* Kupffer'sche Blase. (\times zirka 350).

Fig. 11. Querschnitt durch ein Embryoende, dessen Kupffer'sche Blase ein doppeltes Lumen enthält. (\times 140).

Fig. 12. Querschnitt durch das gegabelte hintere Ende des in Fig. 20 dargestellten Embryos. (\times 140).

Fig. 13 *a* u. 13 *b*. Zwei Querschnitte durch das Ende des in Fig. 22 dargestellten Embryos: 13 *a* in der Gegend der Kupffer'schen Blase, 13 *b* hinter derselben; *md* Medullarwülste, *t*, *t*₁ die Randringhälften. (\times 140).

Fig. 14 *a*, 14 *b*, 14 *c*, 14 *d*. Querschnitte durch den in Fig. 23 dargestellten Embryo; 14 *a* Querschnitt in der Höhe der Kupffer'schen Blase; 14 *b* durch die hinter der Kupffer'schen Blase verwachsene Randringhälften; 14 *c* Querschnitt durch das Dotterloch, in welchem das cilienartige Gebilde *c* sichtbar ist; 14 *d* Querschnitt durch den vorderen Teil des Randringes; *k* Kupffer'sche Blase, *t* linke Randringhälfte, *t*₁ rechte Randringhälfte hinter dem Embryo; *p*, *p*₁ die vorderen Randringhälften. (Fig. 14 *a* \times 140, Fig. 14 *b*, *c*, *d* \times 160).

Fig. 15. Sagittalschnitt durch einen Embryo, der dem in Fig. 22 dargestellten Embryo entspricht; *p* vorderer Teil des Randringes; *t* das hintere Embryoende; *c* das cilienartige Gebilde. (\times 160).

Fig. 16. Sagittalschnitt durch den Embryo Fig. 24. Dieselben Bezeichnungen wie in der vorigen Figur. (\times 160).

Fig. 17—24 stellen Oberflächenbilder des sich gestaltenden Embryos dar. (\times zirka 9 $\frac{1}{2}$).

Fig. 17. Keimscheibe mit der beginnenden knopfartigen Verdickung am hinteren Ende.

Fig. 18. Der Embryo bildet im vorderen Abschnitte eine hufeisenförmige Verdickung, im hinteren einen deutlichen Randknopf.

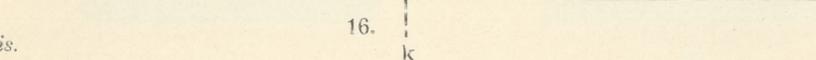
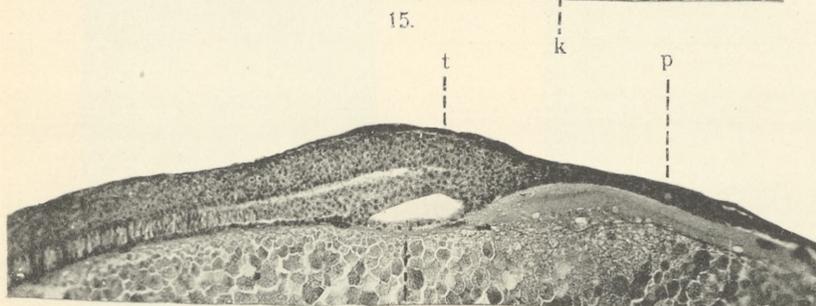
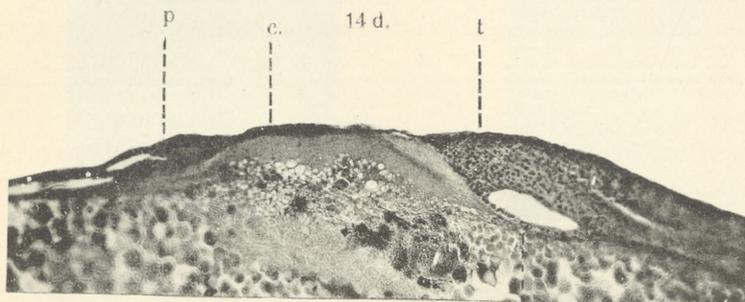
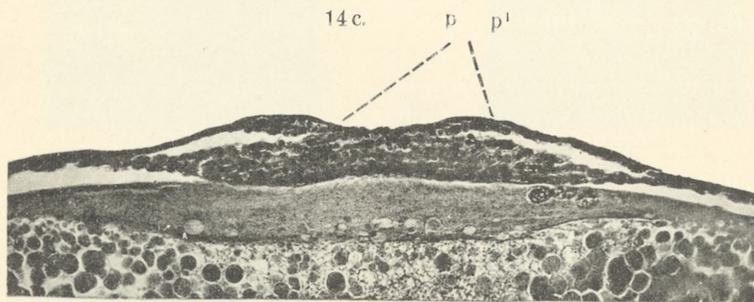
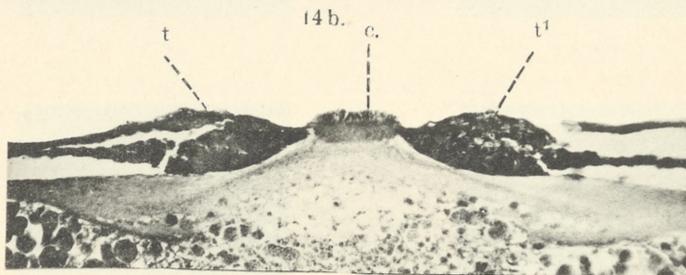
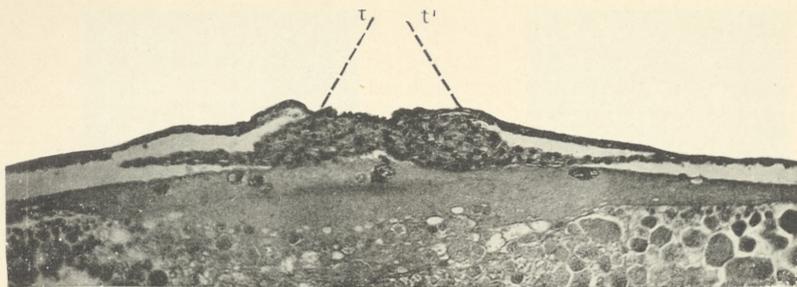
Fig. 19 u. 20. Die Umwachsung hat den Äquator überschritten, der Randknopf bildet eine erhobene Falte.

Fig. 21. Die Umwachsung ist noch weiter vorgeschritten, die knopfartige Verdickung ist vom Rande weggeschoben.

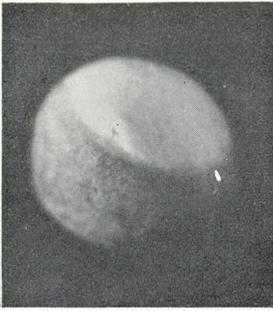
Fig. 22. Die knopfartige Verdickung ist noch weiter vom Rande weggeschoben, das hintere Embryoende wird ganz merklich gegabelt.

Fig. 23. Das Verwachsen der Randringhälften in der Längsachse des Embryos und Bildung des Schwanzendes.

Fig. 24. Das Dotterloch ist zu einem nadelstichgroßen Lumen reduziert, das Schwanzende hebt sich vom Dotter ab und umfaßt das im Schwinden begriffene Dotterloch.



K. Reis.



17



18



19



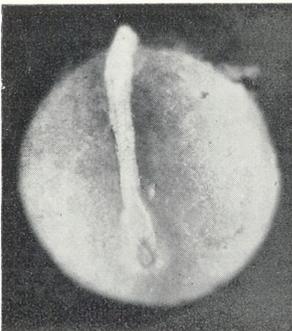
20



21



22



23



24

*O prądach powierzchniowych i czynnościowych mięśni. —
Über die Oberflächen- und Aktionsströme der Muskeln.*

Mémoire

de M. N. **CYBULSKI** m. t.,

présenté dans la séance du 4 Juillet 1910.

Für die elektrischen Erscheinungen in den Geweben interessierten sich die Physiologen seit dem ersten Augenblicke, wo diese Erscheinungen beobachtet wurden, immer in hohem Grade; an Bedeutung gewinnen sie jedoch besonders, seitdem sie mittels des Einthoven'schen Galvanometers bei der Untersuchung der Herzenstätigkeit angewandt worden sind. Es liegt auf der Hand, daß, wenn wir von den rein theoretischen Untersuchungen über die elektrischen Phänomene zu ihrer praktischen Anwendung übergehen, wir uns notwendigerweise Rechenschaft von der Natur, dem Charakter und den Eigenschaften dieser Erscheinungen geben müssen, denn nur unter dieser Bedingung dürfen sie eine wirkliche Bedeutung für die Praxis gewinnen.

In meinem letzten Aufsatz¹⁾ habe ich angedeutet, daß, trotzdem auf die Untersuchungen der Elektrizität bisher sehr viel Mühe aufgewendet worden und trotzdem sich mit ihnen die hervorragenden Geister unter den Physiologen befaßt haben, die elektrischen Erscheinungen in den Geweben bis jetzt noch gewissermaßen ein Rätsel geblieben sind, und die behufs der Versinnlichung dieser Erscheinungen geschaffenen Theorien nicht einmal den elementarsten wissenschaftlichen Anforderungen Genüge leisten, indem sie sich lediglich auf die Observationskasuistik, nicht aber auf Tatsachen stützten, die auf wirklich wissenschaftlichen physikalischen oder chemischen Forschungen beruhen.

Diese Erscheinungen sind heutzutage ebenso unklar und unverständlich, wie noch vor einigen zehn Jahren.

¹⁾ Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, Mars. 1910. S. 173.

Das endgültige Ergebnis, zu welchem die bisherigen Forschungen geführt haben, wurde in dem neuesten Werke Nagel's (B. IV, 2. Teil, Heft I, S. 522) in folgenden Worten formuliert: „Es sind zwei Zustände bekannt, in denen der Muskel elektromotorisch wirksam wird: in verletztem Zustande und bei der Erregung“.

Dies Endresultat, in welchem der Verfasser (M. v. Frey), wie übrigens fast alle Physiologen, über die Beobachtungen von Du Bois-Reymond und anderen zeitgenössischen Forschern vollständig zur Tagesordnung übergeht und ohne Vorbehalt die Theorien Hermann's annimmt, erscheint mir auf Grund meiner Betrachtungen als vollkommen unbegründet.

Vor allem nimmt Hermann an, daß die beschädigte Gewebefläche eine elektromotorische Fläche ist, gibt aber nirgends auch den geringsten Beweis, noch auch einen Schein irgend welcher Erklärung, warum der Strom in dieser elektromotorischen Fläche diese und nicht etwa eine andere Richtung hat und wie er sich die Elektronegativität oder Elektropositivität des Gewebes vorstellt, womit er die beschädigte und die unbeschädigte Stelle charakterisiert.

Diese Charakteristik, welche bloß zur Beschreibung der beobachteten Tatsache dienen sollte, ist vom Standpunkte der Physik gar nicht verständlich, und demnach ist es schwer zu begreifen, wie es gekommen ist, daß diese dunkle und unklare Auffassung lange Jahre bei den Physiologen für besondere Theorie der elektrischen Erscheinungen gelten konnte. Es ist klar, daß sich eine solche Erklärungsart mit dem Fortschritt der Elektrochemie nicht behaupten konnte und daß sie die nüchterneren Geister zur Aufsuchung einer der Wissenschaft mehr entsprechenden Definition anspornen mußte.

Ostwald¹⁾ hat zuerst darauf hingewiesen, daß die Erklärung der elektromotorischen Kraft der Gewebe in der Differenz der Konzentration der in den Geweben befindlichen Elektrolyte zu suchen ist, und nach ihm suchten mehrere Forscher Beweise dafür zu erbringen, daß es dem wirklich so ist und daß die elektrischen Ströme der Gewebe den Charakter der Ströme haben, welche in den Elektrolyten bei den Differenzen der Konzentration entstehen. Noch im J. 1898 habe ich²⁾ darauf hingewiesen, daß man mit ebendemselben Recht als elektromotorische Fläche die

¹⁾ Zeitschr. f. physik. Chemie. Bd. 6, S. 71. (1890).

²⁾ Anzeiger d. Akademie d. Wissenschaften in Krakau, Mai 1898.

Oberfläche jeder Faser betrachten kann, in welcher die stattfindende Osmose der Elektrolyte die Gruppierung der Ionen in zwei Schichten verursachen kann: eine positive an der Oberfläche, eine negative in dem Parenchym, daß, wenn wir in diesem Falle den Querschnitt durch den Leiter mit der Nerven- oder Muskeloberfläche verbinden, wir einen Strom erhalten, wie bei der Verbindung jeder Batterie, wobei der Querschnitt der negative, die Oberfläche der Faser der positive Pol sein wird. Fast gleichzeitig veröffentlichte Tschagowetz¹⁾ eine Arbeit, in welcher er zwar die elektromotorische Fläche im Querschnitte lokalisiert, sie jedoch als eine Flüssigkeitskette betrachtet. Diese Kette bildet die Kohlensäure, welche sich an der beschädigten Stellen entwickelt, und die Diffusionen dieser Säure haben den Alterationsstrom zur Folge. Jedoch zieht auch dieser Verfasser keineswegs die Frage in Betracht, warum der Strom diese und nicht eine andere Richtung hat, und führt eigentlich keine Experimente zur Unterstützung seiner Anschauungen an. Bernstein²⁾, welcher die Hypothese Ostwald's akzeptiert, daß gewisse Membranen für gewisse Ionen undurchgängig sind, neigt zur Annahme der Membrantheorie und hält das Gewebe für eine Konzentrationskette. Auch Brünings³⁾ übergeht vollständig die Experimente von mir und Tschagowetz, in welchen wir dargetan haben, daß alle asymmetrischen Verbindungen der flüssigen Kette eine Quelle sehr starker Ströme sein können, erblickt in solchen Verbindungen die Quelle der elektromotorischen Kraft der Gewebe und nennt sie eine diosmotische Kette.

Zweifellos wurde durch diese Untersuchungen die Hermann'sche Theorie erschüttert und eine, wie ich glaube, fast allgemeine Überzeugung hervorgerufen, daß nur die Konzentrationsdifferenzen verschiedenster Elektrolyte die Quelle der elektromotorischen Kraft in den Geweben, insbesondere in den Muskeln sein können. Jedoch hat diese Überzeugung bis jetzt in keiner Arbeit, die den ganzen Komplex der elektrischen Erscheinungen in den Geweben umfaßte, Ausdruck gefunden.

Wenn wir diese neue Anschauung von der Quelle der elektromotorischen Kraft annehmen, finden wir keinen Grund zur Behaup-

¹⁾ *Newrologiczeskij Wiestnik*. T. VI, 1, 1898.

²⁾ Bernstein. *Pflüg. Arch.* Bd. 92, S. 521. 1902.

³⁾ Brünings. *Pflüg. Arch.* Bd. 100, S. 377. 1903.

tung, welche die Grundlage für die Hermann'sche Theorie wurde, als ob das unbeschädigte Gewebe isopotential sein müßte.

Wenn wir berücksichtigen, daß verschiedene Teile desselben Gewebes sich durch ihre Vitalität, Intensität des Stoffwechsels, die Menge des zirkulierenden Blutes, die Menge der innerhalb des Zellengewebes enthaltenen Flüssigkeit u. s. w. unterscheiden, so müssen wir augenscheinlich auch annehmen, daß gewisse Differenzen in der Elektrolytenkonzentration bestehen, und dieser Umstand schließt schon von vornherein die Isopotentialität aus.

In der Tat begegnen wir bei Anwendung empfindlicher Galvanometer isopotentialen Punkten in irgend welchem Muskel oder Nerven nur ausnahmsweise und gerade diese Ausnahmefälle wurden von Hermann als Regel anerkannt. Die Behauptung Hermann's hat die Physiologen auf die Dauer von mehreren Jahren so beeinflußt, daß alle von Du Bois-Reymond so präzise beobachteten Tatsachen als Folgen der Beschädigung, mit einem Worte als künstliches Produkt erkannt wurden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß alle Forscher die Ströme der möglichst genau präparierten Muskeln unter Verbindungen mit dem Galvanometer beobachtet haben, daß sie jedoch, gleichsam aus Furcht, der Unkenntnis der Präparierung verdächtigt zu werden, jene Tatsachen nicht sehen wollten und sie geradezu geringschätzig behandelten.

Umso schwieriger war es aber dieser allgemeinen Meinung beizustimmen, als Hermann, welcher sie aufnötigte, nicht einmal eine Tatsache anführte, die beweisen würde, daß es dem wirklich so sei und überhaupt anders nicht sein könne.

Welcher Art die elektromotorische Quelle im Muskel auch sei, so ist es unzweifelhaft — und Beweise dafür sind auch aus dem Laboratorium Hermann's von Samoiloff geliefert worden —, daß der durch diese Kraft hervorgerufene Strom durch den Muskel selbst fließt und die Potentialdifferenzen sich mittels der im Muskel befindlichen Elektrolyte ausgleichen; daß dagegen der Strom, welchen wir im Galvanometer beobachten, nur einen Teil von dem im Gewebe sich befindenden Strom bildet und nur einen Teil der durch die elektromotorische Kraft verursachten Potentialdifferenz zum Vorschein kommen läßt. Selbstverständlich wird die Intensität dieses abgeleiteten Stromes im Verhältnis zu dem durch den Muskel fließenden Strom abhängig sein:

1) vom Verhältnisse der Widerstände: d. i. des Widerstandes im Muskel und desjenigen im Galvanometer und

2) von derjenigen Abnahme des Potentials, welche dank der inneren Leitung durch die Elektrolyte (interfibrillär) an zwei Muskelpunkten, von denen wir ableiten, existiert.

Es ist klar, daß dieses Verhältnis variieren muß je nach der den Muskel umgebenden Flüssigkeit, der Oberflächenfeuchtigkeit, der Flüssigkeits- und Elektrolytenmenge im Muskel u. s. w. Dieses Verhältnis wird ein ganz anderes sein, wenn wir von zwei Punkten der Längfläche, oder von der Längfläche und dem Querschnitte ableiten.

Wenn infolge gewisser Umstände der innere Widerstand des Muskels gering wird, können wir in dem Ableitungszweige den Strom nicht einmal nachweisen und daher dürfen diese Verfahren, durch welche Hermann die isopotentialen Stellen bekommt, keineswegs gegen die Existenz der Muskelströme sprechen. Seine Experimente mit dem Fallrheotom wurden, wenngleich von Garten bestätigt, von Bernstein und Czermak widerlegt und dürfen gleichfalls von der Richtigkeit seiner Theorie nicht überzeugen; aber auch ungeachtet dieser Widerlegung darf die Verzögerung des Stromerscheinens in voller Kraft nach der Beschädigung in den Experimenten Hermann's auf eine viel einfachere und natürlichere Weise erklärt werden, dadurch nämlich, daß ein Teil dieses Stromes für die Ladung der Leiter verbraucht wird, was Hermann ganz unberücksichtigt läßt.

Indem ich diese Experimente mit dem Fallrheotom wiederholte, erhielt ich neben denselben Ergebnissen, wie sie Hermann erhalten hatte, dann auch dieselbe Verzögerung bei der Verbindung des Fallrheotoms mit einer Flüssigkeitskette. Bei diesen Experimenten gab es natürlich kein Absterben; weil aber dennoch eine identische Verzögerung eintrat, so muß in beiden Fällen eine und dieselbe Ursache gewirkt haben, und diese Ursache kann eben die Ladung der Leiter gewesen sein, wodurch selbstverständlich die Stromkraft im ersten Momente beeinflusst wurde. Bei diesen Experimenten habe ich die elektromotorische Kraft der Flüssigkeitskette so angepaßt, daß sie der elektromotorischen Kraft des Muskels gleich. Die Abnahme des Stroms war bei der Anwendung des Rheotoms unter identischen Bedingungen die gleiche.

Dies Experiment, wie auch eine ganze Reihe anderer Beweise

für die Behauptung, die ich hier aufstelle, will ich am anderen Orte ausführlicher darstellen. Hier bemerke ich bloß, daß in der Tat weder Hermann noch irgend jemand überhaupt bis jetzt Beweise zur Widerlegung der Beobachtungen Du Bois-Reymond's und seiner Behauptung von der beständigen Existenz der Ströme in den Geweben angeführt hat.

Ich sehe überhaupt die Gründe nicht ein, auf welche sich die jetzige Überzeugung der Physiologen von der Nichtexistenz der Ströme in lebenden Geweben stützen könnte; deshalb habe ich mich seit mehreren Jahren bei jeder Gelegenheit zu überzeugen gesucht, ob wenigstens die rohe Empirie für die Theorie Hermann's spricht. Doch war das Ergebnis für diese Theorie ungünstig.

Ich brachte es in der Präparierung der Muskeln endlich zu außergewöhnlicher Gewandtheit und stellte immer zugleich fest, daß die ganze Muskeloberfläche vollkommen unbeschädigt war; indem ich nun diese Muskeln mit dem Galvanometer in Verbindung setzte, fand ich niemals solche, welche keinen Strom gegeben hätten, und, was noch wichtiger war, wiesen die erhaltenen Ströme immer eine gewisse Regelmäßigkeit auf, welche durch ganz zufällige Beschädigung niemals hätte gesichert werden können. Von irgend einer Wirkung der Hautströme konnte auch keine Rede sein, denn der Muskel wurde ohne die leiseste Berührung mit der Haut herausgenommen. Überhaupt stimmten bei diesen Experimenten die Erscheinungen mit dem, was Du Bois-Reymond sehr oft beobachtete, überein, d. h., daß man, wenn der Muskel als Ganzes ins Auge gefaßt wird, immer imstande ist, einen aufsteigenden Strom nachzuweisen; der Muskel stellt sich als Batterie dar, deren zentripetaler Teil den positiven und der peripherische den negativen Pol repräsentiert. Daß bei allen diesen Versuchen tatsächlich niemals eine Beschädigung des Muskels im Spiele war, bezeugte der Umstand, daß das Muskelpotential von unten nach oben anwuchs. Ich will nur ein Beispiel anführen.

Versuch I.

Ein *Gastrocnemius* des Frosches wurde innerhalb einer halben Min. präpariert und auf eine Glasplatte gelegt, die eine nicht polarisierende Elektrode wurde an die untere Sehne angelegt, die andere in Entfernung:

von 2 mm,	$E = -0.0102 V$	
4 " "	$= -0.0319$	(— bedeutet, daß die untere
6 " "	$= -0.0365$	Elektrode negativ, die Rich-
10 " "	$= -0.0422$	tung des Stroms im Muskel
15 " "	$= -0.0471$	aufsteigend ist).
18 " "	$= -0.0411$	

Diese Zunahme der elektromotorischen Kraft bei der Vergrößerung der Entfernung zwischen den Elektroden konnte keinesfalls von der Beschädigung der unteren Muskelteile abhängig sein, denn einerseits vergrößerte sich der Muskelwiderstand infolge der Entfernung der einen Elektrode von der anderen, andererseits vergrößerte sich der Muskelzwischenraum, durch welchen die Ausgleichung der Potentialdifferenzen im Muskel selbst stattfinden konnte und die mit dem Galvanometer nachgewiesene elektromotorische Kraft hätte dadurch abnehmen müssen. Ebenfalls finden wir immer dasselbe Verhältnis, wenn wir, dieselbe Entfernung beibehaltend, die beiden Elektroden von unten nach oben versetzen: der mehr zentripetal gelegene Punkt ist +, der peripherisch gelegene —.

Von meinen zahlreichen Beobachtungen erlaube ich mir nur ein Beispiel anzuführen.

Versuch II.

M. gastrocnemius dexter. Zimmertemperatur (17°—18°). Der möglichst vorsichtig präparierte Muskel wurde, ohne abgeschnitten zu werden, auf die Glasplatte gelegt, der Unterschenkel dagegen abgeschnitten. Die elektromotorische Kraft wurde mit der Kompensation bezeichnet, deren Strom so angepaßt war, daß 1 mm der Rheochordskala 0.0001 V. entsprach. Die Empfindlichkeit des Platt'schen Galvanometers = $6 \cdot 10^{-9}$

1. die eine Elektrode an der unteren Sehne,
die andere " in der Mitte des Muskels
 $E = -195^1)$

¹⁾ — bedeutet in allen Experimenten den negativen, + den positiven Pol des Stroms in den die zwei Punkte mit dem Galvanometer verbindenden Leitern, per Analogon zur gewöhnlichen Batterie. In diesem Falle floß der Strom im Muskel (d. h. in Muskelfibrillen) von — gegen +, d. h. er war aufsteigend, weil die untere Elektrode —, die obere + war.

2. die eine Elektrode an der unteren Sehne,
die andere „ neben der oberen Sehne
 $E = - 410$
3. die eine Elektrode in der Mitte,
die andere „ an der oberen Sehne
 $E = - 210$
4. die eine Elektrode am unteren Querschnitte,
die andere „ in der Mitte des Muskels
 $E = - 530$
5. die eine Elektrode am unteren Querschnitt,
die andere „ an der oberen Sehne
 $E = - 762$
6. die eine Elektrode am unteren Querschnitte,
die andere „ am oberen Querschnitte¹⁾
 $E = - 520$

Fast ähnliche Zahlen erhielt man von der anderen Extremität.

Aus dem angeführten Experimente ersehen wir, daß die Summe der Potentialdifferenzen zwischen dem unteren Teil und der Mitte der Muskeln (1), der Mitte und dem oberen Teil (3) der Differenz zwischen unten und oben gleicht (2):

$$0.0195 + 0.0210 = 0.0405.$$

Dagegen betrug sie unmittelbar gemessen, 0.0410.

Außerdem belief sich der Unterschied zwischen dem unteren und dem oberen Querschnitt auf $- 520$, wengleich der obere Querschnitt viel frischer war als der untere. In vielen auf dieselbe Weise ausgeführten Experimenten war nicht nur der obere Querschnitt beständig ein positiver, der untere dagegen ein negativer Pol (wenn wir den Muskel als Batterie betrachten werden), sondern es war dieser Querschnitt (2—3 mm unterhalb des oberen Ansatzpunktes der Sehne) ein positiver Pol, sogar zu der Längfläche der unteren Hälfte des Muskels, so daß in diesen Versuchen die unzweifelhaft beschädigte Stelle im Sinne Hermann's elektropositiv gegenüber der unbeschädigten, oder zweifelhaft beschädigten war. Als Beispiel führe ich folgendes Experiment an.

¹⁾ Der Muskel wurde von der oberen Sehne abgeschnitten und ein Querschnitt gemacht.

Versuch III.

Gastrocnemius des Frosches.

Verbindung:

1. untere Sehne	Mitte	— 100
2. „ „	obere Sehne	— 401
3. Mitte	„ „	— 360
4. unterer Querschnitt	Mitte	— 310
5. „ „	obere Sehne	— 495
6. oberer „	unterer Querschn.	— 320
7. Mitte	oberer „	— 48

d. h. die Mitte des Muskels, also die unbeschädigte Längfläche, war elektronegativ im Verhältnis zum Querschnitte, der positiv war.

In einer Reihe ähnlicher Versuche erhielten wir beständig, fast ausnahmslos an zwei Punkten eine umso größere Potentialdifferenz, je größer die Entfernung zwischen den Elektroden am Muskel war; überdies hatte der obere Querschnitt, wie wir oben angedeutet haben, nicht nur das höhere Potential, als der untere, sondern außerdem war es manchmal höher als das Potential der Längfläche in der Mitte des Muskels. Ich bin überzeugt, daß diese Tatsache, von welcher sich jedermann überzeugen kann, bei Leuten, die von der Hermann'schen Theorie nicht suggeriert sind, nicht nur Zweifel erregen muß, daß die Beschädigung über die Entstehung des Stromes entscheidet, sondern daß sie auch die Vermutung erwecken muß, daß in dem Muskel, ob nun dieser beschädigt ist oder nicht, die Bedingungen zur Entstehung elektromotorischer Kraft vorliegen und daß infolge dieser Kraft ein jeder Muskel den Charakter eines Elements, oder genauer gesagt einer Batterie hat, deren positiver Pol durch das zentripetale, der negative dagegen durch das peripherische Ende repräsentiert wird, daß mit anderen Worten die Muskeln schon infolge ihres Aufbaus eine gewisse Polarität besitzen. Wir müssen also trotz den heutzutage geläufigen Anschauungen annehmen, daß in jedem lebenden Muskel immer Ströme existieren, welche von den in der Faser höher zu den tiefer gelegenen Theilen durch Elektrolyte zirkulieren, die theils in den umgebenden Geweben, theils in der innerhalb der Gewebeelemente befindlichen Flüssigkeit vorkommen. Diese Batterie ist stets in sich geschlossen und was wir vermittelst des Galvanometers nachweisen, ist nur eine Abzweigung dieses Stroms bei der Parallelverbindung.

Diese Erscheinung finden wir nicht nur in dem *M. gastrocnemius* sondern auch im *tibialis anticus*, *semimembranosus*, *semitendinosus* und sogar im *M. sartorius*, insofern er genau präpariert wird.

Die Beständigkeit der Stromrichtung in unbeschädigten Muskeln, die manchmal eine größere Potentialdifferenz als diejenige zwischen der Längsfläche und dem Querschnitte aufweisen, bringt uns selbstverständlich den Gedanken nahe, welchen schon Du Bois-Reymond begründen wollte — obwohl dessen Versinnlichung in seiner Elektromolekularhypothese der Wirklichkeit nicht entspricht — daß nämlich die Ursache der Erscheinung im Muskelbau selbst, im

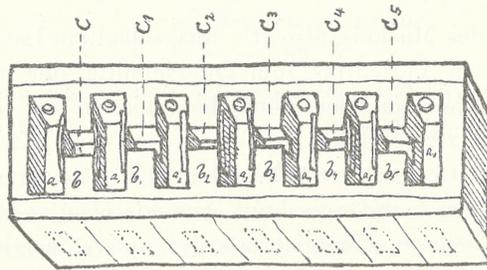


Fig. 1.

Faserbau, vielleicht auch im Bau der Fibrille, und zwar in deren Querstreifung, nicht aber in irgend welchen zufälligen Umständen zu suchen ist.

Die Querscheiben der Fibrille, wie Krause's und Merkel's Membranen, anisotropische und isotropische Substanz, bilden sozusagen die Kammern, in welchen die Elektrolyte eine Flüssigkeitskette in asymmetrischer Verbindung bilden können. In der Mitteilung vom 12/X 1903 (Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie 1903, S. 627) habe ich auf asymmetrische Verbindungen hingewiesen, welche eine Flüssigkeitskette von folgender Gestalt bildeten:

Ich nehme eine Reihe von Kammern von 1 cm Breite, 4 cm Länge und Tiefe, die parallel in einem Paraffinblocke (Fig. 1) angefertigt sind ($a, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$). In der Mitte jeder Zwischenwand ($b, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$) zwischen den Kammern befinden sich 10 mm von oben Vertiefungen von 6 mm Breite ($c, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5$). Wir verkleben diese Vertiefungen mit gewöhnlichem Fließpapier in folgender Weise: Zwischen die erste und die zweite

Kammer bringen wir bloß ein Blatt Fließpapier, zwischen die zweite und dritte zwei Blätter, d.h. von der einen und der anderen Wandseite und den Raum zwischen den beiden Blättern in der Vertiefung füllen wir mit flüssiger Gelatine, zwischen die 3. und 4. bloß ein Blatt, zwischen die 4. und 5. wiederum zwei Blätter und Gelatine u. s. w. Wenn wir nun hierauf die ungeraden Kammern 1, 3, 5, und 7 mit der Lösung H_2SO_4 oder $HCl \frac{1}{1000} N$, die geraden mit $\frac{1}{10} N$, oder $\frac{1}{100} N$ füllen, so erhalten wir, wenn wir mittels irgend einer normalen oder unpolarisierbaren Elektrode zwei ungerade Kammern, z. B. die erste und die dritte mit dem Galvanometer verbinden, einen Strom, welcher je nach der Genauigkeit dieser Verbindung und der Konzentrationsdifferenz der angewandten Flüssigkeiten einige zehn Millivolte betragen kann. Wir erhalten aber keinen Strom, wenn wir die Vertiefungen in den Wänden bloß mit Fließpapier, oder Pergament oder auch mit irgend einer anderen auf beiden Seiten gleichen, durchlässigen Haut verkleben. Es liegt also auf der Hand, daß die Anwesenheit der Gelatine, oder, wie ich in oben erwähnter Arbeit nachgewiesen habe, einer Reihe anderer Substanzen eine gewisse Differenz in der Ionendiffusion nach rechts und links von der mehr konzentrierten Lösung verursacht und daß jene wiederum eine Potentialdifferenz zur Folge hat. Wenn wir die 1. und 5. Kammer verbinden, so ist diese Differenz genau zweimal so groß, bei Verbindung von 1 und 7 dreimal so groß u. s. w. im Vergleich zur Differenz zwischen der ersten und der dritten. Bei der Reihe solcher Kammern gelang es mir, die Potentialdifferenz in einer solchen Batterie bis auf einige Volt zu bringen. Wir haben hier also eine Kombination der Flüssigkeitskette, welche ziemlich große Potentialdifferenzen hervorbringen (bis 0.05 V.), bedeutende Ströme verursachen kann, eine Kombination, welche Brünings¹⁾, wie ich oben erwähnt habe, diosmotische Kette nennt.

Mit Borkowski habe ich²⁾ in gemeinsamer Arbeit nachgewiesen, daß diese Ströme die Folge der Veränderung von Wandlungsgeschwindigkeit der Ionen in verschiedenen Milieus sind (Veränderung der Überführungszahl). Aus diesen Forschungen ergab

¹⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. B. 98; S. 241; B. 100, S. 367.

²⁾ Einfluß der Membranen und Diaphragmen auf elektromotorische Kräfte. Bulletin de l'Acad. d. Sciences de Cracovie, 1909 Avril. S. 661.

sich auch, daß die Muskeln sich gegenüber verschiedenen Ionen ähnlich wie die Gelatine und das Eiweiß des Hühnereies verhalten, d. h., daß sie den Koeffizienten der Wanderungsgeschwindigkeit der Kationen verringern.

Da das Absterben des Muskels am Querschnitte, welches Hermann für die Quelle elektromotorischer Kraft hielt, mit der Bildung der Säuren (nach Tschagowetz¹⁾ der Kohlensäure) in Verbindung stehen müßte, so müßten die Ströme, wenn die Vermutung Hermann's richtig wäre, bei der Verbindung des Querschnittes mit dem Längsschnitte die entgegengesetzte Richtung haben. Denn ein H-Ion, welches die größte Wanderungsgeschwindigkeit besitzt, ginge in der Richtung nach der an den Querschnitt angelegten Elektrode ohne irgend ein Hindernis viel geschwinder als CHO_3 oder ein anderes beliebiges Säurenion, dagegen würde sich bei der Diffusion in der Richtung zum Muskel seine Geschwindigkeit vermindern, und infolgedessen müßte der Querschnitt ein positiver, die Oberfläche dagegen ein negativer Pol dieser Flüssigkeitskette sein, welche die am Querschnitte absterbende Schichte mit dem normalen Muskel bilden würde.

Weil wir immer die entgegengesetzte Erscheinung wahrnehmen, könnte man schon auf Grund dieser Beobachtungen schließen, daß bei der Entstehung des Ruhestroms der Querschnitt keine Rolle spielt.

Nach der Annahme Bernstein's und anderer Verfasser mit Ostwald an der Spitze könnte eine elektromotorische Fläche die Längfläche der Muskelfasern sein, wenn wir annehmen, daß die die Muskelfaser begrenzenden Membranen eine ungleiche Durchlässigkeit für verschiedene Ionen besitzen, semipermeabel sind; wenn wir aber diese Anschauung teilen, ist es unmöglich, diese Proportionalität des Anwachsens elektromotorischer Kraft im Muskel parallel mit der Zunahme der Entfernung einer Elektrode von der anderen, die ich oben angeführt habe, zu erklären, die dagegen vollkommen der oben beschriebenen Batterie der asymmetrischen Flüssigkeitsketten entspricht.

Um mich zu überzeugen, ob die elektrischen Erscheinungen im ruhenden Muskel eine Analogie mit der Batterie asymmetrischer Flüssigkeitsketten besitzen, machte ich in der (äußeren) Seiten-

¹⁾ Oczerk elektriceskich jawlenij. S. Petersb. 1903. 80.

wand des Paraffinblockes mit 7 Kammern Öffnungen von 8 mm Breite, in der Höhe von 1 cm von der oberen Kante ab zu jeder Kammer (oder ich nahm die ganze Wand 1 cm unterhalb der oberen Kante heraus). Die erhaltenen Öffnungen verklebte ich genau, jede für sich mit Pergamentpapier. Die Kammern füllte ich, wie oben beschrieben wurde, mit der Lösung H_2SO_4 $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{1000}$ N, und stellte sodann in ein Gefäß, das etwas größer war als der Paraffinblock. Das Gefäß wurde mit 0.6%-iger NaCl-Lösung, mit

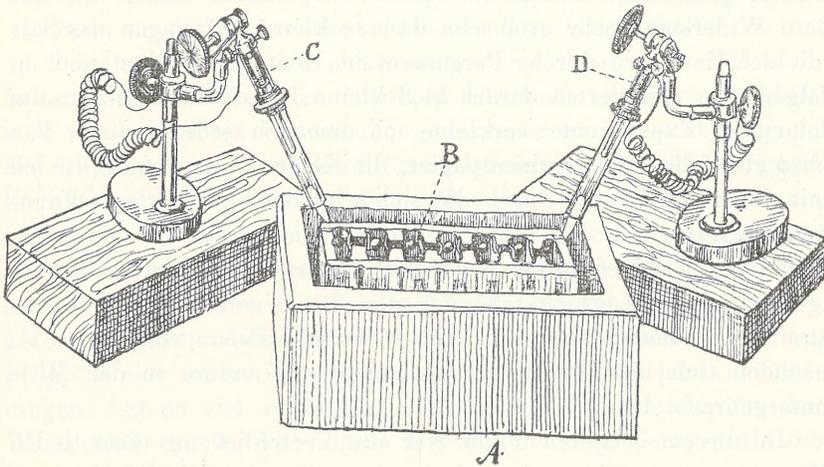


Fig. 2.

welcher auch die unpolarisierbaren Elektroden gesättigt waren, gefüllt. Nachher verband ich von der Seite, wo sich in der Seitenwand der Kammer die Öffnungen befanden, die NaCl-Lösung mittels gewöhnlicher, unpolarisierbarer Elektroden mit dem Galvanometer, wie es Fig. 2¹⁾ darstellt. Durch die Verbindung mit dem Galvanometer wurde alsbald tatsächlich ein außerhalb des Blocks in der Salzlösung existierender Strom nachgewiesen, welcher überall die dem Strome der Flüssigkeitsketten genau entsprechende Richtung hat; diesen Strom kompensierend, konnte man die Potentialdifferenz an verschiedenen Stellen anzeigen. Wenn die eine Elektrode am

¹⁾ A — Das äußere Gefäß.
 B — Der Paraffinblock mit Kammern.
 C, D — Die unpolarisierbaren Elektroden.

Blockrande, die andere ungefähr in der Mitte war, betrug die Potentialdifferenz 0·0015 V.; als ich dann die Elektroden von der Mitte zum anderen Rande versetzte, belief sich diese Differenz auf 0·0045 V. Die Richtung des Stromes entsprach, wie ich schon angedeutet habe, der Stromrichtung in den Kammern, und die Potentialdifferenz war desto größer, von je größerer Anzahl der Kammern wir den Strom ableiteten. Wir haben also in diesem Falle Flüssigkeitsketten im Elektrolyt getaucht gehabt, die durch diesen Elektrolyt geschlossen waren. Bei diesem Experimente mußte der äußere Widerstand sehr groß sein, da nur kleine Öffnungen das Salz mit den Kammern durchs Pergament im Kontakt erhielten und infolgedessen resultierten daraus bloß kleine Potentialdifferenzen. Im folgenden Experimente verklebte ich demnach jede Kammer von oben ebenfalls mit Pergamentpapier, die Kammern dagegen füllte ich mit denselben Säuren durch die sich seitwärts befindenden Öffnungen, nachdem ich den Block so gestellt hatte, daß die Öffnungen nach oben gerichtet waren. Nach dem Eintauchen in frische 0·6%ige NaCl-Lösung erhielt ich jetzt, den Strom von zwei Blockenden zum Galvanometer ableitend, eine Potentialdifferenz von 0·0240 V., nachdem ich eine Elektrode am Rande, die andere in der Mitte untergebracht hatte, 0·0110 V.

In diesem letzteren Falle war die Verschließung einer jeden Kammer zwar nicht so genau, dagegen war aber die Berührungsfläche der Kammern mit der umgebenden Flüssigkeit sehr umfangreich und dieser Umstand vergrößerte die Potentialdifferenz sechsfach. Wäre es möglich, ein Schema aufzustellen, in welchem die Batterien von asymmetrischen Flüssigkeitselementen ringsum von durchdringlichen Membranen umgeben und vollständig in irgend einen Elektrolyt eingetaucht wären, so wiese der abgeleitete Strom allem Anscheine nach eine Potentialdifferenz von 70—80% der Potentialdifferenz der Batterie auf, wie das für die Muskeln festgestellt worden ist.

Ohne nun die Vermutung als irrig zu bezeichnen, es dürfe die Oberfläche jeder Faser eine Quelle elektromotorischer Kraft sein, glaube ich auf Grund dieser Versuche mit asymmetrischen Flüssigkeitsketten annehmen zu können, daß die Hauptquelle dieser Kraft der Bau der Muskelfibrille selbst liefert. Diese besteht nun aus unendlich kleinen Kammern, die untereinander asymmetrisch verbunden sind und Elektrolyte von ungleicher Konzentration enthalten,

so daß die Fibrillen, in eine sie umgebende, unendlich kleine Flüssigkeitsschicht eingetaucht, alle Ströme von einer und derselben Richtung geben. Wenn wir also Muskelschnitte von verschiedener Länge zwischen die Elektroden einschalten, erhalten wir verschiedene Potentialdifferenzen, und zwar um so größere, von je größerem Muskelteile, d. h. von je größerem Teile der Batterie wir den Strom ableiten, ähnlich, wie im oben angeführten Schema.

Haben wir diesen Standpunkt eingenommen, so müssen wir jede Muskelfaser für einen elektrischen Apparat, für ein vollkommenes Analogon zu den elektrischen Apparaten der Fische halten.

Die Bezeichnung der elektromotorischen Kraft dieser Muskelbatterie, insbesondere des einzelnen Elements ist fast unmöglich, weil wir in unseren Untersuchungen immer nur eine Abzweigung des im Muskel existierenden Stromes bezeichnen. Die Schwierigkeit liegt hauptsächlich darin, daß die Intensität des nach außen zum Galvanometer abgeteilten Stromes von den Verhältnissen im Muskel selbst, und zwar davon, welcher Art die Widerstände dieser inneren, die Batterie schließenden Leiter sind, abhängt. Von vornherein darf man aber voraussehen, daß der Strom desto stärker ist, je größer der innere Widerstand sein wird. Bis jetzt ist es mir gelungen, nur so viel zu konstatieren, daß alle Umstände, die den Widerstand der interfibrillären Flüssigkeit vergrößern, auch die Kraft der abgeleiteten Ströme vermehren.

Die Frösche, welche im Institute überwinterten, sind abgemattet und mager und ihre Muskeln befinden sich im Zustande bedeutender Atrophie, geben verhältnismäßig viel stärkere Ströme, als die Muskeln frischer, im Sommer gefangener Individuen.

Als Beispiel führe ich 2 folgende Experimente an:

Versuch IV.

Winterfrosch, *M. gastrocnemius dexter* stark atrophiert, sehr dünn.

Ableitung:

1. untere Sehne	Mitte	$E = - 210$ ¹⁾
2. " "	obere Sehne	$E = - 460$
3. Mitte	" "	$E = - 240$

¹⁾ -- bezeichnet wie oben die untere Elektrode und bedeutet, daß diese ein negativer Pol der durch den Muskel repräsentierten Batterie ist. Die Zahlen geben in allen Versuchen 0.0001 Volt an.

4. Querschnitt	Mitte	$E = - 545$
5. "	obere Sehne	$E = - 680$
6. oberer Querschnitt	unterer Querschn.	$E = - 575$
7. neuer oberer Querschn.	unterer Querschn.	$E = - 410$

Versuch V.

Frischer, großer Frosch, die Muskeln sehr stark.

a) *M. gastrocnemius dexter*.

1. untere Sehne	Mitte	$E = + 0^1)$
2. " "	ein wenig oberhalb der Mitte	$E = - 105$
3. Mitte	obere Sehne	$E = - 108$
4. unterer Querschn.	Mitte	$E = - 160$
5. " "	obere Sehne	$E = - 480$
6. " "	oberer Querschnitt	$E = - 90$

b) Linker Muskel desselben Frosches.

1. untere Sehne	Mitte	$E = - 60$
2. " "	obere Sehne	$E = - 125$
3. Mitte	" "	$E = - 70$
4. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 370$
5. " "	obere Sehne	$E = - 430$
6. " "	oberer Querschn.	$E = - 150$

Die mit Zuckerlösung abgespülten oder in isotonische Zuckerlösung in 0.2%-ige NaCl-Lösung eingetauchten Muskeln geben, wie es übrigens andere Verfasser klargelegt haben, sehr starke Ströme, die aber mit isotonischer Salzlösung bespülten, weit schwächere Ströme.

Versuch VI.

Winterfrosch.

a) *M. gastrocn. dexter*.

1. untere Sehne	Mitte	$E = - 107$
2. " "	obere Sehne	$E = - 158$
3. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 525$
4. " "	oberer Querschn.	$E = - 253$

¹⁾ Die sehr schwache Ablenkung zeigte an, daß die untere Sehne \perp war. Diese Ablenkung war jedoch so schwach, daß man sie nicht kompensieren konnte.

Der Frosch wurde nachher 20 Min. mit 0.75%-iger NaCl-Lösung abgespült (von der Aorta aus). Der rechte Oberschenkel wurde dabei en masse unterbunden.

b) *M. gastrocn. sinister.*

1. untere Sehne	Mitte	$E = + 3$
2. " "	obere Sehne	$E = - 3$
3. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 70$
4. " "	oberer Querschn.	$E = + 30$

Zur Kontrolle wurde der Muskel nach dem Versuche in diesem so wie auch in allen folgenden Fällen gereizt: stets erhielten wir eine deutliche Reaktion.

Versuch VII.

a) *M. gastrocn. dexter.*

1. untere Sehne	Mitte	$E = - 84$
2. " "	obere Sehne	$E = - 151$
3. Querschnitt	Mitte	$E = - 464$
4. unterer Querschnitt	obere Sehne	$E = - 608$
5. " "	oberer Querschn.	$E = - 231$

Die Besspülung dauerte 45 Min.

b) *M. gastrocn. sinister.*

1. untere Sehne	Mitte	$E = + 4$
2. " "	obere Sehne	$E = - 10$
3. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 144$
4. " "	obere Sehne	$E = - 175$
5. " "	oberer Querschn.	$E = - 77$

Der bis zur Ermüdung gereizte Muskel gibt im Vergleiche mit dem in ruhigem Zustande verbliebenen gewöhnlich schwächere Ströme, was darauf hinwies, daß sich während der Tätigkeit in der intermuskulären Flüssigkeit eine größere Anzahl die Leitung erleichternder Elektrolyte, als im Normalzustande befindet. Als Beispiel führe ich folgendes Experiment mit einem Frosche an:

Versuch VIII.

a) Der linke *M. gastrocn.*, ungereizt.

1. untere Sehne	Mitte	$E = + 8$
2. " "	obere Sehne	$E = - 692$
3. Mitte	" "	$E = - 658$
4. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 452$
5. " "	obere Sehne	$E = - 1022$
6. " "	oberer Querschn.	$E = - 578$
7. Mitte	" "	$E = - 302$

b) *M. gastrocn. dexter*, 1 $\frac{1}{2}$ Stunden mit dem Induktionsstrome gereizt. Fast kontrahiert er sich nicht mehr. Nervenreizung.

1. untere Sehne	Mitte	$E = + 112$
2. " "	obere Sehne	$E = - 384$
3. Mitte	" "	$E = - 474$
4. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 458$
5. " "	obere Sehne	$E = - 858$
6. " "	oberer Querschn.	$E = - 406$
7. oberer	Mitte	$E = - 144$

Den bedeutendsten Einfluß auf die elektromotorische Kraft übt die Unterbindung des Oberschenkels en masse aus, wie es der folgende Versuch zeigt.

Versuch IX.

Frosch.

a) *M. gastrocn. sinister*.

1. untere Sehne	Mitte	$E = - 410$
2. " "	obere Sehne	$E = - 1000$
3. Mitte	" "	$E = - 680$
4. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 600$
5. " "	obere Sehne	$E = - 1090$

b) *M. gastrocn. dexter*. Der Oberschenkel vor 24 Stunden unterbunden. Die Muskeln kontraktile.

1. untere Sehne	Mitte	$E = + 67$
2. " "	obere Sehne	$E = - 240$
3. Mitte	" "	$E = - 300$
4. unterer Querschnitt	Mitte	$E = - 334$
5. " "	obere Sehne	$E = - 565$

Alle angeführten Experimente, die ich ohne irgend eine Auswahl zu treffen, aus einer ganzen Reihe jeder Experimentenkategorie herausgreife, beweisen nicht nur die Unrichtigkeit der Behauptung, daß die Muskeloberfläche isopotential sei, sondern wir sehen vielmehr, daß diese Potentialdifferenzen, sowohl an der Muskeloberfläche, als auch bei gewöhnlicher Ableitung von der Längsfläche und dem Querschnitte von gewissen konstanten Faktoren abhängig sind, wobei wir immer den Muskel als ein Element vor uns haben, dessen negativer Pol sich im peripherischen, der positive im zentripetalen Teile befindet, und wobei also der Strom in den Abführungsleitern von dem zentripetalen zu dem peripherischen Teile und im Muskel selbst in zentripetaler Richtung fließt, mithin im Muskel immer ein aufsteigender Strom ist, wie das übrigens Du Bois-Reymond deutlich vor 50 Jahren in vielen Fällen nachgewiesen hat. Die Fälle, in welchen die Stromrichtung eine entgegengesetzte ist, sind sehr selten, betreffen gewöhnlich nur die Verbindungen unterer Muskelteile mit dem Mittelteile der Muskeloberfläche, die wenigstens an der Außenseite ebenfalls sehnig ist. Solche entgegengesetzte Ströme pflegen sehr schwach zu sein und entsprechen den sehr kleinen Potentialdifferenzen. Diese Ausnahmen sind gleichfalls, wie mir scheint, von der Beschädigung der Oberfläche unabhängig, sondern sie hängen von der Richtung der Ströme ab, die im Muskel zirkulieren, die aber unter gewissen besonderen Bedingungen, von inneren Leitern abhängig, anders als wie gewöhnlich zirkulieren können.

Hatte die Hermann'sche Theorie des ruhenden Stroms gewissermaßen schon bei mehreren Forschern die allerdings sehr schüchtern geäußerten Zweifel erregt, hatte sie neue Anschauungen hervorgerufen, zu neuen Untersuchungen angeregt, so stehen wir alle tatsächlich bis auf den heutigen Tag gewissermaßen unter der Hypnose seiner Aktionsströme.

Ich habe oben erwähnt, daß ich bei Hermann keine Bestrebungen nach einer Erklärung, wie er sich die Elektronegativität der beschädigten Oberfläche vorstellt, begegnet habe. Weder er selbst noch alle diejenigen, die seine Anschauung annehmen, machen nicht einmal in ihren neuesten Abhandlungen und Handbüchern irgend einen Versuch einer Erklärung, wie sie sich die von Hermann

angenommene Elektronegativität der im erregten und im tätigen Zustande begriffenen Muskelteile und die Elektropositivität der ruhenden vorstellen.

Vor allem muß diese Definition, wenn sie nicht zweideutig sein sollte, durch die Erklärung ergänzt werden, daß sie sich auf den äußeren Leiter bezieht, daß im Verhältnisse zu diesem Leiter die Aktionsstelle den negativen, dagegen die untätige Stelle den positiven Pol dieses Elements bildet, welches im Muskel entsteht, wenn irgend ein Teil desselben aktiv wird. Es kann nämlich dieselbe Definition auf den Muskel selbst bezogen werden, und dann hätten wir selbstverständlich eine entgegengesetzte Stromrichtung. Wenn wir den während der Tätigkeit des Muskels zum Vorschein kommenden Strom in Betracht ziehen, sehen wir, daß er im Verhältnisse zum ruhenden Strome absteigend ist, und deshalb nannte ihn Hermann einen adterminalen Strom, doch wurde dessen Existenz im Muskel schon von Du Bois-Reymond als negative Schwankung beobachtet, und nur diesbezüglich ist dieser Teil der Hermann'schen Behauptung zutreffend. Dagegen ist die Behauptung, daß dieser Adterminalstrom die erste Phase bildet und daß ihm dann eine andere folgt, wenn der Aktionszustand zu der zweiten, an die Oberfläche desselben Muskels angelegten Elektrode übergeht, vollständig unverständlich und meiner Meinung nach ganz unrichtig. Vor allem ist es nicht wahr, daß das erregte und tätige Gewebe im Verhältnisse zum untätigen im Sinne Hermann's negativ ist. Davon kann man sich aus folgenden einfachsten Versuchen überzeugen.

A) Verbinden wir mit dem Galvanometer nicht zwei Punkte desselben Muskels, sondern zwei symmetrische Punkte zweier symmetrischer Muskeln, z. B. beider *Gastrocnemien*¹⁾. Wenn wir dann einen der Muskeln in den tätigen Zustand versetzen, so soll der Theorie Hermann's zufolge der gereizte Muskel der negative, der ungereizte der positive Pol sein. Der Strom sollte also nach Hermann in den Leitern vom ungereizten zum tätigen Muskel fließen, im tätigen Muskel also, dem ruhenden Strome ähnlich, ein

¹⁾ Die beiden *Gastrocnemii* wurden vorsichtig auspräpariert und von allen anderen Teilen des Unterschenkels abgetrennt. Die Unterschenkel wurden dabei unterhalb der Kniegelenke abgeschnitten. Die beiden *Gastrocnemii* blieben aber mit den Oberschenkeln in ihrer natürlichen Verbindung. Die Erregung wurde durch Reizung des *Ischiadicus* hervorgerufen.

aufsteigender sein. Indessen erhalten wir bei der Reizung mit einzelnen Induktionsstromschlägen, so wie auch bei der Hervorrufung des *Tetanus* immer den entgegengesetzten, also absteigenden (adterminalen) Strom. Der Muskel selbst wird dabei — nach der Hermann'schen Terminologie — elektropositiv. Diesen Strom kann man im gewöhnlichen Galvanometer beobachten, oder im Einthoven'schen photographisch aufnehmen.

B) Wir erhalten gleichfalls, wenn wir die Elektroden, anstatt an den Muskel, an seine Sehnen anlegen, oder wenn wir den *Gastrocnemius* nehmen und die eine Elektrode an das Knie, die andere an die Achillessehne anlegen, die Ablenkung des Galvanometers respektive ein Photogramm in Einthoven's Apparate, welches anzeigt, daß während des Aktionszustandes im Muskel augenblicklich ein absteigender Strom erscheint.

C) Dasselbe erhalten wir bei Verbindung der Querschnitte zweier Muskeln (Ableitung, wie im Versuche A). Der gereizte Querschnitt ist im Verhältnisse zu dem ungereizten elektropositiv, und im gereizten Muskel erscheint der absteigende Strom. In allen derartigen Versuchen bekommt man stets einen absteigenden Strom unabhängig davon, welche Stellen wir mit dem Galvanometer verbinden, (ob den Muskel selbst, ob den Muskel und eine oder andere Sehne, ob schließlich den Muskel und irgend eine beliebige Stelle des Körpers). Besonders beachtenswert ist aber der Umstand, daß die Kurven des Stromes in allen derartigen Fällen vollständig identisch sind und sich bloß durch die Intensität des Stromes unterscheiden.

Alle Versuche wurden ausgeführt bei möglichst gleichen Bedingungen. Der Saitenwiderstand: 29000 Ω , die Empfindlichkeit des Galvanometers: 1 mm des Ausschlages = $33 \cdot 10^{-9}$ Am; Strom in den Elektromagneten des Galvanometers = 7 Am; die Geschwindigkeit der Falltafel konnte man auf jedem Cliché bezeichnen; das Signal I auf den Kurven meldete die Stromunterbrechungen jedes $\frac{1}{20}$ Sekunde, welche mittels eines sich ganz gleichmäßig bewegenden Uhrwerkes erhalten wurden; das Signal II bezeichnete den Moment der Öffnung oder der Schließung des Stromes. Die Ordinaten wurden mittels eines drehbaren Fadenspeichenrades (Speichenrad nach Garten) bezeichnet.

Die Abszissen wieder meldete die in dem Spalte des Fallapparates sich befindende zylindrische Linse. Die Koordinaten auf dem Photogramme erlaubten mit vollständiger Genauigkeit die Geschwin-

digkeit des sich bewegenden Täfelchens, also auch die Zeit, welche vom Momente der Reizung bis zum Momente des Erscheinens des Stromes in dem Galvanometer verstreicht, somit den Moment, in welchem die Ausbiegung des Fadens begann, den Moment, in welchem die Ausbiegung ihr Maximum erreichte, die Zeitdauer der ganzen Ausbiegung u. s. w. zu berechnen; die Abszissen zuletzt zeigten die Stromintensität.

Das Fadenbild auf allen Photographen wird mit III bezeichnet.

Die Elektroden wurden mit dem Galvanometer immer in der-

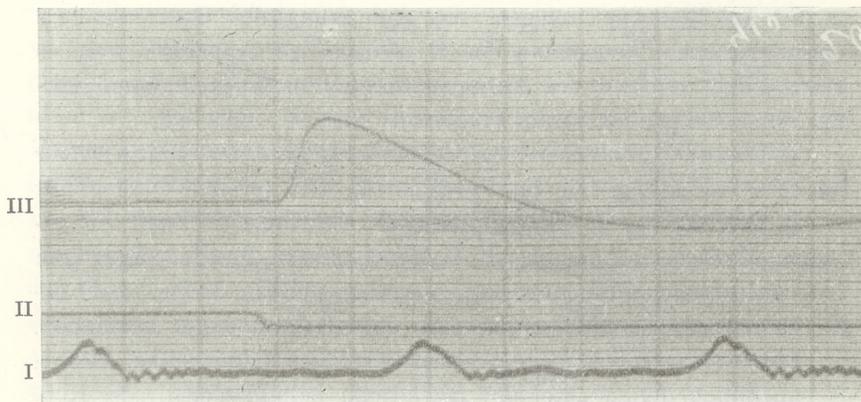


Fig. 3.

selben Weise, u. zw. die eine mit dem oberen, die andere mit dem unteren Ende des Fadens verbunden. Galvanometer ohne Okular.

Die Fadenausbiegung nach der Seite der Signale bezeichnete, daß die obere Elektrode positiv, die Ausbiegung nach der entgegengesetzten Seite, daß die Elektrode negativ ist.

Fig. 3. Der linke *Gastrocnemius*. Frischer Frosch. Beide Elektroden auf demselben Muskel. Die obere Elektrode — 15 mm von der oberen Sehne; zwischen den Elektroden 10 mm Abstand; die untere Elektrode von der unteren Sehne 4 mm entfernt. Der Ruhestrom ziemlich stark: $E = -499$, aufsteigender Strom kompensiert. Der *nervus ischiadicus* wurde mit Induktionsstrom gereizt; die Entfernung der Spiralen = 30 cm. Bei Reizung mit dem Öffnungsstrom war die obere anfangs —, und wurde nach $\frac{16}{440}$ Sekunden +. Die Ausbiegung im ersten Falle = 12 Teilstriche, in dem zwei-

ten = 4 Teilstriche. Der Strom war also anfangs absteigend und wurde dann aufsteigend.

Die Latenzzeit = $\frac{1}{460}$ Sek.; das Ausbiegungsmaximum nach $\frac{3}{460}$ Sek.

Fig. 4. Die Verbindung der symmetrischen Stellen der beiden *Gastrocnemii*.

Die beiden Elektroden wurden in der Mitte der Muskeln gestellt, die obere auf den linken, die untere auf den rechten. Es wurde derselbe linke *nervus ischiadicus* in derselben Weise gereizt.

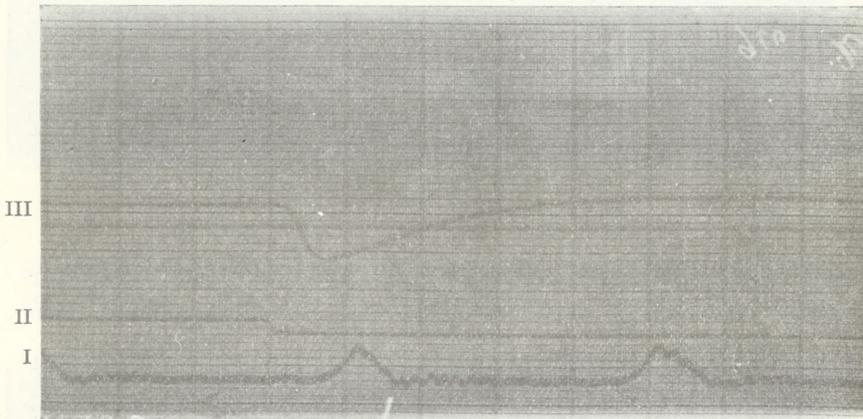


Fig. 4.

Öffnungsstrom. Die untere Elektrode anfänglich positiv, dann aber nach Ablauf von $\frac{16}{400}$ Sek. negativ.

Die Ausbiegung im ersten Falle = 6 Teilstriche, in dem zweiten = $1\frac{1}{2}$ Teilstriche. Der Strom also anfangs absteigend, dann aufsteigend. Der gereizte Muskel war also nach Hermann's Terminologie elektropositiv. Die Latenzzeit = $\frac{1}{200}$ Sek.; das Ausbiegungsmaximum nach $\frac{1}{100}$ Sek.

Da bei Stellung der Elektroden auf demselben Muskel immer mit der Nr. 3 analoge Kurven erhalten werden und da manchmal diese darin differieren, daß die zweite Phase fehlt, so werde ich noch zwei Kurven angeben, welche von symmetrischen Stellen beider Muskeln erhalten werden, die der Nr. 4 analog sind und gleichzeitig beweisen, daß der tätige Muskel zuerst *elektropositiv* ist.

Fig. 5. Frischer Frosch; beide *Gastrocnemii* auspräpariert. Die obere

Elektrode auf dem rechten, die untere auf dem linken Muskel; beide auf dem Nervenäquator. Ruhestrom $E = -35$, kompensiert.

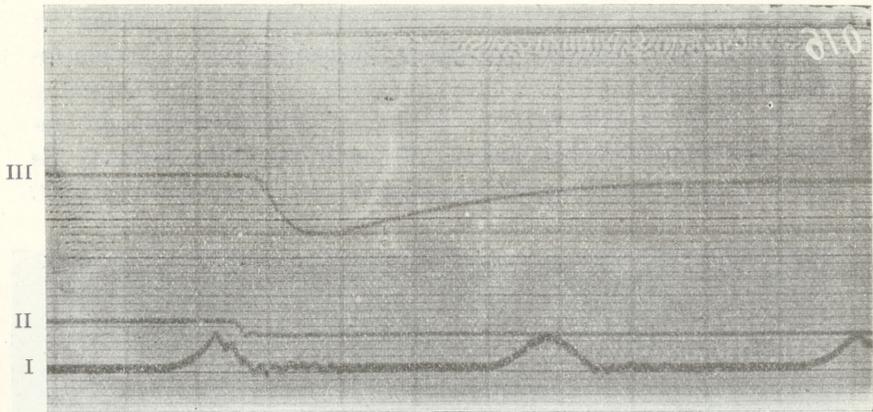


Fig. 5.

Der rechte *nervus ischiadicus* mit dem Induktionsstrom wie früher gereizt. Der Muskel ohne Belastung. Die obere Elektrode $+$, also

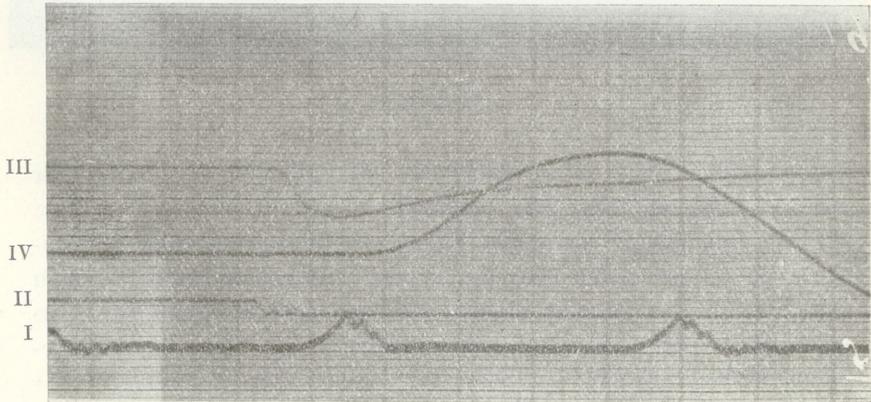


Fig. 6.

absteigender Strom; der gereizte Muskel dadurch $+$; es erscheint bloß eine Phase. Die Fadenausbiegung $= 8$ Teilstriche. Latenzzeit $= \frac{1}{460}$ Sek., das Ausbiegungsmaximum nach $\frac{5}{460}$ Sek.

Fig. 6. Derselbe Muskel; der rechte mit dem Myographen (IV) ver-

bunden. Muskelbelastung = 5 g. Die obere Elektrode auf dem rechten, die untere auf dem linken Muskel; beide symmetrisch in dem



Fig. 7.

unteren Drittel der Muskellänge. Derselbe rechte Nerv wie früher gereizt. Obere Elektrode +. Fadenausbiegung = $6\frac{1}{2}$ Teilstriche.

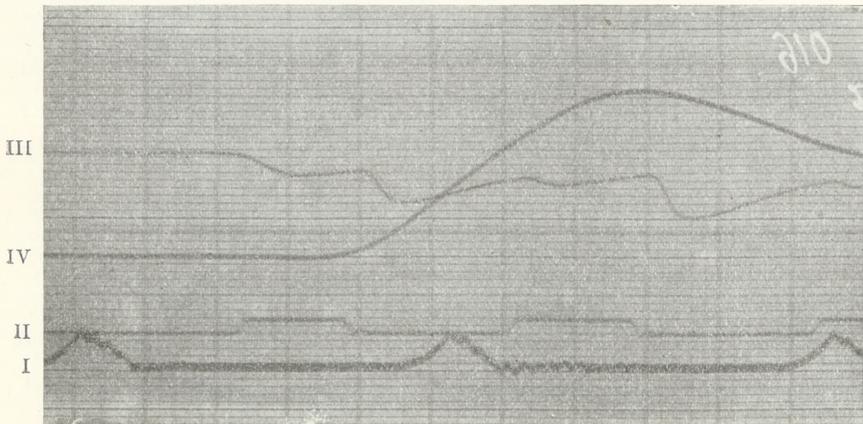


Fig. 8.

Absteigender Strom. Latenzzeit = $\frac{3,3}{1000}$ Sek.; Ausbiegungsmaximum nach $\frac{4}{500}$ Sek. Die Latenzzeit der Muskelzuckung betrug $\frac{7}{500}$ Sek. Der gereizte Muskel elektropositiv. Ganz analog verhält sich der Strom zur Zeit der *Tetanus*-Reizung vom Nerv aus.

Fig. 7. Winterfrosch; beide *Gastrocnemii* auspräpariert. Beide Elektroden auf dem rechten Muskel. Die obere — 12 mm von dem oberen Muskelansatze; zwischen Elektroden 10 mm. Die untere Elektrode von der unteren Sehne 9 mm. $E = -275$, kompensiert. Der Muskel mit dem Myographen verbunden (IV). Belastung = 5 g. *Tetanus*reizung. Obere Elektrode —, also absteigender Strom. Da die Ausbiegungen zu stark sein konnten, so wurde aus Furcht vor der Beschädigung des Fadens ein Graphitwiderstand eingeschaltet (3.2 cm = zirka 40.000 Ω).

Fig. 8. Derselbe Frosch. Die obere Elektrode auf dem rechten, die untere auf dem linken Muskel. *Tetanus* des rechten Muskels. Obere Elektrode +, also auch absteigender Strom.

Dasselbe Resultat wie bei den obigen Versuchen erhielt ich auch beim reflektorischen *Tetanus*.

Die Versuche wurden in der Weise gemacht, daß bei dem leicht mit Strychnin vergifteten Frosche sofort nach dem Auftreten der ersten Symptome der Strychninwirkung beide *Gastrocnemii* auspräpariert und dann der rechte *nervus ischiadicus* durchgeschnitten wurde, so daß infolgedessen nur die Kontraktionen im linken Muskel auftraten.

Damit der Moment des Erscheinens des reflektorischen *Tetanus* genau bestimmt und auf der Platte erhalten werden konnte, stellte ich über den Rücken des Frosches den Heidenhain'schen Tetanomotor, zu welchem der Strom — wie bei vorigen Versuchen zum Signal — mittels des beweglichen Schlittens im Fallapparate automatisch im bestimmten Momente geschlossen wurde. Das Signal notierte dabei den Anschlußmoment. Die Bewegung des Schlittens war deutlich verlangsamt; das Galvanometer wurde mit einem Okular versehen. Die Bilder waren dabei selbstverständlich umgekehrt, das heißt: wenn die obere Elektrode positiv wurde, entfernte sich das Fadenbild von den Signalen.

Strychninversuch. Fig. 9. Der linke *Gastrocnemius*. Die obere Elektrode in der Mitte, die untere an der unteren Sehne. Die Entfernung der oberen vom oberen Muskelansatze = 10 mm; zwischen den Elektroden 10 mm Abstand, die untere von der unteren Sehne 3 mm entfernt. Die obere Elektrode —, also absteigender Strom.

Derselbe Frosch. Fig. 10. Die obere Elektrode auf dem linken, die untere auf dem rechten Muskel. Der rechte *n. ischiadicus* wurde

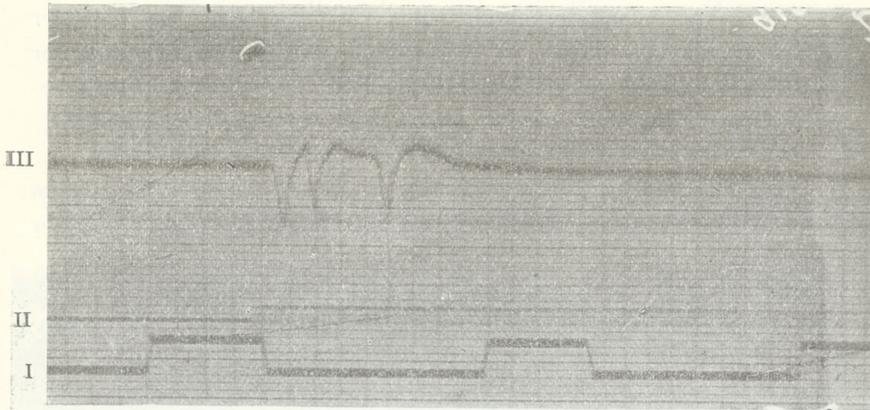


Fig. 9.

durchgeschnitten. Das Elektrogramm beweist, daß der sich kontrahierende Muskel $+$, daß also auch in diesem Falle der Strom im

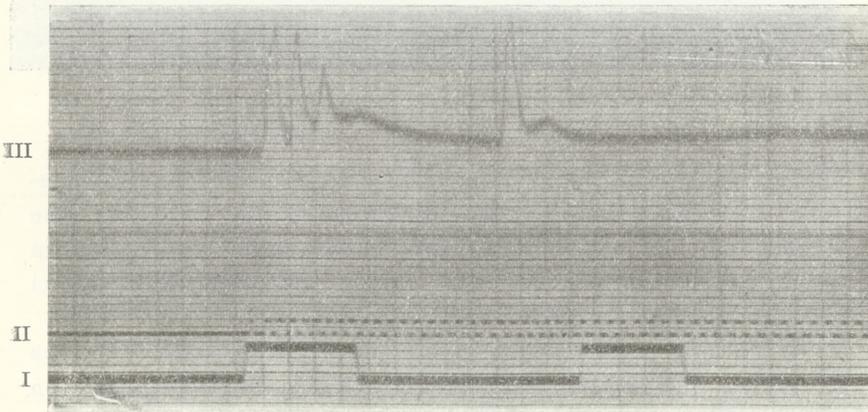


Fig. 10.

Muskel ein absteigender ist und daß der Muskel dadurch nach der Hermann'schen Terminologie elektropositiv wird.

Den frappantesten Beweis dafür, daß bei der Entstehung des absteigenden Stromes im Tätigkeitszustande des Muskels weder die

Negativität noch die Positivität der unterhalb der Elektroden liegenden Muskelteile irgend eine Rolle spielt, liefert die Tatsache, daß wir, wie oben schon bemerkt wurde, denselben Strom erhalten, wenn wir ihn von indifferenten Stellen, z. B. vom Knie und von der unteren Sehne des *Gastrocnemius* ableiten. Selbstverständlich ist der *Gastrocnemius*, wie bei vorigen Versuchen, von allen anderen Gewebsteilen abgetrennt und der ganze Fuß von der Haut befreit.

Als Beweis soll Fig. 11 dienen.

Frischer Frosch. Man präparierte den linken *Gastrocnemius* nebst dem Nerven. Die obere Elektrode auf dem Knie, die untere auf der

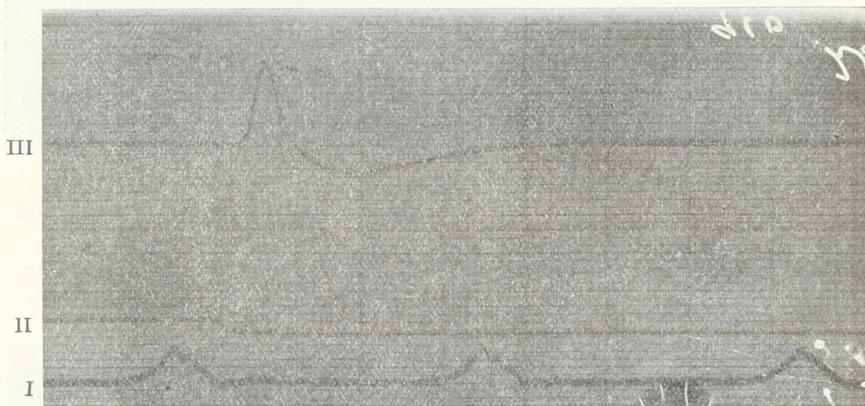


Fig. 11.

unteren Sehne. Die Nervenreizung liefert zuerst eine Fadenausbiegung, die beweist, daß die obere Elektrode — ist, und später eine Ausbiegung, bei welcher die obere Elektrode + wird: also ein Strom sogar mit zwei Phasen, so wie bei der Ableitung von zwei Punkten desselben Muskels.

Wenn wir mittels Saitengalvanometer zweiphasische Ströme bekommen und zugleich die Muskelkontraktion beobachten, können wir vor allem feststellen: daß nicht nur die erste Phase (wenn der Strom absteigend ist) eine sehr kurze latente Periode aufweist, das heißt eine Periode zwischen dem Momente der Reizung und dem Anfange der Fadenausbiegung — nämlich zirka $\frac{4}{1000}$ — $\frac{5}{1000}$ '' — sondern daß sie auch zu ihrem Maximum noch während der latenten Periode der Muskelzuckung gelangt, und am Anfange oder in der ersten Hälfte des aufsteigenden Teils der Kontraktionskurve

endet, wonach (jedoch nicht immer) die entgegengesetzte Phase beginnt, d. h., daß der aufsteigende Strom erscheint. Wenn wir (beim Frosche) die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Kontraktionswelle und die Zeit, innerhalb welcher die erste Phase das Maximum erreicht, berücksichtigen, so werden wir finden, daß diese Zeit, wie abgemessen ausreicht, damit die Kontraktionswelle den ganzen Muskel umfasse.

Fig. 12. Der Muskel mit 110 g belastet, die Länge des Muskels von

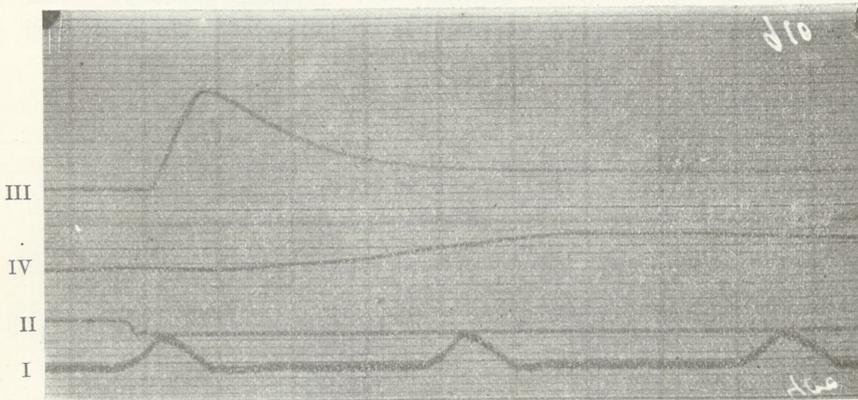


Fig. 12.

der oberen bis zu der unteren Sehne = 35 mm. Latente Periode elektrischer Veränderung $\frac{3}{800}$ "", die Ablenkung erlangt ihren Gipfelpunkt innerhalb $\frac{7}{800}$ ". Wenn wir die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Aktionszustandes = 4 m annehmen, so wird der Aktionszustand sich binnen $\frac{7}{800}$ " gerade 35 mm weit fortpflanzen. Die Entfernung des Gipfels der zweiten Phase dagegen von dem Gipfel der ersten ist stets so groß, daß, wenn wir daraus die Geschwindigkeit der Erregungsf Fortpflanzung im Muskel berechnen würden, wir sie manchmal 16-mal geringer fänden, als es die Berechnungen auf Grund der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Kontraktionswelle ergeben haben. Schon daraus kann man entnehmen, daß die zweite Phase keineswegs der Annahme Hermann's entspricht, sie entstehe, wenn der Erregungszustand zur zweiten Elektrode gelangt. Obwohl also die Beobachtung Herrmann's richtig war, daß tatsächlich 2 Phasen bemerkt werden können, so müssen doch beide Phasen eine vollständig andere Bedeutung haben: es entspricht weder

die erste Phase der Erscheinung des Erregungszustandes unter der ersten Elektrode, noch die andere dem Übergange dieses Erregungszustandes unter die zweite. Im Gegenteil erlangt die erste den Höhenpunkt in dem Augenblicke, wo der tätige Zustand den ganzen Muskel umfaßt; die andere erscheint in späterer Periode, in der Periode der Erschlaffung. Außerdem kann man, im Hinblick auf die Theorie der Phasenströme Hermann's, auf eine sehr einfache Weise vom physikalischen Standpunkte aus beweisen, daß diese grundfalsch und absolut unmöglich ist.

Ich gehe vorläufig darauf nicht ein, auf welche Weise dieser

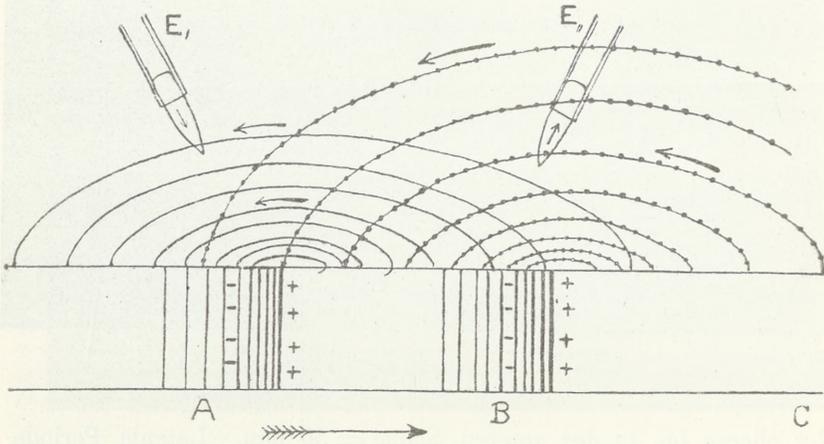


Fig. 13.

absteigende Strom entsteht, sondern nehme die Behauptung Hermann's an und setze voraus, daß im Punkte *A* der Aktionszustand (siehe Fig. 13) entstanden ist, daß das Galvanometer einen Strom aufweist, für welchen dieser Punkt der negative und der Punkt *B* der positive Pol ist, mit anderen Worten, daß im Muskel ein absteigender Strom existiert.

Hätte ich zur Zeit der Fortpflanzung des Erregungszustandes die Elektrode vom Punkte *A* nach *C* verlegt, so würde ich wiederum konstatiert haben, daß mit dem Augenblicke, wo der Tätigkeitszustand sich bis nach *B* fortgepflanzt hat, dieser Punkt ebenfalls ein negativer und *C* ein positiver Pol ist, mit anderen Worten, daß wiederum auch in diesem Abschnitte ein absteigender Strom existiert hätte. Weil sich die Stromrichtung im Augenblicke der Fort-

pflanzung des Erregungszustandes von A nach B nicht verändert hat, weil die Elektroden nicht von diesen Punkten unmittelbar ableiten, sondern nur eine Nebenschließung zum Galvanometer für die Ströme bilden, die im Muskel selbst zwischen den erregten und den nicht erregten Punkten zirkulieren, weil weiter diese Ströme durch die ganze Zeit, während welcher sich der Erregungszustand in der Faser fortpflanzt, dieselbe Richtung haben müssen, so kann auch selbstverständlich im abgeleiteten Zweige die Stromrichtung keine Änderung erfahren. Die Tatsache, daß die Quelle des Stroms ihre Lage den Elektroden gegenüber verändert, kann nur für die

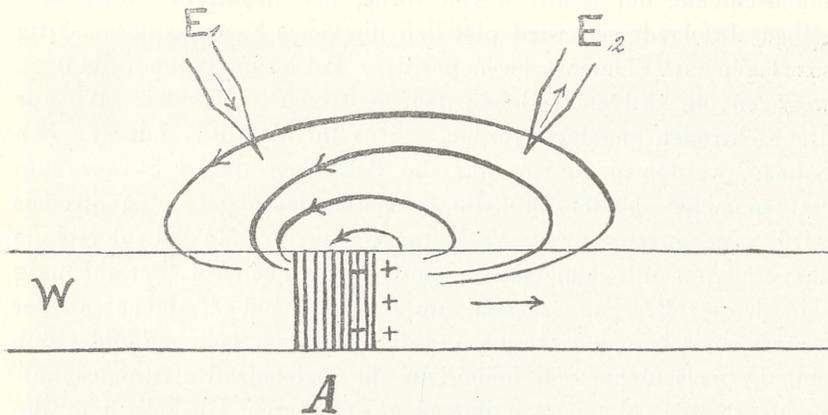


Fig. 14.

Stromintensität, die Potentialdifferenz an der Elektroden ausschlaggebend sein, keinesfalls kann es aber eine Veränderung der Stromrichtung in der Nebenschließung verursachen.

Außerdem sind, wie ich es oben hervorgehoben habe, die Hermann'schen Ausdrücke „elektropositiv“, oder „elektronegativ“ ganz unverständlich. Im Gegenteil, wir wissen, daß der Muskel im tätigen Zustande gewisse bestimmte, chemische Änderungen aufweist. Diese Änderungen kommen natürlich in jedem Punkte vor und deshalb müssen wir in Übereinstimmung mit den gegenwärtigen Anschauungen der Elektrochemie annehmen, daß gerade diese Veränderungen die Ursache des entstehenden Stromes sind. Stellen wir uns denn wiederum eine Faser w (Fig. 14) vor, an welche die Elektroden E_1 und E_2 angelegt sind.

Stellen wir uns weiter vor, daß der Erregungszustand im Punkte

E_1 entsteht. In diesem Raume entstehen infolge der Protoplasma-zersetzung neue Substanzen, die vorher nicht da waren; unter ihnen sind auch Elektrolyte, die natürlich der schwachen Konzentration halber vollständig ionisiert sind. Es versteht sich von selbst, daß diese Substanzen einer Diffusion in der Richtung nach der untätigen Substanz unterliegen; aus der Tatsache dagegen, daß der untätige Protoplasmateil ein positiver Pol wird, müssen wir schließen, daß in diesen Substanzen das Kation eine größere Beweglichkeit besitzt als das Anion. Infolge der Diffusion entsteht natürlich unmittelbar nach der Entwicklung dieser Substanzen eine doppelte Ionenschichte, der positiven von vorne, der negativen hinter derselben. Infolgedessen wird plötzlich die ganze Faser explosionsartig sozusagen ein Element, deren positiver Pol im untätigen Teile liegt, wogegen die aktiven Teilchen den negativen Pol bilden. Wo nur die Elektroden angelegt werden, sei es in der Mitte, oder an den Sehnen, werden sie immer nur die Schlingen dieses Stroms zum Galvanometer ableiten, und die Intensität des abgeleiteten Stromes wird vom gegenseitigen Verhältnisse innerer Muskelwiderstände zum äußeren, mit dem Galvanometer verbundenen Leiter abhängig sein. Dieser Erregungszustand umfaßt immer neue Teilchen; an der Grenze zwischen den tätigen und den untätigen Teilchen bildet sich eine Doppelschichte von Ionen, die die Existenz des Stromes aufrecht erhalten. Wenn wir den oben erwähnten Muskelbau in Betracht ziehen und die Tatsache wahrnehmen, daß dieser Strom, von wo wir ihn auch ableiten, stufenweise anwächst und dann abnimmt, müssen wir zu dem Schlusse gelangen, daß unter dem Einflusse des Aktionszustandes, der Erregung, in jeder erwähnten Kammer der Faser diese Gruppierung sich gewissermaßen gesondert vollzieht, so daß die ganze Faser sozusagen eine Reihe der untereinander verbundenen Elemente, gewissermaßen Batterien, darstellt, von welchen eine jede den positiven Pol auf der einen, den negativen auf der anderen Seite hat. Selbstverständlich erreicht die Intensität des zum Galvanometer abgeleiteten Stromes ihren Höhepunkt, sobald die ganze Faser in den Erregungszustand übergeht.

Das *Einthoven'sche* Galvanometer, dessen ich mich bei diesen Experimenten bediente, (sowie das *Lippmann'sche* Elektrometer), weisen gewisse Verspätungen der Saitenablenkung im Verhältnisse zum Erscheinen oder Verschwinden des Stromes auf. Bei dieser Aufstellung der Saite, deren ich mich gewöhnlich bediente, betrug

die Verspätung zirka $\frac{2}{100}$ Sek. (siehe Fig. 15), d. h. sowohl nach der Schließung, wie auch nach der Öffnung des Stromes setzte sich die Saite in konstante Lage erst nach Verlauf dieser Zeit, obwohl die Ablenkungen ganz aperiodisch waren. Wenn wir die Saitenablenkung im tätigen Zustande des Muskels und nach der Schließung des Stroms vom Akkumulator, welcher annähernd dieselben Ablenkungen ergab, vergleichen, sehen wir, daß sich die Kurven grundsätzlich unterscheiden: nach der Schließung des Akkumulatorstroms wurde das Ablenkungsmaximum erst nach $\frac{12}{440}$ Sek. von der Saite, bei der Wirkung des Aktionsstroms des Muskels nach $\frac{7}{500}$ erreicht

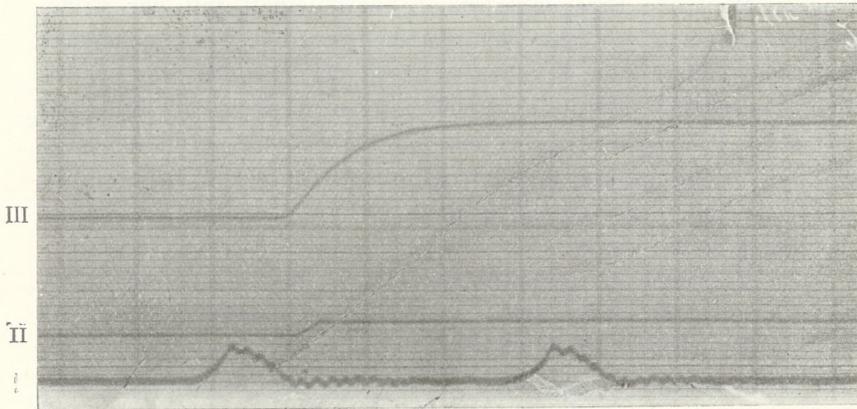


Fig. 15.

(siehe Fig. 12). Daraus ergibt sich der Schluß, daß der Muskelstrom sehr schnell bis zum Maximum anwächst, daß jedoch die Saite infolge ihrer Passivität nicht imstande ist, dieses Maximum aufzuweisen; weil nun die elektromotorische Kraft wahrscheinlich sehr schnell abnimmt, so beginnt die Saitenbewegung in entgegengesetzter Richtung nach 0, ehe die Saite das Ablenkungsmaximum erreicht. Weil ferner die Saite sehr langsam, nämlich erst nach $\frac{30}{400}$ Sek. und manchmal sogar noch später, das Ablenkungsmaximum in der entgegengesetzten Richtung erreicht, so ist es augenblicklich noch schwer zu sagen, ob diese Rückbewegung der Saite zur Nullage passiv ist, d. h. nur von der Abnahme der elektromotorischen Kraft abhängt, oder ob in dem Muskel ein dem, während der Erregung stattfindenden entgegengesetzter Prozeß beginnt, welcher die Ent-

stehung des Stroms in rückläufiger Richtung verursacht. Allerdings darf schon jetzt behauptet werden, daß die Erregung eines gegebenen Muskelpunktes in ihm die elektrische Veränderung von explosivem Charakter, der einen sehr kurzen Zeitraum dauert, hervorruft. (Siehe Fig. 11).

Diese oben erwähnten Konzentrationsdifferenzen in sehr kleinen Kammern müssen sich schnell ausgleichen, und dadurch kann eine gleichmäßige Abnahme des Stroms entstehen. Der Strom fließt in der Faser immer in der Richtung der Fortpflanzung des Erregungszustandes, d. h., daß die Kationen in derselben Richtung sich bewegen. Weil der Erregungszustand unzweifelhaft mit der Protoplasmazersetzung, — mit dem Katabolismus —, zusammenhängt, weil die nichterregten Teilchen während der Fortpflanzung des Erregungszustandes positiv sind, die tätigen dagegen die Rolle des negativen Pols spielen, nahm ich mir die Freiheit, mich schon in meiner vorhergehenden Arbeit¹⁾ dahin auszusprechen, daß der Katabolismus mit der Potentialabnahme der erregten Stelle im Zusammenhange steht.

Die Versuche, in welchen gleichzeitig die mechanische Kontraktion und die erste Phase aufgezeichnet wurden, zeigen, daß das Stromanwachsen im Stadium der latenten Erregung der Zuckung und höchstens bei Beginn des Aufsteigens der Kontraktionswelle dauert, jedoch viel früher endet, ehe noch die Kontraktionswelle den Höhenpunkt erreicht. Wenn die Zuckungswelle am stärksten ist, kehrt das Galvanometer gewöhnlich zum Nullpunkte zurück, oder es zeigt die zweite Phase an, welche, sofern wir sie wahrnehmen, schon während des Anwachsens der Kontraktionswelle und im Stadium der Erschlaffung erscheint.

Weil die Muskelteilchen während der Erschlaffung zu der primären Anordnung zurückkehren, so ist anzunehmen, daß trotz des Andauerns der mechanischen Kontraktion sich im Muskelprotoplasma ein entgegengesetzter Prozeß vollzieht und daß an den Stellen wo früher der Tätigkeitszustand und der Katabolismus gewesen sind, jetzt der synthetische Prozeß, der Anabolismus vorkommt. Während dieses rückläufigen Prozesses werden diese Stellen, wie

¹⁾ Über die Beziehung zwischen den Aktionströmen und dem tätigen Zustand der Muskeln. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie. 1910.

dies das Entstehen des aufsteigenden Stroms zeigt, zum positiven Pole. Wenn wir nun diese Potentialänderungen in Betracht ziehen, dürfen wir sagen, daß der Anabolismus mit dem Anwachsen des Potentials verbunden ist.

Ähnliche Gedanken bezüglich des Herzens äußerten schon Gaskell und Fano¹⁾ und viel früher Hering — bezüglich des Muskels.

Man könnte noch eine Hypothese aufstellen, und zwar: wenn der Erregungszustand an irgend welchem Punkte der Muskelfaser entsteht, so entstehen zu beiden Seiten dieses Punktes, nach beiden

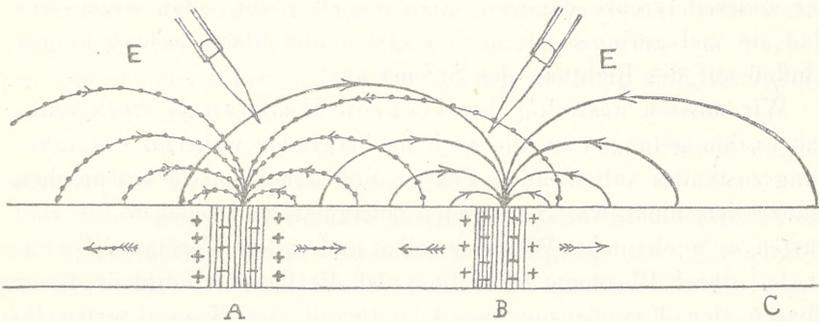


Fig. 16.

Enden hin, Ströme, deren Stromlinien symmetrisch liegen werden (siehe Fig. 16).

Selbstverständlich werden wir die erste Phase haben, wenn die Erregung sich im Punkte *A* befindet und wenn wir den Strom von den Punkten *A* und *B* ableiten. Wenn sich nachher dagegen der Erregungszustand zum Punkte *B* fortpflanzt, erhalten wir die Phase II. Jedoch spricht gegen diese Annahme entschieden:

1. die oben von mir angeführte Tatsache, daß, wenn wir den Strom von den Muskelsehnen ableiten, wir eine Ablenkung erhalten, die dem die erste Phase charakterisierenden Ströme vollständig analog ist; indessen hätten wir bei solcher symmetrischen Verteilung der Stromlinie überhaupt keinen Strom haben sollen — und

2. die Tatsache, daß die zweite Phase, bei der Ableitung vom Muskel selbst, inwiefern sie überhaupt erscheint, viel später auftritt,

¹⁾ Arch. Ital. de biologie. 9. 143, 1888.

nämlich in dem Momente, wenn der ganze Muskel schon im Aktionszustande begriffen ist, oder wenn dieser Zustand zu schwinden beginnt.

Diese zwei Umstände legen ein Zeugnis dafür ab, daß die durch den Erregungszustand hervorgerufenen Veränderungen trotz des baldigen Verschwindens der Konzentrationsdifferenzen doch eine Zeitlang dauern, so daß, wenn sich der Erregungszustand auf die nebenan liegende Schichte fortpflanzt, diese einerseits ein frisches, unverändertes, andererseits ein verändertes Protoplasma hat; für die Stromrichtung also sind nur die erste Grenze und die an dieser Grenze entstehenden Konzentrationsdifferenzen ausschlaggebend; an der anderen Grenze dagegen existieren sie nicht, oder wenigstens sind sie viel geringer, als an der ersten und üben deshalb keinen Einfluß auf die Richtung des Stroms aus.

Wir müssen unstreitig das Verdienst Hermann's anerkennen, daß es ihm gelungen ist, die zwei nacheinander während des Erregungszustandes auftretenden Phasen zu beobachten. Sie entsprechen jedoch dem nicht, was Hermann behauptete und sehen wollte, und dürfen es auch nicht. Wenn er selbst und andere Verfasser (Bernstein) durch Rheotome feststellten, daß die Geschwindigkeit dieser Phasen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Kontraktionswelle entspricht, so können wir heute mit voller Bestimmtheit behaupten, daß ihre Beobachtungen mit der Wirklichkeit nicht stimmen. Davon kann uns jedoch die Untersuchung mittels des Einthoven'schen Apparates entschieden überzeugen. Die Irrtümlichkeit der Hypothesen jener Verfasser kann man sich nur durch die Ungenauigkeit des Differentialrheotoms, dessen man sich bediente, erklären.

In dieser Mitteilung lege ich bloß das Resultat der an den querstreiften Muskeln des Frosches unternommenen Untersuchungen vor, und die hier angegebene Erläuterung bezieht sich selbstverständlich nur auf dieses Objekt.

Zum Schlusse will ich noch die oben erörterten Gedanken kurz zusammenfassen:

1. Die Muskeloberfläche ist nicht isopotential, vielmehr bietet sie gewisse Differenzen dar und ergibt unter Verbindung mit dem Galvanometer in der Regel einen aufsteigenden Strom.

2. Die Quelle dieses Stroms ist nicht die elektromotorische Oberfläche der beschädigten Stellen, sondern allem Anscheine nach ei-

nerseits der charakteristische Bau der Muskelfaser, das Bestehen jeder Fibrille aus besonderen Kammern, andererseits osmotische Prozesse an der Grenze der Muskelfaser und der Umgebung.

3. Der im Ruhezustande verbleibende Muskel ist eine Batterie, in welcher der positive Pol sich am zentripetalen, der negative am peripherischen Ende befindet.

4. Hauptsächlich sind die anabolischen Prozesse, die sich im lebenden Muskel beständig vollziehen, die Quelle elektromotorischer Kraft.

5. Mit dem Augenblicke, in welchem diese Prozesse aufhören, verschwinden auch die aus dem Muskel erhaltenen Ströme.

6. Die Verbindung des Querschnitts mit der Längsfläche weist Ströme auf, welche von der elektromotorischen, schon im Muskel präexistierenden Kraft aus beiden Quellen abhängig sind, doch keineswegs infolge der Beschädigung.

7. Die Aktionsströme sind von den chemischen Veränderungen während der Erregung im Muskel abhängig.

8. Die Erregung bewirkt in jedem besonderen Elementarteilchen der Muskelfibrille, unter chemischer Zerlegung, die Entstehung der Elektrolyte, deren positive Ionen eine größere Geschwindigkeit als die negativen besitzen und infolgedessen in der Richtung nach untätigen Teilchen diffundierend, aus jedem Teilchen ein Element bilden, welches einen Strom in der Richtung der Fortpflanzung des Erregungszustandes ergibt. Dieser Strom, welcher den Höhepunkt seiner Intensität erreicht, wenn der ganze Muskel erregt ist, ist stets adterminal; man kann ihn vermittelst der unmittelbar an den Muskel, oder an beide Sehnen angelegten Elektroden erhalten, was vollständig die Notwendigkeit der Annahme irgend einer Elektronegativität tätiger Teilchen aufhebt.

9. Das Erscheinen des Stromes fast unmittelbar nach der Erregung mit sehr kurzer latenter Periode beweist, daß die hier stattfindenden Veränderungen einen explosiven Charakter haben.

10. Diese Veränderungen werden, indem sie die Entstehung neuer Verbindungen zur Folge haben, zur Ursache der Diffusion genannter Verbindungen in gewissen Richtungen, bei welchen die positiven Ionen, als die mehr beweglichen nach vorne vorrücken und es verursachen, daß jedes erregte Teilchen gewissermaßen ein Kettenglied wird, in welchem das erregte selbst die Rolle des negativen und die nebenan liegenden unerregten die des positiven Pols spielen.

Der in dem erregten Teilchen also vorkommende Katabolismus ruft die Abnahme ihres elektrischen Potentials hervor.

11. Nach dieser gewöhnlich $3^{-5}/1000$ dauernden Periode beginnt der rückläufige Prozeß, obwohl unabhängig davon eine mechanische Veränderung im Muskel zustande kommt; dieser Prozeß erreicht den Höhenpunkt in dem Augenblicke, in welchem die Erschlaffung des Muskels beginnt, und das bildet die zweite, abterminale Phase, bei welcher infolge der neuen Gruppierung der Ionen, vielleicht auch infolge der Ausbildung neuer Verbindungen von anderer Ionenbeweglichkeit, dieselben Teilchen, die vorher negativ waren, zum positiven Pol werden, also die Potentialzunahme aufweisen. Weil dieser Rückgangsprozeß unumgänglich mit dem Anabolismus verbunden sein muß, so kann man sagen, daß ähnlich, wie im Normalzustande, der Anabolismus die Potentialzunahme hervorruft.

12. Die elektrischen Ströme im Muskel bleiben demnach in engem Zusammenhange mit dem Stoffwechselprobleme, also mit dem Probleme des Lebens.

Przylgi jawańskiej żaby latającej (Polypedates reinwardtii) (Doniesienie tymczasowe). Die Haftballen des javanischen Flugfrosches (Polypedates reinwardtii) (Vorläufige Mitteilung).

Note

de M. M. SIEDLECKI m. c.

présentée dans la séance du 4 Juillet 1910.

(Planche XXIII).

In unseren früheren Publikationen über Bau und Lebensweise des javanischen Flugfrosches¹⁾ haben wir die große Bedeutung betont, welche den Haftballen bei verschiedenen Lebensäußerungen des genannten Tieres zukommt. Auf Grund des umfangreichen, in Java gesammelten Materials, das zum Teil schon an Ort und Stelle fixiert und eingebettet, teils aber, wie die Injektionspräparate, in Alkohol oder Formol konserviert nach Europa gebracht wurde, haben wir jetzt die Anatomie und Histologie dieser Organe genauer untersucht. In der vorliegenden Mitteilung wollen wir in aller Kürze die wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammenfassen.

1. Äußere Gestalt der Haftballen.

Als Haftapparate funktionieren bei dem javanischen Flugfrosche, wie wir schon früher mitgeteilt haben, sowohl die eigentlichen, an den letzten Finger- und Zehengliedern entwickelten Haftballen als auch die polsterartigen Hautverdickungen an der plantaren, beziehungsweise palmaren Fläche der Vorder- und Hinterfüße, ferner die Ränder der Hautfalten an den Extremitäten und die Haut der Bauchfläche; die Haftballen bilden jedoch die wirksamsten Adhäsionsapparate²⁾. Diese sind an den Vorder- und Hinterbeinen nicht

¹⁾ Siedlecki. Bull. de l'Ac. des Sc. Cracovie 1908 und Biol. Zentralbl. 1909.

²⁾ Bei der verwandten Art *Polypedates leucomystax* Boul. wird das Ankleben an der Unterlage ausschließlich mittels der Haftballen zustandegebracht.

gleichmäßig stark entwickelt, was besonders gut an den an einer durchsichtigen Unterlage angeklebten Tieren zu sehen ist (Textfig. 1). Die Haftballen an den Fingern haben eine querovale Gestalt, wogegen die an den Zehenspitzen befindlichen eine mehr rundliche aufweisen. Sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibchen der Flugfrösche ist dieser Unterschied zwischen den Fingern und den Zehen gut ausgeprägt. Die Haftballen des dritten und des vierten Fingers sind am stärksten entwickelt; diejenigen des zweiten

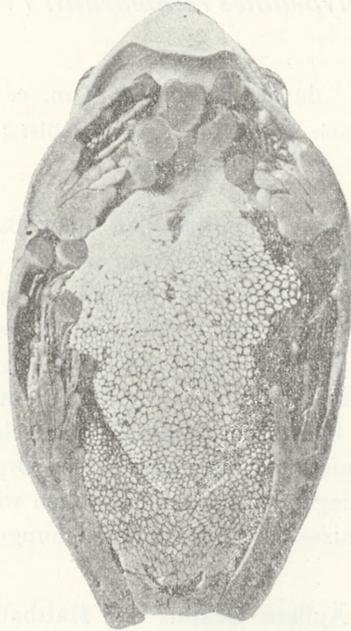


Fig. 1. Der javanische Flugfrosch (*Polypedates reinwardtii*), Weibchen, auf einer Glasscheibe angeklebt und von der Unterseite aufgenommen.

und des fünften Fingers gleichen in ihrer Größe und Gestalt mehr den Haftballen an den Zehen. An der ersten Zehe befindet sich der kleinste Haftballen und erscheint dort als ein fast kreisrundes Gebilde.

Sowohl die jungen als auch die alten Tiere weisen in der Regel dieselben Unterschiede in der Größe der Haftballen auf, nur bei sehr alten und großen Weibchen nehmen die Fingerhaftballen eine unregelmäßig viereckige Gestalt an.

Der innere Bau der Haftballen in allen Fingern und Zehen

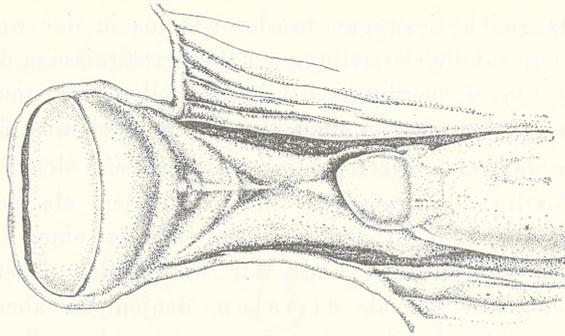


Fig. 2. Der dritte Finger der rechten Hand des Flugfrosches, von unten gesehen. Am Haftballen sieht man: den Randteil, der mit den Flughäuten in Verbindung steht; den proximalen und den distalen Polster; unter dem proximalen Polster eine sichelförmige Wulst.

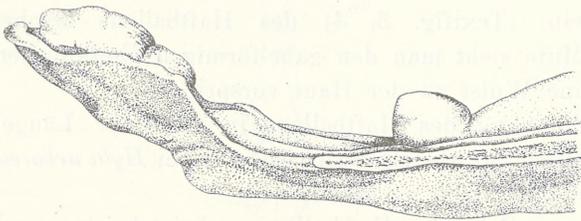


Fig. 3. Der dritte Finger der rechten Hand des Flugfrosches, von der lateralen Seite gesehen.

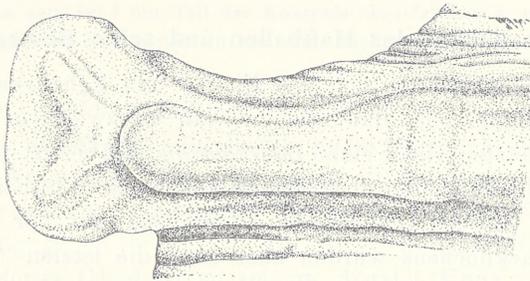


Fig. 4. Der dritte Finger der rechten Hand des Flugfrosches von der dorsalen Seite gesehen. Am Haftballen sieht man das gabelförmige Endglied vorspringen; über dem zweiten Fingergliede liegt der stark gedehnte Lymphsack.

ist fast ganz gleich, deswegen werden wir uns in der weiteren Beschreibung nur auf die Darstellung der Bauverhältnisse in dem dritten und vierten Finger beschränken; dabei wollen wir aber betonen, daß ähnliche Verhältnisse in allen Fingern und Zehen zu finden sind.

Von der ventralen Fläche oder von der Seite des Fingers betrachtet (Textfig. 2) erscheinen die Haftballen als polsterartige Gebilde, an denen recht deutlich zwei mittels einer Furche getrennte Teile zu erkennen sind. Wir wollen den näher der Fingerspitze gelegenen Teil als distalen, denjenigen aber, der sich der Fingerwurzel näher befindet, als proximalen Polster bezeichnen.

Die Seiten des Haftballens sind mit den Flughäuten oder seitlichen Hautfalten verwachsen und umgeben wie ein enger Rand den zentralen Teil, der als eigentlicher Haftapparat funktioniert. Je nach dem Zustande, in dem sich der Haftapparat befindet, kann er entweder hochgewölbt oder flach und sogar konkav erscheinen. Die dorsale Seite (Textfig. 3, 4) des Haftballens erscheint flach; in seiner Mitte sieht man den gabelförmigen Endknochen des Fingers als eine Wulst an der Haut vorspringen.

Eine Trennung des Haftballens in zwei der Länge nach getrennte Hälften, so wie sie Schuberg¹⁾ bei *Hyla arborea* beschrieben hat, ist hier nicht zu sehen.

Die untere Seite der Haftballen erscheint bei jungen Weibchen und bei Männchen rotgelb, bei erwachsenen Weibchen dagegen zitronengelb; die obere Seite ist graugelblich gefärbt. Das Gewebe, aus dem die Haftballen gebaut sind, ist besonders in stark gequollenem Zustande halb durchsichtig.

2. Das Skelett der Haftballen und seine Bewegung.

Bekanntlich zeichnet sich das Finger- und Zehenskelett des japanischen Flugfrosches dadurch aus, daß es zwischen dem letzten und dem vorletzten Gliede einen *Interkalarknochen* besitzt. Diese Eigentümlichkeit des Skeletts wurde sogar als eine charakteristische Eigenschaft für die Gattung *Polypedates* angesehen. Mit der Ausbildung des Interkalarknochens wurden aber auch die letzten und vorletzten Finger- und Zehenglieder ziemlich stark verändert. Das letzte

¹⁾ Schuberg. Habilitationsschrift der philosoph. Fakultät Würzburg (Wiesbaden 1890).

Fingerglied erscheint nicht als ein stabförmiges Gebilde, sondern ist am distalen Ende gabelförmig geteilt (Textfigur 5); seine proximale Gelenkfläche bildet mit dem Interkalargliede ein Charnier, das nur in sehr geringem Grade eine Seitwärtsbewegung des Endgliedes gestattet. Der proximale Teil des letzten Fingergliedes ist

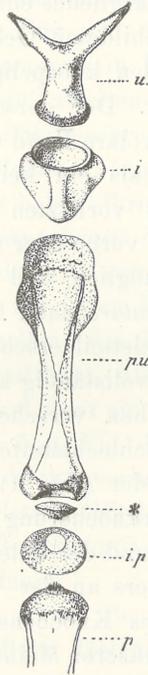


Fig. 5. Skelett des dritten rechten Handfingers des Flugfrosches. *u* — das gabelförmige Endglied; *i* der Interkalarknochen; *p. u.* das vorletzte, löffelförmige Glied, von dem sich bei * ein Teil des Knorpels abgelöst hat; *i. p.* der tendinöse *Meniscus* zwischen dem vorletzten und dem nächsten (*p*) Phalangealknochen.

leicht gebogen und liegt nicht in einer Ebene mit seinen beiden Endstücken; die letzten sind leicht dorsalwärts gekrümmt.

An der Volarseite trägt das letzte Fingerglied einen kleinen Höcker, der als Insertionspunkt für die Sehne des Beugemuskels dient (Textfig. 5).

Das vorletzte Glied ist an seinem distalen Ende zu einem löffelförmigen Gebilde umgestaltet; seine leicht gebogene Diaphyse, die an dem proximalen Ende eine gewöhnliche knorpelige Kugelgelenkfläche trägt, ist an dem distalen Ende flach erweitert. Der

knorpelige Teil der Epiphyse breitet sich an seinen beiden Seiten in zwei lappenförmige Fortsätze aus; nach der Fingerspitze zu ist dieser Teil flach löffelförmig erweitert. Im Längsschnitte erscheint das vorletzte Glied keilförmig (Fig. 1, 2, 3); es bildet vorne eine schiefe Gelenkfläche.

Die Gestalt des Interkalargliedes entspricht vollkommen den an beiden Endphalangen ausgebildeten Gelenkflächen; es stellt eine Scheibe vor, die zwischen den knorpeligen Flächen der beiden letzten Glieder eingeschaltet ist. Der dorsalwärts gerichtete Teil der Scheibe ist dünner als der volare Rand derselben; im Längsschnitte (Fig. 1, 2, 3) erscheint sie als ein keilförmiges Gebilde. In der löffelförmigen Epiphyse des vorletzten Gliedes gleitet die untere Fläche des *Intercalare* nach vorne oder nach unten; eine Seitwärtsbewegung ist aber fast unmöglich, weil die seitlichen Fortsätze der zweiten Phalange das *Intercalare* nach beiden Seiten umgeben.

Dieser akzessorische Skeletteil erscheint nur bei alten, gänzlich erwachsenen Tieren als ein vollständig ausgebildeter, mit Markraum und knorpeligen Gelenkflächen versehener Knochen (Fig. 3); bei jüngeren, jedoch schon geschlechtsreifen Exemplaren ist er noch aus hyalinem Knorpel gebildet (Fig. 1). Sehr oft sind auch Tiere zu finden, bei denen die Verknöcherung des Knorpels erst angefangen ist (Fig. 2). Der obere und der untere Rand des Interkalarknorpels geht allmählich besonders an der Volarseite in breite Bänder über, die zum Festhalten des Knochens an den Phalangen dienen. Das interkalare Glied ist, unserer Meinung nach, nicht als ein selbständig entstehender Knochen und nicht als eine selbständig gewordene Epiphyse des zweiten Fingergliedes zu betrachten; es stellt ein Sesamgebilde vor, das einen ähnlichen Ursprung hat wie die sogenannten *Menisci* oder die elastischen Bindegewebsringe, die zwischen den weiteren Gelenkflächen der Finger und Zehenglieder (Textfig. 5) zu finden sind.

Im großen und ganzen erinnert die Lagerung des großen Zwischengelenkknorpels an ähnliche Gebilde, die von mehreren Autoren bei *Hyla arborea* schon gesehen worden sind [Wittich¹⁾, Leydig²⁾ und Schuberg³⁾]; auf die Unterschiede und Einzelheiten

¹⁾ Wittich: Müllers Archiv f. Anat. und Phys. 1854.

²⁾ Leydig F. Nova Acta Ac. Caes. Leopold. Carol., 1868 und Morphol. Jahrb. 1876.

³⁾ Schuberg a. a. O.

der Struktur dieses Skeletteiles können wir jedoch erst in unserer definitiven Arbeit näher eingehen. Die Anwesenheit des Interkalarknochens ist für die Mechanik der Bewegung der letzten Fingerglieder von großer Bedeutung. Die Bewegung der letzten Fingerglieder geschieht durch die Einwirkung der langen Sehnen, die sich von der *Palmaraponeurose*, beziehungsweise von dem *Musculus palmaris longus* erstrecken. Für den zweiten Finger kommt noch der *M. flexor superficialis proprius* in Betracht. Die letzten Zehenglieder werden in der ersten, zweiten und dritten Zehe von den Sehnen der mächtigen *Plantaraponeurose* gebogen, welche als Fortsetzung des starken *M. plantaris longus* zu betrachten sind; die vierte und die fünfte Zehe haben ihren besonderen Beugemuskel, und zwar den *M. flexor superficialis brevis*. Gestreckt werden die Finger hauptsächlich von dem *M. extensor digitorum communis longus*, zu dem sich noch die für jeden Finger charakteristischen *Extensores profundi breves* gesellen; die Zehen werden durch den *M. extensor brevis profundus* gestreckt. Als Insertionspunkt für die langen Sehnen der Beugemuskel dient ein kleiner Höcker an dem letzten Fingergliede (Textfig. 5 u. Fig. 1, 2, 3). Mit dem Interkalarknochen ist kein Muskel direkt verbunden; durch breite Bänder an das letzte und das vorletzte Glied gebunden, gleitet der Knochen passiv während der Bewegungen der Glieder an der schiefen Epiphyse der zweiten Phalange.

Während der Kontraktion des Beugemuskels wird das Endglied nicht nur in der halbkugeligen Gelenkfläche nach unten gedreht, sondern auch nach hinten gezogen, so daß es einen Druck auf den Interkalarknochen ausübt. Dieser weicht aber sogleich nach hinten aus, indem er an der löffelförmigen Epiphyse der zweiten Phalange gleitet. Falls diese Bewegung in einem Momente stattfindet, in dem der Finger an eine feste Unterlage gepreßt wird, hat das Ausgleiten des Interkalarknochens zur Folge, daß die Endphalange nicht mit der Spitze allein, wie bei der gewöhnlichen Beugung der Finger, sondern mit seiner ganzen Länge gleichmäßig an die Unterlage gedrückt wird. Die Streckmuskeln heben das letzte Fingerglied und schieben es ein wenig nach vorne, indem sie den keilförmigen Interkalarknochen in seinen Bändern dorsalwärts heraufziehen.

3. Der innere Bau der Haftballen.

Die beiden Teile des Haftballens, die äußerlich als proximaler und distaler Polster zu unterscheiden sind, weichen in ihrem inneren Bau recht erheblich voneinander ab. In dem proximalen ist die Struktur viel weniger regelmäßig, und die einzelnen Bauelemente sind viel dichter gelagert als in dem distalen; der proximale Teil bildet gewissermaßen eine feste Basis, an der sich die für den distalen Polster charakteristischen Bestandteile stützen. Beide Hälften des Haftballens bestehen jedoch aus gleichen Elementen, unter denen folgende zu nennen sind: *a*) die den ganzen Haftballen bedeckende, modifizierte Epithelschichte, *b*) das mit zahlreichen elastischen Fasern versehene Bindegewebe, welches als Unterlage für das Epithel dient, *c*) die glatte Muskulatur, *d*) die großen Drüsen, *e*) die Blut- und Lymphgefäße mit den Lymphräumen.

Im hinteren Teile des proximalen Polsters nahe an der Gelenkfläche des letzten Fingergliedes sind die Fasern des Bindegewebes, die mit zahlreichen elastischen Fibrillen versehen sind, dicht und filzartig verflochten. Es bildet sich dadurch an der Wurzel des Haftballens eine feste und widerstandsfähige Lage, die einen sichelförmigen Raum einnimmt und sich sogar äußerlich als eine Wulst an der Grenze zwischen dem Ballen und dem vorletzten Fingergliede kennzeichnet (Textfig. 2). Diese feste Bindegewebslage bildet die Unterlage, auf die sich die Bestandteile des distalen Polsters stützen. Dieser besteht aus mehreren dicht aneinander gelagerten, senkrecht zur Oberfläche des Ballens verlaufenden, mit Bindegewebe und elastischen Fasern verstärkten Zügen von glatten Muskelfasern und aus ebenso gelagerten senkrechten Lagen der großen Drüsen. Auf einem horizontal oder senkrecht zum Skelett gerichteten Schnitt durch den Haftballen erscheint derselbe außerordentlich regelmäßig gebaut (Fig. 6). Muskulöse Lamellen und Stränge, die aus großen, dicht nebeneinander gelagerten Drüsen gebildet sind, liegen alternierend dicht nebeneinander. An entsprechend dünnen Serienschritten, die genau sagittal gerichtet worden sind, kommt entweder nur die Muskelwand oder nur die Drüsenlage zum Vorschein, je nachdem das Messer die eine oder die andere Lamelle getroffen hat. Die glatten Muskeln nehmen ihren Ursprung entweder in der filzartig verflochtenen dichten Unterlage, die sich an der Basis der Haftscheibe befindet, oder meistens in dem letzten Fingergliede. Im ersteren

Falle ist ihr Verlauf ein nahezu horizontaler oder schief nach unten gerichteter; im letzteren strahlen die Muskeln von dem Phalangealknochen direkt nach unten und durchsetzen den Haftballen in seiner ganzen Länge. In der Richtung nach vorne wird der Verlauf der Muskeln immer mehr horizontal. Alle Muskeln, die sich in den senkrechten Lamellen des Haftballens befinden, haben als zweiten Insertionspunkt die mit der Epithelschichte verbundene Bindegewebsunterlage, welche den Haftballen von unten bekleidet; den Zusammenhang dieser Schichte und des Epithels mit der Muskulatur werden wir weiter unten näher berücksichtigen.

Außer den Muskellamellen sind in dem Haftballen noch einige dünne Stränge von Muskeln vorhanden, die senkrecht von dem lamellosen Teile nach oben aufsteigen und die oberen Lymphräume durchsetzen; die Haut, die den Haftballen von der dorsalen Seite bedeckt, besitzt auch eine eigene Muskelschichte, so wie sie gewöhnlich in der Haut der Frösche zu sehen ist.

Die großen Drüsen, die in dichten Lagen zusammengedrängt, eigentümliche Drüsenlamellen im Haftballen bilden, können als tubulös und zusammengesetzt bezeichnet werden. Lange, dicht nebeneinander gelagerte Drüsenschläuche vereinigen sich mittels kurzer und dünner Gänge in einen gemeinsamen Ausführungsgang, der gewöhnlich unter einem sehr spitzen Winkel die Epithelschichte durchbricht. Innerlich sind die Drüsen mit nicht sehr hohen Zellen bekleidet, von denen eine große Mehrzahl die Merkmale der gewöhnlichen serösen Drüsenzellen an sich trägt; in jeder Drüse sind aber auch einige schleimbildende Zellen vorhanden. Das Sekret der Drüsen scheint recht wasserreich, dabei aber auch schleimhaltig zu sein.

Das Bindegewebe kommt als eine dünne Schichte, die sogenannte äußere Corium-Schichte (Schuberg)¹⁾ unter der Epithelschichte vor, verbindet als innere und mittlere Coriumschichte die Drüsen untereinander und bildet schließlich den Hauptbestandteil des dorsalen Teiles des Haftballens, in dem die großen Blutgefäße, die Lymphräume und die Nerven, sowie das Skelett sich befinden. Die letzte Partie ist mit der Lederhaut des dorsalen Teiles des Haftballens direkt verbunden. Die unterepitheliale Coriumschichte zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß ihre Zellen und Fasern

¹⁾ Schuberg A. Zeitschrift f. wiss. Zool., XC, 1908.

in einem unmittelbaren Zusammenhang mit den epithelialen Zellen stehen (Fig. 4 und 5). Zahlreiche elastische Fasern durchsetzen diese Schichte in verschiedenen Richtungen. Die einen verbreiten sich dicht und unmittelbar unter dem Epithel und bilden dort eine Art gefensterter Membran, die von den Ausläufern der Epithelzellen, von den an die epitheliale Schichte sich inserierenden Bindegewebsfasern und von den Drüsengängen durchbrochen wird. Von dieser elastischen Schichte gehen fast senkrecht die sehr regelmäßig zwischen den glatten Muskeln gelagerten Fasern ab (Fig. 7).

Die den ganzen Haftballen bedeckende Epithelschichte weicht im Bau von dem gewöhnlichen Hautepithel erheblich ab. Schon auf den ersten Blick erscheint sie viel dicker als an anderen Stellen der Haut. Die Zellen dieser Schichte sind hoch und von sehr regelmäßiger prismatischer Gestalt (Fig. 5); sie bewahren dieselbe hohe Form nicht nur in der untersten Schichte, sondern an allen Stellen bis zur oberen epidermoidalen Lage. Das Epithel kann also als mehrschichtig und zylindrisch bezeichnet werden.

Diese epitheliale Schichte weist in ihrer ganzen Dicke eine eigentümliche, zur Oberfläche der Haut senkrecht verlaufende Streifung auf (Fig. 5). Diese Streifung kommt dadurch zustande, daß in den Zellen der epithelialen Schichte das Protoplasma in faserförmige Gebilde umgestaltet wird. In der obersten Schichte sind die Fasern am besten sichtbar; sie verlaufen bis zur oberen Zellgrenze, mit der sie innig verbunden sind. Mittels der van Gieson'schen Färbemethode werden diese Fasern rot tingiert; mittels Orcein werden sie gar nicht gefärbt.

Die oberste Schichte des Epithelgewebes unter der Sohle des Haftballens ist von hohen, prismatischen Zellen gebildet, die im Bau mit den von Schuberg bei *Hyla* (a. a. O.) beschriebenen ziemlich übereinstimmen. Die obere kutikuläre Fläche dieser Zellen ist aber nicht glatt und einheitlich, wie bei *Hyla*, sondern gestreift und mit sehr feinen, dichten und kurzen haarförmigen Fortsätzen besetzt. Je nach dem Zustande der Zellen ist auch dieser kutikuläre Haarbelag besser oder weniger sichtbar; manchmal entzieht er sich der Beobachtung, besonders wenn der kutikuläre Zellteil leicht aufgequollen ist. In diesem Falle erscheint die Oberfläche der epithelialen Zellen glatt und einheitlich.

Am interessantesten ist in der Epithelschichte die Art und

Weise ihrer Verbindung mit dem Corium. Schuberg (a. a. O.) hat schon darauf hingewiesen, daß die unterste Schichte des Epitheliums auf dem Haftballen des Laubfrosches durch spitze Ausläufer mit den Bindegewebszellen in Verbindung tritt; bei dem Flugfrosche sind aber nicht nur die in der untersten Epithelschichte befindlichen Zellen mit dem Bindegewebe direkt verbunden, hier bleiben in allen Schichten alle Zellen des Haftballen-Epithels mit den Bindegewebelementen in direktem Kontakt (Fig. 4 u. 5). In Fig. 4 haben wir beispielsweise einen senkrechten Schnitt durch die Haut des Haftballens dargestellt, auf dem die direkte Verbindung der in den mittleren Schichten liegenden Epithelzellen mit den Coriumelementen deutlich zu sehen ist. Nur in der oberflächlichen, epidermalen und in der darunter liegenden vorletzten Schichte des Epithels ist dieser Zusammenhang mit den tieferen Hautteilen unterbrochen. In unserer definitiven Arbeit werden wir diese interessante Eigentümlichkeit der Epithelschichte des Haftballens eingehender besprechen und ihre Entstehung durch zahlreiche Abbildungen zu erklären versuchen; jetzt wollen wir nur noch betonen, daß der innige Verband zwischen der Epithelschichte und den tiefer liegenden Hautteilen eine wichtige Vorbedingung für die normale Funktion des Haftballens darstellt. Beim Andrücken des Haftballens und besonders beim plötzlichen Losreißen der Fingerspitzen von der Unterlage könnte sich das Epithel leicht vom Corium ablösen, oder es könnten einzelne Epithelschichten sich gegeneinander verschieben; der innige Zusammenhang der Epithelzellen mit den Coriumelementen verhindert aber jede Verlagerung der Hautschichten.

An das Epithelium kommen vom Corium auch glatte Muskelfasern her, die sich direkt mit dessen unterster Zellschichte verbinden können (Fig. 4). Das Epithelium ist also der Wirkung der Muskelfasern direkt unterworfen; die im Epithel entstehenden faserigen Gebilde können deshalb als funktionelle Struktur aufgefaßt, oder als eine den Widerstand der Zellen vermehrende Vorrichtung gedeutet werden.

An der Basis der untersten Epithelschichte sind, wie wir schon oben gesagt haben, auch elastische Fibrillen reichlich im Corium entwickelt; dieselben umspinnen die mit den Coriumelementen verbundenen Ausläufer der Epithelzellen und bilden auch eine Stütze für die sich dort inserierenden Muskelfasern. Auf diese Weise ist

ein noch innigerer Zusammenhang zwischen dem Epithelium und dem Corium zustande gebracht.

Die Blutgefäße sind in den Haftballen des javanischen Flugschekes sehr reichlich entwickelt. Ebenso wie bei unseren Fröschen erhalten die Fingerspitzen das Blut von den *Arteriae digitales propriae* (Fig. 8 a), welche nahe an den Skeletteilen an beiden Seiten des Fingers verlaufen; das venöse Blut wird von den *Venae digitales propriae* abgeleitet (Fig. 8 v). Die beiderseits bei den Fingerknochen verlaufenden Arterien vereinigen sich auf der Oberseite der letzten Phalange und bilden zusammen einen Bogen (Fig. 8). Von diesem arteriellen Bogen gehen zahlreiche kleine Arterien ab, die sich in den Drüsenlamellen verzweigen und bis zur Sohlenfläche absteigen. Dort zerfallen sie in ein Netz von feinen, kapillaren Gefäßen, die sich unter dem Epithel verzweigen. In dem distalen Teile des Haftballens sind diese oberflächlichen Kapillaren sehr regelmäßig geordnet; ein Teil derselben verläuft in sagittaler Richtung entsprechend den Drüsenlamellen; diese in parallelen Reihen geordneten Gefäße sind durch kurze Seitenäste miteinander verbunden (Fig. 9). Der proximale Teil des Haftballens zeigt auf seiner Oberfläche ein unregelmäßiges Netz von feinen Gefäßen (Fig. 9).

Von dem kapillaren Netze gehen größere Venen ab, die sich an beiden Seiten des Fingers in die *Venae digitales propriae* vereinigen (Fig. 8 v). In den muskulösen Lamellen sind keine Blutgefäße zu sehen, nur die Drüsenlamellen sind reichlich damit versorgt. — Alle Gefäße, die sich im Gewebe des eigentlichen Haftballens befinden, haben einen stark geschlängelten Verlauf. Diese Eigentümlichkeit findet ihre Erklärung darin, daß sowohl die Arterien als auch die Venen bei der Funktion des Haftballens oft plötzlich auf eine lange Strecke ausgedehnt werden; ihre geschlängelte Form verhindert ein Zerreißen der plötzlich ausgezogenen Gefäße.

Die Lymphbahnen in dem Haftballen des javanischen Flugschekes sind ebenso wie die Blutgefäße sehr reichlich entwickelt. An der Sohlenfläche unter der Epithelschichte des distalen Teiles des Haftballens sind feine Lymphgefäße sichtbar, die parallel zueinander in sagittaler Richtung verlaufen und durch spärliche Seitenäste verbunden sind; ein Vergleich der Präparate, in denen die Blutgefäße und die Lymphbahnen mit der Injektionsmasse gefüllt wurden, zeigt sofort, daß die feinen Lymphgefäße nicht in den Drüsenlamellen, sondern in den Muskellamellen des Haft-

ballens liegen. Diese feinen Gefäße verbinden sich in dickere, senkrecht zwischen glatten Muskeln verlaufende Stämmchen und münden nahe an der Fingerspitze in einen breiten Raum (Fig. 1, 2, 3 und 6 L), der sich an der dorsalen Seite des letzten Fingergliedes befindet. Dieser Lymphraum verbindet sich durch zwei seitlich in dem dorsalen Teile des Haftballens verlaufende, breite Gefäße mit dem an der dorsalen Seite des zweiten Fingergliedes gelegenen Lymphsacke.

Die größeren Nervenstämme, die zum Haftballen gehören, sind als Verzweigungen der *Nervi interstitiales* zu betrachten. Die beiderseits in den Haftballen eintretenden Stämme verzweigen sich im proximalen Teile desselben in mehrere Äste, von denen ein jeder in einer Muskellamelle verläuft. Von diesen erst gehen feine Zweige bis zur Sohlenhaut des Haftballens ab.

In unseren früheren Arbeiten über den Flugfrosch haben wir schon die Haftballen dieses Tieres als Adhäsionsapparate bezeichnet; wir stimmen also mit Schuberg (a. a. O.) überein, der auf Grund seiner an *Hyla arborea* ausgeführten Experimente die Meinung ausgesprochen hat, daß die Funktion der Haftballen dieser Tierart auf Adhäsion beruhe. Die Einzelheiten des Mechanismus des Anklebens sowie des raschen Ablösens der Haftballen wollen wir erst in der definitiven Arbeit und mit Zuhilfenahme mehrerer Abbildungen näher besprechen. Wir müssen hier aber noch eine oft eintretende Erscheinung erwähnen, die für die Erklärung der Funktion der Haftballen wichtig sein kann. Bekanntlich wird beim Andrücken der Haftballen an einen festen Körper die oberste Epithelschichte in alle Unebenheiten der Unterlage eingedrückt und es scheint, daß für eine normale Funktion des Haftballens gerade diese Schichte unumgänglich nötig sei. Wir haben aber in vielen Fällen beobachtet, daß infolge pathogener Prozesse nicht nur die oberste Epithelschichte, sondern auch das ganze Epithelium auf einer größeren Strecke und manchmal fast von dem ganzen Haftballen sich abgelöst hatte; trotzdem funktionierte der Haftapparat noch ganz gut. Nähere Untersuchung hat uns gelehrt, daß sich an jenen Stellen, an denen das Epithelium abgefallen war, eine Art von Narbengewebe bildete. Die ganze Oberfläche jener Stellen war von einem sehr dichten, faserreichen und festen, dabei aber biegsamen Bindegewebe bedeckt; die Fasern waren meistens senkrecht zur Oberfläche des Ballens gerichtet und bildeten zusammen mit

zahlreichen elastischen Fibrillen ein sehr dichtes Filzwerk. Die Ausführungsgänge der unter der beschädigten Stelle liegenden Drüsen waren meistens verstopft; in den Drüsen selbst waren deutliche Degenerationserscheinungen wahrzunehmen. Trotz der Abwesenheit der speziellen Epithelschichte, trotz des Mangels des klebrigen Sekretes konnten die vernarbten Haftballen noch funktionieren. Es ist also leicht ersichtlich, daß die Funktion dieser Apparate auf der Klebrigkeit des Drüsensekretes nicht beruhen kann.

Erklärung der Tafel XXIII.

Alle Figuren beziehen sich auf die Haftballen des javanischen Flugfrosches; sie sind mittels mikrophotographischen Apparates von Zeiss aufgenommen worden.

Die Bezeichnung ist in allen Figuren die gleiche: *a* — Arterie, *G* — Drüsen, *L* — Lymphraum, *M* Muskellamelle, *v* — Vene.

Fig. 1—3. Längsschnitte durch die Haftballen an den Fingern. 25-fache Vergr.

Fig. 1. Sagittaler Schnitt durch den Haftballen eines jungen Tieres. Das interkalare Glied ist noch knorpelig.

Fig. 2. Sagittaler Schnitt durch den Haftballen eines jungen, jedoch schon geschlechtsreifen Tieres. In dem Interkalargliede beginnt die Verknöcherung.

Fig. 3. Sagittaler Schnitt durch den Haftballen eines alten Weibchens. Alle Glieder verknöchert.

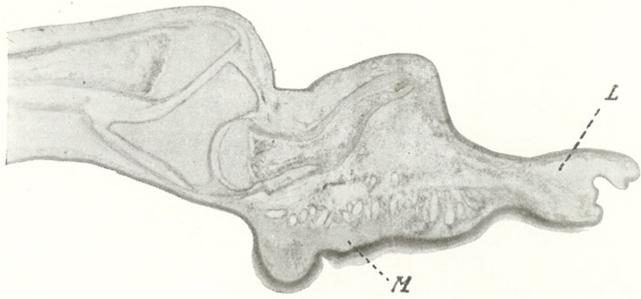
Fig. 4. Senkrechter und sagittaler Schnitt durch das Haftballenepithelium, von dem die oberste Schichte sich abgelöst hat. Die Zellen aller Schichten haben deutliche Ausläufer, durch welche sie sich mit den Coriumelementen direkt vereinigen. 1000-fache Vergr. Fixierung in Sublimat; Färbung mit Hämatoxylin und van Gieson'scher Lösung.

Fig. 5. Senkrechter sagittaler Schnitt durch das Epithelium der Haftballen. Deutliche Streifung der Epithelzellen. Fixierung in Flemming'scher Lösung; Färbung mit Safranin. 750-fache Vergr.

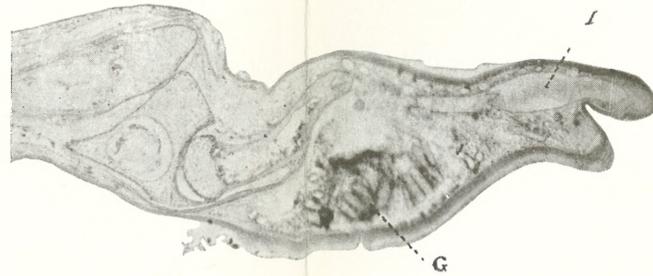
Fig. 6. Horizontaler Schnitt durch den Fingerhaftballen, in dem der lamellose Bau sichtbar ist. 30-fache Vergr. Fixierung in Sublimat, Färbung mit Boraxkarmin.

Fig. 7. Senkrechter und sagittaler Schnitt durch die Haftballenhaut. Im Corium deutliche elastische Fasern, mit Orcein gefärbt. 550-fache Vergr.

Fig. 8 u. 9. Blutgefäße im Haftballen; Fig. 8 von der dorsalen, Fig. 9 von der palmaren Seite.



1.



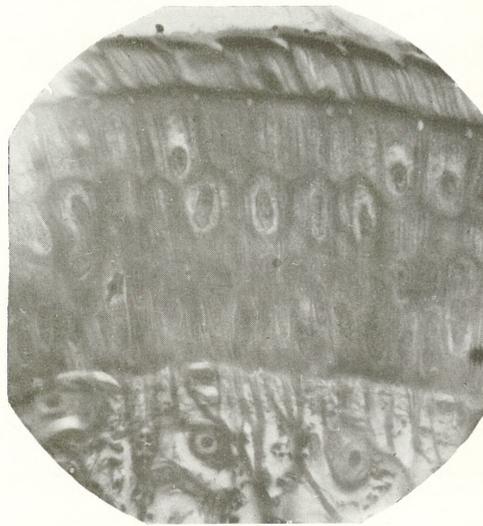
2.



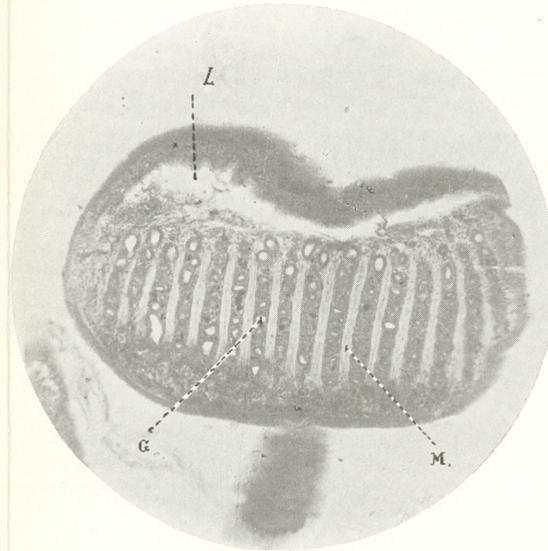
3.



4.



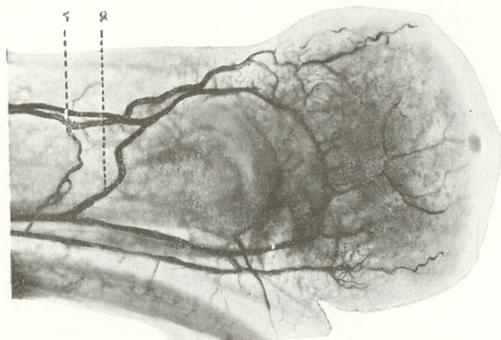
5.



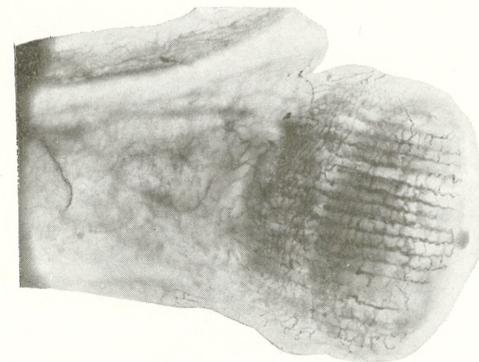
6.



7.



8.



9.

M. Siedlecki.

*Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XVII. —
Revue critique de la flore de Galicie. XVII partie.*

Note

de M. **HUGO ZAPĄŁOWICZ** m. c.

présentée dans la séance du 4 Juillet 1910.

A la suite de son travail, l'auteur décrit une partie des espèces des *Diantheae* (*Gypsophila* etc). A côté d'un certain nombre de variétés et formes nouvelles, il donne la description d'une nouvelle sous-espèce: *Gypsophila paniculata subspecies lituanica*, qui se distingue de la forme typique par sa nudité complète et par des fleurs et graines invariablement mineures. Les échantillons de cette sous-espèce ont été cueillis aux environs de Wołkowysk et en Polesie.

O absorbcyi ciał aglutynujących i hemolizujących. — Sur l'absorption des substances hémolytiques et agglutinantes.

Mémoire

de M. J. *DUNIN-BORKOWSKI*,

présenté par M. N. Cybulski m. t. dans la séance du 4 Juillet 1910.

Nos recherches ont eu pour but d'étudier le rôle que joue l'absorption dans les phénomènes d'hémolyse et d'agglutination des hématies des corps suivants¹⁾: AgNO_3 , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, FeCl_2 , KCN , CH_3COOH , H_3BO_3 .

Agglutination.

§ 1. Absorption de nitrate d'argent (Table I).

TABLE I.

c	$\frac{x}{m}$ obs.	$\frac{x}{m}$ calc.
0·00625	0·1180	0·1184
0·00833	0·1289	0·1292
0·01041	0·1349	0·1407
0·0125	0·1397	0·1417
0·0146	0·1462	0·1474
0·0166	0·1490	0·1518
0·0187	0·1545	0·1573
0·0208	0·1585	0·1655
0·0231	0·1660	0·1661
0·0260	0·1706	0·1714
0·0291	0·1770	0·1764
0·0333	0·1807	0·1827
0·0375	0·1889	0·1885
0·0416	0·1972	0·1920

Volume total: 50 cm³; volume des globules: 2 cm³.

¹⁾ Pour les détails qui concernent la technique des nos recherches, ainsi que pour l'analyse détaillée des résultats obtenus, nous renvoyons le lecteur à notre Mémoire sur le même sujet, publié en polonais dans les *Rozprawy Wydz. Mat. Przyr.* de l'Académie des Sciences de Cracovie (1910, B.).

Dans la Table I, nous désignons par c le nombre de millimols de nitrate d'argent contenus dans 1 cm^3 ; x/m est le nombre de millimols de nitrate absorbés par 1 cm^3 d'hématies; les nombres intitulés „ x/m calc.“ ont été calculés à l'aide de l'équation:

$$(1) \dots \frac{x}{m} = \beta c^{\frac{1}{p}}$$

et les constantes β et $\frac{1}{p}$ ont été calculées au moyen de la méthode des moindres carrés:

$$(2) \dots \log \beta = \frac{\sum t \sum tu - \sum u \sum t^2}{(\sum t)^2 - n \sum t^2}; \quad \frac{1}{p} = \frac{\sum t \sum u - n \sum tu}{(\sum t)^2 - n \sum t^2}$$

où $u = \log \frac{x}{m}$ et $t = \log c$; $\beta = 0.433$, $\frac{1}{p} = 0.26$.

Cette Table contient les valeurs de x en fonction de c dans le cas où la quantité des hématies reste constante. Les Tables II et III, au contraire, résument les expériences dans lesquelles, en faisant varier la quantité des globules rouges, nous avons laissé la concentration du sel sensiblement la même.

TABLE II.

$\frac{v}{m}$	a	$a - x$	λ
10	0.3	0.054	7.4
7.1	0.3	0.022	7.8
14.3	0.6	0.186	7.2
10	0.6	0.111	7.3
7.7	0.6	0.043	8.8
6.25	0.6	0.021	9.0
9.4	0.9	0.143	7.5
6.25	0.9	0.038	8.5

Dans les Tables II et III nous avons désigné par a la concentration totale de AgNO_3 , par v le volume total, par m la quantité des globules, enfin par x la quantité de nitrate d'argent absorbée par les globules.

TABLE III.

v	m	a	$a - x$	λ
50 cm ³	4 cm ³	0.3	0.12	4.8
50 "	5 "	0.3	0.10	4.7
75 "	7 "	0.45	0.15	4.8
100 "	8 "	0.6	0.24	4.6
100 "	9 "	0.6	0.22	4.6
150 "	12 "	0.9	0.375	4.6

La constante λ est calculée au moyen de l'expression:

$$(3) \dots \lambda = \frac{v}{m} \log \frac{a}{a-x}$$

Dans le cas où l'adsorption n'est pas plus grande qu'à l'ordinaire, la valeur de λ reste constante; c'est ce que nos Tables confirment avec évidence; λ est une fonction du rapport a/v . La valeur de ce rapport demeurant invariable, la constante ne varie pas.

À titre d'exemple proposons nous de calculer la variation que subit λ lorsque le rapport a/v varie (Table IV).

TABLE IV.

 $t = 14^{\circ} \text{ C.}$

m	a	$\frac{a}{v}$	$a - x$	λ obs.	λ calc.
1.5 cm ³	0.3	0.012	0.216	2.37	2.35
1.8 "	0.41	0.0164	0.301	2.00	1.76
2.3 "	0.54	0.0216	0.385	1.54	1.38
2.7 "	0.67	0.0268	0.490	1.25	1.13
3.1 "	0.79	0.0316	0.594	0.98	0.99

Volume total: 25 cm³.

Les valeurs „ λ obs.“ ont été calculées à l'aide de la formule (3). Quant à „ λ calc.“ on l'obtient au moyen de l'équation:

$$(4) \dots \lambda = a \left(\frac{a}{v} \right)^{-\frac{1}{n}}$$

où $\alpha = 0.0433$, $\frac{1}{n} = 0.902$ sont les constantes calculées par la méthode des moindres carrés. La température n'exerce sur l'adsorption qu'une influence secondaire. La Table V indique que l'adsorption augmente lorsque la température s'élève:

TABLE V.
 $t = 0^{\circ}$ C.

m	$\frac{\alpha}{v}$	λ_0	λ_{14}
1.5 cm ³	0.012	1.76	2.37
1.8 "	0.0164	1.63	2.00
2.3 "	0.0216	1.38	1.54

La Table VI prouve que l'augmentation de l'adsorption peut être calculée en s'aidant des mêmes formules qui ont servi à M. Freundlich pour évaluer l'influence qu'exerce la température sur la diminution de l'adsorption.

TABLE VI.
 $\frac{\alpha}{v} = 0.012$.

t	λ_t obs.	λ_t calc.
0°	1.76	1.83
14°	2.37	2.26
36°	3.28	3.11

Nous avons calculé „ λ_t calc.“ au moyen de l'équation¹⁾:

$$(5) \dots \log \lambda_t = \log \left[\alpha_0 \left(\frac{a}{v} \right)^{-\frac{1}{n}} \right] - \gamma \left[\log \left(\frac{a}{v} \right) \right] t.$$

En résumé, l'ensemble des données reproduites dans ce qui précède prouve que, dans le cas d'agglutination des hématies par le nitrate d'argent, une adsorption normale du sel est à l'abri du doute.

¹⁾ Les valeurs des constantes sont les suivantes: $\gamma = 0.00341$, $\frac{1}{n_0} = 0.831$.
 $\alpha_0 = 0.0476$.

Les hématies évaporées jusqu'à résidu sec et l'albumine dialysée ne provoquent ni une absorption ni une adsorption de AgNO_3 . On peut supposer que les globules sont doués d'une structure spongieuse ou poreuse dont il est difficile d'ailleurs de préciser la nature.

§ 2. L'absorption du nitrate de mercure jouit également des propriétés caractéristiques de l'adsorption (Tables VII et VIII).

TABLE VII.

$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$	a	c	$\frac{x}{m}$ obs.	$\frac{x}{m}$ calc.
5.5 cm ³	5.24 cm ³	0.0229	0.524	0.536
7.0 "	6.32 "	0.0291	0.632	0.598
9.0 "	6.72 "	0.0375	0.672	0.676
10.6 "	7.28 "	0.0441	0.728	0.699
12.0 "	8.16 "	0.0500	0.816	0.734
15.0 "	8.64 "	0.0625	0.864	0.852
20.0 "	8.96 "	0.0833	0.896	0.970

Volume total: 25 cm³, volume des globules: 1 cm³.

TABLE VIII.

m	$a - x$	λ
0.5 cm ³	1.54	5.6
0.8 "	1.39	5.6
1.0 "	1.29	4.5
1.5 "	1.01	5.0
1.8 "	0.94	3.6
2.2 "	0.68	5.3
2.5 "	0.51	5.9

§ 3. Depuis un certain temps on essaie d'expliquer le mécanisme de l'agglutination par une adsorption des substances qui entrent en jeu. Cependant on n'a jamais tenté, à ce que je sache, d'analyser l'agglutination à ce point de vue. D'autre part, si l'on examine les notions qui sont répandues sur ce phénomène d'adsorption on trouve malheureusement qu'elles sont bien vagues et mal définies. M. Land-

steiner¹⁾ dit par exemple: „die Ausdrücke: Absorption und Adsorption sind hier synonym gebraucht und sollen zunächst nichts „über die Natur der zu untersuchenden Prozesse bestimmen“. Pour M. Gengou²⁾, l'adsorption n'est autre chose que „l'adhésion de „diverses substances à des corps solides en suspension“.

Au contraire M. Biltz³⁾ donne une analyse exacte et approfondie du phénomène de l'adsorption. D'après M. Biltz, les preuves plaidant en faveur de la théorie adsorptive ont été apportées par MM. Eisenberg et Volk⁴⁾ qui ont mis en évidence le rôle de l'absorption de l'agglutinine par les bacilles d'Eberth. Les expériences exécutées par ces savants peuvent se calculer au moyen de la formule (1) donnée plus haut.

En examinant ces expériences M. Arrhenius est arrivé à la conclusion que l'agglutinine n'est pas adsorbée, qu'elle se partage plutôt entre la solution et les bactéries. Il nous semble que les expériences de MM. Eisenberg et Volk n'apportent pas de preuves suffisantes pour trancher la question de savoir quel est celui des deux phénomènes, l'absorption ou l'adsorption, qui joue un rôle prépondérant dans les phénomènes de l'agglutination. Ces auteurs, en effet, ont négligé la question de l'influence de la concentration des bactéries sur la quantité de l'agglutinine absorbée.

L'action agglutinante exercée par FeCl_2 sur les hématies (Table IX) prouve avec évidence que l'agglutination n'est pas toujours accompagnée d'une adsorption.

TABLE IX.

Volume total: 50 cm^3 ; volume des globules: 2 cm^3 .

FeCl_2 0.1 n	absorption
15 cm^3	0
20 „	0
25 „	0
30 „	0

¹⁾ Zentr. für Bakt. Bd. 41, p. 108, 1906.

²⁾ Arch. Intern. de Physiol. Vol. VII, p. 515, 1904.

³⁾ Med.-naturw. Archiv, Bd. I, p. 363, 1907.

⁴⁾ Zeitschr. für Hygiene, Bd. 40, p. 155, 1902.

Avec le FeCl_2 on ne constate aucune trace d'adsorption ni d'absorption du sel agglutinant par les hématies. Ceci prouve que la théorie de M. Arrhenius, et tout d'abord l'hypothèse sur laquelle il l'a appuyée: „es scheint ein allgemeines Gesetz zu sein, daß nur „diejenigen Stoffe eine Wirkung auf diese Zellen (Blutkörperchen) „ausüben, die von ihnen absorbiert werden“¹⁾, se trouve en contradiction avec les données fournies par l'expérience.

L'hémolyse.

§ 4. L'absorption du CH_3COOH est indiquée par la Table X.

TABLE X.

Volume total 50 cm^3 ; volume des globules 2.5 cm^3 .

CH_3COOH 0.04 n	b	a	$\frac{b_1}{a_1}$
2 cm^3	1.91	0.09	401
3 "	2.83	0.17	319
4 "	3.74	0.26	270
5 "	4.14	0.86	91.2
6 "	4.56	1.44	60.7
7 "	4.75	2.25	39.8
8 "	5.27	2.73	36.1
9 "	5.55	3.45	30.4
10 "	5.68	4.32	24.7

Dans cette Table, b est la quantité d'acide absorbée par les globules, a la quantité d'acide non absorbée, $\frac{b_1}{a_1}$ est le coefficient de partage (absorption), c'est à dire le rapport de la quantité d'acide absorbé par 1 cm^3 de globules à la quantité du même acide qui reste libre dans 1 cm^3 de la solution. De cette Table il ressort: 1° qu'aucune fixation totale d'acide sur les globules n'a lieu dans le cas où les quantités d'acide employées sont trop faibles pour provoquer l'hémolyse 2° que le coefficient de partage varie en sens inverse avec la concentration de l'acide.

¹⁾ Immunochemie p. 97.

§ 5. Les données qui se rapportent à l'absorption du KCN sont résumées dans la Table XI.

TABLE XI.

KCN $\frac{1}{10}$ n	b	a	$\frac{b_1}{a_1}$
0·8 cm ³	0·45 cm ³	0·35 cm ³	9
1·0 "	0·65 "	0·35 "	13
1·2 "	0·85 "	0·35 "	17
1·5 "	0·97 "	0·53 "	13
1·8 "	1·10 "	0·70 "	11
2·0 "	1·30 "	0·70 "	13
2·5 "	1·32 "	1·18 "	7·7
3·0 "	1·78 "	1·22 "	10
3·5 "	1·93 "	1·67 "	13

Volume total: 20 cm³; volume des globules: 2·5 cm³.

Le manque de régularité de l'absorption s'explique aisément. Vraisemblablement trois phénomènes ont lieu ici en même temps: l'absorption, l'association du KCN à l'oxyhémoglobine et en dernier lieu, une décomposition du KCN.

La Table XII contient les données relatives à l'absorption du KCN hémolytique.

TABLE XII.

KCN 0·2 n	b	a	$\frac{b_1}{a_1}$
5 cm ³	1·4 cm ³	8·6 cm ³	0·95
7·5 "	1·83 "	13·17 "	0·77
10 "	3·90 "	16·10 "	1·40

§ 6. Nos expériences nous paraissent autoriser en résumé aux conclusions suivantes: Les globules rouges du boeuf n'absorbent le cyanure de potassium que faiblement; le coefficient d'absorption est contenu entre 0·7 et 21. L'acide borique n'est presque pas absorbé; au contraire l'acide acétique est absorbé très fortement. Les coefficients de partage varient en sens inverse avec la concentration de

CH_3COOH qui est égale à 56 au commencement de l'hémolyse. Ces résultats se trouvent en contradiction avec ceux auxquels M. Arrhenius est arrivé. Pour ce savant, la concentration de CH_3COOH n'exerce aucune influence sur le coefficient de son absorption. M. Arrhenius trouve encore que l'acide borique „fast vollständig aus der umgebenden Flüssigkeit in die Blutkörperchen hineinwandert“.

Cette contradiction très nette nous a induit à entreprendre une analyse de l'absorption de KCN et de CH_3COOH par la méthode même de M. Arrhenius. Le degré de l'hémolyse était titré au moyen d'un spectrophotomètre (appareil de Glan). Pour savoir dans quelle partie du spectre il nous faut mesurer l'absorption de la lumière, nous avons cherché à déterminer l'intensité de l'extinction sur toute l'étendue du spectre. Les coefficients d'extinction étaient calculés au moyen de la formule:

$$K = \frac{1}{4\pi d \log e} \cdot \lambda \log \frac{i}{i_1}$$

où d est la largeur d'un corpuscule de Schultz, λ la longueur d'onde de la lumière incidente, $\frac{i}{i_1}$ le rapport de la quantité de la lumière absorbée à la quantité transmise; $\frac{i}{i_1}$ était calculé à l'aide de la relation:

$$\log \frac{i}{i_1} = \log c + 2 \log \text{ctg} (\alpha_0 - \alpha_1)$$

où

$$c = \text{tg}^2 (\alpha_1 - \alpha_0).$$

Ici α_0 est l'angle mesuré sur le disque de l'appareil dans le cas où le spectre inférieur est sombre et α_1 est le même angle quand les deux spectres sont clairs; enfin α est l'angle que l'on observe lorsque la lumière pendant l'absorption est parfaitement remise à l'égalité. La Table XIII contient les coefficients d'extinction de la solution qui était hémolysée par le KCN ¹⁾.

De cette Table on conclut que l'on obtient le maximum d'absorption lorsque la longueur d'onde λ est de 538 $\mu\mu$. Dans cette partie du spectre on titrait le degré d'hémolyse totale; les résultats des titrages sont contenus dans la Table XIV.

¹⁾ 1 cm³ de globules + 3 cm³ KCN $\frac{1}{1}$ n + 6 cm³ NaNO₃ (1.3%).

TABLE XIII.

α	$\lambda \cdot 10^3$	$\log \frac{i}{i_1}$	K
13° 44'	575	1·077	0·000110
9° 45'	566	1·316	0·000136
5° 45'	555	1·639	0·000166
4° 2'	545	1·817	0·000181
2° 51'	538	1·967	0·000193
7° 12'	530	1·507	0·000146
8° 9'	519	1·432	0·000136
9°	509	1·379	0·000131
10° 30'	498	1·267	0·000115
12° 01'	489	1·117	0·000104

TABLE XIV.

$x =$	0·1	0·3	0·8	2	5	8	10	12
$y =$	1	1·9	3·0	5·5	16	22	30	40
$y \text{ calc.} = 3x + 0·6 = 0·9$	1·5	3·0	6·6	15·6	24·6	30·6	36·6	

x représente le pourcent des globules; y la quantité de KCN qui a été employée. Le coefficient de partage est calculé d'après les formules:

$$y = a(10 - 0·1x) + b \cdot 0·1x = c + c_1x = 0·6 + 3x$$

$$c = 10a; \quad c_1 = 0·1(b - a); \quad \frac{b}{a} = \frac{100c_1 - c}{c} = 500.$$

De ces calculs on conclut que le coefficient d'absorption de KCN devrait être égal à 500, tandis que l'analyse démontre qu'à l'état d'hémolyse naissante on a $\frac{b}{a} = 1·4$. Ainsi l'hypothèse de M. Arrhenius d'après laquelle les globules absorbent la quantité de substances hémolytiques nécessaire pour provoquer leur dissolution totale, n'est pas en accord avec les faits d'expérience.

Je tiens à exprimer ici mes remerciements à M. le Prof^r N. Cybalski de l'intérêt bienveillant qu'il a témoigné à mon travail.

O monokularnem widzeniu przestrzeni. — Sur la vision monoculaire de l'espace.

Mémoire

de M. **VENCESLAS GRZYBOWSKI,**

présenté par M. N. Cybulski m. t. dans la séance du 6 Juin 1910.

Dans son mémoire¹⁾: *On monocular visual space*, M. le Prof^r Heinrich a démontré que la disposition tridimensionnelle des impressions visuelles est une donnée immédiate et que la vision monoculaire ne diffère pas essentiellement de la vision binoculaire.

Dans la vision monoculaire, on voit les objets disposés dans trois dimensions, de même que dans la vision binoculaire; et cette vision est un fait primordial. Les expériences publiées par M. Heinrich ont démontré que pour la vision monoculaire l'orientation des objets vus est toujours telle que dans le plan horizontal il existe une courbe qui jouit de la propriété suivante: tous les points situés sur cette courbe apparaissent comme s'ils étaient situés sans aucune différence de position dans la troisième dimension. — Au contraire, la position dans l'espace visuel des points qui n'appartiennent pas à la courbe est telle que les points situés au dehors apparaissent plus éloignés que les points mêmes de la courbe et que les points situés au dedans apparaissent plus proches.

Des expériences de M. St. Loria on peut conclure que la courbe dont il vient d'être question est le lieu géométrique de tous les points (situés dans un plan horizontal) dont les images formées par l'appareil dioptrique de l'oeil se forment sur la rétine. Les conclusions auxquelles est arrivé M. Heinrich étaient fondées sur des observations faites sur une seule personne. Je me suis proposé de faire des observations sur des personnes différentes en modifiant en même temps les conditions des expériences. Dans les observations qu'il a publiées, M. Heinrich se servait au lieu de points

¹⁾ British Journal of Psychology, Vol. III.

de petits segments de fil. Je me proposais de comparer les résultats obtenus à l'aide de fils avec ceux auxquels on parvient en se servant de grains de plomb. La disposition des expériences était d'ailleurs la même que celle que M. Heinrich avait adoptée. On se servait d'un tube de 25 centimètres de longueur et de 5 centimètres de diamètre. Ce tube était pourvu d'un écran carré mesu-

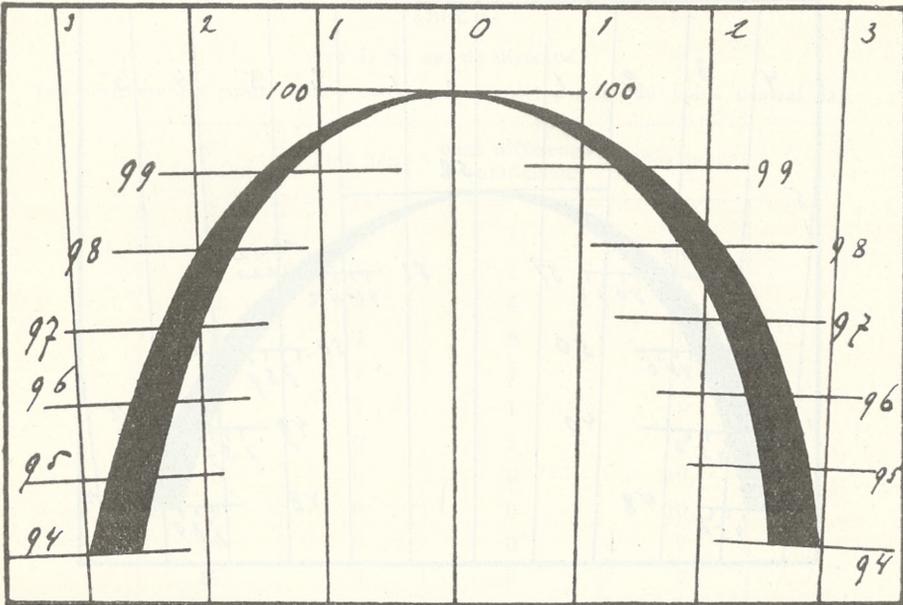


Fig. 1.

rant 40 centim. sur 40 centim. et dont le but était de cacher à l'observateur tous les objets environnants. L'extrémité du tube était recouverte d'une feuille de carton au milieu de laquelle on avait pratiqué une fente horizontale de 5 millim. de hauteur. C'est à travers cette fente que l'observateur pouvait apercevoir la surface uniforme du carton blanc formant le fond. Dans la première série d'expériences on se servait de fils horizontaux, d'après la manière décrite par M. Heinrich¹⁾. Dans la seconde série, on se servait de deux

¹⁾ Le lecteur trouvera dans le travail de M. Heinrich une explication détaillée des conditions expérimentales. Je ne donne ici que les indications les plus importantes.

grains de plomb affixés à un fil invisible et suspendus à des supports. Ces fils étaient maintenus dans une position exactement verticale au moyen de poids de forme conique qui, attachés à leur extrémité, touchaient à peine la table. Par conséquent ces poids servaient en même temps à marquer sur le carton de la table la position occupée par les points que l'on observait dans le plan ho-

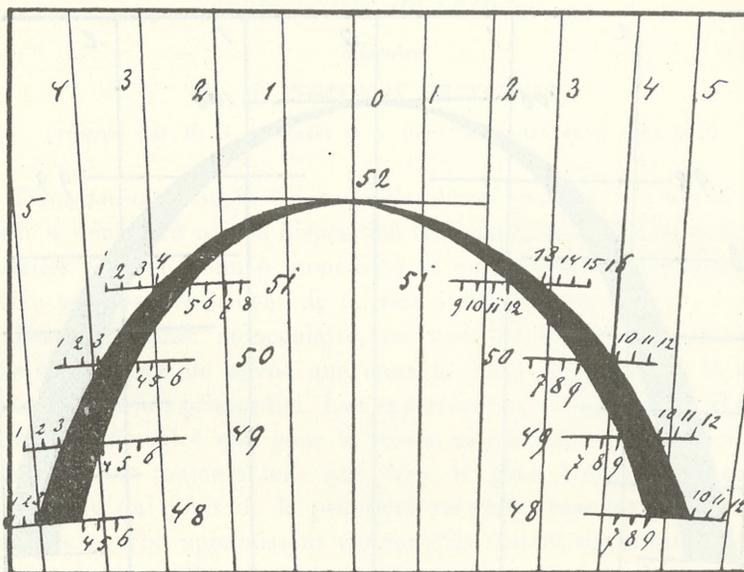


Fig. 2.

rizontal de vision. L'un des points était disposé de manière centrale par rapport à l'oeil. Il demeurait immobile pendant toute la durée des expériences et on le fixait dans toutes les expériences. On a tracé un certain nombre de rayons vecteurs en prenant l'oeil de l'observateur pour leur origine; au surplus, avec ces rayons on a construit un certain nombre d'arcs de cercle à un centimètre de distance l'un de l'autre. La tâche de l'observateur consistait en ceci: en fixant le point central, il avait à évaluer la position relative du second point mobile. Les courbes obtenues à l'aide des deux méthodes étaient identiquement les mêmes. J'ai obtenu la courbe représentée dans la fig. 1 avec le concours de M^{lle} K. L'oeil de l'observateur étant émétrorique, le point central était disposé à un mètre de distance.

La courbe représentée dans la fig. 2 a été obtenue sous la direction personnelle de M. Heinrich tandis que j'occupais la place de l'observateur. Le point central était disposé à une distance de 52 cm, mon oeil droit ayant 1.75 D. de myopie.

Ici une explication nous paraît nécessaire. Ce qui au point de vue théorique devrait être une courbe, au sens géométrique du mot,

TABLE I.

Arc de 51 cm de distance.

Les positions des points sont estimées par rapport à celle du point central fixé.

N ^{ro} du point	Plus loin	Sans différence de profondeur	Plus près
1	8	1	1
2	8	1	1
3	8	1	1
4	4	6	0
5	1	4	5
6	1	1	8
7	0	1	9
8	0	0	10
9	0	0	10
10	0	0	7
11	0	3	7
12	0	4	6
13	6	4	0
14	9	1	0
15	10	0	0
16	10	0	0

se présente, en réalité, sous l'aspect d'un segment plan serrant de près la courbe idéale, ainsi qu'on le voit sur la figure. Pour plus de brièveté il nous sera loisible, dès lors, d'employer l'expression „l'épaisseur de la courbe“ malgré la contradiction apparente que paraît impliquer cette locution.

Les deux courbes sont données en grandeur naturelle. Elles présentent toutes deux une „épaisseur“ croissante du centre à la périphérie. Cette épaisseur forme l'espace où l'on ne distingue aucune

différence dans la position des points dans la troisième dimension. Ainsi donc chaque fois que le point dont on compare la position en profondeur avec celle du point central se trouve sur la partie noire formant l'épaisseur de la courbe, l'observateur ne distingue aucune différence entre la position en profondeur du point latéral et celle du point central. Les points au dedans de la courbe appa-

TABLE II.

Arc de 50 cm de distance.

Les positions des points sont estimées par rapport à celle du point central fixé.

N ^{ro} du point	Plus loin	Sans différence de profondeur	Plus près
1	10	0	0
2	10	0	0
3	5	5	0
4	0	4	6
5	0	0	10
6	0	0	10
7	0	0	10
8	0	0	10
9	0	4	6
10	3	7	0
11	10	0	0
12	10	0	0

raissent plus proches, les points au dehors apparaissent plus éloignés que le point central.

Afin de pouvoir apprécier le degré de précision de nos observations, nous avons fait la statistique des évaluations successives des positions des points dans la proximité de la courbe. Les points sur chaque arc sont disposés, à 2 millim. l'un de l'autre, des deux côtés de la courbe; ils sont désignés par des numéros d'ordre successifs.

Le point latéral étant disposé aux endroits désignés par les numéros sur chaque arc, on a obtenu sur 10 expériences pour chaque numéro les évaluations reproduites dans les Tables I, II, III et IV.

TABLE III.

Arc de 49 cm de distance.

Les positions des points sont estimées par rapport à celle du point central fixé.

N ^{ro} du point	Plus loin	Sans différence de profondeur	Plus près
1	10	0	0
2	10	0	0
3	5	5	0
4	0	5	5
5	0	0	10
6	0	0	10
7	0	0	10
8	0	0	10
9	0	4	6
10	4	6	0
11	10	0	0
12	10	0	0

TABLE IV.

Arc de 48 cm de distance.

Les positions des points sont estimées par rapport à celle du point central fixé.

N ^{ro} du point	Plus loin	Sans différence de profondeur	Plus près
1	10	0	0
2	10	0	0
3	7	3	0
4	0	9	1
5	0	2	8
6	0	0	10
7	0	0	10
8	0	3	7
9	0	8	2
10	7	3	0
11	10	0	0
12	10	0	0

Ces tables indiquent le degré de précision auquel on était arrivé dans l'évaluation de la position de la courbe; d'ailleurs, l'épaisseur que l'on aperçoit sur la figure est un peu exagérée. Les positions 4 et 13 sur l'arc 51, de même que les points 3 et 10 sur tous les autres arcs, portent l'estimation „plus loin“ dans la majorité des évaluations. En même temps les points 5 et 12 sur l'arc 51, et tous les points 4 et 9 sur les autres arcs, portent l'estimation „plus près“ dans la majorité des évaluations.

II.

Supposons que le point central et le point latéral soient disposés de telle manière que l'observateur n'aperçoive aucune différence en profondeur et qu'il prolonge l'observation en continuant à fixer le point central; on remarque dans ce cas un déplacement périodique de leur position relative. Ce phénomène a été l'objet d'un travail spécial exécuté par M. Kurtz¹⁾. D'autre part, des idées développées par M. le prof^r W. Heinrich sur le caractère de la vision monoculaire, il résulte que le déplacement périodique dont il vient d'être question dépend des variations périodiques se produisant dans l'accommodation de la lentille; conclusion qui a été pleinement confirmée par M. le Dr. Chwistek. Les résultats que cet observateur a obtenus, et qui n'ont pas été publiés jusqu'à présent, peuvent se résumer de la manière suivante.

L'observateur lorsqu'il fixe monoculairement le point où trois lignes se rencontrent en formant le sommet d'une pyramide, aperçoit ce dessin alternativement comme un dessin soit concave soit convexe. Supposons qu'un observateur note chaque changement du dessin, du concave au convexe, et qu'un second observateur à l'aide d'un ophthalmomètre observe en même temps les images des deux points lumineux formées par la surface de la lentille. Chaque changement de la convexité de la lentille se manifeste par le changement de la distance relative de ces deux images. Supposons que l'on note les changements de la distance des images en même temps que le premier observateur note les changements de position du sommet de la pyramide. Le premier observateur étant M. le Dr. R. et le second M. le Dr. Chwistek, on a constaté sur un nombre

¹⁾ British Journal of Psychology, Vol. III.

total de 493 observations faites par chaque observateur la simultanéité des deux phénomènes dans 448 cas.

De là on conclut que les deux phénomènes sont corrélatifs.

MM. Heinrich et Chwistek ont proposé une méthode très simple pour l'observation de petits changements périodiques de la convexité de la lentille de l'oeil. A l'aide d'une épingle, on pratique deux petites ouvertures dans une feuille de carton ayant soin de ce que leur distance ne dépasse pas la largeur de la pupille. Si à travers ces ouvertures nous observons une flamme, elles forment sur la rétine deux cercles de diffusion (fig. 3). La distance du carton se laisse régler de façon à ce que les cercles se recouvrent partiellement ou se touchent. Après quelques secondes, l'ob-

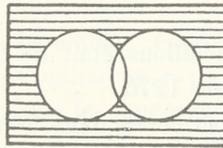


Fig. 3.

servateur remarque une diminution périodique des cercles; dans le cas où, au début des expériences, les cercles étaient disposés de façon à s'entrecouper, il aperçoit une variation pareille de la partie du plan qui leur est commune. Dans le cas où les cercles sont tangents, l'observateur remarque l'apparition périodique d'un espace noir situé entre les cercles. Les oscillations de la grandeur de ces deux cercles correspondent aux oscillations de la convexité de la lentille.

Pour l'observation de ces oscillations, j'ai employé un tube dont la longueur variait selon les conditions individuelles. Pour M. V. elle était de 5 cm, pour M. F. Z. de 8 cm. Au bout de ce tube on plaçait le carton muni de deux ouvertures. Un cymographe permettait de noter la durée des oscillations à l'aide d'une aiguille que l'observateur mettait en mouvement en appuyant sur un bouton de contact électrique. Simultanément un chronomètre de Jaquet marquait le temps.

La table V donne les périodes des oscillations de la lentille. M. V. J. G. était l'observateur dans ces expériences.

TABLE V.

Durée des oscillations de la lentille.

Série	Nombre de notations	Durée moyenne
P.	39	0·85
R.	39	0·92
S.	40	1·69
K.	70	1·42
W.	20	1·57
H.	39	1·21
M.	41	1·25

Le nombre total des notations était de 296, la période moyenne de toutes les oscillations de 1275.

La disposition des expériences dans lesquelles on observait les variations relatives de profondeur a déjà été expliquée dans ce qui précède. On plaçait les grains de plomb de telle manière que leur position paraissait ne présenter aucune différence de profondeur; lorsqu'un intervalle de 20 à 60 secondes était écoulé, leur position relative variait alors périodiquement. La position du point central étant absolument invariable, ces changements ne modifiaient que la position relative du second point par rapport au premier qui s'éloigne de la position dans laquelle on n'aperçoit aucune différence de profondeur.

La table VI donne les périodes des déplacements du point latéral, rapportés à la position du point central.

Nombre total de notations: 350. Période moyenne de toutes les oscillations 1·281.

La considération des durées moyennes des oscillations suffit à prouver le synchronisme des deux phénomènes. On ne constate qu'une différence de 0·005 seconde entre les deux moyennes; or les intervalles de temps inscrits par le chronographe étaient de 0·2 sec.

La différence des deux types d'oscillations est encore moindre lorsqu'on compare les résultats moyens trouvés dans deux séries correspondantes. Il n'y a aucune différence si l'on compare les séries P., R., H. et une différence de 0·01 sec. dans la série M.

TABLE VI.

Périodes des déplacements du point latéral rapportés à la position du point central.

Série	Nombre de notations	Durée moyenne de la période
P.	39	0.85
R.	39	0.92
S.	71	1.61
K.	83	1.46
W.	39	1.59
H.	41	1.21
M.	41	1.24

Les oscillations de la lentille étant de grandeur différente, on peut choisir pour l'observation un type spécial de grandeur. Dans les expériences faites avec le concours de M. le Dr. F. Z., on notait les durées des éloignements maxima des cercles de diffusion sur la rétine et des éloignements maxima du point latéral par rapport à la position du point central.

On a obtenu ainsi les résultats suivants:

TABLE VII.

Périodes des oscillations maxima de la lentille.

Série	Nombre d'expériences	Durée moyenne de l'oscillation
A.	28	2.47
B.	68	1.68

TABLE VIII.

Périodes des variations maxima des positions relatives des points.

Série	Nombre d'expériences	Durées moyennes de la période
A.	52	2.08
B.	80	1.47

Si l'on tient compte de la difficulté que présente le choix des oscillations maxima, on peut dire que la coïncidence des périodes pour les deux phénomènes est parfaite. De là nous concluons que le changement de la position relative des deux points dépend des oscillations de la lentille de l'oeil; ceci s'accorde parfaitement avec la théorie proposée par M. le prof^r W. Heinrich.

Les recherches dont on vient de lire le résumé ont été faites au Laboratoire de Psychologie Expérimentale de l'Université de Cracovie.

*Przyczynek do znajomości rodzaju Feltria (Hydrachni-
dae). — Beitrag zur Kenntnis der Hydrachnidengattung
Feltria.*

Mémoire

de M. E. SCHECHTEL,

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 4 Juillet 1910.

(Planche XXIV).

Das in dieser Arbeit behandelte Material stammt, mit Ausnahme eines einzigen Exemplars, aus den Bächen der galizischen Tatra. Es wurde von mir selbst im September 1909 während eines 5-tägigen Aufenthaltes gewonnen. Außer *Feltria*-Exemplaren enthält das Material zahlreiche Exemplare anderer Gattungen wie *Sperchon*, *Hygro-bates*, *Atractides*, *Aturus*, *Protzia*, *Torrenticola* u. a. m., die erst später zur Bearbeitung gelangen werden. Beim Fange erzielte ich die besten Resultate beim Ausschwenken von Moosbüscheln der Gattung *Hypnum*. Die Tiere wurden in Probegläsern erstickt und in schwachen Formollösungen konserviert. Es wurden viele Dauerpräparate in Levulose angefertigt.

Feltria muscicola Piersig.

♀. Mehrere ältere Exemplare sind 0·42—0·52 mm l. und 0·34—0·43 mm br., zwei wahrscheinlich jüngere dagegen nur 0·41 und 0·4 mm l., 0·335 und 0·32 mm br. Ein Exemplar ist 0·24 mm hoch. Die Zeichnung Piersig's (Lit. 4, Taf. XLVI, Fig. 139 a) stellt ein junges Weibchen dar. Bei älteren, besonders bei trächtigen Weibchen liegt die größte Breite zwischen den letzten Epimeren und den Genitalplatten. Das große dorsale Schild hat meistens die Gestalt wie bei *F. armata* nach Walter's Zeichnung (7, Taf. 62, Fig. 55); bei keinem Exemplare finde ich die Gestalt wie in der obengenannten Zeichnung Piersig's. Das Schild ist 0·248—0·275 mm l., 0·175—0·195 mm br. Ein in der Nähe des hinteren Schildrandes gelegenes

Borstenpaar (wie auf Piersig's Zeichnung) finde ich nicht. Paarige Hinterplättchen sind 0·06—0·075 mm l., 0·05—0·06 mm br., voneinander 0·03—0·05 mm bei älteren, 0·015 und 0·025 mm bei zwei jüngeren Exemplaren entfernt. Bei 6 älteren Exemplaren ist das dorsale Schild mindestens 0·15 mm vom hinteren Körperrand entfernt, bei zwei jungen 0·091 und 0·1 mm. Zwischen den vorderen Epimeren und dem dorsalen Körpervorderrand liegen jederseits zwei Plättchen, welche mit Stern bezeichnet in Fig. 1 zu sehen sind. Das äußere von diesen Plättchen hat eine Drüsenmündung, welche auf der Vorderecke des Körpers bei dorsaler Lage sichtbar ist. Bei einem 0·42 mm l. ♀ sind die inneren Plättchen 0·048 mm, die äußeren 0·085 mm l. Maxillarorgan mit einem Chitingebilde am Rücken. Bei 7 Exemplaren mißt die Tasterlänge¹⁾, welche von der Körpergröße unabhängig ist, 0·236—0·251 mm. Die von Piersig angegebene Länge des ersten Gliedes (0·012 mm) dürfte falsch sein, weil sie bei meinen Exemplaren sogar auf der inneren Streckseite, welche nicht so lang ist wie die äußere, doch mindestens 0·017 mm beträgt. Annähernd dieselbe Länge hat dieses Glied in Piersig's eigener Zeichnung (4, Taf. XLVI, Fig. 139 c). Bei 8 Exemplaren wurde folgende Beborstung ohne jede Abweichung festgestellt: 1. Glied mit einer Borste auf der Innenseite des Rückens, 2. Glied auf der Innenseite des Rückens mit 3, auf der Außenseite mit 2 Borsten, 3. Glied auf der Innenseite des Rückens mit 2, ganz am Rücken mit einer Borste, 4. Glied außer 2 (Tast-)Haaren auf der Beugeseite mit einem Chitinstift (zirka 8 μ l.) am inneren distalen Ende und auf der Innenseite des Rückens zwei voneinander weit entfernte, zarte, kleine Härchen. Zwei ebensolche Härchen befinden sich ganz am Rücken am distalen Ende und auf der Außenseite des Rückens zirka $\frac{1}{5}$ vom distalen Ende entfernt. Das 5. Glied besitzt zwei Härchen auf der Beugeseite und 3 Zähnechen am distalen Ende. Die Epimeren sind 0·05 mm (bei jungen Exemplaren) bis 0·1 mm und mehr (bei älteren, trächtigen) entfernt. Für Beine wurden folgende Maße gefunden: 1. Paar 0·333—0·338, 4. P. 0·523—0·543 mm l. Bei 5 älteren Exemplaren beträgt die Breite der Genitalöffnen vorne 0·05—0·095 mm, hinten 0·075—0·104 mm, bei zwei jungen vorne 0·032 und 0·038, hinten 0·054 und 0·056 mm.

¹⁾ Die Tasterlängen wurden aus den Längen der einzelnen, auf der Streckseite gemessenen Glieder berechnet.

Der größte Unterschied zwischen diesen beiden Breiten überschreitet nicht 0·03 mm. Piersig's diesbezügliche Angaben (4, S. 377) halte ich für unrichtig und selbst seiner Zeichnung (4, Taf. XLVI, Fig. 139 b) widersprechend. Die Zahl der Genitalnäpfe beträgt zirka 50.

Man kann folgende, für junge Exemplare charakteristische Merkmale anführen: Die größte Breite liegt im oberen Körperteil, kleinere Plättchen am Rücken liegen ganz nahe am großen Schilde, auf der Bauchseite sind die Epimeren einander und dem Genitalfelde näher gerückt (dieses Merkmal wird auch von Walter, 7, S. 550, erwähnt) und die Genitallefzen besitzen eine geringe Breite.

♂. Bei einem Exemplar fand ich 0·365 mm dorsale (!) Länge und 0·23 mm Höhe. Bei keinem von den fünf gefangenen Exemplaren hat das dorsale Schild die Gestalt, wie auf Piersig's Zeichnung (4, Taf. XLVI, Fig. 139 h), mit seitlichen Einbuchtungen am Vorderrand, es ist vielmehr bei allen vorne gleichmäßig gerundet. Vielleicht reichte das Schild weiter nach vorne, als dies Piersig gezeichnet hat, und hatte nur scheinbar Einbuchtungen am Vorderrand (die Grenzen des Schildes sind an diesen Stellen nicht immer deutlich). In der genannten Figur hat Piersig die Einlenkungsstellen der Borsten am Schilde wohl nicht ganz genau und teilweise irrtümlich (die hart am Rande des Schildes eingelenkten) angegeben. Die Plättchen am Vorderrand des Körpers (in der Abbildung des Weibchens — Fig. 1 — mit Stern bezeichnet) sind auch beim Männchen zu finden. Die Tasterlänge beträgt bei 5 Exemplaren 0·209—0·229 mm. Es wurden folgende durchschnittliche Gliedlängen festgestellt: I = 0·016, II = 0·06, III = 0·029, IV = 0·075, V = 0·043 mm. Die Beborstung ist mit derjenigen des Weibchens identisch. Besonders hervorzuheben ist die bedeutend geringere Länge des V. Gliedes beim Männchen (beim Weibchen V. = 0·48—0·5) und die seitliche Verdickung des IV. Gliedes, welche beim Männchen bis zur Basis reicht, beim Weibchen aber zirka um $\frac{1}{4}$ der Gliedlänge von der Basis entfernt ist.

Was die Nymphe anbelangt, so sei darauf hingewiesen, daß Piersig die Zahl der Genitalnäpfe an einer Stelle (2, S. 527) mit 2, später (4, S. 377 und 5, S. 236) mit 3—5 angibt, während in seiner Zeichnung (4, Taf. XLVI, Fig. 139 g) die Genitalplatten je 8 und 9 Näpfe haben.

F. muscicola wurde erbeutet: im Bache „Olczycki Potok“ ober-

halb der Mühle im Olczyska-Tal am $26/9$ 14 ♀ und 2 ♂, am $27/9$ etwas unterhalb dieser Stelle 11 ♀ und 1 ♂, im Bache „Kirowa Woda“, nahe der Stelle, wo er das Kościeliska-Tal verläßt, 9 ♀ und 1 ♂, im Bache des Strażyska-Tales 1 ♀ und 1 ♂.

Feltria armata Koen. ♀ ist, nach der Beschreibung Walter's (7, S. 548) zu urteilen, von *F. muscicola* Piersig ♀ verschieden; doch ist hier die Bemerkung zu machen, daß das in der Beschreibung angegebene Verhältnis zwischen Körper- und Schildlänge (460 : 315) mit demjenigen der Zeichnung (7, Taf. 62, Fig. 55) nicht stimmt (450 : 282). Folglich kann das Schild kleiner sein, als Walter angibt, und hiermit verschwindet fast ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal.

Feltria rubra Piersig.

♀. Körperrumriß wie bei *F. muscicola*. Bei 5 älteren Exemplaren (darunter sind auch trüchtige) beträgt die Länge 0·47—0·49 mm, die Breite 0·38—0·42 mm, bei 5 jungen L. 0·375—0·425, Br. 0·327—0·37 mm. Die oben bei *F. muscicola* angegebenen, für junge Exemplare charakteristischen Merkmale sind auch bei dieser Art zu finden (Fig. 2 a und b). Die antenniformen Borsten sind bei einem älteren Weibchen 0·11 mm, bei zwei jungen 0·08 mm entfernt. Die Entfernung der Augen beträgt bei älteren Exemplaren 0·11—0·13 mm. Das große dorsale Schild ist 0·285—0·33 mm l., 0·245—0·28 mm br., die paarigen Hinterplättchen 0·047—0·066 mm l., 0·021—0·031 mm br., voneinander 0·05—0·065 mm entfernt. Statt der paarigen Plättchen am Vorderrand des Körpers (wie bei *F. muscicola*) bemerkt man nur eines (zirka 0·135 mm l.). Es ist auch beim Männchen zu finden. Neben der vierten Epimere liegt jederseits ein ovales, zirka 0·09 mm langes Plättchen. Dieses ist nicht mit der Epimere verschmolzen, wie bei *F. muscicola*, und findet sich auch beim Männchen. Die Tasterlänge beträgt bei 5 Exemplaren 0·247—0·252 mm. Folgende durchschnittliche Gliedlängen wurden festgestellt: I.=0·02, II.=0·064, III.=0·033, IV.=0·083, V.=0·05 mm. Alle Angaben über die Gestalt und Beborstung bei *F. muscicola* gelten auch hier. Die seitliche Verdickung des IV. Gliedes reicht nicht so weit (zirka $\frac{1}{3}$) basalwärts wie bei der Vergleichsart. Die letzten Epimeren sind bei einem jungen Exemplar nur 0·022 mm, bei älteren aber bis 0·105 mm voneinander entfernt. Bei einem

0.49 mm l. Weibchen ist das erste Beinpaar 0.324, das vierte 0.525 mm l. Das Genitalfeld liegt bei 5 älteren Exemplaren 0.09—0.14 mm hinter den Epimeren, bei 5 jungen 0.021—0.06 mm. Die Genitallefzen haben zusammen eine eiförmige Gestalt; bei 5 älteren Individuen beträgt ihre vordere Breite 0.045—0.07 mm, die hintere 0.08—0.095, bei 5 jungen die vordere 0.03—0.04, die hintere 0.045—0.07 mm. Die Genitalplatte ist annähernd dreieckig, bei einem Weibchen 0.115 mm br., 0.1 mm l. Zahl der Genitalnöpfe auf einer Platte 46—87, durchschnittlich 64.

♂. Bei 5 Individuen beträgt die L. 0.355—0.385 mm, die Br. 0.29—0.345 mm. Meistens sind die „Schulterecken“ deutlich, ich fand aber auch Individuen von solchem Körperumriß, wie ihn Piersig abbildet (4. Taf. LI, Fig. 197 b). Das dorsale Schild hat dieselbe Gestalt, wie bei meinen Exemplaren des ♂ von *F. muscicola* (sie wurde an Präparaten und vielen Individuen festgestellt); ein solches Schild, wie es Piersig — nach ebenfalls in der Tatra gesammelten Exemplaren — zeichnet, fand ich bei keinem einzigen Individuum. Bei 6 Exemplaren ist das Schild 0.3—0.32 mm l., 0.255—0.27 mm br. Am Hinterrand desselben befinden sich zwei seichte Einbuchtungen, welche den paarigen Hinterplättchen entsprechen. Die gesamte Tasterlänge beträgt bei 5 Individuen 0.237—0.25 mm. Es wurden folgende durchschnittliche Gliedlängen festgestellt: I. = 0.019, II. = 0.067, III. = 0.032, IV. = 0.082, V. = 0.044 mm. In der Gestalt der Taster bestehen ganz analoge Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen, wie bei *F. muscicola*, die Verdickung am vierten Gliede reicht nämlich beim ♂ bis an die Basis und das fünfte Glied ist bedeutend kürzer. Sonst gleichen die Taster des Männchens denen des Weibchens, was die Gestalt einzelner Glieder und ihre Beborstung anbelangt. Die bezügliche Zeichnung Piersig's (4. Taf. LI, Fig. 197 c) ist meiner Meinung nach teilweise ungenau. Die Genitalplatte liegt bei manchen Exemplaren ganz auf der Bauchseite; sie ist 0.24—0.25 mm br., ihre Entfernung von den hinteren Epimeren beträgt (bei zwei Exemplaren) 0.05 und 0.067 mm. Die Genitalöffnung ist 0.027—0.042 mm l.

Nymphe 0.23 mm l., 0.18 mm br. Rücken mit einem Paar ovaler, zirka 0.045 mm langer, 0.03 mm breiter Plättchen; außerdem viele kleinere Chitingebilde. Tasterlänge 0.146 mm. Einzelne Glieder: I. = 0.013, II. = 0.037, III. = 0.016, IV. = 0.046, V. = 0.034

mm l. Länge des ersten Beinpaares 0·186, des vierten 0·261 mm. Genitalplatten zirka 0·05 mm br. Zahl der Genitalnöpfe 11—15. „Anus“ ventral, nahe dem Hinterrand.

F. rubra wurde erbeutet: im Olczysko-Bach am $\frac{26}{9}$ 13 ♀, 8 ♂ und 1 Nymphe, am $\frac{27}{9}$ 18 ♀, 5 ♂ und 1 Nymphe, in der „Kirowa Woda“ am $\frac{28}{9}$ 34 ♀ und 25 ♂, im Strążyska-Bach 12 ♀, 4 ♂ und 1 Nymphe.

F. scutifera halte ich für identisch mit dem beschriebenen Weibchen von *F. rubra*. Dagegen ist es wohl ausgeschlossen, daß *F. rotunda* (4, Taf. XLVII, Fig. 184 a, b, c) mit *F. scutifera* identisch sein könnte. Gegen die Meinung Walter's (7, S. 548) halte ich für sicher, daß ♀ *F. Zschokkei* Koen. und ♂ *F. rubra* Piersig nicht einer Art angehören, wovon man sich leicht durch Vergleich der Beschreibungen von *F. Zschokkei* Koen. ♀ und *F. rubra* ♀ überzeugen kann. Schließlich sei darauf hingewiesen, daß die im „Tierreich“ veröffentlichte Beschreibung von *F. Zschokkei* Koen. ♀ nach Vergleichung mit der von mir ergänzten des ♀ von *F. muscicola* Piersig keinen Anhaltspunkt zur Unterscheidung dieser zwei Formen bietet.

Feltria Kulczyńskii n. sp.

Diese Form benenne ich zu Ehren des hochverdienten Forschers Herrn Prof. Dr. Ladislaus Kulczyński.

♀. Drei Individuen sind 0·4—0·45 mm l., 0·335—0·355 mm br. Das große dorsale Schild an der Oberfläche netzartig gefeldert, von der Gestalt eines unregelmäßigen Fünfecks (Fig. 3 a), 0·273—0·31 mm l., 0·235—0·26 mm br. Paarige Hinterplättchen 0·1—0·12 mm l. und 0·04—0·05 mm br. Die Lage anderer Plättchen und Chitingerbilde, Drüsenmündungen und mit Punkten gezeichnete Insertionsstellen der Muskeln sind in Fig. 3 a ersichtlich. Am Körpervorderrand jederseits ein zirka 0·12 mm langes Plättchen. Die Seitenplättchen mit den vierten Epimeren verschmolzen. Das dorsale Schild vom Hinterrand des Körpers 0·08—0·1 mm, die paarigen Hinterplättchen vom Schilde 0·03 mm entfernt. Entfernung der Augen voneinander = 0·1—0·125 mm, der antenniformen (zirka 0·03 mm langen) Borsten = 0·08—0·1 mm. Die Taster (Fig. 3 b) besitzen bei 2 Individuen eine Länge von 0·242 und 0·221 mm. Bei einem wurden folgende Gliedslängen festgestellt: I. = 0·025, II. = 0·06, III. = 0·032,

IV. = 0.08, V. = 0.044 mm. Das vierte Glied ist abgeflacht, an der breitesten Stelle annähernd zweimal so breit wie hoch. Am distalen Ende ist dieses Glied noch bedeutend breiter als das nächste an der Basis (0.032 und 0.022 mm). Die ersten Epimeren besitzen am vorderen Innenrand zwei, die zweiten eine gekrümmte, ungefederte Borste. Die Innenränder der vierten Epimeren voneinander 0.06 mm entfernt, zirka 0.055 mm breit. Für die Beine wurden bei einem 0.4 mm l. Weibchen folgende Längen gefunden; I. P. = 0.296, IV. P. = 0.449 mm. Das Genitalfeld zirka 0.065 mm hinter den Epimeren gelegen, vom Hinterrand des Körpers zirka 0.015 mm entfernt. Die Genitalöffnung 0.11 mm l., hinten von einem Querriegel begrenzt, welcher sich dachförmig über den unten liegenden „Anus“ erhebt. Die Genitalplatten 0.132–0.154 mm br., mit zirka 70 Genitalnäpfen. Im großen und ganzen ist das Genitalfeld demjenigen von *F. composita* Thor ganz ähnlich.

♂. Ein Exemplar. Länge 0.347, Breite 0.295 mm. „Schulterecken“ deutlich, Hinterrand fast kreisrund, ohne jeden Einschnitt. Das dorsale Schild in Gestalt gleich demjenigen von *F. muscicola* oder *F. rubra*, 0.31 mm l., 0.25 mm br. Die paarigen Hinterplättchen stark einander und dem Schilde genähert, 0.096 mm br. Andere Plättchen am Vorder- und den Seitenrändern stimmen mit denjenigen beim Weibchen. Die Gliedslängen: I. = 0.023, II. = 0.056, III. = 0.037, IV. = 0.076, V. = 0.04 mm, ergeben eine Gesamtlänge des Tasters von 0.232 mm. Beborstung und Gestalt der Taster mit denen des Weibchens identisch. Die Genitalplatte (Fig. 3 c) 0.12 mm l., 0.255 mm br., die Genitalöffnung 0.025 mm l. Länge des ersten Beinpaars 0.309 mm, des vierten 0.464 mm. Das dritte Beinpaar mit ähnlichen Zapfen an letzten Gliedern wie beim ♂ von *F. muscicola*.

Fundorte: Olczysko-Bach, am $27/9$, 1 ♀, Kirowa Woda, am $28/9$, 3 ♀ und 1 ♂, Gr. Hinzen-See (1965 m) im August 1 ♂. Dieses letzte Exemplar erhielt ich vom Herrn Minkiewicz; es wurde auffallenderweise beim Planktonfischen erbeutet.

Diese Art ist mit *F. circularis* Piersig und *F. composita* Thor, welche vielleicht einer Art angehören, verwandt.

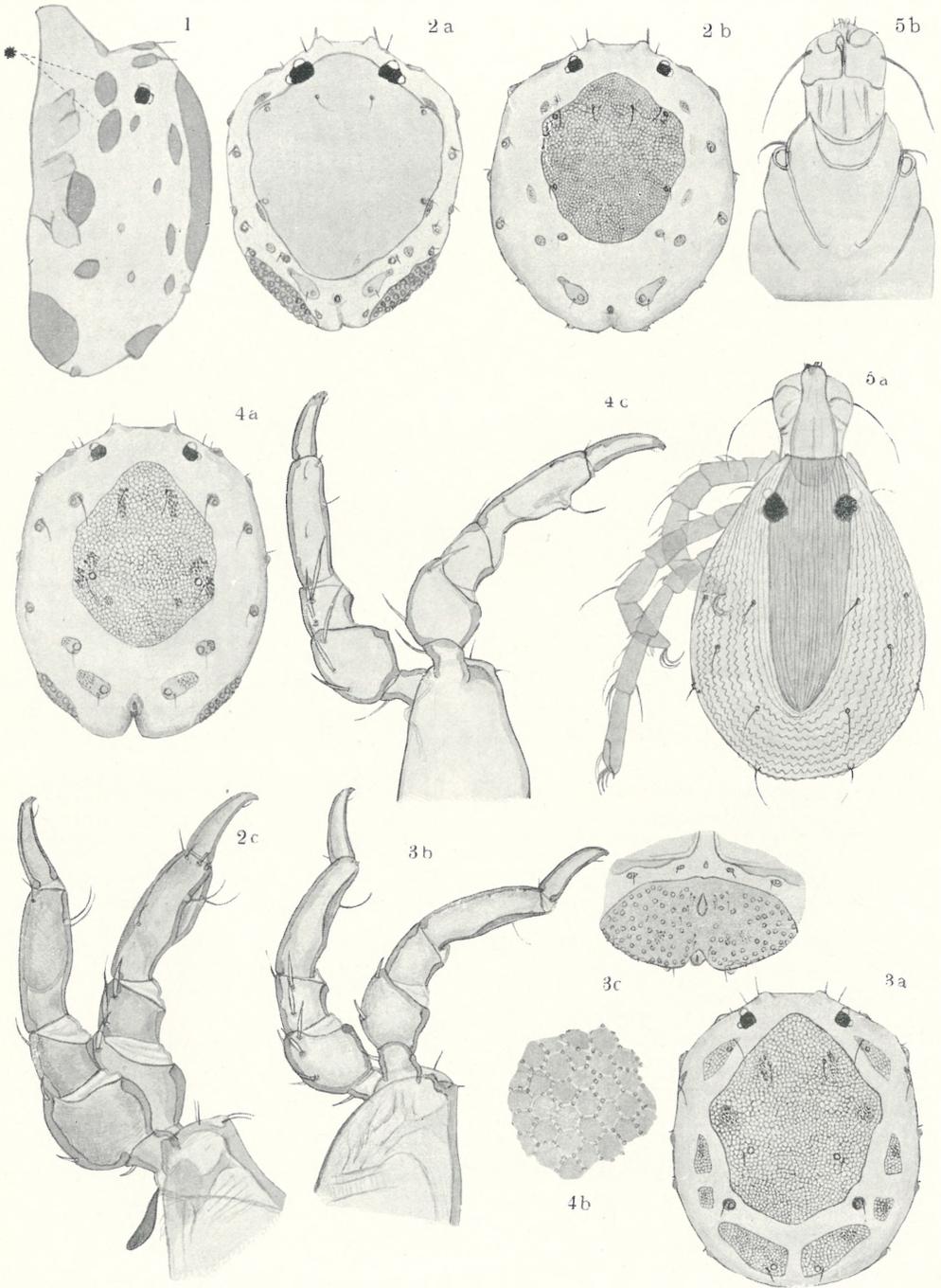
Feltria Nusbaumi n. sp.

Diese Form benenne ich zu Ehren meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Józef Nusbaum aus Dankbarkeit für das

stets meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse, seine Ratschläge und stets bereitwillige Hilfe.

♀. Zwei trüchtige Individuen sind 0·41 und 0·435 mm l., 0·34 und 0·365 mm br., ein junges 0·365 mm l., 0·31 mm br. Die bei den vorhergehenden Arten erwähnten Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Individuen lassen sich auch hier verfolgen. Körpermitz (Fig. 4 a) ähnlich wie bei *F. muscicola*, breit eiförmig, mit schwach hervortretenden „Schulterecken“ und ziemlich tiefem Medialeinschnitt am Hinterrande. Das dorsale, 0·24—0·275 mm lange, 0·188—0·235 mm breite Schild hat eine wunderschöne Skulptur (Fig. 4 b): die ein Netz bildenden Leisten sind noch mit winzigen Knöpfchen versehen. Die paarigen Hinterplättchen liegen 0·02—0·076 mm hinter dem Schilde und voneinander 0·035—0·072 mm entfernt; sie sind 0·05—0·066 mm l. und 0·025—0·03 mm br. Jederseits am Vorderrand des Körpers ein Plättchen. Die seitlichen Plättchen mit den vierten Epimeren verschmolzen. Maxillarorgan mit einem sichelförmigen Plättchen am Rücken, bei einem Individuum 0·105 mm l. Maxillarpalpen etwas stärker als die Grundglieder des ersten Beinpaares. Bei einem Individuum wurden folgende Gliedslängen gefunden: I.=0·019, II.=0·047, III.=0·026, IV.=0·067, V.=0·045 mm, was eine Gesamtlänge von 0·204 mm ausmacht. Die Ausbildung des vierten Gliedes ist sehr charakteristisch: seine äußere Seitenwand ist lappenförmig erweitert; an der Innenseite findet man nur ein kaum bemerkbares Höckerchen mit einem gekrümmten Haare, welches schwächer ist als das am distalen Ende des Lappens eingelenkte. Die ersten Epimeren vorne in eine lange, scharfe Spitze ausgezogen, am vorderen Innenrande mit zwei langen, dünnen, ungefederten Borsten versehen. Die letzten Epimeren 0·035—0·07 mm voneinander entfernt. Bei einem 0·365 mm l. Weibchen ist das erste Beinpaar 0·333 mm, das vierte 0·557 mm l. Das Genitalfeld liegt 0·05—0·12 mm hinter den Epimeren. Die Genitallefzen sind in der Mitte am engsten, hinten breiter als vorn, ihr Innenrand bogenförmig ausgeschnitten; ihre Entfernung voneinander beträgt 0·034—0·105 mm. An einer Genitalplatte zählte ich 53 Genitalnäpfe. Die Genitalklappen enden am Rücken bei dem Anusplättchen. Der Einschnitt am Hinterrand des Körpers ist 0·01—0·027 mm tief.

Fundorte: Olczysko-Bach, am $26/9$ 1 ♀; am $27/9$ 1 ♀, Kirowa Woda, am $28/9$ 1 ♀.



E. Schechtel.

Larve (Art?) (Fig. 5 a, b).

L. = 0·245 mm., Br. = 0·14 mm. Dorsales Schild 0·15 mm l., 0·05 mm br. Augen 0·025 mm voneinander entfernt. Beinlängen: I. = 0·141, II. = 0·144, III. = 0·166. Beine am distalen Ende mit je 3 großen Krallen.

Fundort: Olezysko-Bach, am 27/9.

Literaturverzeichnis.

1. R. Piersig. Hydrachnidenformen aus der Hohen Tatra. Zool. Anz. 21. Bd.
2. — Neue Hydrachnidenformen aus dem Sächsischen Erzgebirge. Zool. Anz. 21. Bd.
3. — Notiz. Zool. Anz. 21. Bd.
4. — Deutschlands Hydrachniden. Zool., Heft 22.
5. — Hydrachnidae und Halacaridae. Tierreich, 13. Lief.
6. — In- und ausländische Hydrachniden. Zool. Anz. 1898.
7. C. Walter. Die Hydracarinae der Schweiz. Revue Suisse de Zoologie, Bd. 15 1907.
8. Sig. Thor. Norske Hydrachnider, IV. Arch. f. Math. og Naturv. Bd. XXIII, Nr. 4.
9. — Andet Bidrag til kundsgaben om Norges Hydrachnider. Arch. f. Math. og Naturv. 20. Bd., 1898.

Erklärung der Tafel XXIV.

Fig. 1. *Feltria muscicola* Piersig, ♀, von der Seite (S. 3 Leitz, Ok. 4 Reichert).

Fig. 2. *Feltria rubra* Piersig.

a) Dorsalseite eines jungen Weibchens (S. 3 Leitz, Ok. 4 Reichert).

b) Dorsalseite eines älteren Weibchens (S. 3, Ok. 2 Leitz).

c) Maxillarpalpen des Weibchens (S. 6 Leitz, Ok. 1 Zeiss).

Fig. 3. *Feltria Kulczyńskii* n. sp.

a) Dorsalseite des Weibchens (S. 3 Leitz, Ok. 4 Reichert).

b) Maxillarpalpen des Weibchens (S. 6 Leitz, Ok. 1 Zeiss).

c) Genitalplatte des Männchens (S. 6 Leitz, Ok. 1 Zeiss).

Fig. 4. *Feltria Nusbaumi* n. sp.

a) Dorsalseite des Weibchens (S. 3 Leitz, Ok. 4 Reichert).

b) Skulptur des Rückenschildes des Weibchens (S. 6 Leitz, Ok. 4 Reichert).

c) Maxillarpalpen des Weibchens (S. 6 Leitz, Ok. 1 Zeiss).

Fig. 5. *Feltria*-Larve (Art?).

a) Dorsalseite (S. 6, Ok. 0 Leitz).

b) Vorderer Teil des Epimeralfeldes (S. 6, Ok. 0 Leitz).

Sämtliche Zeichnungen wurden bei der Reproduktion auf zirka $\frac{5}{8}$ reduziert.

Badania cytologiczne nad komórkami ciała glisty. — Cytologische Untersuchungen an Ascariden-Zellen.

Mémoire

de M. J. HIRSCHLER,

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 4 Juillet 1910.

Von einer Reihe von Forschern wurde im letzten Dezennium der Versuch gemacht, die Hertwig'sche Chromidientheorie, wie auch die theoretischen Anschauungen Schaudinn's über die Doppelkernigkeit der Zelle, die, wie bekannt, in das Gebiet der Protozoologie gehören, auch für die Metazoenzellen zu begründen. Eingeleitet wurde diese Forschungsrichtung durch die Arbeit Goldschmidt's¹⁾ (1904), in welcher die Cytologie der Ascaridenzellen eingehend behandelt wird. Goldschmidt fand in verschiedenen somatischen Zellen der Ascariden (*Ascaris lumbricoides* und *Asc. megalcephala*) eigentümliche, strangförmige, im Plasma gelegene Gebilde und deutete sie wegen ihres tinktoriellen Verhaltens, so wie auch wegen gewisser enger Beziehungen zum Zellkern als Chromidien, also als dem Kern entstammende Produkte. Er stellt sich in seiner Arbeit auch auf den Grund der Doppelkernigkeitstheorie und betrachtet die Chromidien als ein Trophochromatin, welches dem im Kern enthaltenen Idiochromatin entgegenzustellen ist. Seine Angaben fanden Anklang in den Arbeiten zahlreicher Autoren (Poppoff, Schaxel, Jörgensen, Wassilieff, Moroff, Buchner, Reichenow u. a.), die sowohl in den Geschlechtszellen, wie auch in den Somazellen verschiedener Tiergruppen (Cölenteraten, Spongien, Insekten, Mollusken, Wirbeltiere) im Plasma gelegene Gebilde (Granula, Stäbchen, Schleifen) nachgewiesen und als Chromidien bezeichnet haben, wobei manche von ihnen (Buchner u. a.)

¹⁾ Goldschmidt R. Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anat., Bd. XXI, 1904.

sich für die Erweiterung der Doppelkernigkeitstheorie auch auf die Metazoenzelle aussprachen. Im Jahre 1907 erschien eine Arbeit Vejdovský's¹⁾, in welcher die Goldschmidt'schen Chromidien der Ascaridenzellen kurzweg als durch Fixiermittel bewirkte, der lebenden Zelle überhaupt nicht zukommende Artefakte gedeutet wurden, und bald darauf wurde dasselbe von Bilek²⁾ behauptet, welcher cytologische Untersuchungen an *Ascaris lumbricoides* und *Asc. megalcephala* anstellte. Vejdovský trat im allgemeinen der Erweiterung der Chromidientheorie auf die Metazoenzelle entgegen, indem er verschiedene im Plasma gelegene Gebilde, die in der Literatur unter dem Namen Chromidien, Mitochondrien, Chondriokonten, Apparato reticolare bekannt sind, als Centrop lasmen betrachtet, die unter dem Einfluß der fermentativen Tätigkeit des Centriols entstehen und nichts gemeinsames mit den Kernsubstanzen aufweisen. Daraus ergab sich das Thema für meine Arbeit: Es sollte einerseits festgestellt werden, ob die Goldschmidt'schen Chromidien der Ascaridenzellen als der lebenden Zelle zukommende Gebilde oder als Artefakte zu deuten sind; würde sich daraus ersteres ergeben, so blieb noch eine zweite Frage zu beantworten, nämlich ob die genannten Gebilde wirklich als Chromidien, als Trophochromatin, aufzufassen sind, denn die Lektüre der Goldschmidt'schen Arbeit erweckte in mir bezüglich dieser Frage ein gewisses Bedenken. In den folgenden Zeilen sollen nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen kurz in einigen Punkten zusammengefaßt werden, indem ich eine eingehende Darstellung ihrer, so wie auch eine kritische Behandlung des Chromidienproblems an anderer Stelle zu geben beabsichtige. Neben den zwei genannten Fragen wurde auch eine Zahl anderer strittiger, sich auf die Cytologie und Histologie beziehender Probleme berücksichtigt. Als Studiumobjekt diente mir ausschließlich *Asc. lumbricoides*, bei welcher Form sämtliche Plasmaeinschlüsse (Chromidien, Stütz fibrillen u. s. w.) zahlreicher und mächtiger entwickelt sind als bei der größeren *A. megalcephala*. Als Fixiermittel gebrauchte ich reines Sublimat, Sublimat-Essigsäure, Flemming'sches-Gemisch, Formol, reine Osmiumsäure (1% — 4%)

¹⁾ Vejdovský. F. Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Königl. Böhm. Gesellschaft d. Wissenschaften, Prag 1907.

²⁾ Bilek F. Über die fibrillären Strukturen in den Muskel- und Darmzellen der Ascariden. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XCIII, 1909.

und Carnoy's Gemisch. Die zwei letztgenannten Mittel erwiesen sich zur Fixierung der Ascarisgewebe als am geeignetsten. Die Schnitte wurden mittels verschiedener Farbstoffe (Eisenhämatoxylin, Delafield'sches-Hämatoxylin, Hämalan, Safranin, Methylgrün, Benda'sche Mitochondrien- und Neurogliafärbung u. a.) tingiert; auch mittels Silbermethoden (Bielschowsky, Golgi) ließen sich schöne Bilder erzielen.

1. Zu den strittigen Problemen der Ascaridencytologie gehört unter anderen auch der Bau des Protoplasmas. Von einer Reihe von Forschern (Apathy, Bütschli, Rhode, Goldschmidt) wird dem Protoplasma der Ascaridenzellen ein alveolärer Bau zugeschrieben; erst neuerdings ist Bilek auf Grund seiner Untersuchungen am Markbeutel der Körpermuskelzellen zu dem Schluß gekommen, daß das Plasma einen vollkommen homogenen Bau besitzt (so findet er es in der zentralen Partie des Markbeutels) und daß der alveoläre Bau nur durch die Anwesenheit des Stütz fibrillensystems bedingt und gewissermaßen vorgetäuscht wird. Bezüglich dieser Frage nehme ich folgende Stellung ein: In den gewöhnlichen Körpermuskelzellen der ganzen mittleren Körperregion weist das Protoplasma sowohl im ganzen Markbeutel, wie auch im Spindelmark eine deutliche alveoläre Struktur auf, da es aus einem spongioplasmatischen, äußerst feinen Netz, respektive aus Waben besteht, welchen Hyaloplasma eingelagert ist. In der Nähe des Kerns finden wir eine größere Spongioplasmaansammlung, die den Kern umgibt und in verschiedenen Richtungen stärkere Züge entsendet; diese Ausläufer gehen allmählich in feinere Verästelungen und in das feine Spongioplasmanetz des Markbeutels und des Spindelmarks über. In der perinukleären Spongioplasmaansammlung finden wir zahlreiche kleine Granula eingelagert, die dem Plasma ein granuliertes Aussehen geben, daneben finden wir hier auch größere Granula, die sich mit Osmiumsäure intensiv schwärzen und vielleicht als Reservestoffe (Glykogen) aufzufassen sind. Längs der vorderen Hälfte des Oesophagus zeigen die hier schwächer entwickelten Markbeutel wie auch die Spindelmarke der Muskelzellen einen etwas anderen Bau: Das ganze Spindelmark und der größere Teil des Markbeutels ist aus fein granuliertem Protoplasma aufgebaut, nur am erweiterten Ende des Markbeutels finden wir eine ziemlich dünne Schicht des alveolären Plasmas, welches dem granulierten Markbeutelabschnitt kappenartig aufsitzt. Untersuchen wir an lücken-

losen Serien von vorne nach hinten den Bau des Protoplasmas in den nacheinanderfolgenden Muskelzellen, so erscheint uns die alveoläre Plasmaschicht in der Richtung nach der Mitte des Körpers immer dicker und mächtiger, die granuläre Plasmapartie verkleinert sich allmählich und bildet nur noch eine ziemlich ansehnliche Ansammlung um den Kern, füllt dabei aber auch noch die Muskelspindel aus. Einige Schnitte weiter gegen die Mitte des Körpers finden wir das alveoläre Plasma auch in der Muskelspindel entwickelt, und das Bild nähert sich allmählich demjenigen, welches von der gewöhnlichen Körpermuskelzelle, aus der mittleren Region des Körpers (vgl. einige Zeilen weiter oben), entworfen wurde. Wir sehen also in den Zellen des Vorderendes ein Übergewicht des granulierten, in den mittleren Regionen des Körpers dagegen ein Übergewicht des alveolären Protoplasmas, zwischen dem einen und dem anderen Typus der Muskelzellen lassen sich alle Übergänge nachweisen. Obwohl bis jetzt von zweierlei Plasmaarten gesprochen wurde, muß hier hervorgehoben werden, daß eine deutliche Grenze zwischen ihnen keineswegs besteht; im Gegenteil, überall hängt das granuliertes Plasma mit dem Spongioplasmanetz der alveolären Partie sehr innig durch zahlreiche Fortsätze und Brücken zusammen, so daß man gar nicht entscheiden kann, welche Fortsätze dem granulierten und welche dem Spongioplasmanetz angehören. Ganz ähnliche Verschiedenheiten und Übergänge im Bau des Muskelzellenplasmas lassen sich beobachten, wenn wir Schnittserien von der mittleren Körperregion gegen das hintere Körperende durchmustern. Die Muskelzellen am hinteren Körperende sind denen vom Vorderende sehr ähnlich. Spezielle Muskelzellen, wie Spicularetraktoren, Spiculaexsertoren, Chylusdarmdilatoren, weisen ein fein granuliertes oder filzartiges Plasma auf. Die Zellen des Ösophagus besitzen ein feinwabiges Plasma, welches sich in der Umgebung der Flächenkerne und zwischen den Muskelbündeln durch saure Farbstoffe (Erythrosin, Thiazinrot) viel intensiver und in einer anderen Nuance färbt, als in der Umgebung der Kantenkerne und um das fragile Lakunensystem herum. Dieselbe Struktur besitzt auch das Plasma der Mitteldarmzellen, obwohl hier die Waben etwas größer erscheinen.

2. Einen zweiten wichtigen Bestandteil der Ascaridenzellen stellen die Stützfibrillen und gefensterte Stützmembranen vor, die wie bekannt, meistens zu einem Stützgerüst innerhalb einer Zelle oder

eines Zellensyncytiums zusammenhängen. Da die genannten Gebilde schon andererseits (Apáthy, Schneider, Goldschmidt u. a.) eingehend beschrieben wurden, beschränke ich mich auf einige neue Angaben oder strittige Punkte. Wie Goldschmidt zutreffend beobachtet hat, sind die Stütz fibrillen in den Muskelzellen der mittleren Körperregion den Wänden und Brücken des Spongio plasmanetzes eingelagert; sie lassen sich jedoch, meiner Ansicht nach, nicht vom Spongio plasmanetz vollkommen trennen. Dickere Fibrillen erscheinen dem Spongio plasma gegenüber vollkommen individualisiert, dagegen dünnere und ganz feine Verästelungen gehen auch an schönen E.-H.-Präparaten in das Spongio plasmanetz über, so daß ich geneigt bin, zwischen dem Fibrillensystem und dem Spongio plasmanetze einen ziemlich innigen Zusammenhang anzunehmen. Ich konnte weiter feststellen, daß nicht alle Stütz fibrillen sich in der Umgebung des Kernes aufsplintern, wodurch das schöne Gitterkörnchen (Bilek) zustande kommt, sondern man findet hie und da Fibrillen, die ohne Verästelungen zu bilden, das Gitterkörnchen eng am Kern durchlaufen, um später die für die Randfibrillen charakteristische Lage einzunehmen. Ich habe mich auch überzeugt, worüber ich in der Literatur keine Angaben finde, daß die Fibrillen in dem Markbeutel und den Muskelfortsätzen eine ziemlich regelmäßige Anordnung zeigen. An Querschnitten durch den Markbeutel sehen wir an einem E.-H.-Präparat schwarze Pünktchen, die uns querdurchschnittene Stütz fibrillen darstellen. Diese Pünktchen liegen in der Nähe der Markbeutelperipherie, zu einigen fast konzentrischen Kreisen angeordnet, alle hängen mittels einer spongio plas matischen Membranelle (die auf Querschnitten wie ein Faden erscheint) zusammen, ihnen entsprossen dickere Stütz fibrillen, die gegen die Markbeutelperipherie senkrecht orientiert erscheinen. Ähnlich erscheinen die Stütz fibrillen auch in den Muskelfortsätzen angeordnet. Kurz gesagt, wir haben in den Muskelbeuteln und Muskelfortsätzen neben anderen Stütz fibrillen, deren Verlauf höchst variabel sein kann, zwei zusammenhängende Stütz fibrillensysteme; die dem ersten zugehörigen, laufen der Peripherie der Muskelbeutel und Muskelfortsätze parallel, die dem anderen zugehörigen senkrecht, eine Einrichtung, die die Leistungsfähigkeit des Stützapparates gegen Zug und Druck möglichst groß macht. Bezüglich des strittigen Problems (Goldschmidt-Bilek), ob die Stütz fibrillen aus der Muskelzelle in die Subkutikula übergehen oder nicht, ob sie in den

Muskelfortsätzen einen Zusammenhang mit den Zirkularfasern der Körperlinie aufweisen oder als verschiedene Gebilde aufzufassen sind, bin ich zu dem folgenden Schluß gekommen: Randfibrillen und Zwischenfibrillen heften sich an die unmittelbar der Muskelschicht anliegenden Zirkularfasern an, zwischen den Stützfibrillen der Muskelfortsätze und den Zirkularfasern der Körperlinien läßt sich nie sicher ein Zusammenhang nachweisen (gegen Goldschmidt). Hinsichtlich der Stützelemente in den Ösophaguszellen fasse ich mich hier ganz kurz: Neben den Stützmembranen und Stützfibrillen, die, wie Goldschmidt angegeben hat, gerade oder wellig von der Innenkutikula zur Grenzmembran (Basalmembran) verlaufen, habe ich eine große Zahl von Fibrillen gefunden, die einen stark gewundenen Verlauf aufweisen oder die Zellen quer durchziehen und oft mit benachbarten Fibrillen zu einem Netz zusammenhängen, welches demjenigen in den Muskelbeuteln stellenweise ziemlich gleich kommt. In Mitteldarmzellen habe ich sehr deutlich nach Silberimprägnation (Golgi) u. E.-H.-Färbung Stützfibrillen erhalten, die gewöhnlich nur in der Nähe der Zellenperipherie gerade vom Stäbchensaum zur Basalmembran dahinziehen. Ein Gitterkörnchen und Fibrillenbüschel, wie es Bilek in seiner Arbeit abbildet, konnte ich hier nie zu Gesichte bekommen.

3. Einen dritten Bestandteil der meisten Ascaridenzellen haben wir in den Gebilden, die Goldschmidt als Chromidien, dagegen Vejdo vský und Bilek als „grobe Artefakte“ deuten. Goldschmidt hat die genannten Gebilde in den gewöhnlichen Körpermuskelnzellen, in den Chylusdarmdilatoren, in den Spicula-Retraktoren und Exsertoren, in den Flächenzellen des Ösophagus und in den Epithelzellen des Mitteldarms beschrieben. Nach meinen Untersuchungen existieren diese Gebilde nur in den Flächenzellen des Ösophagus, in den Muskelzellen des männlichen Hinterendes und in speziellen Muskelzellen (Chylusdarmdilatoren, Spicula-Retraktoren und Exsertoren); was Goldschmidt in den gewöhnlichen Körpermuskelnzellen der mittleren Körperregion und im Mitteldarmepithel als Chromidien beschreibt, halte ich für spongioplasmatische Ansammlungen; typische strangförmige „Chromidien“ konnte ich hier nie finden. Die Deutung der genannten Gebilde als Artefakte (Vejdo vský) erschien mir schon beim Beginn meiner Arbeit wenig wahrscheinlich, weil die Chromidien nach sorgfältiger Fixierung und nach Anwendung verschiedener Fixiermittel immer

die gleichen morphologischen Charaktere aufweisen und an Schnitten (Degenerationsstadien ausgenommen) als dickere und dünnere, gerade oder geschlängelte Gebilde auftreten. Ich untersuchte nun die „Chromidien“ an frischen, dem lebenden Tier entnommenen Ösophaguszellen und fand sie hier ebenso entwickelt wie im fixierten Zustande. Angesichts dessen halte ich die Deutung Vejdovský's und Bilek's für unrichtig. Ich muß im Gegenteil die Chromidien als Gebilde auffassen, die der lebenden Zelle zukommen und uns keineswegs postmortale Artefakte darstellen.

Es fragt sich nun weiter, sind diese strangförmigen Gebilde wirklich als Chromidien zu deuten? Als Chromidien wurden, wie bekannt, von R. Hertwig bei *Actinosphaerium* Gebilde bezeichnet, die sich tinktoriell genau wie das Kernchromatin verhalten und deren Auswanderung aus dem Kern an einer Stelle, wo die Kernmembran verflüssigt wird, sicher und einwandfrei festgestellt wurde. Das kann bezüglich der Chromidien in den *Ascaris*-Zellen keineswegs behauptet werden. Nie kam mir ein Bild zu Gesicht, an welchem nur ein Schein einer Auswanderung von Chromatin aus dem Kern ins Plasma zu sehen wäre. Zwar legen sich hie und da diese Stränge der Kernmembran an, doch ist diese in allen *Ascariden*-zellen verhältnismäßig dick und deutlich zu sehen und sie umgibt den Kerninhalt allseits. Eine Verflüssigung oder eine Öffnung in derselben konnte ich in keinem Falle trotz zahlreicher Präparate feststellen. Schon dies genügt, wie mir scheint, zu der Annahme, daß die genannten Stränge nicht als Chromidien, sondern als plasmatische Gebilde aufzufassen sind. Diese Annahme wird noch durch das tinktorielle Verhalten dieser Gebilde gestärkt. An Präparaten, die mittels Safranin oder Methylgrün gefärbt wurden, erscheinen diese Gebilde bei gleichzeitig schön gefärbtem Chromatingerüst des Kerns farblos; dasselbe Bild geben uns Präparate, die mit Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt wurden. An Schnitten nach Osmiumfixierung und nachträglicher E.-H.-Färbung erscheinen die strangförmigen Gebilde schwarz, das Kernchromatin farblos, die Kernnukleolen blaßgrau. Wir sehen also, daß sich die strangförmigen Gebilde tinktoriell anders als das Kernchromatin verhalten und bei Anwendung elektiver Kernfarbstoffe ungefärbt bleiben. Wir können somit diese Gebilde keineswegs als Chromidien, sondern nur als plasmatische Gebilde auffas-

sen, die zu dem Kern in keiner genetischen Beziehung stehen und sich auch tinktoriell anders verhalten. Meiner Ansicht nach trifft die Chromidientheorie und somit auch die Doppelkernigkeitstheorie bezüglich des cytologischen Baues der Ascariden-Zellen nicht zu.

Im übrigen stimme ich mit den Angaben Goldschmidt's überein: Ich konnte mich ähnlich, wie er, davon überzeugen, daß die genannten Stränge, die ich als Sarkokonten bezeichne, transitorische, inkonstante Gebilde sind, die einer totalen Degeneration verfallen und sich wahrscheinlich vom neuen im Plasma entwickeln können. Diese Inkonstanz scheint mir ein wichtiges Merkmal der Sarkokonten zu sein, denn sie erlaubt uns, die letzteren streng von den permanenten Stützfibrillen und Stützmembranellen zu trennen.

In welcher Beziehung die Sarkokonten der Ascariden zu anderen plasmatischen Gebilden stehen und inwiefern die in der Literatur so oft als Chromidien beschriebenen Gebilde, mit den echten Chromidien der Protozoenzelle (R. Hertwig: *Actinosphaerium*) zusammenfallen, soll an anderer Stelle eingehend besprochen werden.

(Aus dem Zoologischen Institut a. d. Universität Lemberg, u. d. Leitung d. Prof. J. Nusbaum).

*Przyczynki do historyi rozwoju układu krwionośnego
u ryb kostnoskieletowych. — Beiträge zur Entwickelungs-
geschichte des Gefäßsystems bei den Knochenfischen.*

Mémoire

de M. **JEAN GROCHMALICKI,**

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 4 Juillet 1910.

Meine Untersuchungen wurden an einigen Arten von Seefischen: *Gobius capito*, *Blennius ocellata*, *Nerophis maculata*, *Cristiceps argenteus*, *Belone acus*, und an den Süßwasserfischen: *Cyprinus carpio*, *Rhodeus amarus* ausgeführt.

Was die Differenzierung des Mesodermderivates betrifft, für welches ich den von Marcus gebildeten, wenn auch nicht ganz zutreffenden Namen „Blutmesoderm“ beibehalte, müssen wir im Embryo zwei Abschnitte unterscheiden, nämlich einen vorderen, der die ganze Rumpffegend bis zum späteren After einnimmt, und einen hinteren, welcher erst nach der Sonderung des im Schwanzknopf zusammengelegten Materials erscheint, also bis zum Schwanzende des künftigen Embryos reicht.

Der vordere Abschnitt beginnt beim Karpfen in der Gegend des 4. — 5. Ursegments. Nachdem hier die Zahl der Mesodermsegmente bis auf 10 gestiegen ist, unterliegen diese von vorne an einer Zweiteilung in eigentliche Urwirbel und in primäre Seitenplatten. Zur Zeit, wo diese Differenzierung bis zirka 25 Ursegmente eingenommen hat, kommen im vorderen Abschnitte neue Prozesse zum Vorschein. Die primären Seitenplatten zerfallen in drei Abschnitte, einen lateralen, der die sekundären, eigentlichen Seitenplatten bildet, einen mittleren, d. i. die Urnierenganganlage, und einen ventralen Teil, der das Blutmesoderm repräsentiert. Zuerst verlaufen die beiderseitigen Blutmesodermabschnitte als unsegmentierte Zellenstränge zwischen den unteren Flächen der Segmente und dem künftigen Urnierengang, bald aber werden sie gegen die Median-

ebene verschoben. In dieser Verschiebung lassen sich zwei Abänderungen bemerken; im vorderen Rumpfteile erscheinen diese Blutmesodermabschnitte fast immer als kompakte Massen, im hinteren Rumpfteile dagegen verlieren die Zellen oft vom Anfang an ihren Verband und rücken einzeln unter die Chorda dorsalis. Ohne Rücksicht darauf, wie diese Verschiebung zustande kommt, entsteht in späteren Stadien durch Verschmelzung der beiderseitigen Komplexe eine oberhalb des Entoderms, zwischen den Urwirbelrändern und der Chorda gelegene einheitliche Zellmasse, welche dort eine Zeitlang bleibt und wächst, indem sich ihre Zellen mitotisch vermehren.

Nachdem die beiderseitigen Blutmesodermanlagen in der ganzen Rumpfgegend verschmolzen sind, unterliegt das Blutmesoderm einer neuen Veränderung; einzelne an der Peripherie gelegene Zellen verlängern sich merklich und vereinigen sich zu kleinen Streifen von 2 bis 3 Zellen, welche endlich eine einheitliche Wand bilden. Dagegen nehmen die in der Mitte gelegenen Zellen mehr rundliche Gestalt an und verwandeln sich in Blutkörperchen. So entsteht ein ansehnliches Gefäß, und zwar die Aorta.

Die erste Anlage des Aortalumens bildet sich zuweilen auf diese Weise, daß am oberen Rande der Gesamtmasse 2 bis 3 kleinere Spalten entstehen und daß sich erst aus der Vereinigung derselben schließlich eine einheitliche Lichtung gestaltet. Die Zellen, welche diese einzelnen Spalten voneinander trennen, gelangen dann in das Innere des definitiven Lumens und werden zu ersten Blutkörperchen. Eine dritte Modifikation der Entstehung der Aorta, welche ich manchmal im hinteren Rumpfteile konstatieren konnte, bestand darin, daß die an der Peripherie der Masse gelegenen Zellen sich vereinigten und wie ein Ring die übrigen in der Mitte gelegenen Zellen umschlossen. Durch die spätere Vereinigung dieser Ringe der Länge nach kommt es zur Bildung eines einheitlichen Rohres. Da die beiderseitigen Mesodermstränge vor ihrer Verschmelzung unsegmentiert sind, dringen sie mit ihren oberen Flächen zwischen die benachbarten Segmente ein. Dieser Umstand bewirkt in dem Auftreten der Aortawandungen eine scheinbare Segmentation. Felix hat schon diese Tatsache längst bemerkt, gab ihr jedoch eine andere Erklärung, er war nämlich geneigt, dieselbe mit der Segmentation der einzelnen Sklerotome in Zusammenhang zu bringen.

Die ganze übriggebliebene, untere Hälfte, oder vielmehr der

größere Teil des Blutmesoderms hat sich inzwischen bedeutend vergrößert und manche Zellen desselben beginnen jetzt die Wände eines neuen, parallel unter der Aorta verlaufenden Gefäßes zu gestalten. Dieses stellt uns die Vena vor. Ihre Wände entstehen im großen und ganzen in ähnlicher Weise, wie die der Aorta, man kann hier jedoch auch zwei Modifikationen unterscheiden. Entweder entsteht die Wand dieses Gefäßes durch Differenzierung der peripheren Zellen, oder hie und da erscheinen sogar in der Mitte der Gesamtmasse spindelförmige Zellen, ähnlich wie bei der Entstehung der Aortawandung, und erst diese gelangen später an die Peripherie der Masse und schließen sich dort zu einem Verbände zusammen. Im letztgenannten Falle entstehen zuweilen symmetrische paarige Lichtungen, welche sich erst später vereinigen. Die im Innern des Gefäßes gebliebenen Zellen werden zu Blutkörperchen und weil ein größerer Teil des Blutmesoderms zur Ausbildung der Vena verbraucht wird, ist auch ihr endgültiges Lumen viel größer als das der Aorta, und die ersten Blutkörperchen treten in der Vena in größerer Anzahl auf.

Die Tatsache, daß die ersten Anlagen der Wände der beiden Gefäße oft als Ringe entstehen, ermöglicht den übriggebliebenen Zellen dieses Mesoderms das Eindringen in deren Inneres. Sehr oft sah ich auf meinen Präparaten solche in die Lichtung der beiden Gefäße eintretende Zellen besonders dort, wo auf Querschnitten zwischen der unteren Wand der Aorta und der darunter gebildeten oberen Wand der Vena eine Anzahl Zellen verblieb.

Das Blutmesoderm in der Rumpfgegend war fast bei allen anderen untersuchten Arten zu sehen.

Bei *Belone acus* entsteht das Blutmesoderm auch aus paarigen Anlagen, in ähnlicher Weise wie beim Karpfen. Ein Unterschied im Vergleich mit dem Karpfen besteht nur darin, daß die Mesodermstränge sich von den unteren Flächen der Urwirbel erst nach stattgefundener Abtrennung derselben von den Seitenplatten abspalten. Die beiderseitigen Abschnitte werden gegen die Medianebene verschoben und verschmelzen dort zu einer einheitlichen kompakten Zellenmasse. *Wenckebach*, der wahrscheinlich nur dieses letztgenannte Stadium bei *Belone* beobachtete, behauptete irrtümlich, daß hier das Blutmesoderm unpaarig angelegt wird. Ein weiterer Unterschied in der Ausbildung dieses Mesoderms liegt bei *Belone* darin, daß sein Bereich viel weiter nach vorne reicht als

beim Karpfen, da es in der Gegend der Ohrbläschen beginnt und im mittleren Rumpfteile in der größten Ausbildung hervortritt.

Bei *Gobius capito* und *Blennius ocellata* stellen sich die Verhältnisse etwas anders dar. Bei Embryonen dieser Fische schließt sich das Entoderm frühzeitig zu einem Rohr mit einem gleich vom Anfang an geräumigen Lumen. Das im jungen Entwicklungsstadium schon ausgebildete Entoderm schließt sich seitlich dicht an die Mesodermsomiten an, was die Verschiebung der von den Seitenplatten sich differenzierenden Zellen der Blutmesodermstränge gegen die Medianebene verhindert. Deshalb finden wir sowohl bei *Gobius* wie auch bei *Blennius* zu keiner Zeit eine Verschiebung des Blutmesoderms unter die *Chorda dorsalis* oder die Verschmelzung der beiderseitigen Abschnitte. Von den inneren Rändern der Seitenplatten, welche bei *Blennius* mehr, bei *Gobius* weniger unter die Urvirbel eingekeilt sind, schnüren sich einzelne Zellen ab, die dem Blutmesoderm entsprechen und beiderseits der Darmwand anliegen.

In späteren Entwicklungsstadien beginnen diese Zellen sich nach oben zu verschieben und dringen unter die *Chorda dorsalis* ein. Aus ihnen bilden sich ganz ähnlich wie beim Karpfen die Wandungen der Gefäße, von denen die Vena bei *Blennius* immer paarig angelegt wird und eine Anzahl von Blutkörperchen enthält.

In ganz ähnlicher Weise, wie bei letztgenannten Arten entsteht wahrscheinlich das Blutmesoderm bei *Cristiceps argentatus* und *Rhodeus amarus*, welche jedoch aus technischen Gründen kein günstiges Objekt zur mikroskopischen Untersuchung darstellen.

Nur bei *Nerophis maculata* war eine dem Karpfen ähnliche Entwicklung des Blutmesoderms in der Rumpfparte nirgends zu bemerken. Trotzdem aber sieht man dort vom Stadium der ersten Zweiteilung des Mesoderms an auf Querschnitten hie und da einzelne Zellen sich von den Seitenplatten abschnüren und sich längs der Wände des früh geschlossenen Entoderms unter die Chorda hineinschieben.

Alle Autoren, welche die Entwicklung und spätere Umdifferenzierung des Blutmesoderms zu erforschen suchten, nahmen fast einstimmig an, daß sich dessen Bereich bis zur Gegend erstreckt, wo später der After zu liegen kommt. Erst Marcus wies nach, daß eine Verlängerung dieses Mesoderms auch in der Endknospe des Embryos zu beobachten ist. Ganz analog haben meine Unter-

suchungen erwiesen, daß dieses Mesoderm vor dem After nicht endet, sondern sich im Gegenteil auch während der Abschnürung des Schwanzendes von der Dotterkugel in der Schwanzknospe immer mehr nach rückwärts verfolgen läßt.

Die ganze Gegend hinter dem After, wo dieses Mesoderm auftritt, habe ich als die hintere Gegend seines Erscheinens bezeichnet.

Beim Karpfen erscheint mit der steigenden Differenzierung des Schwanzknopfes und der Abschnürung des Embryos von der Dotterkugel, zuerst von beiden Seiten des Schwanzentoderms und in späteren Stadien unter dem atrophierenden Schwanzdarme eine Zellenmasse, welche zur Zeit auf der Dotterkugel ruht. Wenn das Schwanzende des Embryos mit der fortschreitenden Differenzierung walzenförmig wird, rückt diese Zellenmasse unter das Schwanzentoderm und läßt sich mit der Verlängerung des Schwanzes immer weiter nach rückwärts verfolgen. Diese Zellenmasse bildet eine Verlängerung des im Rumpfe vorhandenen Blutmesoderms. Als Beweis hiefür dient der unmittelbare Übergang des ersteren in das letztgenannte, wie auch die allmähliche Sonderung des Blutmesoderms, was lebhaft an seine Differenzierung im Rumpfe erinnert.

Auch die späteren Vorgänge, welche sich in dieser Gegend abspielen, bestätigen diese Befunde, denn an der Stelle des Mesoderms treffen wir später auch Gefäße, die Aorta und die Vena mit darin enthaltenen Blutkörperchen.

Was die Wandung der Aorta anbelangt, entsteht diese ganz analog wie in der Rumpfpartie und weist vom Anfang an ein schmales Lumen auf. Die Lichtung der Vena teilt sich schon in der Gegend des Afters in zwei kleinere Gefäße, welche weiter rückwärts in ein System von reich mit Blutkörperchen gefüllten Lakunen übergehen. Erst durch die Vereinigung derselben in späteren Entwicklungsstadien erscheint die *Vena caudalis* als ein einheitliches Rohr.

Ganz ähnlich entfaltet sich das Blutmesoderm in der Schwanzknospe von *Gobius capito*, und zu den Beobachtungen von Marcus kann man für diese Art im Vergleich mit dem Karpfen nur kleinere Einzelheiten hinzufügen. Einen bedeutenden Einfluß auf die Bildung der Schwanzknospe und die Differenzierung des Blutmesoderms in derselben übt hier der mächtig entwickelte Schwanzdarm und dessen tief in den Dotter dringende Ausbuchtung — die Kupffer'sche Blase. Die Verlagerung der Kupffer'schen Blase

vom Dotter in das Innere des Embryos und die nachfolgende Abschnürung der Schwanzknospe von der Dotteroberfläche verursacht die Verschiebung der anfänglich zu beiden Seiten vom Schwanzentoderm gelegenen Blutmesodermabschnitte unter den Schwanzdarm. Auch hier gestaltet sich das Blutmesoderm in späteren Stadien zu Schwanzgefäßen, deren Inneres mit Blutkörperchen gefüllt ist; besonders die Lichtung der Vena erscheint hier als eine breite Lakune mit zahlreichen Blutkörperchen. Im Vergleich mit den im Rumpfteil und in der Aftergegend auftretenden Prozessen könnte man erwarten, daß auch hier die Wände der beiden Gefäße ausschließlich sich aus Blutmesoderm aufbauen, da aber in diesen Stadien eine reiche Mesenchymzellenbildung stattfindet, erscheint es nicht ausgeschlossen, daß auch die Mesenchymzellen an der Anlage der Gefäßwandungen einen Anteil haben. Auch was die Blutkörperchen anbelangt, steht es fest, daß eine Anzahl von ihnen in dieser Gegend aus den Zellen des schwindenden, von der Wandung der Vena umschlossenen Schwanzdarmes gebildet wird.

Bei *Blennius ocellata* stellen sich die Verhältnisse im allgemeinen so wie bei *Gobius*. Auch hier verursacht die zuerst in den Dotter eindringende und später in den Embryo verlagerte Kupfer'sche Blase die Verschiebung des Blutmesoderms unter das Schwanzentoderm. Die Differenzierung des Blutmesoderms schreitet ganz analog in der sich differenzierenden Schwanzknospe fort. Die stärkste Entwicklung zeigt das Blutmesoderm vor dem After. Es bildet auch in dieser Gegend die Wandungen der Gefäße samt den Blutkörperchen. Einzelne Zellen schnüren sich zur Zeit seiner Differenzierung von der Gesamtmasse ab, und wie in der Rumpfgegend dringen sie teils zwischen einzelne embryonale Anlagen, teils gelangen sie auf die Oberfläche des Dotters. Solche gesonderte, freie Zellen gibt auch der Schwanzdarm während seines Schwindens ab.

Die Wände der Vena werden vor dem After und eine Strecke dahinter als ein Netz von Gefäßen angelegt, weiter nach hinten erscheinen sie auf den Querschnitten als paarige Lichtungen.

Für *Belone acus* wäre vor allem eine ganz eigenartige Bildung der Schwanzknospe zu erwähnen, und zwar bildet sich diese hier so, wie dies längst Schwarz für den Hecht und neuerdings Karoline Reis für *Amiurus nebulosus* bewiesen hat; beim Blastoporuschluß werden nämlich die vom Randwall stammenden Zel-

len hinter dem Randknopf zusammengedrängt, also zum Aufbau des letzten Schwanzendes verbraucht. Die Schwanzknospe gestaltet sich hier also nicht auf die von Kopsch für die Forelle experimentell nachgewiesene Weise, und im Zusammenhang damit stellt auch die Abschnürung des Embryoschwanzes vom Dotter und die damit verbundene Sonderung des Blutmesoderms gewisse Abänderungen dar.

Auch hier bilden sich wahrscheinlich die Gefäße und eine besonders mächtige Anzahl von Blutkörperchen in der Aftergegend. Es entsteht hier nämlich, wie dies Wenckebach nachgewiesen hat, eine Lakune des durch die Mitte der Dotterkugel in der Richtung zum Herzen verlaufenden Gefäßes.

Was *Nerophis maculata* anbelangt, entbehren die Embryonen dieser Gattung des Blutmesoderms in der Rumpfgegend; wenn wir aber Serienschnitte solcher Stadien verfolgen, in denen der Blastoporus eben geschlossen ist und das Schwanzende sich auszubilden angefangen hat, bemerken wir eine starke Entwicklung des Blutmesoderms unmittelbar vor dem After und dessen fortschreitende Sonderung in der sich differenzierenden Schwanzknospe unter dem Schwanzentoderm.

Sehr interessant ist es, daß hier das Blutmesoderm sehr lange den Charakter paariger Zellenanhäufungen bewahrt, welche in späteren Entwicklungsstadien paarige, erst später miteinander verschmelzende Venawandungen aufbauen.

Die schließlich bei *Rhodeus amarus* in dieser Gegend vorkommenden Befunde lassen sich mit denen bei *Cyprinus carpio* vergleichen. Auch hier aber wird die Aorta unpaarig, die Vena als zwei, zuweilen in größerer Entfernung gelegene Gefäße angelegt.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich, daß das Blutmesoderm in der Rumpfgegend fast bei allen untersuchten Fischgattungen vorkommt. Es beginnt bei *Belone* schon in der Gegend der Ohrbläschen und bildet sich in der ganzen Rumpflänge aus paarigen Anlagen. Beim Karpfen erscheint das Blutmesoderm erst in der Gegend des 4.—5. Ursegments; dieselbe Grenze läßt sich für *Gobius* und *Blennius* feststellen; es tritt auch bei *Rhodeus* und *Cristiceps* im Rumpfe auf und fehlt nur bei *Nerophis* im Rumpfe gänzlich.

In der Schwanzgegend wurde dieses Mesoderm erst von Marcus bemerkt; wir finden es da auch bei den sieben von uns un-

tersuchten Arten; bei *Nerophis* beschränkt sich sein Bereich auf die kaudale und die unmittelbar vor dem After gelegene Gegend. Die Vermutung von Marcus, daß das Blutmesoderm in der letztgenannten Gegend auch bei denjenigen Gattungen aufzufinden sein wird, bei denen ihr Mangel im Rumpfe konstatiert wurde (*Labrax* nach Ziegler, *Engraulis* nach Wenckebach, *Lophius* nach Derjugin und *Serranus* nach Wilson), ist ganz begründet.

Wenn wir auf Grund der dargestellten Verhältnisse eine Erklärung der morphologischen Bedeutung des Blutmesoderms bei den Knochenfischen zu geben versuchen, so können wir uns den Anschauungen Ziegler's und Sobotta's nicht anschließen, sondern müssen vielmehr die von Marcus und Mollier gegebene Erklärung annehmen. Das Blutmesoderm der Knochenfische entspricht völlig dem peripheren Mesoderm der Selachier; es gelangt frühzeitig — im Zusammenhang mit der auf anderem Wege verlaufenden Gastrulation der Teleostier — in das Innere des Rumpfes des Embryos und entfaltet sich in der Schwanzgegend mit der Sonderung der Schwanzknospe.

Es ist längst begründet, daß beim Blastoporuschluß eine Einziehung des auf der Oberfläche des Dotters sich befindenden Zellmaterials geschieht; hier liegt der Grund, weshalb man immer dieses außerhalb des Embryos liegende Material mit dem Namen peripheres Mesoderm belegte. Wie diese Einziehung in das Innere des Embryos vor sich geht, ob auf dem von Kopsch angenommenen Wege, oder aber so, wie dies Schwarz für den Hecht, Reis für *Amiurus* und ich für *Belone* angegeben haben, ist für uns von geringerer Bedeutung.

Mit der Verlängerung und Differenzierung des Schwanzknopfes der Knochenfische entfaltet sich unter dem Schwanzentoderm eine Zellenmasse, welche die auch dem peripheren Mesoderm der Selachier eigene Fähigkeit besitzt, Blut und Gefäße zu bilden.

Von größerer Bedeutung ist die Tatsache, daß der Bereich des Blutmesoderms bei einzelnen Fischarten sehr verschieden ist. Am weitesten nach vorne reicht es bei *Belone*, weniger beim Karpfen und anderen, die Gegend des 8. Ursegments bezeichnet Felix als den Anfang des Blutmesoderms bei der Forelle, bei manchen Arten tritt es erst in der Aftergegend auf. Wenn wir also dieses Mesoderm dem peripheren Mesoderm der Selachier gleichstellen, welches mit Ablauf der Gastrulation ins Innere gelangt, so ergeben

die letzterwähnten Befunde folgendes: bei verschiedenen Teleostiern wird dieses Mesoderm verschieden weit in den Körper des Embryos einbezogen; dies erlaubt andererseits eine ganze Reihenfolge von Übergangsstadien aufzustellen. Diejenigen Fälle, in denen es am weitesten nach vorne verlagert wurde, stellen einen von den Selachiern entfernteren Typus dar. Jene dagegen, bei denen es nur in der Schwanzgegend aufzufinden ist, sind den Selachiern am nächsten verwandt (*Nerophis*).

Demnach könnte man nach dem Auftreten des Blutmesoderms die Knochenfische in zwei Gruppen einteilen, und zwar in solche, bei denen der Bereich des Blutmesoderms auch den Rumpf des Embryos einnimmt, und in solche, bei denen er nur in der Aftergegend und dahinter auftritt.

Für den Umstand, daß die bei *Nerophis* zu beobachtenden Verhältnisse primär sind und den Selachiern näher stehen, spricht auch die Tatsache, daß bei keiner anderen Fischart das Blutmesoderm so lange seinen paarigen Charakter behält. Diese Paarigkeit geht so weit, daß die Wände der *Vena caudalis* ebenfalls paarweise angeordnet sind, was lebhaft an die Bildung der Randgefäße in dem peripheren Mesoderm der Selachier erinnert.

Es darf zwar das Blutmesoderm der Teleostier keineswegs als ein ausschließlicher Mutterboden der intraembryonalen Gefäße und der Blutkörperchen angesehen werden; jedenfalls stellt es aber die wichtigste und bedeutendste Quelle derselben dar. An dem Aufbau der Gefäße beteiligt sich ja ohne Zweifel auch teilweise das Mesenchym, und die Blutkörperchen finden auch, wie ich nachgewiesen zu haben glaube, ihre Ursprungsstätte in dem Entoderm (*Gobius*, *Blennius*), ja sogar in der Deckschicht der Dotterkugel.

Aus dem Zoolog. Instit. der Lemberger Universität, unter der Leitung des Prof. J. Nusbaum.

Regeneracya pokrywy skrzelowój i pletw u ryb kostno-skieletowych. — Zur Regeneration des Kiemendeckels und der Flossen der Teleostier.

Mémoire

de M^{lle} **C. BEIGEL**,

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 4 Juillet 1910.

(Planches XXV et XXVI).

I. Regeneration des Kiemendeckels.

Die Regenerationsfähigkeit des Kiemendeckels der Knochenfische wurde bereits von Morill (11, 1906) bei *Fundulus heteroclitus* untersucht, jedoch mit negativem Resultate. Das knöcherne Operculum regenerierte nicht, nur die Kiemendeckelmembran breitete sich über die Wundränder aus und verschloß die Wundöffnung.

Auf Anregung meines Lehrers, des Herrn Professors Dr. Józef Nusbaum, dem ich hier für sein liebenswürdiges Entgegenkommen bei meiner Arbeit und das warme Interesse meinen innigsten Dank ausspreche, unternahm ich die Nachprüfung der Resultate Morill's.

Ich entfernte Teile des Kiemendeckels samt der Kiemendeckelmembran bei sehr jungen, 3—5 cm langen Exemplaren von *Salmo fario*, etwas größeren, 5—8 cm langen von *Tinca vulgaris* und *Cyprinus carpio*, als auch bei bedeutend älteren, obgleich nicht größeren Individuen von *Amiurus nebulosus*. Die Zahl der operierten Fische belief sich auf ungefähr 100 Exemplare.

Bei allen hier genannten Arten der Knochenfische trat vollkommene Regeneration ein. Die zurückgebliebenen Teile der Opercularknochen vervollständigten sich zu ganzen Knochenplatten; es regenerierte ebenfalls die Kiemendeckelmembran mit den in ihr eingelagerten knöchernen Kiemenhautstrahlen.

Die zur Regeneration des Kiemendeckels nötige Dauer war bei den jungen, kaum 6—7 Monate zählenden Exemplaren von *Salmo f.*

die kürzeste: sie betrug hier 4—5 Monate, bei *Tinca vulg.* und *Cyprinus carpio* 6—7 Monate, am längsten aber dauerte die Regeneration des Kiemendeckels bei *Amiurus neb.* Erst nach 7—9 Monaten waren die entfernten Teile hergestellt, es kam aber beim Zwergwels bei sehr tiefgreifender Operation auch unvollkommene Regeneration vor.

Die Schnittführung und Größe der entfernten Teile waren verschieden und durch die besonderen, den untersuchten Arten von Knochenfischen eigenen, morphologischen Verhältnisse bedingt. — Bei *Salmo f.*, *Tinca vulg.* und *Cyprinus carpio* wurde gewöhnlich ein einziger Vertikalschnitt angelegt, wodurch, wie es das Schema in Fig. 1 (1—1) zeigt, — das den Kiemendeckel von *Salmo f.* abbildet, — Teile des Operculare und Suboperculare samt Kiemenhaut entfernt wurden. Eine so einfache Schnittführung war aus diesem Grunde möglich, weil bei diesen Fischen der freie Rand des Kiemendeckels groß ist; er bildet bei *Salmo f.* sogar einen dreieckigen Vorsprung, die Kiemenhaut ist hier schmal und gewährt leichten Zutritt zur Kiemenhöhle. Erst in der ventralen Verlängerung der Branchiostegalmembran befinden sich kurze und ziemlich dünne Branchiostegalstrahlen. — Da bei *Tinca v.* und *Cyprinus carpio* der äußere Rand des Kiemendeckels rund und auch von der vorderen, mehr ventralen Seite frei ist, wurden hier auch Schrägschnitte angelegt, wie es auf dem Schema Fig. 1 (2—2) zu sehen ist. Durch einen in schräger Richtung verlaufenden Schnitt wurden oft Teile sämtlicher Opercularknochen entfernt. — Bei *Amiurus neb.* war die Schnittichtung eine andere. Im Zusammenhange mit dem bei den Siluroiden sehr breiten, niedergedrückten Kopfe, erfährt auch der Kiemendeckel eine Änderung. Er ist hier verhältnismäßig klein, das Suboperculare fehlt gänzlich, der äußere Rand des Operculare ist konkav, und dieses stößt ventralwärts an das mächtige, zinkenförmige Interoperculare. Dagegen finden wir bei *Amiurus neb.* die Branchiostegalmembran sehr stark entwickelt; in ihrem basalen, d. i. den Opercularknochen nächst liegenden Teile sind die Branchiostegalstrahlen des Hyoidbogens eingelagert; diese sind sehr dick und ziehen sich in ventro-dorsaler Richtung fast bis zum obersten, dorsalen Ende der Membran, der sie als kräftige Stütze dienen.

Infolge der geschilderten Verhältnisse ist es schwer, nur durch einen Schnitt einen größeren Teil des knöchernen Operculum zu

entfernen. Es wurden also 2 oder 3 Schnitte geführt, wie es das Schema in Fig. 2, das den Kiemendeckel samt Kiemenhautstrahlen bei *Amiurus neb.* abbildet, in den Schnittrichtungen (1—1) oder (2—2) veranschaulicht. — Auch bei so eingreifender Operation, bei der die ganze Kiemengegend frei zu sehen war, waren die zusammen mit Branchiostegalstrahlen entfernten Knochenstücke nicht viel größer, als die durch einen Schnitt abgetrennten Opercularteile bei *Salmo f.* oder *Tinca vulg.* Bei einigen jungen Exemplaren von *Salmo f.* und *Cyprinus carpio* wurde, nachdem sie den entfernten Teil des Operculum regeneriert hatten, derselbe wieder abgeschnitten, unter Zurücklassung eines sehr kleinen Restes des Kiemendeckels. Da die Kiemen jetzt fast ganz des Deckels entbehrten und deshalb verschiedenen Schäden ausgesetzt waren, gingen die Fische gewöhnlich nach einigen Monaten ein, aber auch in diesen Fällen waren stets Spuren von beginnender Regeneration zu bemerken.

Bei dieser Schilderung des Kiemendeckels will ich noch weiter hervorheben, daß die Opercularknochen bei *Salmo f.* zur Zeit der Operation sehr dünne, im Wachsen begriffene Knochenplatten darstellten; die Opercularknochen bei *Tinca vulg.*, *Cyprinus carpio* und *Amiurus neb.* waren bedeutend dicker, sie enthielten Kanäle und Knochenzellen, letztere in sehr großer Menge bei *Cyprinus carpio*. Sämtliche Opercularknochen sind von beiden Seiten mit einem dünnen Periost bedeckt. Die den knöchernen Deckel von der Außen- und Innenseite bedeckende Haut bildet eine den Kiemendeckel umsäumende Falte, d. i. die Branchiostegalmembran. Das Epithel der Hautdecke ist mehrschichtig und enthält die typischen Drüsen, als auch Hautsinnesorgane der Seitenlinie. Die Cutis zieht sich vom Kiemendeckel weiter in die Branchiostegalmembran, wo sie in das Innere derselben Fibrillenbündel aussendet, zwischen welchen die Muskelfaserbündel der Branchiostegalmembran liegen. Bei *Tinca vulg.*, *Cyprinus carpio* und *Amiurus neb.* waren zur Zeit der Operation die Muskeln der Membran schon in typischer Weise entwickelt; der inneren Membranwand anliegend, verliefen sie vom basalen bis zum äußersten Rande in einer diesem Rande und dem Laufe der Branchiostegalstrahlen parallelen Richtung. Den übrigen inneren Raum der Membran füllt ein gallertiges, mit sehr dünnen elastischen und kurzen, dicken, leimgebenden Bindegewebsfasern ausgestattetes Gewebe aus. Bei *Salmo f.* wies die Branchiostegalmembran zur Zeit der Operation kein endgültiges Entwicklungs-

stadium auf, es waren darin weder Muskeln noch das gallertartige Gewebe vorhanden, sie war bloß mit unregelmäßigen Mesenchymzellen ausgefüllt, die Cutis war noch sehr dünn, und da auch die Opercularknochen im Wachsen begriffen waren, begünstigten diese primitiven Verhältnisse zweifellos den schnelleren Verlauf der Regeneration bei *Salmo f.*

Betreffs der besonders bei *Amiurus neb.* mächtig entwickelten Branchiostegalstrahlen ist zu bemerken, daß sie von einer Rinde kompakter Knochensubstanz umgeben sind, der axiale Teil derselben dagegen oft sehr spongiös ist, viele Zellen enthält und sich schwächer als die äußere Knochenrinde färbt. An manchen Stellen haben die axialen Radienteile den Anschein nicht total verknöcherten Knorpels, was auf die Herkunft der Branchiostegalstrahlen als Ersatzknochen hinweist. Unter den in dorsaler Richtung immer dünner werdenden Kiemenhautstrahlen erscheinen auch größere Knorpelmassen, die im gallertigen Bindegewebe der Membran eingebettet, sich in der Richtung der Kiemenhautstrahlen ziehen.

Der Regenerationsprozeß des Kiemendeckels vollzog sich folgendermaßen:

Einige Tage nach der Operation war bei *Salmo f.* die Bedekung der Wunde mit einem mehrschichtigen Epithel zu konstatieren. Indem diese Epithelzellen sich energisch vermehrten, bildete sich eine epitheliale Falte, in der sich bald auch junges Mesenchymgewebe vorfand; dieses proliferierte aus dem lockeren Bindegewebe, welches sich zwischen den zurückgebliebenen Opercularknochen in reichlicher Masse vorfand, in die Epithelfalte. Die erwähnte Falte war lange Zeit ganz pigmentlos und hob sich deutlich von dem dunkelpigmentierten übrigen Teile des Kiemendeckels ab. Wie ich mich auf Schnitten überzeugen konnte, begann bei *Salmo f.* oft schon in der fünften Regenerationswoche sich ein neuer Knochen zu bilden.

In Fig. 39 ist ein in naso-kaudaler Richtung verlaufender Querschnitt durch einen in der sechsten Regenerationswoche sich befindenden Kiemendeckel von *Salmo f.* abgebildet. Es wurden in diesem Falle Teile des Operculare und des teilweise unter ihm liegenden Suboperculare entfernt. Wir sehen nun schon in diesem frühen Stadium eine regenerierte Branchiostegalmembran, die mit lockerem Mesenchym ausgefüllt ist. Das Epithel besitzt schon Schleimdrüsen, nur ist die Cutis, die in direkter Kontinuität mit

der alten steht, sehr zart und bildet noch eine homogene Lamelle. Die Regeneration der Opercularknochen hat schon begonnen. Wir sehen, daß die Zellen des die zurückgebliebenen Knochenteile von beiden Seiten bedeckenden Periosts sich energisch vermehren und als dichte Zellschichten in das die Membran ausfüllende Mesenchym vordringen. Zwischen den zwei Schichten dieser aus dem alten Perioste stammenden Osteoblasten befindet sich ein neuer Knochen (Fig. 39, reg. Opk.), der die unmittelbare Fortsetzung des alten bildet. Die junge Knochensubstanz bildet eine dünne Lamelle, deren Richtung mehr der Außenseite des Kiemendeckels zugekehrt ist, was vielleicht durch die sich sehr energisch vermehrenden Mesenchymzellen verursacht wird, indem dieselben den zarten Knochenstreifen verdrängen. Im späteren Regenerationsstadium, wenn der Knochen an Dicke zunimmt, wird auch seine Richtung eine normale, und nur an der Schnittebene bleibt der Übergang zwischen altem und regeneriertem Knochen durch lange Zeit sichtbar. Die Osteoblasten sind große, rundliche oder ovale Zellen mit chromatinreichen Kernen; sie liegen dem regenerierenden Knochen in einer oder zwei Schichten an und bilden an dessen distalem Knochenende einen kleinen Haufen.

Die Opercularknochen regenerieren bei allen hier untersuchten Arten von Knochenfischen auf die eben beschriebene Weise. Sie entstehen also in unmittelbarer Kontinuität mit dem alten Knochen, ausschließlich aus den sich vermehrenden Zellen des alten Periosts, in proximal-distaler Richtung.

Bei *Cyprinus carpio* und *Tinca vulg.* hatte die Regeneration denselben Verlauf, nur dauerte sie hier länger. In Fig. 40 ist ein Querschnitt in naso-kaudaler Richtung aus einem schon 6 Monate lang regenerierenden Kiemendeckel bei *Cyprinus carpio* abgebildet. Hier sind Teile aller Opercularknochen entfernt worden. Es ist da eine vollständige Regeneration eingetreten, da sämtliche Opercularknochen restituiert sind, und wir sehen auch eine neue Branchiostegalmembran mit regenerierten Muskeln, die eine den normalen vollkommen analoge Lage haben. Indessen ist es leicht, in der ganzen Schnittserie den Übergang des alten Teiles in den regenerierten zu verfolgen, da nämlich der junge Knochen einen etwas welligen Verlauf hat, sich schwächer färbt als der alte Teil, und da an der Stelle, wo der Schnitt angelegt worden ist, Zacken oder schmale Spalträume zwischen dem alten und dem neuen Kno-

chen genau zu sehen sind; auch auf dem in Fig. 40 abgebildeten Querschnitte, besonders auf dem Sub- und Interoperculare treten sie deutlich hervor. Die regenerierten Knochen sind mit einer Osteoblastenschicht von allen Seiten bedeckt. Im Epithel befinden sich nebst den regenerierten Schleim- und serösen Drüsen auch Hautsinnesorgane, die in den tieferen Epithelschichten als kleine, runde Knospen, und der Oberfläche näher in schon normaler Größe zu sehen sind.

Bei *Amiurus neb.* wurden, wie bereits erwähnt wurde, 2 oder 3 Schnitte angelegt. An jeder Wundfläche trat Regeneration ein, so daß sich die Hautfalte von allen Wundrändern aus bildete. Dann erfolgte die Regeneration der Opercularknochen, wie bei den andern Teleostiern, nur nahm der Prozeß hier noch längere Zeit in Anspruch.

Die Regeneration der knöchernen Branchiostegalstrahlen erfolgte aus der periostalen, dicken Bindegewebsschicht, welche die Radii branchiostegi umhüllt. Die stark wuchernden Bindegewebszellen haben ein fast homogenes Plasma und große, ovale Kerne, die sich bedeutend schwächer tingieren als die Osteoblastenkerne der regenerierenden Opercularknochen. Zwischen den Zellen sind sehr zahlreiche, in verschiedenen Richtungen verlaufende Bindegewebsfasern vorhanden. In diese Zell- und Fasermasse eingebettet, liegen die regenerierenden Branchiostegalstrahlen, aus unregelmäßigen, miteinander durch Bindegewebsfasern verbundenen Trabekeln bestehend. Die Endungen dieser Trabekeln sind von zahlreichen Osteoblasten umgeben, zwischen welchen sich dicke, leimgebende Fasern befinden, die unmittelbar in die knöchernen Trabekeln übergehen.

Die Durchmusterung ganzer Schnittserien, die aus den in verschiedenen Regenerationsstadien konservierten Kiemendeckeln stammten, überzeugte mich, daß bei der Regeneration der Branchiostegalstrahlen ein Knorpelgewebe überhaupt nicht vorkommt, auch nicht im distalen, jüngsten Strahlenende, wo in normalen Verhältnissen sich ganze Massen von Knorpelgewebe befinden. Die Branchiostegalstrahlen regenerieren also aus einer aus Zellen und Bindegewebsfasern bestehenden Matrix.

Bei *Amiurus neb.* war sogar im neunten Regenerationsmonate die Lage der regenerierten Muskeln in der Branchiostegalmembran keine normale. Anstatt der inneren, der Kiemenhöhle zugekehrten Membranwand anzuliegen, haben die neuen Muskeln einen mehr

medialen Verlauf, sie liegen in dem regenerierten gallertigen Bindegewebe eingebettet und füllen den zentralen Teil der Membran aus. Dieser Umstand mag seine Ursache darin haben, daß zur Zeit, wo die regenerierenden Muskelfasern in die Membran vordrangen, der innere Raum der Branchiostegalmembran mit regeneriertem Bindegewebe schon ausgefüllt war; die jungen, vorwärtsdringenden Muskelfasern konnten also nur der Richtung des geringsten gewebigen Widerstandes folgen. Da ich meistens sehr späte Regenerationsstadien untersuchte, war ich nicht in der Lage, den Regenerationsprozeß der Muskelfasern zu beobachten, indem ich überall schon jungen Fibrillenbündeln mit vielen Kernen begegnete.

In einigen Fällen kam bei den schon älteren Exemplaren von *Amiurus neb.* unvollkommene Regeneration vor. Es waren nämlich sehr große Wunden gesetzt worden. Trotzdem regenerierte auch in diesen Fällen das knöcherne Operculare, es fehlten jedoch Teile des Interoperculare, an dessen Stelle sich eine Knorpelwucherung einstellte. Die Knorpelmasse war von den anderen Knochenteilen durch einen dicken Muskel getrennt. Dieser Muskel und Knorpel vervollständigten den Kiemendeckel, indem sie mit Hilfe der regenerierten Branchiostegalstrahlen seine Stütze bildeten.

II. Regeneration der paarigen und der unpaaren Flossen der Teleostier.

1. Regeneration der Schwanzflosse.

Anlaßlich der Untersuchungen über das Regenerationsvermögen des Operculum operierte ich bei *Salmo f.*, *Tinca vulg.*, *Cyprinus carpio*, *Cobitis taenia* und *Amiurus neb.* die paarigen, als auch die unpaaren Flossen, mit besonderer Beachtung der Regenerationsfähigkeit der einzelnen Flossen bei verschiedenen Arten der Teleostier, wie auch der Form und Lage des Regenerats, der Schnelligkeit des Regenerationsprozesses, sowie auch endlich der Einzelheiten des histologischen Geschehens.

Infolge der langen Untersuchungsdauer und des reichlichen Materials, welches mir zur Verfügung stand, kann ich außer der Feststellung, daß alle Flossen dieser Teleostierarten regenerationsfähig sind, auch manche Ergänzungen zu dem von Nusbaum und Sidoriak (5, 1900), Morgan (6, 1900; 8, 1902; 13, 1906), Suworow (10, 1904), Bogacki (12, 1906) und anderen Autoren

geschilderten Regenerationsprozesse hinzufügen. Während Nussbaum und Sidoriak gegen die bisherige Meinung feststellten, daß den Fischen ein weitgehendes Regenerationsvermögen zukommt, und daß sie im Dottersackstadium sehr große Körperverluste auszugleichen imstande sind, beschäftigte sich Morgan mit der Regeneration der Flossen, und zwar mit der Lage, Größe und Form des Regenerats, als auch mit der Wachstumsgeschwindigkeit je nach der Richtung des angelegten Schnittes. Morgan operierte die Schwanzflosse durch die verschiedenartigsten Schnitte und Schnittkombinationen und kam auf Grund seiner sehr zahlreichen Experimente zu wichtigen Schlüssen. Besonders beschäftigte ihn das interessante Problem der Regeneration aus einer schrägen Schnittfläche, bei welcher er die Wirkung eines inneren formativen Faktors nachweist.

Ich wiederholte sämtliche Experimente Morgan's an der schwach gerundeten Schwanzflosse von *Amiurus neb.* und *Tinca vulg.*, von *Cobitis taenia*, wo sie eine runde Form hat, und an den Gabelschwänzen von *Cyprinus carpio* und *Salmo fario*.

Da die meisten Resultate im Einklange mit den Morgan'schen Experimenten stehen, will ich hier nur diejenigen anführen, die gewissermaßen ein anderes Verhalten des Regenerats zeigen. Da solche abweichende Fälle besonders bei der Regeneration aus einer schrägen Schnittfläche vorkamen, müssen wir auf die Ausführungen Morgan's über diesen Gegenstand näher eingehen.

Im folgenden zitiere ich die wichtigsten Erörterungen Morgan's wörtlich:

„Wenn der Schwanz von *Fundulus* schräg abgeschnitten wird, so bildet sich in wenigen Tagen längs der Schnittenden neues Material. In der ersten Zeit erscheint es längs des ganzen Schnittes in annähernd gleicher Menge. Wenn nun das neue Gewebe nach und nach an Größe zunimmt, so wächst es stärker an denjenigen Teilen des Schnittes, die der Basis näher liegen. Und dieses stärkere Wachstum dauert an der unteren Schwanzseite solange an, bis die abgerundete Form des Schwanzes fertig ist. Legen wir den Schnitt nun so, daß derjenige Teil, der näher der Basis des Schwanzes liegt, sich an der Oberseite befindet, so ist das Resultat prinzipiell dasselbe. Der obere Teil des neuen Materials wächst rascher als irgend ein anderer Teil. Wenn wir zwei schiefe Schnitte an demselben Schwanz anbringen, so wächst das neue Material in jedem Falle an den Teilen desjenigen Schnittendes, welches der Basis näher liegt, am schnellsten. Man könnte diese Resultate ja auf die bessere Ernährung derjenigen Gewebe, die der Basis des Schwanzes näher liegen, zurückführen. Aber man kann ohne Schwierigkeit zeigen, daß der Unterschied in der Wachstumsgeschwindigkeit an den verschie-

denen Stellen des Schnittendes nicht auf diesen Faktor zurückgeführt werden kann. Wenn man z. B. den Schwanz eines Fisches ganz nahe am distalen Ende abschneidet, wie es Fig. 5 (1—1) zeigt, in einem zweiten Falle ganz nahe der Basis, Fig. 5 (2—2), und bei einem dritten Fisch einen Schrägschnitt anlegt, der so verläuft, daß sein oberes Ende von der Schwanzspitze so weit entfernt ist wie der Schnitt (1—1) und sein unteres so weit wie der Schnitt (2—2), so finden wir, daß die Wachstumsgeschwindigkeit an der ersten, basal gelegenen Schnittfläche, weit größer ist, als die an der zweiten mehr distal liegenden, und daß das Wachstum an den unteren Partien der schrägen Schnittfläche zwar genau so rasch erfolgt wie im ersten Falle, in den oberen Partien aber weit langsamer wie im zweiten Falle. Mit anderen Worten: Das Maximum der Wachstumsgeschwindigkeit, die überhaupt für den ganzen Querschnitt erreicht werden kann, kommt nur an seinem unteren Ende zur Geltung, und das Wachstum des Restes des Regenerats wird gehemmt. Noch durch ein anderes Experiment kann ein ähnliches Resultat erreicht werden. Wenn der Gabelschwanz eines jungen *Stenopus chrysops* durch einen Querschnitt abgeschnitten wird, so finden wir, daß zunächst längs des gesamten Schnittendes neues Material in gleicher Menge produziert wird. Bald beginnt das Regenerat an den zwei Spitzen, der oberen und der unteren, rascher zu wachsen, so daß der charakteristische Schwalbenschwanz schon in einem sehr frühen Stadium zur Ausbildung kommt, und zwar lange, ehe das Regenerat die Höhe der Kerbe des alten Schwanzes erreicht hat. Schneidet man den Schwanz eines anderen Individuums durch einen Schrägschnitt ab, so finden wir, daß an den zwei Enden des neuen Schwanzes das Wachstum rascher vor sich geht, daß aber von diesen beiden wiederum das untere rascher wächst als das obere. Diese Resultate zeigen ganz klar, daß in irgend einer Weise das Wachstum des Regenerats durch das Bestreben, die typische Form zu erreichen, beeinflusst wird. Das rascheste Wachstum findet an den Stellen statt, an welchen die beiden Lappen des Schwanzes sich entwickeln sollen, mit anderen Worten: Wenn auch die physiologischen Bedingungen die Maximalgeschwindigkeit des Wachstums längs des ganzen Schnittendes gestatten würden, so wird diese Maximalgeschwindigkeit nur an den Stellen erreicht, an denen sie einsetzen muß, um die charakteristische Form des neuen Schwanzes hervorzubringen. An allen anderen Stellen wird das Wachstum gehemmt. Dieselbe Erklärung gilt auch für das raschere Wachstum an denjenigen Teilen eines schräg abgeschnittenen Schwanzes, welche der Basis am nächsten liegen, denn nur auf diese Art und Weise erreicht der Schwanz möglichst bald seine typische Form wieder“¹⁾.

In seinen im Jahre 1906 weiter geführten Untersuchungen findet Morgan eine vollkommene Bestätigung der früheren Experimente. Auch hier fand er, daß der Wachstumsbetrag an dem distalen Ende eines Schrägschnittes den dritten, ja sogar den vierten Teil des Wachstumsbetrages an dem proximalen Ende dieses Schnittes ausmachte.

Indem Morgan die Erscheinung der Hemmung des Wachs-

¹⁾ T. H. Morgan, *Regeneration*, 1907.

tums theoretisch bespricht und sie durch seine Spannungshypothese aufzuklären versucht, spricht er die Ansicht aus, daß die Hemmung durch die veränderten Druck- und Zugverhältnisse im alten und im neuen Teile verursacht wird. Die Ursache besteht nach Morgan darin, „daß das neugebildete Gewebe im proximalen Teil der Schnittfläche vermöge eines Bildungsreizes dem distalen Teil solange überlegen ist, bis es dasselbe Niveau erreicht hat. Dieser Bildungsreiz entsteht dadurch, daß infolge des Niveau-Unterschiedes die proximale Neubildung einen Zug oder eine Spannung ausübt auf die distale und hier das Wachstum verzögert“¹⁾.

Ich wiederholte die Experimente Morgan's, legte an den Schwanzflossen der erwähnten Teleostierarten Schrägschnitte an und kam zu folgenden Resultaten:

1. Nach einer kurzen Zeit (2—3 Wochen) gleichmäßigen Wachstums, während deren der Wachstumsbetrag längs der ganzen Schnittfläche eine annähernd gleiche Breite aufwies, begann ein stärkeres Wachstum in einem oder in zwei Punkten, die der Schwanzbasis näher lagen, und die Flosse erreichte rasch ihre typische Form. Das stärkere Wachstum an gewissen Stellen zeigen Fig. 4, 5, 6 und 7, welche die Schwanzflossen von *Amiurus neb.*, *Cyprinus carpio*, *Salmo f.* und *Cobitis taenia* darstellen. Diese Resultate zeigen also eine vollkommene Bestätigung der Morgan'schen Untersuchungen.

2. Wenn eben solche Schrägschnitte an den Schwanzflossen angebracht wurden, zeigte sich in zahlreichen Fällen, daß der Wachstumsbetrag durch eine sehr lange Zeit (sogar 4—5 Monate) längs der ganzen Schnittfläche ein gleicher war und das Regenerat eine symmetrische Form hatte, daß also das Wachstum hier unabhängig von der Art des Schnittes verlief. Diese Form der Regenerate sehen wir in Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 und 16, die ebenfalls allen untersuchten Arten der Knochenfische entnommen sind. In Fig. 8 ist die Schwanzflosse von *Amiurus neb.* in der siebenten, in Fig. 9 in der neunten Regenerationswoche abgebildet. Die Regenerate besitzen keine besonderen Merkmale, die auf Regeneration aus der schrägen Schnittfläche zurückzuführen wären, sie gleichen in ihrer Form vollkommen denjenigen, die wir an verti-

¹⁾ Vergl. D. Barfurth. Regeneration und Involution. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgesch. 1906. B. XVI.

kalen Schnittflächen gewöhnlich sehen. Dieselben Verhältnisse finden wir noch bei *Amiurus neb.* in der vierzehnten (Fig. 10) und sogar in der einundzwanzigsten Regenerationswoche, wie es Fig. 11 zeigt.

Trotzdem in diesem späten Regenerationsstadium der Wachstumsbetrag schon einige Millimeter ausmachte, war näher der Flossenbasis kein stärkeres Wachstum zu bemerken; die Form des Regenerates ist fortwährend eine symmetrische, weil eben keine Hemmung im Wachstum sich geltend macht. In denselben Figuren sehen wir jedoch, daß das Regenerat selbst (ohne den alten Teil) die typische Form des *Amiurus*-Schwanzes aufweist, und zwar die runden Ecken und die leichte Kerbe in der Schwanzmitte. Es hat den Anschein, als ob sich an der Schnittfläche der äußerste Rand der typischen Schwanzflosse entwickelte, wie er ebenso gut auf einer vertikalen Schnittfläche auftreten könnte.

Auch bei *Tinca vulg.*, *Cobitis taenia*, *Cyprinus carpio* und *Salmo f.* waren die letztbeschriebenen Verhältnisse nebst den unter 1) geschilderten zu konstatieren. Fig. 12 zeigt die Schwanzflosse von *Tinca vulg.* in der fünften, und Fig. 13 in der zehnten Regenerationswoche; auch hier ist keine Spur von stärkerem Wachstum an dem proximalen Ende des Schrägschnittes zu sehen. ebensowenig finden wir es in Fig. 14, die eine regenerierende Schwanzflosse von *Cobitis taenia* aus der neunten Regenerationswoche darstellt, oder endlich in Fig. 15 und 16, welche regenerierende Schwanzflossen von *Cyprinus carpio* in der fünften Regenerationswoche abbilden. Zu beachten ist, daß die zwei kleinen Lappen, die bei *Cyprinus carpio* zum Vorschein kamen, von gleicher Größe sind, daß also in allen hier geschilderten Fällen von einer Wachstumshemmung am distalen Schnittende der Schrägschnittfläche keine Rede sein kann.

Regenerate von symmetrischer Form aus Schrägschnittflächen treffen wir auch in späteren Stadien bei *Salmo f.* an, obgleich nicht so oft, wie bei anderen Teleostierarten. In Fig. 17 sehen wir eine aus der zehnten Regenerationswoche stammende Schwanzflosse von *Salmo f.*, bei welcher der mehr von der Basis entfernte Schwanzlappen sogar größer ist als der proximale.

Die Betrachtung der Figuren 8 bis 17 zeigt klar, daß auch die symmetrischen Regenerate die typische Form des äußersten normalen Flossenrandes annehmen, daß also auch hier in einem oder zwei Punkten stärkeres Wachstum einsetzte, welches das Entstehen

der Wölbung bei *Amiurus neb.*, oder der größeren Lappen in den Schwanzflossen von *Cyprinus carpio* zur Folge hatte.

Obwohl sich also auch beim Ausbleiben des stärkeren Wachstums an dem proximalen Schnittende der schrägen Wundfläche ein „innerer formativer Faktor“ wirksam zeigt, so unterscheidet sich doch seine Wirkung gar nicht von derjenigen, welche bei der Regeneration aus einer vertikalen Schnittfläche zur Geltung kommt.

Folgende Tabelle gibt die Übersicht, wieviel von je in einer Serie operierten Flossen in einer gewissen Zeit ein symmetrisches

Operierte Teleostierart	Serie	Zahl der operierten Schwanz- flossen	Messungszeit des Regenerats (in Wochen)	Zahl der Schwanzflossen	
				die ein Rege- nerat von symmetrischer Form haben	die ein Rege- nerat von asymmetrischer Form haben
1. <i>Amiurus neb.</i>	I	2	3	—	2
	II	30	4	22	8
	III	8	6	7	1
	IV	9	7	7	2
	V	12	10	8	4
	VI	3	14	2	1
	VII	1	21	1	—
2. <i>Tinca vulg.</i>	I	6	4	6	—
	II	3	6	1	2
	III	2	7	2	—
	IV	9	10	6	3
3. <i>Cyprinus carpio</i>	I	4	3	1	3
	II	2	4	2	—
	III	2	7	2	—
4. <i>Cobitis taenia</i>	I	6	6	3	3
	II	2	8	1	1
	III	2	9	1	1
5. <i>Salmo fario</i>	I	10	4	8	2
	II	12	6	3	9
	III	4	8	2	2
	IV	2	15	—	2

Regenerat, wenn auch mit Wahrung der Form des äußeren Flossenrandes zeigten, und wieviel Flossen ein durch stärkeres Wachstum im proximalen Teile asymmetrisches Regenerat zu derselben Zeit besaßen.

Wenn wir nun die Zahl der symmetrischen und der asymmetrischen Regenerate in Verbindung mit der Zeit, in der sie zum Vorschein kommen, betrachten, so finden wir, daß am häufigsten Regenerate von symmetrischer Form bei *Amiurus neb.*, am seltensten bei *Salmo f.* vorkommen und daß immer sich zuerst ein symmetrisches Regenerat bildet, welches schon nach 3 Wochen seine Symmetrie verlieren kann, da es am proximalen Schnittende stärker zu wachsen beginnt, — oder wir sehen, daß das Regenerat fortwährend so wächst, daß es trotz der typischen Form, die es selbst besitzt, dennoch ein symmetrisches Gebilde vorstellt, sogar noch in der einundzwanzigsten Regenerationswoche. In sehr vielen Fällen trat, wenn auch spät (Fig. 18), doch eine Regulierung der Flosse ein, und das Regenerat paßte sich dem zurückgebliebenen Flossenteile an; es traf sich aber oft, daß die Regulierung ausblieb.

Bei *Tinca vulg.* legte ich auch Quer- und Schrägschnitte an, wie sie in Fig. 19, 20 und 21 abgebildet sind. Auch in diesen Fällen war keine Hemmung am distalen Ende des Schrägschnittes zu beobachten, da an beiden Flächen neues Gewebe sich in gleicher Menge bildete. Der äußere Rand des Regenerats zeigt hier ebenfalls die typische Wölbung.

Aus den geschilderten Tatsachen ergibt sich einerseits, daß die Entfernung von der Flossenbasis keinen Einfluß auf die Wachstumsgeschwindigkeit ausübt, und andererseits, daß stärkeres Wachstum am proximalen Ende, resp. eine Hemmung des Wachstums am distalen Ende eines Schrägschnittes sich nicht immer nachweisen läßt. Das Regenerat zeigt oft die Tendenz, zuerst eine Flossenanlage von typischer Form des äußeren, distalen Flossenrandes zu bilden, welche sich der Schnittfläche anlegt, gleichgültig welcher Art diese Schnittfläche auch sein mag, und erst nachher diese Anlage dem zurückgebliebenen Flossenteile zur Herstellung eines typischen Ganzen anzupassen.

In dem „inneren Faktor“, der sich nach Morgan bei der Flossenregeneration äußert, können, meinen wir, zwei Wirkungen unterschieden werden, die gleichzeitig oder nacheinander zum Vorschein

kommen können. Die erste Wirkung besteht darin, daß das neue Material infolge ungleichmäßigen Wachstums die typische, der Art eigene Flossenform annimmt, ohne jedoch die Herstellung einer normalen Flosse vollkommen herbeizuführen. Die andere Wirkung dieses Faktors ist eine Hilfswirkung und besteht darin, daß sich die symmetrische Flossenanlage den jeweiligen Operationsbedingungen, also der Art des Schnittes anpaßt, so daß der alte und der neue Teil ein typisches Ganzes bilden. Die Anpassung des Regenerats an den restlichen Teil kommt ebenfalls durch ungleichmäßiges Wachsen zustande. Das Resultat beider Wirkungen ist die normale, typische Flosse, aber während der Anteil der ersten Wirkung sich in einer Weise stets äußert, d. i. in der Bildung des äußeren Flossenrandes, muß die zweite Wirkung sich stets in derjenigen Form erweisen, welche mit Rücksicht auf den angelegten Schnitt zur Regulation des Ganzen erforderlich ist.

Da unsere Beobachtungen uns gezeigt haben, daß eine Flossenanlage von typischer Form sowohl bei jungen als auch bei alten Individuen zustande kam, bei ersteren sogar nach viermal wiederholter Regeneration, dagegen eine vollkommene Regulierung dieses Regenerats und Anpassung an den zurückgebliebenen Teil nicht immer eintrat, so ist daraus zu entnehmen, daß die erste Wirkung des „inneren Faktors“ eine konstantere, tiefer den Organen inwohnende ist als die andere. Wenn mit dem vorgeschrittenen Alter die Regenerationsfähigkeit abnimmt, so geschieht es auf diese Weise, daß zuerst die Fähigkeit zur speziellen Anpassung des Regenerats an die verschiedenen Verletzungsarten verloren geht, während die Fähigkeit, ein Regenerat mit typischem äußeren Flossenrande zu bilden, sich bedeutend längere Zeit erhalten kann. Bei sehr jungen Individuen wirken beide Arten des „inneren Faktors“ gleichzeitig, und das sind die günstigsten Fälle der Regeneration, da wir hier beobachten können, wie das neue Material durch ungleichmäßiges Wachstum die typische Form des Ganzen herstellt. In den meisten Fällen aber, und besonders bei etwas älteren Individuen ist eine nacheinander folgende Wirkung beider hier unterschiedenen Arten des „formativen Faktors“ zu bemerken, oder sogar der ersten ohne die zweite, aber nie der zweiten ohne die erste, weil nämlich auch die typische Form der ganzen Flosse dann in die Erscheinung tritt, wenn das Regenerat dem übrigen Teile angepaßt ist.

Auf diese Weise erkläre ich das häufige Vorkommen symmetrischer Regenerate auch in späteren Regenerationsstadien.

Es sei noch bemerkt, daß, wie Morill (11, 1906) und andere Autoren behaupteten, die Regeneration der Flosse nur in diesem Falle eintritt, wenn hinreichende Strahlenstümpfe zurückgeblieben sind. In Fig. 22 ist die Schwanzflosse von *Amiurus neb.* 6 Monate nach der Operation abgebildet. An der Flossenseite, wo sich keine Strahlen vorfanden, regenerierte auch keine Flosse. Dasselbe sehen wir in Fig. 23. Durch einen Vertikalschnitt wurden hier bei einem sehr jungen Exemplar von *Salmo f.* fast ganz die knöchernen Flossenstrahlen aus der zentralen Flossenpartie entfernt. Es regenerierten nun die Strahlen zu beiden Seiten der Flosse, doch hatten sie, wie wir es in Fig. 23 sehen, einen konvergenten Lauf und bildeten eine Stütze für die weichen, zentralen Flossenteile.

Auf Schnitten von dieser Flosse sah ich, daß auch im zentralen Flossenteil Regeneration der Flossenstrahlen begonnen hat, und zwar aus sehr kurzen, etwa $\frac{1}{4}$ Millimeter ausmachenden Strahlenstümpfen.

2. Die Richtung des Regenerats.

Wie bereits Morgan (1900) beobachtet hat, entwickelt sich das neue Material an einer schrägen Schnittfläche nach dem Barfurth'schen Gesetze, d. h. das Regenerat steht mit den sich in demselben entwickelnden Flossenstrahlen senkrecht zur Schnittfläche. Die Richtung der jungen Flossenstrahlen läßt sich leicht beobachten, dank dem Umstande, daß sich das Pigment zuerst zwischen den knöchernen Flossenstrahlen entwickelt, wo es dunkle Streifen bildet. Es ist interessant zu beobachten, daß das Hervortreten des dunkeln Pigmentes nicht bei allen hier untersuchten Arten von Knochenfischen auf gleiche Weise geschieht.

Bei *Amiurus neb.* z. B. kommt das Pigment erst gegen das Ende des ersten Regenerationsmonates zum Vorschein, und zwar am äußersten Rande des Regenerats als dunkler, einheitlicher Saum, oder, wie es in Fig. 24 zu sehen ist, als lokale Verdichtungen des Pigments, die voneinander gleichweit entfernt liegen. Von diesen am distalen Ende des Regenerats liegenden Häufchen zieht sich das Pigment in proximaler Richtung, bis es den zurückgebliebenen Flossenteil erreicht. Indem das Regenerat weiter wächst,

werden auch die sich darin entwickelnden Flossenstrahlen länger und verzweigen sich dichotomisch. Am äußersten Rande des Regenerats erscheinen jetzt wieder zwischen den Flossenstrahlen kleine Häufchen von dunklem Pigment, die sich ebenfalls in distal-proximaler Richtung in Form von schmalen Streifen verlängern und bald die schon früher entstandene Reihe von Pigmentstreifen erreichen, in welche sich die neue Reihe von Pigmentstreifen mittels zarter Anastomosen verliert. In diesem Stadium sehen wir im Regenerate zwei Reihen von Pigment, wie es in Fig. 25 veranschaulicht ist. Die weitere Pigmentierung findet in derselben Weise statt, also stets in distal-proximaler Richtung.

Bei *Salmo f.* dagegen beginnt die Pigmentierung im Zusammenhang mit dem alten Flossenteil, und die ebenfalls zwischen den Flossenstrahlen erscheinenden Pigmentstreifen ziehen sich in proximal-distaler Richtung bis auf die jüngsten Teile des Regenerats, die gewöhnlich fast farblos sind.

Bei *Tinca vulg.* begegnen wir im Stadium der Pigmententwicklung beiden Richtungen, der distal-proximalen und der proximal-distalen, wie wir es in Fig. 26 beobachten können.

Bei *Cobitis taenia* endlich ist die Richtung des sich entwickelnden Pigments ebenfalls eine proximal-distale (Fig. 27). Ich beobachtete, daß nicht nur an schrägen, sondern auch an vertikalen Schnittflächen die sich entwickelnden Flossenstrahlen senkrecht zur Schnittebene stehen und mit den zurückgebliebenen Strahlen einen Winkel bilden. Da nämlich die Flossenstrahlen normal einen leicht divergierenden Verlauf haben, müssen die senkrecht zur Schnittebene stehenden Strahlen mit den alten Strahlen einen stumpfen Winkel bilden. Nur die neuen Strahlen des zentralen Flossenteiles haben die Richtung der alten Strahlen. Diese Verhältnisse sehen wir in Fig. 26, die eine regenerierende Schwanzflosse von *Tinca vulg.*, und in Fig. 32, die eine Schwanzflosse von *Amiurus neb.* darstellt. Die Ursache dieses Verhaltens der regenerierenden Strahlen ist nach Tornier (1906) darin zu suchen, „daß nicht die Wunden, sondern die Wundflächen Bezirke für die Auslösung von Regeneratpotenzen sind“. In unserem Falle also ist nicht der ganze Schnitt, sondern die einem jeden einzelnen Flossenstrahl zugehörige Wundfläche für die Richtung des regenerierenden Strahles maßgebend.

Die senkrechte Lage der regenerierten Flossenstrahlen zeigen uns bei *Tinca vulg.* Fig. 26 und 29, und zwar in der fünften Re-

generationswoche, bei *Cyprinus carpio* Fig. 28, bei *Amiurus neb.* Fig. 30 und 31 in der siebenten, als auch Fig. 25 in der zehnten Regenerationswoche.

Die Strahlen liegen also eine geraume Zeit hindurch senkrecht zur Schnittfläche. Diese Dauer ist von der Wachstumsgeschwindigkeit abhängig, und infolgedessen konnte man das Wachstum bei den sehr jungen, rasch regenerierenden Exemplaren von *Salmo f.* nur kurze Zeit beobachten, bei *Amiurus neb.* dagegen, bei welchem der Prozeß langsam verlief, 6 bis 16 Wochen lang. Schließlich strecken sich auch hier die Strahlen, und zwar erfolgt die Streckung in der Zeit des gesteigerten ungleichmäßigen Wachstums, welches an den proximalen Schnittenden aufzutreten pflegt.

In Fällen, wo dieses stärkere Wachstum ausbleibt, stehen auch die Flossen sehr lange Zeit senkrecht zur Schnittfläche.

Die Ursache der Streckung der schief gewachsenen Organe suchten Barfurth (3, 1891), Morgan (6, 1900), Tornier (7, 1900) und andere Forscher zu ermitteln. Während Barfurth besonders auf die Funktion, Schwerkraft und ordnende Einwirkung des Organismus als Streckungsursachen hinwies, befaßten sich Morgan und Tornier mit dem ungleichmäßigen Wachstum, welches während der Regeneration einsetzt. Tornier, der Barfurth's Auffassung einer „funktionellen Orthopädie“ bekämpft, sieht die Ursache der Streckung schief gewachsener Schwanzspitzen lediglich in einem ungleichartigen Wachsen der Einzelpartien in diesen Objekten, nicht in einer „Selbstregulierung des Organismus“. Gegen diese Deutung Tornier's äußern sich Barfurth und Driesch folgendermaßen: „Gerade in dem Wachsen zeigt sich ja die Regulation; weil das Wachsen zu normalen Verhältnissen führt, ist es regulatorisch“. (O. Hertwig's Handbuch der Entwicklungslehre III. 3; D. Barfurth: Regenerationserscheinungen bei Wirbeltierembryonen).

Fig. 27, ferner 32 bis 38 stellen die Streckung der Flossenstrahlen in verschiedenen Stadien dar. Wenn wir Fig. 31 (*Amiurus neb.* in der sechsten Regenerationswoche) mit Fig. 34 (*Amiurus neb.* in der zwölften Reg.-woche) und Fig. 27 (*Cobitis taenia* in der zwölften Reg.-woche), ferner Fig. 30 (*Amiurus neb.* in der fünften Reg.-woche) mit Fig. 36 (*Amiurus neb.* in der 16. Reg.-woche), oder Fig. 37 und Fig. 38 (*Amiurus neb.* aus der 14. Reg.-woche), in weiterer Folge Fig. 26 (*Tinca vulg.* in der 4. Reg.-woche) mit Fig. 32

(*Amiurus neb.* in der 9. Reg.-woche), endlich Fig. 25 und Fig. 29 (*Amiurus neb.* und *Tinca vulg.* aus der 9. Reg.-woche) mit Fig. 33 (*Amiurus neb.* in der 22. Reg.-woche) vergleichen, so finden wir, daß an den regenerierenden Flossen senkrecht zur Schnittfläche stehende Flossenstrahlen so lange zu beobachten sind, als das Regenerat sich in annähernd gleicher Breite längs der Schnittfläche befindet. Sobald sich aber in den späteren Stadien ein energischeres Wachstum in dem proximalen Flossenteil geltend macht, erfolgt gleichzeitig eine Änderung in der Form des Regenerats und in der Richtung der Flossenstrahlen. Letztere biegen nämlich scharf von der senkrechten Lage ab, bilden konvexe Bogen, die aber später infolge des anhaltenden ungleichmäßigen Wachstums allmählich flach werden, bis sie sich endlich der normalen Richtung nähern.

Der Prozeß der Strahlenstreckung spricht für die große Bedeutung des ungleichartigen Wachstums bei der Herstellung einer Flosse von typischer Form und normaler Strahlenrichtung.

3. Regeneration der übrigen, paarigen und unpaaren Flossen der Teleostier.

Um die Regenerationsfähigkeit aller anderen Flossen zu untersuchen und die Regenerationsgeschwindigkeit der einzelnen derselben vergleichen zu können, entfernte ich bei *Salmo fario*, *Tinca vulg.*, *Cyprinus carpio*, *Cobitis taenia* und *Amiurus neb.* gleichzeitig Brust-, Bauch-, Anal-, und Dorsalflossen, bei *Salmo fario* auch die Fettflosse. In einer jeden Art der genannten Knochenfische wurden wenigstens je 20 Brust-, Bauch-, Anal- und Rückenflossen entfernt, und zwar so, daß in einem Teil der Fälle die Flossen total bis zur Basis, in den übrigen mit Zurücklassung eines schmalen, etwa $\frac{1}{2}$ —1 Millimeter breiten Streifens beseitigt wurden. Wie erwartet werden durfte, trat vollkommene Regeneration nur bei der zweiten Schnittführung ein, und zwar bei allen hier untersuchten Arten der Teleostier.

Die operierten Exemplare von *Salmo f.* waren in der Operationszeit zirka 6 Monate alt; sie regenerierten binnen 4—5 Monaten neue Brust-, Bauch-, Anal- und Rückenflossen ganz anstandslos. Es ist schwer zu entscheiden, welche von den genannten Flossen rascher als die anderen nachwachsen, da das neue Material an der Rückenflosse z. B. zwar etwas größer war, als das in derselben

Zeit an der Brustflosse regenerierte, aber nicht im Verhältnis zur ganzen Flosse, da bei *Salmo f.* die Brustflosse kleiner ist als die Rückenflosse.

In Hinsicht auf junge Exemplare von *Salmo fario* kann man annehmen, daß die Brust-, Bauch-, Anal- und Rückenflossen mit gleicher Schnelligkeit regenerieren. Dagegen regenerierte die Fettflosse bei *Salmo f.* während drei Monaten einen kaum bemerkbaren, schmalen Streifen; in anderen Fällen war überhaupt keine Spur von Regeneration zu sehen, auch wenn bloß ein Teil der Fettflosse entfernt wurde. Das Ausbleiben der Regeneration bei dieser Flosse kann vielleicht auf ihren rudimentären Charakter zurückgeführt werden, umsomehr da die sog. Hornfäden, die ihre Stütze bilden und in den anderen Flossen sich ebenfalls in geringer Menge befinden, während der Regeneration der knöchernen Flossenstrahlen immer auch zum Vorschein kommen.

Tinca vulg. und *Cyprinus carpio* regenerierten binnen 5—6 Monaten Brust-, Bauch-, Anal- und Rückenflossen, wobei die Zeitunterschiede in der Regeneration der Brust- und Rückenflosse sehr gering waren.

Etwas deutlicher trat ein Unterschied hervor in der Geschwindigkeit der Regeneration der Brust- und Rückenflossen bei schon erwachsenen, älteren Exemplaren von *Cobitis taenia*. Die Regeneration war hier im allgemeinen bedeutend langsamer als bei *Salmo f.* und *Tinca vulgaris*. Während nämlich die mit der Brustflosse gleichzeitig entfernte Rückenflosse nach 4 Monaten einen Wachstumsbeitrag von zirka 4 mm regenerierte, machte der in derselben Zeit regenerierte Zuwachs der Brustflosse etwa $2\frac{1}{2}$ mm aus, was angesichts dessen, daß die Brustflossen bei *Cobitis t.* schmal und ziemlich lang sind, kaum den vierten Teil ihrer Länge ausmachte.

Die entfernten Brust-, Bauch-, Anal- und Rückenflossen bei Exemplaren von *Amiurus neb.*, die ebenfalls schon erwachsen waren, regenerierten vollkommen.

Beachtung verdient besonders die Regeneration der Brust- und Rückenflossen. Bei denselben ist der erste Strahl mächtig entwickelt und in der Brustflosse an seiner Innenseite bezahnt. Der Stachel stellt ein stark spongiöses, von einem größeren zentralen und vielen sehr kleinen Kanälen durchzogenes Knochenstück dar, dessen Außenseite zahlreiche tiefere und flachere Rinnen zeigt. In Fig. 41 ist ein Querschnitt durch den Bruststachel abgebildet, und zwar in

der Gegend, wo aus demselben das Zähnchen hervortritt. Dieses ist eine direkte Verlängerung der Knochensubstanz, die den Stachel bildet, und besteht aus zwei Hälften, die bald eng zusammenwachsen, so daß sie ein einheitliches Knochenstück zu bilden scheinen, oder es finden sich zwischen den beiden Hälften des Zähnchens schmale Schlitze, wie sie auch in Fig. 41 zu sehen sind. Der Stachel der Rückenflosse hat denselben Bau, nur besitzt er kein Zähnchen. Distalwärts verlieren die Stacheln die Form eines einheitlichen Stabes, es läßt sich nämlich an der Innenseite derselben das Abschnüren eines paarigen Knochenstückes bemerken. Die abgeschnürten Teile liegen anfangs dem zurückgebliebenen großen Knochenstücke ganz nahe und sind mit demselben durch zahlreiche dicke Bindegewebsfasern verbunden. Gegen das Ende des Stachels wird das unpaare dreieckige Knochenstück immer dünner, verliert sich endlich ganz, die zwei abgeschnürten Knochenstangen zerfallen in je zwei, so daß sich hier vier lose Knochenstücke befinden. Noch weiter distalwärts vereinigen sich zwei von den vier Knochenstücken zu einem dreieckigen Teile, in dessen Nähe die restlichen zwei Knochenstangen liegen, welche ihrer Form und gegenseitigen Lage wegen sehr den einfachen, knöchernen Rinnen der Flossenstrahlen ähnlich sind, und zwar umsomehr, als zwischen den zwei halbrunden Knochenstangen in reichlicher Menge dicke Fäden, sog. Hornfäden auftreten. An seinem distalsten Ende stellt sich der Stachel als gewöhnlicher Flossenstrahl dar. Auf die Konkreszenz der Stacheln in der Brust- und Rückenflosse anderer Siluroiden aus mehreren paarigen Knochenstücken, die den Flossenstrahlen entsprechen, hat bereits O. Hertwig hingewiesen (2, 1876).

Bei *Amiurus neb.* regenerierten Brust- und Rückenflossen samt den oben beschriebenen komplizierten Stacheln, in 6 bis 8 Monaten. Auch hier ist es bezüglich der Rücken- oder Brustflosse schwer, die Zeitunterschiede festzustellen.

Fig. 42 stellt einen Querschnitt durch den regenerierten Stachel der Brustflosse 6 Monate nach der Operation dar. Der Schnitt traf auch das regenerierte Zähnchen. Wie aus diesem Schnitte zu sehen ist, entspricht der neue Stachel vollkommen dem normalen, nur ist die Konkreszenz eine geringere, da die zwei knöchernen Hälften des Zähnchens nebeneinander liegen, einen weiten Raum sperrend. Die regenerierten Stacheln der Brust- und Rückenflosse

glichen in diesem Regenerationsstadium den medialen und distalen Teilen der normalen Stacheln, da sie nirgends ein geschlossenes Ganzes bildeten. Auf Querschnitten durch den distalen Teil des Stachels findet man, ebenso wie in der normalen Flosse, teilweise oder ganz abgeschnürte Knochenspangen, wie es die Abbildungen in Fig. 43 und Fig. 44 zeigen. Im distalen Stachelteile wiederholen sich hier ebenfalls die normalen Verhältnisse. Der unpaare, große Knochenteil wird distalwärts immer dünner, verliert sich endlich ganz, die abgeschnürten Knochenspangen zerfallen in je zwei, so daß in dieser Gegend der Stachel aus 5 oder 4 losen, nur durch dicke Bindegewebsfibrillen miteinander verbundenen Knochenstücken besteht (Fig. 45). Das distalste Ende der Brust- und Rückenflossenstacheln besteht wie in normalem Zustande aus zwei knöchernen Rinnen, die gewöhnlichen Flossenstrahlen ebenfalls sehr ähnlich sind, und auch zwischen diesen Rinnen ist eine Menge dicker Strahlen, sog. Hornstrahlen zu sehen.

Die regenerierten Stacheln gleichen also im wesentlichen normalen Stacheln, und es wird auch wahrscheinlich in späteren Stadien die Konkreszenz der basalen Teile fortschreiten.

Die vollkommene Regeneration der Brustflossen bei allen hier untersuchten Arten der Teleostier, besonders die Herstellung der Brust- und Rückenflossenstacheln bei *Amiurus neb.* liefert den Beweis dafür, daß die Regenerationsfähigkeit der Brustflossen in bezug auf *Amiurus neb.*, *Salmo f.*, *Tinca vulg.* und *Cyprinus carpio* keine geringere als die der Rückenflosse ist, wie es Bogacki behauptet (1906), der das Ausbleiben der Regeneration bei den von ihm untersuchten vier Exemplaren von *Gobio fluv.* und zwei Exemplaren von *Misgurnus fossilis* dahin deutet, „daß die regenerativen Potenzen in der Längsachse des Körpers die größten sind, was mit Regenerationsphänomenen in andern Tierklassen in gewissem Grade übereinstimmt“.

Unter den zahlreichen operierten Fischen fanden sich auch solche, die sogar nach 6—8 Monaten kaum Anfänge der Regeneration aufwiesen, was durch den zu knapp an der Basis der Flosse geführten Schnitt verursacht werden konnte, in welchem Falle ja auch die Schwanzflosse nicht regeneriert.

4. Die Schnelligkeit der Regeneration der Schwanzflosse bei einigen Teleostierarten. Bemerkungen über die histogenetischen Prozesse.

In bezug auf die zur völligen Herstellung einer Schwanzflosse nötige Dauer und auf den in einer gewissen Zeit erfolgten Wachstumsbetrag verhalten sich verschiedene Arten der Teleostier ungleich, was schon Broussonet (1, 1786) und jüngstens Suworow (10, 1904) beobachtet haben. Indem Suworow die Tatsache feststellt, daß manche Arten schneller als die anderen regenerieren, meint er, man könne nicht sagen, ob diese Unterschiede durch die Besonderheiten der Organisation einer jeden Teleostierart oder ihrer Lebensweise bedingt seien.

Nicht nur bei verschiedenen Arten, sondern auch bei der Regeneration von Exemplaren einer Art kommen große Unterschiede in der Größe des Zuwachses vor, die sowohl in der Art der Schnittführung als in den individuellen Verhältnissen der operierten Fische begründet sind, wie darauf bereits Morill (11, 1906) hingewiesen hat.

Wenn aber bei einer großen Zahl von Fischen von annähernd gleicher Größe und gleichem Alter, deren äußere Lebensbedingungen die gleichen sind, durch einen nicht allzu nahe an der Basis angelegten Querschnitt die Schwanzflosse entfernt wird, kann man mit Rücksicht darauf, daß in diesem Falle die Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit der Flossen auf das Minimum sinken, den durchschnittlichen Wachstumsbetrag in derselben Zeit bei einer oder mehreren Arten von Fischen gewinnen, die Wachstumsschnelligkeit während der ganzen Regenerationsdauer verfolgen und auch die zur völligen Regeneration der Flosse nötige Zeit ermitteln.

Diesen Zweck hatten auch folgende Untersuchungen. Indem ich mir die weitere, systematische Behandlung dieses Gegenstandes vorbehalte, teile ich hier die vorläufigen Resultate mit.

Es wurde bei einer großen Zahl von jungen, einige Monate alten Exemplaren von *Salmo f.* und *Tinca vulg.*, von älteren und bereits erwachsenen von *Cobitis taenia* und *Amiurus neb.*, zusammen bei etwa 250 Fischen, die Schwanzflosse durch einen Querschnitt entfernt und der sodann erfolgte Zuwachs bei allen Exemplaren, bei lebenden, aber meistens bei früher getöteten Fischen von Zeit zu Zeit gemessen.

Auf Grund zahlreicher, auf denselben Zeitpunkt sich beziehender Messungen der Regenerate wurden Durchschnittszahlen für die Größe des Zuwachses in verschiedenen Zeiten gewonnen, welche zu einer Messungsreihe geordnet, den zeitlichen Verlauf der regenerativen Wachstumsgeschwindigkeit der Schwanzflosse bei dieser einfachsten Schnittführung erkennen lassen.

Folgende Tabelle gibt die betreffenden Messungsreihen für jede der hier untersuchten Arten von Knochenfischen.

Wochen	<i>Salmo f.</i>	<i>Tinca vulg.</i>	<i>Cobitis taen.</i>	<i>Amiurus neb.</i>
	Länge der Schwanzflossen vor der Operation.			
	6—7 $\frac{1}{2}$ mm	5—7 mm	9—11 mm	6—8 mm
	Durchschnittliche Größe des Regenerats in mm			
2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	—
3	1	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
4	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{4}$
5	—	—	1 $\frac{1}{4}$	1
6	2 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$
7	4	3	—	—
8	4 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{4}$	2	1 $\frac{3}{4}$
10	5 $\frac{1}{2}$	—	—	2 $\frac{1}{4}$
11	—	5 $\frac{1}{2}$	3	—
13	—	—	3 $\frac{1}{2}$	3
14	7 $\frac{1}{2}$	—	—	—
15	—	7	—	—
18	—	—	5	4 $\frac{1}{2}$
20	9	8	—	—
24	—	—	6 $\frac{1}{2}$	6
26	—	—	—	6 $\frac{1}{2}$
28	—	—	7 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{3}{4}$
32	—	—	8 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{1}{4}$

Wenn wir die einer jeden Art von Knochenfischen zugehörigen Wachstumsbeträge miteinander vergleichen, so finden wir, daß *Salmo fario* und *Tinca vulg.* bedeutend rascher regenerierten als *Cobitis taenia* und *Amiurus neb.*; während bei den zwei ersten Ar-

ten der einen Millimeter Länge ausmachende Zuwachs höchstens schon nach drei Regenerationswochen erschien, so war derselbe Zuwachs bei *Cobitis t.* und *Amiurus neb.* meistens erst nach 5-wöchentlicher Regeneration zu bemerken; während weiter die Regeneration der ganzen Schwanzflosse bei *Salmo f.* und *Tinca vulg.* eine Zeitdauer von ungefähr 14—16 Wochen beanspruchte, war binnen dieser Zeit etwa die Hälfte der Schwanzflosse bei *Cobitis* und *Amiurus* hergestellt. Auch regenerierte *Salmo f.* etwas schneller als *Tinca v.*, trotzdem beide Arten in gleichem Lebensalter standen und fast von gleicher Größe waren; *Cobitis t.* regenerierte etwas rascher als der Zwergwels.

Wir finden weiter, daß die Wachstumsgeschwindigkeit bei *Salmo f.* und *Tinca vulg.* während der ganzen Regenerationsdauer keine konstante ist. Von der dritten oder vierten Regenerationswoche an steigt die Schnelligkeit fortwährend, so daß sie um die zehnte Regenerationswoche herum ihr Maximum erreicht, sodann aber wird das Wachstum etwas langsamer, indem sich die regenerierte Schwanzflosse schon der normalen Größe zu nähern beginnt. Das Wachsen der Flosse bei *Tinca* und *Salmo* hörte mit der Erlangung der früheren Flossenlänge nicht auf, da sich diese Fische im Wachstumsstadium befanden, wie es die deutliche Zunahme der Körperlänge während der Regeneration der Flosse erkennen ließ. Daß das Wachstum der Flosse während der Regeneration ein bedeutend energischeres als das normale war, erhellt aus diesem Umstande, daß in der zwanzigsten Regenerationswoche die operierten Schwanzflossen von den überhaupt nicht operierten und normal wachsenden Schwanzflossen von Fischen, die in demselben Aquarium mit den operierten lebten, sich nur sehr unerheblich in ihrer Länge und Breite unterschieden.

Die Messungsreihen für *Cobitis t.* und *Amiurus neb.* zeigen uns, daß die Wachstumsschnelligkeit bei diesen Arten eine sehr gleichmäßige und stetige ist, besonders während einer Regenerationsdauer von 6 bis 7 Monaten. Auch später hörte das Wachstum nicht auf, aber nur langsam näherte sich die Schwanzflosse ihrer normalen Länge. Weder *Cobitis t.* noch *Amiurus neb.* wiesen während der verhältnismäßig langen Regenerationsdauer merkliches Wachstum der ganzen Körperlänge auf, sie befanden sich eben nicht mehr im Wachstumsstadium.

Wenn wir den zeitlichen Verlauf der Regeneration hinsichtlich

der Wachstumsgeschwindigkeit der Schwanzflosse auf Grund der oben zitierten Durchschnittzuwächse graphisch darstellen, indem als Abszissen die Zeit (Wochen), als Ordinaten die jeweiligen Durchschnittzuwächse aufgetragen werden, so erhalten wir für das regenerative Längewachstum der Schwanzflosse bei *Salmo f.* und *Tinca vulg.* Kurvenschemen, wie sie in Textfigur 1 (a, b) zu sehen sind. Das erste (a) Schema illustriert die Regeneration von *Salmo f.*, das andere Schema (b) diese bei *Tinca vulg.*, beide während einer

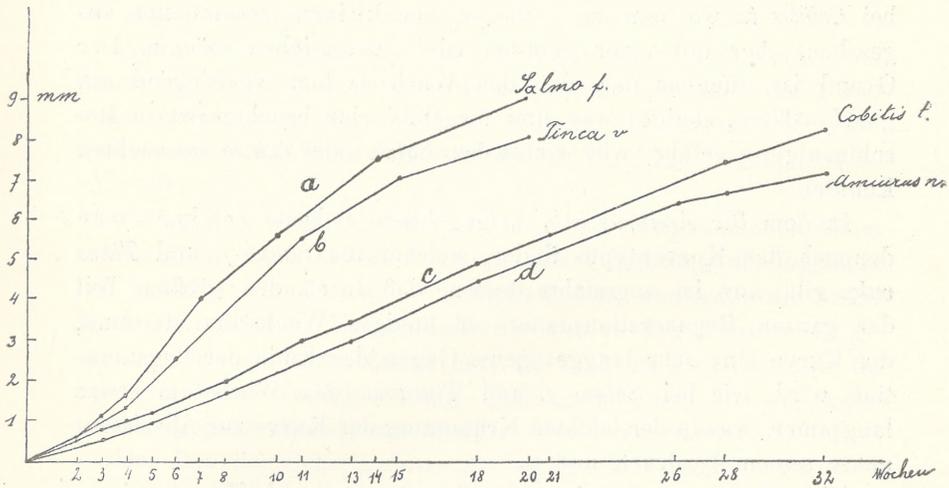


Fig. 1.

Observationszeit von 20 Wochen. In beiden Kurven ist das langsame Wachsen in den Anfangstadien der Regeneration zu sehen, sodann bemerken wir einen starken Aufstieg derselben, und zwar während des zweiten und dritten Regenerationsmonates, — hier entfernt sich die Kurve am weitesten von der Abszissenachse, — später wird das Wachstum wieder langsamer, nämlich gegen das Ende des Regenerationsprozesses, und die Kurve beginnt sich zur Abszissenachse zu krümmen!

Die jungen, noch nicht erwachsenen Exemplare von *Salmo f.* und *Tinca vulg.* regenerierten also die Schwanzflosse hinsichtlich der Wachstumsschnelligkeit in gleicher Weise, da bei diesen beiden Arten von Knochenfischen der Prozeß sich in Schemen von Kurven, die eine annähernd gleiche Form haben, darstellen läßt.

Wenn auf dieselbe Weise das regenerative Längewachstum der Flosse bei *Cobitis taenia* und *Amiurus neb.* graphisch dargestellt wird, erhalten wir andere Schemata als diejenigen, welche die Regeneration bei *Salmo* und *Tinca* betreffen.

Wie man aus den Schemen in Textfig. 1 (*c, d*), welche den zeitlichen Verlauf der Regeneration der Schwanzflosse von *Cobitis t.* und *Amiurus neb.* in einer Regenerationszeit von 32 Wochen illustrieren, gleich sehen kann, kommt in ihnen der Kurventypus der Schemen *a, b* überhaupt sehr schwach zum Ausdruck, besonders bei *Cobitis t.*, wo man das Schema, von kleinen Oszillationen abgesehen, eher mit einer geraden Linie vergleichen möchte. Der Grund ist offenbar der, daß das Wachsen hier vorwiegend ein gleichmäßiges, stetiges war und nirgends eine beachtenswerte Beschleunigung erfuhr, wie wir es bei *Salmo* oder *Tinca* beobachten konnten.

In dem für *Amiurus neb.* beigegebenen Schema (*d*) kann man dennoch den Kurventypus finden, welcher für *Salmo f.* und *Tinca vulg.* gilt, nur ist angesichts dessen, daß durch den größten Teil der ganzen Regenerationsdauer ein stetiges Wachstum stattfand, die Kurve eine sehr langgezogene. Gegen das Ende der Regeneration wird, wie bei *Salmo f.* und *Tinca v.*, das Wachstum etwas langsamer, was in der leichten Krümmung der Kurve zur Abszissenachse seinen Ausdruck findet.

Nichtsdestoweniger zeigen die für *Salmo f.* und *Tinca v.* einerseits, und für *Cobitis t.* und *Amiurus neb.* andererseits gewonnenen Kurvenschemen, daß der zeitliche Verlauf des Regenerationsprozesses bei älteren, schon erwachsenen Fischen ein anderer ist, als bei jungen, noch im Wachsen begriffenen Individuen. Bei den ersteren kennzeichnet die Wachstumsschnelligkeit eine große Stetigkeit und Gleichmäßigkeit, bei den anderen dagegen ein Aufsteigen und Beschleunigen des Wachstums.

Die Regeneration der Schwanzflosse bei jungen Exemplaren von *Salmo f.* und *Tinca vulg.* zeigt in bezug auf die Wachstumsgeschwindigkeit eine Analogie zu den von W. Ostwald (1908) erörterten progressiven Teilvorgängen der Entwicklung (nämlich der postembryonalen, larvalen und fötalen Entwicklung, der Entwicklung tierischer und pflanzlicher Organe, einschließlich gewisser Fälle pathologischen Wachstums usw.), welche hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufs einen einheitlichen Typus haben: „Die Geschwindigkeit

des betreffenden Vorgangs beginnt mit einem niedrigen Werte, wächst mit dem Fortschreiten des Vorgangs und nimmt gegen das Ende desselben wieder ab; mit anderen Worten der Kurventypus für diese Vorgänge ist die S-Form.“

Angesichts dessen, daß die oben vorgeführten Kurvenschemen bei *Salmo f.* und *Tinca vulg.* ebenfalls eine ausgesprochene S-Form besitzen, kann man schließen, daß besonders bei sehr jungen Fischen der Regenerationsprozeß in bezug auf seinen zeitlichen Verlauf mehr einem normalen Wachstumsprozesse gleicht, als derjenige bei schon erwachsenen Fischen.

Aus dem Vergleich der Kurven für *Salmo f.* und *Tinca v.* mit denen für *Cobitis t.* und *Amiurus neb.* ergibt sich auch der Unterschied zwischen größerer und schwächerer Regenerationsfähigkeit, welche letztere mit dem fortschreitenden Alter des Organismus zutage tritt.

Es ist aber möglich, daß außer den hier stattgefundenen Altersunterschieden auch andere Faktoren eine Verspätung der Regeneration bei *Cobitis* und *Amiurus* bewirkt haben, und zwar die besonderen anatomischen Verhältnisse, die wir in den Flossen der genannten Teleostierarten finden und die auch bei gleichem Alter der regenerierenden Individuen zur Geltung kommen können, indem sie den Regenerationsprozeß hindern oder begünstigen.

Der Bau der Schwanzflosse ist bei den hier untersuchten Arten seinem Grundplan nach derselbe. Die Flosse stellt eine durch knöcherne Flossenstrahlen gestützte Hautfalte vor. Abgesehen von den bei einer jeden Teleostierart vorkommenden Unterschieden in den Skeletteilen der Flosse, wollen wir nur darauf hinweisen, daß die Hautbekleidung der Flosse alle Merkmale besitzt, welche die Haut einer gewissen Teleostierart überhaupt kennzeichnen. Nur ist die Flossenhaut sehr dünn und besitzt keine Schuppen. Es liegt also die Vermutung nahe, daß wie bei anderen Tieren, auch in diesem Falle eine energischere Regeneration dort stattfindet, wo die anatomischen Verhältnisse am einfachsten und am wenigsten differenziert sich gestalten.

Unter den vier untersuchten Arten weist zweifellos die Flossenhaut von *Salmo f.* den primitivsten, die von *Amiurus neb.* den kompliziertesten Bau auf. Ebenso finden sich Unterschiede zwischen *Tinca v.* und *Cobitis taenia.* Während bei *Salmo f.* das mehrschichtige, mit Interzellularbrückchen ausgestattete Epithel aus großen,

regelmäßigen Zellen mit ovalen oder runden Kernen besteht, in welchen nicht sehr zahlreiche Schleimdrüsen in einer oder zwei Schichten zerstreut liegen, finden wir schon bei *Tinca* andere Verhältnisse. Die Epithelzellen sind hier sehr klein und haben kleine, rundliche Kerne; zwischen den Zellen liegen hier in einigen Schichten seröse und schleimbildende Drüsen, erstere in solcher Menge, daß die Zellen abgeplattet und spindelförmig sind und auch Syncytien bilden, die sich wie Scheidewände zwischen den zahlreichen, wenn auch nicht sehr großen serösen Drüsen ziehen. Dagegen ist die Cutis der Flosse gewöhnlich etwas dicker bei *Salmo f.* als bei *Tinca vulg.*, wo sie sich oft nur als zarte Lamelle findet. Der mehr als bei *Salmo f.* komplizierte Bau des Epithels kann bei *Tinca vulg.* die Regeneration ein wenig verzögert haben.

Langsamer regenerieren, wie wir bereits gesehen haben, die Schwanzflossen von *Cobitis t.* und *Amiurus nebulosus*. Bei *Cobitis taenia* finden wir im mehrschichtigen, aus ziemlich kleinen Zellen bestehenden Epithel 3 bis 4 Schichten großer, seröser Drüsen, die bedeutend größer sind als solche bei *Tinca*, und außerdem eine oder zwei Schichten Schleimdrüsen, besonders in den oberen Epithelschichten; bei *Amiurus neb.* ist sowohl die Zahl als auch die Größe der im Epithel sich befindenden Drüsen am größten. Hier finden wir wohl-erhaltene Epithelzellen nur noch in den tiefsten Schichten der Epidermis, da die riesig großen serösen Drüsen die Zellelemente verdrängen und verunstalten. Auch die Lederhaut ist bei *Amiurus neb.* von größerer Dicke als bei *Cobitis*, geschweige denn bei *Salmo f.* oder *Tinca vulgaris*. Sie bildet nämlich bei *Amiurus* eine dicke, kompakte Fibrillenschicht, die in den tieferen Teilen locker wird, und entsendet zahlreiche dicke Bindegewebsfasern besonders in die Gegend der knöchernen Flossenstrahlen. Die hier in Kürze erwähnten, von dem Entwicklungsstadium unabhängigen, weil stets vorkommenden Differenzen, also die Zahl und Beschaffenheit der im Epithel sich befindenden Drüsen, die Zahl der wohl-erhaltenen Zellelemente, die Dicke der Lederhaut, scheinen ebenso, wie die Altersunterschiede, die ihrerseits eine Steigerung der Differenzierung der Gewebe verursachen, auf die Geschwindigkeit des Regenerationsprozesses zu wirken.

Wie Querschnitte durch die regenerierende Flosse zeigten, kamen bei *Salmo f.* und *Tinca* Schleimdrüsen schon in der zweiten Regenerationswoche zum Vorschein, seröse Drüsen entwickelten

sich bedeutend langsamer; in der vierten Regenerationswoche waren sie bei *Tinca*, *Cobitis t.* und *Amiurus neb.* in sehr geringer Zahl zu beobachten, und auch in der zehnten Regenerationswoche war bei *Amiurus neb.* die Zahl der regenerierten Drüsen eine enorm kleinere als in normalen Zuständen.

Auch in sehr frühen Regenerationsstadien (6 Tage nach der Operation) konnte man im Epithel, das die Wunde bedeckte, seröse Drüsenzellen finden. Diese sind aber nicht regenerativen Ursprungs, da sie in späteren Stadien nicht zum Vorschein kommen und erst in vorgerücktem Regenerationsstadium wieder erscheinen. Sie wurden wahrscheinlich während der Verschiebung des Epithels über die Wundränder passiv mitgezogen, wofür auch der Umstand spricht, daß die serösen Drüsenzellen, die wir in diesen sehr frühen Regenerationsstadien manchmal finden, alle von gleicher Größe sind und sich nur in den oberen Epithelschichten befinden.

Wir wollen jetzt einige histologische Vorgänge bei der Regeneration der knöchernen Flossenstrahlen betrachten, die bereits von Suworow (10, 1904) untersucht wurden.

Die Vorgänge in frühen Regenerationsstadien bei den hier untersuchten Arten von Fischen sind denjenigen, die Suworow bei *Carassius auratus* schilderte, im wesentlichen gleich. Das Epithel, welches die Wunde bedeckt, beginnt sich rasch zu vermehren, und zwar bedeutend energischer zwischen den einzelnen Knochenstrahlen, als über denselben. Fig. 46 zeigt einen Längsschnitt durch die bereits 8 Tage sich regenerierende Schwanzflosse von *Salmo fario*. Der Schnitt führt durch den Flossenstrahl. Das neue Epithel deckt die Wundfläche, auf der sich zahlreiche Blutkörperchen und Leukozyten befinden. In Fig. 47, die ebenfalls einen Längsschnitt durch die regenerierende Flosse bei *Amiurus neb.*, aber aus der zwischen den Flossenstrahlen sich befindenden Partie darstellt, ist die starke Proliferation des Epithels in das Innere der Flosse, wo es eine Falte bildet, zu sehen. Im regenerierenden Epithel besteht die tiefste Schicht aus großen, zylindrischen Zellen, deren Plasma sehr dicht ist; die äußeren Epithelschichten besitzen runde oder ovale Zellen und an der Oberfläche des Epithels sind sie sehr abgeplattet.

Daß sich an der Wundfläche zahlreiche Blutkörperchen sammeln, die sodann verschwinden, indem sie in die intrazellulären Räume des Epithels gelangen, habe ich ebenso wie Suworow

beobachten können. Es ist charakteristisch, daß sich zwischen den einzelnen Strahlen eine bedeutend geringere Menge solcher Blutkörperchen sammelt, als an den Stümpfen der abgeschnittenen Flossenstrahlen, was wahrscheinlich damit im Zusammenhange steht, daß in den Strahlen eine größere Zahl von Blutgefäßen als zwischen denselben vorhanden ist. Ich konnte auf einem Frontalschnitte von einer bereits 14 Tage regenerierenden Schwanzflosse von *Tinca vulg.* konstatieren, daß infolge der massigen Ansammlung der Blutkörperchen die Regeneration verzögert wird. Während nämlich das zwischen den Strahlen sich befindende lockere Bindegewebe sich schon zu vermehren beginnt, befinden sich am Ende eines jeden Strahlenstumpfes fast ganz leere Lakunen, die jedoch Spuren von Lymphe, als auch rote Blutkörperchen enthalten. Oft bildet sich längs der Wundfläche eine große Lakune mit Blutkörperchen, oder es sind deren so viele, als es Strahlen gibt. In diesem Falle sind sie voneinander durch das stark wuchernde Epithel geschieden. Erst nachdem diese Lakunen leer geworden sind, beginnt der weitere Regenerationsprozeß.

Die Regeneration der knöchernen Flossenstrahlen beschreibt Suworow (10, 1904) bei *Carassius auratus* folgendermaßen: „Die Entwicklung beginnt damit, daß die Zellen des Periostes in den Endteilen des Strahles eine runde Form annehmen; so modifizierte Zellen vermehren sich energisch, bilden eine Reihe, dringen in das Regenerat vor und beginnen auf ihrer Oberfläche Knochensubstanz auszuscheiden; infolgedessen erscheinen dünne, lose Streifen der jungen Knochensubstanz, die bald verschmelzen und endlich einen einheitlichen, massiven Flossenstrahl bilden“.

Aus den zahlreichen Schnittserien, die ich von allen hier untersuchten Arten der Teleostier verfertigte, ergab sich folgendes:

Die Zellen des Periostes, welches den Strahlenstumpf bedeckt, vermehren sich energisch und bilden am Ende eines jeden Strahles einen Zellenhaufen, der aus kleinen, rundlichen, plasmaarmen Zellen besteht. Diese Haufen verlängern sich zu Streifen und dringen in das mit jungen mesenchymatischen Zellen ausgefüllte Regenerat ein. Die Richtung dieser Zellstreifen ist zur Schnittebene senkrecht. Als Fortsetzung der alten Strahlen beginnt sich jetzt ein neuer Knochen zu bilden in Form von dünnen, unregelmäßigen Trabekeln, die innerhalb des Periostes erscheinen, wie es auch Su-

worow schildert. Diese junge Knochensubstanz ist von allen Seiten von Osteoblasten umgeben und ist auch vom Epithel durch eine Basalmembran geschieden. Den auf diese Weise sich bildenden Knochen sehen wir in Fig. 48 in dem dem zurückgebliebenen Strahlenstumpfe nächstliegenden Teile des Regenerats. Wie aber aus derselben Figur (die einen Längsschnitt aus einer in der vierten Regenerationswoche sich befindenden Flosse von *Salmo* darstellt) weiter zu entnehmen ist, bildet sich der neue Flossenstrahl auf obige Weise nur in der Nähe der Wundfläche; wir sehen nämlich in dieser Figur, daß sich der Knochen in seinem weiteren Verlaufe nicht zwischen den Osteoblasten befindet, sondern nur auf ihrer dem Epithel zugekehrten Seite, also an der Grenze zwischen der Epidermis und den aus dem Perioste stammenden Osteoblasten. Distalwärts ist der Knochenstrahl sehr dünn und stellt sich in diesen Partien der Flosse als eine lokale Verdickung der Basalmembran dar.

Diese weitere Bildungsart der Strahlen ist der embryonalen Entwicklung der Flossenstrahlen vollkommen analog, wie sie bereits von Harrison (4, 1893), Szily (16, 1907), Ziegler (18, 1908) und Brohl (19, 1909) geschildert wurde.

Besonders klar tritt diese Art der Strahlenregeneration auf Querschnitten durch die regenerierende Flosse zutage.

Fig. 49 zeigt einen solchen Schnitt aus der distalen Partie einer Schwanzflosse von *Cobitis taenia* in der 4. Regenerationswoche (Zuwachsgröße etwa 1 mm).

Wir sehen hier das charakteristische, von Szily (1907) geschilderte Verhalten der Basalschicht der Epidermis. Sie besteht aus großen kubischen Zellen, deren Plasma sehr verdichtet ist; ihre Kerne sind von der basalen Oberfläche der Zellen abgerückt. Ebenso kann man in dieser Schicht einzelne Partien unterscheiden, in welchen die Zellen sehr groß sind und unter welchen die kleinen, runden Osteoblasten sich zu Papillen sammeln. Das Innere der Flosse wird von jungem Mesenchymgewebe ausgefüllt, dessen sternförmige oder längliche Zellen sich von den Osteoblasten genau unterscheiden lassen.

An der epidermoidalen Grenze der Osteoblastenpapille sehen wir einen ziemlich dünnen, mit Hansen'schem Fuchsin sich rötlich färbenden Streifen, d. i. die Anlage des Flossenstrahles; sie ist in der Mitte etwas dicker als an den Enden, die in die bräunlich-

gelb sich tingierende Basalmembran der Epidermis überzugehen scheinen.

In einem etwas späteren Stadium, das die sich auf *Salmo f.* beziehende Fig. 50 darstellt, ist schon die Knochenbildung vorgeückt. Die unter dem bereits dickeren Knochenstreifen liegenden, epithelartig angeordneten Osteoblasten sind sehr groß, haben ein homogenes Plasma und sich blaß färbende Kerne. Aus dem einheitlichen Knochenstreifen ziehen sich dünne, wellige Knochen trabekeln zwischen die einzelnen Osteoblasten, welche oft durch einen feinen Spaltraum vom Knochen geschieden sind. In diesem Stadium kommt die interzelluläre Bildungsart des Strahles sehr schön zum Ausdruck. Die Basalschicht der Epidermis behält noch ihren Charakter, aber in späteren Stadien sehen wir über den knöchernen Rinnen der regenerierten Flossenstrahlen ziemlich flache Epithelzellen.

Der Knochen bildet sich in der Richtung gegen die Innenseite der Flosse, was auch daraus folgt, daß seine der Epidermis zugekehrte Seite glatt ist, die innere dagegen Vertiefungen zeigt, in welchen die Osteoblasten liegen.

Beachtung verdient noch der Umstand, daß während der Bildung der Flossenstrahlen auch hier, wie in embryonaler Entwicklung sog. Hornfäden oder Elastoidinfäden zum Vorschein kommen, die gewöhnlich in frühen Stadien der Regeneration dicht der Basalmembran der Epidermis, in einer Reihe geordnet, anliegen und sich auch später in ihren verschiedenen Beziehungen zu den regenerierenden Knochenstrahlen beobachten lassen.

Nachdem der Knochenstrahl dicker wird, findet ein Herabsinken desselben in die tiefere Schicht des Mesenchyms statt, und zwar in einer Weise, wie sie bei normaler Entwicklung ebenfalls von Harrison (4, 1893), Szily und Brohl beschrieben wurde. Fig. 51 zeigt uns diesen Zustand bei *Salmo f.* in der sechsten, Fig. 52 bei *Amiurus neb.* in der neunten Regenerationswoche. Das Vordringen der Bindegewebszellen aus dem Innern der Flosse auf die äußere Oberfläche des knöchernen Flossenstrahles sieht man besonders deutlich an den Enden der Knochenrinnen, die sich noch in teilweiser Verbindung mit der Basalmembran der Epidermis befinden; an diesen Stellen finden sich in späteren Stadien ganze Haufen kleiner, runder Bindegewebszellen, die allmählich vordringend, den Knochenstrahl von allen Seiten umgeben, wie wir es in Fig. 52

sehen können. Über dem in die Tiefe sinkenden Strahle erscheinen weite Spalträume, die sich aber bald mit Bindegewebszellen ausfüllen, und es erscheint unter den Teilen der Epidermis, wo sich früher die Anlagen der Knochenstrahlen befanden, wieder eine sehr dünne, steif verlaufende Basalmembran.

Den weiteren Bildungsprozeß der knöchernen Strahlen hat Suworow richtig geschildert.

Während der Bildung der Flossenstrahlen beginnt auch die Regeneration der Lederhaut. Es bildet sich in Kontinuität mit der alten Cutis zuerst eine dünne, homogene Lamelle, die unter der Basalmembran der Epidermis liegt. Unter dieser Lamelle sammeln sich zwischen den einzelnen Flossenstrahlen kleine, rundliche Zellen, zwischen welchen man in späteren Stadien auch kurze, wellige Bindegewebsfasern findet. In den Partien der Flosse, wo die knöchernen Flossenstrahlen sich unmittelbar unter der Epidermis befanden, bildet sich die Cutis erst später, nämlich in der Zeit, wenn die Knochenstrahlen in die Tiefe des Mesenchyms sinken und wenn zahlreiche Bindegewebszellen auf die äußere Knochen-seite gelangen.

Da in normalen Verhältnissen bei allen Arten von Fischen die Cutis ebenfalls, besonders in der Peripherie der Flosse, wo ihr Wachstum stattfindet, zwischen den Strahlen bedeutend dicker ist als auf den Strahlen, und nur in der basalen Flossengegend die Cutis sowohl zwischen den Strahlen, als auf denselben die gleiche Dicke besitzt, kann man vermuten, daß die regenerative Entwicklung der Lederhaut der Flosse der embryonalen gleicht.

In der Regeneration der Flossenstrahlen finden wir also zwei Prozesse: der erste kommt in unmittelbarer Nähe der Wundfläche zum Vorschein, indem die Knochensubstanz innerhalb der Osteoblasten angelegt wird, bald aber erfolgt eine Änderung, und aus den Osteoblasten bildet sich im weiteren Verlauf der Regeneration die Knochensubstanz auf eine den embryonal sich bildenden Flossenstrahlen eigenartige Weise.

Aus dem Zoologischen Institut der Lemberger Universität unter der Leitung des Prof. J. Nusbaum.

Verzeichnis der zitierten Arbeiten.

- 1) 1786. Broussonet, M. Observations sur la régénération de quelques parties du corps des Poissons. Hist. de l'Acad. Roy. des Sciences.
- 2) 1876. Hertwig, O. Über das Hautskelett der Fische. Morphol. Jahrb. Bd. 2.
- 3) 1891. Barfurth, D. Versuche zur funktionellen Anpassung. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 37.
- 4) 1893. Harrison, R. G. Über die Entwicklung der nicht knorpelig vorgebildeten Skeletteile in den Flossen der Teleostier. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 42.
- 5) 1900. Nusbaum und Sidoriak, Beiträge zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge nach künstlichen Verletzungen bei älteren Bachforellenembryonen (*Salmo f. L.*). Arch. f. Entw.-mech., X.
- 6) 1900. Morgan, T. H. Regeneration in Teleosts. Arch. f. Entw.-mech., X.
- 7) 1900. Tornier, G. Über Amphibiengabelschwänze und einige Grundgesetze der Regeneration. Zool. Anz., B. 23.
- 8) 1902. Morgan, T. H. Further Experiments on the Regeneration of the Tail of Fishes. Arch. f. Entw.-mech., XIV.
- 9) 1904. Barfurth, D. Die Erscheinungen der Regeneration bei Wirbeltierembryonen. O. Hertwig's Handbuch der Entwicklungslehre, B. III.
- 10) 1904. Suworow E. Über die Regeneration der Flossen bei Knochenfischen. Arbeiten der Kais. Ges. d. Naturforscher in Petersburg, XXXIII, Lieferung 4.
- 11) 1906. Morill, C. V. Regeneration of Certain Structures in *Fundulus heteroclitus*. Biol. Bulletin, XII, No. 1.
- 12) 1906. Bogacki, K. Experimentelle Flossenregeneration bei europäischen Süßwasserfischen. Arch. f. Entw.-mech., Bd. XXII.
- 13) 1906. Morgan, T. H. The Physiology of Regeneration. Journal of Exp. Zool., III.
- 14) 1906. Barfurth, D. Regeneration und Involution. Ergebn. d. Anat. und Entw.-gesch., Bd. 16.
- 15) 1907. Morgan T. H. Regeneration (Übersetzung von Moszkowski).
- 16) 1907. Szily A. Die einleitenden Vorgänge zur Bildung der knöchernen Flossenstrahlen in der Schwanzflosse bei der Forelle, zugleich ein Beitrag zur Phylogenese dieser Hartgebilde. Anat. Anz. Bd. 3.
- 17) 1908. Ostwald, W. Über die zeitlichen Eigenschaften der Entwicklungsvorgänge. Vorträge u. Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen, herausgegeben von W. Roux.
- 18) 1908. Ziegler H. E. Die sog. Hornfäden der Selachier und die Flossenstrahlen der Knochenfische. Zool. Anz., B. 33.
- 19) 1909. Brohl, E. Die sog. Hornfäden und die Flossenstrahlen der Fische. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft, B. 45, Heft 2.

Erklärung der Tafeln.

<i>Ep</i> — Epidermis	<i>St.</i> — Stacheln (der Brust u. Rücken- flosse bei <i>Amiurus</i>)
<i>op</i> — Operculare	<i>B</i> — Bindegewebe
<i>subop</i> — Suboperculare	<i>Bgf</i> — Bindegewebsfibrillen
<i>intop</i> — Interoperculare	<i>Bz</i> — Basalschicht d. Epidermis
<i>praeop</i> — Praeoperculare	<i>Bl</i> — Blutkörperchen
<i>reg. Opk.</i> — regenerierte Opercular- knochen	<i>Bm</i> — Basalmembran
<i>G.</i> — Gefäße	<i>Bgz</i> — Bindegewebszellen
<i>m. b.</i> — membrana brianhostega	<i>Z</i> — Zähnchen (der Stacheln)
<i>r. b.</i> — radii branchiostegi	<i>CK</i> — Zentralkanal
<i>S</i> — Hautsinnesorgane	<i>C</i> — Cutis
<i>D</i> — Drüsen	<i>ab. KS</i> — abgeschnürte Knochenspangen
<i>M</i> — Muskeln	<i>Fstr</i> — Flossenstrahl
<i>Osb</i> — Osteoblasten	<i>Mes</i> — Mesenchym
	<i>H</i> — Hornfäden

Tafel XXV.

Fig. 1. Schema des Kiemendeckels von *Salmo fario*; (1—1) (2—2) Richtungen der angelegten Schnitte.

Fig. 2. Schema des Kiemendeckels samt Kiemenhautstrahlen von *Amiurus nebulosus*; (1—1) (2—2) wie in Fig. 1.

Fig. 3 Schema aus Morgan's: „Regeneration 1907“.

Fig. 4—7. Schwanzflossen von *Amiurus*, *Cyprinus carpio*, *Salmo f.*, *Cobitis taenia* in der sechsten Regenerationswoche: stärkeres Wachstum im proximalen Teile der Schrägschnittfläche.

Fig. 8—16. Schwanzflossen von *Amiurus*, *Tinca*, *Salmo*, *Cobitis*, *Cyprinus* (aus verschiedenen Regenerationszeiten): symmetrischer Zuwachs unter Wahrung der Form des typischen äußeren Flossenrandes.

Fig. 17. *Salmo f.* (zehnte Reg.-woche): stärkeres Wachstum am distalen Ende einer Schrägfläche.

Fig. 18. *Amiurus neb.* (23 Reg.-woche): hergestellte typische Form.

Fig. 19—21. Wachstum aus einer queren und schrägen Schnittfläche bei *Tinca v.* (fünfte Reg.-woche).

Fig. 22. und 23. *Amiurus* und *Salmo*: unvollkommene Regeneration.

Fig. 24 — 26. *Amiurus* und *Tinca*: Pigmentierung und Richtung der Flossenstrahlen.

Fig. 27. und Fig. 32. — 38. Verschiedene Stadien sich streckender Flossenstrahlen.

Fig. 28 — 31. *Amiurus*, *Tinca*, *Cyprinus*: senkrecht stehende Flossenstrahlen.

Tafel XXVI.

Fig. 39. Querschnitt in naso-kaudaler Richtung durch das regenerierende Operculum von *Salmo f.* (sechste Regenerationswoche). (Reichert's Ok. I, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 40. Querschnitt in naso-kaudaler Richtung durch ein regeneriertes Operculum von *Cyprinus carpio* (6 Monate nach der Operation).

Fig. 41. Querschnitt durch einen normalen Stachel der Brustflosse von *Amiurus neb.* (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 42. Querschnitt durch einen regenerierten Stachel in der Gegend des Zähnhens. (Reichert's Ok. I. Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 43. Querschnitt durch den distalen Teil eines regenerierten Stachels: abgeschnürte Kochenspangen. (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 44. Querschnitt durch einen regenerierten Stachel der Rückenflosse von *Am. neb.*: Abschnüren der Knochenspangen. (Reichert's Ok. 4, Syst. 3, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 45. Querschnitt durch den distalen Teil eines regenerierenden Stachels der Rückenflosse von *Am. neb.*: die paarigen Knochenspangen zerfallen in je 2 Teile. (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 46. Längsschnitt durch die regenerierende Schwanzflosse von *Salmo* (8 Tage nach der Operation). (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 47. Längsschnitt durch die regenerierende Schwanzflosse von *Amiurus* (14 Tage nach der Operation). (Reichert's Ok. 3, Syst. 3, Zeichenapp. Abbé).

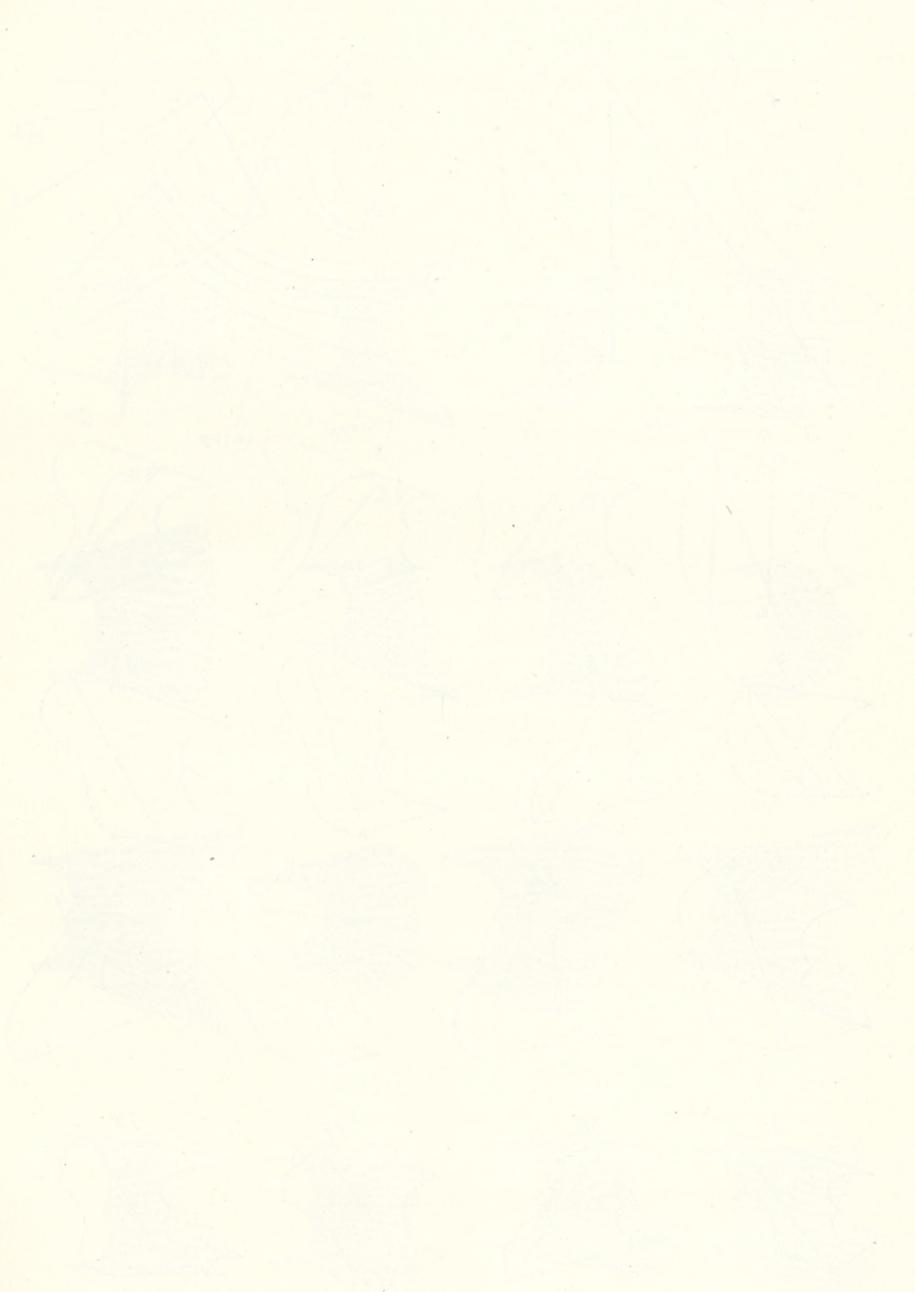
Fig. 48. Längsschnitt durch die regenerierende Schwanzflosse von *Salmo* (28 Tage nach der Operation): Entwicklung des Knochens. (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 49. Querschnitt durch die regenerierende Flosse von *Cobitis t.* (24 Tage nach der Operation). (Reichert's Ok. 4, Syst. 3, Zeichenapp. Abbé).

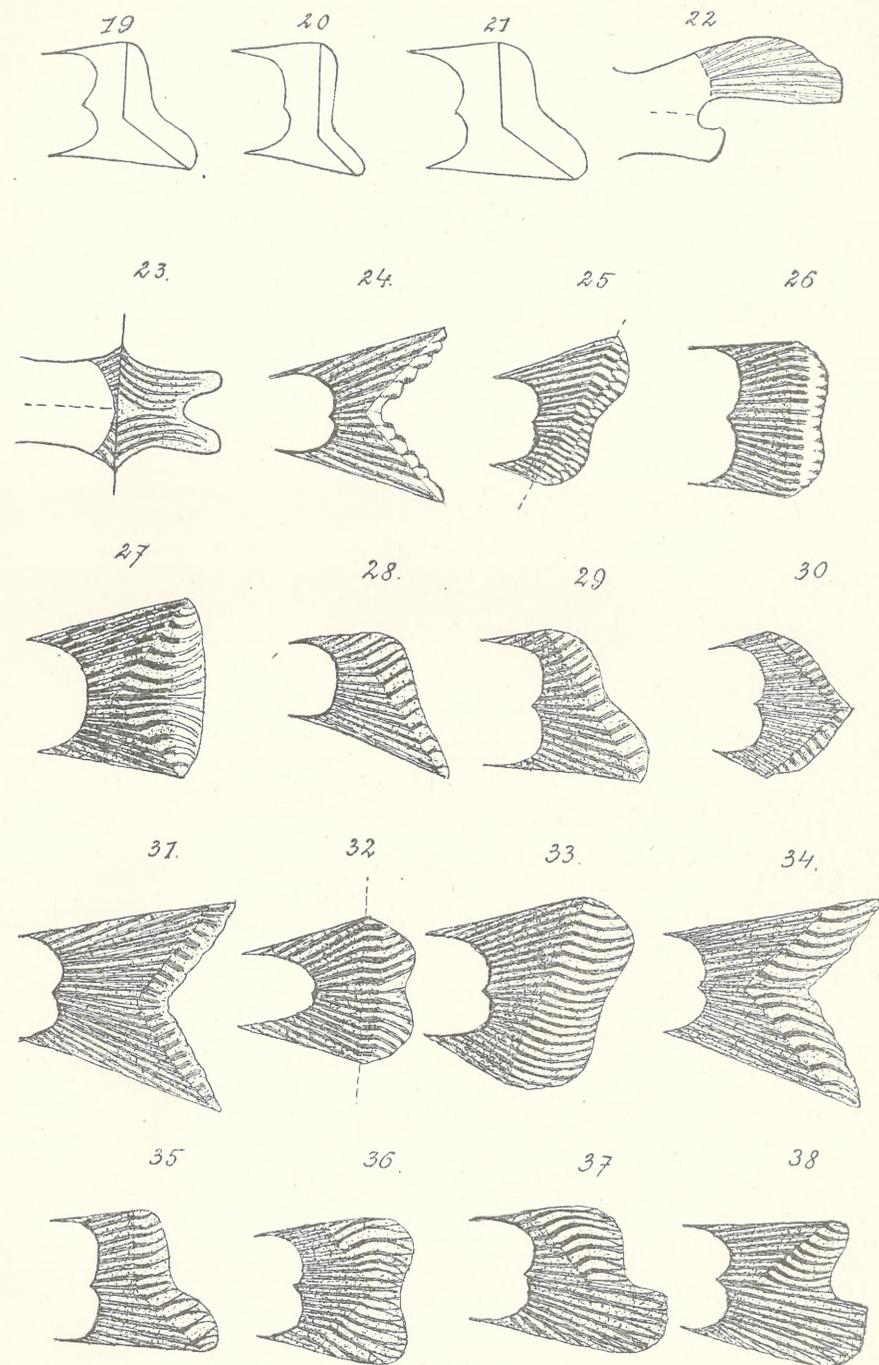
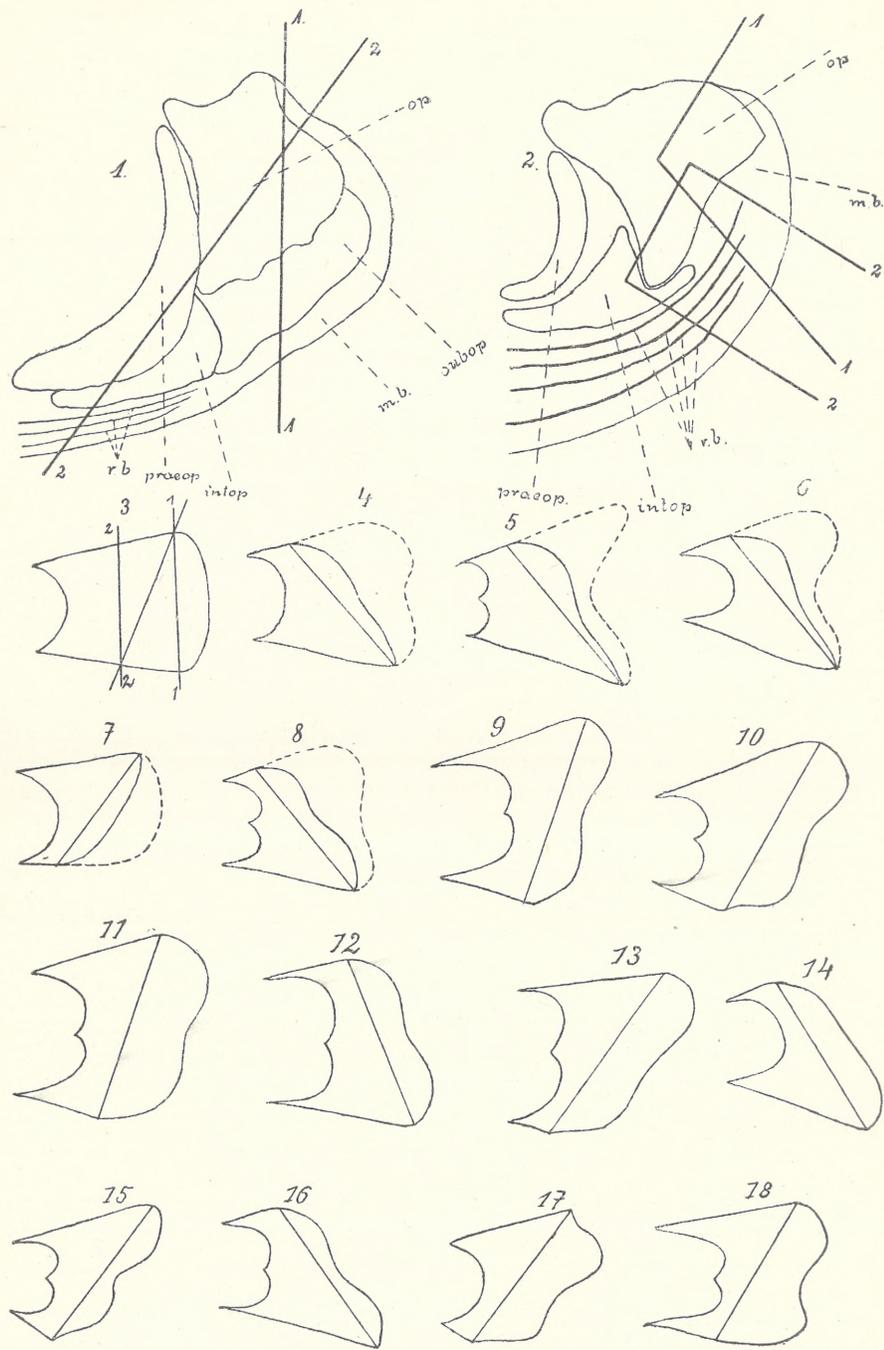
Fig. 50. Querschnitt durch die regenerierende Schwanzflosse von *Salmo f.* (28 Tage nach der Operation). Entwicklung des Knochens. (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 51. Querschnitt durch die regenerierende Schwanzflosse von *Salmo* (sechste Reg.-woche): Mesenchymzellen bedecken die Außenseite des Flossenstrahls. (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

Fig. 52. Querschnitt durch die regenerierende Schwanzflosse von *Amiurus neb.* (9. Reg.-woche) Mesenchymzellen bedecken den Flossenstrahl. (Reichert's Ok. 1, Syst. 6, Zeichenapp. Abbé).

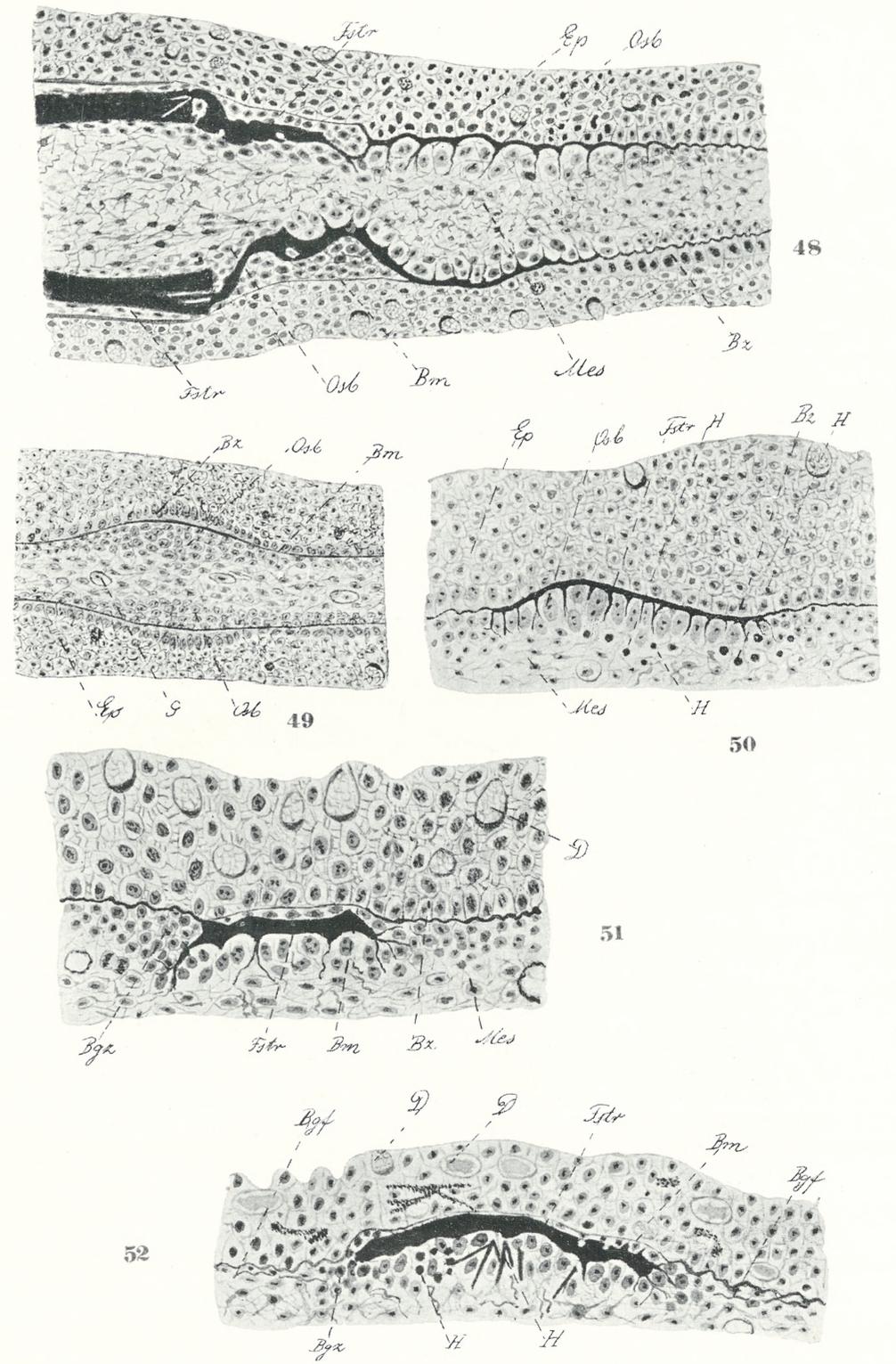
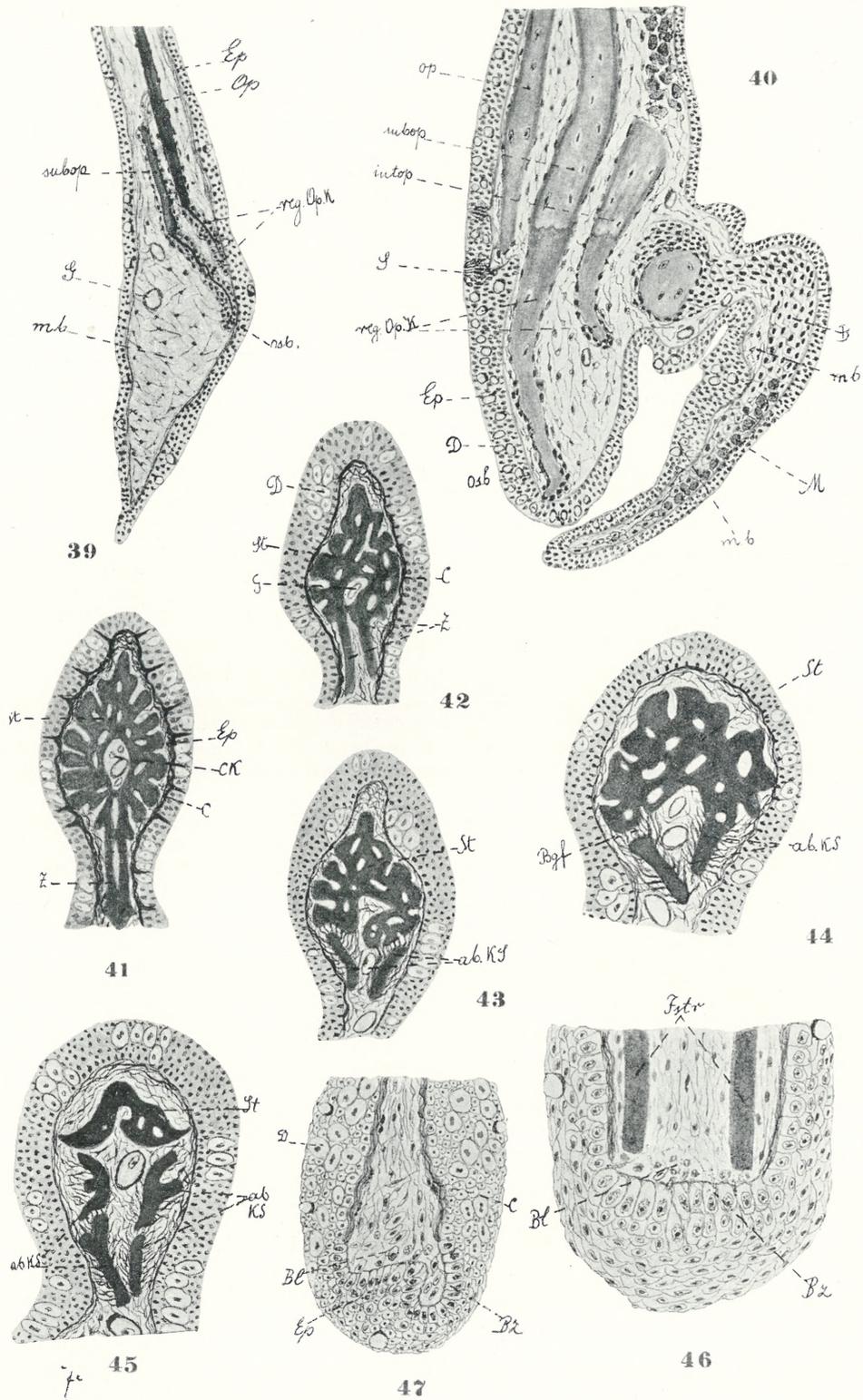


Wykres 1



C. Beigel.





C. Beigel.

*O aparacie Golgiego-Kopscha w komórkach zwojowych
głowonogów (Cephalopoda). — Über den Golgi-Kopsch'schen
Apparat in den Ganglienzellen der Cephalopoden.*

Mémoire

de M. R. WEIGL,

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 6 Juillet 1910.

(Planches XXVII et XXVIII).

Mit dem Studium über den Golgi-Kopsch'schen Apparat der Wirbeltiere beschäftigt, kam ich zu der Überzeugung, daß uns erst eine umfassendere Kenntnis über das Vorkommen und den Bau dieser Strukturen in der ganzen Tierreihe erlauben würde, den Charakter dieser Bildungen schärfer zu präzisieren, und vielleicht auch mehr Licht in seine vorläufig noch immer völlig ins Dunkle gehüllte Bedeutung im Zellenleben werfen könnte.

Neuere Arbeiten Holmgren's und anderer Forscher, die über den Bau der Nervenzellen der Wirbellosen handeln, scheinen in dieser Hinsicht eher eine größere Verwirrung als die gewünschte Aufklärung zu bringen. Es galt also zu entscheiden, inwiefern eben in dieser Hinsicht der feinere Bau der Nervenzelle der Wirbellosen demjenigen der Wirbeltiere entspricht, ob nun auch in den Zellen der Evertebraten Bildungen vorkommen, die mit dem Golgi-Kopsch'schen Apparat der Wirbeltierzelle homologisiert werden könnten, und inwiefern sie den als Trophospongium der Wirbellosen von Holmgren beschriebenen Bildungen entsprechen.

Diese letztere Frage gewann besonders dadurch ein höheres Interesse, da einerseits meine Untersuchungen¹⁾ klarlegten, daß das intrazelluläre Trophospongium der Nervenzellen der höheren Wirbeltiere dem Golgi-Kopsch'schen Apparat vollkommen entspricht (eine Auffassung, der Golgi noch immer kategorisch gegenüber-

¹⁾ R. Weigl: Studya nad aparatem Golgi-Kopscha i trofospongiami Holmgrena w komórkach nerwowych kregowców. Polskie Archiw. nauk. I. 1910.

steht), andererseits aber das Trophospongium der Wirbellosen, wie es uns Holmgren z. B. für die Hirudineen und Gasteropoden abbildet, erheblich von dem der Wirbeltiere abweicht.

Vorliegende Untersuchungen sollen nun lediglich die Verhältnisse bei den Cephalopoden schildern.

Da anderweitige Probleme der Zellstruktur in dieser Zusammenstellung, die auch mehr den Charakter einer vorläufigen Mitteilung besitzt, nur insofern berücksichtigt werden, als sie zur Klarstellung des wahren Sachverhaltes und zum Vergleich notwendig sind, so verzichte ich auch auf eine ausführliche Besprechung der Befunde anderer Autoren, die über den Bau der Ganglienzellen der Mollusken handeln, mit unserer Fragestellung jedoch nichts gemein haben.

Von all diesen Arbeiten kommt hier vor allem die Arbeit Gariaeff's¹⁾ in Betracht. Das ist nämlich auch der einzige Forscher, der sich in neuester Zeit mit dem feineren Bau der Ganglienzellen der Cephalopoden eingehender beschäftigte und dessen Befunde sich auch auf die uns hier interessierenden Probleme des Baues der Ganglienzellen direkt beziehen. Diese Befunde werden auch in vielen Fällen den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen bilden. Außer Gariaeff's Arbeit sind für uns nur noch die Arbeiten Bochenek's²⁾ und besonders die Merton's³⁾ von Belang, die über das intrazelluläre Netzwerk bei *Helix* und *Tethys* handeln, welches der letztgenannte Autor als eine den Golgi-Kopsch'schen Netzen homologe Struktur ansieht.

Ohne mich nun überhaupt in theoretische Probleme einzulassen, will ich hier nur kurz den Tatsachenbestand, den meine Untersuchungen zu Tage fördern, schildern⁴⁾.

Das mir bei diesen Untersuchungen zur Verfügung stehende Material: Zentralnervensystem und Mantelganglien von *Octopus*,

¹⁾ Wl. Gariaeff: Zur Histologie des zentralen Nervensystems der Cephalopoden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 92, 1909.

²⁾ A. Bochenek: O budowie komórki nerwowej ślimaka winniczka (*Helix pomatia*). Kraków, 1908.

³⁾ Hugo Merton: Über den feineren Bau der Ganglienzellen aus dem Zentralnervensystem von *Tethys leporina* Cuv. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 88, 1907.

⁴⁾ Einen kurzen Bericht über meine diosbezüglichen Ergebnisse erstattete ich im August dieses Jahres am VIII. Internationalen Zoologenkongress in Graz. Dasselbst demonstrierte ich auch meine Präparate.

Sepia und *Loligo*, gewann ich im Jahre 1908 gelegentlich eines Aufenthaltes an der Zoologischen Station in Triest. Konserviert wurde es teils in Sublimat, Alkohol, in Carnoy-Gemisch, 10%-igem Formol, in Müller'scher Flüssigkeit + Formol, Trichlormilchsäure, Fleming'schem und anderen Osmiumgemischen, wie auch reiner Osmiumsäure, teils nach speziellen Methoden, u. zw. nach Kopsch, Sjövall, Schridde und Cajal.

Die Ergänzung dieses sich als nicht hinreichend erweisenden Materials verdanke ich meinem Kollegen Dr. J. Grochmalicki, der sie mir aus Neapel, und zwar in folgender Weise zusandte. Die auspräparierte, eventuell zerlegte Zentralmasse und die Mantelganglien wurden dort (in Neapel) teils in 10%-iges Formol eingelegt und so versandt, — dieses Material wurde nach der Methode von Cajal und Bielschowsky behandelt, — teils in 2%-iger Osmiumsäure oder Sublimat-Osmium-Gemisch verschieden lange Zeit (einige bis 24 Stunden) konserviert und dann in destilliertem Wasser übersandt. Die in Wasser angelangten Präparate wurden dann nach Kopsch weiterbehandelt.

Diese letzte Art der Versendung erwies sich als sehr zweckentsprechend. Ich wählte sie deshalb, weil mir meine Untersuchungen an Wirbeltieren zeigten, daß ein sogar sehr langes Verweilen im Wasser Präparaten, die vorher kurz osmiert wurden, in keiner Weise schadet. Bei nachträglicher Bearbeitung nach Kopsch erhält man dann jedoch in solchen Präparaten schönere und vollständiger imprägnierte Netze, als nach der unveränderten Kopsch'schen Methode.

Auf den Bau der Ganglienmassen, die Topographie, Größenverhältnisse der Zellen u. s. w. wird hier nicht eingegangen. Dies finden wir bei Gariaeff und anderen. Ich mache nur darauf aufmerksam, daß die Zellen des Mantelganglions besonders durch ihre oft außergewöhnliche Größe ein in mancher Hinsicht viel geeigneteres Material für Zellstudien als die Zentralmasse darstellen.

Die Begrenzung der Nervenzellen ist bei den Cephalopoden nie scharf und distinkt, von einer Membran bemerkt man gar nichts. In dieser Beziehung nähern sie sich vollkommen dem Typus anderer Evertebraten, besonders dem einiger Gasteropoden. Doch stehen die Verhältnisse nicht so, wie sie Gariaeff schildert. Seiner Auffassung nach ist die exoplasmatische Schicht des Zelleibes bei *Octopus* von

Neurogliafasern so durchwoben, daß man den Eindruck gewinnt, als ob die Zelle nur aus dem von Chromophilkörnchen erfüllten Endoplasma und einem dichten Geflecht von Hüllgewebsfasern bestünde. Die Mehrzahl dieser feineren Fasern liegt nach Gariaeff im Exoplasma selbst, welches auf diese Weise auch alle Hohlräume zwischen ihnen ausfüllt.

Wenn wir Bilder, wie sie uns z. B. Phot. 1 zeigt, betrachten, so erscheint uns eine solche Erklärung gewiß ganz plausibel. Das sind Bilder, wie wir sie nach Konservierung mit Flemming'scher Flüssigkeit erhalten, die auch den Untersuchungen Gariaeff's zugrunde lagen und ihn zu einer solchen Ansicht verleiteten. An diesen Bildern ist es nicht nur unmöglich, die Zellgrenzen zu bestimmen, sondern es fällt auch schwer zu entscheiden, welche Partie der Zelle dem Endoplasma zuzurechnen ist und was schon dem Hüllgewebe angehört. Solche Bilder sind eben nur das Produkt einer wenn auch nicht schlechten, so doch unzumutbaren und irreführenden Konservierung.

Da sind schon Bilder, die man mittels reiner Osmiumkonservierung oder nach Behandlung mit Sublimatosmium erhält, mehr vertrauenserweckend. Der Vergleich der mit diesen zwei Methoden erhaltenen Bilder gibt uns auch eine ganz befriedigende Aufklärung über das Zustandekommen solcher Bilder, wie sie Gariaeff schildert. Betrachtet man Phot. 2, die einem Sublimatosmiumpräparat entstammt, so bemerkt man, daß einerseits ein großer Teil der scheinbaren Fibrillen nichts anderes darstellt, als feine Züge des Nervenzellprotoplasmas, daß andererseits aber ebenfalls das die Zelle umgebende Hüllgewebe in diesem Falle eine vielleicht unnatürliche Auffaserung erlitt. Auf diese Weise erhalten wir nun so unentwirrbare Bilder.

Den wahren Sachverhalt illustrieren uns vielleicht am naturgetreuesten reine Osmiumpräparate; man vergleiche die beigelegten Photogramme, z. B. Phot. 29 und besonders Phot. 3, welche uns ein Osmiumpräparat mit nachträglicher Eisenhämatoxylinfärbung darstellt. Da sieht man, wie das die Zelle umgebende, intensiv geschwärzte Hüllgewebe wirklich von allen Stellen der Zellperipherie zarte, selten stärkere Fortsätze ins Innere des Zelleibes entsendet, von einer so weitgehenden Auffaserung und Netzbildung im Exoplasma ist jedoch keine Rede. Die Bilder erinnern vielmehr an die bekannten Verhältnisse bei anderen Mollusken.

Auch bei den Cephalopoden beschränkt sich also gewöhnlich das Eindringen der Fasern des Hüllgewebes in den Leib der mittelgroßen Zellen lediglich auf die Randpartien der Zelle, und erst bei den großen Zellen findet man stärkere Fasern, die dann auch tiefer eindringen und sich öfters im Innern der Zelle teilen.

Es wiederholt sich auch da dasselbe, was schon Holmgren und andere hervorhoben, daß nämlich das gegenseitige Verhalten des Gliagewebes und der Ganglienzelle bei verschiedenen Tieren einer Spezies sehr starken Schwankungen unterliegt. Bei einem Tier werden beinahe alle Zellen oft sehr reich von Hüllgewebefasern durchsetzt, andere Tiere zeigen dagegen das intrazelluläre Hüllgewebe nur ausnahmsweise und spärlich entwickelt. Ob dieses Verhalten auf physiologische Zustände zurückzuführen ist, bleibe dahingestellt. Die Merzahl der von mir untersuchten Tiere zeigt diese Einrichtung nur in beschränktem Maße.

Ein wenig anders gestalten sich die Verhältnisse bei den riesigen Zellen, wie man sie besonders in großer Zahl im Mantelganglion findet. Da kommt es beinahe regelmäßig zu einer äußerst starken und ausgiebigen Einwucherung des Hüllgewebes ins Innere der Nervenzelle. So auffallende und überzeugende Bilder sah ich bei keiner anderen Tierspezies. Diese Verhältnisse zeigt uns Phot. 4, die einem nach längerer Formalineinwirkung osmierten Präparate entstammt. Noch schärfere Bilder liefert Nachfärbung mit Eisenhämatoxylin. Hier handelt es sich schon nicht nur um das Eindringen kleinerer Fortsätze und dünner Fasern in die Randpartie der Zelle, hier dringen ganze Stränge samt Kernen und Gefäßen tief in den Zelleib ein, reichen nicht selten bis nahe zum Kern, anastomosieren oft untereinander und bilden in der Zelle auf diese Weise ein weitmaschiges, dickes Balkenwerk. Septen- und lamellenähnliche Bildungen kommen dagegen seltener vor. Auch der Nervenfortsatz, sogar noch in seinen weit von der Zelle entfernten Partien, bleibt von diesen Einwucherungen nicht verschont.

Auch Gariaeff beschreibt im Innern der Ganglienzelle ein mittels Bielschowsky's Methode erhaltenes, bald gröberes, bald zarteres, sehr scharf gefärbtes Netz, das er als ein von der Peripherie in die Zelle einwucherndes Glianetz ansieht. An meinen mittels Bielschowsky's Methode hergestellten Präparaten, wie auch an denen meines Kollegen Herrn Dr. A. Jakubski, der sich speziell mit der Neurogliafrage der Cephalopoden beschäftigt, kam es öfters

zu einer äußerst scharfen und elektiven Differenzierung des Hüllgewebes. In diesen Präparaten imprägnierte sich auch — wie ja vorauszusetzen ist — das in die Nervenzellen einwuchernde Hüllgewebe. Solche Bilder illustriert uns die nach einem Präparat des Herrn Jakubski gefertigte Phot. 5. Es ist also selbstverständlich wieder derselbe Charakter, wie ihn uns auch anders konservierte und gefärbte Präparate aufweisen, jedoch weit entfernt von den Bildern Gariaeff's.

Die von Gariaeff beschriebenen endozellulären Glianetze sind eben keine Gliastrukturen, haben überhaupt mit dem Gliagewebe nichts gemein. Welche Gründe es sein konnten, die Gariaeff dazu verleiteten, diese Gebilde zur Neuroglia zu zählen, kann ich nicht einsehen.

Diese Netze erhält man nach Gariaeff nur selten. An meinen Präparaten kommen sie aber keineswegs selten vor, sie sind vielmehr in den meisten Präparaten beinahe in jeder Zelle zu finden.

Gegen die Neuroglia-Natur dieser Netze sprechen folgende Gründe: Erstens erhält man diese Strukturen nie mittels anderer Methoden, auch nicht mittels derjenigen, die zur Darstellung der Neuroglia dienen und die das epizelluläre Hüllgewebe wie auch dessen oben beschriebene Einwucherungen äußerst scharf tingieren. Zweitens kommt die Imprägnation dieser Netze nie in denjenigen Bielschowsky-Präparaten zustande, die eine elektive Färbung des Hüllgewebes aufweisen, wo also die Neurofibrillen der Zellen wie auch die der Zentralmasse gänzlich ungefärbt bleiben. Drittens färben sie sich dagegen oft sehr vollkommen und allgemein in den nach der Bielschowsky'schen und insbesondere nach verschiedenen Modifikationen der Cajal'schen Methode hergestellten Präparaten, die eine reine Neurofibrillenfärbung der Zentralmasse zeigen, wo also das Hüllgewebe gänzlich ungefärbt erscheint. Vergleiche Phot. 8 bis 21.

Es sollen diese Tatsachen jedoch nicht so verstanden werden, als ob ich die Bielschowsky-Methode als eine unter allen Umständen elektive ansehen würde; dies kann nicht einmal von der Methode Cajal's gesagt werden. Man erhält z. B. auch ausnahmsweise mit beiden Methoden Präparate, in denen zwar verschieden stark aber doch gleichzeitig die Glia- und Neurofibrillen-Struktur imprägniert erscheint. Es ist jedoch einleuchtend, daß solche Bilder nur Verwirrung anrichten können, bei unseren Erwägungen also

überhaupt nicht in Betracht kommen. In solchen mißlungenen Präparaten erhält man — besonders wenn noch dazu die Konservierung eine mangelhafte ist — selbstverständlich Bilder, die den Eindruck machen, als ob das intrazelluläre, geschwärzte Netz und die ebenfalls geschwärzten, epizellulären Fasern des Hüllgewebes zusammen gehörten. Ein solches Bild zeigt uns z. B. Phot. 6 und 7.

Was stellen uns also eigentlich diese intrazellulären Netze dar? Ein Vergleich der Bilder Gariaeff's, besonders Fig. 16 seiner Arbeit, mit seinen Neurofibrillenbildern und meinen Präparaten führte mich zu der Überzeugung, daß wir es da im Grund genommen mit ein und derselben Struktur zu tun haben. Vor allem mache ich darauf aufmerksam, daß die Neurofibrillennetze, die Gariaeff beschreibt und zeichnet, nur den großen Zellen angehören. Im Innern dieser Zellen findet er äußerst feine anastomosierende Fibrillen, sowie auch einzelne, welche im Achsenfortsatze parallel verlaufen und ein Geflecht im Zelleibe bilden. In seinem Aussehen nähert sich dieses Netz auffallend dem der Wirbeltiere und entfernt sich weit vom Typus der Evertebraten, wie sie Bouchenek z. B. bei anderen Mollusken beschrieb. Stillschweigend wird dieses Schema des Fibrillenbaues der großen Zellen auch den mittleren Zellen angepaßt. In den kleinen Zellen fand dagegen Gariaeff überhaupt nichts, was als Neurofibrillen zu deuten wäre.

Meine nach Cajal und Bielschowsky erhaltenen Bilder enthüllen in dieser Hinsicht einige andere, höchst interessante Tatsachen. Ein dem von Gariaeff abgebildeten ähnliches, also gleichmäßig über die ganze Zelle verbreitetes Fibrillennetz fand auch ich für den Typus der großen Zellen als vorherrschend. Auch in den kleineren Zellen verschiedener Regionen des Zentralnervensystems findet man hie und da ein ähnliches Netz; oft bleibt es jedoch in diesen Zellen vorwiegend auf die mehr zentralwärts gelegenen Plasmapartien beschränkt, oft sogar scharf begrenzt und entsendet nur noch feinere Fäden gegen die Peripherie. Vergleiche Phot. 8 und 9. Die Fäden solcher Netze, die gewöhnlich auch stärker entwickelt sind, konvergieren gegen den Nervenfortsatz, dringen in denselben ein und ziehen so der Zentralmasse zu.

In anderen Zellen ist dann öfters der Charakter des Netzes ein viel lockerer; dieses besteht aus ziemlich dünnen, äußerst scharf gezeichneten, anastomosierenden Fibrillen, die sich vom Typus der großen Zellen, also auch von dem der Wirbeltiere weit entfernen

und sich auffallend dem Typus der Neurofibrillen der niederen Tiere, besonders dem der Würmer nähern. (Phot. 10).

In den weitaus meisten mittleren und kleinen Zellen ist dagegen die Entwicklung der sich nach Cajal und Bielschowsky schwärzenden Gebilde eine ganz besondere. Auffallend dicke, äußerst scharf konturierte Fibrillen bilden ein die ganze Zelle durchsetzendes oder sich mehr an die Peripherie haltendes, lockereres Netz, das dem von Gariaeff für die großen Zellen beschriebenen wirklich nicht ähnlich ist. (Vergl. Phot. 11). An anderen Stellen desselben Präparates, besonders in größeren Zellen, sehen wir dann, daß ebenfalls, oft sogar außergewöhnlich dicke Fibrillen, die meist nur die mehr peripher gelegenen Plasmapartien einnehmen, sich in feinere Fäden teilen, die dann gegenseitig anastomosieren und ein oft äußerst dichtes, engmaschiges Netzwerk bilden (vergleiche Phot. 12 und 13). Das sind Bilder, die Gariaeff als intrazelluläre Neuroglia-Netze deutet. Manchmal beschränkt sich dieses feinere Netz auf eine oder einige Stellen der Zelle, wie in Phot. 12 und 13. Da handelt es sich jedoch vielleicht nur um eine unvollständige Imprägnation. Bilder, wie Phot. 14 u. 16, die öfters auch schon in großen Zellen angetroffen werden, zeigen, daß diese dicken Fäden auch nur spärlich entwickelt sein können, daß dagegen das feine, aus ihnen entstandene Maschenwerk die ganze Zelle einnehmen kann.

Das Verhalten gegen Färbungen und die Art der Imprägnierung überzeugte mich davon, daß das engmaschige Netzwerk vollkommen dem der großen Zellen, also dem Fibrillennetze Gariaeff's entspricht. Daß dann auch andererseits die dicken Fäden, mit denen sie ein untrennbares Ganzes bilden, nichts anderes als morphologische Modifikationen ein und derselben Bildung darstellen, ergibt sich von selbst.

Je kleiner die Zelle ist, desto einfacher gestaltet sich in der Regel der Bau dieser Bildungen; immer spärlicher werden die Verästelungen und das Netz beschränkt sich immer mehr auf die größeren und dickeren Fäden, die dann nur schon hie und da auch feinere Fäden entsenden. Das ganze Gebilde nimmt dann oft die Gestalt eines zierlichen, lockeren, allseitig den Kern einschließenden Netzwerkes an. (Vergl. Phot. 15). Ganz merkwürdigen Gebilden begegnet man dann schon in den kleinsten Zellen. Wir finden da einen dicken Faden, der den Kern umschlingt, in irgend einer Partie der Zelle eine Schlinge bildet, oder sich zu einem Kreise

schließt, und von da noch ab und zu feinere Fäden entsendet. (Vergl. Phot. 18, 19, 20, 21). Daß wir es da mit denselben Gebilden, wie die in den großen Zellen, zu tun haben, zeigen uns verschiedene Übergangsbilder. Da sieht man z. B., wie in den etwas größeren Zellen diesen schleifenförmigen Bildungen Nebenzweige entsproßen, die sich allmählich zu groben Netzen ausbilden und schließlich auch das engmaschige Fibrillennetz liefern.

Alle diese Bilder sind jedoch zu mannigfach und zu verwirrend, als daß sie einem der bekannten Neurofibrillen-Typen zugerechnet werden könnten; sie vereinigen vielmehr in so mancher Hinsicht alle Formen der bei den verschiedenartigsten Tieren bekannten Typen. Wie die so verschiedenen Bildungen zusammenhängen und wie sie auseinander entstehen, das soll hier nicht näher erörtert werden.

Ich mache vorläufig nur darauf aufmerksam, daß wir es hier mit stark artifiziiellen Verunstaltungen einzelner Fibrillen höchstwahrscheinlich nicht zu tun haben. Dagegen spricht unter anderen die Tatsache, daß diese so verschiedenen Bilder in knapp nebeneinander liegenden Zellen vorkommen. (Vergleiche z. B. Phot. 17). Ein Vergleich dagegen mit den verschiedenen Fibrillenbildern, die Cajal und Andere in den Zellen der Wirbeltiere und der Wirbellosen bei Veränderung der physiologischen Zustände erhalten haben, ist nicht von der Hand zu weisen. Auch der Gedanke, daß die Verschiedenheit der Netze auf Verschiedenheit der Funktion einzelner Zellen überhaupt hindeutet, liegt nicht fern. Da sei denn noch hervorgehoben, daß alle diese Bilder von den kleinsten Zellen ausgehend, auffallend an die Bilder erinnern, die Held von dem sich formenden Nervennetze der embryonalen Zellen gibt. Auch dort sehen wir dicke, primäre Fibrillen, aus denen erst dann die feineren, sekundären Fibrillen entspringen.

Das eine steht für mich denn doch schon sicher, und davon konnte ich mich an der Hand meiner Präparate von *Helix* und *Tethys* überzeugen, daß dieses intrazelluläre Netz dem von Bochenek und Merton beschriebenen Netze der Gastropoden entspricht.

Auch der Übergang der Fibrillen dieses Netzes in den Achsenzylinder und ihr Zusammenhang mit den Fibrillen des Nervenfortsatzes unterliegt keinem Zweifel. Ob jedoch das Netz in allen

seinen mannigfachen Formen dem reinen Fibrillennetze entspricht, sei dahingestellt.

Es steht nämlich diese Frage eng mit einem anderen Problem des Baues der Ganglienzelle, und zwar mit dem der Saftkanälchen in innigster Beziehung. Diese Bildungen, die Gariaeff in den Zellen der Cephalopoden fand und mit den Holmgren'schen Saftkanälchen identifizieren zu müssen glaubte, nehmen nach Gariaeff im Exoplasma ihren Anfang. „Ihre Hohlräume tragen denselben Charakter wie das sie umgebende Exoplasma... sie sind von Hyaloplasma erfüllt, von einer Lymphe, oder — wenn man will — einfach vom Exoplasma“.

Weiter schreibt Gariaeff: „Wenn man an diese Frage von diesem Standpunkt aus herantritt, so kann man zur Übereinstimmung darin mit Holmgren kommen, daß diese Kanälchen sich in die die Zellen umgebenden Hohlräume öffnen, da das Exoplasma, welches diese Kanälchen erfüllt, eben aus diesen Hohlräumen heraustritt — es erfüllt selbst diese Hohlräume... Was die Bildungen der Saftkanälchen anbetrifft, so hat Holmgren offenbar in vielem Recht; ich glaube nämlich, daß die Gliafasern an einigen Stellen in die Kanälchen eintreten, und indem sie sich dort zerspalten — ihnen eine Stütze geben“.

Durch diese Kanälchen wird nach Gariaeff ein inniger Kontakt zwischen Exo- und Endoplasma hergestellt, ihre Bestimmung besteht einerseits in der trophischen Funktion, anderseits vergrößern sie das Feld, auf dem sich Exo- und Endoplasma berühren, und erleichtern auf diese Weise die Leitung der Empfindungen, an welchen das Exoplasma Anteil hat.

Wie sehen jedoch nach gründlicher Untersuchung alle diese Dinge aus? Bei der Entscheidung dieser Frage erwies sich vor allem die Bilder reiner Osmiumpräparate als besonders geeignet; hier tritt nämlich die Überlegenheit der reinen Osmiumfixierung besonders hervor. An Phot. 22, 24 und 27, die Osmiumpräparate wiedergeben, sieht man, daß diese vermeintlichen Saftkanälchen ihren Ursprung eigentlich nicht an der Peripherie der Zelle nehmen, sondern beinahe alle dem Nervenfortsatz zueilen und auch kontinuierlich in dessen Plasma übergehen. Man gewinnt vielmehr den Eindruck, als ob die Substanz des Nervenfortsatzes ins Plasma der Zellen ausstrahlte. In ihrem Verlauf und Verhalten erinnern

die Kanälchen auffallend an die oben beschriebenen intrazellulären Netze (vergl. Phot. 25 mit 15 und die Phot. 23 mit 14 u. 16); tatsächlich stellen sie uns auch eben nur das Negativ dieser Netze dar. Ohne viele Erläuterungen wird man sich davon überzeugen können, wenn man die beiliegenden Photogramme genau miteinander vergleicht. Um jedoch ganz sicher zu gehen, zeichnete ich einige Zellen aus Präparaten nach Cajal und Bielschowsky, welche schön entwickelte, dicke Netze enthielten, entfärbte sie mit gelbem Blutlaugensalz und tingierte darnach mit Eisenhämatoxylin; an diesen Präparaten konnte ich mich sodann schon von der Richtigkeit meiner Auffassung vollkommen überzeugen. An Stelle der schwarzen Netze trat das helle Kanälchen-System. Dieses entspricht auch folglich demjenigen, das Merton bei *Tethys* beschreibt. Auch in den Ganglienzellen der Hirudineen erhält man nach reiner Osmiumfixierung öfters ein helles Kanälchensystem. An diesen Zellen läßt es sich besonders leicht und auch schon vollkommen einwandfrei beweisen, daß wir es da mit dem wahren Negativ des Neurofibrillennetzes zu tun haben. Ein ähnliches Netz tritt auch oft nach reiner Osmiumfixierung äußerst scharf in den Spinalganglienzellen der Wirbeltiere hervor. Es entspricht da gewiß dem dritten Kanälchentypus Bergen's und stellt uns auch hier — wie dies schon Bergen vermutete — das Negativ des Fibrillennetzes dar.

Wie mannigfaltig die silbergeschwärzten Netze waren, so sind es auch selbstverständlich ihre Negative — die hellen Kanälchen (Vergl. Phot. 22 bis 27). Neben Zellen, die nur Spuren dieser Bildungen — also äußerst zarte Netze zeigen (solche sah Gariaeff nicht; sie treten eben nur an reinen Osmium-Präparaten deutlich hervor), liegen Zellen mit enorm dicken Kanälchen und wieder andere, die nur wenige dicke, aber eine Menge dünner, aus ihnen entspringender Kanälchen aufweisen, die sich dann zu einem äußerst zarten Netze anordnen.

Für bei der Präparation entstandene Kunstprodukte kann man diese Kanälchen, bei der so vorzüglichen Konservierung, nicht halten. Bei schlechter oder unzuweckmäßiger Konservierung, die sich auch sofort am Charakter der ganzen Zelle, ihrer Begrenzung u. s. w. erkennen läßt, verliert sich dagegen — z. B. in manchen nach Bielschowsky und Cajal angefertigten Präparaten — die scharfe Begrenzung der einzelnen Fäden. Da schwellen die Kanälchen, eventuell Fäden, augenscheinlich an, werden erweitert,

behalten aber noch die Kanälchenform bei (Vergl. Phot. 32 u. 7), schmelzen jedoch auch öfters z. B. nach Sublimat-, Carnoy-, besonders nach Trichlormilchsäure-Konservierung zu homogenen Massen zusammen und geben der Zelle das Aussehen, welches uns Phot. 31 illustriert. An gut konservierten Präparaten ist der Querschnitt der Kanälchen immer rund und diesen Charakter bewahren sie auch an den Stellen, wo sie am dicksten erscheinen; von einem Zerfließen der Substanz oder einem gegenseitigen Durchdringen und Vermischen mit dem Endoplasma ist da keine Rede. Nur an Stellen, wo mehrere Kanälchen zusammentreffen, findet man Verdickungen, auch sogar ansehnliche Erweiterungen. Auch am Ursprung des Nervenfortsatzes, wo — wie wir es in Phot. 22, 24 und 27 sehen — alle Kanälchen zusammentreffen, erweckt es den Anschein, als ob da ein Zusammenfließen zu einer homogenen Masse, wie wir es auch im weiteren Verlauf des Nervenfortsatzes finden, zustande käme. An Phot. 22 und 27 sehen wir jedoch, daß die einzelnen Kanälchen in dem auf den ersten Blick homogen aussehenden Ursprungshügel des Nervenfortsatzes doch noch ihre Individualität bewahren, und an Phot. 35, die uns eine Zelle darstellt, in der das Plasma des Nervenfortsatzes auch in seinem weiteren Verlaufe noch das Gepräge des Zellplasmas beibehält, sehen wir, daß die Kanälchen sogar noch im Nervenfortsatz ihre Individualität nicht einbüßen.

Auffallend erscheinen in dieser Hinsicht einige wenige Zellen; da kommt es auch an sonst gut konservierten Osmiumpräparaten zu einer so enormen Erweiterung dieser Kanälchen, daß sie beinahe die ganze Zelle ausfüllen. Selbstverständlich verliert sich da der Charakter der Kanälchen. Es hat den Anschein, als ob die ganze Zelle nur aus dem hellgefärbten Plasma der Kanälchen mit darin zerstreuten Chromophilanhäufungen bestünde; ob es sich da um normale Verhältnisse handelt, erscheint sehr fraglich.

Was die Kommunikation dieser Kanälchen mit dem Exoplasma, wie sie Gariaeff annimmt, anbelangt, so sei nur so viel bemerkt, daß der Begriff des Exoplasmas, den Gariaeff entwirft, ein ganz unsicherer ist. Gariaeff sieht nämlich alles in der Zelle, was nicht Chromophils substanz enthält, gleich als Exoplasma an; es entspricht also dieser Begriff z. B. demjenigen der Grundsubstanz Rhode's. So versteht Gariaeff unter dem Exoplasma oft eben auch die peripher gelegenen Negative der intrazellulären Netze.

Da andererseits auch das von Chromophil-Einlagerungen freie Plasma, welches sich an der Peripherie befindet (das wahre Exoplasma), bei verschiedenen Färbungen ungefärbt bleibt, so gewinnt man den Eindruck, wie ihn Gariaeff schildert.

Wie stellt sich der Inhalt dieser Kanälchen dar? An Präparaten, wie in Phot. 22, wo die Zelle in der Richtung des Nervenfortsatzes durchschnitten ist, sehen wir, daß der Inhalt der Kanälchen denselben Charakter wie das Plasma des Nervenfortsatzes, wie auch das der Nervenfasern außerhalb des Bereiches der Zellschichte besitzt. Dies zeigt uns Phot. 34. Er scheint auch lediglich aus dieser Substanz gebildet zu sein. Der Nervenfortsatz besteht nun vorwiegend aus Fibrillen und einer perifibrillären Substanz, dem Neuroplasma — Hyaloplasma. Es wäre nun anzunehmen, daß sich auch der Inhalt der hellen Kanälchen aus diesen zwei Komponenten zusammensetzt. Darüber sollten uns die Fibrillenbilder Auskunft geben. Es sei vor allem bemerkt, daß sich nach Bielschowsky und Cajal neben den Fibrillen auch manchmal die perifibrilläre Substanz — besonders gerne an der Ursprungsstelle des Nervenfortsatzes — mitfärbt. So sehen wir, daß z. B. in Phot. 33 der ganze Nervenfortsatz beinahe homogen geschwärzt erscheint, und so sind es auch die dickeren, hier entspringenden, sich im Plasma verästelnden Ausläufer. Ähnlich homogen geschwärzt sehen auch oft die Nerven noch in der Zentralmasse aus. Bei näherem Zusehen kann man doch in diesen geschwärzten Nerven die ganz schwarz gefärbten Fibrillen von dem etwas helleren, perifibrillären Plasma auseinanderhalten. Das gelingt auch manchmal an einigen, unmittelbar dem Konus entspringenden, dickeren Ästen des intrazellulären Netzes, besonders gut an denjenigen, die mehr peripher gelegen sind. Da unterliegt es keinem Zweifel, daß wir es hier mit in Perifibrillär-Substanz eingebetteten Fibrillen zu tun haben. Wie die Verhältnisse jedoch in den Fäden der durchwegs dicken Netze zu deuten sind, konnte ich derzeit noch nicht entscheiden. Sind das nun so dicke Fibrillen? Haben wir es da mit einer oder mehreren Fibrillen und einer sie umgebenden perifibrillären Substanz zu tun? Oder ist das überhaupt nur ein hyalines Neuroplasma ohne fibrilläre Ausdifferenzierung?

Meine Cajal- und Bielschowsky-Präparate geben darüber keinen Aufschluß; bei starker Imprägnierung sind die Fäden des Netzes ganz undurchsichtig, pechschwarz; bei schwächerer, wie sie

z. B. Phot. 15 und 17 zeigen, läßt sich auch keine regelmäßige, etwa fibrilläre Struktur der dicken Fäden nachweisen. Sie bleiben durchwegs homogen, oder zeigen höchstens einen unregelmäßig granulierten Bau. An osmierten Präparaten hat der Inhalt der Kanälchen für gewöhnlich auch ein gänzlich homogenes Aussehen. Öfters merkt man jedoch auch da feine, fibrillenähnliche Züge von gleichem Charakter, wie wir sie auch im Nervenfortsatze und in den Nerven überhaupt finden (vergleiche Phot. 34). Sind das vielleicht die wahren Fibrillen?

Wie jedoch schon angedeutet, ist die Entscheidung solcher Fragen nicht der Zweck dieser Publikation; alle diese Tatsachen und Auseinandersetzungen sollen lediglich nur ein hinreichendes Beweismaterial zur Stütze meiner Anschauung liefern, daß nämlich die geschwärzten Netze wie auch die Kanälchenbilder mit den Holmgren'schen Trophospongien und Trophospongium-Kanälchen nichts gemein haben.

Wenn wir unter Trophospongium nur die von der Peripherie in die Zelle eingedrungenen Hüllgewebsfasern verstehen wollen, so kommt es zwar bei den Cephalopoden, wie schon gezeigt wurde, normal beinahe in allen Zellen vor, jedoch nur im beschränkten Maße. Ein stärkeres Durchwachsen, besonders dickerer Stränge, und eine Netzbildung in tiefer gelegenen Partien der Nervenzellen kommt zwar vor, doch dürfen solche Fälle keinesfalls verallgemeinert werden. Sie bleiben nämlich vorzugsweise auf die größten Zellen beschränkt. Ob es sich da um typische, dem Leben der Zelle unentbehrliche oder nur zufällige, durch das enorme Wachstum der Nervenzelle oder Wucherung des Hüllgewebes bewirkte Einrichtungen handelt, bleibe dahingestellt. Darauf sei jedoch hingewiesen, daß eine Verflüssigung dieser Gebilde und das dadurch bedingte Entstehen von Kanälchen nicht nachweisbar ist. Es entsprechen eben diese Strukturen auch da nicht demjenigen Teile des Trophospongiums, welches bei den Wirbeltieren dem Golgi-Kopsch'schen Apparat, eventuell seinen Negativen entspricht.

Existieren nun überhaupt in den Ganglienzellen der Mollusken Strukturen, die dem Golgi-Kopsch'schen Apparate der Wirbeltiere entsprechen?

Nach Merton repräsentiert den Golgi-Apparat bei *Tethys* eben das geschwärzte Netz, welches, wie meine Untersuchungen

zeigen, vollkommen dem oben beschriebenen silbergeschwärzten Netze der Cephalopoden entspricht.

Wie aus obigen Auseinandersetzungen erhellt und des weitern noch näher begründet werden soll, ist diese Vermutung als irrig zurückzuweisen. Also auch das silbergeschwärzte Netz entspricht nicht dem Golgi-Kopsch'schen Netzapparat. Diese Strukturen blieben eben bei den Cephalopoden bis jetzt völlig unbekannt. Es gelang mir erst mittels der Kopsch'schen, Sjövall'schen und Holmgren'schen Methode, diesen Apparat auch bei den Cephalopoden darzustellen.

Diese Bildungen illustrieren uns die Phot. 24, 28, 29, 30. Der Charakter dieser Struktur ist in vielen Punkten ein dem Apparate der Wirbeltiere vollkommen entsprechender, zeigt jedoch in manchen Einzelheiten auch wichtige Unterschiede. Für eine Homologisierung dieser Gebilde mit dem Golgi-Kopsch'schen Apparate der Wirbeltiere spricht besonders das Verhalten gegen Reagenzien, vor allem also das Vermögen, durch Osmiumsäure konserviert und nach längerer Einwirkung geschwärzt zu werden. Dieser Umstand beweist auch, daß wir es bei den Evertebraten im Golgi-Kopsch'schen Apparate mit derselben myelinartigen Substanz zu tun haben, die auch der sich mit Osmium schwärzenden Substanz der Vertebraten-Netze zugrunde liegt. Gegen schwächere Osmiumlösungen und Wasser verhält sich diese Substanz ebenfalls so, wie es Sjövall und ich für den Apparat der Vertebraten gefunden haben. Auch da unterliegt die sich schwärzende Substanz einer Quellung; man erhält auf diese Weise dicke, körnige Fäden und unregelmäßig zerstreute, geschwärzte Granula oder auch z. B. nach Wassereinwirkung leere Vakuolen.

Andere Reagenzien, z. B. Trichlormilchsäure, Sublimat, Alkohol u. s. w. sind nicht imstande, die sich in Osmium schwärzende Substanz des Apparates zu konservieren; sie wird vielmehr durch diese Reagenzien nach vorhergehender starker Quellung ausgelaugt¹⁾.

Von der Substanz des Apparates bleiben jedoch nach Ausfall der durch Osmium sich schwärzenden Substanzen gerade so, wie

¹⁾ Durch diese starke Quellung gewinnt der Teil der Zelle, der den Apparat beherbergt, ein etwas anderes Aussehen als der übrige Teil des Endoplasmas; auf diese Weise entstehen dann die hellen, oft vakuolierten Partien um den Kern, die Gariaeff als Exoplasmafelder deutet.

ich es für die Vertebraten gezeigt habe, noch die anderen, den Apparat zusammensetzenden Komponenten übrig, die sich dann durch Fuchselinfärbung nachweisen lassen. Aber auch nach anderen Färbungen z. B. Eisenhamatoxylin, den Färbungen Benda's, erhielt ich in solchen Präparaten öfters eine Färbung der Apparate, und nach Konservierung in Osmiumgemischen trat sie beinahe konstant ein. Durch dieses Verhalten weichen diese Apparate von dem der Wirbeltiere und auch von denen einiger Wirbellosen z. B. Gastropoden, Würmer und Hirudineen ab. Wenn man jedoch berücksichtigt, daß man auch bei Wirbeltieren nach gewöhnlichen Methoden hie und da eine intensivere Färbung der Apparate erhält, daß sie des weiteren in manchen Körperzellen, besonders z. B. bei jungen Tieren (Darm der Kaulquappe), beinahe konstant, bei ältern jedoch nicht mehr zu erzielen ist, so muß man zugestehen, daß dieser Unterschied gewiß kein tiefgreifender ist und nur durch eine etwas labile Zusammensetzung der Substanz bewirkt wird. Auch gegen Formol verhält sich der Apparat der Cephalopoden gerade so, wie ich es bei den Wirbeltieren fand. Er wird also nur bei verhältnismäßig kurzer Einwirkungsdauer erhalten und läßt sich dann nach Sjövall darstellen, unterliegt jedoch bei längerer Einwirkung schon bald einer starken Quellung und teilweisen Auflösung. Phot. 4 zeigt uns einen solchen nach paartägiger Einwirkung von zehnpromzentigem Formalin geschwärtzten Apparat. Es sei noch hervorgehoben, daß sich der Apparat der Cephalopoden auch mittels der neuen Cajal-Golgi'schen Methode schön darstellen läßt.

Alle diese Tatsachen erlauben mir, diese Bildungen mit dem Golgi-Kopsch'schen Netzapparate der Wirbeltiere zu homologisieren.

Was nun die Morphologie dieser Bildungen anbelangt, so finden wir da außer einigen, dem Apparate der Wirbeltiere gemeinsamen Punkten manche Abweichungen.

Bei jungen wie auch kleinen Zellen sitzt der Apparat gerade so, wie wir es bei den Vertebraten sehen, wie ein Mützchen dem einen Kernpol auf; er bleibt jedoch bei mittleren und sogar großen Zellen immer mehr dem Kerne genähert, oft ganz angeschmiegt, zeigt also in dieser Beziehung ein anderes Verhalten als der Apparat der Wirbeltiere. Dort bleibt nämlich bei dem mittleren Typus immer ein breiter perinukleärer Raum frei.

Der Apparat der mittleren Zellen der Cephalopoden umgibt

auch nur selten allseitig den Kern in Gestalt eines geschlossenen Gitters, wie es beim Wirbeltiertypus Regel ist, sondern gruppiert sich, wie es ja übrigens auch oft bei Vertebraten vorkommt, zu kleinen Inseln, die dann entweder miteinander durch einige Fäden in Verbindung stehen, oder auch ganz isoliert liegen. Alle diese Verhältnisse werden vielleicht besser als durch eine lange Beschreibung durch die beigelegten Photogramme illustriert. In den riesigen Zellen sind die Verhältnisse ähnlich; nur zerstreut sich da der Apparat öfters noch mehr über die ganze Zelle.

Was die Abgrenzung gegen die Peripherie der Zelle anbelangt, so sei nur so viel betont, daß der Apparat, obwohl er vorwiegend nur auf die mehr zentralwärts gelegenen Partien des Endoplasmas begrenzt bleibt, doch manchmal durch einzelne Fäden oder auch ganze Häufchen bis an die äußersten Partien der Zelle, also in den Bereich der einwuchernden Neurogliafäden reicht. So trifft es sich auch, daß man öfters in der Mitte einer Insel auch Hüllgewebsfasern trifft, die dann schwer von den Fäden des Apparates auseinanderzuhalten sind. Solche Bilder erinnern selbstverständlich sehr an die von Holmgren bei Vertebraten beschriebenen Verhältnisse. Bei den riesigen Zellen, wo das Hüllgewebe tief in den Zelleib eindringt, sind diese Bilder noch viel auffallender; da sieht man z. B. an Phot. 4, daß der hier nur angedeutete Apparat eben die Stellen im Plasma, wo sich das einwuchernde Hüllgewebe befindet, geradezu bevorzugt. Doch das sind alles nur zufällige Bilder.

Daß der Golgi-Kopsch'sche Apparat auch da, also bei den Cephalopoden, mit der in die Zelle einwuchernden Neuroglia nicht genetisch verbunden ist, davon bin ich vollkommen überzeugt. Zur Stütze dieser Ansicht könnte ich nur mit anderen Worten alles das, was ich für den Apparat der Wirbeltiere hervorgehoben habe, wiederholen.

Der feinere Bau des Apparates, nämlich der der einzelnen Fäden, sowie deren Verlauf weisen vielleicht die größten Abweichungen vom Wirbeltiertypus auf. Es kann hier von einem Netze im wahren Sinne nicht die Rede sein. Der Apparat der Cephalopoden setzt sich nämlich vorwiegend aus kürzeren und längeren, oft gewundenen und geschlängelten Fäden zusammen, die sich nur selten verzweigen und die auch nur ausnahmsweise untereinander anastomosieren, also kein so geschlossenes Netz bilden, wie wir es beim Typus der mittleren Zellen der Wirbeltiere finden.

Es sei zum Schluß hier noch besonders bemerkt, daß diese Art der Ausgestaltung des Apparates eine einigermaßen vermittelnde Form zwischen dem Apparate der Wirbeltiere, Würmer und Hirudineen einerseits und dem Apparate der Gastropoden anderseits bildet. Bei den letztgenannten Mollusken besteht nämlich der Apparat lediglich aus ganz kurzen Fäden, die sich weder teilen noch Verbindungen eingehen, jedoch, wie ich es schon betont habe, nicht dem von Merton beschriebenen Netze entspricht.

Vorliegende Arbeit wurde im Zoologischen Institut der Universität Lemberg ausgeführt. Ich möchte es auch da nicht unterlassen, dem Direktor des Instituts, meinem hochverehrten Lehrer, Professor Dr. Józef Nusbäum für die mannigfache Unterstützung, die er mir auch während dieser Arbeit zuteil werden ließ, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Tafeln XXVII und XXVIII.

Alle Photogramme sind, um eine bessere Übersicht der Größenverhältnisse zu geben, bei ein und derselben Vergrößerung ausgeführt, und zwar: mittels des Objektivs von Zeiss Apochromat 2 mm und des Projektionsokulars Nr. 4 bei 40 cm Abstand der Mattscheibe vom Okular, also einer zirka 800-fachen Vergrößerung.

Phot. 1. Schnitt durch ein Mantelganglion von *Eledone*. Durch die Auffassung der Randpartien des Plasmas, wie auch des Hüllgewebes und ihre gegenseitige Vermischung sind die Grenzen zwischen den Zellen vollkommen verschwunden.

Flemming'sche Flüssigkeit, Eisenhämatoxylinfärbung.

Phot. 2. Schnitt durch ein Mantelganglion von *Octopus*. Die Phot. erklärt uns das Zustandekommen solcher Bilder wie Phot. 1. Die aufgefasernden Randpartien des Plasmas täuschen uns Fibrillen vor, die mit denen des Hüllgewebes scheinbar zusammenhängen.

Sublimat-Osmium-Gemisch, Reduktion in Kolossow's Entwickler.

Phot. 3. Schnitt durch ein Mantelganglion von *Eledone*. Die Zellen, die dem mittleren Typus angehören, zeigen ein zwar normales, aber schon sehr starkes Eindringen des Hüllgewebes in die Randpartien der Zellen. (Vergleiche auch Phot. 29, die uns das am häufigsten vorkommende Verhalten, eine ziemlich scharfe Begrenzung der Zelle gegen das Hüllgewebe zeigt).

Osmiumsäurekonservierung, Eisenhämatoxylinfärbung.

Phot. 4. Schnitt durch ein Mantelganglion von *Loligo*. Die Zelle, die dem Typus der riesigen Zellen angehört, zeigt uns ein starkes Einwuchern ganzer Bündel des Hüllgewebes tief in den Zelleib. Die stark granulierten, dünnen Fä-

den und kleinen Anhäufungen stellen uns den Rest des nicht ausgelaugten Apparates dar.

Sjövall's Methode, nach längerer Formalineinwirkung.

Phot. 5. Zelle aus der Unterschlundganglienmasse von *Sepia*. Einwucherung des Hüllgewebes in die Zelle wie in Phot. 4.

Bielschowsky-Methode; Präparat von Dr. A. Jakubski.

Phot. 6. Schnitt aus der Unterschlundganglienmasse von *Octopus*. Zugleich mit den intrazellulären Netzen kam es zu einer Imprägnation der stärkeren Hüllgewebsfasern. Man erhält also, besonders bei der noch schlechten Konservierung der Zellen, den Eindruck, als ob diese Gebilde zusammenhängen.

Bielschowsky-Methode.

Phot. 7. Dasselbe wie in Phot. 6. Typus der kleineren Zellen. Die schlechte Konservierung bewirkte da noch eine unnatürliche Erweiterung der Fäden des intrazellulären Netzes.

Phot. 8. Schnitt aus der Unterschlundganglienmasse von *Sepia*. Typus der kleineren Zellen. Das intrazelluläre Netzwerk ist mehr auf den zentralen Teil der Zelle beschränkt, auch da stärker entwickelt und entsendet nur feinere Fäden gegen die Peripherie.

Modifikation nach Cajal.

Phot. 9. Wie Phot. 8. Zelle des mittleren Typus. Scharf begrenztes, ziemlich grobes, intrazelluläres Netzwerk.

Phot. 10. Dasselbe. Typus der kleineren Zellen. Das lockere Netzwerk erinnert auffallend an das Neurofibrillennetz bei *Lumbricus*.

Phot. 11. Schnitt aus der Unterschlundganglienmasse von *Sepia*. Das intrazelluläre, ziemlich lockere Netzwerk besteht aus dicken, scharf konturierten Fäden.

Bielschowsky-Methode, Präparat von Dr. A. Jakubski.

Phot. 12. u. 13. Wie Phot. 11. Die dicken Fäden des Netzes teilen sich in immer dünnere und bilden auf diese Art stellenweise ein dichtes Netzwerk. (Wegen der Dicke der Schnitte gingen die Einzelheiten der Präparate in Phot. 11, 12 u. 13 verloren).

Phot. 14. Zellen aus der Unterschlundganglienmasse von *Sepia*. Die dicken Fäden des lockeren Netzes gehen in das dichte feinere Maschenwerk über.

Modifikation nach Cajal.

Phot. 15. Wie Phot. 14. Das intrazelluläre Netz bildet ein lockeres, aus dicken Fäden aufgebautes Gitter.

Phot. 16. Dasselbe wie in Phot. 15.

Phot. 17. Wie Phot. 14. Zeigt die verschiedenartige Entwicklung der Netze in knapp nebeneinander liegenden Zellen. Vergleiche auch noch Phot. 8, 9, 10, 15 u. 16, die demselben Präparat entstammen.

Phot. 18, 19 u. 20. Zellen aus der Unterschlundganglienmasse von *Sepia*. Entwicklung der silbergeschwärzten Bildungen in den kleinsten Zellen.

Bielschowsky-Methode, Präparat von Dr. A. Jakubski.

Phot. 21. Wie in Phot. 18.

Modifikation nach Cajal.

Phot. 22. Schnitt durch ein Mantelganglion von *Sepia*. Das helle Kanälchensystem (Saftkanälchen Gariaeff's) stellt uns das Negativ der geschwärzten Netze dar; es geht kontinuierlich in das Plasma des Achsenfortsatzes über.

Osmiumsäurekonservierung, Reduktion in Kolossow's Entwickler.

Phot. 23. Wie Phot. 22. Negativ des intrazellulären, geschwärzten Netzes.

Phot. 24 u. 25. Dasselbe. Vergleiche besonders Phot. 22 mit 33, 23 mit 14 und 16 und 25 mit 15.

Phot. 26. Wie Phot. 22. Man sieht in einer Zelle neben dicken Kanälchen ein äußerst zartes, dichtes Kanälchensystem.

Behandlung nach Kopsch.

Phot. 27. Wie Phot. 22. Kanälchenbilder, die stellenweise in ansehnlichen Erweiterungen zusammenlaufen. Im Ursprungshügel büßen die Kanälchen ihre Individualität jedoch nicht ganz ein.

Behandlung wie bei Phot. 22.

Phot. 28. Wie oben. Der Golgi-Kopsch'sche Apparat der Cephalopoden in Gestalt eines Kreuzes angeordnet.

Behandlung nach Kopsch.

Phot. 29. Schnitt durch ein Mantelganglion von *Eledone*. Typische Ausgestaltung und Lagerung des Apparates.

Behandlung nach Kopsch.

Phot. 30. Dasselbe wie Phot. 28.

Phot. 31. Schnitt durch ein Mantelganglion von *Sepia*. Aussehen der Zellen nach Konservierung im Gemisch von Carnoy und Färbung mit Eisenhämatoxylin.

Phot. 32. Schnitt aus der Unterschlundganglienmasse von *Sepia*. Erweiterung der Fäden des intrazellulären Netzes, bewirkt durch mangelhafte Konservierung.

Bielschowsky-Methode.

Phot. 33. Wie Phot. 32. Das homogen geschwärzte Plasma des Achsenfortsatzes setzt sich in die Kanälchen fort. Im Achsenfortsatz kann man die ganz schwarz gefärbten Fibrillen von der helleren Perifibrillärs substanz unterscheiden. An der nicht gelungenen Photographie ist dies jedoch nicht gut zu sehen.

Bielschowsky-Methode.

Phot. 34. Zelle und Nervenfasern aus dem Mantelganglion von *Sepia*. Der Inhalt der Kanälchen entspricht in Farbe und Bau dem der Nervenfasern.

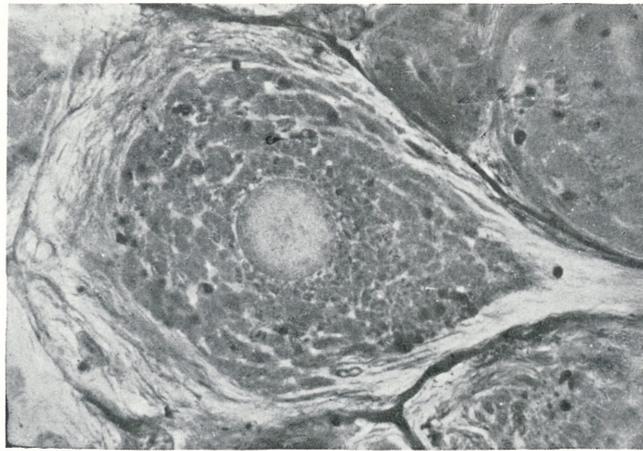
Osmiumkonservierung, Reduktion in Kolossow's Entwickler.

Phot. 35. Wie Phot. 34. Das zarte Kanälchennetz ist noch in dem dunkel gefärbten Achsenfortsatz zu verfolgen.

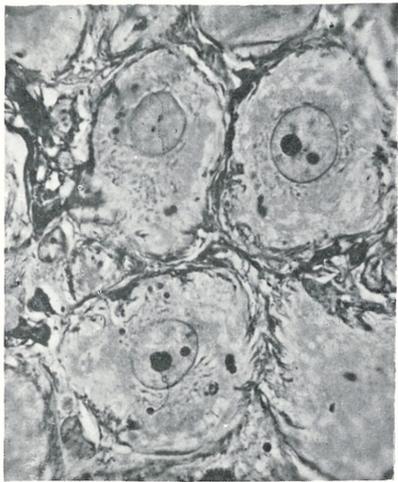
Konservierung wie bei Phot. 34.



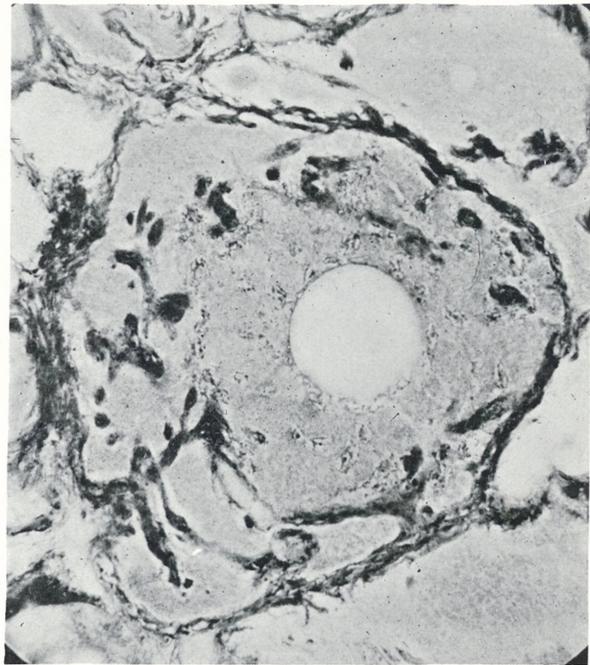
1



2



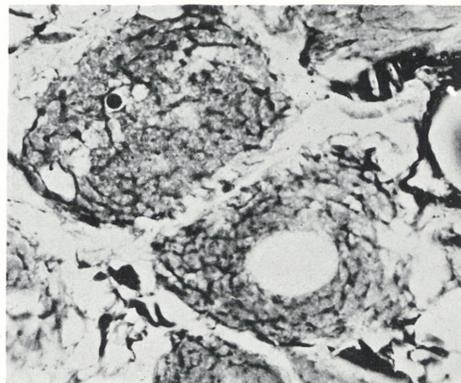
3



4



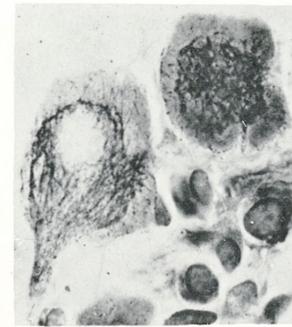
5



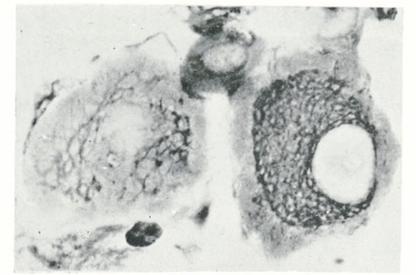
6



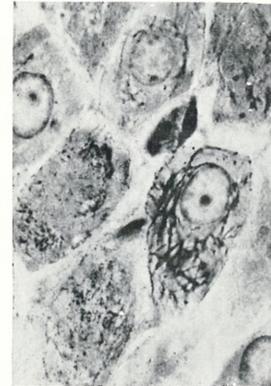
7



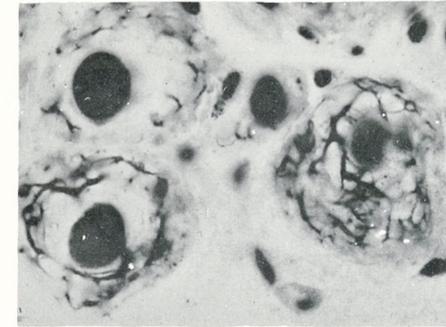
8



9



10



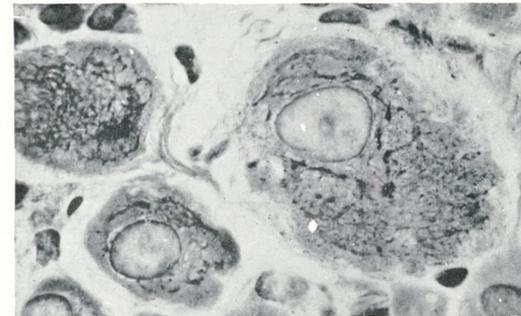
11



12



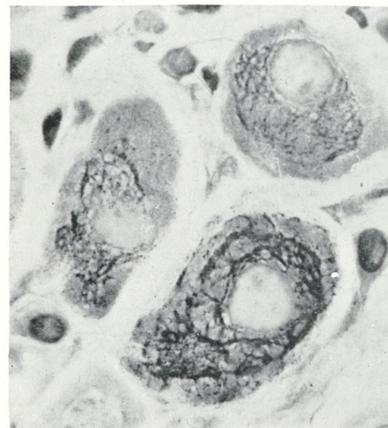
13



14



15



16



17



18



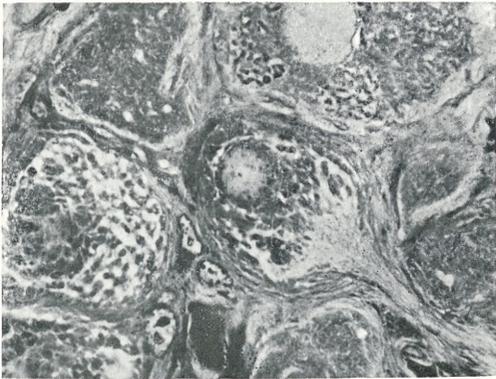
19



20



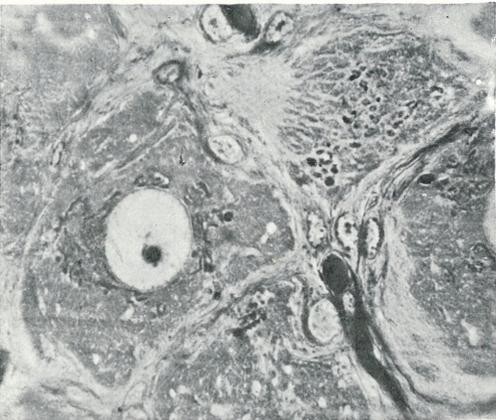
21



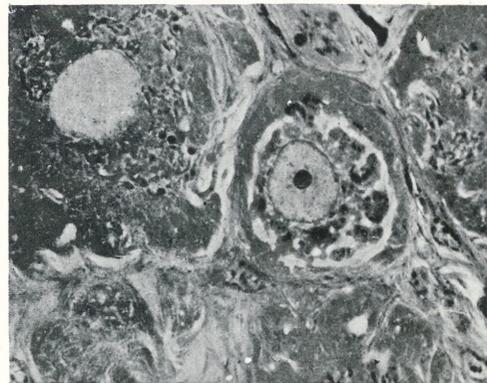
22



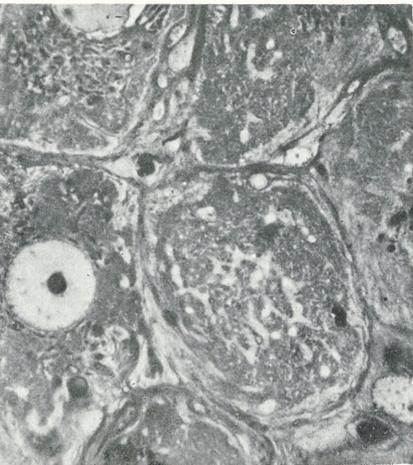
23



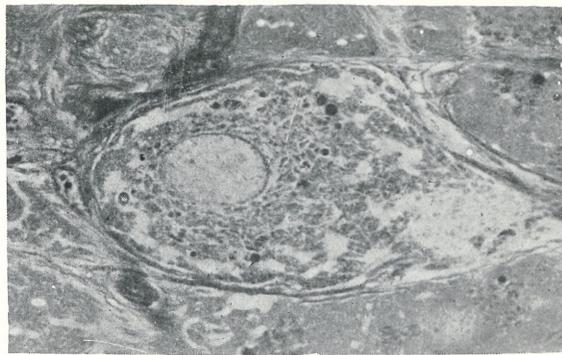
24



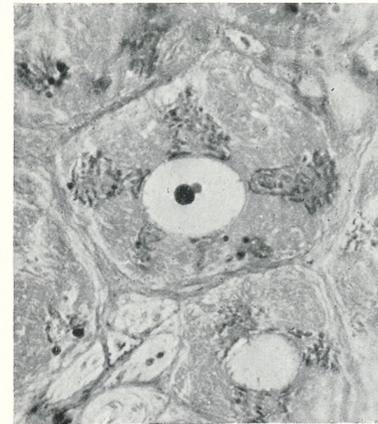
25



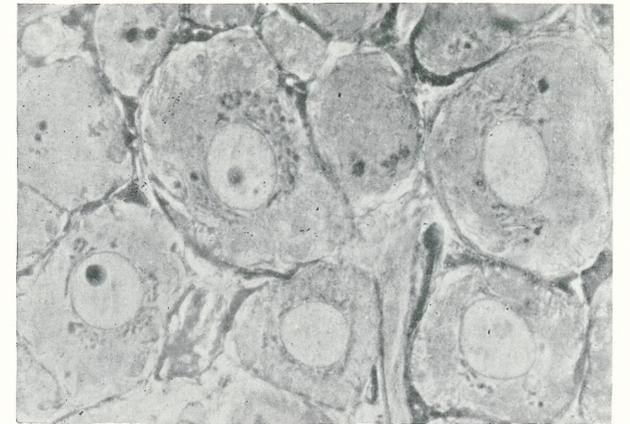
26



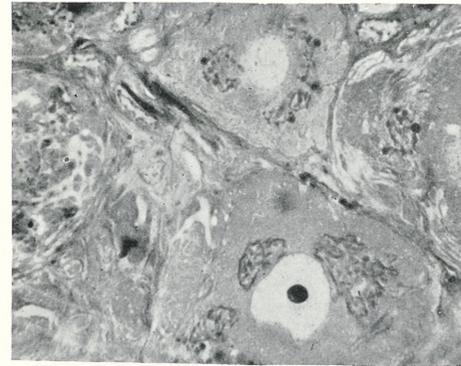
27



28



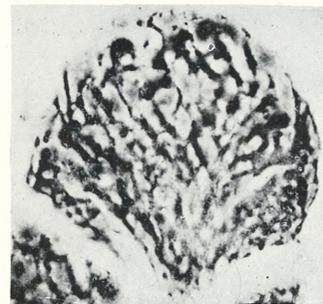
29



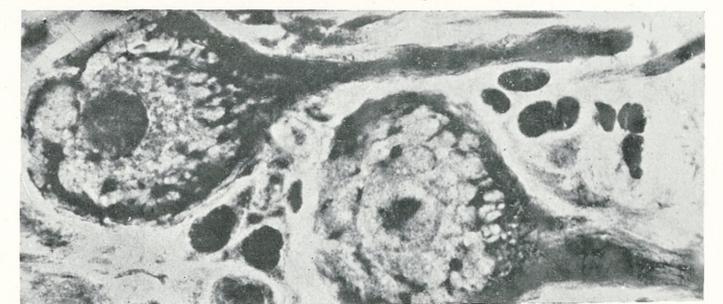
30



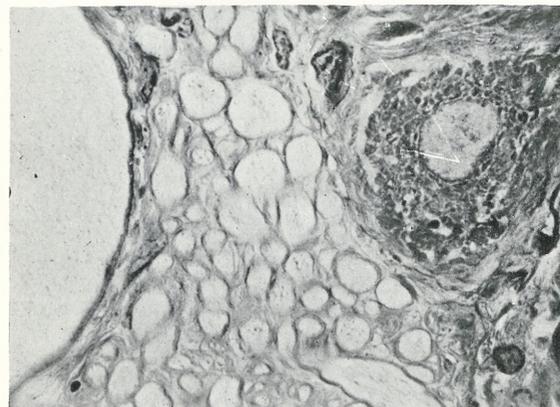
31



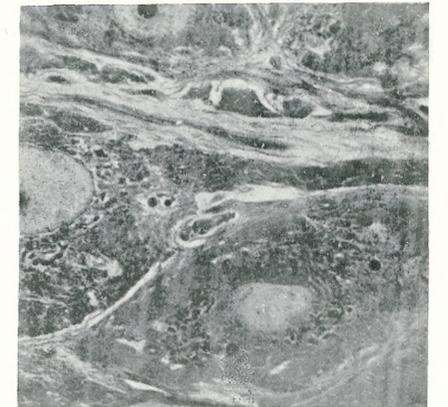
32



33



34



35

Melodya Wasukumska, podług zapisek Dra J. Czekanowskiego. — Wasukuma-Melodie, nach der Aufnahme von Dr. J. Czekanowski.

Note

de M. **ERICH M. von HORNBOSTEL**,

présentée par M. J. Talko-Hryncewicz m. c. dans la séance du 4 Juillet 1910.

(Planche XXIX).

Die vorstehende Wasukuma-Melodie zeigt auffallende stilistische Ähnlichkeiten mit den Gesängen der Wanyamwezi ¹⁾; die enge Verwandtschaft der beiden Stämme, namentlich in sprachlicher Beziehung, kommt also auch in ihrer Musik zum Ausdruck. Der von Herrn Dr. Czekanowski phonographisch aufgenommene Gesang (Katalog Nr. 83) stammt von Trägern seiner Karawane; Vorsänger war Salim, der Oberaufseher der Träger.

Bei der Übertragung in Notenschrift sind folgende nicht allgemein gebräuchliche Zeichen verwendet worden:

Doppelter Legatobogen = glissando,

Eingeklammerte Notenköpfe = undeutlich hörbare Töne,

Kurze Striche über dem System = andere, möglicherweise intendierte rhythmische Gruppierung,

Punktierter Taktstriche = hypothetische melodisch-rhythmische Gruppen,

Fermate über einzelnen Noten = geringe Verlängerung,

v über der Zeile = Luftpause ²⁾).

Die Abstufung der Zeitwerte in der „Leiter“ bedeutet das verschiedene melodische Gewicht der Töne; die hier eingeklammerten Töne kommen nur in der Begleitstimme vor. Die Analyse des Stücks ergibt folgendes:

¹⁾ Vgl. meine Abhandlung im *Anthropos* IV., 1909.

²⁾ Vgl. O. Abraham und E. M. v. Hornbostel, Vorschläge für die Transkription exotischer Melodien, *Sammelb. d. Intern. Mus.-Ges.* XI. 1909.

1) **Melos.** Von den Wanyamwezi-Melodien her bekannt ist die Vorliebe für absteigende Terzengänge (siehe namentlich *i*²); die Quarten- und Quintenbeziehungen treten schon in der Melodie besonders hervor, namentlich die absteigende Quarte $d-a$ ($a=$ „Abton“ von d), aufsteigende Quinte in d , ausnahmsweise auch absteigende Quinte in g ⁶. An einer Stelle (in *i*¹) findet sich eine Transposition eines Motivs um eine Quarte nach abwärts ($fgd-cda$). Durch das Hervortreten der Quinten- und Quartbeziehungen und das Fehlen der Septime (h) des melodischen Haupttons (c) steht die Melodie der — früher vielleicht strenger beobachteten — Pentatonik nahe. Auffallend ist der große Stimmumfang der Sänger (d^0-c^2 , also fast zwei Oktaven), über den auch die Wanyamwezi verfügen; ferner die teils deutlich markierten, teils bloß gehauchten Pulsationen auf den Schlußnoten ¹).

2) **Harmonie.** Besonderes Interesse beansprucht die Mehrstimmigkeit des Chors. In der Hauptsache besteht sie in Quartparallelen, in denen die Hauptstimme, wie aus dem Vorsängersolo hervorgeht, über der Begleitstimme liegt. Das erstere steht in Übereinstimmung mit den Gewohnheiten der Wanyamwezi, das letztere im Gegensatz dazu. Auch fand sich bei diesen kein Wechsel zwischen Quarten und Quinten, wie er in dem Wasukumagesang die Regel zu sein scheint; der strenge Parallelismus der Stimmen erscheint hier unterbrochen durch Stellen mit freierer Stimmführung (namentlich in *b*¹), doch werden nur die drei konsonantesten Intervalle verwendet, und auch der Abschluß der Motive erfolgt charakteristischerweise nicht auf der Quarte, sondern auf der konsonanteren Quinte. Ist die erste Form dem sog. Organum des IX.—X. Jahrhunderts (Beispiele in der Pseudo-Hucbaldschen *Musica Enchiridis*), so ist die zweite Form dem Organum des X.—XI. Jahrhunderts (Beispiele im Mailänder Traktat *Ad organum faciendum*) analog und stellt ein Bindeglied in der Entwicklung komplizierterer polyphoner Formen aus dem einfachen Parallelenorganum dar. Die Vorherrschaft des letzteren verrät sich aber noch an dem Auftreten der — eigentlich „leiterfremden“ — Septime in der Begleitstimme (in *g*⁵).

3) **Rhythmus.** Durch die Wiederholung der Hauptteile (A, B) und die Atempausen ergibt sich mit Sicherheit ein 3- bzw. 6-tei-

¹) Unterschieden durch Legatobogen mit Punkten, bezw. einfachen Legatobogen.

♩. = 88

8^a b° A. Solo. a.

Musical staff with treble clef, 6/4 and 3/2 time signatures, and notes.

Chor a.

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings b. > and c. >

B. d.

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings e. and c. >

C Solo. Freier Rhythmus

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings v, h¹, and g²

i¹ Falsett

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings k.

D¹ f² Rhythmisch streng

Musical staff with treble clef, notes, and time signature 5/4

Chor. f⁵

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings v, g⁵, h², and 5/4.

D² f⁴ Solo

Musical staff with treble clef, notes, and time signature 4/4.

Chor f⁵

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings v, g³, h³, and 5/4

E. Solo g⁴

Musical staff with treble clef, notes, and time signature 9/4

Chor g⁵

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings i² >, F. Solo g⁶, and 7/4

Chor l

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings

G Solo f⁶

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings v

Chor m

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings n

Leiter

Musical staff with treble clef, notes, and dynamic markings

liges Rhythmuschema. Die feinere Unterteilung bleibt mehr oder minder willkürlich; namentlich in dem rhythmisch ganz frei vortragenen Soloteil C, wo die punktierten Taktstriche nur die Analogie der Motive mit denen der folgenden Chortheile deutlicher machen sollen. (In D¹ und E ist eine zweite, ebensogut mögliche Einteilung durch kurze Striche über das System angedeutet). Der Wechsel von Gruppen nach dem Schema 2×3 (Sechsvierteltakt) mit solchen nach dem Schema 3×2 (Dreihalbetakt) ist in Afrika sehr verbreitet und wird wegen der synkopierenden Wirkung offenbar bewußt bevorzugt; Verkürzungen an den Teilschlüssen finden sich in der außereuropäischen Musik allgemein.

4) **Aufbau.** Das Stück zeigt eine Form des Wechselgesangs, bei der der Vorsänger (in der Regel) nur die Anfangstakte der einzelnen Teile antizipiert, gleichsam dem Chor das Stichwort gibt; eine Ausnahme macht der eingeschobene Teil C, der in gedrängter Form die ganzen folgenden Teile (D und E) vorwegnimmt. Beachtenswert ist der Parallelismus der beiden ersten, fünftaktigen Perioden (A und B) mit ihrem identischen, reimartigen Abschluß (c), an den auch der Schluß von G anklingt. Ob hierin eine besondere Feinheit liegt, läßt sich nicht sagen, da nicht feststeht, ob mit dem Ende des Phonogramms auch das Stück seinen natürlichen Abschluß erreicht hat.

*Niezwykła budowa miękiszu zielonego u tytoniu i leszczy-
ny. — Über eine Anomalie des Blattgewebes bei Nicotiana
Tabacum und Corylus Avellana v. laciniata.*

Note

de M^{lle} F. LILIENFELD,

présentée par M. M. Raciborski m. c. dans la séance du 4 Juillet 1910.

Prof. Dr. Raciborski hatte Gelegenheit, auf Java eine anormale Entwicklung des Blattgewebes bei vereinzeltten Exemplaren von *Nicotiana Tabacum* zu beobachten. Diese äußert sich darin, daß auf der unteren Blattfläche so stark entwickelte, dunkelgrüne Intumescenzen auftreten, daß sie eine unregelmäßige Faltung der Spreite bewirken. Davon betroffene Blätter lassen sich bei der Tabakfabrikation nicht als Deckblatt gebrauchen; deshalb wird diese Anomalie von den Plantatoren zu den Tabakkrankheiten gerechnet und mit dem Namen „Krupuk“ bezeichnet. Der Blattquerschnitt liefert folgendes Bild: unter den Gefäßbündeln, also an Stellen, wo bei *Nicotiana* normalerweise ein Mesophyll weder als Palissadengewebe auf der Ober-, noch als Schwammparenchym auf der Unterseite gebildet wird, treten, in ähnlicher Weise wie auf der Oberseite, zwei bis drei Zellschichten auf, welche aus sehr verlängerten und in Form und Lagerung typischen Palissadenzellen vollkommen entsprechenden Zellen bestehen (Fig. 1). Diese Zellgruppen sind es, welche die dunkelgrünen Intumescenzen hervorrufen. Häufig treten auf einer oder auf beiden Seiten des Gefäßbündels, unter dem sich eine Intumescenz befindet, als ihre Fortsetzung (besonders unter den Anastomosen) palissadenähnliche Zellen auf, in ungefähr so starker Entwicklung wie oben, ohne eine Intumescenz hervorzurufen. An diesen Stellen macht das sonst dorsiventral gebaute Blatt den Eindruck eines isolateralen Blattes. Die Anomalie hat sich nicht als erblich erwiesen und ist nicht ansteckend.

Prof. Dr. Raciborski hat auf Java Samen von krupukkran-

ken Individuen ausgesät; in der ersten Generation war keine Spur von der Anomalie zu sehen, die zweite wurde nicht untersucht.

Einen zweiten hierher gehörigen Fall konnte ich näher an der

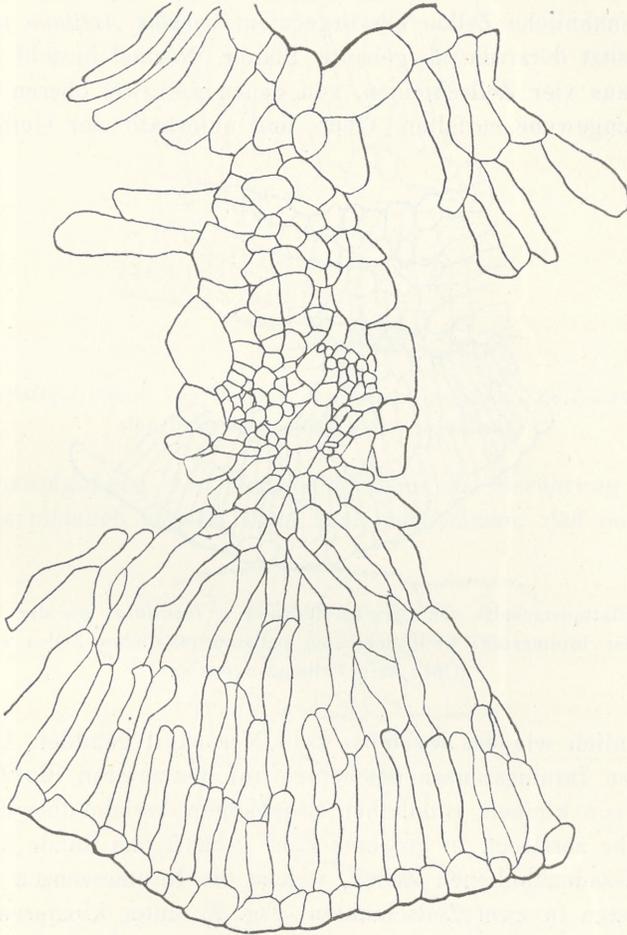


Fig. 1. Blattquerschnitt von einer Krupukpflanze. An der Unterseite sind in der Intumeszenz 2 bis 3 Schichten der Palissadenzellen entwickelt. Oben kein Palissadengewebe.

bei uns häufig kultivierten Gartenpflanze *Corylus Avellana* var. *laciniata* untersuchen. Die erwähnte Pflanze zeigt ebenfalls auf der Unterseite dunkelgrüne Intumeszenzen; es kommt hier jedoch zu keiner Faltung der Blattspreite, was im Zusammenhange mit der

geringen Größe des Blattes und dessen Beschaffenheit, sowie der Ausdehnung der Intumescenzen steht. Zwischen den beiden Fällen gibt es keinen grundsätzlichen Unterschied; auch hier werden die Intumescenzen durch lokal, unter den Gefäßbündeln auftretende, palissadenähnliche Zellen hervorgerufen. *Corylus Avellana* var. *laciniata* besitzt dorsiventral gebaute Blätter. Normal besteht das Mesophyll aus vier Zellschichten, von denen die zwei oberen auf das Palissadengewebe entfallen. Ober- und unterhalb der Gefäßbündel

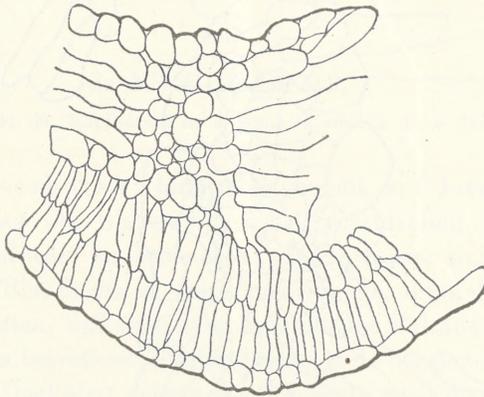


Fig. 2. Blattquerschnitt von *Corylus Avellana* v. *laciniata*. An der Unterseite sind in der Intumescenz zwei Schichten palissadenähnlicher Zellen entwickelt. Oben kein Palissadengewebe.

wird ähnlich wie bei *Nicotiana* kein Mesophyll gebildet. Die dunkelgrünen Intumescenzen erscheinen auf der unteren Blattfläche in Gestalt von kleinen, rundlichen Erhebungen, welche über die ganze Blattfläche zerstreut, in größerer Zahl gehäuft, am Rande auftreten. Die palissadenähnlichen Zellen, welche die Intumescenzen verursachen, treten in zwei Zellschichten (Fig. 2) unter kleineren Gefäßbündeln auf, es geschieht aber nicht mit einer solchen Gesetzmäßigkeit wie bei *Nicotiana*; man kann häufig kleineren Gefäßbündeln begegnen, unter denen das Blattgewebe normal entwickelt ist. Auf beiden Seiten des Gefäßbündels setzt sich das palissadenähnliche Gewebe weiter fort, besonders unter den Anastomosen (auch links und rechts von denselben), ohne hier eine Anschwellung zu bewirken. Diese Stellen liefern das Bild eines isolateralen Blattbaues (Fig. 3). Es kann sich auf diese Weise eine Reihe Intumescenzen

miteinander verbinden, dann dehnt sich das palissadenähnliche Gewebe über eine bedeutende Strecke aus. Falls es mit einer der

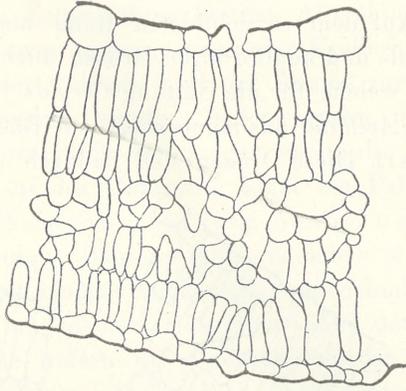


Fig. 3. Blattquerschnitt von *Corylus Avellana v. laciniata*. Die Palissadenzellen sind beiderseits gleich stark entwickelt.

Hauptabzweigungen des Blattgefäßsystems in Berührung kommt bricht es plötzlich ab. Es kann auch vorkommen, daß palissaden-

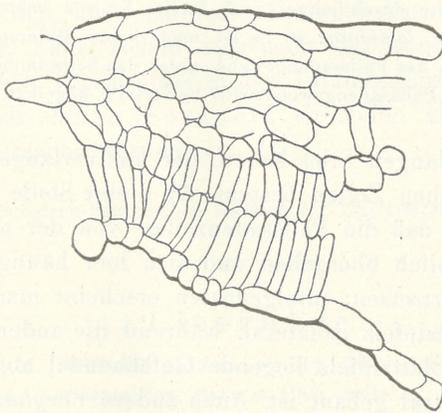


Fig. 4. Querschnitt durch ein Blatt von *Corylus Avellana v. laciniata*. Die Palissadenzellen sind nur an der Unterseite entwickelt. Es kommt nicht zur Ausbildung einer Intumeszenz.

ähnliche Zellen unter einer Anastomose nur auf der unteren Seite vorkommen (Fig. 4). Der Rand selbst weist ein so stark entwickeltes, unter dem hier endigenden Gefäßbündel palissadenähnlich aus-

sehendes Gewebe auf, daß er gekräuselt erscheint. Es ruft den Eindruck hervor, als ob am Rande die Intumescenzen ineinander übergingen, so daß ein kontinuierlicher, dunkelgrüner, gekräuselter Saum entsteht. Auf dem so gebildeten Rand kommen außer den gewöhnlichen kopf- und keulförmigen Drüsen auch solche von noch anderer Art vor, welche für die Gattung *Corylus ferox* bezeichnend sind, bei *Corylus Avellana* ausnahmsweise am Blattstiel beobachtet wurden (Boubier). Diese Drüsen sind dadurch ausgezeichnet, daß

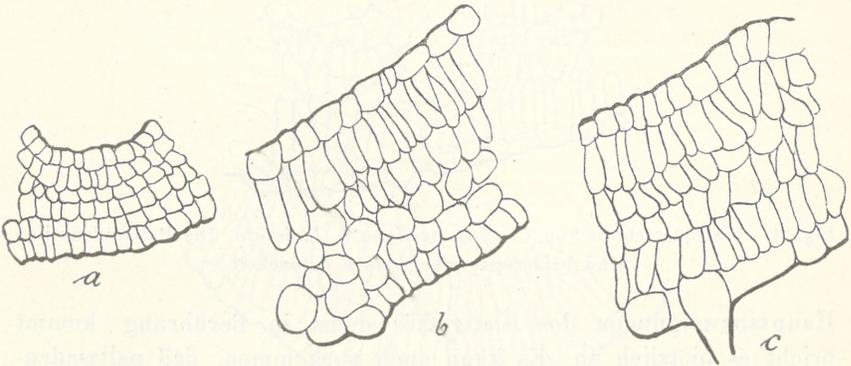


Fig. 5. Querschnitte durch junge (noch in der Knospe befindliche) Blätter von *Corylus Avellana v. laciniata*: a) Es ist noch keine Differenzierung zu sehen; b) Oben bildet sich das Palisadengewebe, unten das Schwammparenchym; c) Das Palisadengewebe wird beiderseits angelegt.

sie einen sehr langen Stiel haben, der aus verlängerten, gleichfalls palisadenähnlichen Zellen besteht. An dieser Stelle gemachte Querschnitte zeigen, daß die Palisadenzellen von der oberen Seite auf die untere förmlich übergehen und sich hier häufig auf beträchtlicher Strecke fortsetzen; infolgedessen erscheint manchmal die eine Hälfte des Blattzipfels isolateral, während die andere, durch das in der Mitte des Blattzipfels liegende Gefäßbündel abgegrenzte Hälfte wieder dorsiventral gebaut ist. Auch andere *Corylus*arten zeigen ein mehr oder minder gut entwickeltes Palisadengewebe seitlich am Rande, das aber in keinem Falle einen Übertritt auf die Unterseite aufweist. Bemerkenswert ist, daß die unteren palisadenähnlichen Zellen eben so reichlich Kalkoxalat-Kristalle ausscheiden wie die oberen, während die gewöhnlichen Schwammparenchymzellen dies nur in geringem Maße tun.

Wie die Entwicklungsgeschichte gezeigt hat, wird diese Ano-

malie bei *Corylus* noch in der Knospe angelegt, unabhängig von äußeren Faktoren. Als Ausgangspunkt kann man das Stadium betrachten, wo das Blattgewebe (samt beiden Epidermen) aus sechs undifferenzierten Zellschichten besteht. Allmählich wird das Längewachstum der zwei oberen, unter der Epidermis liegenden Zellschichten gefördert; hiemit wird der Anstoß zur Palissadenbildung gegeben. Gleichzeitig werden Zellengruppen der Unterseite auf ähnliche Weise beeinflußt und fangen an, in die Länge zu wachsen; es bildet sich auf der Unterseite lokal ein Palissadengewebe auf genau dieselbe Weise wie oben (Fig. 5a, 5b, 5c). Die Intumeszenzen sind auf jungen Blättern, auch nachdem sie die Knospe verlassen haben, mit bloßem Auge nicht wahrnehmbar, im Querschnitt sind sie schon angedeutet. Das Blatt sieht dann folgendermaßen aus: stellenweise liefern die Querschnitte das Bild eines typisch dorsiventral, stellenweise das Bild eines typisch isolateral angelegten Blattes. Der Umstand, daß die eigenartige Anomalie schon in der Knospe angelegt wird, ferner daß sie, wie Experimente mit *Nicotiana* ergeben haben, nicht erblich ist, spricht dafür, daß sich hier innere Faktoren geltend machen, welche in den undifferenzierten Zellen, die sich normalerweise zum Schwammparenchym entwickeln sollten, lokal palissadenähnliche Ausbildung induzieren.

Die beiden Fälle stehen vereinzelt da; ähnlich gestalten sich die anatomischen Verhältnisse in den Intumeszenzen der Blattunterseite von *Ficus elastica* (Sorauer), sie sollen aber durch äußere Einflüsse verursacht werden.

Aus dem Biologisch-botanischen Institut der Universität in Lemberg.

L i t e r a t u r.

- 1) Raciborski M. (1898—99) en Jensen Hj. (1900—04). Onderzoekingen over tabak in de Vorstenlanden. Batavia 1905. Seite 5.
 - 2) Boubier Alphonse Maurice. Recherches sur l'anatomie systématique des Betulacées—Corylacées. Malpighia, 1896.
 - 3) Sorauer P. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Dritte Auflage. 1909. I. Seite 450—451.
-

*Przyczynek do anatomii i histologii prącia ptaków. —
Zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungs-
organe der Vögel.*

Mémoire

de M. **ALFRED TRAWIŃSKI**,

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 4 Juillet 1910.

(Planches XXX et XXXI).

In der mir zugänglichen Literatur fand ich nur eine Arbeit¹⁾, welche über die männlichen Begattungsorgane der Entenvögel (namentlich beim Schwan) berichtet. Der Verfasser dieser Arbeit Prof. Dr. Boas beschreibt die männlichen Begattungsorgane bei den Ratiten und äußert sich darin über diese Organe bei Entenvögeln folgendermaßen: „Auch der Penis der Entenvögel schließt sich eng an diejenigen von *Dromaeus* und *Rhea*. Ich habe besonders *Cygnus (olor)* untersucht. Das *Corpus fibrosum* ist hier abgeplattet und in seiner größten Ausdehnung in zwei gespalten, von welchen das linke weiter nach hinten reicht als das rechte. Der Blindschlauch, welcher aus einem ausstülpbaren und einem nicht ausstülpbaren Teil besteht, liegt unterhalb des linken *Corpus fibrosum*; auch bei *Rhea* ist er etwas nach links verschoben. Der freie Teil des Penis ist, wenn der Schlauch zurückgezogen ist, außerordentlich kurz“. Über die histologischen Verhältnisse finden wir nichts in der erwähnten Arbeit von Boas, ebensowenig über die anatomischen Verhältnisse beim Gänserich und Enterich. Außerdem gibt es nur noch eine Arbeit²⁾ von Dr. Gerhardt über die männlichen Kopulationsorgane bei *Crax* und *Tinamus*, in welcher im großen und

¹⁾ Dr. J. E. Boas. Zur Morphologie der Begattungsorgane der amnioten Wirbelthiere. 1891.

²⁾ Dr. Ulrich Gerhardt. Über das Kopulationsorgan von *Crax* und *Tinamus*. Zoolog. Anzeiger, 1908.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

E. Janczewski. Suppléments a la Monographie des Groseilliers . . .	Fév. 1910
E. Schechtel. Eine neue Art von Hydrachniden: <i>Limnesia polonica</i> n. sp. und das Weibchen von <i>Arrenurus nodosus</i> Koen.	Fév. 1910
T. Garbowski. Neue cytologische Experimente am Seeigelei	Fév. 1910
E. Malinowski. Monographie du genre <i>Biscutella</i> L.	Fév. 1910
W. Mazurkiewicz. Die anatomischen Typen der Zimtrinden	Mars 1910
W. Szafer. Geo-botanische Verhältnisse d. galiz. Miodobory-Hügels	Mars 1910
W. Szafer. Schwefelflora in der Umgebung von Lemberg	Mars 1910
H. Zapałowicz. Revue critique de la Flore de Galicie, XV	Mars 1910
N. Cybulski. Beziehung zwischen den Aktionsströmen und dem tätigen Zustand der Muskeln	Mars 1910
A. Wrzosek et A. Maciesza. Experimental Studies on the Hereditary Transmission of Brown-Séquard's Epilepsy of guinea-pigs	Mars 1910
S. Kopeć. Morphologische und histologische Folgen der Kastration und Transplantation bei Schmetterlingen	Mars 1910
W. Staniewicz. Digestion de la graisse dans les infusiores ciliés	Avril 1910
J. Stach. Ontogenie der Schneidezähne bei <i>Lepus cuniculus</i> L.	Avril 1910
F. Rogoziński. Phosphorstoffwechsel im tierischen Organismus	Avril 1910
W. Poliński. Entwicklung d. subkutanen Lymphgefäße der Säuger	Avril 1910
W. Łoziński. Zur Anthropogeographie d. Podolischen Canyongebietes	Avril 1910
J. Wołoszyńska. Algenleben im oberen Prut	Mai 1910
R. Reiser. Beiträge zur Kenntnis der Gattung <i>Epirrhizanthus</i>	Mai 1910
P. Wiśniewski. Induktion von Lenticellenwucherungen bei <i>Ficus</i>	Mai 1910
E. Rosenhauch. Experimenteller Beitrag zur Phlyktänenätiologie	Mai 1910
H. Krzemieniewska. Der Einfluß d. Mineralbestandteile d. Nährlösung auf die Entwicklung des Azotobaktens	Mai 1910
J. Czekanowski. Beiträge zur Anthropologie von Zentral-Afrika	Mai 1910
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de Galicie, XVI partie	Juin 1910
J. Nusbaum et M. Oxner. Über die Ungleichartigkeit des Regenerationsrhythmus in verschiedenen Körperregionen desselben Tieres	Juin 1910
J. Hirschler. Studien über die interstitiellen Gebilde der quergestreiften Muskelfaser	Juin 1910
B. Namysłowski. Studien über Mucorineen	Juin 1910
C. Reis. Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Knochenfische	Juin 1910

TABLE DES MATIÈRES.

JUILLET 1910.

	Page
C. REIS. Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Knochenfische (Schluß)	545
N. CYBULSKI. Über die Oberflächen- und Aktionsströme der Muskeln	555
M. SIEDLECKI. Die Haftballen des javanischen Flugfrosches (Polypedates reinwardtii) (Vorläufige Mitteilung)	593
H. ZAPALOWICZ. Revue critique de la flore de Galicie. XVII partie	607
J. DUNIN-BORKOWSKI. Sur l'absorption des substances hémolytiques et agglutinantes	608
V. GRZYBOWSKI. Sur la vision monoculaire de l'espace	618
E. SCHECHTEL. Beitrag zur Kenntnis der Hydrachnidengattung Feltria	629
J. HIRSCHLER. Cytologische Untersuchungen an Ascariden-Zellen	638
J. GROCHMALICKI. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems bei den Knochenfischen	646
C. BEIGEL. Zur Regeneration des Kiemendeckels und der Flossen der Teleostier	655
M. WEIGL. Über den Golgi-Kopsch'schen Apparat in den Ganglienzellen der Cephalopoden	691
E. M. v. HORNBOSTEL. Wasukuma-Melodie, nach der Aufnahme von Dr. J. Czekanowski	725
F. LILLENFELD. Über eine Anomalie des Blattgewebes bei Nicotiana Tabacum und Corylus Avellana v. laciniata	719
A. TRAWIŃSKI. Zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungsorgane der Vögel	711

Les livraisons du «Bulletin International» se vendent séparément. — Adresser les demandes à la Librairie «Spółka Wydawnicza Polska», Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

Prix: 7 K 40 h.
