

Lehre von der Beschaffenheit und Function der Muskelfasern.

Von

PH. KNOLL.

(Mit 4 Figuren.)

Ich habe vor zwei Jahren auf Grund einer die meisten Thierclassen umfassenden Untersuchung (1) dargelegt, dass von den Lamellibranchiaten aufwärts bei den meisten Thieren protoplasmareiche und protoplasmaarme Muskelfasern zu finden sind, deren erstere in der Regel ein geringeres Caliber besitzen und in den am anhaltendsten thätigen Muskeln, wie im Herzen, den Athmungs-, Augen- und Kaumuskeln am zahlreichsten sind.

Seitdem ist eine grössere Abhandlung von J. Schaffer erschienen, welche eine Lücke, die ich in meiner Untersuchung wegen Mangel an geeignetem Material offen lassen musste, nämlich die Prüfung der Musculatur des Menschen mit Rücksicht auf den fraglichen Gegenstand, in dankenswerther Weise ausfüllt. Dabei ergibt sich, dass beim Menschen sich in fast allen Muskeln protoplasmaarme und protoplasmareiche Fasern vermengt, am zahlreichsten aber im Allgemeinen in den thätigsten Muskeln (Zwerchfell, Augenmuskeln, Masseter) finden. (2, S. 73.)

In dieser Richtung führen also die Untersuchungen Schaffers zu mit den meinen übereinstimmenden Ergebnissen. Schaffer spinnt aber bei dieser Gelegenheit eine eilf Seiten lange Polemik hinsichtlich der Präexistenz der Fibrillen und Muskelsäulchen an, die ich nach seiner Meinung läugne, sowie eine über zahlreiche andere Punkte seiner Abhandlung sich hinschleppende Polemik über die Wirkung verschiedener Reagentien auf die Muskelfaser.

Ich kann diese Polemik nicht ganz ohne Erwiderung lassen, werde mich aber möglichst kurz fassen, und auf das Hauptsächlichste beschränken.

Was den ersten Punkt betrifft, so brauche ich nur zu wiederholen, was ich (1, S. 652) am Schluss der Auseinandersetzungen über die Wirkung von Alkohol, Müller'scher Flüssigkeit und Goldsäure auf die Muskelfaser, zusammenfassend ausgesprochen habe:

„Ich muss danach annehmen, dass an den hellen Fasern die Fibrillen, an den trüben auch die Muskelsäulchen, abgesehen von den Stellen, wo reichlichere Mengen von Sarcoprotoplasma angesammelt sind, wie an jenen Punkten, wo die Körnchen liegen, nur durch so dünne Schichten von Sarcoprotoplasma von einander getrennt sind, dass die Trennungslinien nur dann **deutlich** werden, wenn das Sarcoprotoplasma durch Reagentien, welche auf dasselbe anders wirken, wie die Fibrillen, in die zwischen den Fibrillen beziehungsweise Säulchen entstehenden Lücken verdrängt wird.“

Wie angesichts dieser Darlegung die Meinung Platz greifen konnte, dass ich die Präexistenz der Muskelfibrillen und Säulchen läugne, ist mir nicht verständlich.

Schaffer stützt sich darauf, dass ich an einer anderen Stelle (1, S. 651) das die Muskelsäulchen auf dem Querschnitt einsäumende Balkenwerk als Ausdruck einer Veränderung der Muskelfaser erkläre. Nun bezieht sich aber diese Stelle, wie aus den vorhergehenden 5 Absätzen ersichtlich ist, auf einen besonderen Fall, nämlich auf das an den protoplasmareichen Fasern gewisser Thiere unter der Einwirkung von Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit auf dem Querschnitte sichtbar werdende dicke, je nach dem Wechsel der Einstellung hell, glänzend oder dunkel erscheinende, die Muskelsäulchen umrahmende Balkenwerk. Dass aber dieses Bild in der That nicht den natürlichen Verhältnissen entspricht, sondern durch das Härtungsverfahren hervorgerufen wird, muss ich auch heute noch behaupten. So weit ich dies aus seiner Abhandlung ersehen konnte, läugnet dies auch Schaffer gar nicht. (Vergl. z. B. 2, S. 15, Zeile 22—36.)

Was den zweiten Punkt, die Wirkung der Härtungsmittel auf die Muskelfasern betrifft, so muss ich zunächst

mit Genugthuung constatiren, dass Schaffer eine ganze Reihe von einzelnen Beispielen für meine Behauptung (1, S. 650, 651, und 3, S. 318) erbringt, dass die verschiedene Reaction der einzelnen Fasern des noch nicht ganz abgestorbenen Muskels auf den durch das Härtingsverfahren ausgeübten Reiz bei der Mannigfaltigkeit der an den Faserquerschnitten, zu Tage tretenden Bilder sehr in Betracht kommt. Der Streit aber dreht sich hauptsächlich um die Frage, ob unter der Einwirkung des Alkohol und der Müller'schen Flüssigkeit die interstitiellen Körnchen so verändert werden, dass sie „an Längsschnitten fast gar nicht, an Querschnitten aber zumeist nur als Knotenpunkte eines die Muskelsäulchen umrahmenden Balkenwerkes zu sehen sind.“ (1, S. 650.)

Schaffer gibt wohl eine Veränderung der interstitiellen Körnchen unter diesen Umständen zu, sagt aber, dass diese „keine so eingreifende sein kann, um daraus das Zustandekommen des die Cohnheim'schen Felder umrahmenden Balkenwerkes zu erklären“ (2, S. 28) und ferner, „dass die schwierige Wahrnehmbarkeit derselben zum Theil weniger auf einer Veränderung derselben zu beruhen scheint, als darauf, dass sie sich von der stark hervortretenden Fibrillenfelderung zu wenig abheben“ (2, S. 27.)

Was diesen Punkt betrifft, so bin ich wohl der Meinung, dass die strahlige Verziehung der interstitiellen Körner unter der Einwirkung von Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit zu dem Zustandekommen des fraglichen Balkenwerkes beiträgt, habe aber nicht behauptet, dass dieses hierauf allein beruht. In meiner ersten Mittheilung über den fraglichen Gegenstand (4, S. 463) sage ich vielmehr ausdrücklich: Unter der „Einwirkung des Alkohols und der Müller'schen Flüssigkeit vertheilt sich dann das körnige und wahrscheinlich wohl auch das homogene Sarcoplasma zwischen den Muskelsäulchen in Form eines die Cohnheim'schen Felder einschliessenden Balkenwerkes“. Und in meiner zweiten Mittheilung (1, S. 652) spreche ich von der Vertheilung des Sarcoprotoplasma (im Ganzen) zwischen den Muskelsäulchen und Fibrillen und keineswegs bloß von einer solchen seiner körnigen Bestandtheile. Wie gross aber unter Umständen das Mass der Betheiligung jener Körner an der Bildung des die Cohnheim'schen Felder umrahmenden Balkenwerkes werden kann, lehrte mich die Unter-

suchung der Flugmuskulatur eines *Dyticus*, in welcher an einem Theile der Fasern die Körner des Sarcoprotoplasma nach Fixation in starker Flemming'scher Lösung geschwärzt waren, und auf dem Längsschnitt dieser Fasern die Gliederung derselben in Säulchen lediglich durch diese geschwärzten Körnchen markirt erschien (Fig. 1), und auf dem Querschnitt derselben an Stellen, wo ein die Cohnheim'schen Felder umschliessendes Balkenwerk sichtbar war, auch dieses geschwärzt war. (Fig. 2.)

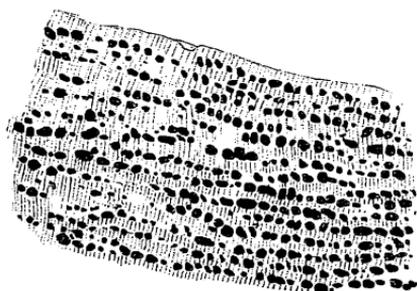


Fig. 1.

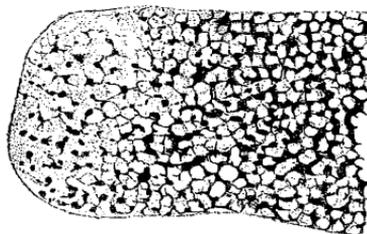


Fig. 2.

Thatsache ist es ferner, dass überall dort, wo das Balkenwerk nach der Härtung in Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit scharf ausgeprägt erscheint, die Körner des Sarcoprotoplasma's stark verändert sind. Dies war wohl auch der Grund, warum Schaffer selbst bei seinen auf Beobachtungen an diesen Körnern abzielenden Untersuchungen sich der von mir behufs deutlicheren Sichtbarmachens der Körnchen empfohlenen Methoden bediente, nämlich der Trockenmethode und der Fixation in Flemming'scher Lösung.

Was endlich die Annahme Schaffer's betrifft, dass „in den tieferen Partien“ der in Flemming'scher Lösung fixirten Muskelstückchen „ganz bedeutende Quellung“ eintrete, was mit dem Unsichtbarwerden der Cohnheim'schem Felder in Zusammenhang gebracht wird (2, S. 21), so muss ich hiegegen geltend machen, dass in diesen Partien der Querschnitt der Muskelfasern in der Regel polygonal und die auf demselben sichtbaren Körnchen kugelig erscheinen, während gequollene Muskelfasern einen runden Querschnitt und strahlig verzogene Körnchen darbieten.

Auf die Frage nach der Bedeutung des Protoplasmagehaltes der Muskelfasern für ihre Function geht Wackwitz (5), angeregt durch die Beobachtung protoplasmareicher und protoplasmaarmer Fasern bei Heteropoden und Pteropoden ein, und kommt dabei zu dem Schluss, dass für eine rasche Thätigkeit und dadurch bedingten raschen Stoffwechsel eine grössere Menge von Marksubstanz ein unbedingtes Erforderniss bleibe, während die an Marksubstanz arme, an contractiler Substanz reiche Muskelfaser wohl zu kräftiger Leistung, aber nur zu langsamer Bewegung befähigt sei.

Wie unhaltbar dieser auf die Beobachtung an einigen wenigen Objecten gestützte Schluss ist, geht aber nicht nur aus der flinken Zuckung so vieler protoplasmaarmer Muskeln höherer Thiere, sondern auch aus der flinken Zuckung des an Marksubstanz sehr armen, gelblichgrauen (glasigen) Antheiles so mancher Bivalven hervor.

Wenn Wackwitz dagegen glaubt, einen Widerspruch darin finden zu müssen, dass ich einerseits die protoplasmareiche Musculatur als zu andauernder Thätigkeit besonders geeignet erkläre, anderseits aber den protoplasmaarmen Faser-Typus als den höchst entwickelten erkläre (5, S. 153), so übersieht er, dass ich ausdrücklich sage: „in einem gewissen Sinne als den höchst entwickelten“ (1, S. 693) und dass nach meinen übrigen Ausführungen die Worte „höchst entwickelt“ eben nur im histologischen Sinne genommen werden dürfen. Eine Muskelfaser aber kann sehr wohl in diesem Sinne höchst entwickelt und damit auch zu bestimmten Leistungen besonders befähigt, zu andauernder Thätigkeit aber doch minder geeignet erscheinen, als eine histologisch tiefer stehende Faser.

Die Function eines Muskels muss eben nach zwei Richtungen hin betrachtet werden, einmal nach ihrer Dauer beziehungsweise der Häufigkeit der Zusammenziehungen innerhalb einer grösseren Zeiteinheit, das andermal aber nach der bei der jeweiligen Zusammenziehung vollbrachten Kraftleistung.

Wackwitz behauptet in der angeführten Abhandlung auch (5, S. 134), es sei die Structur der Muskelfasern von *Carinaria*, von der ich vor ihm eine Beschreibung gegeben, aus den von mir veröffentlichten Abbildungen „absolut nicht sicher“ zu erkennen. Dies zu entscheiden, muss ich nun

allerdings Anderen überlassen, obwohl ich glaube, dass alles Wesentliche in denselben zu finden ist, namentlich, wenn man nicht bloß die auf Taf. IV, sondern auch die auf Taf. I enthaltenen Abbildungen betrachtet und vollends wenn man noch jene der ganz analog gebauten Muskelfasern der anderen von mir untersuchten Gastropoden hinzunimmt. Betonen muss ich aber doch, dass meine im Text auf S. 664 und 665 gegebene Beschreibung der beiden bei *Carinaria* zu findenden Muskelfasertypen, deren einer sich durch eine dünne contractile Rindenschichte und eine dicke Markmasse, deren anderer aber durch eine dicke contractile Rindenschichte und eine nur auf einen dünnen Axenstrang reducirte Marksubstanz charakterisirt, in allem Wesentlichen mit der seinen übereinstimmt.

Wackwitz führt ferner aus: „Die Angaben von Eschricht betreffend die hellen Körperchen (Zellkerne) im Innern der Faser geben ihm“ (d. i. mir) „zu der Bemerkung Veranlassung, dass er im Zweifel darüber sei, ob darunter eine körnige Marksubstanz oder Zellkerne zu verstehen seien, da sich nach ihm auch in der Längsansicht diese Frage nicht entscheiden liess.“

Ich habe an der fraglichen Stelle meiner Monographie (S. 671) nur darauf verwiesen, dass ich nicht entscheiden kann, ob die Annahme **Schwalbe's** richtig ist, dass Eschricht bei jener Bemerkung das Vorhandensein einer körnigen Marksubstanz in den Muskelfasern der Salpen im Auge hatte, „da mir das dänische Original mit der beigegebenen Abbildung nicht zur Verfügung stand“. Ich füge dann hinzu: „In der Längsansicht der Faser tritt von einer solchen körnigen Marksubstanz in der Regel nichts zu Tage“. Die Frage, wie viel Kerne in den Muskelfasern der Salpen sichtbar sind, habe ich gar nicht behandelt. Wenn also Wackwitz seinem, den Sinn meiner Ausführungen nicht entsprechend wiedergebenden Citat hinzufügt, dass man mit kernfärbenden Mitteln Kernreihen in der Faser erkennen kann und dass kein Zweifel darüber bestehen kann, „dass wir es nicht mit Marksubstanz, sondern mit Zellkernen zu thun haben,“ so trifft diese, im Zusammenhang mit den übrigen Ausführungen den Character einer Bemängelung meiner Angaben gewinnende Bemerkung, diese, wie aus meinem eigenen Citate ersichtlich ist, gar nicht.

Wackwitz fährt dann fort: „In gleicher Weise bedarf die Mittheilung Knoll's, dass hier auch inmitten der Markmasse contractile Substanz in Form von Säulchen vom verschiedensten Durchmesser vorhanden ist, dass also die Anlage der contractilen Substanz nicht ausschliesslich an der Peripherie der Fasern erfolgen müsse, einer Berichtigung. Welche Gebilde Knoll dafür gehalten hat, kann nicht mit Sicherheit constatirt werden, soviel aber steht fest, dass eine Absonderung contractiler Substanz im Innern, so wie sie Knoll abbildet, bei *Salpa maxima* und *zonata* nicht statthat.“

An der Richtigkeit meiner Angaben hatte ich nun wohl, auch nach neuerlicher Durchmusterung meiner älteren Präparate, keinen Zweifel. Um aber womöglich den Grund jenes Widerspruches aufzufinden, untersuchte ich neuerdings die Muskelbänder des Mantels von *Salpa maxima* *Africana* und zwar von 3 in Chrom-Essigsäure fixirten mittelgrossen Exemplaren bei Hämatoxylin-Eosin-Färbung, wobei die blaugefärbten Kerne sich ganz scharf von den rothgefärbten Muskelsäulchen abheben. Ich fand dabei bei allen drei Exemplaren in den allermeisten Fasern verschieden grosse und verschieden gestaltete Muskelsäulchen innerhalb der Markmasse im Innern der Faser, was am besten an Querschnitten (Fig. 3, dritter bis siebenter Querschnitt), aber auch an einzelnen besonders günstig gefallenem Längsschnitten unzweifelhaft zu Tage trat. (Fig. 4.) Daneben fanden sich aber am Seitenrande der aus einer einfachen Faserlage bestehenden Muskelbänder in einzelnen Präparaten Fasern, die in der Markmasse keine Muskelsäulchen enthielten (Fig. 3, erster und zweiter Querschnitt).

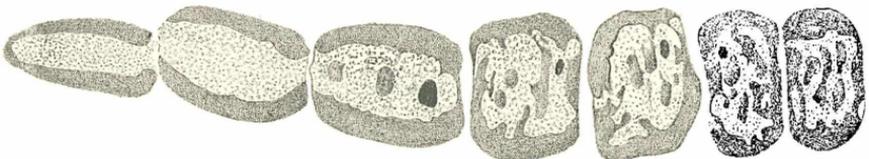


Fig. 3.

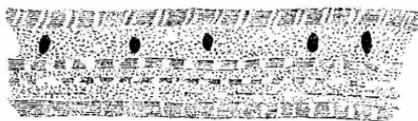


Fig. 4.

Nun lässt sich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass die letzteren, vielleicht einen bestimmten Entwicklungs- oder vielleicht auch Rückbildungstypus darstellenden Fasern, gelegentlich auch die Hauptmasse der Fasern jener Muskelbänder ausmachen können; Wackwitz hätte sich aber eine so peremptorisch gehaltene Berichtigung wohl erspart, wenn er die Sache eingehender untersucht hätte.

In meiner mehrfach erwähnten Monographie habe ich dem Gedanken Ausdruck gegeben, dass der Umstand, dass die protoplasmareichen Muskelfasern im Ganzen ein geringeres Caliber besitzen, wie die protoplasmaarmen, möglicherweise darin seine Erklärung finden könne, dass die frühzeitige starke Inanspruchnahme der ersteren Fasern eine Umsetzung ihres den Wiederersatz des bei der Muskelcontraction Verbrauchten besorgenden Protoplasmas in Fibrillen hemme, also auch ein Wachstumshemmniss für die Faser bilde. Ich habe dabei aber hervorgehoben, dass weiteren Erörterungen dieses Gedankens vor Allem eine Untersuchung der Beschaffenheit von beim erwachsenen Thiere verschiedenfaserigen Muskeln während der foetalen Periode vorhergehen müsste. (1, S. 693.)

Bis zu einem gewissen Grade erscheint diese Forderung erfüllt in einer jüngst erschienenen Abhandlung von J. Halban (6), in welcher sich Angaben über das Fasercaliber mehrerer Muskeln bei menschlichen Embryonen, neugeborenen Kindern und Erwachsenen finden. Es handelt sich dabei durchwegs um Muskeln, in denen wohl bei Erwachsenen sich Fasern von verschiedenem Protoplasmagehalt und Caliber vermengt finden, jedoch so, dass bei der einen Gruppe von Muskeln die dünnen, bei der anderen die dicken Fasern wesentlich überwiegen, beide Muskelgruppen also sich hinsichtlich ihrer Faserbeschaffenheit von einander unterscheiden.

Aus diesen Untersuchungen geht nun hervor, dass beim Embryo und beim Neugeborenen der M. rectus superior und der M. gluteus gleiches Fasercaliber besitzen, während dieses beim Erwachsenen sich hinsichtlich des ersten zum zweiten Muskel

wie 1 : 5 verhält. Analog sind die Verhältnisse zwischen dem M. intercostalis internus und dem Diaphragma einerseits und dem M. gluteus maximus andererseits, wenn auch hier die Caliber-verschiedenheiten beim Erwachsenen minder grell sind, nämlich wie 1 : 2.5 und 1 : 1.5.

Da es sich beim M. rectus superior, intercostalis internus und Diaphragma um von der Geburt ab fortwährend in Anspruch genommene Muskeln, beim M. gluteus maximus aber um einen später und dann nur zeitweilig stärker in Thätigkeit tretenden Muskel handelt, so erscheint dieser Befund nicht ungeeignet, dem Gedanken, dass frühzeitige starke beziehungsweise anhaltende Inanspruchnahme eines Muskels ein Hemmniss für das durch Anbildung von contractiler Substanz bedingte Dickenwachsthum seiner Fasern bilde, eine grössere Berechtigung zu verleihen, wobei freilich das Mass dieser Hemmung am M. rectus superior, intercostalis internus und Diaphragma sehr verschieden ausgeprägt erscheint, woran mancherlei nicht näher abzuschätzende Factoren theilhaftig sein können.

Jedenfalls erscheint mir der angeführte Befund Halban's zu einer weiteren Verfolgung des von mir ausgesprochenen Gedankens zu ermuntern. Halban allerdings, der Grösse der Function eines Muskels und Grösse des von demselben zu hebenden Gewichtes gleich setzt, und im Zusammenhang hiemit demjenigen Muskel eine grössere Function zuspricht, der einen grösseren Querschnitt und innerhalb desselben Querschnittes mehr contractile Substanz besitzt, also nach dem bekannten Weber'schen Gesetze im stande ist ein grösseres Gewicht zu heben, sucht die Ursache der Caliberverschiedenheit zwischen dem M. rectus superior und gluteus maximus beim Erwachsenen darin, dass der letztere Muskel bei seiner Zusammenziehung grössere Widerstände zu überwinden hat und das Dickenwachsthum seiner Fasern sich der nothwendigen grösseren Arbeit accommodire (6, S. 288). Es darf aber auch hier nicht übersehen werden, dass für die Grösse der Function eines Muskels nicht blos die bei der jeweiligen einzelnen Zusammenziehung geleistete Arbeit, sondern auch die Zahl, beziehungsweise die Dauer seiner Zusammenziehungen in Frage kömmt, und dass der Bedarf für den Wiederersatz des bei der Zusammenziehung Verbrauchten bei einem sehr häufig sich zusammenziehenden Muskel trotz geringerer Arbeitsleistung bei den einzelnen Zuckungen ein

wesentlich grösserer sein kann, als bei einem selten sich contrahirenden.

Wir sehen ja auch, dass protoplasmaarme Muskeln leicht ermüden und bei allzuanhaltender Inanspruchnahme selbst entarten, während die Herz- und Athmungsmusculatur dauernd in Thätigkeit ist, ohne dass unter physiologischen Verhältnissen eine Ermüdungserscheinung an derselben zu Tage träte.

Halban stellt ferner die These auf, dass es keinen dicken Muskel mit dünnen, keinen dünnen mit dicken Fasern gibt (6, S. 288). Ich werde wohl kaum einem Widerspruch seinerseits begegnen, wenn ich den linken Ventrikel zu den verhältnissmässig dicken Muskeln rechne und doch ist derselbe durchwegs aus dünnen Fasern zusammengesetzt.

Halban führt ferner aus, dass die wenig leistenden und daher zarten Muskeln aus zarten Fasern bestehen (6, S. 303). Aber selbst wenn man unter Leistung hier nur Ueberwindung von Widerständen versteht, so ist dem gegenüber hervorzuheben, dass der linke Ventrikel sogar sehr erhebliche Widerstände zu überwinden hat. Dabei aber besteht, wie von vornherein anzunehmen war, wovon ich mich aber durch Messungen am Kaninchen- und Hundeherzen noch besonders überzeugte, nicht einmal ein merkbarer Unterschied im Caliber seiner Fasern gegenüber den in dieser Richtung weit weniger in Anspruch genommenen Vorhöfen und dem rechten Ventrikel. Ebenso ist der Masseter, namentlich bei gewissen Thieren ein verhältnissmässig dicker Muskel, der vielfach auch bedeutende Widerstände zu überwinden hat, während doch das Caliber seiner Fasern ein niederes ist, und der dicke Musculus adductor magnus besitzt beim Kaninchen etwas dünnere Fasern als der so viel dünnere Semitendinosus.

So werden noch mancherlei Verhältnisse zu berücksichtigen sein, ehe sich aus dem interessanten Thatsachenmaterial, das Halban hinsichtlich des Calibers der Fasern in dicken und dünnen, embryonalen und ausgewachsenen Muskeln durch die Untersuchung an einer relativ kleinen Zahl von Objecten zu Tage gefördert hat, ein Gesetz hinsichtlich des Zusammenhanges von Function und Faser caliber der Muskeln wird ausprägen lassen.

Angeführte Literatur.

1. **Ph. Knoll**: Ueber protoplasmaarme und protoplasmareiche Musculatur. Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. LVII. Band S. 634 ff.
2. **J. Schaffer**: Beiträge zur Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskelfasern des Menschen und einiger Wirbelthiere. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Band CII. Abth. III. 1893. S. 7 ff.
3. **Ph. Knoll** und **A. Hauer**. Ueber das Verhalten der protoplasmaarmen und protoplasmareichen, quergestreiften Muskelfasern unter pathologischen Verhältnissen. Ebenda. Band CI. 1892. S. 315 ff.
4. **Ph. Knoll**. Ueber helle und trübe, weisse und rothe quergestreifte Musculatur. Ebenda Band XCVIII. 1889. S. 456 ff.
5. **J. Wackwitz**. Beiträge zur Histologie der Mollusken-Musculatur. Zoologische Beiträge. Breslau 1892.
6. **J. Halban**. Die Dicke der quergestreiften Muskelfasern und ihre Bedeutung Anatomische Hefte. Wiesbaden 1893. S. 269 ff.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mittels Oelimmersion $\frac{1}{12}$, Ocular 2 (Zeiss) gezeichnet.

Fig. 1 und 2: Muskelfasern aus der in starker Flemming'scher Lösung fixirten Flugmusculatur eines *Dyticus*. 1: Längsschnitt, 2: Querschnitt. Die Präparate lagen in Wasser und Glycerin zu gleichen Theilen.

Fig. 3: Quer-, 4: Längsschnitt aus einem Muskelbände der Mantelmusculatur von *Salpa maxima Africana*. Fixation in Chromessigsäure. Färbung in Hämatoxylin und Eosin. Canadabalsam - Einschluss. Die tiefblau gefärbten Kerne sind in der Zeichnung ganz dunkel gehalten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [43](#)

Autor(en)/Author(s): Knoll Ph.

Artikel/Article: [Einige Bemerkungen: Lehre von der Beschaffenheit und Function der Muskelfasern. 25-35](#)