Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess

und

Dr. E. Selenka

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XI. Band.

15. Februar 1891.

Nr. 2.

Inhalt: Bütschli u. Schewiakoff, Ueber den feineren Ban der quergestreiften Muskeln bei Arthropoden. — Schlampp, Die Augenlinse des Proteus anguineus. — Nusbaum, Beiträge zur Embryologie der Isopoden. — Billroth, Ueber die Einwirkung lebender Pflanzen- und Tierzellen auf einander. — Percy F. Fraukland and Grace C. Frankland, Der Nitrifikations-Prozess und sein Ferment. — Knauthe, Zur Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften. — Koch, Fortsetzung der Mitteilungen über die Heilung der Tuberkulose. — Rudzki, Ueber ein angeborenes Gefühl der Kardinalrichtungen des Horizonts.

Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Arthropoden.

Vorläufige Mitteilung.

Von O. Bütschli und W. Schewiakoff

(Hierzu 7 Figuren).

In der Sitzung des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg vom 11. Juli 1890 berichtete O. Bütschli¹) unter Anderem, dass er mit W. Schewiakoff gemeinsame Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelzellen verschiedener Arthropoden begonnen habe. Bei dieser Gelegenheit teilte er auch schon Einiges über die Ergebnisse dieser Beobachtungen mit. Während des Sommers und Herbstes 1890 setzten wir unsere Untersuchungen fort. Die beabsichtigte weitere Ausdehnung der Arbeit wurde durch verschiedene unabwendbare Hindernisse gehemmt und musste deshalb einstweilen auf unbestimmte Zeit vertagt werden. Obgleich demnach unsere Untersuchungen vorerst nicht die gewünschte Vollendung erreichten, halten wir es dennoch für angezeigt, über die gewonnenen Ergebnisse vorläufig zu berichten.

Untersucht wurden: Thoraxmuskeln von Scolopendra sp. (gigantea?) und Lithobius forficatus, Cephalothorax- und Scheerenmuskeln von

XI.

¹⁾ O. Bütschli, Weitere Mitteilungen über die Struktur des Protoplasmas. Verhandl. d. naturh.-mediz. Vereins zu Heidelberg, N. F., IV. Bd., 3. Heft, 1890, Sep.-Abdr. S. 12; siehe auch diese Zeitschrift, Bd. X, Nr. 22, S. 697.

Astacus fluviatilis und Flügelmuskeln von Lucanus cervus, Melolontha fullo, Prionus coriarius, Hydrophilus piceus und Gastropacha pini.

Die Beobachtungen wurden sowohl an lebenden, wie an konservierten Muskelzellen angestellt.

Im ersteren Falle bedienten wir uns entweder einer Eiweißlösung (20 cem Hühnereiweiß, 1 g Kochsalz und 200 cem Wasser), oder noch besser des Blutes der Tiere selbst. In diesen Flüssigkeiten wurden die herausgeschnittenen Muskeln in toto, wie auch zerzupft betrachtet. Sie blieben eirea 15-20 Minuten am Leben und man konnte sich überzeugen, dass die an konservierten Präparaten beobachteten Strukturen keine Kunstprodukte, sondern auch im lebenden Muskel, wenn auch nicht ganz so scharf, wahrzunehmen sind. Noch besser eignen sich zum Studium lebender Muskelzellen kleine Crustaceen (Cyclops z. B.) oder auch gewisse Rotatorien, welche man im lebenden Zustande mit den stärksten Vergrößerungen bequem betrachten kann.

Als Konservierungsmittel erwiesen sich am besten Pikrinschwefelsäure, Pikrinessigsäure, $10^{\circ}/_{\circ}$ Alkohol mit einer Spur Jod (Bütschli), 10-15 fach verdünnte Müller'sehe Flüssigkeit, sowie $5^{\circ}/_{\circ}$ doppelt ehromsaures Ammoniak. In diesen Flüssigkeiten wurden die Muskeln 1-4 Tage maceriert und dann zu Zupfpräparaten verarbeitet; gleichzeitig wurden von in denselben Flüssigkeiten fixierten Muskeln in der üblichen Weise (Alkohol, Chloroform, Paraffin) Schnitte angefertigt. Die Längs- und Querschnitte hatten $1-2~\mu$ Dicke. Als Färbemittel erwiesen sich am brauchbarsten, Dela field'sches Hämatoxylin oder für gewisse Zwecke (wovon unten mehr) Anilinfarben, wie Fuchsin, Gentianaviolett, Methylviolett etc. oder noch besser Anilingentianaviolett (3 ccm Anilinöl, 3 ccm abs. Alkohol, 94 ccm Wasser und Zusatz von Gentianaviolett bis zum Auftreten eines metallischen Schimmers auf der Oberfläche). Auch Goldimprägnationen wurden angewandt.

Sämtliche Schnitte, wie auch die Zupfpräparate wurden nicht in Canadabalsam oder Damarlack, sondern in Wasser oder noch besser in Methylalkohol untersucht, da letztere Flüssigkeiten, wegen ihres geringeren Brechungsvermögens viel günstiger zum Studium feinerer Strukturverhältnisse sind. Die Beobachtungen wurden mit den homogenen Apochromaten: Zeiss Obj. 2 mm Brennw. 1,30 und 1,40 Apert., sowie den Okularen 12 und 18 angestellt.

Der Bau der untersuchten Arthropodenmuskeln ist nun nach unseren Ergebnissen kurz folgender:

1) Jede Muskelzelle (Muskelfaser, resp. Primitivfibrillenbündel) besteht aus zwei verschiedenen Protoplasmaarten: I. aus kontraktiler oder Fibrillensubstanz, welche die kontraktilen Elemente¹) bildet und H. aus gewöhnlichem Protoplasma, welchem

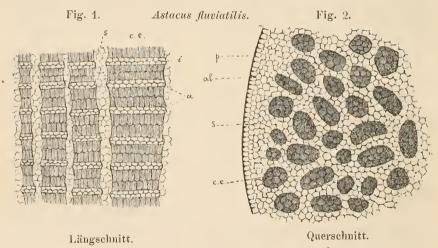
¹⁾ Wir bedienen uns des Ausdrucks kontraktiler Elemente und nicht der Bezeichnung Fibrillen für diese Teile der Muskelzelle, weil dieselben, wie im weiteren gezeigt werden wird, selbst eine fibrilläre Struktur besitzen und

diese kontraktilen Elemente eingelagert sind, sogenannte Sarkoglia (Kühne), Sarkoplasma (Rollet) oder Zwischensubstanz.

- 2) Die kontraktilen Elemente sind plasmatische Säulchen oder Plättchen, welche in der Längsrichtung durch die Muskelzelle verlaufen. Ihr Querschnitt schwankt zwischen rundlicher bis bandförmiger Gestalt. Die Gestalt der kontraktilen Elemente ist, wie gesagt, bei verschiedenen Arthropoden versehieden. So sind sie bei Scolopendra und Lithobius (Fig. 5 c e) in der oberflächlichen Region der Muskelzelle meist plattenartig (von 0,003-0,015 mm Breite und 0,0006-0,0012 mm Dicke) und stehen senkrecht zur Oberfläche: im Innern dagegen sind sie meist zylindrisch (0,002 mm im Durchmesser) von unregelmäßigem Querschnitt. Bei den untersuchten Insekten (Fig. 6 c e) sind sie zylinderförmig (durchschnittlich 0,003 mm im Durchmesser), dagegen bei Astacus (Fig. 2 c e) mehr prismatisch, mit ovalem oder polygonalem Querschnitte (0,0015-0,004 mm im Durchm.).
- 3) Das Sarkoplasma ungibt allseitig die kontraktilen Elemente. so dass letztere in ihm eingebettet sind. Es ist deutlich wabie strukturiert (Durchmesser der Waben 0,0006-0,0015 mm). Wabenwerk erscheint meist sehr unregelmäßig (Fig. 2 u. 7 s); nur zwischen den plattenartigen kontraktilen Elementen (in der oberflächlichen Region der Myriopodenmuskeln) ist es regelmäßiger ausgebildet (Fig. 5 s), indem sich zwischen je zwei benachbarten Platten eine doppelte Lage von Sarkoplasmawaben einschiebt. Die gleiche Struktur findet sich auch bei Astacus an solchen Stellen, wo die Querschnitte der kontraktilen Elemente länglich oval sind. Das Wabenwerk des Sarkoplasmas färbt sich nur sehr sehwer, ähnlich wie das des gewöhnlichen Plasmas überhaupt; da die Wabenkanten ferner ungemein zart sind, so ist die ganze Struktur nur an möglichst stark gefürbten und sehr dünnen Schnitten mit Sicherheit zu erkennen. Weniger geeignet zu diesem Studium erweisen sich Zupfpräparate, in welchen das zarte Wabenwerk gewöhnlich zerrissen wird; doch erkennt man das Vorhandensein des wabigen Sarkoplasmas an den zarten Fäserchen (zerrissene Wabenkanten), welche den isolierten kontraktilen Elementen an verschiedenen Stellen ansitzen.
- 4) Dem Sarkoplasma sind außer den kontraktilen Elementen noch die Kerne eingelagert. Ihre Zahl, Gestalt und Größe (0,01-0,017 mm lang und 0,004-0,01 mm breit) ist sehr verschieden. Zuweilen liegen sie unmittelbar unter der Oberfläche der Muskelzelle, zuweilen im Innern derselben. Sie sind allseitig vom Wabenwerk des Sarkoplasmas umgeben, wobei die Waben, welche den Kern zunächst umgeben, gewöhnlich kleiner sind, als diejenigen, welche sich zwischen den kontraktilen Elementen erstrecken.

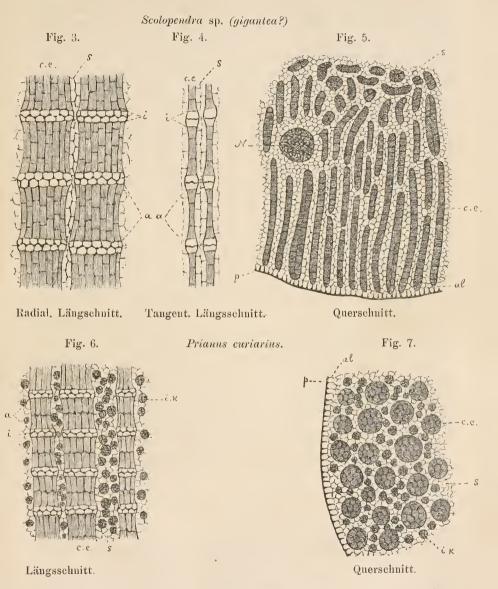
die Bezeichnung "Fibrille" bald auf diese Elemente als solche, bald auf ihre feineren Strukturelemente angewendet wurde. Um Irrungen zu vermeiden, scheint es unter diesen Umständen richtiger, den Ausdruck Fibrille nicht zu gebrauchen,

5) Die äußerste Grenzschicht des Sarkoplasmawabenwerks, welche die Oberfläche der Zellen bildet, zeigt auch hier die Besonderheiten einer sogenannten Alveolarschicht, wie sie Bütschli bei Protozoen und anderwärts beschrieben hat. Die jene Schicht zusammensetzenden Waben sind nämlich senkrecht zur Oberfläche gestellt, weshalb die Alveolarschicht auf dem Quer- und Längsschnitt (Fig. 2, 5 und 7 al) radiär gestreift erscheint. Die Maschen der Alveolarschicht sind gewöhnlich etwas kleiner (0,0006 mm), als jene des Inneren: zeigen aber im Uebrigen dasselbe Verhalten. Ueberhaupt lässt sich verfolgen, dass das Wabenwerk des Sarkoplasmas in der axialen Region der Muskelzelle am breitmaschigsten ist und nach der Oberfläche zu allmählich enger wird. Die äußere Grenzlamelle der Alveolarschicht zeichnet sich auch hier durch stärkere Tingierbarkeit und stärkeres Lichtbrechungsvermögen als sogenannte Pellicula (p) besonders aus. Diese Pellicula dürfte dem Sarkolemm der früheren Autoren entsprechen, doch wurde vielleicht auch die Andeutung der gesamten Alveolarschicht gelegentlich in dieses einbezogen.



6) Die Flügelmuskeln sämtlicher untersuchten Insekten zeigen noch eine weitere Komplikation. In dem Wabenwerk des Sarkoplasmas eingebettet (Fig. 6 u. 7 i k), liegen noch besondere kuglige Körperchen, welche von Kölliker als interstitielle Körner beschrieben wurden. Ihre Größe und Gestalt ist sehr verschieden. Am kleinsten sind sie bei Gastropacha pini (0,0006 mm im Durchmesser), am größten bei Lucanus cervus (0,002—0,003 mm im Durchmesser). Meist sind sie kuglig, zuweilen ovoid bis unregelmäßig. In lebenden Muskelzellen erscheinen die interstitiellen Körner homogen, glänzend und stark lichtbrechend. Im fixierten Zustande zeigen sie einen feinwabigen Bau deutlich und sind sehr stark tingierbar, fast so stark wie die Muskelkerne. Bei der Behandlung mit gewissen Reagentien

bersten die Körner und können dadurch die Struktur des Sarkoplasmas unklar machen.



Bedeutung der Buchstaben: s = Sarcoglia; c. e = kontraktile Elemente; a = anisotroper, i = isotroper Abschnitt der kontraktilen Elemente; al = Alveolarschicht; p = Pellicula; N = Muskelkern; i. k = interstitielle Körnchen. Vergrößerung ca. 2600.

7) Der feinere Bau der kontraktilen Elemente ist gleichfalls wabig und ziemlich kompliziert. Es wird leichter verständlich werden, wenn wir vom Bau der kontraktilen Elemente der glatten Muskel-

zellen ausgehen. Bei Ascaris sind letztere wie Bütschli's 1) Untersuchungen gezeigt haben, dicht nebeneinander gestellte Platten, welche von einer einzigen Lage längsgereihter Waben gebildet werden. Dieses Wabenwerk der kontraktilen Platte zeichnet sich durch starke Tingirbarkeit vor dem umgebenden gewöhnlichem Plasma (Sarkoplasma) aus und ist durch die ganze Längsausdehnung der Platte gleichförmig entwickelt, ohne Differenzierung in verschiedene Abschnitte oder Querstreifen. - Die kontraktilen Elemente der quergestreiften Muskelzellen zeichnen sich ebenfalls durch starke Färbbarkeit gegenüber dem Sarkoplasma aus, doch ist diese Tinktionsfähigkeit, wie wir gleich sehen werden, keine gleichmäßige in der Längsrichtung. Ferner bestehen die kontraktilen Elemente der quergestreiften Muskelzellen bei Crustaceen und Insekten nicht aus einer einzigen, sondern aus zwei oder mehreren Lagen längsgerichtete Waben. Dieser Bau lässt sich mit großer Deutlichkeit an recht dünnen (0,001 mm) und intensiv gefärbten Quersehnitten erkennen. Auf denselben erscheinen die kontraktilen Elemente je nach ihrem Bau, als Kreise (Fig. 7 c e), Ellipsen oder unregelmäßige Polygone (Fig. 2 c e), welche wiederum aus einzelnen dicht aneinander liegenden Waben aufgebaut sind. Letztere haben einen Durchmesser von eirea 0,0006-0,0008 mm. Auf den Längssehnitten solcher kontraktilen Elemente (Fig. 1 u. 6 c e) erscheinen diese Waben als längsgereihte, längliche Maschen (von 0,0008-0,001 mm Länge), welche in ihrer Gesamtheit die Längsstreifung (fibrillären Bau) der kontraktilen Elemente bewirken.

Die eharakteristische Eigentümlichkeit der quergestreiften Muskelzellen besteht aber darin, dass das Wabenwerk der kontraktilen Elemente eine Differenzierung in der Längsrichtung erfuhr. Betrachtet man einen Längsschnitt (Fig. 1, 3, 4 u. 6 c e) oder ein Zupfpräparat, so bemerkt man, dass die kontraktilen Elemente aus der Länge nach hintereinander gereihten, abwechselnd verschiedenartigen Abschnitten bestehen. Die Abschnitte der einen Art sind länger, matter und stärker tingirbar, die der anderen sind kürzer, glänzender und sehwächer tingirbar. Die ersten sind die anisotropen (Fig. 1, 3, 4 u. 6 a), die letzteren die isotropen (Fig. 1, 3, 4 u. 6 i) Querscheiben. Beide Sorten von Abschnitten bestehen aus je zwei Querreihen längsgereihter, ungefähr rechteckiger Waben oder Maschen, welche auf den Querschnitten als das oben geschilderte Wabenwerk erscheinen. Diese Differenzierung des Wabenwerks der kontraktilen Elemente in der Längsrichtung in zweierlei, verschieden liehtbrechende, abwechselnde Abselmitte bewirkt die charakteristische Querstreifung. - Der eben beschriebene Bau der kontraktilen Elemente lässt sich bei sämtlichen untersuchten Insekten und Crustaeeen verfolgen.

Etwas abweichend gestalten sich die Verhältnisse bei den Myriopoden, obgleich im Grunde genommen der Bau der gleiche ist. Die

¹⁾ O. Bütschli l. c. S. 10-12.

kontraktilen Elemente ihrer Muskelzellen sind, wie bereits erwähnt, von zweierlei Form: in der axialen Region der Zelle zylindrisch, gegen die Oberfläche der Zelle plattenartig (Fig. 5 c e); allmähliche Uebergänge führen die beiden Formen in einander über. Die zylindrischen Elemente zeigen im Querschnitte dieselbe Wabenstruktur wie jene der Crustaceen oder Insekten; die plattenartigen bestehen auf dem Querschnitt aus einer oder zwei Reihen längsgereihter Waben und erinnern im ersten Falle lebhaft an die kontraktilen Platten der glatten Muskelzellen von Ascaris. Betrachtet man solche plattenförmige Elemente von Scolopendra im Längsschnitte, so ergeben sie zweierlei Bilder (Fig. 3 u. 4 ce), je nachdem der Längsschnitt radial (Fig. 3) oder tangential (Fig. 4) durch die Muskelzelle geführt wurde. Diese beierlei Bilder sind auch an Zupfpräparaten wahrzunehmen, wobei man sich durch Wälzung des Obiektes (mittels Verschieben des Deckglases) überzeugen kann, dass das Bild von Fig. 4 in jenes der Fig. 3 übergeht. Ein fernerer Unterschied der kontraktilen Elemente der Myriopoden besteht darin, dass die anisotropen Abschnitte in der Längsansicht Fig. 3 u. 4 a) nicht nur aus zwei, sondern aus mehr Querreihen von Waben bestehen, welche außerdem nicht in gleicher Höhe neben einander stehen, sondern unter einander alternieren. Der isotrope Abschnitt (Fig. 3 u. 4 i) besitzt aber denselben Bau wie bei den erstgeschilderten quergestreiften Muskelzellen.

8) Aus der Vergleichung unserer eben geschilderten Ergebnisse über die Struktur der quergestreiften Elemente der Muskelzellen mit den Befunden früherer Autoren dürfte sieh vorerst etwa Folgendes ergeben:

Die Hauptscheibe oder Q (Rollett) entspricht unseren zwei queren Wabenreihen des anisotropen Abschnittes; ob der Hensen'sche Streifen oder h der Grenzlinie beider Querreihen von Waben dieses Abschnittes entspricht, scheint ziemlich fraglich; die zwei isotropen Scheiben oder E entsprechen unseren zwei queren Waben reihen des isotropen Abschnittes; die Zwischenscheibe oder E entspricht der Grenzlinie beider Querreihen von Waben dieses Abschnittes und die beiden Nebenscheiben oder E sind die Grenzlinien zwischen je zwei zusammenstoßenden Wabenquerreihen eines anisotropen und isotropen Abschnittes. Die Scheiben E zwischen E und E konnten wir nie wahrnehmen; ohne jedoch ihr Auftreten unter gewissen Bedingungen oder an gewissen kontraktilen Elementen leugnen zu wollen.

9) Zum Schluss wäre noch zu bemerken, dass die quergestreiften Muskelzellen der Wirbeltiere, soweit wir es vorerst festzustellen vermochten, im Wesentlichen den gleichen Bau wie die der Crustaceen besitzen.

Heidelberg im Januar 1891.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 11

Autor(en)/Author(s): Bütschli Otto [Johann Adam], Schewiakoff

Wladimir/Vladimir Timopheevich

Artikel/Article: <u>Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von</u>

Arthropoden. 33-39