ÜBER

PROTOPLASMAARME UND PROTOPLASMAREICHE MUSCULATUR

VON

PH. KNOLL.

(Mit 9 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 8. MAI 1891.

I. Einleitung.

Ich habe in einer im Jahre 1889 erschienenen, vorwaltend den Charakter einer vorläufigen Mittheilung an sich tragenden Abhandlung (1) bereits darauf verwiesen, dass den Ausgangspunkt für die vorliegende Untersuchung die Beobachtung bildete, dass bei der Taube in den Skeletmuskeln helle und trübe, d. h. an interfibrillärer Substanz arme und reiche Fasern mit einander vermengt vorkommen, und dass diese beiden Faserarten bei gewissen, auf experimentellem Wege herbeigeführten Veränderungen der Musculatur sich verschieden verhalten.

Ich war damit vor die Frage der functionellen Bedeutung der histologischen Verschiedenheiten dieser beiden Fasergattungen gestellt, und da schon die Beobachtungen an der Musculatur der Taube mich gelehrt hatten, dass die Angabe von Grützner, dass die hellen Fasern gleich Ranvier's weissen Muskeln flink, die trüben, gleich den rothen Muskeln, träg reagiren, eine allgemeinere Anwendung nicht gestattet, und die Untersuchung der Musculatur einiger anderer Thiere mich in dieser Ansicht bestärkte, musste ich nach einem Weg zur Beantwortung der oben erwähnten Frage suchen. Das Studium der Zuckungseigenthümlichkeiten der rothen und weissen Musculatur des einen oder anderen Thieres aber erschien mir nicht als ein solcher Weg, sobald ich zu der Überzeugung gelangt war, dass bei gewissen Thieren die rothen Muskeln im Gegensatz zu den Beobachtungen Ranvier's an Kaninchen und Rochen flinker zucken als die weissen. Ich wäre bei Beschreitung dieses Weges der Gefahr ausgesetzt gewesen, selbst durch sehr ausgedehnte und mühevolle Untersuchungen lediglich zu ermitteln, bei welchen Thieren die rothen Muskeln sich träger zusammenziehen als die weissen, bei welchen das Umgekehrte der Fall ist, und bei welchen etwa gar kein Unterschied in dieser Richtung besteht, die eigentlichen functionellen Verschiedenheiten zwischen beiden Muskelarten, d. h. die bei allen Thieren in gleicher Weise sich findenden, die sich ja nicht nothwendigerweise an der Zuckungscurve ausprägen müssen, aber ganz zu übersehen.

Und noch weniger empfehlenswerth erschien es mir, bei der Unsicherheit unserer Kenntnisse über die Bedeutung der einzelnen, im quergestreiften Muskel enthaltenen chemischen Verbindungen für seine Function, die Beantwortung jener Frage durch die Untersuchung der chemischen Verschiedenheiten zwischen der

Digitized by the Harvard University Ernst Mayr Library, the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

rothen und weissen Musculatur im Zustande der Ruhe und Thätigkeit anzustreben, da dabei die Gefahr, interessante Einzelheiten zu Tage zu fördern, die wesentlichen Verschiedenheiten aber zu übersehen, noch näher lag.

So beschritt ich denn einen bis zu einem gewissen Punkt bereits von Lankester begangenen Weg, indem ich dem Vorkom menrother und weisser Muskeln bei einer grossen Zahl von Thieren aus den verschiedenen Classen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der besonderen Aufgaben dieser Muskeln bei den betreffenden Thieren nachforschte. Die wesentlichsten functionellen Verschiedenheiten mussten bei einer solchen vergleichenden Untersuchung, sofern solche überhaupt bestanden, zu Tage treten; feinere, nicht in einer Verschiedenheit der Aufgaben sich äussernde Unterschiede mussten dabei freilich übersehen werden.

Wenn ich aber hier fortgesetzt von Untersuchung an rothen und weissen Muskeln spreche, trotzdem den Ausgangspunkt meiner Untersuchung nicht verschiedenfarbige Muskeln sondern Muskelfasern von verschiedener mikroskopischer Beschaffenheit bildeten, so geschieht dies, weil im Allgemeinen Grützner's Angabe zutreffend ist, dass bei Thieren mit verschieden gefärbter Musculatur die rothen Muskeln vorwaltend Fasern von trüber, die weissen, oder eigentlich blassen Muskeln vorwaltend Fasern von heller Beschaffenheit enthalten, wobei ich zunächst jene bereits eingebürgerten Bezeichnungen für die mikroskopischen Verschiedenheiten jener beiden Faserarten beibehalte.

Die Farbe konnte mir also als Anhaltspunkt für das Aufsuchen trüber und heller Muskeln dienen, in welcher Beziehung ich allerdings gleich hier hervorheben muss, dass bei vielen niederen und einzelnen höheren Thieren, wie z. B. dem Lachs, nicht von rothen und weissen, sondern überhaupt nur von verschieden pigmentirten Muskeln gesprochen werden kann, und dass bei Thieren ohne ausgesprochene Verschiedenheit der Färbung ihrer Musculatur mich im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen die Berücksichtigung der an den verschieden gefärbten Muskeln gefundenen Unterschiede in der Leistung beim Aufsuchen der hellen und trüben Muskeln leitete.

Die Ausdehnung meiner Untersuchungen auf Seethiere erfolgte während mehrwöchentlichen Aufenthaltes an den zoologischen Stationen in Triest und Neapel. Den Herren Vorständen dieser Stationen, Dr. Ed. Graeffe und geh. Regierungsrath Prof. Dr. Dohrn, sowie den wissenschaftlichen Hilfskräften an den Stationen in Neapel, namentlich Herrn Prof. Dr. Eisig und Dr. Schiemenz bin ich für mannigfaltige Unterstützung bei den betreffenden Arbeiten, Herrn Lobianco insbesondere für die Bestimmung der untersuchten Arten zu Dank verpflichtet.

Dafür, dass ich die Gelegenheit zur Untersuchung der Musculatur einer grossen Zahl von Seethieren zu mancherlei Beobachtungen über die mikroskopische Structur der Muskeln ausnützte, welche nicht in unmittelbarer Beziehung zur Frage hinsichtlich der hellen und trüben Musculatur stehen, sowie dafür, dass ich über manche dieser Beobachtungen an dieser Stelle berichten werde, bedarf es wohl keiner besonderen Rechtfertigung. Darf doch die nach manchen Richtungen hin so fruchtbringende Trennung der Arbeitsgebiete keineswegs zu einer vollständigen Absperrung gegenüber Nachbargebieten führen.

In Hinsicht auf die Anordnung des Stoffes sei hier bemerkt, dass einer übersichtlichen Darstellung der Literatur über den fraglichen Gegenstand die Angabe der Untersuchungsmethoden und der allgemeinen, hierauf die Darstellung der besonderen Untersuchungsergebnisse nach Thierclassen, und zuletzt eine Zusammenfassung dieser Ergebnisse und der daraus zu ziehenden Schlüsse folgen wird.

Die Literaturübersicht musste mit Rücksicht auf den Untersuchungsgegenstand nicht blos die Arbeiten über rothe und weisse, trübe und helle Muskeln, sondern auch die neueren Arbeiten über den Zwischenstoff innerhalb der quergestreiften Muskelfaser umfassen. Wenn dieselbe in Folge dessen etwas umfangreich wurde, so dürfte es anderseits doch manchem Leser nicht unerwünscht sein, das Wesentliche aus der Literatur dieser Fragen an dieser Stelle zusammengefasst zu finden. Für diejenigen Leser, die an dieser Literatur wenigstens zunächst kein Interesse nehmen, dürfte es genügen, die Bemerkungen am Schluss der beiden der Literatur gewidmeten Abschnitte durchzusehen, in denen ich versucht habe, den augenblicklichen Stand der betreffenden Fragen kurz darzustellen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

II. Literaturübersicht.

A. Rothe und weisse, trübe und helle Musculatur.

Hier ist in erster Reihe an die Beobachtungen Ranvier's über das Vorkommen makroskopisch und mikroskopisch sowie functionell verschiedener quergestreifter Muskeln bei einem und demselben Thiere zu erinnern, die ihn zur Aufstellung verschiedener Typen, der rothen und blassen, nach späterer Bezeichnung weissen Muskeln führten.

Unter Hinweis auf die Angabe W. Krause's (2), dass beim Kaninchen der Musculus semitendinosus durch röthliche Farbe sich von dem weisslichen Fleische des M. adductor magnus auffallend abhebt,[1] führte Ranvier aus, dass man, abgesehen vom Herzmuskel zwei Arten von quergestreiften Muskeln unterscheiden könne, nämlich rothe und blasse, und dass diese beiden Typen nicht blos am Kaninchen an den Muskeln der Hinterbeine, sondern auch bei Fischen vertreten seien, ja dass bei einzelnen Fischen, so den Torpedo's und den Rochen, Muskeln vorkommen, welche aus beiderlei Fasern zusammengesetzt seien (3).

Beim Kaninchen haben nach seinen Angaben die Fasern beider Muskelarten annähernd gleichen Durchmesser, jene der weissen ausgeprägte Quer- und kaum kenntliche Längsstreifung, die der rothen dagegen sehr auffallende Längsstreifen, während die Querstreifen anstatt gerade Linien zu bilden, wie bei den weissen Muskeln, unterbrochen sind, so dass die Fasern wie gekörnelt aussehen. (S. 13). Die rothen Muskeln dieses Thieres haben ausserdem zahlreiche in Längsreihen angeordnete, die weissen aber spärlichere, verstreute Kerne. Die Kerne der letzteren Fasern sind abgeplattet und liegen unmittelbar unter dem Sarcolemma, die der ersteren sind rund und liegen in kleinen Höhlungen in der Muskelsubstanz, nicht selten sogar in der Mitte der Fasern.

Bei den Rochen haben die Fasern der rothen Muskeln einen viel geringeren Durchmesser als jene der weissen, zeigen aber denselben Unterschied in der Streifung gegenüber den weissen wie beim Kaninchen. Bei beiden Muskelarten dieser und anderer Fische liege zwischen dem Sarcolemma und den Fibrillen eine feinkörnige kernhaltige Masse; dabei finden sich aber auch Kerne in der Fasermasse zerstreut. Die Kerne sind hier bei den rothen Muskeln nicht zahlreicher als bei den weissen. Die unmittelbare Betrachtung der beiden Muskelarten bei directer oder indirecter Reizung ergebe, dass die weissen sich flink, die rothen träg zusammenziehen, und das Myographion lehre, dass die Zuckungsdauer bei letzteren länger währe und das Stadium der latenten Reizung bei ihnen mindestens viermal so lang dauere wie bei den ersteren.

Durch Ausspülen des Blutes aus den Gefässen mittels künstlichen Serums, wobei die weissen Muskeln noch blasser werden, während die rothen nahezu ihre Farbe behalten, hat Ranvier den Nachweis geführt, dass die rothe Farbe des Muse. semitendinosus von der Zusammensetzung der Muskelfaser selbst abhängt.

In einer späteren Arbeit (4) gibt Ranvier an, dass die derart entbluteten rothen Kaninchenmuskeln bei der mikrospektroskopischen Untersuchung die Oxyhämoglobinstreifen zeigen, was bei den weissen nicht der Fall ist, dass aber auch hinsichtlich der Blutgefässe eine Verschiedenheit zwischen beiden Muskelarten besteht, indem bei den ersteren zahlreichere Queräste des Gefässnetzes und an diesen spindelförmige aneurysmatische Erweiterungen der Capillargefässe und kleinen Venen, an den Längsästen aber zahlreichere Ausbuchtungen als gewöhnlich zu finden sind.

In seinen Vorlesungen über allgemeine Anatomie des Muskelsystems (5) führte er ferner aus, dass unter der Einwirkung der Osmiumsäure die zwischen den Muskelsäulchen im Semitendinosus des Kaninchens

[1] Auf S. 24 a. a. O. hat Krause ferner angegeben, dass auch die Kaumuskeln, die Muskeln des Vorderarmes und der M. soleus des Kaninchens sich durch röthliche Farbe auszeichnen. Leydig (Zelle und Gewebe, S. 158) führt übrigens an, dass das Vorkommen weisser und rother Muskeln bei Wirbelthieren sich bereits im Jahre 1800 erwähnt findet.

liegenden Körnchen sich schwärzen, dann dass die rothen Muskeln dieses Thieres breitere Querstreifen zeigen als die weissen. Der Unterschied in der Höhe der Zuckungscurve bei Schliessung und Öffnung eines elektrischen Stromes ist bei den rothen Kaninchenmuskeln geringer als bei den weissen. Tetanus ist an ersteren leichter zu erzeugen als bei den letzteren, was H. Kronecker und W. Stirling (6) schon kurz vorher angegeben hatten, während Cash (7) betonte, dass selbst durch grosse Belastung „der Charakter des zuckenden weissen, wie des rothen Muskels nicht verwischt werden kann". Die weissen Muskeln ermüden nach Ranvier's Angaben bei Tetanisirung früher als die rothen.

Indem Ranvier ferner die Meinung ausspricht, dass den rothen Muskeln eine grosse Rolle in der „Equilibrirung und Harmonisirung" der Bewegungen zukommt, wendet er sich sehr entschieden gegen die von E. Meyer (8) aufgestellte und später von dessen Lehrer W. Krause aufrechterhaltene Meinung, dass die weissen Muskeln des Kaninchens nur durch Domestication entartete Muskeln seien, und beruft sich hiebei einerseits auf den von Arloing und Lavocat geführten Nachweis, dass rothe Muskeln bei einer grossen Zahl von Thierarten vorkommen, anderseits darauf, dass bei den wilden Garenne-Kaninchen rothe und weisse Muskeln in derselben Vertheilung und mit den gleichen histologischen Unterschieden und dass bei der in fast vollständiger Freiheit lebenden Katze auch rothe Muskeln vorkommen (z. B. der Soleus), welche eben solche Zuckungscurven geben wie der rothe Muskel des Kaninchens.

In jüngster Zeit endlich macht Ranvier darauf aufmerksam (9), dass der von ihm hinsichtlich der Kernlagerung bei den weissen und rothen Muskeln des Kaninchens hervorgehobene Unterschied an den analogen Muskeln des Hasens fast noch schärfer hervortrete, obwohl da beide Muskelgruppen gleich roth gefärbt sind.

So wichtig diese Mittheilungen von Ranvier auch für die Frage sind, die in diesen Blättern behandelt werden soll, so sind sie, wie schon die vorher angeführte Angabe von Leydig erweist, keineswegs die erste Mittheilung über das Vorkommen verschieden gefärbter Muskeln bei einem und demselben Thiere.

In der allgemeinen Anatomie von Henle findet sich unter Hinweis darauf, dass die animalischen Muskeln viel lebhafter gefärbt sind als die organischen, dass die Färbung durch einen mit der Substanz des Muskels verbundenen Farbstoff bedingt sein müsse und sich unter dem Mikroskop als ein gelblicher Schimmer an isolirten Primitivbündeln zeige und dass es auch blasse animalische und hochrothe organische Muskeln gebe, die Bemerkung: „bei manchen Vögeln (Birkhuhn) wechseln im System der animalischen Muskeln dunkle und helle Schichten (10)."

Ja sogar Angaben über Beziehungen zwischen der Färbung und Leistung der Musculatur finden sich aus früherer Zeit, wie die Auseinandersetzungen von Schlossberger über die Farbe der Muskeln erweisen, in denen es heisst (11): „Die Farbe der muskulösen Organe schwankt im Thierreich zwischen verschiedenen Nuancen von roth, gelb und weiss. Soviel bekannt, beruht sie nirgends auf besonderen Pigmentzellen oder auf körnigen Pigmentablagerungen (grosser Unterschied von den Färbungen der nervösen Zellen), sondern der Farbstoff ist gleichförmig vertheilt (vielleicht als Lösung in die contractile Substanz imbibirt). Bei den zwei obersten Thierclassen sind die Muskeln gewöhnlich roth, um so röther, je kräftiger das Individuum, je entwickelter und durch Übung ausgebildeter diese oder jene Muskelpartie ist. Fast allgemein sind die quergestreiften Muskeln röther als die aus glatten Elementen bestehenden. Die Hautmuskeln mancher Säuger, viele Muskeln der Vögel sind nur blassroth, ja man kennt bei einzelnen Vögeln (z. B. dem welschen Hahn) Farbendifferenzen in einzelnen Lagen desselben Muskelsystems. Offenbar ist die rothe Farbe der Säuger- und Vögelmuskeln nicht (wenigstens nicht hauptsächlich) von dem Inhalte ihrer zahlreichen Blutgefässe herzuleiten, wie Buitjen und Mulder behauptet hatten, denn die Muskeln der Amphibien und Fische sind allermeist farblos und besitzen doch, so viel man weis, keine geringere Zahl von Blutgefässen und ebenso rothes Blut. Dass durch Wasserinjection die rothen Muskeln farblos werden, beweist nur die Löslichkeit des Muskelroths in Wasser; Injectionen von Salzlösungen würden wohl ein anderes Ergebniss liefern.

Häufig bemerkt man schon an isolirten Primitivbündeln unter dem Mikroskop einen gelblichen Schimmer. Viele erklären das Muskelroth für einen dem Blutroth analogen Stoff; wir halten es für identisch damit, denn es ist auch keine einzige Reaction bekannt, wodurch es sich unterschiede. Merkwürdig ist es dann freilich im

hohem Grade, dass bei der Erzeugung und Ernährung der contractilen Substanz der Sänger und Vögel ihr Blutpigment mitbetheiligt ist, während dies bei den Amphibien und Fischen nicht stattfindet. Bei den Wirbellosen, deren allgemeiner Nahrungssaft sehr verschiedene Färbungen zeigt, ist durchaus keine Übereinstimmung im Gegentheil oft eine entschiedene Differenz in der Farbe ihres Fleisches und Blutes nachgewiesen....

Die Pelamiden haben allein unter den Fischen rothes Fleisch; doch trifft man auch bei manchen anderen Fischen, deren Hauptmuskelmasse des Blutrothes ganz entbehrt, einzelne rothgefärbte Muskeln, so z. B. am Schwanz. Es ist durchaus räthselhaft, worauf diese Abweichungen beruhen. Die Anneliden mit rothem Blut haben weisse Muskeln. . . .

Die Muskeln der Wirbellosen sind selten roth (z. B. der Magen von Aphrodite ist gelbroth, die Kaumuskeln von *Buccinum undatum* sind hochroth; auch einige Muskeln der Schmetterlinge sind röthlich). Viel häufiger sind sie schmutzig gelb (bei den Arachniden, vielen Insecten), oder ungefärbt, zum Theil ins Bläuliche schimmernd (die meisten Crustaceen, viele Insecten und die meisten übrigen Wirbellosen)."

Weiter macht Schlossberger darauf aufmerksam (a. a. O. S. 296), dass Valenciennes und Frémy gefunden, dass der eigenthümliche Farbstoff des Fleisches beim Lachs, der Lachsforelle und einigen anderen Fischen im Zusammenhang mit der Fortpflanzung stehe. Der Lachs hat im Laufe des ganzen Jahres rothes Fleisch, dasselbe wird aber zur Laichzeit blässer; noch deutlicher ist diese Veränderung bei der Forelle, deren Fleisch zur Laichzeit vollkommen weiss wird. Da nun die Fische nicht alle gleichzeitig laichen und die Weibchen sich stärker und andauernder färben als die Männchen, so ist es erklärlich, dass man aus demselben Wasserbad bald weiss- bald lachsfleischige Forellen bekommt. Hiebei ist zu bemerken, dass Barfurth (12) viele Jahre später, sichtlich ohne Kenntniss der Mittheilung von Valenciennes und Frémy, ganz ähnliche Angaben über den Zusammenhang zwischen Geschlechtsreife und der Färbung der Musculatur bei den Forellen und Lachsen gemacht hat. Er hebt dabei aber noch hervor, dass „bei reifen Thieren die Bauchdecken und Seitenmuskeln dünn und schlaff sind, unreife dagegen festere und kräftige Bauchdecken haben."

Auf Seite 294 des zweiten Bandes des angeführten Werkes aber betont Schlossberger nochmals: „Bei den höheren Thieren mit rothen Muskeln steht die Röthung derselben allermeist in geradem Verhältniss zur Lebenskräftigkeit des Individuums und der speciellen Musculatur."

Auf das in diesen Angaben hervorgehobene Vorkommen rother Kaumusculatur bei gewissen Gastropoden, neben der weissen Leibesmusculatur, haben später ziemlich gleichzeitig Lankester (13) und Schwalbe (14) wieder aufmerksam gemacht. Ersterer hat überdies mikrospektroskopisch nachgewiesen, dass diese Färbung durch Hämoglobin bedingt ist, sowie dass sie an den Fasern selbst haftet, und aus diesem Befunde sowie aus dem Umstande, dass bei jenen Wirbelthieren, bei welchen „einige Muskeln gefärbt, andere farblos sind, die thätigsten und stärksten Muskeln in allen Fällen (das Herz der Fische und Amphibien) und alle Muskeln (nämlich fast alle quergestreiften) bei den thätigsten und kräftigsten Classen (Säugethiere und Vögel) mit Hämoglobin ausgestattet sind", sowie dass ein gleiches für die glatte Musculatur des Mastdarmes des Menschen gelte, den Schluss gezogen, dass eine innige functionelle Beziehung des Hämoglobin zur Muskelthätigkeit bestehe. Der Befund an der Pharynxmusculatur der Gastropoden stimme durchaus zu diesem Schlusse, „weil sie die Hornlippen und Reibeplatte bewegen und die thätigsten und kräftigsten Körpermuskeln darstellen."

Schwalbe, der angibt, dass die Mundmasse bei vielen Prosobranchien intensiv blutroth, bei Nassa und Helix dagegen nur gelbroth sei, macht zugleich darauf aufmerksam, dass die Fasern dieser rothen Musculatur sich von der (weissen) Musculatur des Fusses der Prosobranchien auch hinsichtlich der Structur unterscheiden. Die Fasern der ersteren bestehen aus einer schmalen Rinden- und relativ dicken Marksubstanz, welche letztere aus feineren und gröberen, zum Theil gelblich gefärbten Körnchen zusammengesetzt ist, die oft so dicht und regelmässig liegen, dass sie eine Art Querstreifung darstellen, während die Rindensubstanz doppelt schräg gestreift ist (a. a. O. S. 238, 239). An den Fasern des Fusses der Gastropoden aber ist die Marksubstanz viel dünner und weniger scharf gegen die Rindensubstanz abgegrenzt, sie ist ferner feinkörnig und enthält keine groben gelben Körner, und an der Rindensubstanz findet sich leichter Längsstreifung als bei den

Fasern der Mundmasse. Analog wie die Musculatur des Fusses ist der Musculus collumellaris der Schnecke gebaut, nur ist der Axenstrang äusserst fein. (Ebenda 240).

So war also bereits längere Zeit, bevor die Mittheilungen Ranvier's zu einer grossen Zahl von Erörterungen und Untersuchungen führten, nicht allein das Vorkommen verschieden gefärbter Muskeln bei einem und demselben Thiere und ein gewisser Zusammenhang zwischen Färbung und Leistung des Muskels, sondern auch ein solcher zwischen Färbung und Structur der Faser bemerkt worden. Ja selbst ein Wechsel der Musculatur je nach dem Zustande der Thiere war schon beobachtet worden, doch waren diese Beobachtungen ganz in Vergessenheit gerathen, als E. Meyer sich, wie früher schon erwähnt worden, gegen die Auffassung Ranvier's hinsichtlich der functionellen Bedeutung der rothen und weissen Musculatur wendete (8). Derselbe suchte die Ansicht, dass die Differenzen zwischen blassen und rothen Muskeln eine durch verschiedenen Gebrauch derselben entstandene und merkwürdigerweise bei einzelnen Hausthieren erst vermöge der Züchtung und mangelnder Bewegung hervorgerufene Eigenthümlichkeit sind, dadurch zu stützen, dass sich ähnliche Verhältnisse unter den übrigen Nagern nur noch bei einer Art, dem ebenfalls domesticirten Meerschweinchen finden, das auch histologische Unterschiede zwischen dem M. semitendinosus und Adductor magnus bietet, die denen beim Kaninchen nahe kommen. Ferner verweist er auf den Farbenunterschied zwischen dem blassen Brustmuskel und dem rothen Beinmuskel des Haushuhns, das im Gegensatz zu seinen wildlebenden Verwandten nur noch sehr wenig fliegt, und führt zu Gunsten der Ansicht, dass die in der Domestication minder thätigen Muskeln „allmählig gewisse Veränderungen erfahren, die sich zunächst im Verlust der rothen Färbung kundgeben“ die Angabe von Brozeit an, dass die Menge des Farbstoffs in den Muskeln abhängig sei von der Zahl der in ihnen zerstörten rothen Blutkörperchen und diese wieder von der Thätigkeit derselben. „Auch bei niederen Thieren finden sich an gewissen Stellen rothe oder doch gefärbte Muskeln; so sind das stets arbeitende Herzfleisch der Kaltblüter sowie die quergestreiften Brustmuskeln gut fliegender Arthropoden unter dem Mikroskop gelblich, die nicht quergestreiften Kaumuskeln mancher Gastropoden roth.“

Die rothe Farbe des Semitendinosus und anderen Muskeln des Kaninchens und Meerschweinchens bringt Meyer in Beziehung zu der anhaltenden Thätigkeit dieser Muskeln; er bestätigt die Angaben Ranvier's über die Structur- und Zuckungsunterschiede zwischen dem Semitendinosus und Adductor magnus des Kaninchens, findet aber, dass der rothe Flexor digitorum communis und der gleichfalls rothe Masseter dieses Thieres in Bezug auf die Structur, ersterer Muskel auch in Bezug auf die Zuckung vom Adductor magnus sich nicht unterscheiden.

Diese Anschauungen seines Schülers hält W. Krause in der letzten Auflage seiner „Anatomie des Kaninchens“ (15) im Wesentlichen aufrecht, und führt an, dass beim wilden Kaninchen von der Insel Borkum die Farbenunterschiede zwischen Semitendinosus und Adductor magnus schon sehr verwischt seien und die mikroskopischen Unterschiede gänzlich fehlen. Zum Schlusse der betreffenden Auseinandersetzung fügt er aber hinzu: „Andererseits sprechen aber die mikroskopischen Befunde: die Vermehrung der Sarkolemkerne, der interstitiellen Flüssigkeit und interstitiellen Körnchen, das Auftreten von Kernen im Inneren der contractilen Substanz, die Capillar-Aneurysmen sehr für eine pathologische Entstehung dieser speciellen Veränderungen, wobei die physiologischen Differenzen aus den anatomischen resultiren mögen. Wie dem sei, so lässt sich aus den ersteren Befunden unmittelbar eine chronische Myositis nebst venöser Stauung diagnosticieren. Es sind hienach einerseits die Blässe der weissen Muskeln aus Nichtgebrauch der letzteren, andererseits die besonderen Eigenthümlichkeiten des M. semitendinosus für krankhaft zu erklären, während die rothe Farbe der übrigen, auch bei den domesticierten Thieren viel gebrauchten Muskeln selbstverständlich normal ist.“

Die Angaben Schwalbe's über das Vorkommen rother, in der Structur der Fasern von den weissen Muskeln des Fusses verschiedener Musculatur am Schlundkopf der Gastropoden fand in wesentlich später erfolgten Angaben Leydig's (16) Bestätigung. Doch hebt dieser hervor, dass bei Limax agrestis auch die Fasern am Fuss deutliche Sonderung in Mark und Rinde zeigen. Weiter fand Leydig die Muskeln der Seitenlinie vom Maifisch durch einen diffusen Farbstoff lebhaft roth gefärbt und die Blutgefässe derselben so zahl-

reich, dass sie ein enges Netz herstellen. Zwischen den Fasersäulchen fand er dichte Körncheureihen hinziehen; an diesen Körnchen könne man Rinde und helles Innere unterscheiden.

Rothe Muskeln an der Seitenrumpfmusculatur eines Fisches (Luvarus imperialis) beschreibt ferner Graf Béla Haller (17) und gibt an, dass die Fasern dieser Muskeln einen geringeren Durchmesser, eine minder feine Querstreifung und sehr spärliche kleine Kerne haben, während Krukenberg (ebenda) ausführt, dass die Rothfärbung durch Hämoglobin bedingt ist, dass aber nebenbei in diesen Muskeln auch ein braun gefärbtes Öl enthalten ist. Letzterer spricht dabei die Ansicht aus, dass die Rothfärbung der betreffenden Muskeln auf ihre periphere Lage und die hiedurch bedingte Blutstauung zurückzuführen sei.

In einer späteren Abhandlung (18) führt letzterer an, dass an gewissen Muskeln (z. B. in den Muskelkegeln von Pelamys sarda) eine Faser theilweise roth, theilweise blass ist, und dass auch durch Hämoglobin nur schwach tingirte (sog. halbrothe) Muskeln vorkommen. Unter Ausführung der bekannten Thatsachen über den feineren Bau der Muskeln mit verschiedener Zuckungsdauer spricht er ferner die Ansicht aus: „Ein durchgreifender histiologischer Unterschied ist bei Muskeln von verschiedener Länge der Zuckungscurve noch nicht gefunden und wird, wie die bekannt gewordenen Thatsachen zu schliessen erlauben, auch nicht erst noch zu entdecken sein.“ (A. a. O. S. 358).

Ebensowenig aber konnte Krukenberg einen durchgreifenden chemischen Unterschied zwischen den langsam und rasch sich zusammenziehenden Muskeln ermitteln, wie aus einer Abhandlung seines Schülers Hemala hervorgeht (19), der anführt, dass sich wohl bei Luvarus imperialis und beim Lachs ein nicht unerheblich grösserer Fettgehalt der hämoglobinhaltigen (rothen) Muskeln findet als in den anderen Muskeln dieser Thiere, dass aber zwischen den langsam und den rasch sich zusammenziehenden Muskeln beim Krebse kein chemischer Unterschied zu ermitteln ist.

Inzwischen hatte aber die Angabe Ranvier's von dem Unterschiede in der Zuckung zwischen den rothen und weissen Muskeln durch die Untersuchungen Grützner's und seiner Schüler wesentlich erhöhte Bedeutung gewonnen, da aus diesen sich ergab, dass in der Structur von einander verschiedene Fasern, meist in demselben Muskel mit einander vermengt, bei vielen Wirbelthieren sowie beim Menschen vorkommen, und Grützner diese verschiedenen Fasern in Bezug auf die Zuckungsverhältnisse mit den rothen und weissen Muskeln Ranvier's identificirte.

In der ersten Mittheilung, in welcher er diese Frage streifte (20) hob Grützner hervor, dass die rascher zuckenden Muskeln durchwegs dünnere Fasern haben. Als Beweis hiefür führt er die Insectenmuskeln an, bei denen der Faserunterschied am auffälligsten sei, und sagt: „Die schnell sich contrahirenden Flügelmuskeln sind geradezu zarte Fäden gegenüber den langsam sich contrahirenden strickartigen Beinmuskeln. Erstere haben aber aber auch gewissermassen wie eine dünne Saite, mehrere hundertmal in der Secunde zu schwingen, und sich zusammenzuziehen, letztere ausserordentlich viel seltener und langsamer.“

Der Irrthum, der hier hinsichtlich der Faserunterschiede zwischen den Flug- und Beinmuskeln vorliegt, wird aus meinen nachfolgenden Mittheilungen hervorgehen. Hier sei nur darauf aufmerksam gemacht, dass auf Grund bereits damals bekannter Thatsachen die Flugmuskeln der Insecten nach Farbe und Structur mit Ranvier's rothen, die Beinmuskeln mit den weissen Muskeln verglichen werden mussten, dass also der von Grützner mit Recht betonte Unterschied in der Zuckung beider Arten von Insectenmuskeln gegen eine Verallgemeinerung der von Ranvier an zwei Thierarten gefundenen Zuckungsunterschiede zwischen den rothen und weissen Muskeln sprach.

In seiner nächsten Mittheilung (21) machte Grützner auf das Vorkommen zweierlei Fasern in den Froschmuskeln aufmerksam. Die einen seien gross und hell, die anderen mattgrau und in der Regel klein; letztere enthalten viele kleine, nicht allzu stark lichtbrechende Körnchen und umschliessen am Sartorius in einer dünnen peripheren Schicht die centralen dicken Fasern. Sommer- und Winterfrösche bieten in Bezug hierauf analoge Bilder. Jodreaction mache es höchst wahrscheinlich, dass die kleinen körnerreichen Fasern viel mehr Glykogen enthalten; dieselben ziehen sich langsam zusammen, seien viel widerstandsfähiger gegen Schädlichkeiten, entarten nach Nervendurchschneidung später, und ermüden nicht so schnell; die anderen Fasern zeigen

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
Original Download from The Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA)

das entgegengesetzte Verhalten. Erstere Faserart sei histologisch, chemisch und functionell in Übereinstimmung mit den Fasern der sogenannten rothen, die andere mit jenen der weissen Muskeln.

In seiner folgenden Mittheilung (22) suchte Grützner die Behauptung, dass die schmalen körnerreichen Fasern sich träg, die breiteren körnerarmen dagegen sich flink zusammenziehen eingehender und unter Berücksichtigung des Vorkommens beider Muskelfasern bei verschiedenen Thieren sowie beim Menschen zu begründen, wobei er das Schwergewicht, wie seine Ausführungen hinsichtlich der menschlichen Muskeln beweisen, auf die Trübung, d. i. den Körnerreichthum der Fasern legte und nicht auf die Durchmesserverschiedenheiten derselben, und wobei er zu dem Schluss kömmt, dass wie beim Frosch so auch bei den geschwänzten Lurchen, den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen beiderlei Muskelfasern, und zwar meist in den einzelnen Muskeln mit einander vermengt, sich vorfinden. „Auf Längsschnitten weisen die trüben Muskelfasern wesentlich Längsstrichelungen, auf Querschnitten die charakteristische Punktirung und dunklere Färbung auf“ (a. O. S. 680). Hinsichtlich des Pectoralis „aller Vögel, welche gut fliegen“ aber sagt Grützner: derselbe „ist nicht blos dunkelroth, sondern hat auch in ausgesprochenster Weise den fibrillären Bau der rothen Muskeln. Der Durchmesser der einzelnen Muskelfasern, die im Querschnitt bei mittleren Vergrösserungen und obigen Behandlungsweisen“ (Trocknen oder Härten in pikrinsäurehältigem Alkohol) „dicht mit Pünktchen übersäet sind, ist gering, viel geringer als bei den Säugethieren.“ Der Pectoralis tertius der Haustaube sei wesentlich weiss (also aus hellen Fasern bestehend), jener der Mauerschwalbe tiefroth. Die Flugmuskeln der Hühner seien weiss.

In einer späteren Mittheilung (23) schreibt Grützner dann noch den rothen (trüben) langsam arbeitenden Muskeln, beziehungsweise Muskelantheilen die Eigenthümlichkeit zu, bei ihren Einzelzuckungen nur eine geringere, beim Tetanus dagegen eine grössere absolute Kraft zu entfalten als die weissen, schnell arbeitenden Muskeln. Reizung der Muskelnerven mit dem absteigenden constanten Strome oder auf chemischem Wege erzeuge nur an den rothen Muskeln Tetanus, während die weissen schlaff bleiben oder es nur zu einem mehr oder weniger starken Zittern bringen.

In einem Vortrag in der physiologischen Section der Wiesbadener Naturforscherversammlung führte Grützner (24) und später ausführlicher sein Schüler Gleiss (25) dann weiter aus, dass rothe und weisse Muskeln auch hinsichtlich der Bildung von Wärme und von Milchsäure sich verschieden verhalten; erstere arbeiten viel sparsamer als letztere. Auch die Reaction auf Kalisalze sei bei beiden Muskeln, beziehungsweise Muskelantheilen verschieden. Die weissen, rascher und weniger sparsam arbeitenden Muskeln bezeichnet er diesmals als glykogenreicher wie die rothen.

Auch in der Frage, ob weisse und rothe Farbe und flinke und träge Reaction der Muskeln stets zusammenfallen, nahm Grützner im weiteren Verlaufe seiner Untersuchungen eine etwas veränderte Stellung ein, wie aus einer Arbeit seines Schülers Wörtz (26) hervorgeht, in der auf S. 5 auseinandergesetzt wird, dass es träge Muskeln gibt, die nicht roth sind, sondern eine andere Farbe haben, dass es verschieden schnell sich zusammenziehende Muskeln von gleicher Farbe gebe, und „dass bei der Taube der dunkelrothe Musculus pectoralis major ein schneller Muskel ist, und bei faradischer Reizung lebhaft zittert, während der blassere Musculus pectoralis tertius sich ganz langsam zusammenzieht.“

Ebenda S. 7 wird auch ausdrücklich hervorgehoben, dass der von Grützner in der Abhandlung über physiologische Verschiedenheiten der Skeletmuskeln ausgesprochene Satz: „Alle diejenigen Muskeln, welche eine kurze Contractionsdauer haben, bestehen grösstentheils aus viel dünneren Muskelfasern als diejenigen, welche eine lange Contractionsdauer haben“ keine allgemeine Giltigkeit beansprucht, und hinzugefügt: „Es ist also nach Obigem sehr schwer und überhaupt kaum möglich, an einem beliebigen gemischten Muskel histologisch die schnellen und langsamen Fasern zu unterscheiden.“ Auf S. 14 aber, wo Wörtz auf das Vorhandensein einzelner Fasern von 3—4fach grösserem Durchmesser als bei den übrigen Fasern im Musculus pectoralis major der Taube aufmerksam macht und hinzufügt, dass der M. pectoralis tertius keine ähnliche Erscheinung zeigt, spricht er wieder die Vermuthung aus, dass die breiteren — doch so viel spärlicheren Fasern — wohl schnellen, die schmäleren langsamen Muskelfasern entsprechen.

In dieser Abhandlung wird ferner nach Untersuchungen an Kaninchen, Katzen, Tauben und Ratten angegeben, dass bei älteren ausgewachsenen Thieren die langsamen Muskeln stets mehr Wasser enthalten als die schnellen, und dass bei jüngeren Thieren gewöhnlich das umgekehrte Verhältniss besteht, dass nach Nervendurchschneidung der rothe Muskel bei Kaninchen mehr an Gewicht abnimmt als der weisse und dabei nicht blässer gefunden wird als der gleichnamige Muskel der gesunden Seite, sowie dass bei Kaninchen, Katzen und Ratten bei alten wie bei jungen Thieren die schnellen und die langsamen Muskeln durch die Thätigkeit wasserreicher wurden, dass aber in der Regel beim ausgewachsenen Thier der Wassergehalt des weissen, bei dem noch im Wachsen begriffenen dagegen der des rothen Muskels mehr zunimmt.

In einer aus Grützner's Laboratorium hervorgegangenen Abhandlung Bonhöffer's über einige physiologische Eigenschaften dünn- und dickfaseriger Muskeln bei Amphibien (27), in welcher unter anderem die Vermuthung ausgesprochen wird, dass die Ursache der bei Fröschen zu findenden, keineswegs auf die dünnen Fasern allein beschränkten Trübung der Muskelfasern „häufig in einer Gerinnungserscheinung zu suchen ist, und möglicherweise von einer mehr oder weniger intensiven Wirkung der bei der mikroskopischen Technik gebräuchlichen Reagentien auf die Muskelfaser herrührt (S. 126)", werden die Ergebnisse der betreffenden Untersuchung (S. 146) folgendermassen zusammengefasst: „Die regelmässige Vertheilung beider Faserarten in den Muskeln des Frosches und der Kröte, auch bei Individuen ganz verschiedenen Alters spricht nicht dafür, dass wir es mit Entwickelungszuständen ein und derselben Faser zu thun haben. Das physiologische Verhalten in der Contraction, in der Kraftleistung bei derselben, in der Dauer der Erregbarkeit, in der Todtenstarre und endlich in der reducirenden Wirkung auf Sauerstoffhämoglobin zeigt so durchgehende Ähnlichkeit mit den Muskeln rother und weisser Farbe der Säugethiere, dass die Behauptung, die dünnen Fasern der Amphibien entsprechen den rothen der genannten Warmblüter, die dicken den weissen nicht unberechtigt erscheinen kann."

Die dünnen Fasern fand Bonhöffer bei den Froschmuskeln vorzugsweise in den peripheren Theilen derselben angesammelt (S. 128), bei der Kröte dagegen, die meist mehr dieser Fasern aufweist, in grossen Mengen die ganzen Muskeln durchsetzend (S. 130).

Ferner wird nach Versuchen an Kaninchen, Ratten und Meerschweinchen angegeben, dass der frisch ausgeschnittene weisse Muskel das Oxyhämoglobin rascher reducirt als der rothe.

Die in dieser Abhandlung enthaltene Angabe, dass nichts dafür spricht, dass man es bei den hellen und trüben Froschmuskelfasern mit Entwickelungszuständen derselben Faserart zu thun habe, ist gegen W. Krause gerichtet, der es bestritt, dass jene beiden Faserarten „einerseits den rothen Semitendinosusfasern, anderseits den weissen Adductorfasern zu paralellisiren wären. In Wahrheit liegt einfach eine Altersdifferenz vor: die dunkleren Fasern sind jugendlichere Elemente, deren Undurchsichtigkeit von ihren interstitiellen Körnern abhängt" (28).

Overend dagegen, der in Schmiedeberg's Laboratorium an Winterfröschen den Einfluss von Curare und Veratrin auf die quergestreifte Musculatur untersuchte (29) schliesst sich in der Deutung der beiden Faserarten Grützner an. Er gibt an:

„Bei der mikroskopischen Untersuchung des Froschmuskels nach Zerfaserung in physiologischer Kochsalzlösung oder an mittels des Gefriermikrotoms angefertigten Quer- und Längsschnitten treten die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der beiden Fasergattungen klar hervor. Die grauen Fasern variiren beträchtlich im Durchmesser und man findet einige, die ungemein schmal sind. Im Triceps und Sartorius sind die schmäleren körnigen Fasern zahlreicher als im Biceps und Gastrocnemius. Im Semitendinosus macht sich eine Neigung der grauen Fasern zur Gruppenbildung bemerklich. Nach Färbung mit Alauncarmin bemerkt man eine schwache Querstreifung in den grauen Fasern und die Körnchen in denselben treten auf Osmiumsäure deutlich hervor. Durch Äther werden diese Körnchen nicht gelöst und sie scheinen dieselbe Beschaffenheit zu besitzen wie die Körnchen in der Querlinie von Krause und in der körnigen Schicht des Insectenmuskels von Flögel . . . . . Die stärkere Granulirung der grauen Fasern scheint demnach auf einem grösseren Protoplasmagehalt zu beruhen" (S. 8).

Aus den Veränderungen der Zuckungscurve nach Vergiftung des Froschmuskels mit Veratrin schliesst er: „Das Veratin hat ohne Zweifel eine bestimmte Wirkung auf die flinken Fasern, aber seine Einwirkung auf die langsamen überwiegt", wobei in Übereinstimmung mit Grützner angenommen ist, dass die schmalen „grauen" Fasern des Froschmuskels den langsamen, die anderen den flinken entsprechen. Nach Versuchen an rothen und weissen Kaninchenmuskeln gibt er ferner an, dass Veratrin die Leistungsfähigkeit der langsamen Fasern erhöht und ihre Latenzzeit vermindert, und behauptet ohne nähere Begründung, dass man in der idiomusculären Zuckung wohl eine Erscheinung vor sich habe, die auf einer länger erhaltenen Erregbarkeit der körnigen Fasern beruht.

Eine Angabe über die verschiedene Wirkung von Giften auf die rothen und weissen, beziehungsweise trägen und flinken Muskeln findet sich auch bei O. Nasse (30), der ganz kurz anführt, dass „die raschen Muskeln durch Gifte, insbesondere durch Blei leichter geschädigt werden."

Diesen mannigfaltigen Mittheilungen über die rothen und weissen Muskeln und ihre Analoga, die trüben und hellen Fasern bei Thieren reihten sich bald auch anschliessende Angaben hinsichtlich der menschlichen Musculatur an. So berichtete J. Arnold (31) über die Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung zweier menschlicher Leichen, deren eine normale Beschaffenheit der Skeletmusculatur darbot, während letztere an der anderen „auffallend blass hellgelb" gefärbt erschien und an den einzelnen Körpertheilen nur „in Bezug auf die Intensität der eigenthümlichen Färbung" Verschiedenheiten bot (a. a. O. S. 12, 13).

Bei Tinction mit Alauncarmin blieb die letztere fast farblos, während die erstere sich tiefroth färbte, die Querstreifung der ersteren war auffallend, an der letzteren weniger deutlich, dagegen an dieser eine deutliche punktirte Längsstreifung vorhanden.

Die Kerne der blassen Fasern schienen mehr länglich zu sein und lagen unmittelbar dem Sarcolemma an, die der rothen schienen mehr rundlich zu sein, waren zahlreicher, standen vom Sarcolemma etwas ab oder waren gar über den Querschnitt unregelmässig vertheilt. Die Fasern der normalen (rothen) Muskeln waren zumeist breiter, die Blutgefässe derselben zahlreicher als in den anderen blassen Muskeln (a. a. O, S. 14—16).

Diesem Befunde fügt Arnold hinzu: „Geht man von der Voraussetzung aus, dass die von Grützner (als beim Menschen in verschiedenen Muskeln mit dunklen vermischt) „beschriebenen hellen Fasern wirklich mit den bei Thieren beobachteten identisch sind, dann würde das Verhalten der Musculatur in unserem Falle einer einfachen Deutung zugängig. Man könnte sich dann vorstellen, dass dasselbe als ein Überwiegen der blassen Fasern aufzufassen sei" (a. a. O. S. 18).

Ziemlich gleichzeitig hiemit berichtete Rindfleisch (32) über eine auffallend weissliche Färbung der Muskeln einer Typhusleiche bei sehr deutlicher Querstreifung und leichtem Querzerfall derselben.

Die voranstehenden Mittheilungen lehren, dass das Vorkommen rother und weisser Muskeln bei Gastropoden, Fischen, Vögeln und Säugethieren bereits lange vor Aufstellung der beiden Muskeltypen durch Ranvier bekannt war, und dass auch das Zusammenfallen von Structur- mit den Farbenverschiedenheiten an einzelnen Thieren schon vor ihm bekannt worden war.

Seine Untersuchungen haben in dieser Beziehung nur Anstoss zu einer Erweiterung unserer Kenntniss der Thatsachen, namentlich auch in der Richtung gegeben, dass auch beim Menschen unter Umständen blasse Muskeln vorkommen können. Anderseits aber haben die Mittheilungen Ranvier's Anstoss zu einer langen Reihe von Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Farbe, Structur und Thätigkeit der quergestreiften Musculatur gegeben; eine Aufklärung dieses Zusammenhanges ist aber bisher nicht erfolgt.

Die Annahme, dass Rothfärbung auf träge, Blässe auf flinke Zusammenziehung schliessen lasse, hat sich als nicht stichhaltig erwiesen, wie Grützner selbst zugeben musste, der bei seinen Untersuchungen sichtlich von dieser Voraussetzung ausging. Ganz scharf hat dies schon Rollett hervorgehoben, unter Hinweis darauf, dass von den weisslichen Beinmuskeln von *Hydrophilus* und *Dyticus* sich die letzteren flink, die ersteren aber träg zusammenziehen: „Die Farbe kann also nicht als eine constante Begleiterscheinung einer bestimmten

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Download from the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

physiologischen Qualität der Muskelfasern angesehen werden, geschweige als eine nothwendige Bedingung für die letztere. Schon bei niedriger stehenden Wirbelthieren kommt trotz der Anwesenheit von rasch und träge zuckenden Fasern durchaus weisses Fleisch vor. Beim Menschen und bei vielen höheren Wirbelthieren ist das Fleisch dagegen durchaus roth und doch sind flinke und träge Muskelfasern darin enthalten, was ja Grützner veranlasst hat, hier von sozusagen weissen Muskeln, die mit einem rothen Farbstoff durchtränkt sind, zu sprechen" (33).

Eine andere gegen die Verallgemeinerung der Befunde von Ranvier sprechende Beobachtung lag übrigens schon vorher in der Mittheilung von Richet vor (34), dass bei Krebsen die Muskeln der Scheere sich wie die rothen, jene des Schwanzes wie die weissen Muskeln des Kaninchens hinsichtlich der Schnelligkeit der Zuckung verhalten. Denn die Farbe von beiderlei Muskeln ist, abgesehen von einer orangegelben Pigmentirung an der Oberfläche der Scheerenmuskeln, dieselbe.

Ebensowenig aber wie aus der Farbe kann aus dem Reichthum der Muskelfasern an interstitiellen Körnern auf die Schnelligkeit in der Zusammenziehung der Muskelfasern geschlossen werden. Das lehrt schon die Gegenüberstellung der Beobachtungen von Ranvier mit denjenigen an der Flug- und Beinmusculatur der geflügelten Insecten.

Alle die interessanten Einzelheiten, die Ranvier, Grützner und seine Schüler gefunden, können daher zunächst nur für die Thiere und Muskeln gelten, an denen sie gefunden worden sind, wobei es zunächst dahin gestellt werden muss, ob die hinsichtlich des Tetanus, der Ermüdung, der Wärme- und Milchsäurebildung u. s. w ermittelten Thatsachen bei weiterer Untersuchung etwa eine allgemeinere Übertragung auf die rothen und weissen Muskeln werden erfahren dürfen, als dies hinsichtlich der Schnelligkeit der Zusammenziehung der Fall ist. Die Bedeutung der Färbung der Muskelfasern und ihres Reichthums an interstitiellen Körnchen für die Thätigkeit derselben bleibt also vorerst noch zu ermitteln.

Ehe ich aber zu dem Versuch schreite, auf dem Wege der vergleichenden Beobachtung innerhalb eines grossen Theiles der Thierreihe zu diesem Ziele zu gelangen, ist noch der Thatsachen zu gedenken, welche über das Vorkommen und die Bedeutung dieser Körnchen und den Zwischenstoff in der Muskelfaser überhaupt gefunden werden.

B. Der Zwischenstoff innerhalb der Muskelfaser.

Ich wähle für den die einzelnen Bestandtheile der Muskelfaser mit einander verbindenden Stoff, der bald als Zwischen- (Kölliker) bald als Interfilarsubstanz (Rabl), Sarcoglia (Kühne), oder Sarcoplasma (Rollett) bezeichnet wurde, zunächst im Anschluss an Kölliker den Ausdruck Zwischenstoff, weil mir derselbe sowohl in morphologischer als functioneller Beziehung als der indifferenteste erscheint und ich die Berechtigung zu einer anderen Bezeichnung erst aus den weiter folgenden Mittheilungen glaube ableiten zu dürfen.

Dass in diesem, im Allgemeinen homogenen Stoffe, bei verschiedenen Thieren in sehr wechselnder Zahl geformte Bestandtheile, Kölliker's interstitielle Körnchen auftreten, ist schon lange bekannt.

Bereits in der allgemeinen Anatomie von Henle (10, S. 580—585) finden sich Angaben über ihr Vorkommen innerhalb der quergestreiften Muskelfaser und auf Taf. IV, Fig. 4 eine Abbildung derselben.

Im Jahre 1852 berichtet Stannius (35) über das Vorkommen einer körnigen Corticalschichte an den Muskelfasern des Herzens und der Augen bei Petromyzon (während die übrigen Muskeln dieser Thiere gewöhnlichen quergestreiften Muskeln der höheren Thiere gleichen), und Leydig (36) über den gleichen Befund an den Muskeln an der Seitenlinie mehrerer Knochenfische.

Das Vorkommen einer körnigen Mark- bei heller Rindenschicht an Muskelfasern (von Anneliden) scheint zuerst von Holst (37) beschrieben worden zu sein.

Die erste genauere Untersuchung der Körnchen in den Muskelfasern (Flügelmuskeln der Insecten) rührt, so viel ich ermitteln konnte, von Aubert (38) her, der schon hervorhebt, dass sie durch Essigsäure nicht gelöst werden und in Alkohol schrumpfen.

Cohnheim fand die „interstitiellen Körner“ an den Querschnitten gefrorener Muskelfasern zuweilen so massenhaft, dass sie das von ihm beschriebene Querschnittsmosaik ganz verdeckten, was er glaubt mit Sicherheit auf das pathologische Gebiet verweisen zu können (39).

Kölliker, der bei seinen Erörterungen über das nach Cohnheim benannte Mosaik auf dem Muskelfaserquerschnitte, die die Cohnheim'schen Felder einschliessende Zwischensubstanz eingehender berücksichtigt (40), spricht sich über dieselbe folgendermassen aus: „Die Zwischensubstanz der Muskelfasern (das Querbindemittel) zeigt ein verschiedenes Verhalten in verschiedenen Muskeln und bei verschiedenen Thieren. Abgesehen von den Kernen, die in ihr liegen, unterscheide ich einen gleichartig flüssigen und einen geformten Bestandtheil derselben.

Der letztere sind die bekannten blassen oder fettartigen Körnchen der Muskeln, die, wenn sie in grosser Menge da sind, den flüssigen Bestandtheil ganz verdecken, und manchmal die Cohnheim'schen Felder sozusagen allein begrenzen. In der Regel sind dieselben jedoch spärlicher, und dann sieht man auf Querschnitten die Endflächen der Muskelsäulchen auf grössere Strecken nur von homogenen Zwischenlinien begrenzt, und nur da und dort ein interstitielles Korn. Bei Säugethieren ist diese helle Zwischensubstanz überhaupt spärlich, dagegen schön beim Frosche und vor Allem beim Krebse. Beim letzteren Geschöpfe tritt dieselbe auf, einmal in Form ganz zarter Scheiden um die Muskelsäulchen, und zweitens in Gestalt stärkerer verästelter Züge, die von den Kernen ausgehen und mit denselben täuschend kolossale verästelte Zellen simuliren, ohne wirklich solche zu sein. Diese Züge sind reich an interstitiellen Körnchen und hängen auch mit einer ähnlichen dünnen Lage von Zwischensubstanz innen am Sarcolemma zusammen.“

Wesentlich in Übereinstimmung mit dieser Darstellung Kölliker's erörtert Biedermann die Vertheilung des Zwischenstoffes in der Muskelfaser auf Grund der mittels des Löwit'schen Goldverfahrens erhaltenen Bilder. Aus seiner Darstellung ergibt sich, dass der „gleichförmig flüssige“ Zwischenstoff durch Gold stark gefärbt wird, dass eingeschlossene Fettkörnchen aber ungefärbt bleiben (41).

Als Bestimmung der Zwischensubstanz sieht er, analog wie bei den übrigen Kittsubstanzen, die Ernährung der contractilen Substanz an, eine Ansicht, welche vor ihm schon Sachs ausgesprochen und kurz nach ihm J. Arnold bei Erörterung der Abscheidung von indigschwefelsaurem Natron in der „interfibrillären Substanz“ eingehender begründet hat (42).

Dem Vorkommen und der Natur der Körnchen in der Zwischensubstanz der Muskeln bei Tauben wendete ich bei einer grösseren Untersuchung experimental-pathologischer Natur (43) Aufmerksamkeit zu, und theilte mit, dass diese Körnchen ausser in den Muskelfasern des Herzens besonders massig in jenen des grossen, minder reichlich in denen des kleinen Brustmuskels und der oberen, spärlich in denen der unteren Extremität sich finden.

Ich habe dabei hervorgehoben, dass, im Gegensatze zur Herzmusculatur, in der alle Fasern verhältnissmässig reich an diesem Zwischenstoff sind, in der Skeletmusculatur neben solchen trüben Fasern, welche ohne Zuwendung von Reagentien die Querstreifung nicht oder nur undeutlich erkennen lassen, sich immer auch solche finden, die fast gar keine interstitiellen Körner enthalten und von vornherein hell und scharf quergestreift sind, und gab an, dass die hellen Fasern im grossen Brustmuskel nur vereinzelt, im kleinen Brustmuskel und den Muskeln der oberen Extremität etwas zahlreicher vorkommen, in der unteren Extremität aber weitaus überwiegen. Ich habe angeführt, dass ein Theil dieser „interstitiellen Körner“ der quergestreiften Muskelfasern der Tauben stark glänzend und dunkel conturirt, ein anderer im Ganzen mattglänzend und zart conturirt erscheint, und dass an letzteren mit starken Vergrösserungen oft eine, zumeist unvollständige, fettig glänzende Randschicht um den blassen äusserst zart conturirten Kern zu sehen ist, so dass dieselben anscheinend ein Gemenge von zwei Substanzen darstellen.

Auf Grund des optischen und mikrochemischen, durch Anwendung von Säuren, einschliesslich der Osmiumsäure und des Chlorgolds, von Alkalien und Farbstoffen geprüften Verhaltens dieser beiden Körnerarten bezeichnete ich die eine derselben als Fett, während ich von der zweiten, chemisch mancherlei Unterschiede darbietenden, den matt glänzenden Körnern, hervorhob, dass ihr Verhalten gegen Wasser (Quellung) und

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge (MA) Original uploaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/ www.biodiversitylibrary.org

Chlorgold (intensive Rothfärbung) eine gewisse Übereinstimmung mit Lecithin zeige. Ich gab ferner an, dass zwischen beiden Körnerarten so viele Übergangsstufen bestehen, dass ich mich des Eindrucks nicht entschlagen könne, dass das eine Gebilde aus dem anderen hervorgeht, ohne aber bestimmt sagen zu können, welche chemische Substanz es eigentlich ist, die in den matt glänzenden Körnern vertreten erscheint, und welche chemische Processe bei der muthmasslichen Überführung der einen Substanz in die andere eintreten. Ich verwies darauf, dass die Anhäufung beider Körnerarten in dem so frequent schlagenden Vogelherzen und in den Flugmuskeln der Tauben, und das spärliche Vorkommen derselben in der minder in Anspruch genommenen anderen quergestreiften Musculatur derselben den Gedanken nahe legt, dass der Reichthum der Fasern an diesem Bestandtheile in irgend einem Zusammenhang steht mit der Function der quergestreiften Muskeln und führte als Stütze für diese Ansicht die Angabe von J. Ranke an, dass der Fettgehalt der tetanisirten Muskeln ein grösserer sei als jener von ruhenden.

In rascher Folge erschienen dann drei Mittheilungen, welche eine gewisse Bestätigung meiner Vermuthung erbrachten, dass ein Theil des Zwischenstoffes Lecithin sein, und dass ein Übergang desselben in Fett stattfinden dürfte, letzteres, wie es zunächst schien, allerdings nur bei degenerativen Vorgängen.

Vorerst berichtete Miescher-Rüsch in seinen interessanten Untersuchungen über die Beziehungen zwischen den Veränderungen in der Beschaffenheit der Musculatur des Rheinlachses und seiner Ernährung (44) während einer ungemein langen Hungerperiode sowie seiner Geschlechtsreife, dass schon die Winter- und Frühjahrssalmen im Seitenrumpfmuskel zwischen den feinen Fibrillen der ungleich dicken Muskelfasern, besonders in den dünneren bald mehr, bald weniger ausgesprochene Fetttröpfchen eihen zeigen, wie man sie als Anzeichen sogenannter Entartung des Muskelgewebes kennt.

Die Menge dieser Fetttröpfchen nimmt gerade im Hochsommer. d. h. nach em Ende des Juli, wenn der Eierstock zu wachsen beginnt, beträchtlich zu und kann bis zur Undurchsichtigkeit mancher Fasern führen. Am stärksten degenerirt eine gesonderte dünne Muskelplatte die an der Seite des Körpers direct unter der Haut liegt (Hautmuskel). Dagegen bleiben sozusagen völlig intact und fettfrei alle übrigen Muskeln, Brustflosse, Bauchflosse, Rücken- und Afterflosse, Kiefer- und Zungenbeinmuskeln, der obere und untere Längsmuskel und die Schwanzmuskeln im engeren Sinn. Nur die Bauchflosse zeigt an einigen Stellen schwache Anzeichen von Degeneration. Die Brustflosse erleidet keine Gewichtsabnahme. „Also gerade diejenigen Muskeln, die für die Fortbewegung des Thieres am nöthigsten, bleiben vor Abmagerung auffallend geschützt."

Katharina Schipilow und A. Danilewsky (45), konnten aus den völlig myosin- und säurefreien Muskelbündeln grosse Mengen von Lecithin gewinnen, das in den Wandungen der „Muskelkästchen (Gerüstsubstanz)" seinen Sitz habe, zum Aufbau der „Fächer und Kästchen" des Muskels diene und im myosinfreien Muskel stellenweise angehäuft sein müsse. Stoffe, welche das Lecithin auflösen oder zerstören können, führen zur Spaltung der Muskelfasern in Fibrillen, eine Angabe, welche es ersichtlich macht, dass als Ort der Anhäufung des Lecithins der Zwischenstoff angesehen werden müsse, was in den sichtlich unter der Einwirkung der Theorie W. Krause's entstandenen Auseinandersetzungen von Schipilow und Danilewsky allerdings nicht geradezu ausgesprochen ist.

G. R. Wagener widmete dem Zwischenstoff der quergestreiften Muskeln einen eigenen Abschnitt seiner Abhandlung über die Entstehung der Querstreifen auf den Muskeln (46).

Er wies auf die grossen Verschiedenheiten in der Menge und Vertheilung desselben hin, welche auch „die schwierigere oder leichtere Wahrnehmbarkeit der Säulen und Fibrillen" bedingen. Der Gehalt eines Muskelbündels an dieser Substanz sei sehr veränderlich und bei Fettdegeneration erscheine sie vermehrt und noch vor dem Verschwinden der Fibrillen erscheinen dabei in ihr die kleinen Fetttropfen. Sie erweise sich als isotrop, in schwachem Alkohol und in Wasser werde sie „leicht verändert", starker Alkohol und schwache Essigsäure mache sie fester. Zwischen den Muskelsäulchen sei sie in grösserer Menge angehäuft als zwischen den Fibrillen.

„Zwischen dem Protoplasma, in welchem die Fibrillen erscheinen und der interfibrillären Substanz, hat das Mikroskop bis heute noch keinen Unterschied nachweisen können. Es ist desshalb erlaubt, zum wenigsten eine

nahe Verwandtschaft beider anzunehmen und hiefür sprechen die Regenerationsvorgänge bei Typhus und Trichinose. Die neuen Fibrillen erscheinen in einer Substanz, welche immer am Sarcolemm der schon todten Muskeln erscheint und sich in nichts von der interfibrillären Substanz unterscheidet." (a. a. O. S. 520).

Während in dieser Abhandlung der Gedanke anklingt, dass der Zwischenstoff der Bildung der contractilen Substanz dient, vertritt eine Reihe anderer Abhandlungen den Gedanken, dass der sogenannte Zwischenstoff selbst das contractile Element der quergestreiften Muskelfaser sei.

In seinem Buche „Zelle und Gewebe" (16) widmet Leydig dem Vorkommen, der Beschaffenheit und der functionellen Bedeutung desselben eingehende Betrachtungen. Er weist auf das massenhafte Vorkommen von grösseren Körnern mit dunkler Rinde und hellem Inneren in den Thoraxmuskeln vieler Insecten sowie in der (rothen) Musculatur der Seitenlinie von *Clupea alosa* dann auf feinere Körnchen in der übrigen Musculatur der Insecten und endlich auf viel kleinere, punktförmige, scharf glänzende Körnchen, in den Flugmuskeln gewisser Insecten hin, die sich wie Fettelemente ansnehmen (a. a. O. S. 148—151).

Er hebt unter Bezug auf ältere von ihm herrührende Angaben neuerdings hervor, dass die Herzmusculatur der Sänger, Vögel, Reptilien und Fische ein mehr gekörneltes Aussehen habe und dass die braunrothe Farbe der Muskeln der Selachier und Knochenfische von einer eigenthümlichen moleculären Trübung und Ablagerung von Fettpünktchen in die quergestreifte Substanz herrühre, und entwickelt die Ansicht, dass den Fibrillen nur elastische Eigenschaften zukämen, „der Sitz der Contractilität" aber bei der glatten wie bei der quergestreiften Musculatur in der interfibrillären Substanz, beziehungsweise ihrem Analogon, der axialen „Marksubstanz" zu suchen sei und zwar in der halbflüssigen homogen erscheinenden Materie beider.

W. Kühne, der die quergestreifte Substanz der Muskelfaser als Rhabdia, den kernhaltigen Zwischenstoff als Sarcoglia bezeichnet (47), weist darauf hin, dass nichts berechtige, die Contractilität und Irritabilität der einen oder anderen Substanz ausschliesslich zuzuschreiben, dass die Glia in vielen Muskeln ebenso volumindös sei wie die Rhabdia und an gelungenen Goldpräparaten alle Elemente der letzteren umrahme, durchziehe oder begleite. Ein grosser, wenn nicht der grösste Theil des Nervenendgeweihes trete in der Regel gar nicht in unmittelbare Berührung mit der Rhabia, sondern nur mittels der zur Glia gehörigen Sohle, was zu dem Schlusse nöthige, „dass die Sohlengranulosa befähigt sei, die Erregung vom Nerven zur Muskelfaser zu leiten, und wenn diese Granulosa gleichbedeutend mit der Sarcoglia ist, dass auch diese die Erregung nach allen Richtungen durch die Muskelfaser leite." (a. a. O. S. 91). Unter Verwahrung gegen die Annahme, dass er hiemit auf das intravaginale nervöse, mit dem Nervenendgeweih zusammenhängende Netz Gerlach's zurückkommen und überhaupt Sohle und Glia mit Sicherheit identificiren wolle, sagt er dann: „Es lassen sich Gründe und weitgreifende Überlegungen geltend machen für die auf den ersten Blick auch mir ketzerisch erscheinene Ansicht, dass die Rhabdia nicht das contractile, sondern ein elastisches Element sei und die Sarcoglia dasjenige, was sich activ im Muskel verkürze" (a. a. O. S. 92). Und unter den Gründen für diese Ansicht führt er an: „Wird es doch allmählig immer mehr bekannt, von wie grossem Einfluss die Anhäufung der Sarcoglia zu gröberen Zügen einerseits und deren Auflösung in ein feinstes Strickwerk anderseits auf die Geschwindigkeit, Arbeit und Nachhaltigkeit der Muskelcontraction ist. Die rothen, gliareichen Muskeln der Säuger und einiger anderer Thiere bewegen sich träger und mit andauernderer Kraft als die weissen schnellzuckenden und leicht ermüdenden, ebenso die gliösesten Fasern der langsam zugreifenden, beharrlichen Krebsscheere verglichen mit den feineren, kernärmeren des klappenden, bald erlahmenden Krebsschwanzes."

Der hier von Kühne vertretene Gedanke, dass die „Sarcoglia" der Fortpflanzung des Erregungsvorganges im Muskel diene, findet sich übrigens schon in einer früheren Abhandlung von Retzius (48) ausgesprochen, der auf Grund einer irrthümlichen Deutung der mittels des Goldverfahrens gewonnenen Querschnittsbilder der quergestreiften Muskelfasern zu dem Schluss kam, dass letztere von einem von den Muskelkernen oder, wie er sagt, Muskelzellen ausstrahlenden „Ausläufernetz" durchzogen seien, welches vom Nerven aus den Reiz innerhalb der Muskelfaser fortleitend, dem Erregungsproeesse innerhalb derselben dient.

Die Ansicht, dass die quergestreifte Muskelfaser von einem Netzwerk durchzogen, findet sich auch in den Arbeiten von Gehuchten, Marshall, Ramon y Cajal u. A. wieder, ohne dass jedoch nach der von Rollett

und Kölliker an diesen Arbeiten geübten Kritik ein weiteres Eingehen auf dieselben sowie auf die Hypothese, dass das contractile Element der Muskelfaser in diesem Netzwerk zu suchen sei, erforderlich wäre.

v. Limbeck dagegen, welcher neuerdings auf die Verschiedenheit zwischen den Flug- und Beinmuskeln der geflügelten Insecten, namentlich auf das Vorkommen massenhaften geformten Zwischenstoffes in den ersteren aufmerksam machte, betont wieder besonders die Bedeutung desselben für die Ernährung der Muskelfaser. „Für einen Muskel, welcher eine so unverhältnissmässig grosse Arbeit zu leisten hat (wie der Flugmuskel der Insecten) ist somit besonders gesorgt, damit er fähig bleibe, seine Aufgabe zu erfüllen“ (49).

Rollett, welcher den Zwischenstoff als Sarcoplasma bezeichnet, um damit anzudeuten, dass er dem Protoplasma nahesteht, aber doch von demselben unterschieden werden muss, versteht unter diesem „die hyalin oder feinkörnig und stellenweise oft in ganz regelmässiger Anordnung verdichtet erscheinende, die Kerne in verschiedener, mehr oder weniger regelmässiger Anordnung in sich schliessende Substanz, welche innerhalb des Sarcolemmas alle von den Fibrillen frei gelassenen Räume ausfüllt“ (50).

In einer späteren Abhandlung schränkt er aber diese Definition durch die Angabe ein, dass das Sarkoplasma wohl zwischen die Muskelsäulchen eingelagert ist, dass aber zwischen den Fibrillen eine andere, von diesem wesentlich differencirte Substanz sich befinde, welche weder durch Säuren noch durch Vergoldung nachweisbar ist (51). Als für das Sarcoplasma charakteristisch hebt er die Färbung durch Chlorgold und das Ungefärbtbleiben, beziehungsweise die ganz schwache Färbung desselben bei Anwendung von Hämatoxylin oder Anilinfarben hervor.

Er verweist ferner auf das ungemein massige Auftreten feinkörnigen Sarcoplasma's in den überaus flink sich zusammenziehenden Flossenmuskeln des Seepferdchens, in welchem die in den mannigfaltigsten Gruppen angeordneten Muskelsäulchen förmlich schwimmen.

Charakteristisch ist aber das Vorhandensein einer breiten, kernhaltigen Schicht von Sarcoplasma zwischen dem Sarcolemma und den Muskelsäulchen. Die übrigen Muskeln des Seepferdchens erscheinen dem gegenüber verhältnissmässig arm an Sarcoplasma (52).

In einer ferneren Mittheilung über die Musculatur der Fledermaus (53) weist er auf eine „auffallend überwiegende Ansammlung von Sarcoplasma zwischen den Muskelsäulchen im Innern der Faser“ hin — eine Erscheinung, auf die ich, noch ehe ich von jener Mittheilung Kenntniss haben konnte, in meiner am Eingang dieser Abhandlung angeführten Veröffentlichung gleichfalls aufmerksam gemacht habe (1, S. 459).

Kölliker hat in einer Untersuchung aus neuerer Zeit (54) die grossen runden Körnchen in den Flugmuskeln der Insecten einer eingehenderen Prüfung unterzogen, wobei er fand, dass sie bei Behandlung der Fasern mit verdünnten Säuren oder kaustischen Alkalien oder Magensaft sich in einen dickeren Theil mit einem flügelförmigen Anhang umgestalten. „Indem solchergestalt geformte Körner der Reihe nach hintereinander und nebeneinander sich lagern, entstehen die eigenthümlich gegliederten Zwischensubstanzscheiden dieser Muskelfasern, die leicht zur Verwechselung mit Fibrillen Veranlassung geben könnten“ (a. a. O. S. 11 d. S. Ald). Diese „Sarcoplasmafäserchen“ bleiben nach Zerstörung der echten Fibrillen durch Säuren und Alkalien übrig, sind aber „in ganzen unverletzten Muskelfasern nicht als wirkliche, selbständige longitudinale Elemente vorhanden, sondern nur als etwas festere Theile des zusammenhängenden Sarcoplasmafächerwerkes, isoliren sich aber unter bestimmten Verhältnissen, wie gar nicht selten in den nach Säurezusatz aus den Enden der Sarcolemmatheile hervorquellenden Theilen der Muskelfasern, und sehen gegliederten Fibrillen oft sehr ähnlich“ (a. a. O. S. 17).

In chemischer Beziehung seien die Granula der Flugmuskeln der Insecten ganz räthselhaft. „Obschon dieselben aus einem weichen Stoffe bestehen, wie ihr Quellen in Wasser und ihr Schrumpfen in Alkohol und Chromsäure beweist, so sind dieselben doch ungemein schwer löslich. Am meisten wirkt noch Wasser auf dieselben, in welchem die Körner ungemein quellen und zu Bläschen mit deutlicher aber zarter Membran sich umwandeln. Hiebei kommt der Inhalt meist in Form eines Halbmondes an eine Seite zu liegen und erleidet offenbar eine theilweise Lösung, ja in einzelnen Fällen schien derselbe ganz zu schwinden.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Hiemit stimmt jedoch nicht, dass verdünnte Säuren und Alkalien die Granula zwar auch quellen und erblassen machen, dieselben aber nicht lösen. Alkohol, Äther, Magensaft, Trypsin wirken wenig auf diese Granula; Jod-Jodkalium färbt sie gelb. Gold gibt ihnen manchmal eine rothe Farbe, andere Male lässt es sie unberührt. Eine Lösung derselben erzielte ich bisher nur beim Kochen der Muskeln in conc. Kali causticum und nach 24 Stunden langer Behandlung derselben mit concentrirter Salpetersäure in der Kälte. Alles zusammengenommen stimmt die Substanz dieser Granula mit keinem bis jetzt bekannten Stoffe überein. Ausser diesen typischen Granula finden sich übrigens in den Flügelmuskeln der Insecten auch echte Fettmoleküle, die nach Zusatz von Säuren und kaustischen Alkalien als dunkle Körnchen leicht zum Vorschein kommen und in Äther sich lösen. Gewöhnlich ist die Menge dieser Gebilde gering, doch kommen auch Fälle vor, und zwar wie mir schien vor Allem bei lange im Zimmer gehaltenen Thieren (Dytiscus) in denen die Fettkörnchen in ungemeiner Zahl sich finden und die typischen Granula spärlich oder geschwunden sind" (a.a.O. S. 11, 12). Weiter weist Kölliker darauf hin, dass der Sitz des bei der Thätigkeit der Muskelfasern stattfindenden regen Chemismus wohl einem guten Theile nach das Sarcoplasma sei, wie die ungemeine Menge desselben in den Flugmuskeln der Insecten und die häufig in ihnen auftretenden Fettmoleküle beweisen (a. a. O. S. 20).

Aus dem der Besprechung der Muskelfasern gewidmeten Abschnitte der neuesten Auflage des Handbuches der Gewebelehre von Kölliker (55) ist ferner hervorzuheben, dass derselbe im Gegensatze zu Rollett der Meinung ist, dass das Sarcoplasma auch im Inneren der Muskelsäulchen, wenn auch nur in minimalster Menge sich vorfindet (S. 366).

Hinsichtlich der interstitiellen Körner sagt er: „Dieselben finden sich bei allen Wirbelthierclassen und auch beim Menschen oft in ungeheurer Menge, wie namentlich im Herzfleische, bei Amphibien, in den Thoraxmuskeln der Insecten und in den Muskeln des Krebses, und scheinen mir alle Beachtung zu verdienen, namentlich auch deswegen, weil wahrscheinlich sie es sind, die in die längst bekannten dunklen (Fett?) Körnchen der Muskelfasern sich umwandeln, die beim Menschen kaum je fehlen und auch bei gewissen Thieren (Winterfröschen, gewisse Muskel von Fischen) typisch sind" (S. 362).

In seiner eingehenden Erörterung des Lageverhältnisses der fibrillären Substanz und des „nicht differencirten Protoplasma" (Zwischenstoff) bei den edriophthalmen Crustaceen beschreibt Köhler (56), dass die Muskelfasern dieser Thiere auch im erwachsenen Zustande eine mehr oder weniger ansehnliche Randschichte nicht differencirten Protoplasma's enthalten, während die Fibrillen in sehr deutlich gesonderten Säulchen angeordnet in der Mitte liegen.

Mitrophanow (57), der auf eine ähnliche, schon von Leydig angegebene Vertheilung von Zwischenstoff und Fibrillen in den Muskeln von Cobitis fossilis neuerlich aufmerksam macht, glaubt den Muskelfasern dieses Thieres, wohl hauptsächlich wegen des Reichthums an nicht differencirtem Protoplasma, embryonalen Charakter zuschreiben zu müssen, eine Auffassung, die bereits in den vorher angeführten Auseinandersetzungen G. R. Wagener's anklingt und noch schärfer bei Leydig zum Ausdruck kam, der (16, S. 157) sagt, dass das gekörnelte Aussehen der Herzmusculatur der Wirbelthiere „einem Stehenbleiben auf embryonaler Stufe zu vergleichen" sei.

In einem Vortrage über Zellengranulationen (58) wies später Mitrophanow darauf hin, dass die interfibrillären Granula der glatten und quergestreiften Musculatur, insbesondere an in Entwickelung begriffenen Muskeln, Methylenblaureaction geben. Er fasst diese Granula „als elementare Bestandtheile" (im Sinne Altmann's) auf, aus welchen die Zellen geformt werden, und deren Lebensthätigkeit den Lebensprocess der Zelle herstellt, sowie als morphologische Merkmale der innerhalb der Zellen ablaufenden Lebensprocesse.

Aus den angeführten Angaben geht hervor, dass der Raum zwischen den Muskelsäulchen und Fibrillen und zwischen diesen und dem Sarcolemma, soweit ein solches vorhanden ist, ausgefüllt erscheint mit einem theils hyalinen, theils körnigen Stoff, der als ein Rest des ursprünglichen protoplasmatischen Bildungsmaterials angesehen werden muss, und mit Rücksicht darauf, dass Kühne den Ausdruck Muskelplasma mit einer anderen

Bedeutung in die Muskellehre eingeführt hat, wohl am besten als Sarcoprotoplasma zu bezeichnen wäre. Der Reichthum der Fasern an Sarcoprotoplasma sowie die Vertheilung desselben innerhalb der Fasern ist bei den einzelnen Thieren, ja selbst bei den einzelnen Muskeln desselben Thieres und innerhalb der einzelnen Muskeln wieder bei den einzelnen Fasern sehr verschieden. So stehen in dieser Richtung den Flossenmuskeln des Seepferdchens, bei denen die Fibrillen dem Protoplasma gegenüber gewissermassen in den Hintergrund treten, die weissen Muskeln der Säugethiere gegenüber, bei denen das umgekehrte Verhältniss wohl am ausgeprägtesten ist. Das Protoplasma erscheint bei gewissen Fasern in der Achse, bei anderen wieder vorwaltend in der Peripherie, in anderen wieder hauptsächlich zwischen den Muskelsäulchen angehäuft. Die grosse Menge desselben in den Flugmuskeln der Vögel und Insecten sowie das Vorkommen von Fett in wechselnden Mengen in demselben und die Abscheidung von Farbstoffen in dasselbe macht es höchst wahrscheinlich, dass es in Beziehung zu den Stoffwechselvorgängen bei der Muskelthätigkeit steht. Der Reichthum der vom Myosin befreiten Fasern an Lecithin und gewisse Reactionen der in dem Zwischenstoff enthaltenen gröberen Körnchen machen es wahrscheinlich, dass das Lecithin in seiner chemischen Zusammensetzung eine wesentliche Rolle spielt, sowie anderseits der Umstand, dass das Fett bei der Verfettung der Muskelfaser zwischen den Fibrillen auftritt, die Vermuthung begründet, dass unter gewissen Umständen das Lecithin des Zwischenstoffes in Fett umgesetzt wird.

Da auf einer gewissen Stufe der Entwickelung alle Muskelfasern protoplasmareich sind, ist der Vergleich der protoplasmareichen Fasern der ausgewachsenen Thiere mit solchen auf embryonaler Stufe nicht unzutreffend. Die Annahme dagegen, dass das Sarcoprotoplasma und nicht die Fibrille Sitz der Contractilität der Muskelfaser ist, entbehrt fester Grundlagen.

III. Angewendete Untersuchungsmethoden und allgemeine Ergebnisse derselben hinsichtlich der Verschiedenheiten der hellen und trüben Fasern.

Die der Untersuchung unterzogenen Muskeln wurden fast durchwegs zuerst frisch in Blutserum, physiologischer Kochsalzlösung oder (bei Seethieren) in Seewasser (unter Umständen nach Fixirung durch Osmium enthaltendes Seewasser) zerzupft der mikroskopischen Betrachtung unterworfen. Unter frisch verstehe ich dabei möglichst rasch nach der Tödtung der Thiere, beziehungsweise bei todt eingebrachten Thieren möglichst rasch nach dem Empfang derselben. Dies gilt auch in der Regel für die Anwendung der Härtungsflüssigkeiten. Beim Beginn meiner Untersuchungen an Taubenmuskeln suchte ich wohl, in der Hoffnung dadurch der Zerstörung der Fasern durch mechanische oder chemische Einwirkung bei dem Härtungsverfahren zu entgehen, nur todtenstarre Muskeln zur Härtung zu verwenden. Da ich mich jedoch davon überzeugte, dass die Todtenstarre nicht nur, wie Bierfreund ermittelte (59), bei rothen und weissen Muskeln desselben Thieres, sondern auch bei gleichartigen Muskeln verschiedener Individuen derselben Art, ja anscheinend selbst bei verschiedenen Fasern desselben Muskels zu verschiedenen Zeiten eintritt, musste ich von der Ausführung dieser Absicht absehen, und mich durch Verfolgung der Veränderungen, welche die Muskelfaser erleidet, wenn sie mechanisch oder chemisch geschädigt wird, vor Täuschungen durch die hiedurch bedingten Structurveränderungen schützen. Über die hiebei gemachten, für die pathologische Histologie nicht ganz unwichtigen Erfahrungen sowie über den Einfluss der postmortalen Vorgänge in der Musculatur auf das mikroskopische Bild gedenke ich später berichten zu lassen.

Die meisten der untersuchten Muskeln wurden ausserdem der Behandlung mit Chlorgold unterworfen und nach den Angaben Rollett's, jedoch unter Verwendung eines eigenen starken Hackmessers, behufs Gewinnung von Querschnitten zerhackt. In der Regel wurden dabei die Muskeln frisch dem von Löwit angegebenen Verfahren unterzogen, wobei ich mich zuweilen der Abänderung bediente, sowohl zur vorhergehenden Quellung, als zur Behandlung nach der Goldeinwirkung wesentlich schwächere Ameisensäure, und bei der Goldwirkung nur eine 0·001—0·002 Chlorgold enthaltende Lösung zu verwenden.

Letztere Lösung zog ich immer in Anwendung, wenn ich Schnitte von durch Liegen an der Luft getrockneten Muskelstücken vergoldete, in welchem Falle die in physiologischer Kochsalzlösung zunächst wieder

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum Comparative Zoology, Cambridge MA. Original Download from Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

entsprechend durchfeuchteten Schnitte beiläufig eine halbe Stunde der Goldwirkung ausgesetzt und dann in einer Mischung von 1 Theil Ameisensäure und 12 Theilen destillirtes Wasser am Lichte reducirt wurden.

An Muskeln, in welchen an Sarcoprotoplasma reiche und arme Fasern mit einander vermengt oder in geschlossenen Zügen neben einander vorkommen, gewinnt man, wie schon Grützner hervorgehoben hat, durch Anwendung der an und für sich ja ziemlich rohen Trockenmethode rasch gute Übersichtsbilder von der Vertheilung der beiden Faserarten. Derartige Präparate haben, wie Grützner schon angegeben hat, und auch aus seinen Abbildungen ersichtlich ist (22), den Vortheil, dass bei vorsichtigem Aufquellen derselben der von Henle bemerkte gelbliche Farbenton der rothen Fasern erhalten bleibt und so sich an Präparaten, die beide Faserarten enthalten, unmittelbar ergibt, dass rothe Färbung der Fasern und Trübung, d. h. Reichthum derselben an körnigem Protoplasma einerseits und Helligkeit und Blässe derselben anderseits in der Regel zusammenfallen. Ein weiterer Vortheil, den derartige Schnitte bieten ist es, dass man sie ebenso erfolgreich wie frische Muskelfasern mit den verschiedensten Reagentien behandeln und dergestalt die Einwirkung dieser auf die Querschnitte der beiden Faserarten bei Durchleitung der Reagentien unter dem Deckglase mit dem Mikroskope verfolgen kann.

Dass man bei vorsichtiger Aufquellung und nachträglicher Färbung oder Ansäuerung, beziehungsweise Vergoldung von Trockenschnitten gute und belehrende Präparate gewinnen kann und die Trockenmethode daher, sei es behufs rascher Orientirung, sei es behufs Ergänzung der anderweiten Untersuchungsmethoden auch heute noch beim Muskelgewebe nicht ganz verworfen werden darf, wird wohl bei einem Blick auf Taf. II, 31, 32, III, 31, 32, VI, 18, VII, 10—13, IX, 11 zugegeben werden müssen.

An der quergestreiften Musculatur ist sie der Gefriermethode wesentlich vorzuziehen; denn Schlimmeres kann man den Muskeln wohl kaum anthun, als plötzlich das Wasser in ihnen erstarren zu machen und dann, während sie noch nicht abgestorben sind, sie Punkt für Punkt mechanisch zu verletzen.

Man erhält denn auch hiebei die mannigfaltigsten Bilder von lebend verletzten Muskelfasern, die zunächst sehr geeignet sind zu verwirren, sich aber beim Vergleich mit den Rissenden von frischen Zupfpräparaten am besten entwirren lassen.

Begreiflicherweise habe ich mich aber der Trockenmethode zur Gewinnung von Schnittpräparaten nur ausnahmsweise und zu bestimmten Zwecken bedient und von vornherein nach einer für meine Zwecke geeigneten Methode der Fixirung der Muskeln gesucht, und da mein ursprünglicher Zweck nur das Studium der in den Taubenmuskeln an den Körnchen im Sarcoprotoplasma unter pathologischen Bedingungen sich vollziehenden Veränderungen war, musste ich also nach einer Fixirungsmethode suchen, welche diese Körnchen gut conservirt.

Dass der Alkohol hiezu sich nicht empfiehlt, musste ich aus meinen früheren Untersuchungen erschliessen. Ich habe trotzdem den Alkohol vergleichsweise theils bei allmähliger Verstärkung, theils bei sofortiger stärkster Einwirkung desselben oft zur Härtung der Muskelstücke verwendet, ihn aber wie die Müller'sche Flüssigkeit für meine Zwecke stets wenig brauchbar gefunden, da in beiden Fällen die im Inneren der trüben Fasern enthaltenen Körnchen an Längsschnitten fast gar nicht, an Querschnitten aber zumeist nur als Knotenpunkte eines die Muskelsäulchen umrahmenden, je nach dem Wechsel der Einstellung hell, glänzend oder dunkel erscheinenden Balkenwechsels zu sehen sind (VIII, 4—6).

Nicht selten findet man wohl unmittelbar neben derartigen Querschnitten solche, wo die Körnchen wie in regelmässiger Vertheilung in der Muskelsubstanz auftretende Lücken erscheinen, ein Bild, das Rollett jüngst von der Fledermaus beschrieben und auf verzögerte Härtung bezogen hat, „wie das geschehen kann, wenn man Thiere in Alkohol ertränkt oder etwa nur mit abgeschnittenem Kopf in Alkohol bringt" (53, S. 176).

Da ich alle Übergänge von solchen scheinbaren kreisrunden zu strahlig verzogenen Lücken und von da zu einem unregelmässigen Geäder und weiter zu dem vorher erwähnten Balkenwerk nicht selten in einem und demselben, von einem herausgeschnittenen Muskelstücke angefertigten Präparate beisammen gefunden habe, neige ich mich zu der Ansicht, dass dabei die individuelle Reaction der Fasern auf das Härtungsmittel und die nicht ganz gleichmässige Durchtränkung der Muskelstückchen durch den Alkohol mit in's Spiel kommen mag.

Digitized by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, Mass.) Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Scheinbare Lücken in den Querschnitten von Alkoholpräparaten von quergestreifter Musculatur sind übrigens schon lange bekannt, und es frägt sich, inwieweit bei der Entstehung dieser Bilder eine Veränderung der Körnchen unter der Einwirkung des Alkohols, der Lecithin löst, und der Müller'schen Flüssigkeit, und inwieweit die Reaction der ganzen, nicht abgestorbenen Muskelfaser auf das Härtungsmittel dabei etwa in's Spiel kommt. Denn dass eine solche stattfinden kann, muss schon aus den häufig inmitten der Schnittpräparate zu findenden Faserwülsten erschlossen werden, und wenn man die Veränderungen, die sich an vielen Muskelfasern in physiologischer Kochsalzlösung unter dem Mikroskop vollziehen, in Betracht zieht, so wird man die Reaction der nicht ganz abgestorbenen Musculatur auf den durch das Härtungsmittel ausgeübten chemischen Reiz bei der Deutung der mit den einzelnen dieser Mittel gewonnenen Bilder nicht ausser Acht lassen dürfen. Die quergestreifte Muskelfaser ist eben ein sehr labiles Gebilde, und ich habe bei allen von mir angewendeten Härtungsverfahren an einem Theile der Fasern in den Schnittpräparaten Structurveränderungen gefunden, die nicht auf die mechanische Schädigung dieser Fasern bezogen werden konnten. Es ist dies ein Punkt, der gewiss auch bei der von den verschiedensten Beobachtern schon hervorgehobenen Ungleichmässigkeit der Goldbilder in Frage kommt.

Mit der Ansicht, dass das Auftreten eines die Muskelsäulchen einschliessenden Balkenwerkes Folge des Härtungsverfahrens ist, stehe ich in einem gewissen Gegensatz zu Rollett, der bezüglich der Bilder, bei welchen die Muskelsäulchen scheinbar zusammengeflossen und nur wie durch regelmässig vertheilte Lücken durchbrochen erscheinen, sagt: „Man kann sich das nur durch eine eigenthümliche Veränderung erklären, welche das Sarcoplasma oder die Muskelsäulchen oder beide zugleich erleiden und vermöge welcher das Sarcoplasma aus den engen Zwischenräumen zwischen den Muskelsäulchen bis zur Unkenntlichkeit verdrängt wird" (53, S. 177).

Ich stütze die schon in der Abhandlung über helle und trübe quergestreifte Musculatur ausgesprochene Ansicht, dass das die Muskelfasern einsäumende Balkenwerk Ausdruck einer Veränderung der Muskelfaser ist, auf folgende Gründe:

1. An frischen ohne Zusatzflüssigkeit angefertigten Zupfpräparaten lassen die Querschnitte von Fasern, an denen keinerlei Zerfallserscheinungen wahrnehmbar sind, keine Felderzeichnung erkennen. Es steht dies in Übereinstimmung mit den Angaben von Kölliker (40, S. 375) und Engelmann (60, S. 62), welch' letzterer das Auftreten der fibrillären Zeichnung, beziehungsweise des die Cohnheim'schen Felder einschliessenden Netzwerks ausdrücklich als Folge des Absterbens der Muskelfaser oder der Härtung bezeichnet.

Hiemit steht ferner in Übereinstimmung, dass an den Querschnitten von in physiologischer Kochsalzlösung aufgequollenen Trockenschnitten sowie von Präparaten, die in dem stärkeren Chromosmiumessigäuregemisch gehärtet wurden, hier abgesehen von den Randpartien, eine Felderzeichnung gleichfalls nicht sichtbar ist.

2. Behandelt man in physiologischer Kochsalzlösung aufgequollene Trockenquerschnitte von hellen und trüben Fasern, z. B. vom grossen Brustmuskel der Haustaube, an welchen die im Übrigen homogenen Querschnitte an den trüben Fasern ziemlich dicht stehende grosse, runde, mattglänzende, an den hellen Fasern dagegen nur weit auseinanderstehende kleinere runde Körner erkennen lassen, mit Alkohol, so beobachtet man ausser der Verkleinerung der Faserdurchmesser dass die Körner in den trüben Fasern kleiner werden und sich weniger deutlich abheben, stellenweise strahlig verzogen erscheinen und stellenweise balkenwerkartig mit einander anastomosiren.

An den hellen Fasern rücken die Körnchen einander näher, erscheinen zum Theil verzogen und wohl auch stellenweise mit einander zu einem spärlichen, unregelmässigen Geäder zusammengeschmolzen. Ausserdem tritt auf dem Querschnitt der hellen Fasern eine feine, als Ausdruck der fibrillären Structur anzusehende Punktirung auf, die innerhalb des Balkenwerkes der trüben Fasern nicht sichtbar ist.

3. Behandelt man Trockenschnitte mit Säuren oder Alkalien, so rücken die Körnchen weiter auseinander und zwar noch mehr an den stärker quellenden hellen als an den trüben Fasern. Auch dabei erscheinen die Körnchen stellenweise verzogen und neben ihnen tritt früher an den hellen als an den trüben Fasern ein System

von Linien auf, das an den ersteren feiner und engmaschiger die Fibrillen, an den letzteren gröber und weitermaschig die Muskelsäulchen umrahmt. An einzelnen Knotenpunkten dieser Linien in den hellen, an allen oder wenigstens an vielen in den trüben Fasern erscheinen die vorher erwähnten strahlig verzogenen Körnchen.

4. Behandelt man trübe Fasern, z. B. aus Flugmuskeln von Insecten oder dem grossen Brustmuskel der Haustaube oder der Musculatur der Fledermaus frisch mit Chlorgold, so findet man bei geringerer Quellung derselben auf dem Querschnitte an den Punkten, wo auf mit anderen Methoden erhaltenen Schnitten die Körnchen liegen, runde rothgefärbte Massen, die nicht sichtbar mit einander anastomiren; bei stärkerer Quellung erscheinen dieselben weiter auseinandergerückt und strahlig verzogen und bei noch stärkerer durch ein System mehr oder weniger kräftig ausgeprägter rother netzartig anastomosirender Linien mit einander verbunden. (I, 58—60; II, 10—12, 14, 15; 21, 22, 24, 25; 34—36; III, 1, 2; 14, 25; 27, 28).

Ähnlich verhalten sich die hellen Fasern bei der Chlorgoldbehandlung, nur haben hier die rothen Massen geringere Durchmesser und sind weiter auseinander liegend und die netzartigen Linien sind feiner (II, 1—3; 4, 5; 6, 7). Wo Kerne im Inneren der Fasern vorhanden sind, erscheinen dieselben an weniger stark gequollenen Fasern zumeist von einer rundlichen rothen Körnermasse eingehüllt; an stärker gequollenen ist diese Körnermasse aber strahlig verzogen und mit den vorher beschriebenen Linien anastomosirend. Wo eine Randschicht von körnigem rothgefärbten Sarkoprotoplasma vorhanden, ist dieselbe desto dünner je stärker gequollen die Faser erscheint (I, 46, 47; 52, 53), während in den Muskelsäulchen selbst immer mehr und mehr rothe Linien auftauchen, so dass z. B. innerhalb der Muskelsäulchen der Flossenmusculatur von *Hippocompus* an sehr stark gequollenen Fasern gleichfalls ein feines Netz von rothen Linien sichtbar wird (II, 33).

Ähnlich ist der Wechsel der Bilder an Längsschnitten, wo die vom Gold gefärbten Längslinien immer dünner werden, je stärker gequollen die Faser erscheint, während gleichzeitig immer deutlicher ein System feiner rother Querlinien hervortritt (II, 8, 9; 49, 51; III, 18—21). Die Ausbauchung der ungefärbten Substanz, die man an der Mitte zwischen zwei solchen Querlinien wahrzunehmen vermag, ein Vorgang, den Rollett zur Erklärung des Zustandekommens der stärkeren Sarkoplasma-Anhäufungen an den Knotenpunkten der die Cohnheim'schen Felder einrahmenden Linien herangezogen hat, den man aber wohl als an der ganzen Peripherie der Muskelsäulchen sich vollziehend annehmen muss, gewährt zugleich einen Einblick über die Vorgänge, welche zu der eigenthümlichen Vertheilung des Sarcoprotoplasma zwischen den Muskelsäulchen und Fibrillen bei fortschreitender Quellung während der Goldbehandlung führen (I, 48, 49; II, 9; III, 21).

Ich muss danach annehmen, dass an den hellen Fasern die Fibrillen, an den trüben auch die Muskelsäulchen, abgesehen von den Stellen, wo reichlichere Menge 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.

Hiefür sprechen auch die Erscheinungen bei Behandlung frischer Muskelstückchen mit Säuren. Die trüben Fasern der Taubenmuskeln, an denen die Körnchen in indifferenten Flüssigkeiten auf dem Längsschnitt perlschnurartig angereiht, in dichten Reihen die Querstreifung der Muskelsäulchen fast verdeckend, beisammen stehen, hellen sich beim Durchleiten sehr verdünnter Essigsäure unter dem Deckglase unter gleichzeitiger Quellung auf.

Auch die Körnchen quellen dabei zunächst etwas und hellen sich in der Mitte auf, während die Randschicht fettig glänzend erscheint und bei Behandlung mit Osmiumsäure in diesem Stadium sich schwärzt, so dass die ganze Faser dann wie aus schwarzen Ringelchen aufgebaut aussieht.

Mit fortschreitender Quellung unter der Einwirkung der Essigsäure, an welcher die fibrilläre Substanz sichtlich stärker betheiligt ist wie die interfibrilläre, werden die Körnchen zwischen die stärker quellenden Fibrillen eingezwängt, seitlich platt gedrückt und in eine mehr oder weniger deutlich gegliederte streifige Masse verwandelt, von der in regelmässigen Abständen flügelartige, zu einem System von Querlinien ver-

schmelzende Fortsätze ausgehen, — eine Erscheinung, auf welche Kölliker (44, S. 11) schon aufmerksam gemacht hat.

Bei noch weiter gehender Essigsäurewirkung, wie man sie z. B. durch zweitägige Maceration kleiner Muskelstücke in sehr verdünnter Essigsäure erreicht, erscheint dann die Faser von doppelt conturirten senkrecht auf einander stehenden Quer- und Längsstreifen durchsetzt, an deren Kreuzungspunkten meist kleine mit Osmium sich bräunende Körnchen liegen. Diese Quer- und Längsstreifen schliessen annähernd cubische Räume ein, die meist scheinbar leer sind. An den Querstreifen ist zuweilen eine, scheinbar durch feine Körnchen bedingte Gliederung sichtbar.

An durch mehrere Tage in Essigsäure macerirten solchen Fasern ragen die Längsstreifen nicht selten, zuweilen auch einzelne Querstreifen wie feine Bälkchen aus Rissstellen hervor.

In Übereinstimmung hiemit kann man an zufällig beim Zerzupfen erhaltenen Querschnitten beobachten, dass die zunächst isolirt auf denselben in ziemlich regelmässiger Anordnung zahlreich sichtbaren Körnchen nach der Essigsäure-Einwirkung kleiner, strahlig verzogen und durch eine Art Balkenwerk mit einander anastomisirend erscheinen.

Analog sind die Vorgänge bei Einwirkung von Alkalien (stark verdünntes Ätznatron, kohlensaures oder phosphorsaures Natron) oder stark verdünnter Salzsäure.

Die weit spärlicheren hellen Fasern des grossen Brustmuskels der Haustaube, die nur weit weniger zahlreiche kleinere, meist an den Kernpolen liegende Körnchen enthalten und von vornherein die Querstreifung klar erkennen lassen, zeigen bei kürzerer (24stündiger) Maceration in sehr verdünnter Essigsäure nur Querstreifen, die scheinbar aus feinen Körnchen zusammengesetzt sind, von denen je nach der Einstellung Licht- oder Schattenstrahlen auszugehen scheinen, die eine Art von über die Querstreifen hinausgehender feiner Längsstreifung der Fasern bedingen.

Nach längerer (48stündiger) Maceration findet sich meist schon Zerfall in oft nur durch randständige Kerne zusammengehaltene Scheiben, die auf dem Querschnitt matt punktirt erscheinen und ausserdem einzelne weit auseinander stehende sehr helle Körnchen erkennen lassen.

Bei 72stündiger Maceration fand ich auf dem Querschnitt der Scheiben schwache Fibrillenzeichnung in Form eines Netzwerkes mit sehr kleinen viereckigen Maschen und feinen Knotenpunkten. An am Rande verletzten Scheiben sah ich öfter feine, mit dem Netz zusammenhängende Fäserchen vorstehen. Diese Beobachtungen, welche die Verdrängung des Sarcoprotoplasma durch die quellenden Fibrillen weiter erhellen und zugleich erkennen lassen, dass dasselbe hiebei verdichtet und zu einer Art von Faden- oder Balkenwerk reducirt wird, wie dies Kölliker schon für die Längsstreifen angegeben hat, erweisen auch, dass die hellen und trüben Muskelfasern nicht blos durch den Reichthum an körnigem Sarcoprotoplasma und, was damit zusammenhängt, durch die Deutlichkeit der Längs-, beziehungsweise Querstreifung, sich von einander unterscheiden, sondern auch dadurch, dass an den trüben Fasern die Fibrillen in Säulchen angeordnet sind, an den hellen aber nicht. Beim Zerzupfen frischer Muskelstückchen in physiologischer Kochsalzlösung zerfallen auch die trüben Fasern des grossen Brustmuskels der Haustaube verhältnissmässig leicht in ziemlich dicke Fäserchen, d. h. in Fibrillensäulchen, während an den hellen Fasern eine Zerlegung unter diesen Umständen weit schwerer ist. Und während an Alkoholpräparaten und bei Säure-Einwirkung die Fibrillenzeichnung an den trüben Fasern innerhalb der Muskelsäulchen in der Regel nicht oder nur undeutlich wahrnehmbar ist, tritt sie an den hellen deutlich zu Tage. Auch bei Goldsäure-Einwirkung tritt die Fibrillenzeichnung desto schwerer hervor, je ausgeprägter die Gliederung der Faser in Säulchen ist, und es mag wohl hiemit in Zusammenhang stehen, dass Rollett, wie früher erwähnt, zu der schon von Kölliker bestrittenen Ansicht gelangt ist, dass zwischen den Fibrillen eine vom „Sarcoplasma" wesentlich differencirte Substanz sich befinde.

Ich habe aber schon vorher erwähnt, dass es unter Umständen gelingt, selbst an den sarcoprotoplasmareichsten Muskelfasern (Hippocampus) innerhalb der Muskelsäulchen eine feine netzartig vertheilte Goldfärbung zu finden, und meine weiteren Mittheilungen werden mancherlei andere Belege hiefür erbringen. Dass dies

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

nicht immer geschieht, dürfte auf der relativ geringeren Quellung der trüben Fasern bei der Säure-Einwirkung beruhen.

An Alkoholpräparaten von den trüben Fasern der Haustaube, bei welcher allein ich diesen Gegenstand näher verfolgt habe, sah ich die Fibrillenzeichnung innerhalb der Muskelsäulchen nur bei Verwendung absoluten oder zur Hälfte verdünnten Alkohols und auch da nur an vereinzelten Querschnitten auftreten.

Auch bezüglich der Angabe von Rollett, dass das „Sarcoplasma“ bei vorsichtiger Anwendung von Hämatoxylin ungefärbt bleibt, habe ich zu bemerken, dass ich dies wohl an Präparaten aus Alkohol oder Müller'scher Flüssigkeit zumeist bestätigt fand, dass aber die Körnchen des Sarcoprotoplasma nach Härtung in Flemming'scher Lösung oder Pikrinschwefelsäure bei vielen Thieren und auf schwach angesäuerten Trockenschnitten auch das Netz von feinen Linien sich oft früher und stärker durch Hämatoxylin färbten, als die fibrilläre Substanz.

Es dürfte also auf die Art der durch das Härtungsverfahren herbeigeführten Veränderungen des Sarcoprotoplasma ankommen, ob dieses sich in Hämatoxylin leicht färbt oder nicht, wobei ich aber nicht blos die unmittelbare chemische Einwirkung, sondern auch die Reaction der Fasersubstanzen auf den einwirkenden mechanischen und chemischen Reiz im Auge habe.

Aus dem vorher erörterten Querschnittsbilde der hellen und trüben Fasern der Musculatur der Haustaube an Präparaten aus Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit, sowie bei Einwirkung von Säuren und Alkalien geht ferner hervor, dass die Cohnheim'schen Felder, wenn man unter denselben jede regelmässige Felderung des Querschnittes versteht, bald die Bedeutung von Fibrillen-, bald wieder von Säulen-Querschnitten haben können. Bei Anwendung der Goldmethode kann man aber, meist unter gleichzeitiger Verwischung der Theilung der Faser in Säulen, auch an den trüben Fasern häufig die fibrilläre Felderung zum Vorschein bringen (II, 33, 35 36, 45, 46; III, 10).

Beim Zerzupfen von Stückchen des grossen Brustmuskels der Haustaube in Blutserum oder physiologischer Kochsalzlösung findet man ähnlich wie bei gleicher Behandlung der Flugmuskeln der Insecten massenhaft freie Körnchen in der Zusatzflüssigkeit, die jedoch im Ganzen kleinere, Durchmesser haben, wie die der letzteren Muskel. Ich habe diese aus den Faserrissenden nach Einwirkung von Säuren und Alkalien oft wie im Strome hervorquellenden „freien“ Körnchen neuerlich wiederholten mikrochemischen Prüfungen unterzogen und muss auf Grund derselben meine früheren Angaben über diesen Punkt (43, S. 39—47), die ich durchaus aufrecht zu halten vermag, und die in allem Wesentlichen mit den späteren Angaben Kölliker's über die Reactionen der Körner in den Insectenflugmuskeln übereinstimmen, folgendermassen ergänzen.

Dem unter der Einwirkung von Säuren und Alkalien stattfindenden Zerfall der Körner in ein mannigfach gestaltete matt glänzende Gebilde einschliessendes Krümelwerk sieht man bei sehr langsamer Drainage dieser Reagentien und grosser Verdünnung derselben, wie dies Kölliker schon angegeben, eine Quellung derselben vorhergehen, die minder stark ist wie die bereits früher von mir beobachtete, bei Einwirkung von destillirtem Wasser auftretende, aber hier wie dort die Umwandlung der Körner in bläschenartige Gebilde bedingt, welche zuweilen eine Art Delle, zuweilen auch eine gewisse Faltung zeigen. Hiebei sondert sich eine meist unvollständige, oft nur halbmondförmige fettig glänzende Randschicht, welche in letzterem Falle bei starker Vergrösserung oft sich granulös erweist, von der übrigen Substanz, deren Contur ungemein zart und oft nur mit grosser Mühe erkennbar ist.

Eine Reihe von Beobachtungen macht es mir ferner zum mindesten höchst wahrscheinlich, dass die hiebei entstehenden bläschenförmigen Gebilde zuletzt einreissen und dass aus der Entleerung des Inhaltes derselben schliesslich jenes aus kleinen glänzenden Körnchen bestehende Krümelwerk hervorgeht, welches mattglänzende Gebilde von den mannigfaltigsten Myelinformen einschliesst.

Ich muss danach auch die Ansicht aufrecht erhalten, dass die mattglänzenden Körner ein Gemenge von zwei Substanzen darstellen und nach den Myelinformen einer- und der Schwärzung der fettigen Randschicht durch Osmium anderseits wird meine Annahme, dass die eine dieser Substanzen Lecithin, die andere ein Fett

ist, umso wahrscheinlicher. Da ferner bei Vergiftung von Haustauben mit Phosphor diese Körner in stark glänzende, im Osmium sich im Ganzen schwärzende Tröpfchen übergehen, wie ich dies bei anderer Gelegenheit näher ausführen werde, und Ähnliches bei anderen Thieren und unter anderen Verhältnissen wahrnehmbar ist, hat auch meine früher ausgesprochene Vermuthung, dass die in den mattglänzenden Körnern vorhandenen Substanzen in genetischer Beziehung zu einander stehen, Bestätigung gefunden, wobei ich freilich von der Annahme ausgehe, dass die Schwärzung durch Osmium, abgesehen etwa von den Markscheiden der Nervenfasern eine specifische Fettreaction ist, eine Annahme, die Dastre und Morat allerdings bestreiten (Gazette médicale de Paris. 1879. S. 273), wobei sie die Meinung vertreten, dass die Verfettung bei der Phosphorvergiftung und wahrscheinlich auch bei anderen pathologischen Zuständen durch Vermehrung des Lecithin bedingt sei, das sie anderseits aber wieder als ein stickstoff- und phosphorhaltiges Fett bezeichnen. Da aber jüngst in dem pharmakologischen Institut zu Leipzig durch Hefftter erwiesen wurde, dass bei der Phosphorvergiftung der Lecithingehalt (in der Leber) sehr bedeutend ab- und der Fettgehalt zunimmt (Arch. f. experim. Pathologie. B. 28, S. 97), so sehe ich keine Nöthigung, jene Annahme aufzugeben.

Ich muss hier übrigens noch bemerken, dass die an den Körnchen unter Einwirkung von Wasser u. s. w. auftretenden Erscheinungen ausserordentlich erinnern an diejenigen, welche G. Quincke an bei der Berührung von Eiweiss und Öl entstehenden „Eiweissseifen" beobachtet und zu Studien über Protoplasmabewegung verwerthet hat (Vergl. Biologisches Centralblatt. Jahrg. 1889, S. 499), und dass Quincke die Entstehung der Myelinformen durch die Bildung, das Wachsen und die Umänderung von Seifenkrystallen erklärt, die von einer Ölsäurehaut bekleidet sind, und durch die Wirbelbewegungen, die die Seifenlösung bei der Ausbreitung an der Grenze von Ölsäure und wässeriger Flüssigkeit erzeugt (Tageblatt der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Heidelberg 1890. S, 206). Zu verfolgen, wie weit die hier angeführten Analogien gehen, und ob dieselben etwa berechtigen, eine Beziehung herzustellen zu den Angaben von Bütschli, dass die Protoplasmakörner nur als Knotenpunkte in einem überaus feinlammeligen Wabenwerk anzusehen seien, das nach Art künstlich erzeugter Öl-Seifenschäume, im Plasma aus der Vermengung zweier nicht mischbarer, heterogener Flüssigkeiten entstehen soll (Biologisches Centralblatt. 1890. S. 697), lag ganz ausserhalb des Planes dieser Arbeit.

Übrigens hat Bütschli in der eben angeführten Mittheilung auf die Anwendbarkeit seiner Lehre an der glatten und quergestreiften Muskelfaser verwiesen und weitere Mittheilungen hierüber in Aussicht gestellt.

Eine Änderung meiner früheren Angaben muss ich nur insoferne eintreten lassen, als ich die kleinen glänzenden, bei Einwirkung von Säuren und Alkalien in den Fasern zurückbleibenden wie die in der Zusatzflüssigkeit schwimmenden solchen Körnchen oder Tröpfchen nicht mehr als in den Muskelfasern der Haustaube vorgebildet ansehen kann, sondern aus den Veränderungen der Körnchen durch die Zusatzflüssigkeit und vielleicht auch durch die beim Zerzupfen der Muskelstückchen eintretende mechanische Schädigung der Fasern erklären muss. Denn einerseits quellen die Körnchen selbst in physiologischer Kochsalzlösung etwas, wie ich dies schon früher gefunden habe (43, S. 45), und noch weit stärker zu Beginn der in Folge der mechanischen Schädigung der Muskelfaser eintretenden Zerfallserscheinungen an denselben, anderseits habe ich bei der Haustaube, wie bei vielen anderen Thieren, unter normalen Verhältnissen an Schnittpräparaten aus dem starken Chromosmiumessigsäuregemisch, also aus der nach Flemming benannten Lösung, in den trüben Fasern nur eine Körnerart gefunden, nämlich grössere mattglänzende, in Folge der Einwirkung dieser Lösung einen schwachen gelblichen Farbenton zeigende.

Diese Lösung erhält die Körnchen in den mittleren Partien von Muskelstückchen mit Durchmessern von beiläufig $^1/_2$ *cm* vortrefflich. Die Randpartien der Präparate zeigen sich dabei mehr oder weniger stark gebräunt, die Fasern daselbst geschrumpft und mit dem von Alkoholpräparaten her bekannten Querschnittsbilde, oder wohl auch unter der Einwirkung des mechanischen und chemischen Reizes mannigfach zerklüftet; in dem übrigen Theil der Präparate aber treten die Körnchen auf Quer- und Längsschnitten in der Regel schön hervor. Dass an diesem Theile der Präparate auf Querschnitten in der Regel keinerlei Felderzeichnung zu

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology. Digitized from The Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org)

sehen ist, habe ich früher schon hervorgehoben und auch angegeben, warum ich dieses Aussehen des Querschnittes für das Normale halte.

Der Gehalt der Flemming'schen Lösung an Essigsäure könnte aber zu der Annahme bestimmen, dass das Querschnittsbild, auf das ich mich eben bezog, nicht normal, sondern durch einen gewissen Grad von Quellung der Fasern bedingt sei, dass am Rande der Muskelstückchen die schrumpfende Wirkung der Chrom- und Osmiumsäure und in der Mitte die quellende der leichter diffundirenden Essigsäure sich geltend macht. Ich habe hingegen folgende Gründe anzuführen:

1. Der Mangel an Quellungserscheinungen an dem zwischen den Fasern befindlichen Bindgewebe, der eckige Contur der Faserquerschnitte und, nach den früheren Ausführungen, die Kugelform der Körnchen sowie ihr Isolirtsein spricht gegen eine solche Annahme.

2. Die Menge von Flüssigkeit, welche mehrere (6) Muskelstücke von der angegebenen Grösse vor und nach der Härtung in Flemming'scher Lösung verdrängen ist dieselbe.

3. Bei Verwendung des von Fol angegebenen Chrom-Osmium-Essigsäuregemisches von wesentlich geringerem Osmium- aber gleichem Essigsäuregehalte wie die Flemming'sche Lösung tritt die fibrilläre Zeichnung an den Faserquerschnitten sehr deutlich hervor.

Bei sehr kleinen Objecten wie z. B. den so leicht zerfallenden Flugmuskeln der Insecten vermag allerdings wegen der bis zu einer gewissen Tiefe des Präparates schrumpfenden Wirkung auch die sogenannte starke Flemming'sche Lösung die Körnchen nicht vollständig zu conserviren. Ich habe für solche Objecte mit gutem Erfolge Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure mit Kreosotzusatz angewendet, wobei ich trefflich schneid- und färbbare Objecte mit gut erhaltenen Körnchen gewann. Doch hat sich mir für meine besonderen Zwecke, für welche sich auch das sonst sehr gerühmte Sublimat-Essigsäuregemisch ungeeignet zeigte, die Flemming'sche Lösung (nach dem sogenannten starken Recept) im Ganzen als zuverlässiger erwiesen.

Die Verwendung derselben bietet nebstbei noch den Vortheil, die Umwandlung der Körnchen in Fett durch Schwärzung derselben ersichtlich zu machen. Diese Schwärzung fand ich aber bei gleicher Dicke der gehärteten Muskelstücke bald nur bis zu einer gewissen Tiefe, bald wieder durch die ganze Dicke derselben vollzogen, ohne dass ich bis jetzt einen Grund für dieses wechselnde Verhalten aufzufinden vermochte, wie ich überhaupt den Eindruck gewann, dass nicht immer eine gleichmässige Durchtränkung der Präparate von der Lösung stattfindet.

Nicht unvermerkt darf ich es ferner lassen, dass ich, wie dies bekanntlich bei Säure-Einwirkung stets der Fall ist, die an frischen Fasern, Alkoholpräparaten und Trockenschnitten zu findende Polarisation an Präparaten aus Flemming'scher Lösung vermisst habe, die also in dieser Richtung verändernd auf die Fasern einwirkt. Die Polarisation ist übrigens an den hellen Fasern eine weit lebhaftere als an den trüben, was, wie man an Trockenschnitten gut erweisen kann, wohl damit zusammenhängt, dass die Körnchen der letzteren selbst nicht polarisiren, sondern nur einen lebhaft polarisirenden Hof zeigen.

In einer Reihe von Fällen habe ich die Muskeln in ihrer natürlichen Spannung, nämlich an den Knochen, an denen sie sich anheften, gehärtet, zumeist aber nur ausgeschnittene nicht gespannte Muskelstückchen, da ich dies für meine Zwecke durchaus genügend fand.

Zur Einbettung der gehärteten Objecte verwendete ich durchwegs Celloidin, da ich bei einigen Versuchen mit Paraffin eine leichte Schrumpfung der Objecte wahrnahm, die ich mit Rücksicht auf die Beobachtungen an den Körnchen vermeiden wollte.

Durch Controlversuche, bei denen ich das Object zwischen Amyloidleber- oder Hollundermarkstücken schnitt, überzeugte ich mich davon, dass die Celloidineinbettung nicht verändernd auf die Körnchen in den mittleren Partien der in Flemming'scher Lösung gehärteten Muskelstückchen wirkt. Diese Einbettung wurde meist in der gewöhnlichen Weise, mit zweierlei verschieden dicken Lösungen vorgenommen, doch kam in einzelnen Fällen auch die Methode von Apathy (Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. 1889. S. 164) in Anwendung, die ich für die Einbettung zarterer Objecte sehr geeignet fand.

Bei der Anfertigung der Schnittpräparate erfreute ich mich ausgedehnter Unterstützung, namentlich seitens meines früheren Assistenten Dr. Hauer und meines derzeitigen Assistenten Dr. R. Funke, denen ich hiefür zu Dank verpflichtet bin.

Die Untersuchung der ungefärbten Schnitte erfolgte in zur Hälfte mit destillirtem Wasser verdünntem Glycerin, die der, meistens mit Grenacher'schem Hämatoxylin oder mit Hämatoxylin und Eosin gefärbten Präparate, in Canadabalsam.

Hinsichtlich der in überaus grosser Zahl angefertigten Goldpräparate, die ich zunächst nur zur Untersuchung der Structurverschiedenheiten zwischen heller und trüber Musculatur verwerthet habe, muss ich noch bemerken, dass ich die in dem Protoplasma der trüben Fasern zuweilen enthaltenen Fetttropfen gleich Biedermann (41) in der Regel in denselben ungefärbt fand (II, 50), dass ich aber bei einzelnen Fischen in Goldpräparaten auf grosse roth gefärbte Tropfen stiess.

Der Einfluss, den die Reaction der lebenden Faser auf das Goldverfahren bezüglich der einzelnen Bilder ausübt, geht wohl zur Genüge aus II, 20 hervor. Auch die in der lebend verletzten Muskelfaser auftretenden Zerklüftungserscheinungen verändern die Goldbilder in mannigfaltiger Weise. Möglicherweise kommen diese Verhältnisse für den Umstand, ob innerhalb der Muskelsäulchen bei dem Goldverfahren ein Netz von feinen Linien auftaucht oder nicht, noch mehr in Betracht als der Grad der Säurequellung der Fasern, eine Frage, die, wie ersichtlich, für die Kenntniss der Vorgänge bei der Muskelcontraction und deren Verschiedenheiten bei den hellen und trüben Fasern von Bedeutung ist, für deren Beantwortung mir aber zunächst die genügenden Grundlagen fehlen.

Wie man nach dem Zerhacken der Goldpräparate die an den Rissenden der Fasern oft hervorragenden Sarcoprotoplasmasäulchen, gewissermassen als Pseudofibrillen frei in der Zusatzflüssigkeit finden kann (III, 20), so kann man zuweilen auch die zwischen die Lamellen von fibrillärer Substanz bei gewissen Fischmuskeln hereinragenden Scheidewände von feinkörnigem Protoplasma (II, 37) isolirt in der Zusatzflüssigkeit erhalten (II, 39), ein Befund, der wohl geeignet sein dürfte, vor jeder irrthümlichen Deutung der „Pseudofibrillen" als Fasern eines präformirten Netzwerkes zu bewahren.

Zuweilen erscheinen die freien Körnchen, sowie die in den Fasern nach Anwendung des Goldverfahrens nicht im Ganzen, sondern nur an den Randpartien gefärbt (II, 13, 16), was wohl gleichfalls für das Vorhandensein von zweierlei Substanzen in denselben spricht.

IV. Untersuchungsergebnisse bei den einzelnen Thierclassen.

1. Lamellibranchiaten.

Untersuchte Objecte:

Ostrea edulis, Pectunculus glycimeris, Pinna nobilis, Pecten Jacobaeus, Lima inflata, Lima hians, Mytilus edulis, Venus verrucosa.

Ein ausgeprägter Unterschied der Färbung besteht zwischen der Herz- und Schliessmusculatur, ein geringerer in der Regel am hinteren Schliessmuskel selbst, den ich allein in Betracht zog, zwischen dem sogenannten sehnigen und glasigen Antheil.

Erstere fand ich bei den daraufhin untersuchten Arten *(Ostrea, Pinna, Pecten, Lima, Pectunculus)* am Vorhof bräunlich gelb, den glasigen Antheil des Schliessmuskels bei *Pecten* gelblich, bei *Pectunculus, Venus, Pinna* und *Lima inflata* grau, bei *Ostrea* bald gelblich, bald grau, den anderen Antheil weiss gefärbt. Bei *Lima hians* fand ich keinen ausgeprägteren Farbenunterschied am Schliessmuskel, bei *Mytilus* einen nur sehr geringen. Nach der Consistenz erwies sich der glasige Antheil zumeist als sulzig, der andere als bröckelig. Übrigens scheint nach meinen Beobachtungen an *Ostrea* sowohl die Farbe des glasigen Theiles als dessen Grössenverhältniss dem anderen Antheil gegenüber wechseln zu können, da ich bei einzelnen Austern diesen Antheil grau, bei anderen gelblich, bei einzelnen derselben weit grösser, bei anderen aber nur ebenso gross wie

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original download from the University Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

den „schnigen" Antheil fand. Bei den übrigen angeführten Arten war der weisse Antheil stets viel kleiner als der andere.

Die Pigmentirung der Vorhofmusculatur, die allein zur Untersuchung herangezogen wurde, fand ich bei *Lima inflata* vorwaltend durch die Muskelbalken einhüllende Rundzellen bedingt, welche einen homogenen, gelbrothen, blutkörperähnlichen Körper enthalten. Ähnlich waren die Verhältnisse bei *Pecten Jacob.*, wo das Pigment auch in grösseren Schollen, und bei *Pinna*, wo es in feineren Körnchen an Rundzellen haftete, während bei *Pectunculus* neben analogen vorwaltend feinkörnig pigmentirten Zellen auch an den Muskelfasern selbst feine bräunlichgelbe Körnchen zu finden waren.

Cylindrische, gelbliche, in ihrer ganzen Dicke gekörnelte Fasern hat Leydig schon im Jahre 1854 vom Herzen von *Venus decussata* beschrieben und sie den hellen homogenen platten Fasern des Schliessmuskels gegenübergestellt (61).

Ich fand auch bei *Pinna, Ostrea, Pecten* und *Lima inflata* die Muskelfasern des Vorhofes ausgeprägt körnig und bei Behandlung mit Chlorgold färbten sich hier wie bei *Pectunculus* diese Körnchen intensiv roth.

Die Fasern sind verzweigt, eine Art von Geflecht bildend, stellenweise in ungemein feine Zweigchen, stellenweise wieder zu dicken Bündeln zusammengefasst (I, 8. 10), oft von Rundzellen, welche auf Schnittpräparaten häufig die Hauptmasse des Gewebes ausmachen, ganz eingehüllt (I, 12, 13,; IV, 7). Feinere und gröbere, zwischen den Fäserchen eines Bündels in Längsreihen aufgereihte Körnchen bedingen eine Längs-, oft in Folge regelmässiger Stellung derselben auch eine von Dogiel am Herzen von *Pecten maximus* bereits bemerkte (62, S. 61), Art von Querstreifung der Faserbündel, was namentlich an Goldpräparaten klar hervortritt (I, 9). An von Körnchen freien Stellen kann man aber an Goldpräparaten zuweilen auch an der Fasersubstanz selbst feine Querlinien wahrnehmen (I, 10 bei *a*). Auf Querschnitten von Goldpräparaten zeigen sich an Faserbündeln die Querschnitte der Fäserchen kreisrund und durch von Gold gefärbte körnige Massen umsäumt.

Ab und zu konnte ich an Goldpräparaten ein spindelig ausgezogenes Faserende wahrnehmen (I, 10).

Die spindelige Natur der Fasern, von Weissmann bereits an *Anodonta* festgestellt (63, S. 53), trat an Schnittpräparaten von gehärteten Objecten stellenweise noch deutlicher hervor, und auch da liess sich zuweilen erkennen, dass neben der durch regelmässige Stellung der Körnchen zwischen den Fasern bedingten eine den Fasern selbst eigenthümliche Querstreifung vorhanden sein kann (III, 48).

Aus Querschnitten der Fasern an gehärteten Objecten ergab sich, dass man an den Fasern eine meist sehr schmale und oft nur einseitig, halbmondförmig angelegte Rindensubstanz und eine, wenigstens an vielen Fasern feinkörnige Marksubstanz zu unterscheiden hat (IV, 5, 6, 8, 9). Die Scheidung in Mark und Rinde hat Weissmann an den Herzmuskelfasern von *Anodonta* ebenfalls schon gesehen (63, S. 54). Vereinzelt fanden sich auch Fasern mit breiterer Rindensubstanz und wenig Mark vor. Mannigfache Übergänge von den ersteren zu den letzteren Fasern, sowie das häufige Vorkommen nur halbmondförmiger Anlage der Rinde sprachen für das Vorhandensein reger genetischer Vorgänge an den untersuchten Herzen.

Einseitige Entwickelung der Rinde bei der Musculatur der Mollusken hat Fol bereits gesehen, der (64, S. 307) angibt: „Es ist selten, dass die fibrilläre Substanz nur an einer Seite entwickelt ist, und dass die Fasern den sarcodischen Theil und den Kern seitlich tragen (Buccal-Fasern von *Dentalium*).

Das Vorkommen anderer als glatter Muskelfasern bei den Mollusken leugnet er aber, — eine Behauptung, die er freilich hinsichtlich des Schliessmuskels von *Pecten* kurz nachher selbst widerrufen musste (65).

Müssen nach dem vorher Erörterten die Fasern der bräunlichen Vorhofsmusculatur der Lamellibranchiaten zu den ausgeprägt trüben Fasern gerechnet werden, so lassen sich ihnen die Fasern des Schliessmuskels als helle gegenüber stellen. An Goldpräparaten erscheinen diese auf dem Längsschnitt, abgesehen vom grauen Antheil bei *Pecten* und *Lima* homogen, auf dem Querschnitt in der Regel ebenso. Nur beim weissen Antheil von *Pectunculus* konnte ich an einzelnen Querschnitten ein System feiner anscheinend die Fibrillen umsäumender röthlicher Linien entdecken (I, 7).

Digitized by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original from The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die einzelnen Fasern erscheinen auf dem Längsschnitt von stärkeren rothen Linien begrenzt, auf dem Querschnitt von solchen Linien umsäumt (I, 1—6). Die Längslinien sind also als der optische Ausdruck feiner durch Gold sich färbender, die Fasern umhüllenden Scheiden oder Kittmassen anzusehen.

An den Fasern des weissen Antheils der meisten untersuchten Lamellibranchiaten fand ich nach Härtung in Flemming'scher Lösung, weniger ausgeprägt nach Härtung in Alkohol oder Pikrinschwefelsäure den Querschnitt granulirt (III, 44; IV, 1), an denen des glasigen Antheils dagegen meistens homogen, durch die Flemming'sche Lösung leicht gelblich gefärbt und etwas glänzend (III, 46; IV, 4). Auf dem Längsschnitte erwiesen sich erstere zumeist fein längsgestreift, letztere zum Theil homogen, zum Theil längs-, zum Theil quer- oder schräggestreift.

Die Querschnitte der ersteren Fasern näherten sich vorwaltend der Kreisform (III, 39, 43, 44, IV, 1), die der letzteren waren an einzelnen Arten mehr platt elliptisch (II, 42; IV, 4), an anderen ebenfalls rundlich (III, 40, 46). Die Durchmesser der ersteren Fasern waren im Allgemeinen nicht unbeträchtlich grösser als jene der letzteren; letztere färbten sich in Hämatoxylin intensiver. Letztere Fasern erwiesen sich an einzelnen Arten in scharf umschriebene kleinere Bündel zusammengefasst (III, 42), erstere nicht.

In gewissen Zonen der Präparate von einzelnen der untersuchten Objecte fanden sich ausschliesslich Querschnitte der einen Art, in anderen Zonen liess sich eine Vermengung von beiderlei Querschnitten mit dem Vorwalten der einen oder anderen Art erkennen (III, 45; IV, 2, 3).

An Zupfpräparaten fanden sich im weissen Antheile kürzere, breitere, mehr cylindrische, im glasigen langausgezogene, bei einzelnen Arten platte Spindelzellen. Die Kerne waren an beiden Fasern seitenständig, in der Regel buckelförmig hervorragend, meist länglich und arm an Chromatin. — An den einzelnen Objecten gestalteten sich die Verhältnisse wie folgt:

Pectunculus. Am weissen Antheil des Schliessmuskels tritt der fibrilläre Bau der Fasern auf Längsschnitten sehr schön hervor, an welchen sogar oft Auffaserung in Fibrillen zu sehen ist. Die Querschnitte sind vorwaltend rund, ihr Durchmesser nicht unbeträchtlich wechselnd, was wohl hauptsächlich mit der Spindelform der Fasern zusammenhängt, die Intensität der Färbung derselben durch die obengenannten Farbstoffe ist nicht an allen dieselbe. Stellenweise erscheinen die Fasern zu grossen, etwa den tertiären Bündeln der quergestreiften Musculatur entsprechenden Gruppen zusammengefasst, innerhalb deren Färbung und Durchmesser noch mehr wechselt und platte, sehr stark gefärbte Fasern auftreten (IV, 2, 3). Anschliessend an diese Stellen finden sich solche, in denen die platten Fasern vorwalten, Farbe, Form und Durchmesser der Querschnitte noch mehr wechseln und die Fasern innerhalb der grösseren Bündel zu kleineren zusammengefasst sind, an denen eine knospenartige Aneinanderlagerung der Querschnitte wahrzunehmen ist. Im grauen Antheil treten die runden Querschnitte ganz in den Hintergrund, die platten Fasern in der eben bezeichneten Anordnung beherrschen das Bild vollständig (IV, 4). Auch sie erweisen sich auf Längsschnitten zumeist fibrillär, doch ist die fibrilläre Zeichnung an ihnen minder ausgeprägt als an den runden Fasern und an zahlreichen Fasern fehlt sie gänzlich.

Zu erwähnen ist weiter, dass die dunkleren, die Fibrillen auf Längsschnitten abgrenzenden Linien an den fibrillären Fasern des Schliessmuskels von *Pectunculus* und der anderen von mir untersuchten Muschelarten bei Anwendung starker Vergrösserungen sich oft in Längsreihen von dicht aneinander stehenden feinen Körnchen auflösen liessen, wie dies Boll (66, S. 23) schon von den Muskelfasern der Heteropoden und Cephalopoden angegeben hat, der dabei die Meinung vertritt, dass die an Molluskenmuskeln vielfach, namentlich von H. Lebert und Ch. Robin am „Fuss" von *Pecten* beobachtete Querstreifung aus einer nicht blos in der Längs-, sondern auch in der Queranordnung regelmässigen Lagerung gröberer derartiger Körnchen hervorgeht und der Unterschied zwischen gewöhnlichen und quergestreiften Muskelfasern bei Mollusken durchaus kein specifischer sondern nur quantitativer Art sei.

Hervorzuheben ist endlich noch, dass an den fibrillären Fasern von *Pectunculus* wie an denen der anderen Muschelarten häufig eine zopfartige Verflechtung der Fibrillen zu beobachten war.

Pecten. Der weisse Antheil besteht aus kürzeren oder längeren Spindelzellen von rundem Querschnitt (III, 43) und ausgeprägt fibrillärer Zeichnung auf dem Längsschnitt; der gelbliche Antheil aus längeren platten Spindelzellen, die zum Theil sehr ausgeprägte Querstreifung zeigen, die der Querstreifung der Muskelfasern der höheren Thiere ganz analog ist, wie dies Blanchard (67) hervorgehoben.

Die Querstreifen können sich bis an die spitzen Enden der Spindeln erstrecken und auch an der Kante derselben noch kenntlich sein (III, 47). An Goldpräparaten erscheinen diese Fasern von feinen röthlich gefärbten, quer verlaufenden Linien durchsetzt. Die Fasern des gelblichen Antheiles sind wie bei *Pectunculus* zu knospenartigen und diese wieder zu grösseren Bündeln zusammengefasst (III, 42). Ihr Querschnitt erscheint an Schnittpräparaten homogen und färbt sich stärker wie jener der Fasern des weissen Antheiles.

Pinna nobilis. Die Fasern des weissen Antheiles sind vorwaltend kürzere und stumpfer endende Spindelzellen von grösserem rundlichen Querschnitt und ausgeprägt fibrillärem Bau (III, 44), jene des grauen Antheiles dagegen vorwaltend sehr lang ausgezogene spitz endende Spindelzellen von wesentlich kleinerem rundlichen Querschnitt (III, 46). Letztere Fasern lassen zumeist keine fibrilläre Zeichnung erkennen und färben sich stärker als erstere. An Schnittpräparaten macht sich stellenweise eine ähnliche Vermengung beider Faserarten bemerkbar wie bei *Pectunculus* (III, 45).

Bei ***Lima inflata*** und ***hians***, namentlich aber bei letzterer Art, fand ich, wie ich früher schon erwähnt, die Sonderung beider Antheile minder scharf als bei den vorher angeführten Muscheln. An Schnittpräparaten konnte man aber auch hier in Gruppen beisammenstehend Fasern von grösserem (III, 39) und solche von kleinerem (III, 40) runden Querschnitt, erstere weniger gefärbt als letztere, von einander unterscheiden.

Beide Fasern, besonders die dünneren, sind lang ausgezogene Spindelzellen. An den dickeren Fasern fand ich auf Quer- und Längsschnitten höchstens eine ganz feine Granulirung, aber keine fibrilläre Zeichnung. Die dünnen Fasern zeigen zum Theil auch keine Structurzeichnung, zum Theil aber Querstreifung oder Schrägstreifung. Erstere, die ich sehr ausgeprägt bei *Lima hians* sah, ist ganz analog der bei *Pecten* (III, 47); die schräggestreiften Fasern fand ich bei *Lima inflata* neben quergestreiften und homogenen Fasern in grosser Zahl. Oft war an denselben bei jeder Art der Einstellung nur ein System schräger Streifen sichtbar, oft aber noch ein zweites gekreuzt verlaufendes, das bei wechselnder Einstellung immer deutlicher hervortrat. Die Streifen waren (an Alkoholpräparaten) schmal, mattgrau und färbten sich in Hämatoxylin stärker als die breiteren hellen Bänder zwischen ihnen. Nicht selten stiess ich an ihnen auf das dachsparrenartige Bild, das G. R. Wagener von *Lima* „spec." abgebildet hat, das ich aber beim Wechsel der Einstellung stets zum Bild der doppeltschräggestreiften Faser ergänzen konnte, so dass ich glaube, dass es nur dadurch entsteht, dass man bei schräger Lage der Fasern nur auf je eine Hälfte der Streifen einstellt.

Indem ich mir vorbehalte, auf die Frage der doppelt schräggestreiften Fasern nach Schluss meiner Mittheilungen über die Schliessmusculatur der Lamellibranchiaten näher einzugehen, will ich hier nur sofort hervorheben, dass G. R. Wagener die Fasern von *Lima spec.* als in der Hauptmasse quergestreift bezeichnete, aber angibt, dass sich die Zeichnung an in Alkohol gehärteten Objecten öfter „in eine Anzahl von helleren und dunkleren Punkten auflöste, deren Verbindung zu Linien der Vorstellung des Beobachters überlassen werden musste" (68, S. 220), dass jedoch schon Schwalbe darauf verwies, dass nach der Abbildung Wagener's diese Fasern zu den doppelt schräggestreiften gerechnet werden müssen (14, S. 236). Tourneux und Barrosi (69) haben später richtig bemerkt, dass bei *Lima* neben quergestreiften doppelt schräggestreifte und „dachziegelförmig geschichtete" Fasern vorkommen, und Fol (65, S. 1179) betont noch ganz besonders, dass er bei *Lima* die dachsparrenförmige Streifung Wagener's gesehen und versichern könne, dass sie eine reale ist und weder von einer Einrollung der Fibrillen noch von einem Präparationsfehler herrühre.

Ostrea edulis. Der Querschnitt der Fasern beider Antheile ist rundlich, bei jenen des grauen Antheils aber sich dem elliptischen nähernd. Die fein punktirten Querschnitte der Fasern des weissen Antheils sind wesentlich grösser als die homogenen des grauen; die isolirten Spindeln des ersteren sind lang, stumpfer

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library, Museum of Comparative Zoology. Digitized from the Biodiversity Heritage Library (www.biodiversitylibrary.org; www.biologielibrary.org)

endend und (fibrillär) längsgestreift, jene des letzteren noch länger, spitzer ausgezogen und theils homogen, theils längs-, theils doppelt schräggestreift.

Mytilus. Schwalbe (14, S. 231) hat angegeben, dass der hintere Schliessmuskel dieser Muschel durchwegs „sehnig", d. h. weiss sei. Bei den drei von mir untersuchten Exemplaren bestand eine in Consistenz und Farbe allerdings wenig ausgeprägte Sonderung in zwei Antheile, deren einer vorwaltend aus wesentlich dickeren ausgeprägt fibrillären, der andere aber vorwaltend aus dünnen, nahezu homogenen Fasern bestand. Beide Fasergattungen sind lang ausgezogene spitz endende Spindelzellen, die dünnen enden noch spitzer als die dicken.

Von ***Venus verrucosa*** vermag ich nur nach Goldpräparaten anzugeben, dass der Querschnitt der Fasern des weissen Antheils grösser und rundlich (I, 4) und jener der Fasern des grauen Antheils seitlich abgeplattet ist (I, 3).

Aus den geschilderten Verhältnissen geht hervor, dass neben dem grossen Unterschied zwischen der Herz- und Schliessmusculatur der Lamellibranchiaten noch mannigfaltige Verschiedenheiten zwischen den Schliessmuskeln der einzelnen Arten und zwischen den beiden Antheilen des hinteren Schliessmuskels derselben Art bestehen, Unterschiede, welche wohl auch functionelle Bedeutung besitzen dürften, wenn auch nach den Untersuchungen von Engelmann (70, S. 563) sich kein merkbarer Unterschied in der Geschwindigkeit der Zusammenziehung zwischen den beiden verschieden gefärbten Antheilen des Schliessmuskels von *Anodonta* und zwischen diesen und dem Schliessmuskel von *Cardium* und *Mytilus* ergibt. Ohne jeden Einfluss auf die Art der Muskelthätigkeit dürften so grosse Verschiedenheiten im Bau der Fasern, wie sie sich nicht allein in Bezug auf die Streifung, sondern auch in Bezug auf die Länge und Breite der Fasern, sowie in Bezug auf die Form ihres Querschnittes finden, dürfte wohl auch die Anreihung der Fasern zu Bündeln kaum sein, innerhalb welcher dieselben eine bestimmte Lagerung haben. Eine auf die Untersuchung einer grossen Zahl von Arten gestützte vergleichende histo-physiologische Studie über den Schliessmuskel der Lamellibranchiaten wäre daher wohl ein dankenswerthes Unternehmen.

Ausser den Angaben von Schwalbe, dass der doppelt schräggestreifte Schalenschliesser der Auster auf äussere Reize hin sich plötzlich und rasch, der fibrilläre von *Mytilus* dagegen sich sehr langsam und allmählig zusammenziehe (14, S. 235), von Ihering (71), dass der fibrilläre „ligamentöse" (weisse) Theil des Schalenschliessers bei *Pecten* den anhaltenden Schluss, der musculöse (graue), an dem er bereits zuweilen „mehr oder minder deutlich Querstreifung" beobachtet hat, die plötzliche rasche Schliessung der Schale besorge, einer damit übereinstimmenden Angabe von Coutance (72), der ausserdem angibt, dass der graue Antheil des Schliessmuskels der Auster auch glatte Muskelfasern besitze, dass seine functionellen Eigenschaften zwischen jenen der beiden Antheile bei *Pecten* stünden, und morphologische, beziehungsweise functionelle Verschiedenheiten bei den Schliessmuskeln der Bivalven immer beständen, und den Bemerkungen Blanchard's (67), der die quergestreifte Musculatur von *Pecten* zu der von Fischer angegebenen Thatsache in Beziehung bringt, dass die Pectiniden durch Schluss ihrer Schale sich 1—2 Meter weit schnellen können und dass *Lima* im Wasser springe (voltige) wie der Schmetterling in der Luft, habe ich nichts über diesen Gegenstand zu ermitteln vermocht.

Die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, welche sich hier, also schon bei den Lamellibranchiaten allein ergibt, zeigt wie bedenklich es ist, die Musculatur der Mollusken in wenigen Worten zu charakterisiren, wie Fol es versucht hat (64), der allerdings dabei hervorhebt, dass die Muskelzellen der Mollusken bald kurz und spindelig, bald wieder lang, cylindrisch und an den Enden zugespitzt sind, dabei aber ebenso wie vor ihm Boll (66, S. 22) nur jenes Fasertypus gedenket, bei welchem eine deutliche Scheidung in Rinde und „granulirte, sarcodische an Glycogen reiche Axe, in deren Mitte der Kern sich befindet" vorhanden ist.

Das Vorhandensein von Unterschieden im Breitendurchmesser der Fasern beider Antheile des Schliessmuskels hat H. Haeckel (73, S. 169) bei *Ostrea* bereits beobachtet. Bedeutungslos für die Leistung des Muskels dürfte wohl auch dieser Faserunterschied nicht sein, der sich übrigens auch bei Holothurien findet, in deren

Digitized by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA) and the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Muskelbändern Zonen mit grösseren und minder stark sich färbenden und solche mit kleineren mehr sich färbenden und endlich Zonen vorkommen, in denen beiderlei Querschnitte vermengt sind, während die dünneren wie die dickeren Fasern weder fibrillären Bau noch sonst eine Structureigenthümlichkeit erkennen lassen.

Zu den angeführten Unterschieden des mikroskopischen Bildes beider Antheile des Schliessmuskels der Lamellibranchiaten tritt zuweilen noch der hinzu, dass die Fasern des weissen Antheiles von feinkörnigen nicht weiter differencirten Massen, jene des grauen von mehr oder minder grossen, wohl zum Blutgefässsystem gehörenden Spalträumen von einander geschieden sind. Inwieweit Beides da und dort an gewissen Stellen ein regelmässiges Vorkommen ist, könnte natürlich nur eine besondere, auf die Durchmusterung des ganzen Muskels gerichtete Untersuchung lehren.

Auch die Frage nach den Structurverhältnissen der doppelt schräggestreiften Fasern bei den Lamellibranchiaten scheint mir noch weiterer Untersuchung zu bedürfen.

Bekanntlich bestehen in dieser Hinsicht mancherlei Widersprüche, vorerst zwischen Schwalbe und Engelmann. Ersterer beschreibt und zeichnet dieselben als nicht fibrilläre Fasern, in denen schräggestellte unter einander parallele Reihen von dunklen, stärker lichtbrechenden, durch helle Zwischenräume gesonderten quadratischen Körperchen enthalten sind (14, S. 212), letzterer als Fasern von fibrillärem Bau, die „aus zwei Systemen von Fibrillen bestehen, welche, in zur Faseroberfläche parallelen concentrischen Lagen, entgegengesetzt gewundene Schraubenlinien um die Faseraxe beschreiben. Diese Fibrillen sind im Leben durch eine geringe Menge weicher interfibrillärer Substanz von einander getrennt. Im mässig gedehnten, nicht activen Zustand sind die Schraubenlinien so steil, dass sie der Faseraxe nahezu, doch nie völlig parallel laufen; je mehr die Faser sich verkürzt, umso weniger steil werden die Windungen, umso mehr also nähert sich der Winkel, unter dem sie sich schneiden 180°, ohne diesen Werth doch jemals zu erreichen“ (70, S. 559).

„Es ist ganz zweifellos, dass die Streifen da, wo sie sich kreuzen, in verschiedenem Niveau liegen.“

„Selbstständige Körperchen von rhombischem oder quadratischem Längsschnitt, Fleischtheilchen, habe ich bei keiner Art der Untersuchung und bei keiner einzigen untersuchten Muskelart gefunden“ (70, S. 558).

Die Untersuchungen Schwalbe's beziehen sich auf *Ophiothrix fragilis, Asterias, Arenicola, Lumbricus, Ostrea, Solen vagina, Litorina, Patella* und *Helix*, jene Engelmann's hauptsächlich auf *Anodonta*; daneben wurden von ihm *Ostrea, Mytilus, Mactra, Cardium, Helix, Arion, Lumbricus, Arenicola, Asteracanthion* „und andere Wirbellose vielfach berücksichtigt“ (70, S. 553).

Fol (64, S. 308) unterscheidet bei den Mollusken zwei Varietäten glatter Fasern, solche mit geradlinigen und solche mit spiraligen Fibrillen. Letztere seien mindestens ebenso zahlreich wie erstere und nach der Vertheilung derselben hält er sich versucht zu glauben, dass diese Anordnung der Fibrillen günstig sei für die flinke Zusammenziehung der glatten Muskeln. Roule dagegen (74) gibt an, dass die Schliessmuskeln von *Ostrea, Mytilus edulis* und *Tapes decussata* gedehnt durchwegs unter sich und mit der Längsachse der Fasern parallele Fibrillen haben, im zusammengezogenen Zustande dagegen zwei Systeme spiraliger Fibrillen, und schliesst hieraus, dass Letzteres nichts Constantes, sondern nur durch die Verkürzung der Fasern bedingt sei, „indem die Fibrillen nicht in longitudinaler Richtung verlieren, um in transversaler zu gewinnen, sondern sich spiralig winden, um die Distanz, welche ihre beiden Enden trennt, zu vermindern.“

Marshall endlich hält die Doppelschrägstreifung für einen „optischen Effect“, da er sie an Gold- und Osmiumpräparaten nicht finden konnte (75).

Dass aber an Osmiumpräparaten die Schrägstreifung sichtbar ist, geht schon aus Engelmann's diesbezüglichen Angaben hervor, die ich bestätigen muss. Dass dieselbe bei Cephalopoden auch an Goldpräparaten sichtbar ist, wird aus meinen weiteren Mittheilungen erhellen. Die Färbung der feineren Streifen durch Hämatoxylin habe ich für *Lima* bereits angegeben, für *Ostrea* und die Cephalopoden hier hinzuzufügen.

Bei *Ostrea* und *Lima* bin ich auf einzelne Fasern gestossen, welche der von Schwalbe gegebenen Beschreibung, die ja in den früher (S. 28[660]) angeführten Angaben von Wagener schon anklingt, durchaus entsprachen. Diese Fasern kamen hier nur ganz vereinzelt vor; in der Hauptmasse zeigten die doppelt schräggestreiften Fasern zusammenhängende und sich färbende dünne Streifen.

Bei *Lima* ähnelte die Beschaffenheit dieser Streifen vollständig jener der Querstreifen auf dicht dabei liegenden Fasern. Eine eingehendere Untersuchung an diesem Object wird ergeben müssen, ob Schwalbe's Ansicht, dass die doppelt schräggestreiften eine Übergangsform zu den quergestreiften Fasern darstellen, sich wenigstens für einen Theil dieser Fasern begründen lässt.

Dass Engelmann's Anschauung hinsichtlich des Vorhandenseins zweier verschieden verlaufender Fibrillen-Systeme, die übrigens Schwalbe für *Hirudo* (14, S. 219) schon vorher ganz ähnlich ausgesprochen hatte, für gewisse doppelt schräggestreifte Fasern begründet scheint, wird aus meinen folgenden Mittheilungen über die Musculatur der Cephalopoden hervorgehen. Inwieweit dieselbe aber für die doppelt schräggestreiften Fasern von *Ostrea* anwendbar ist, muss ich unentschieden lassen.

Ich fand hier diese Fasern auch in nach Engelmann's Angaben gespannt in $^1/_3$ Alkohol fixirten Objecten im glasigen Antheil des Schliessmuskels neben homogenen und neben dünnen, längsgestreiften Fasern in sehr erheblicher Zahl (IV, 10), während die Fasern des sehnigen Antheils sich dabei durchaus längsgestreift zeigten. Es scheint mir danach für *Ostrea* fraglich, ob man in dem Bilde, wie es Fig. 10 Taf. IV bei *a* wiedergibt, nur den Ausdruck eines Contractionszustandes zu erblicken hat.

Es ist mir ferner nicht unwahrscheinlich, dass die bis zu einem gewissen Grade dem eben angeführten Bilde ähnelnde zopfartige Durchflechtung der Fibrillen, deren ich bei *Pectunculus* erwähnte, und die man bei den verschiedensten fibrillären Muskelfasern zu finden vermag, auf einem Zusammenschnurren von plötzlich entspannten parallel verlaufenden Fibrillen beruht, wie man ein solches an parallel gespannten Fäden beobachten kann, wenn dieselben plötzlich entspannt werden, wobei auch eine Art Durchflechtung derselben eintritt.

Es ist mir dies nicht unwahrscheinlich, weil ich eine ganz analoge Durchflechtung in Schnittpräparaten an den Muskelsäulchen trüber Fasern von ausgeschnittenen Stückchen des grossen Brustmuskels der Haustaube beobachtet habe, während doch hier wohl an den unter normalen Verhältnissen geradlinigen und parallelen Verlaufe der Fibrillen, beziehungsweise Säulchen nicht zu zweifeln ist.

So scheint mir nicht alles was als Doppeltschrägstreifung erscheint, nach einem und demselben Schema erklärt werden zu können, und es wäre danach immer Sache besonderer Untersuchung zu ermitteln, worauf in diesem oder jenem Falle dieses eigenthümliche Bild zurückzuführen ist.

2. Gastropoden.

Untersuchte Objecte:

Chiton, Fissurella, Vermetus, Haliotis tubercul., Aplysia punctata und *limacina, Dolium galea, Carinaria mediterranea, Cassis, Cassidaria echinophora, Cerithium, Natica Josephin., Murex, Tritonium corrugatum, Pleurobranchaea Meckelii, Litorina* und *Helix pomatia.*

Bei den angeführten Gastropoden besteht ein ausgeprägter Farbenunterschied zwischen der Musculatur des Herzens und der Buccalmasse einerseits, die mehr oder minder lebhaft gefärbt ist, und jener des Fusses, die weisslich ist, anderseits. Am schwächsten fand ich diesen Unterschied bei *Helix pomatia*, wo sich sowohl die Herz- wie die Buccalmusculatur nur gelblich gefärbt erwies; bei den anderen Arten aber war die Buccalmasse durchwegs orangeroth (bei *Cassidaria*) bis purpurroth, das Herz (untersucht an *Murex, Cassis, Cerithium, Aplysia, Natica, Cassidaria, Carinaria, Tritonium, Pleurobranchaea, Dolium*) bei je einer sehr grossen *Aplysia limacina* und *Dolium galea* sowie bei *Murex* roth, von ähnlichem Farbenton wie das Froschherz, bei *Tritonium* fast purpurroth und bei den übrigen Arten gelblich bis röthlichgelb.

Der Farbstoff haftete in der Regel sowohl beim Herzmuskel als bei der Buccalmasse an kleinen, in den Muskelfasern vertheilten Körnchen, die meist in der Kerngegend besonders reichlich angehäuft waren; bei der Buccalmasse von *Chiton* fanden sich ausserdem an den dicken Muskelfaserbündeln haftende in kleinen Gruppen beisammenstehende grosse, granulirte runde Zellen, welche mehr oder weniger zahlreiche intensiv gelbroth gefärbte Schollen enthielten, welche Zellen Boll bereits beschrieben (66, S. 36) und Haller (76, S. 4) als Ausstülpungen einer den Muskel, womit wohl ein Muskelfaserbündel gemeint ist, einhüllenden protoplasma-

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge (MA). http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
Downloaded from The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

tischen Substanz gedeutet hat, für welche Anschauung ich aber weder an frischen Zupf- noch an Gold- oder Schnittpräparaten einen Anhaltspunkt finden konnte.

Bei der Färbung der Buccalmasse im Ganzen kommt übrigens auch die Farbe der Hornlippen und Reibplatte, sowie an der Buccalmasse etwa anhaftender pigmenthaltiger Zellmassen in Betracht. Bei *Carinaria mediterranea* wenigstens fand ich, dass die am lebenden, bekanntlich durchsichtigen Thiere tiefrothe Färbung der Buccalmasse nach dem Abpräpariren der umgebenden rothpigmentirten Zellmassen und der Hornplatten nur ganz leicht rosig erschien.

Ob, wie Lankester (S. 13) angibt, die Rothfärbung der Buccalmasse auf Hämoglobin zurückzuführen ist und ob die Pigmentschollen in den der Buccalmusculatur von *Chiton* anhaftenden Zellen wirklich identisch sind mit analogen Gebilden in der Hämolymphe dieses Thieres wie Haller (77, S. 62) behauptet, habe ich nicht untersucht.

Bei *Carinaria* ist auch der zur Flosse umgestaltete Theil des Fusses im Gegensatz zu dem übrigen farblosen Körper, anscheinend im Zusammenhang mit sehr dichter Gefässverästelung röthlich gefärbt, was besonders an der dickeren Saugnapfgegend hervortritt. Es sei gleich hier hervorgehoben, dass diese Flosse in fast unaufhörlichen, den Bewegungen einer Schiffsschraube ähnelnden Schwingungen begriffen ist, und dass nach dem Abschneiden derselben die Bewegungen des Thieres nur auf plumpe und träge Biegungen des Leibes eingeschränkt sind, dass also diesem zarten Gebilde eine wesentliche und im Verhältniss zu seiner Masse grosse Aufgabe bei der Ortsbewegung zukommt. Die weitaus überwiegende Zahl der Muskelfasern dieses flossenartigen Fusstheiles von *Carinaria* hat eine verhältnissmässig schmale Rindensubstanz und eine dicke, ziemlich grobe, in Chlorgold sich vollständig und intensiv färbende Körner enthaltende Marksubstanz (I, 14, 15, 18; IV, 26). Es ist dies jener Typus der spindelförmigen Muskelfasern, welchen ich in der Buccalmasse und der Herzmusculatur fast sämmtlicher untersuchter Gastropoden, auch bei *Helix pomatia*, wo diese Muskeln, wie erwähnt, nur ganz schwach gelblich gefärbt sind, weitaus überwiegend vertreten fand, während die Musculatur des Fusses dieser Thiere, von gewissen Ausnahmen abgesehen, ganz vorwaltend aus Fasern zusammengesetzt ist, die nur an den Kernen etwas reichlichere körnige Massen, im Übrigen aber nur einen feinen, in der Regel nur durch einen Theil der Spindelzellen sich erstreckenden Körnchenstrang aufweisen (I, 22, 29; IV, 24, 25).

Bei dem einen Typus von Muskelfasern überwiegt also die Mark-, bei dem anderen aber die Rindensubstanz, und der eine Typus kann als protoplasmareich dem anderen, protoplasmaarmen Typus gegenübergestellt werden.

Wie ersichtlich ist, fällt auch bei den Gastropoden Pigmentirung der Fasern und Reichthum an Körnchen im Ganzen zusammen, und es kann die pigmentirte Musculatur im Ganzen als trüb, die weisse Musculatur als hell bezeichnet werden. Dass aber der Grad der Pigmentirung und der Fasertrübung durchaus nicht parallel gehen, lehrt ein Vergleich der Farbenabstufungen der Herz- und Buccalmusculatur der Gastropoden mit der Structur ihrer Fasern. Bei *Helix pomatia* z. B., wo die Pigmentirung eine äusserst schwache ist, ist die körnige Marksubstanz nicht minder massenhaft wie bei den anderen Arten (I, 27).

Auf den Zusammenhang zwischen Farben- und Structurunterschied an der Musculatur der Gastropoden hat, soweit ich ermitteln konnte, zuerst Schwalbe aufmerksam gemacht. Kurz nachher hat auch Boll (66, S. 30) darauf verwiesen, dass an der Buccalmasse von *Neritina* der körnige „Centralstreifen ziemlich stark entwickelt" ist, während derselbe „in den gewöhnlichen Muskelfasern sehr schmal und fast verschwindend" ist. Bei *Helix*, wo ich alle einzelnen Muskeln untersuchte, fand ich die protoplasmareichen Fasern auch nur auf das Herz und die Buccalmasse beschränkt. Selbst im Tentakelmuskel und Retractor oesophagi fand ich nur protoplasmaarme Fasern.

Dass aber auch ausserhalb jener Muskeln die Fasern mit schmaler Rinden- und breiter Marksubstanz vorwalten können, lehrt die vorerwähnte Beobachtung an der Flossenmusculatur von *Carinaria*.

Ich fand ausserdem am Kopf von *Aplysia punctata*, wohl dem Retractor der Tentakeln angehörende Muskelmassen, in denen dieser Fasertypus überwog. Ferner fand ich in dem myxomatösen Gewebe des Fusses

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library, the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original from The Biodiversity Heritage Library. http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

von *Pleurorbanchaea* zahlreiche Fasern, an denen in der Kerngegend beträchtliche Ansammlungen von feinkörniger Substanz vorhanden waren (IV, 28, 29), von denen ein oder mehrere Längszüge feiner Körnchen ausgingen, die sich zuweilen bis gegen das Ende der Spindel hin erstreckten.

Die Rindensubstanz letzterer Fasern, an denen zuweilen unzweifelhaft Verzweigung nachzuweisen war, erwies sich auf Quer- und Längsschnitten deutlich fibrillär und in der Gegend der oft hernienartig vorspringenden Kerne oft nur einseitig angelegt (IV, 28), so dass an der anderen Seite das feinkörnige kernhaltige Protoplasma sich nur von Sarcolemma bedeckt verwölbte, welches letztere an zerklüfteten Fasern deutlich hervortrat (IV, 30).

Ebenso fand ich in den schmalen, das myxomatöse Gewebe des Fusses durchsetzenden Muskelbändern von *Carinaria* zahlreiche Fasern, welche eine äusserst dünne Rinde und eine dicke, verhältnissmässig grobe Körner enthaltende Marksubstanz aufwiesen. An Goldpräparaten zeigten diese, oft nur in einfachen Reihen angeordneten Körner nur an ihren Randpartien Färbung (I, 16, 17), und in den Fällen, wo dieselben aneinanderstossend regelmässig angereiht waren, entstand eine Art Querstreifung in der Marksubstanz, die durch die Verschmelzung der aneinanderstossenden Ränder dieser Körner bedingt war (I, 16).

Neben diesen protoplasmareichen, auf gefärbten Querschnitten schon durch ihre schwache Färbung abstechenden Fasern fanden sich hier allerdings in Überzahl solche, bei denen die an einem Theile dieser Fasern homogene und sehr stark, an einem anderen fibrilläre und etwas weniger stark sich färbende Rinde überwog und die Marksubstanz nur als dünner Axenstrang auftrat (IV, 21, 22),

Die Angabe, dass die pigmentirte Musculatur der Gastropoden trüb, die weisse Musculatur dagegen hell ist, ist überhaupt nicht so zu verstehen, dass in der ersteren gar keine protoplasmaarmen, in der letzteren keine protoplasmareichen Fasern vorkommen. An der Buccalmasse fand ich sogar zuweilen in einzelnen Schnittreihen, deren anatomische Lage ich nicht anzugeben vermag, die protoplasmaarmen Fasern überwiegend, während ich dieselben am Herzen, und umgekehrt, abgesehen von den eben besprochenen Ausnahmen, die protoplasmareichen Fasern am Fuss nur vereinzelt oder in ganz kleinen Gruppen eingestreut fand.

Oft enthielten die protoplasmaarmen Fasern auch nicht blos einen feinkörnigen Axenstrang, sondern zwei oder mehrere, und es fand sich zuweilen eine Schlängelung oder schleifenförmige Umbiegung desselben, — Verhältnisse, die insbesondere an Goldpräparaten recht klar hervortreten (I, 25, 29).

Eine ausgeprägte fibrilläre Structur konnte ich an den hellen Fasern in der Regel nicht entdecken; bei *Chiton* (IV, 27) und *Litorina* aber fand ich den vorwaltend nicht fibrillären Fasern des Fusses zahlreich solche beigemengt, die nicht nur fibrilläre Zeichnung auf dem Längs- und Querschnitt, sondern auch Zerfall in Fibrillen an den Rissenden erkennen liessen.

Noch mannigfaltiger als jene der hellen fand ich die Erscheinungsformen der trüben Fasern. Im Allgemeinen liessen sich dieselben scheiden in solche an denen die Rindensubstanz äusserst dünn, auf Querschnitten kaum sichtbar war (IV, 23, 31), und solche mit dickerer, gegen die Marksubstanz deutlich abgesetzter Rinde (IV, 14, 37). Da sich zwischen beiden Faserarten manche Übergangsformen fanden, an denen die Rinde nur theilweise und mehr oder weniger verdickt erschien, so dürfte wohl die Annahme berechtigt erscheinen, dass die letztere aus der ersteren Faserart hervorging, ebenso die Annahme, dass die Fasern mit spärlichem, auf einen feinen Axenstrang reducirten Protoplasma das Endstadium der Entwickelung bilden. In der Regel scheint die Rindenbildung von der Peripherie der protoplasmatischen Zelle ausgehend in continuirlicher Schicht zu erfolgen, so dass das körnige Protoplasma auf die Faseraxe beschränkt wird (IV, 15, 24, 32, 38). An der Buccalmasse von *Cerithium, Tarinaria* (IV, 12), *Cassis, Murex* und *Aplysia limacina* (IV, 14) und *punctata*, sowie am Herzen von *Cassis, Tritonium, Murex* und *Aplysia limacina* und *punctata* aber liessen sich wenigstens an einem Theile der Fasern auch zwischen den Fibrillen der Rinde Körnchen entdecken. An der Herzmusculatur von *Cassis* waren diese Körner an einem Theile der Fasern sehr grob und traten an gefärbten Querschnitten wie Lücken, von der gefärbten fibrillären Substanz sich scharf abhebend, hervor (IV, 35). An diesen Fasern fehlte auch eine deutlich abgegrenzte centrale Markmasse. Ähnliche Verhältnisse fand ich an den Fasern der Buccalmasse von *Chiton*, wo auch keine deutlich abgegrenzte centrale Markmasse zu finden

Digitized by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

war (IV, 13), dagegen zahlreiche gröbere durch Chlorgold zum Theil nur an den Randpartien gefärbte Körner zwischen den Fibrillen lagen, die an den an Rissenden hervorragenden Fibrillen, diesen ein varicöses Aussehen verleihend, hafteten (I, 32; IV, 19).

Die zwischen den Fibrillen liegenden Körnchen erwiesen sich oft in regelmässigen Querreihen angeordnet, so dass hiedurch eine Art Querstreifung der Faser bedingt wurde, ein Vorkommniss, auf welches Kölliker an der Musculatur von Mollusken bereits vor längerer Zeit aufmerksam gemacht hat (78, S. 111), und welches eine gewisse Analogie bei den Würmern besitzt, bei welchen zuweilen (so bei *Nereis* und *Terebella*) zwischen den platten Muskelfaserzellen liegende Körnchen den Faserbündeln, wenn in ihnen die Zellen auf der Kante liegend beobachtet werden, den Anschein der Querstreifung verleihen. Wie aber auch bei den Würmern Fasern mit echter Querstreifung vorkommen, so bei *Sagitta bipunctata*, wo man Spindelzellen mit in Hämytoxylin sich färbenden Querstreifen aus der Leibeswand isolirt erhält, an deren Querstreifen zuweilen noch eine feine Längsstrichelung oder auch eine Sonderung in zwei Theile durch die Hensen'sche Mittelscheibe zu beobachten ist (III, 41), so findet sich solche echte Querstreifung auch an den Muskelfasern der Gastropoden öfter, wo ich sie an der Rindensubstanz eines Theiles der Herzmuskelfasern an Schnittpräparaten von *Dolium, Cassidaria, Carinaria, Aplysia limacina* und *punctata* sowie eines Theiles der Buccalmuskelfasern von *Haliotis* fand (IV, 17, 39—41). An der Buccalmasse von *Carinaria* dagegen, wo nach einem Citate Paneth's (79, S. 266) Gegenbaur Querstreifung beobachtete, konnte ich solche nicht entdecken, womit ich jedoch keineswegs das Vorkommen derselben läugnen will, da ich ja auch an den vorher angeführten Objecten, ebenso wie Boll am Schlundkopf von *Neritina fluviatilis* (66, S. 25), immer nur einen Theil der Fasern quergestreift fand, und keineswegs die ganze Buccalmasse von *Carinaria* auf diese Frage hin durchsucht habe.

An den Fasern der Herz- und Flossenmusculatur von *Carinaria* fand ich dagegen eine durch regelmässige Anordnung der Körnermassen in der Marksubstanz bedingte Art von Querstreifung (IV, 42, 26), eine Erscheinung, die ich ausserdem besonders ausgeprägt an der Herz- und Buccalmusculatur von *Cassis* (I, 21) beobachtete, auf welche übrigens auch schon Schwalbe (14, S. 238), namentlich in Bezug auf die Mundmasse von *Patella* aufmerksam gemacht hat.

An den Herzmuskelfasern von *Aplysia* und *Murex* aber war selbst an den an Rissenden hervorstehenden Fibrillen die Querstreifung noch als ein System feiner dunkler Linien bemerkbar (IV, 43), eine Erscheinung, die v. Ihering von der Buccalmasse von *Chiton* beschrieben hat (80), wo ich sie aber nicht aufzufinden vermochte.

An den trüben Fasern mit dickerer Rindenschicht war auf dem Querschnitt die Durchsetzung der Fibrillen von Körnchen öfter durch eine deutliche Punktirung ausgeprägt. An den Fasern der Buccalmasse von *Aplysia limacina* war nach Behandlung mit Chlorgold sogar eine zierliche durch die Färbung der die Fibrillen einscheidenden Kittmassen bedingte Felderung der Rindensubstanz zu sehen (I, 26).

An der Rindensubstanz eines Theiles der Herzmuskelfasern von *Aplysia limacina* (IV, 37) und *punctata*, sowie der Buccalmuskelfasern dieser beiden Gastropoden und von *Litorina*, minder deutlich an den Buccalmuskelfasern von *Helix*, war auf dem Querschnitte eine radiäre Streifung zu sehen, wie sie in ausgeprägtester Weise bei den Hirudineen vorkömmt, wo Wagener sie zuerst beobachtete (68, S. 220). Indem ich auf III, 35—38, welche diese Erscheinung bei den Hirudineen, die durch Einbiegung der Rindensubstanz bedingte Zeichnung des Längsschnittes der Fasern sowie das Vorkommen protoplasmaarmer Fasern neben jenem gewissermassen klassischen Typus von protoplasmareichen nach Schnittpräparaten von *Hirudo medicinalis* in wohl ausgeprägter Weise wiedergeben, verweise, habe ich noch anzuführen, dass ich ebensowenig hier wie an den radiären Lamellen der vorher erwähnten Gastropodenmuskelfasern an Schnittpräparaten eine fibrilläre Zeichnung der Lamellen wahrzunehmen vermochte.

Nach Beobachtungen an der Herzmusculatur von *Aplysia limacina* und *punctata* ist es mir wahrscheinlich, dass diese Lamellenbildung dadurch bedingt wird, dass die fibrilläre Substanz an der Peripherie der Zelle nicht, wie bei den Gastropoden in der Regel in einer zusammenhängenden Lage, sondern an mehreren, mehr oder weniger entfernt von einander liegenden Punkten gleichzeitig angelegt wird (IV, 33, 34, 36).

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

An einem Theile der protoplasmareichen Fasern der Buccalmasse von *Carinaria* und des Herzens von *Dolium* fand ich die verhältnissmässig breite Rindensubstanz ganz homogen.

Die Fibrillen sah ich in der Regel der Längsaxe parallel laufend, so dass ich geneigt bin, die an den Rissenden zuweilen bemerkbare Kreuzung derselben nur auf eine durch Zusammenschnurren der entspannten Fibrillen bedingte Verflechtung zu beziehen.

Nicht immer erwies sich die Marksubstanz auf dem Querschnitt körnig. Ob es sich nicht in diesen Fällen meist nur um ein Herausfallen von nur locker in die Rinde eingefügten Körnchen handelte, kann ich nicht entscheiden. Mancherlei sprach übrigens dafür, dass mit der Anlage der Rindensubstanz im Centrum der protoplasmatischen Zelle Erweichungsvorgänge einhergehen und es fanden sich auch Querschnitte, an denen ausser einer grossen centralen Lücke eine periphere Zone von körniger, durch Chlorgold gefärbter Substanz zu finden war (I, 24).

Die körnigen Massen der Marksubstanz fand ich wie Schwalbe von verschiedenem Korn (I, 14—19, 21, 28; IV, 16, 18—20), selbst innerhalb derselben Faser. In der Regel färbten sich dieselben in Chlorgold im Ganzen. Der beobachteten Ausnahmen hievon habe ich bereits gedacht, will aber nochmals auf die bläschenartigen grossen, nur an der Peripherie sich färbenden Körner von *Carinaria* verweisen, die sichtlich aus zweierlei Substanzen bestehen.

Sowie die Structur- fand ich auch die Kaliberverhältnisse der Muskelfasern bei den Gastropoden an den trüben und hellen, namentlich aber an den ersteren Muskeln wechselnd, was allerdings nicht lediglich aus Querschnitten erschlossen werden durfte, da diese bei der starken Ausbauchung gewisser Spindelfasern nach der Stelle, an welcher diese vom Schnitt getroffen werden, begreiflicherweise im Durchmesser wechseln können.

Die Kerne der Muskelfasern fand ich in der Regel länglich, chromatinarm, in der Faseraxe liegend. Abweichend liegen, wie ich früher schon hervorhob, die zugleich kugeligen, chromatinreichen Kerne bei gewissen Fasern von *Pleurobranchaea*, und Weissmann (63, S. 52) hat bei *Helix pomatia* an den Herzmuskelfasern die Kerne seitlich gelagert, eine Hervorragung bildend und zuweilen an einem schmalen Stiel sitzend gefunden. Seitenständig, wie der Kürze des Ausdrucks wegen diese Lagerung bezeichnet werden kann, liegen die Kerne auch an den dünnen Herzmuskelfasern von *Murex*.

Es besteht also auch in diesem Punkte grössere Mannigfaltigkeit an der Musculatur der Gastropoden als Boll annahm, da er behauptete, dass der Kern bei „allen Molluskenclassen ausnahmslos“ (66, S. 27) innenständig sei.

Wie viel von allen den geschilderten Mannigfaltigkeiten nur auf Entwickelungsvorgänge zu beziehen ist, die an den verschiedenen Fasern etwa nur bis zu verschiedenen Stufen vorgeschritten sind, lässt sich freilich nicht ohneweiters entscheiden. Dass aber die Verschiedenheit zwischen der Musculatur der Buccalmasse und des Herzens einer- und der übrigen Musculatur anderseits nicht als ein zufälliges Vorkommniss anzusehen ist, dürfte wohl zur Genüge daraus erhellen, dass dieselbe bei den verschiedensten Gastropoden die Regel bildet. Kann aber, wie dies mit Weissmann von verschiedenen Autoren angenommen wird, das körnige Protoplasma in der Muskelfaser als Rest der Bildungszelle angesehen werden, so bedeutet das Vorwalten der trüben Fasern in der Buccal- und Herzmusculatur der Gastropoden, wie dies schon Leydig, wie ich früher anführte, mit Bezug auf das gekörnelte Aussehen der Herzmusculatur der Wirbelthiere ausgesprochen hat (16, S. 157), ein Stehenbleiben dieser Muskeln auf embryonaler Bildungsstufe.

Fragen wir uns aber nach den Functionsunterschieden zwischen der Herz- und Buccalmusculatur einer- und der Fussmusculatur anderseits, so ergibt sich, dass die erstere Musculatur eine im Verhältniss zu ihrer Masse sehr bedeutende Arbeit zu vollbringen hat.

Für die Buccalmasse hat dies unter Hinweis auf die zu bewegende Bewaffnung derselben, wie ich eingangs erwähnte, schon Lankester hervorgehoben. Wer einmal das reizende Schauspiel der Herzbewegung bei der durchsichtigen *Carinaria mediterranea* beobachtet hat, wird nicht in Zweifel darüber sein, dass auch

hier eine bedeutende Kraftleistung vorliegt. Bezüglich des Herzens ergibt sich weiter von selbst, dass es sich nicht blos um eine grosse, sondern auch um anhaltende Arbeit handelt.

Die Beobachtung von *Carinaria*, bei der sehr häufig wiederkehrende Contractionen der Buccalmasse stattfinden, macht es mir ferner wahrscheinlich, dass auch hier die Thätigkeit eine anhaltendere ist als bei der übrigen Musculatur.

Mit dieser Anschauung steht ferner auch die angegebene Beschaffenheit der Flossenmusculatur von *Carinaria* in Übereinstimmung, auf deren anhaltende Thätigkeit und wesentliche Betheiligung an der Ortsbewegung ich früher aufmerksam gemacht habe, sowie der Umstand, dass auch bei den Lamellibranchiaten die Herzmusculatur protoplasmareich ist.

Wohl dürfte es zunächst paradox erscheinen, dass gerade die nach Kraft und Dauer der Leistung am meisten in Anspruch genommene Musculatur gewissermassen auf einer tieferen Stufe der Entwickelung verharren soll. Wenn wir aber bedenken, dass die formative Kraft des embryonalen Gewebes sich ja auch auf den Wiederersatz ausdehnt, so wird es kaum als absonderlich erscheinen können, wenn in den thätigsten Muskeln ein verhältnissmässig grosser Theil des Bildungsmaterials nicht in fibrilläre Substanz umgewandelt wird, sondern zum Wiederersatz des bei der Thätigkeit dieser Verbrauchten zurückbehalten bleibt, wobei es ganz fraglich gelassen werden muss, ob dieser Wiederersatz etwa in Neubildung zersetzter fibrillärer Substanz oder nur in der Zufuhr gewisser verbrauchter Stoffe besteht.

An der überaus lebhaft sich bewegenden Flosse von *Carinaria* sowie an dem Herzen dieses Thieres, an dem ich 54 Zusammenziehungen in der Minute beobachtete, in Gegenüberstellung zu der sehr trägen Zusammenziehung des Gastropodenfusses stossen wir ferner auf Beobachtungen, welche gegen die Annahme sprechen, dass die protoplasmareiche Musculatur sich immer träg, die protoplasmaarme dagegen flink zusammenzieht.

3. Cephalopoden.

Untersuchte Objecte:

Octopus vulgaris und *tetracirrhus*, *Sepia*, *Eledone moschata*, *Rossia macrosoma*, *Ommastrephes sagittatus*.

Bei den untersuchten Cephalopoden fand ich einen deutlichen Unterschied der Farbe zwischen der Musculatur der Buccalmasse und des Herzens, die gelblich, und jener des Mantels und der Arme, die weiss gefärbt ist. Die gelbliche Färbung der ersteren Musculatur schien auch hier wieder ausschliesslich oder wenigstens vorzugsweise durch den gelblichen Farbenton der zahlreichen, in dieser Musculatur enthaltenen Körnchen bedingt zu sein.

Auch hier lässt sich die erstere, an körnigem Protoplasma sehr reiche Musculatur als trüb der anderen protoplasmaarmen hellen Musculatur gegenüberstellen.

Die zu mannigfach verzweigten Bündeln zusammengefassten Spindelzellen der Herzmusculatur (untersucht bei *Octop. vulg.* und *tetr.*, *Eledone* und *Ommastrephes*) erwiesen sich aus einer zumeist verhältnissmässig dünnen Rinden- und mächtigen körnigen Marksubstanz zusammengesetzt (I, 42; IV, 44—46); die Rinde war deutlich quergestreift und bei *Ommastrephes* fibrillär, oder richtiger aus dünnen Blättern zusammengesetzt (IV, 44—46). Die dunklen Querbänder waren viel schmäler als die hellen, färbten sich in Hämatoxylin und in Chlorgold stark und blieben bei gekreuzten Nicols dunkel, während die hellen Bänder in letzterem Falle an Stellen, wo nicht die körnige Markmasse das Bild zu sehr trübte, lebhaft glänzten.

An der Buccalmasse fanden sich bei allen untersuchten Objecten (*Octop. vulg.* und *tetrac.*, *Rossia*, *Sepia*, *Eledone*) zweierlei Fasern, und zwar in der Minderzahl solche von grösserem Breitendurchmesser und verhältnissmässig breiterer Rindenschicht und schmälere mit sehr dünner Rinde. An den ersteren Fasern war auf dem Querschnitt zumeist eine sehr deutliche radiäre Streifung der Rinde sichtbar, deren Zeichnung, wie aus den beigegebenen Abbildungen ersichtlich ist, an den einzelnen Faserdurchschnitten sehr wechselte (I, 36, 39—41; V, 1, 3, 4, 9). An einer Anzahl von Querschnitten war diese Streifung blos auf einen Theil des Querschnittes

Digitized by Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Online version from the Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

beschränkt, nicht wenige solche Querschnitte endlich zeigten gar keine Zeichnung der Rindensubstanz (V, 3).

Mannigfaltig war die Längsansicht dieser Fasern (V, 10—13). Meistens erwiesen sie sich an dem einen Ende kolbig, am anderen spitz ausgezogen, dabei von sehr verschiedener Länge, zum Theil aber waren sie auch an beiden Enden kolbig oder an beiden spitz, ähnlich wie dies Margo (81, Fig. 7) nach einem Präparate vom Mantel von *Octopus* abgebildet hat. Die Marksubstanz erstreckte sich beiderseits spitz zulaufend, in der Regel bis nahe an beide Faserenden und bestand aus ziemlich dicht beisammenstehenden, den länglichen Kern verhüllenden, in Hämatoxylin und Chlorgold sich kräftig färbenden feinen Körnchen (I, 34, 35). Zuweilen war eine, an Kerntheilungserscheinungen erinnernde Einschnürung oder Theilung der im Ganzen ziemlich massigen Marksubstanz innerhalb einer Faser wahrnehmbar (V, 10, 12).

Die Rindensubstanz erwies sich auf der Längsansicht dieser Fasern zumeist doppelt schräggestreift. Die dunklen Streifen waren in der Regel sehr fein, viel feiner als die zwischenliegende helle Rindensubstanz, zuweilen aber auch etwas weniger fein und liessen sich dann wohl auch mit sehr starken Vergrösserungen in zwei durch einen hellen Zwischenraum getrennte Linien auflösen, von denen die eine etwas stärker war. Sie färbten sich in Hämatoxylin und Chlorgold (I, 33—34) und hoben sich bei gekreuzten Nikols dunkel von der übrigen, mehr oder minder lebhaften Silberglanz zeigenden Rindensubstanz ab. Den Winkel, in welchem die schrägen Streifen dieser Fasern die Axe der letzteren schneiden, habe ich nicht gemessen, doch dürfte er sich meist nicht viel von 40—50° entfernt haben. An einzelnen Fasern aber näherten sich diese Streifen mehr der Querlage. An den kolbigen Faserenden, zuweilen, namentlich an Goldpräparaten auch im Faserverlauf, liess sich ein gebogener Verlauf dieser Linien erkennen.

Bei oberflächlicher Einstellung auf diese Fasern war nur das eine System dieser Streifen scharf, bei tieferer die körnige Markmasse durch diese Streifen wie getheilt, bei noch tieferer rein, ohne alle Streifung sichtbar, die dann nur an der Rindensubstanz noch undeutlich kennbar war; bei noch tieferer Einstellung endlich traten die anderen gekreuzt verlaufenden Streifen, doch nicht so scharf ausgeprägt wie die ersteren hervor (V, 12 *a*, *b*, *c*).

Diese Schrägstreifen erstreckten sich meist von einem zum anderen Faserende; an einzelnen Fasern aber waren sie nur auf ein Stück derselben beschränkt. Nicht selten stiess man bei flüchtiger Betrachtung auf dachsparrenartig gezeichnete Fasern.

Bei näherer Untersuchung erwies sich dann aber, dass dabei wohl in Folge abweichender Lagerung der Fasern auf die eine Hälfte ihrer Vorder- und die andere ihrer Hinterfläche visirt worden war, und die Handhabung der Stellschraube brachte die anderen Hälften der schrägen Linien zum Vorschein. An einer Reihe von Fasern dieser Kategorie war gar keine Structurzeichnung der Rinde zu bemerken.

Die Fasern der anderen Kategorie (V, 14—18) hatten zum Theil auch keine Structurzeichnung der Rinde, zum Theil aber zeigten sie scharf ausgeprägte Längsstreifung mit nahezu aber nicht vollständig parallelem Verlauf dieser Streifen zur Faseraxe, was namentlich an Stellen, wo die körnige Marksubstanz fehlte, deutlich zu verfolgen war. Letztere enthielt weiter auseinanderstehende feine Körnchen, die Fasern selbst waren sehr lang gestreckt und in der Kerngegend leicht ausgebaucht.

Ob und in welcher näheren Beziehung diese beide Faserkategorien zu einander stehen, muss ich ganz dahingestellt sein lassen. Margo, der nach Untersuchungen am Mantel von *Octopus* dünnere und dickere Muskelfasern bei den Cephalopoden unterscheidet, deren erstere entweder ganz homogen seien oder einen centralen, „mit farbloser homogener und wenig lichtbrechender Substanz erfüllten Hohlraum“ und eine dünne stark lichtbrechende Rindenschicht haben, während letztere eine körnige Marksubstanz und eine „quergestreifte Rinde“ haben, deren Querstreifen „nicht selten etwas schief zur Axe der Muskelfaser verlaufen“ (81, S. 569), führt die letzteren auf Verschmelzung von Sarcoplasten, d. h. von kleinen spindeligen oder rhombischen Zellen derselben Structur zurück, welche ich, wie vorher bemerkt, in der Buccalmasse der Cephalopoden auch häufig gefunden habe.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ich habe daselbst aber sowie am Arm dieser Thiere weder in Zupfpräparaten noch in den ungemein zahlreichen Schnittpräparaten, die ich durchmustert habe, irgend etwas gefunden, was für das Entstehen der längeren doppelt schräggestreiften Fasern durch die Verschmelzung von kleineren Elementen spräche.

Die mannigfaltigen Abstufungen von sehr kurzen doppelt schräggestreiften Elementen zu lang gezogenen derartigen Fasern machen es mir vielmehr wahrscheinlich, dass auch letztere nur durch das Auswachsen je einer Zelle entstehen. Das Vorhandensein solcher Fasern mit homogener oder nur an einem Theil gestreifter Rindenschicht legt ausserdem den Gedanken nahe, dass mit den Wachsthumsvorgängen auch Änderungen der Structurverhältnisse verknüpft sind. Ob diese aber zum Auftreten oder zum Verschwinden des blätterigen Baues führen, vermag ich ebensowenig zu sagen, wie, ob etwa genetische Beziehungen zwischen der ersten und der zweiten beschriebenen Faserkategorie bestehen.

Ganz unwahrscheinlich aber ist es mir, dass die erstere Faserkategorie mit stark schrägem Fibrillen- oder richtiger Blätterverlauf etwa nur einen Contractionszustand der zweiten Faserart darstellt, deren Fibrillen, wo solche sichtbar sind, fast parallel zur Faseraxe verlaufen.

Margo bezeichnet die erste Faserart, die gewissermassen als klassischer Typus der doppelt schräggestreiften Fasern gelten kann, als quergestreift und führt die Querstreifung auf regelmässig in die Rindensubstanz eingelagerte Körnchen zurück, die er als sarcous elements bezeichnet, welche er bei Untersuchung mit Hilfe des farbigen polarisirten Lichtes unter Verwendung von Selenitplättchen eben sowie die Körnchen der Marksubstanz anisotrop fand (81, S. 570). Da ich die Polarisationserscheinungen an diesen Muskelfasern nur an Alkoholpräparaten und ohne Verwendung von Gyps- oder Glimmerplättchen untersuchte, kann ich über diesen, für die Deutung der betreffenden Structur wichtigen Punkt nichts aussagen. Richtig ist es, dass man die schrägen Streifen bei Verwendung starker Vergrösserungen nicht selten in kleine Körnchen auflösen kann. Auch unterscheiden sich diese Streifen von der interfibrillären Substanz höherer Thiere dadurch, dass sie sich auch an Alkoholpräparaten in Hämatoxylin kräftig färben. Da ich aber bei diesen Muskelfasern auch die feinen radiären Linien des Querschnittes, die man wohl nur als interfibrilläre Substanz auffassen kann, durch Hämatoxylin intensiv gefärbt fand und ich, wie ich im zweiten Abschnitt dieser Abhandlung auseinandersetzte, die Hämatoxylinfärbung überhaupt nicht als ein untrügliches Unterscheidungsmerkmal zwischen fibrillärer und interfibrillärer Substanz betrachten kann, vermag ich aus diesem Umstande allein einen weitergehenden Schluss nicht zu ziehen.

Weit näher liegend als die Deutung Margo's scheint mir nach den von mir angeführten Beobachtungen die Annahme der von Schwalbe für die Hirudineen aufgestellten Ansicht (14, S. 219), dass die die Faser zusammensetzenden Muskelblätter in zwei spiraligen Systemen, „von denen das eine der dem Beobachter zugekehrten, das andere der entgegengesetzten Seite der contractilen Rinde angehört", um die Marksubstanz herumlaufen.

Doch sind die Trennungslinien der Muskelblätter bei den Fasern der Cephalopoden, um die es sich hier handelt, weit kräftiger, der Verlauf der Spiralen weit weniger steil als ich dies bei *Hirudo medicinalis* fand, dessen Fasern in Bezug auf diese beiden Punkte mehr der zweiten Faserkategorie an der Buccalmasse der Cephalopoden ähnelu.

Am Arm der untersuchten Objecte (*Octopus tetrac.* und *vulgaris, Eledone, Sepia)* fand ich das Protoplasma fast durchwegs auf einen feinen axialen Faden eingeschränkt (I, 37, 38; V, 5—7), während an der Buccalmasse solche protoplasmaarme Fasern nur ganz vereinzelt vorkommen, wie Längsschnitte oder Zupfpräparate erwiesen, da Querschnitte mit Rücksicht auf die spitzen Enden der centralen Protoplasmamassen und die im Verlaufe derselben vorkommenden Einschnürungen für diese Frage nicht als entscheidend angesehen werden können.

Die Muskelfasern am Arm, beziehungsweise an den Saugnäpfen der untersuchten Arten waren zumeist lang ausgezogen, von geringem Breitendurchmesser, in der Kerngegend etwas verbreitert, die Rindensubstanz auf dem Längs- und Querschnitt theils homogen, theils fibrillär gezeichnet, mit feiner Punktirung des Querschnittes und zu der Faseraxe nahezu parallelen Längsstreifen. Fast stets fanden sich aber vereinzelt oder

in kleinen Gruppen breitere deutlich schräggestreifte (I, 37), auf dem Querschnitt strahlig gezeichnete Fasern in den Präparaten eingesprengt (V, 5, 8), doch war auch an diesen Fasern die Marksubstanz in der Regel auf einen dünnen Axenstrang eingeschränkt. Fasern mit dünner Rinde und dicker Marksubstanz, wie sie in der auf V, 8 wiedergegebenen Gruppe sich finden, kamen hier nur ganz ausnahmsweise vor.

So stellt sich also auch bei den Cephalopoden als ein wesentlicher Unterschied zwischen der weit thätigeren Herz- und Buccal- und der Armmusculatur heraus, dass die Fasern der ersteren weit reicher an Bildungsmaterial sind als die der letzteren.

Mit diesem Unterschiede fällt auch hier wieder ein Farbenunterschied zusammen, über dessen Bedeutung aber bei dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse über die Beschaffenheit und die Rolle der Farbstoffe bei den niederen Thieren nichts ausgesagt werden kann.

Schliesslich muss ich noch bemerken, dass ich die Kerne bei allen untersuchten Muskelfasern von Cephalopoden länglich, theils ärmer, theils reicher an Chromatin und durchwegs innenständig fand.

4. Thaliacea.

Untersuchte Objecte:

Muskelbänder des Mantels von *Salpa maxima africana* und *Salpa Telesii* und Herzmusculatur der letzteren Art.

Eine Pigmentirung habe ich an der Salpenmusculatur nicht wahrzunehmen vermocht. Wohl aber bilden die Muskelfasern der dünnen Muskelbänder des Mantels ein geradezu ausgezeichnetes Beispiel protoplasmareicher Musculatur.

Die Fasern dieser Musculatur sind ungemein lang, im Ganzen cylindrisch, aber an den Enden kegelförmig sich zuspitzend und zuweilen in einen feinen fadenförmigen Fortsatz auslaufend, dessen Zusammenhang mit einem spindeligen Gebilde sich nachweisen lässt. In einfacher Reihe nebeneinander gelagert, geben diese pallisadenartigen Muskelenden ein ganz eigenthümliches Bild (V, 23).

Die ungemein leicht in Säulchen und Fibrillen zerfallenden Fasern sind sehr ausgeprägt quergestreift (V, 22), wie dies Eschricht schon im Jahre 1841 angegeben hat (82, S. 43). Ob er mit der Angabe: „längs der Mittellinie in jedem Bündel zeigt sich bei stärkerer Vergrösserung eine Reihe heller Körperchen (Zellenkerne)“, wie Schwalbe anzunehmen scheint, das Vorhandensein einer körnigen Marksubstanz in diesen Fasern im Auge hatte, kann ich nicht entscheiden, da mir das dänische Original mit der beigegebenen Abbildung nicht zur Verfügung stand. In der Längsansicht der Fasern tritt von einer solchen körnigen Marksubstanz in der Regel nichts zu Tage.

Es erweist sich aber gerade hier recht klar, wie wichtig die Untersuchung des Querschnittes für die Kenntniss der Structur der Muskelfaser ist, denn auf diesem ist nicht blos eine mächtige feinkörnige centrale Markmasse sichtbar, sondern es gehen von da aus verhältnissmässig breite Strahlen dieser Masse bis an die Faserperipherie aus, die an dieser in dünnen keilförmigen Blättern angelegte Rindensubstanz durchsetzend (V, 19, 20).

Wir haben also hier eine Erscheinung, der wir bereits bei den Gastropoden und Cephalopoden begegneten, die radiäre Streifung der Rinde gewissermassen potenzirt vor uns. Und wenn Ranvier mit Bezug auf die überaus feine radiäre Streifung des Querschnittes der Fasernzellen von kleinen Arterien des Mesenteriums von Kaninchen sagt: „Diese Vertheilung des Protoplasma in dem contractilen Element erfüllt sicher eine wichtige Rolle in der Ernährung dieses Elementes. Nach dem was wir nämlich gegenwärtig vom Protoplasma wissen, sind wir berechtigt anzunehmen, dass es in der Muskelzelle dem Stoffwechsel der eigentlichen contractilen Elemente vorsteht“ (83, S. 494), — so gilt dies für die eben besprochenen Muskelfasern auch wieder gewissermassen potenzirt. Ziehen wir aber die Leistung dieser Fasern in Betracht, so finden wir, dass sie, in sehr dünnen Bändern zusammengefasst, einen verhältnissmässig sehr dicken Mantel rhythmisch verengen, um das Athemgeschäft zu besorgen, auf diese Weise aber zugleich auch die Ortsbewegung bei den weiten Wande-

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology. Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

rungen dieser Thiere vollführend. Wir sehen also, dass auch hier wieder Protoplasmareichthum und nach Dauer und Grösse der Arbeit bedeutende Leistung zusammenfällt.

Aus den Querschnitten dieser Fasern ergibt sich aber weiter, dass hier auch inmitten der Markmasse contractile Substanz in Form von runden Säulchen von verschiedenstem Durchmesser vorhanden ist (V, 19, 20). Wir begegnen also hier unter den bisher erörterten Objecten das erste Mal einem wohlausgeprägten Zeichen dafür, dass die Anlage der contractilen Substanz nicht ausschliesslich an der Peripherie erfolgen muss, und es stellen in dieser Hinsicht die Muskelfasern der Salpen eine Art Übergang zu den Arthropodenfasern her, bei denen, wenigstens am Herzen der *Thoracostraca* die Fibrillen nicht am Rande, sondern im Inneren der Bildungszellen angelegt erscheinen.

Mit starken Vergrösserungen lassen nicht nur die schmalen, keilförmigen, gegen die Mitte zu meist etwas abgerundeten Muskelsäulchen am Rande, sondern auch die cylindrischen Säulchen in der Mitte der Querschnitte eine feine Punktirung als Ausdruck der Zusammensetzung aus sehr dünnen Fibrillen erkennen. Einzelne Querschnitte findet man durch bandartige Protoplasmamassen verbunden, in denen zuweilen am Rand oder mehr im Inneren einzelne Muskelsäulchen zu entdecken sind, gewissermassen eine Vorstufe der Fasern selbst (V, 20 bei *a*).

Die Querstreifung der Fasern erstreckt sich öfter bis an das spitze Ende derselben, zuweilen aber findet sich an letzterem nur eine feine Körnelung (V, 21). Auch die Herzmusculatur fand ich, wie dies übrigens schon Ransom (84, S. 326) angegeben, ausgeprägt quergestreift und leicht in Säulchen und sehr feine Fibrillen zerfallend (V, 24, 25). Ich kann hier nur über die Flächenansicht der sehr dünnen, die Herzhöhle umschliessenden Muskellamelle berichten, bei welcher die quergestreiften Fasern als ein spindelförmiges, mit kernhaltigem feinkörnigem Protoplasma ausgefüllte Lücken umgrenzendes Balkenwerk erschienen.

Da an Randpartien der Präparate eine innige Verbindung dieser kernhaltigen Protoplasmamassen mit den Muskelfasern zu finden war (V, 24 bei *a*), dürfte es sich hier um ähnliche Verhältnisse handeln, wie sie Schwalbe für die Herzmusculatur der Ascidien beschrieben hat (14, S. 229).

5. Crustacea.

Untersuchte Objecte:

Astacus fluviatilis, Homarus vulgaris, Squilla mantis, Pagurus, Paguristes maculatus, Palinurus vulgaris, Scyllarus arctus, Dromia vulgaris, Penaeus membr., Palaemon, Sicyonia sculpta, Maja squinado, Balanus perforatus, Lepas anatifera, Conchoderma virgata.

Bei den angeführten Crustaceen, abgesehen von den drei zuletzt angeführten, die kein Herz besitzen, und von *Paguristes maculatus*, dessen Musculatur im Ganzen, wohl im Zusammenhange mit der starken rothen Pigmentirung des ganzen Thieres, röthlichgelb gefärbt ist, fand ich einen ausgeprägten Farbenunterschied zwischen der gelblichen, bei einem sehr grossen Exemplar von *Homarus* röthlichgelben Herzmusculatur und der bläulichweissen Musculatur des Schwanzes und der Scheeren.

Auch hier haftete der gelbe Farbenton der Musculatur vorzugsweise an den äusserst zahlreichen Körnchen derselben, und die grosse Masse dieser charakterisirte schon an frischen Zupfpräparaten die Herzmusculatur als trüb gegenüber der vergleichsweise hellen Musculatur des Schwanzes und der Scheeren.

Der hier gebrauchte Ausdruck vergleichsweise soll aber anzeigen, dass die Bezeichnung hell nur ausdrücken soll, dass die Querstreifung der Schwanz- und Scheerenmusculatur an Zupfpräparaten sofort und ohne wesentliche Beeinträchtigung des Bildes durch die an und in den Fasern befindlichen Körnermassen, hervortritt. Denn frei von solchen sind diese Fasern keineswegs, wie zur Genüge schon aus der Beschreibung Rollett's hervorgeht, der, sichtlich nach Untersuchungen an der bläulichweissen Musculatur angibt (51, S. 42): „Bei den Krebsen *(Astacus fluviatilis, Homarus vulgaris, Maja squinado,* einer *Palaemon*-Art) findet sich, wie Querschnitte zeigen, unter dem Sarcolemma der Muskelfasern eine verhältnissmässig dicke Sarcoplasmalage, von dieser gehen mittels conischer Ansätze eine beschränkte Zahl von Sarcoplasmabalken (Balken 1. Ord-

Digitized by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA, USA) / Digitized from The Biodiversity Heritage Library (www.biodiversitylibrary.org) / www.zobodat.at

nung) aus, welche theils netzartig zusammentreten, theils sich baumförmig in die gleich zu erwähnenden kleineren Balken auflösen, und so den Querschnitt mehr oder weniger vollkommen in eine kleine Zahl grosser Felder theilen (Felder 1. Ordnung). Von dem Sarcoplasma an der Oberfläche entspringen ferner zwischen den Ansätzen der grossen Balken und ebenso von den grossen Balken selbst, wieder mit conischen Ansätzen, die aber entsprechend kleiner sind, kleinere Sarcoplasmabalken (Balken 2. Ordnung), die wieder theils netzartig zusammentreten, theils baumförmig sich in kleinere Balken auflösen und die grossen Felder wieder mehr oder weniger vollkommen in eine Anzahl kleinerer Felder abtheilen (Felder 2. Ordnung). Endlich entspringen sowohl von dem Sarcoplasma an der Oberfläche, als auch von den Balken erster und zweiter Ordnung wieder kleinere, zu einem Netz zusammentretende Balken (Balken 3. Ordnung), welche die Felder 2. Ordnung sehr vollkommen in eine Anzahl noch kleinerer Felder abtheilen (Felder 3. Ordnung), die Cohnheim'schen Felder. Die letzteren sind polygonal, meist fünfeckig und von geraden Seiten, die in scharfen Winkeln zusammenstossen, begrenzt, worauf ich schon früher hingewiesen habe. Die Kerne der Muskelfasern sitzen zerstreut in dem Sarcoplasma an der Oberfläche und im Inneren in den Balken 1. Ordnung."

Ich habe dieser Beschreibung mit Bezug auf die Fasern von überaus grossem Querschnitt an den Scheeren der Crustaceen (*Astacus, Paguristes, Maja*) nur das Eine anzufügen, dass ich das Protoplasma an der Oberfläche der Fasern und in den Balken 1. Ordnung feinkörnig fand, wie dies Leydig bei *Argulus* schon im Jahre 1850 beschrieben (16, S. 13E). Die Theilung in Felder erster und zweiter Ordnung war an in Flemming'scher Lösung gehärteten und Goldpräparaten stets nur sehr unvollkommen und das Balkenwerk erster und zweiter Ordnung auf dem optischen Längs- oder Schrägschnitt geweihartig verästelt.

Letzteres sowie das Vorhandensein dickerer, isolirter, insbesondere nicht mit dem Rande zusammenhängender Balken in den Querschnitten zeigt an, dass der Verlauf und die Verästelung der von der peripheren Protoplasmaschicht ausgehenden Balken erster Ordnung nicht durchwegs in derselben Ebene erfolgt.

In den Cohnheim'schen Feldern war eine Fibrillenzeichnung nicht zu erkennen, trotzdem die Feinheit der Fibrillen an zerfallenen Fasern lehrte, dass erstere nur als Querschnitte von Muskelsäulchen zu betrachten sind.

Dieselbe Anordnung fand ich an den Fasern von kleinerem, immer aber noch sehr beträchtlichem Querschnitte an der äusseren Lage der Schwanzmusculatur (*Astacus, Paguristes, Palaemon*). Die im Verhältniss sehr dünnen und schmalen Fasern im Inneren des Schwanzes dagegen liessen ausser den Cohnheim'schen Feldern nur ausnahmsweise noch ein ganz spärliches Geäder erkennen.

Wie überaus gross die Durchmesserverschiedenheiten der Faserquerschnitte an den angegebenen Stellen bei den angeführten Thieren sind, erhellt wohl zur Genüge aus dem beigegebenen, mit dem Zeichenprisma angefertigten Übersichtsbilde (V, 33—35).

Ob in diesen Durchmesserverschiedenheiten etwa der Grund für den von Richet (34) aufgefundenen Unterschied in der Zuckungsgeschwindigkeit zwischen der Schwanz- und Scheerenmusculatur des Krebses zu suchen sei, vermag ich nicht anzugeben. Da ich bei *Squilla* einen derartigen Unterschied des Querschnittes zwischen der Raubfuss- und Schwanzmusculatur nicht gefunden habe, dürfte diese ein geeignetes Object zur Entscheidung dieser Frage bilden.

Die eigenthümlichen kolbigen Endorgane der Fasern der Raubfussmusculatur dieses Thieres, welche dadurch zu Stande kommen, dass die auseinanderfahrenden Fibrillen mit birnförmigen zellenartigen Gebilden besetzt sind, bedürfen auch noch eines genaueren Studiums.

Einen sehr ausgeprägten Unterschied in den Durchmessern der Faserquerschnitte fand ich auch zwischen den vorwaltend äusserst dünnen Fasern der Rankenfüsse und den vorwaltend dicken Fasern der Heftfüsse, beziehungsweise des Stiels bei den untersuchten Cirripedien (I, 44—47, 57). Erstere Fasern hatten auch einen wesentlich dickeren Protoplasmamantel, an welchem nicht selten noch eine ganz deutliche Gliederung in Zellenterritorien wahrnehmbar war (I, 43), und zwischen den radiär gerichteten Muskelsäulchen fanden sich stärkere protoplasmatische Scheidewände.

Der Gedanke, dass die verschiedene Beschaffenheit der Fasern an den Heft- und Rankenfüssen zu der Verschiedenheit der Leistung der Musculatur, die bei den zum Herbeistrudeln der Nahrung dienenden Rankenfüssen wohl erheblich grösser sein muss als bei der Heftmusculatur, in Beziehung stehe, und dass wir demnach auch hier wieder auf das früher bereits mehrfach erörterte Verhältniss stossen, wird sich wohl kaum von der Hand weisen lassen.

Die protoplasmareichste Musculatur findet sich bei den Crustaceen aber am Herzen, wo die Fibrillen, in der mannigfaltigsten Anordnung zu Muskelsäulchen gruppirt, dem auf dem Längsschnitte eine ganz deutliche Gliederung in Zellenterritorien zeigenden Protoplasma gegenüber nahezu in den Hintergrund treten. Von den mannigfachen Erscheinungsformen, welche der Querschnitt der Muskelfasern des Crusterherzens bietet, die sich durch eine Beschreibung nicht erschöpfen liessen, geben I, 50—54; V, 27—31 Beispiele, welche durchwegs von verhältnissmässig sehr grossen, wohl schon vollständig ausgewachsenen Exemplaren abstammen, Beispiele, die ich nach Präparaten von anderen Arten noch weit mannigfaltiger gestalten könnte. Es ist aber aus diesen Beispielen wohl schon zur Genüge ersichtlich, dass auch hier sehr oft die Anlage der Fibrillen, wie dies Köhler (54) für die edriophthalmen Crustaceen *(Arthrostraca)* angegeben hat, nicht, oder wenigstens nicht ausschliesslich an der Peripherie, sondern in der Mitte der Bildungszellen statthat, und dass das Verhältniss zwischen dem Protoplasma und der fibrillären Substanz in der allerverschiedensten Weise variiren kann. Weiter aber wird aus diesen Beispielen wohl auch ausreichend hervorgehen, wie sehr diese Muskelfasern in Bezug auf Massenhaftigkeit des Protoplasmas und mannigfaltige Gruppirung der Fibrillen den von Rollett (52) näher gewürdigten Fasern der Flossenmuskeln des Seepferdchens, und, wie noch näher auseinandergesetzt werden wird, gewissen rothen Fischmuskeln überhaupt ähneln.

Köhler, der betont, dass bei der Entwickelung der Muskelfasern die Fibrillen stets an der Peripherie auftreten und dass bei unvollständiger Umwandlung des Protoplasmas ein kernhaltiger Strang desselben in der Mitte der Faser zurückbleibt, zieht hieraus den Schluss, dass das verkehrte Lageverhältniss zwischen Fibrillen und Protoplasma bei den edriophthalmen Crustaceen keineswegs einfach auf den embryonalen Charakter der betreffenden Muskelfasern bezogen werden kann. Dass aber die periphere Anlage der Muskelfibrillen keineswegs ein unumstössliches Gesetz ist, geht aus der Betrachtung des Querschnittes der Muskelfasern der Froschlarven hervor, wofür VIII, 17, 18 Beispiele liefern. Und auch darin gleichen die embryonalen Muskelfasern des Frosches den Fasern des Cruster-Herzens, dass auf dem Längsschnitt unter Umständen noch die Territorien der einzelnen Zellen zu erkennen sind, aus deren Verschmelzung nach den Untersuchungen von Calberla das Muskelprimitivbündel bei den Amphibien hervorgeht (I, 43, 55, 56; V, 26 einer- und VII, 19 anderseits), sowie nach den Untersuchungen von Weissmann die Muskelfasern der Arthropoden aus dem Zusammenschmelzen mehrerer Zellen entstehen.

Ich kann also auch in der Beschaffenheit der Herzmusculatur bei den Crustaceen nur die Zeichen eines Beharrens derselben auf einer embryonalen Stufe erblicken, und weiter einen Beleg dafür, dass diese unvollständige Entwickelung gerade die am meisten in Anspruch genommene Musculatur betrifft.

Dass dem sehr abweichenden Bau der Herzmusculatur wohl auch Zuckungsverschiedenheiten zwischen dieser und der übrigen Musculatur der Crustaceen entsprechen dürften, ist von vornherein sehr wahrscheinlich. In Schlossberger's Thierchemie (11, S. 264) findet sich die Angabe: „Beim Krebs reagirt das Herz auf den elektrischen Reiz in der Weise der animalischen Muskeln (also verschieden sogar von dem Herz der Wirbelthiere)."

6. Hexapoda.

Untersuchte Objecte:

Geotrupes stercorarius, Lucanus cervus, Melolontha vulgaris, Bombus, Musca domestica, Hydrophilus piceus, Dyticus marginalis, Pieris brassicae, Agrion puella und eine Carabiden-Art.

Auf die Färbung der Flugmusculatur der fliegenden Insecten, durch welche sich diese unter Anderem von der weisslichen Musculatur der Extremitäten unterscheidet, wurde, wie aus dem im ersten Capitel Angeführten hervorgeht, bereits längst aufmerksam gemacht.

Ciaccio, der jüngst eine eigene Studie über die Flugmuskeln der Insecten veröffentlichte (83), bezeichnet diese als mehr oder weniger in's Lohgelbe spielend. Im Allgemeinen fand ich diese Bezeichnung zutreffend; bei *Bombus*, *Picris* und *Agrion* aber hat die Flugmusculatur einen ausgeprägt röthlichen Farbenton, den übrigens bezüglich der Schmetterlinge bereits Aubert (38) hervorgehoben hat. Bei der untersuchten Laufkäferart war die Thoraxmusculatur weisslich, ebenso fand ich bei *Lucanus*, *Hydrophilus* und *Dyticus* die zu den Flügel-Decken gehende Musculatur weisslich, so dass also jene Färbung der Flügelmusculatur ausschliesslich zuzukommen scheint. Ebenso verhält es sich mit den Besonderheiten der Structur, hinsichtlich deren ja der von Siebold entdeckte Zerfall in „Fibrillen" und die von Aubert (38) zuerst genauer untersuchten interfibrillären Körner längst allgemein gewürdigt sind.

Ciaccio führt die Pigmentirung der Flugmuskeln auf Färbung dieser interfibrillären Körner zurück (85, S. 529), von denen er sagt, dass sie rechteckig oder quadratisch seien und ähnliche Querschnitte wie die Fibrillen geben, in der Zusatzflüssigkeit aber sich theils rundlich, theils eckig, theils unregelmässig abgeplattet erweisen, also weich und formbar sein müssen. Auch gibt er an, dass sie sich gegen Farbstoffe „wie die dunklen Partien der Fibrillen" verhalten, also sich stark färben.

Die interfibrillären Körnchen fehlen übrigens in der Musculatur der Extremitäten und der Flügeldecken bei den Insecten, auch abgesehen von dem bei manchen Arten bekanntlich vorkommenden körnigen Axenstrang keineswegs gänzlich; sie sind nur spärlicher und feiner, treten aber an nicht allzu stark gequollenen Goldpräparaten und Präparaten aus Flemming'scher Lösung zwischen der fibrillären Substanz sehr deutlich hervor (II, 2. 4, 6; VI, 9, 10). Mit Rücksicht auf den Unterschied in der Menge und Grösse derselben sowie mit Rücksicht auf das klare Hervortreten der Faser-Querstreifung in dem einen, das Verdecktsein derselben in dem anderen Falle bei frischen Zupfpräparaten, ist aber die Flugmusculatur als ausgesprochen trüb der anderen, hellen Musculatur gegenüberzustellen. Wie ersichtlich ist, fallen auch hier Farben- und Thätigkeitsunterschied in der früher ausgeführten Weise mit jener Verschiedenheit zusammen.

Auch Ciaccio erkennt eine Beziehung zwischen den interfibrillären Körnern und der Thätigkeit der Musculatur an, in denen sie so reichlich enthalten sind und nimmt wegen ihres mit den dunklen Partien der „Fibrillen" analogen Verhaltens gegenüber Farbstoffen und bei Polarisation an, dass sie die Aufgabe haben, die Zusammenziehung der betreffenden Muskeln wirksamer und ausdauernder zu machen (85, S. 129). Ich brauche nach dem früher Dargelegten wohl kaum näher auszuführen, dass ich in dem Reichthum der Flugmuskeln an interfibrillärer Substanz, die hier hauptsächlich geformt auftritt, nichts anderes erblicken kann, als einen mit der grossen Thätigkeit dieser Muskeln zusammenhängenden Reichthum derselben an embryonalen Bildungsmaterial. Allerdings vermag man vielleicht hingegen einzuwenden, dass der Flugmusculatur der Wasserkäfer eine sehr erhebliche Thätigkeit wohl kaum zugesprochen werden kann. Aber man wird dann wohl in der Beschaffenheit der Flugmusculatur ein noch nicht verlöschtes Zeichen einer früheren, abweichenden Lebensweise dieser Thiere muthmassen dürfen.

Von der Plasticität der körnigen interfibrillären Substanz kann man sich gerade an der Flugmusculatur der Insecten an Goldpräparaten sehr leicht überzeugen. Je nach dem Grade der Quellung der Fasern sieht man zwischen den dicken, schon mit Rücksicht auf die durch Leydig bei *Bombus terrestris* beobachtete Längsstreifung derselben (16, S. 148) noch als Muskelsäulchen aufzufassenden „Fibrillen", die Zwischensubstanz in der Längsansicht bald in Form von eckigen, bald wieder in Form von rundlichen, durch hellere Zwischenräume getrennten stark gefärbten Körperchen hervortreten (I, 62; II, 8, 16, 17), an denen aber zuweilen, wie bei isolirt in der Zusatzflüssigkeit schwimmenden oder den isolirten „Fibrillen" anhaftenden Körnern nur die Randschicht oder ein halbmondförmiger Theil derselben deutlich gefärbt ist. Oft erscheint die Zwischensubstanz in zusammenhängenden Längsstreifen gefärbt, an denen zumeist mit stärkeren Vergrösserungen der im zweiten Abschnitt beschriebene zackige Verlauf festgestellt werden kann (II, 9). Isolirte „Fibrillen" erscheinen von gefärbten Querlinien durchsetzt und seitlich von gefärbten Linien begrenzt.

Ist eine solche „Fibrille" derart umgebogen, dass man auf den Querschnitt einstellen kann, so erscheint dieser von einer gefärbten Linie umsäumt, (II, 18) — ein hübsches Beispiel dafür, dass wir mit Rollett in

den Längslinien der Primitivbündel nur den Ausdruck einer scheidenartigen Umhüllung der Fibrillen durch eine bei dem Goldverfahren sich färbende Substanz zu sehen haben.

Betrachtet man aber den Querschnitt von Primitivbündeln vergoldeter Flügelmuskeln, so kann man an diesen die mannigfaltigsten Übergänge von runden isolirten und strahlig verzogenen Körnern bis zu einem die Cohnheim'schen Felder ganz regelmässig einrahmenden Balkenwerk wahrnehmen (I, 58—60; II, 10—12, 14, 15). Dass ich diese Erscheinungsreihe auf eine Verdrängung der interfibrillären Substanz durch die quellenden „Fibrillen" beziehe, habe ich bereits im zweiten Abschnitt erörtert.

An frischen Zupfpräparaten sowie an beim Goldverfahren nicht stark gequollenen Präparaten fand ich die isolirt in der Zusatzflässigkeit zu findenden Körnchen immer rundlich, und zwar zumeist kugelig. Ebenso erscheinen sie an Schnitten von in Pikrinschwefelsäure gehärteten Objecten (VI, 1, 4). Bei Verwendung von Flemming'scher Lösung macht sich bei den zumeist sehr dünnen Objecten die schrumpfende Wirkung auf die Randpartien oft recht störend geltend; indessen kann man hier an Querschnitten dagegen die mannigfaltigsten Übergänge zwischen solchen, an denen nur die Körnchen, und solchen, in welchen die von einem regelmässigen Balkenwerk umsäumten Säulchen hervortreten, in einem Präparate an verschiedenen Fasern beobachten (VI, 2, *a, b, c, d*). Bei hoher Einstellung erscheinen die Körnchen und das auf Längsschnitten scheinbar cubische Zwischenräume umsäumende Balkenwerk (VI, 5) hell glänzend, bei tiefer dunkel. Die Körner erweisen sich nach Härtung in Flemming'scher Lösung leicht gelblich gefärbt. Schwärzung habe ich, abgesehen von einem zu Beginn des Mai frisch eingebracht untersuchten *Dyticus*, an keinem derselben beobachtet, selbst wenn die Fetttropfen in den die Primitivbündel umgebenden körnigen Massen deutlich geschwärzt hervortraten (VI, 3). In Hämatoxylin färben sich die Körnchen nach Einwirkung der Flemming'schen Lösung und der Pikrinschwefelsäure sehr deutlich, doch scheint diese Färbung die Randpartie derselben frei zu lassen.

Bei *Pieris* fand ich die Körnchen wie die „Fibrillen" verhältnissmässig sehr fein. Bei *Agrion* sind erstere oval und verhältnissmässig grob (VI, 7), die Fibrillen wie Aubert (38) schon nachgewiesen hat, in Form dünner Bänder angeordnet (I, 61), deren radiäre Stellung innerhalb des Primitivbündels, wie Ciaccio (85, S. 528) angibt, Vlacovic bereits im Jahre 1861 beschrieben hat.

Im Centrum der Faser findet sich bei den Flugmuskeln dieses Thieres ein feinkörniger Markstrang, in dem sich Kern an Kern reiht (VI, 6) und der gewissermassen die Axe für die radiär gestellten groben interfibrillären Körner bildet. Bei Goldbehandlung treten zwischen den Blättern der contractilen Substanz feine Schichten von interfibrillärer Substanz auf (I, 61), von denen an den aus Flemming'scher Lösung gewonnenen Querschnitten nichts zu sehen ist. In dieses Liniensystem erscheinen dann die in der Form mehr oder weniger veränderten, von Gold gefärbten Körner eingeschaltet. An dem Querschnitt der blätterigen Muskelsäulchen selbst konnte ich ein weiteres Liniensystem nicht wahrnehmen. An gehärteten Objecten aber kann man zuweilen eine Abspaltung von Fibrillen aus den Bändern wahrnehmen.

Die von sehr spärlicher krümeliger Substanz umgebenen baumartig sich verästelnden Tracheen theilen die Flugmusculatur von *Agrion* in unvollständige Unterabtheilungen, innerhalb deren die einzelnen Fasern dicht beisammen stehen. Ebenso fand ich bei *Dyticus* und *Pieris* in den Unterabtheilungen der Flugmuskeln die einzelnen Fasern dicht beisammen, während ich bei *Hydrophilus, Lucanus, Melolontha* und *Geotrupes* jede einzelne Faser von einer Tracheen, Fetttropfen und Kerne enthaltenden körnigen Masse umschlossen fand, an der sich zuweilen noch eine deutliche Sonderung in kernhaltige Zellen wahrnehmen liess.

Auch die Anordnung der Muskelsäulchen innerhalb der Faser fand ich bei den einzelnen Arten wechselnd; abgesehen von *Pieris* aber liess sich an Fasern, an denen die Muskelsäulchen scharf hervortraten, eine allerdings nicht sehr ausgeprägte radiäre Anordnung derselben wahrnehmen. In der Regel fanden sich, abgesehen von *Agrion*, mehrere längliche Kerne innerhalb eines Faserquerschnittes.

Die Musculatur der Extremitäten und der Flügeldecken, sowie bei *Lucanus* (Männchen) die zu den Kinnbacken gehende Musculatur zeigt bei im Ganzen wesentlich geringerem Gehalt an körnigen Protoplasma doch mancherlei Schwankungen in dieser Richtung, nicht blos an den verschiedenen Arten sondern unter Umständen auch an den Fasern eines und desselben Muskels. So fand ich in der Extremitätenmusculatur von

Hydrophilus piceus zwischen die überwiegenden grossen, neben den im Inneren verstreuten Körnchen nur einen ganz schmalen Saum von körniger Substanz zeigenden Querschnitten Gruppen solcher von viel geringerem Durchmesser eingesprengt, von denen ein Theil an einer Randstelle eine breitere, mit wechselndem Contour gegen die fibrilläre Substanz sich abgrenzende feinkörnige protoplasmatische Zone zeigte (VI, 8).

Auch bei einem zu Anfang des Mai eingebrachten *Dyticus* fand ich in der Extremitätenmusculatur kleine, am Rande und in der Mitte sehr protoplasmareiche Querschnitte. Es dürften diese Befunde wohl nur auf unvollständiger Entwickelung einzelner Fasern beruhen. Grosse, mit dem Befunde an Längsschnitten übereinstimmende Unterschiede in den Querschnittsdurchmessern fand ich auch an der Extremitätenmusculatur der übrigen untersuchten Insecten, ohne aber hier einen deutlichen Unterschied im Protoplasmagehalt auch nur an einem Theile der Fasern damit verknüpft zu finden.

Sehr bedeutende Unterschiede in den Querschnittsdurchmessern finden sich ferner zwischen den dickfaserigen Flügelmuskeln und den dünnfaserigen Flügel decken muskeln bei *Lucanus* und *Geotrupes* und zwischen ersteren und den dünnfaserigen Kinnbackenmuskeln bei *Lucanus*. Abgesehen von *Agrion* fand ich im Allgemeinen die Fasern der Flügelmuskeln dicker und von gleichmässigerem Kaliber als jene der Extremitäten, doch kommen unter letzteren zumeist einzelne noch dickere Fasern vor.

Wie ersichtlich ist, stellte sich also bei Insecten ein Parallelismus zwischen Kaliber und Protoplasmagehalt der Muskelfasern nicht heraus, eine Beziehung, auf die wir bei anderen Thieren noch zurückzukommen haben werden.

Dass auch bei der Extremitätenmusculatur an dem Zustandekommen des voll entwickelten Querschnittbildes beim Goldverfahren die Verdrängung des körnigen Protoplasmas zwischen die Säulchen und Fibrillen betheiligt ist, lehrt ein Vergleich zwischen den Querschnitten in welchen, bei geringerer Quellung die Körnchen und jenen, in welchen die die Muskelsäulchen, beziehungsweise Fibrillen umschliessenden Linien das Bild beherrschen (II, 1—7). Bei *Musca domestica* verwandelt sich hiebei die Körnermasse, welche die ineinander geschachtelten Lagen von blätterförmig angeordneter fibrillärer Substanz ursprünglich markirt, in eine nahezu lineare Grenzscheide.

7. Pisces.

Untersuchte Objecte:

Amphioxus lanceolatus, *Petromyzon Planeri*, *Scyllium*, *Mustelus*, *Torpedo marmorata* und *ocellata*, *Raja*, *Syngnathus*, *Hippocampus*, *Anguilla anguill.*, *Conger vulgaris*, *Esox lucius*, *Salmo salar* und *fario*, *Cyprinus carpio*, *Phoxinus laevis*, *Cyclopterus lumpus*, *Rhombus maximus*, *Solea vulgaris*, *Julis turcica*, *Crenilabrus pavo* und *rostratus*, *Serranus scriba*, *Luciopeca sandra*, *Sargus salvian.*, *Trachinus draco*, *Uranoscopus scaber*, *Scorpaena porcus*, *Motella tricirrhata*, *Scomber scombrus*, *Zeus faber*, *Pelamys sarda*, *Cepola rubescens*, *Blennius*, *Phycis blennioides*, *Lophius piscatorius*.

Aus den im ersten Abschnitte angeführten Angaben Schlossberger's (11) ist ersichtlich, dass schon lange vor der Mittheilung Ranvier's über das Vorkommen rother Muskeln bei den Rochen (3) beobachtet worden war, dass bei den Fischen einzelne Muskeln von den der Hauptmasse nach des Blutfarbstoffs ermangelnden durch Rothfärbung sich abheben können. Leydig (16) hat später auf die Rothfärbung der Muskeln „an der Seitenlinie" bei *Clupea alosa*, Haller und Kruckenberg haben auf rothe Musculatur bei *Luvarus imperialis* (17) aufmerksam gemacht. Ob Arloing und Lavocat etwa auch rothe Muskeln bei Fischen beschrieben haben, vermag ich nicht anzugeben, da ich mir trotz mannigfacher Bemühungen nicht einmal eine Inhaltsangabe von der betreffenden Abhandlung zu verschaffen vermochte.

Aus Miescher's Angaben geht ferner hervor, dass er auf die durch Blutfarbstoff bedingte, von der anderen Musculatur abweichende Färbung des „Hautmuskels" und der Brustflossenmusculatur beim Rheinlachs aufmerksam gewesen.

Ich selbst habe in meiner ersten Mittheilung (1, S. 458) angeführt: „Bei den Fischen ist in der Regel die Musculatur an der Seitenlinie roth und trüb, und zwar findet sich zumeist neben den Körnchen im Inneren der

Fasern noch ein Mantel aus körniger, kernhaltiger Masse am Umfang derselben. Bei einzelnen Fischen, die makroskopisch keine rothe Musculatur erkennen lassen, ist mikroskopisch unter der Haut eine dünne Lage körniger, röthlichgelber Fasern zu finden. Roth und trüb ist ferner die Herzmusculatur der Fische und bei *Syngnathus* und *Hippocampus*, die beide eine überaus lebhafte Bewegung der Flossen zeigen, sowie bei manchen anderen Fischen auch die Flossenmusculatur.

Seitdem hat Stirling (86) eine eingehendere Beschreibung der rothen Musculatur in der Seitengegend des Leibes beim Häring, wo sie eine zusammenhängende, „an der Seitenlinie" etwas dickere Lage bildet, beim Wittling (Whiting), wo sie nur streifenweise auftritt, indem sie nur an der Mitte der Myotome erkennbar ist, und bei der Scholle gegeben, wo die Anordnung ähnlich ist wie beim Wittling, ausserdem aber noch an den Flossenstrahlen der dorsalen und analen Flosse Züge rother Musculatur auftreten. Stirling gibt gute Übersichtsbilder von der Vertheilung der rothen Musculatur in der Seitengegend bei diesen drei Typen, auch erhellt aus seinen makroskopischen Querschnittsbildern, dass die in der Seitengegend des Leibes unter der Haut liegende Schichte rother Musculatur bei den einzelnen Arten, aber auch bei einer und derselben Art zwischen Kopf und Schwanz an Dicke variirt, in der Mittellinie der Seite sich keilförmig verdickt und unter Umständen an dieser Stelle in einem dünnen Streifen in die Tiefe bis zur Wirbelsäule dringt.

Ich habe diesen genaueren Mittheilungen über die rothe Musculatur in der Seitengegend der Fische, nach der ich an allen von mir angeführten Arten auf Querschnitten durch den Leib, bei den meisten auch nach dem Abpräpariren der Haut an der Oberfläche des Leibes gesucht, nur wenig hinzuzufügen.

Nämlich zunächst, dass diese Lage rother Musculatur nicht immer gleich hinter dem Kopf, sondern öfter erst innerhalb des zweiten Drittels des Rumpfes, vom Kopf zum Schwanz gerechnet, beginnt und gegen den Schwanz zu gewöhnlich an relativer Ausbreitung gewinnt.

Oft ist ihre Schichte so dünn, dass sie auf dem Querschnitte gar nicht, oder nur als ein ganz feiner röthlicher Streif in der Mitte der Seitengegend wahrnehmbar ist. Zuweilen konnte ich unmittelbar nach dem Abpräpariren der Haut nichts von rother Musculatur wahrnehmen, während beim Eintrocknen des Fleisches eine gelbliche Lage von der gewöhnlichen Ausbreitung sichtbar wurde. Bei einzelnen Arten, von denen ich mehrere Exemplare untersuchte, fand ich die rothe Musculatur nur an den grössten deutlich hervortretend, so dass es wahrscheinlich ist, dass die Rothfärbung mit dem Alter der Thiere zunimmt.

Die im ersten Abschnitte angeführten Mittheilungen von Valenciennes und Frémy über das Blasswerden des Fleisches beim Lachs und der Forelle zur Laichzeit (S. 5 [637]) lassen weiter ein Variiren der Färbung der rothen Musculatur mit der Geschlechtsfunction als möglich erscheinen.

Es wird daher wohl mit Rücksicht auf diese Nebenumstände erklärlich erscheinen, dass ich Abstand davon nehme, des Genaueren zu beschreiben, in welcher Ausbreitung und Dicke ich die rothe Musculatur in der Seitengegend bei den einzelnen Arten gefunden, und bei welchen, übrigens nur spärlichen, Arten ich sie an den frisch untersuchten Thieren ganz vermisst habe.

Nicht immer fand ich übrigens die rothe Musculatur in zusammenhängenden Zügen von der Mitte der Seitengegend gegen Bauch und Rücken sich erstreckend. Bei *Phycis blennioides* z. B. fand ich sie in drei gesonderten Streifen vom Kopf gegen den Schwanz ziehend, von denen der eine in der Mitte der Seitengegend der andere unter der Seitenlinie lag, und die mikroskopische Untersuchung des Querschnittes von *Cepola* lehrte, dass die für die rothe Musculatur charakteristischen dünnen, protoplasmareichen Fasern auch in einer noch grösseren Anzahl gesonderter Streifen in der Seitengegend auftreten können. Aus diesen Querschnitten ging weiter hervor, dass derartige Faserzüge auch an der Wirbelsäule, wo sie bei *Cyprinus* deutlich rothgefärbt hervortreten, und mitten in weisse Musculatur eingesprengt in den tieferen Schichten der Seitenrumpfmusculatur auftreten können (VI, 20).

Makroskopisch und mikroskopisch ganz vermisst habe ich diese Musculatur am Seitenrumpfmuskel bei *Amphioxus* und *Petromyzon*, der hier bekanntlich eine von der Musculatur der übrigen Fische abweichende Beschaffenheit besitzt, da er aus sehr dünnen quergestreiften Bändern besteht, die bei *Petromyzon* ohne erkennbare Zwischensubstanz zu ziemlich dicken kernreichen Primitivbündeln von polymorphem Querschnitt vereinigt

erscheinen, der sich fibrillär punktirt erweist, womit übereinstimmend diese, sehr an die Flugmusculatur von *Agrion* erinnernden Bänder, hier auch eine fibrilläre Strichelung der Querstreifen erkennen lassen und sehr leicht in Fibrillen zerfallen. Aber auch bei *Petromyzon* finden sich nach den Angaben von Stannius protoplasmareiche Fasern, und zwar an den Augenmuskeln und am Herzen (45), und Langerhans beschreibt und bildet ein Gleiches von den Mundmuskeln von *Amphioxus* ab (87, S. 294, Fig. 4), zwischen dessen dünnen Muskelbändern an der Rumpfmusculatur ich ebenfalls keine Zwischensubstanz erkennen konnte, was übrigens selbstverständlich nicht etwa besagen soll, dass überhaupt keine vorhanden ist.

Sehr bemerkenswerth ist der Unterschied zwischen *Torpedo* und *Raja* hinsichtlich der Musculatur des Schwanzes, an welchem bei ersterer je ein starker in der Mitte sich keilförmig verdickender Streif rother Musculatur an beiden Seiten, jedoch nicht unmittelbar unter der Haut, sondern durch eine nicht unbeträchtliche Lage weisser Musculatur von dieser geschieden, sich findet.

Diese Lage rother, in der Regel purpurrother Musculatur, welche ich bei mehreren grösseren und kleineren Exemplaren von *Torpedo marmorata* und *ocellata* wiederfand, lässt sich an der Stelle, wo der Schwanz in die scheibenförmig umgestaltete Brustflosse übergeht als eine dünne, der Bauchseite der Wirbelsäule aufliegende und die Intercostalräume bedeckende Platte noch eine längere Strecke weit verfolgen.

Bei *Raja*, wovon ich auch Gelegenheit hatte, mehrere grosse Exemplare, theils in Triest, theils in Neapel zu untersuchen, fand ich hievon nichts; ebensowenig fand ich hier auf Querschnitten des Schwanzes die der rothen und weissen Musculatur der Fische eigenthümlichen mikroskopischen Faserunterschiede, die bei *Torpedo* so schön hervortreten (VI, 18).

Hier handelt es sich also bei zwei im äusseren Bau so ähnlichen Thieren um eine wesentliche Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Schwanzmusculatur. Und die Betrachtung der schwimmenden Thiere lehrte mich, dass derselben auch eine wesentliche Verschiedenheit der Schwimmbewegungen beider Thiere entspricht, indem bei *Torpedo* der geschmeidige Schwanz hiebei in heftige seitliche schnellende Bewegungen versetzt wird, welche die Ortsbewegung wenigstens ganz vorwaltend besorgen, während bei *Raja* der steife Schwanz beim Schwimmen höchstens ganz träge steuernde Bewegungen vollführt, und dieses anscheinend ausschliesslich durch die trägen Bewegungen der Brustflosse erfolgt, — ein Unterschied, den schon Schmidtlein hervorgehoben hat (88, S. 8—9).

Bei *Raja* sind dagegen wieder die rothen Muskelzüge an der Brustflosse, die wenigstens bei grossen Exemplaren von *Torpedo* auch nicht gänzlich fehlen, weit ausgeprägter.

An der Brustflosse fand ich überhaupt bei den verschiedensten Fischen rothe Musculatur, zumeist in verhältnissmässig dicken Lagen, zuweilen aber auch nur in dünneren, der weissen Musculatur beigemengten Zügen. Selbst bei Arten, beziehungsweise Exemplaren, an denen ich an den übrigen Flossen keine rothe Musculatur, an der Seitengegend solche wenigstens nicht auf dem Querschnitte oder vor dem Eintrocknen der Musculatur erkennen konnte, so bei *Serranus, Crenilabrus pavo, Blennius, Conger* fand ich ausgeprägt rothe Musculatur an der Brustflosse. Bei solchen Arten aber, die auch an den Muskeln der anderen Flossen Rothfärbung zeigten, fand ich diese an der Brustflosse in der Regel weit ausgeprägter. Ausnahmen bildeten in dieser Richtung die Rückenflossen von *Syngnathus* und *Hippocampus* und die vordere Rückenflosse von *Motella tricirrhata*, wo ich zu beiden Seiten derselben einen schmalen Muskelstreif von mindestens ebenso ausgeprägter Rothfärbung fand, wie an der Brustflosse der betreffenden Thiere.

Dass aber bei *Syngnathus* die Rückenflosse ein ebenso lebhaftes Spiel zeigt wie bei *Hippocampus*, das übrigens durchaus nicht immer bei dem Anfassen dieses Thieres, wie bei *Hippocampus* erlischt, ja selbst nach dem Abschneiden des betreffenden Leibestheiles noch ein Weilchen anhalten kann, habe ich bereits in meiner früheren Mittheilung (1) hervorgehoben. An der eigenthümlich umgewandelten vorderen Rückenflosse von *Motella* aber findet sich ebenfalls ein überaus lebhaftes, während des ruhigen Liegens des Thieres fast ständig anhaltendes Schwingen, wie Schmidtlein (88, S. 489) schon beschrieben hat.

Wir sehen also hier anhaltende, überaus lebhafte Bewegung der Rückenflosse mit der besonders ausgeprägten Rothfärbung ihrer Musculatur verknüpft, und wenn ich weiter in Betracht ziehe, dass bei den anderen

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge. MCZ Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

untersuchten Arten dagegen gerade die Brustflossen, welche beim langsamen Vorwärtsbewegen sowie beim Schweben der Thiere oft allein bewegt erscheinen, als die thätigsten sich erweisen, so muss ich auch bei den Fischen einen Zusammenhang zwischen Thätigheit und Rothfärbung der Musculatur annehmen, eine Annahme, zu deren Gunsten sich noch anführen lässt, dass die rothe Musculatur in der Seitengegend, wie ich früher schon hervorgehoben, oft erst im zweiten Drittel des Rumpfes beginnt, beziehungsweise von da ab im Verhältniss zur Masse der weissen Musculatur gegen den Schwanz hin zunimmt, welch letzterer nach den Angaben von Paul Mayer bei der Schwimmbewegung der Fische das eigentliche Movens ist, während der Rumpftheil vergleichsweise starr bleibt (89).

Zu Gunsten dieser Annahme lässt sich weiter die Farbe des Herzens anführen, die ich bei den Fischen durchwegs roth fand, und ferner dass bei den Arten, bei welchen ich dies näher untersuchte (*Salmo salar* und *fario*, *Cyprinus carpio*, *Anguilla*) eine Rothfärbung der Augen- und der Buccalmusculatur, bei letzterer zumeist nur an den tieferen Schichten zu bemerken war.

Dass diese Rothfärbung wesentlich durch den Muskelfasern selbst anhaftendes Hämoglobin bedingt ist, kann nach den früher angeführten Untersuchungen von Ranvier (S. 3 [635[) und von Krukenberg (S. 7 [639]), sowie nach der ausgeprägten gelbröthlichen Färbung der Muskelfasern an Trockenschnitten wohl als gesichert angesehen werden. Dass aber auch der grosse Reichthum an die Muskelfasern umspinnenden Blutgefässen innerhalb des sehr reichlichen lockeren Bindegewebes, welches die Fasern der rothen Fischmusculatur von einander sondert, auf die Gesammtfärbung der betreffenden Theile Einfluss nehmen muss, bedarf wohl kaum besonderer Hervorhebung. Ob die von Ranvier an der rothen Musculatur der Kaninchen gefundenen capillaren Aneurysmen auch an der rothen Fischmusculatur vorkommen, vermag ich nicht anzugeben, da ich keine Injectionspräparate angefertigt habe.

Dass übrigens noch andere Umstände am Farbenton der rothen Fischmusculatur betheiligt sein können, geht aus der früher erwähnten Mittheilung Krukenberg's (S. 7 [639]) über das Vorkommen eines braunroth gefärbten Öls in der rothen Musculatur von *Luvarus imperialis* sowie aus einer älteren Angabe Leydig's hervor, der unter Bezugnahme darauf, dass bei Fischen „die Muskelschicht unter der Seitenlinie sehr gewöhnlich eine braunrothe Färbung" hat, diese Färbung auf „eine eigenthümliche moleculäre Trübung und Ablagerung von Fettpünktchen in die quergestreifte Substanz" zurückführt (90, S. 138).

Wir haben damit auf die Besprechung der Structurverhältnisse der rothen Fischmusculatur überzugehen. Der erste und wichtigste Unterschied der Structur dieser von der weissen Musculatur ist das Vorhandensein der von Stannius an *Petromyzon*, von Leydig an verschiedenen Knochenfischen aufgefundenen körnigen Corticalschicht (S. 11 [643]).

Ranvier, welcher an der Musculatur der Fische überhaupt eine feinkörnige kernhaltige Masse unter dem Sarcolemm beschreibt (S. 3 [635]), scheint allerdings einen Unterschied in dieser Hinsicht zwischen weissen und rothen Muskeln nicht anzuerkennen.

Ich habe aber schon in meiner ersten Mittheilung eine „mantelförmige Umhüllung der Fasern durch körnige Substanz" (1, S. 460) als etwas Charakteristisches der rothen Musculatur hervorgehoben, und die im weiteren Verlauf meiner Untersuchungen erfolgte wesentliche Vervollständigung meines Beobachtungsmaterials hat mir eine Fülle weiterer Belege hiefür gebracht.

Ich will damit das Vorkommen einer feinkörnigen Masse unter dem Sarcolemm der Fasern der weissen Musculatur keineswegs bestreiten; dieselbe ist aber hier nur ganz spärlich vorhanden (II, 32, 41, 47, 48; III, 3, 6, 8) und an Schnittpräparaten zumeist gar nicht wahrnehmbar, während die Querschnitte der trüben Fasern in der Regel sofort eine mehr oder weniger dicke, kernhaltige feinkörnige Randschichte erkennen lassen (II, 34, 40, 44—46; III, 9—11; VI, 11—13, 21—24; VII, 6, 7. 9, 14), die auf dem Längsschnitte ähnlich wie am Crusterherzen noch mehr oder weniger deutlich eine Gliederung in Zellterritorien zeigt (VII, 15).

Aber auch zwischen den Muskelsäulchen finden sich parallel zur Längsaxe der Fasern verlaufende Züge von feiner oder gröber körnigen Massen in grösserer Zahl, welche den Fasern das schon von Ranvier

an der rothen Musculatur hervorgehobene längsstreifige Aussehen verleihen (II, 38, 49, 51; III, 4, 12; VII, 4, 15).

Die Zahl und Vertheilung dieser Körnchenzüge wechselt allerdings bei den einzelnen Fischarten ebenso sehr wie die hiemit zusammenhängende Anordnung der Muskelsäulchen. Ja, nach dem Grade der Quellung oder Schrumpfung der fibrillären, beziehungsweise interfibrillären Substanz kann man an verschiedenen trüben Fasern eines Präparates, und in der Längsansicht selbst an verschiedenen Stellen einer und derselben Faser recht verschiedene Bilder wahrnehmen. So fand ich z. B. gelegentlich bei *Syngnathus* und *Hippocampus* in der rothen Musculatur Fasern, die an einzelnen, anscheinend contrahirten Stellen keine Trübung und Längsstreifung, dagegen sehr deutliche feine und enge Querstreifung erkennen liessen, ähnlich wie dies an der von einem Goldpräparate vom Rankenfuss von *Balanus perforat.* abstammenden Fig. 43 auf Taf. I wahrzunehmen ist. Ich habe ferner an körnig getrübten Stellen von der Zerklüftung anheimfallenden Froschmuskelfasern eine solche Aufhellung unter Hervortreten der durch die Körnchen vorher an dieser Stelle verdeckten Querstreifung, anscheinend verbunden mit Quellung dieser Körnchen, während der mikroskopischen Beobachtung auftreten sehen, und kann in allem dem nur den Ausdruck dessen erblicken, dass unter der Einwirkung der Härtungsmittel, wie bei dem Absterben in Folge von mechanischer Verletzung, und wohl auch bei der Muskelcontraction, sich die Beschaffenheit und Vertheilung der fibrillären und interfibrillären Substanz innerhalb der Faser sehr verändern kann.

Ich vermag daher als das Wesentliche hinsichtlich der Structurverschiedenheit zwischen den rothen und weissen Fasern nur den Reichthum der ersteren an körnigem Protoplasma anzusehen, füge aber hinzu, dass ich dasselbe bei allen untersuchten Selachiern zwischen den rundlichen Muskelsäulchen mehr gleichmässig und ausserdem an den Schnitten aus Flemming'scher Lösung regelmässig (VI, 22), an den Goldpräparaten zuweilen (III, 9) an einem Segment der Faserperipherie eine dicke kernhaltige Lage bildend, bei den anderen Fischen aber an der Faserperipherie mehr gleichmässig, im Inneren mehr ungleichmässig zwischen den blätterigen Muskelsäulchen vertheilt fand.

In letzterem Falle entstanden bei Schrumpfung wie bei Quellung der Fasern dem von Rollett näher gewürdigten Querschnittsbilde der Flossenmusculatur von *Hippocampus* ganz analoge Bilder; doch erschien mir das Missverhältniss zwischen Protoplasma und Fasersäulchen, das übrigens wie die auf Fig. 11—13 Taf. VI abgebildeten, aus einem und demselben Schnittpräparate abstammenden Querschnitte lehren, bei *Hippocampus* selbst auch sehr wechseln kann, bei der rothen Musculatur der anderen Fische, selbst bei *Syngnathus*, nicht so gross wie beim Seepferd. Dass aber auch bei letzterem an stark gequollenen Goldpräparaten selbst an den Säulchen noch weitere Unterabtheilungen sichtbar werden können, lehrt Fig. 33 auf Taf. II. In Übereinstimmung hiemit kann man durch Zerzupfen von gehärteten Flossenmuskeln dieses Thieres recht feine Fibrillen erhalten.

Auch muss ich noch hervorheben, dass in der Seitengegend des Schwanzes dieses Thieres eine dünne Lage schmaler protoplasmareicher Fasern unter der Haut sich findet, von denen ich aber wegen Mangel entsprechender Präparate über das Querschnittsbild nichts Genaueres anzugeben vermag.

Auch im Inneren der Fasern der weissen Fischmuskeln findet man in Goldpräparaten sowie an Schnittpräparaten aus Flemming'scher Lösung feine Körnchen, jedoch zumeist nur sehr spärlich und in unregelmässiger Vertheilung (II, 32, 41, 47; III, 3, 8; VII, 11, 12).

Nicht selten trifft man hier auf eine ringförmige, gewissermassen concentrisch zur Faserperipherie, mehr oder weniger weit nach Innen von dieser gerückt stehende Körnchenreihe in den Querschnitten, ein Bild, das übrigens auch an trüben Fasern gewisser Fische häufig zu finden ist.

Nach den Gold- und angesäuerten Trockenpräparaten und den geschrumpften Stellen von Schnittpräparaten zu schliessen, handelt es sich hier wie bei der Extremitätenmusculatur der Fliegen um protoplasmatische Abgrenzung verschiedener in einander geschachtelter Lagen von fibrillärer Substanz, die hier, abgesehen von den Selachiern, wo ich die blätterige Anordnung der Fibrillen auch an der weissen Musculatur vermisste, eigenthümlicherweise an der Randschicht in solchen Fällen eine blätterige, in der Mitte aber eine einfach

fibrilläre Anordnung zeigen kann, wie dies schon durch die Mittheilungen anderer Beobachter namentlich Gehuchten's (91) und Kölliker's (55, S. 358. Fig. 281) bekannt wurde, — eine Anordnung der Muskelsäulchen, mit welcher die auf dem Querschnitt der Salpenmusculatur eine gewisse Analogie zeigt.

Innenständige und randständige Kerne finden sich in beiderlei Fasern. Von ersteren in den meist sehr grossen Querschnitten der hellen Musculatur oft eine beträchtliche Zahl, in den durchgängig verhältnissmässig kleinen Querschnitten der trüben Fasern höchstens 1—2.

Die Kaliberverhältnisse bilden einen weiteren Unterschied zwischen der hellen und trüben Musculatur indem erstere bei der trüben Musculatur weit gleichmässiger und im Ganzen viel geringer sind als an der hellen.

Mayeda, welcher das Kaliber der Muskelfasern der Wirbelthiere einer eingehenden Untersuchung unterzog (92), gibt an, dass Fische die dicksten Muskelfasern, zugleich aber eine grosse Variationsbreite derselben aufweisen (S. 130). Und indem er als eine Art von Gesetz aufstellt: „je feinere Fasern ein Muskel besitzt und je geringere Differenzen seiner Faserkaliber er aufweist, desto vortheilhafter muss seine Organisation für die ihm gestellte Aufgabe sein" (S. 135), führt er weiter aus, dass wenig specialisirte Muskeln, wie die Seitenrumpfmuskeln der Fische niedrige Faserkaliberorganisation, hoch specialisirte dagegen, wie die Muskeln des Augapfels dagegen die feinsten Kaliber haben (S. 137).

Er hat dabei die rothe Musculatur am Seitenrumpfwinkel sichtlich nicht in Betracht gezogen, von der ich schon in meiner ersten Mittheilung (1, S. 459) anführte, dass ihre Fasern fast durchwegs ein kleines Kaliber der weissen Musculatur gegenüber besitzen, ein Unterschied, den seitdem auch Stirling (86, S. 169) hervorgehoben hat und der nicht blos für die Seitenrumpf-, sondern für die gesammte rothe und weisse Musculatur gilt, wie schon aus der Fassung meiner diesbezüglichen früheren Mittheilung hervorgeht. Bei der mikroskopischen Betrachtung von Schnitten, die weisse und rothe Musculatur enthalten, ist der Kaliberunterschied sogar eine der auffälligsten Erscheinungen, die unter Umständen erst die Aufmerksamkeit darauf lenkt, dass Züge rother trüber Fasern der weissen Musculatur beigemengt sind, wofür die Übersichtsbilder Fig. 16, 17 und 19 auf Taf. VI, die mit dem Zeichenapparat entworfen sind, Belege bilden, von denen 16 den Grössenunterschied zwischen den Faserquerschnitten der rothen (*a*) und weissen Musculatur (*b*) aus der Gegend der vorderen Rückenflosse von *Motella*, 17 jenen am Schwanz von *Torpedo ocell.*, und 19 jenen an der Brustflosse von *Raja* wiedergibt.

Besonders niedrig fand auch ich, abgesehen von der eine besondere Stellung einnehmenden Herzmusculatur, bei den Fischen das Faserkaliber der Muskeln des Augapfels, was übrigens sichtlich auch Leydig schon aufgefallen war, der in seiner Histologie (90, S. 137) angibt: „Bestimmte Muskelgruppen haben bei allen Wirbelthieren dünnere Primitivbündel als sie sonst am Körper vorkommen, dahin gehören besonders die Augenmuskeln."

Ich fand übrigens zuweilen selbst an den trüben Fasern der Augenmuskeln der Fische recht beträchtliche Unterschiede des Kalibers; auch war beim Lachs an diesen Muskeln schon makroskopisch erkennbar, dass rothe und weisse Muskelzüge, wie dies an der Flossenmusculatur, abgesehen von der Brustflosse, oft zu sehen ist, mit einander vermengt vorkommen, und dem entsprechend fanden sich auch an den Schnittpräparaten dick- und dünnfaserige Muskelzüge in buntem Wechsel neben einander.

In der weissen Musculatur der Fische finden sich übrigens in der Regel zwischen die weitaus überwiegenden dicken einzelne sehr dünne protoplasmaarme, ausnahmsweise wohl auch ganze Züge solcher Fasern eingesprengt. Auch finden sich an der Grenze zwischen der rothen und weissen Musculatur mancherlei Übergänge von den dünnen protoplasmareichen zu den dicken protoplasmaarmen Fasern, was namentlich am Seitenrumpfmuskel der Fische sehr deutlich ist, in dessen keilförmiger Verdickung des rothen Antheils ich übrigens bei einem sehr kleinen Exemplar von *Cyclopterus lumpus* zwei symmetrisch neben der Mittellinie unter der Haut liegende abgesonderte dünne Muskeln eingeschaltet fand, die aus besonders kleinkaliberigen protoplasmaärmeren, in Hämatoxylin sich stärker färbenden Fasern bestanden (VI, 14, 15), — ein Verhalten, das mir bei keiner anderen der untersuchten Fischarten aufgefallen ist.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org; Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA - Original Downloaded from

Auch am Froschlarvenschwanz kann man Übergänge zwischen den dicht unter der Haut liegenden protoplasmareichen dünneren und den in den tieferen Schichten liegenden protoplasmaärmeren dickeren Muskelfasern finden (VIII, 18), wie überhaupt gerade der Vergleich der rothen Fisch- mit der embryonalen Froschmusculatur sehr geeignet ist, den embryonalen Charakter der ersteren, den Mitrophanow mit Bezug auf die Muskeln von *Cobitis fossilis*, die „zur rothen Modification" (durchaus?) „gehören", (57) betont hat, recht schön hervortreten zu lassen.

Hervorheben muss ich ferner, dass ich bei *Salmo salar*, *Cyprinus* und *Anguilla*, und zwar bei den beiden ersteren im Seitenrumpfmuskel, bei letzteren auch an der rothen Kau- und der Brustflossenmusculatur an den Präparaten aus Flemming'scher Lösung die Körnermassen am Rand und im Innern der Fasern theilweise geschwärzt fand (VII, 3, 4. 5, 9), und zwar bei *Salmo* an einem Ende Mai und einem anfangs November, bei *Anguilla* an einem anfangs Juni und bei *Cyprinus* an einem Ende November getödteten Exemplar.

Ich theile Letzteres mit, weil es nach den im ersten Abschnitte erwähnten Untersuchungen von Miescher-Rüsch den Anschein hat, dass die Jahreszeit, beziehungsweise die Ernährung und die Geschlechtsreife bei den Fischen Einfluss auf die Umsetzung des körnigen Protoplasmas in Fett hat (S. 13[645]), wobei ich hinzuzufügen habe, dass ich bei einem Ende Februar getödteten Lachs keine Schwärzung im Protoplasma der trüben Fasern gefunden. Da aber Fettkörnchen in den Muskelfasern, insbesondere in den Fasern der rothen Musculatur bei Fischen, wie aus den Angaben von Leydig und Krukenberg, insbesondere aber aus der jüngsten Mittheilung von Stirling hervorgeht (86, S. 169), ein sehr häufiges Vorkommniss bilden, muss die Stellungnahme zu dieser Frage einer besonderen Untersuchung vorbehalten bleiben.

Sehr bemerkenswerth bleibt es aber unter allen Umständen, dass beim Lachs zu einer Zeit, wo er nach den Untersuchungen Miescher's schon lange vollständig gehungert hat, gewisse Theile der Musculatur Fett in so grossen Mengen enthalten können.

Aus dem Umstande, dass an den Schnitten aus Flemming'scher Lösung in einem und demselben Querschnitt Körnchen, die gar nicht, solche die nur am Rande und solche von kleinerem und grösserem Durchmesser, die gänzlich geschwärzt sind, dicht neben einander stehend gefunden werden, erhellt, dass das Fett aus einer an den Randpartien der Protoplasmakörnchen beginnenden Umsetzung dieser hervorgeht, wie dies jüngst auch Altmann auf Grund eines analogen Befundes für die Granula in der Froschleber angenommen hat (93). Ob diese Umsetzung eine degenerative, oder gar wie Stirling anzunehmen geneigt ist (83, S. 170), eine constructive Bedeutung hat, muss ich mir bei einer anderen Gelegenheit zu erörtern vorbehalten, hier lediglich betonend, wie wenig wahrscheinlich Stirling's Annahme ist.

Das Balkenwerk der Herzmusculatur der Fische ist, wie Weissmann schon hervorgehoben, aus quergestreiften Spindelzellen zusammengesetzt (63, S. 48). Querschnitte erweisen, dass die Spindeln aus feinkörnigem Mark und dünner quergestreifter fibrillärer Rindensubstanz bestehen (III, 13; VII, 5, 8), die oft eine radiäre Anordnung erkennen lässt, dass sie also sich in der Structur den Herzmuskelfasern der Gastropoden und Cephalopoden anschliessen. Bei einem Anfang November getödteten Lachs fand ich die Marksubstanz unter der Einwirkung der Flemming'schen Lösung vollständig geschwärzt (VII, 5).

Wie aus den vorhergehenden Mittheilungen ersichtlich ist, kann man auch bei den Fischen ein Beharren der thätigsten Muskeln auf einer embryonalen Stufe wahrnehmen, und es ist noch besonders hervorzuheben, dass beim thätigsten aller Muskeln, dem Herzen, dies sich noch darin ausspricht, dass die Fasern die Spindelform bewahren, die bei den höheren Wirbelthieren, einschliesslich des Menschen, sich am Herzen nur während der Fötalzeit vorfindet.

8. Amphibia.

Untersuchte Objecte:

Triton cristatus, *Salamandra maculosa*, *Rana temporaria* und *esculenta*, *Bufo*.

Ein ausgeprägter Farbenunterschied an der Musculatur der untersuchten Objecte besteht zwischen dem rothen Herzen und den weisslich oder röthlichgelb bis röthlich erscheinenden übrigen Muskeln. Ausgesprochen

röthlich fand ich unter letzteren stets den Submaxillaris, was bei der Dünne dieses Muskels umso bemerkenswerther erscheint.

Von der röthlichgelben oder (bei *Esculenta* im Winter) weisslichen Farbe der Extremitäten-, sowie der weisslichen Rücken- und Bauchmusculatur bei *Rana* hebt sich hiedurch der Submaxillaris deutlich ab. Aber auch bei *Triton* und *Salamandra*, die röthliche Extremitätenmusculatur besitzen, ist die Rothfärbung des Submaxillaris ausgesprochener, und bei *Bufo*, wo ich die rothe Farbe durch den gräulichen Gesammtfarbenton der Extremitätenmusculatur nur an den Oberarmen deutlicher hindurchschimmernd fand, ist die Rothfärbung der Kehlmusculatur ebenfalls eine ausgeprägte. An der Rücken- und Bauchmusculatur fand ich bei keiner der untersuchten Arten eine Rothfärbung, am Schwanz nur bei *Salamandra* einen röthlichen Anhauch der Musculatur.

An der, wie seit den Untersuchungen Weissmann's bekannt ist, aus Spindelzellen bestehenden Herzmusculatur fand ich wie bei den Fischen feinkörnige Mark- und fibrilläre quergestreifte Rindensubstanz (II, 27).

In der übrigen Musculatur sind, wie dies seit den Untersuchungen Grützner's bekannt ist, dicke und dünne, an Zwischensubstanz ärmere und reichere Fasern vermengt. Besonders reich an dünnen Fasern fand ich bei allen untersuchten Arten den Musculus submaxillaris, in welchem diese stellenweise verhältnissmässig mächtige geschlossene Züge bilden. Am spärlichsten sind sie in der Musculatur des Schwanzes der geschwänzten Arten zu finden, doch kommen sie auch hier verstreut durch die ganze Dicke der Musculatur und in einer dünnen zusammenhängenden Schichte dicht unter der Haut vor. Verhältnissmässig zahlreich fand ich ferner die dünnen Fasern an der Peripherie einiger daraufhin untersuchten Extremitätenmuskeln, doch sind meine Untersuchungen in Bezug auf diesen Punkt nicht reichlich genug, als dass ich sagen könnte, ob dies etwa ein für die Amphibienmusculatur gesetzmässiges Verhalten ist.

Grützner gab in einer seiner ersten Mittheilungen über zweierlei Muskelfasern beim Frosch an, dass im Sartorius dieses Thieres die dünnen Fasern „wesentlich auf der freien Seite des Muskels gelegen sind" (22, S. 671). Ein Schüler desselben, Julius Schott, hat in Übereinstimmung hiemit jüngst ausgeführt, „dass der Sartorius des Frosches im Wesentlichen aus zwei Schichten verschiedener Muskelfasern besteht, indem die oberen (die dünneren) sich langsamer zusammenziehen als die unteren (die dickeren)", worauf dann ein verschiedenes Verhalten des Muskels bei Reizung desselben durch ein Kalisalz oder durch Elektricität bezogen wird (94).

Ich fand auch beim Froschsartorius wie bei der Amphibienmusculatur überhaupt die dünnen Fasern durch die ganze Dicke des Muskels verstreut, an der einen Breitseite desselben aber allerdings zahlreicher als im übrigen Muskel und insbesondere an der Gegenfläche. Zwischen den dünnsten und dicksten Fasern bestehen übrigens bei den Amphibien so vielerlei Übergänge, dass eine strenge Sonderung der beiden Faserarten in Bezug auf diesen Punkt kaum durchzuführen ist. Und ähnlich verhält es sich mit dem zweiten von Grützner hervorgehobenen Unterschiede, der Körnelung des Querschnittes. Feine Körnchen finden sich sowohl in den Querschnitten von grösstem wie in jenen von kleinstem Durchmesser; reichlicher und dichter beisammen stehend wohl in letzteren, doch wird auch da eine Art Übergang durch Fasern von mittlerem Kaliber hergestellt.

Am schlagendsten sind die Unterschiede der Fasern mit Bezug auf diesen Punkt in jenen Fällen, wo die Körnchen in den Muskelfasern der Amphibien in durch Osmium geschwärzte Tröpfchen verwandelt erscheinen (VII, 16, 17, 20, 21, 23), was ich bei *Bufo* an im Juni, bei *Salamandra* an im October, bei *Rana esculenta* an zwischen October und Ende des Januar, bei *Temporaria* an im März getödteten Exemplaren beobachtete. Ich hebe hier die Zeiten, zu denen die Thiere getödtet wurden, hervor, weil ich aus Beobachtungen an *Rana* entnehmen musste, dass die Musculatur der Amphibien mit Bezug auf diesen Punkt zu verschiedenen Zeiten des Jahres sich verschieden verhält, und dass selbst bei so nahe verwandten Arten wie *Rana esculenta* und *temporaria* das Eintreten dieser Erscheinung zu verschiedenen Zeiten erfolgen kann. So fand ich bei Frühjahr- und Sommerfröschen in den Muskeln beider Arten keine in Osmium sich schwärzende Körnchen, im October in den Muskeln von *Esculenta*, namentlich in den dünnsten Fasern eine erhebliche Zahl (VII, 20), bei *Temporaria* aber höchstens einzelne derselben, und noch grösser fand ich diesen Unterschied im December (VII, 21, 22)

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Online version courtesy of the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und Januar. Zu Beginn des März fand ich dagegen die sich schwärzenden Körnchen und Tröpfchen gerade in den schmalen Fasern von *Temporaria* ziemlich reichlich, in jenen von *Esculenta* aber sehr spärlich.

Im Zusammenhange hiemit wechselte auch das Auftreten von „grauen", d. h. mit jenen Körnchen und Tröpfchen, die nach der Osmiumreaction wohl als Fett anzusehen sind, erfüllten Fasern in den Muskeln bei jenen Arten.

Dass das Hungern nicht allein bei der Ausbildung dieser Erscheinung betheiligt sein kann, muss ich daraus schliessen, dass ich dieselbe schon ausgeprägt im October bei frisch gefangenen Esculenten fand, bei denen noch Nahrung im Magen enthalten war, wenn dieselbe auch hier einen geringeren Grad erreichte, als dies im December oder Januar bei diesen Thieren der Fall war.

Auch ist in dieser Hinsicht anzuführen, dass bei seit dem Herbst in Gefangenschaft gehaltenen und dem entsprechend fortgesetzt hungernden Esculenten sich im März Fett nicht oder nur in sehr geringem Masse in den Muskeln fand, eine Thatsache, die in dem von Altmann (90) beschriebenen Auftreten und Verschwinden von Fetttröpfchen in der Leber von *Esculenta* zwischen dem Spätherbst und Frühjahr bei andauerndem Hungern ihr Analogon hat.

Rücksichtlich der Frage, ob etwa auch hier, wie Miescher für den Lachs angibt, Eintritt der Geschlechtsreife beziehungsweise Laichzeit einen Einfluss nimmt, habe ich anzuführen, dass diese Erscheinung bei Männchen mindestens ebenso ausgeprägt vorkommt wie bei Weibchen, und muss mir vorbehalten, eine eingehende Untersuchung über die Umstände, welche bei diesem periodischen Auftreten und Verschwinden des Fettes in der Amphibienmusculatur überhaupt ins Spiel kommen, alsbald in Angriff nehmen zu lassen.

Zu den Zeiten, wo sich die Umsetzung der sonst matt erscheinenden und in der Flemming'schen Lösung blos einen Stich in's Gelbliche annehmenden Protoplasmakörnchen in grössere stark glänzende und in Osmium sich schwärzende Körnchen und Tröpfchen vollzogen hat, heben sich die schmalen Fasern in den Amphibienmuskeln, in denen diese Körnchen sonst nicht dicht genug stehen und nicht grob genug sind, um eine ausgesprochene Trübung des Längs- und Querschnittsbildes zu bedingen, stark getrübt und auf Trockenschnitten in Folge des den Tröpfchen anhaftenden gelben Farbstoffes gelblich gefärbt, nach Härtung in Flemming'scher Lösung aber stark geschwärzt von den dicken Fasern ab, in denen die Körnchen und Tröpfchen weit feiner, weit auseinander stehend und nur vereinzelt geschwärzt erscheinen, so dass sie bei schwachen Vergrösserungen in denselben ganz übersehen werden können. Auf Längsschnitten bilden sie an letzteren Fasern auch unter diesen Umständen in der Regel nur spärliche Anhäufungen an den Kernpolen, während sie an den dünnen Fasern als perlschnurartige Längsreihen erscheinen.

Wie in der rothen Fischmusculatur kann man auch hier in den Querschnitten der dünnen Fasern oft alle Übergänge von farblosen kleinen, zu am Rand geschwärzten Körnchen und zu durchaus geschwärzten grösseren Tröpfchen finden.

Während an frisch in einer indifferenten Flüssigkeit zerzupften oder an gehärteten Amphibienmuskeln in der Zeit, wo sie kein Fett enthalten, in der Regel kein ausgeprägter Structurunterschied zwischen den dünnen und dicken Fasern zu finden ist, tritt nach der Chlorgoldbehandlung ein solcher Unterschied deutlich hervor. Die dünnen Fasern erweisen sich nämlich unter diesen Umständen von dicht stehenden continuirlichen Längszügen feiner dunkelroth gefärbten Körnchen durchsetzt (II, 20, 30), welche auf dem Querschnitte als zahlreiche, mehr oder weniger verästelte rothe Massen zwischen den die Fibrillen umsäumenden, roth gefärbten Linien erscheinen (II, 21), die dicken aber zeigen solche Längszüge nur viel weiter auseinander stehend; diese Züge sind zugleich kürzer und erscheinen auf dem Querschnitt viel spärlicher und weniger massig (II, 19, 23, 30).

Die feinen rothgefärbten Körnchen treten in den dünnen Fasern hiebei so massenhaft auf, dass sie dem Faserbilde bei Untersuchung in indifferenten Flüssigkeiten und aus Schnitten aus Flemming'scher Lösung gegenübergehalten nicht durchwegs auf die Färbung von präformirten Körnchen durch das Chlorgold bezogen werden können, sondern angenommen werden muss, dass sie zum Theil durch Niederschlag aus dem homogenen Protoplasma bei dem Goldverfahren entstehen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Eben so sind die durch Osmium sich schwärzenden Körnchen und Tröpfchen zeitweilig in den schmalen Fasern so zahlreich, dass ich dieselben nicht durchwegs auf einfache Umsetzung präformirter Körnchen in Fett zurückführen kann, sondern die Entstehung eines Theiles derselben aus dem hyalinen Protoplasma für wahrscheinlich halte, und dem entsprechend auch das deutliche Hervortreten von Structurverschiedenheiten zwischen den dünnen und dicken Fasern bei der Vergoldung und Verfettung vorzugsweise auf den grösseren Gehalt des ersteren an homogenem Protoplasma beziehe.

Dass ich den Umstand, dass die Herzmusculatur durchwegs aus protoplasmareichen Spindelzellen besteht und der bei der Athmung in fortdauernder Thätigkeit stehende Musc. submaxillaris besonders reich an sehr dünnen protoplasmareichen Fasern ist, als weiteres Zeichen dafür auffasse, dass die thätigsten Muskeln in einer Art von embryonalem Zustande verharren, bedarf wohl kaum einer besonderen Hervorhebung. Wie bei den Fischen finden wir denn auch bei den Amphibien protoplasmareiche schmale Fasern in den der Ortsbewegung dienenden Muskeln, hier aber nicht in bestimmten Muskeln oder in geschlossenen Zügen zusammengefasst, sondern zwischen den protoplasmaärmeren Fasern vertheilt. Ob die zu gewissen Zeiten in den protoplasmareichen Fasern sich vollziehenden Veränderungen der Structur auch zu solchen in der Zuckung und der Leistungsfähigkeit der Musculatur sowie in ihrem Chemismus bei der Thätigkeit führen, müssten erst besonders darauf gerichtete Untersuchungen lehren. Jedenfalls dürfen beim Vergleich der Muskeln zweier Thiere in Bezug auf letztere Punkte mit einander jene Veränderungen und das Auftreten derselben zu verschiedenen Zeiten bei verschiedenen Arten nicht ganz ausser Betracht bleiben, so lange jene Frage nicht in verneinendem Sinne beantwortet ist.

9. Reptilia.

Untersuchte Objecte:

Tropidonotus natrix, Coronella laevis, Lacerta agilis, Cistudo europaea.

Ausgesprochen roth fand ich hier durchwegs die Herz- und Kiefermusculatur, bei *Lacerta* und *Cistudo* ferner die Musculatur der Extremitäten. Die Schwanzmusculatur von *Lacerta* erwies sich am Anfange des Schwanzes röthlich, gegen das Ende desselben weisslich, „fischfleischartig". Die Leibesmusculatur von *Tropidonotus* und *Coronella* zeigte nur einen Stich ins Röthliche.

Ein sehr ausgeprägter Farbenunterschied besteht zwischen den langen weissen Muskeln an der Wirbelsäule und der rothen Extremitätenmusculatur bei *Cistudo*.

Bei *Tropidonotus* (bei *Coronella* habe ich diese Verhältnisse nicht untersucht) fand ich ferner die Zungenmusculatur und beim Männchen zwei zum Urogenitalapparat gehörende runde, kräftige, mit langen Sehnen versehene Muskel in der Schwanzgegend ausgeprägt roth.

Die, wie Weissmann ebenfalls schon erwiesen hat, aus Spindelzellen bestehende Herzmusculatur zeigt Sonderung in feinkörnige Mark- und fibrilläre, quergestreifte Rindensubstanz (*Tropidonotus* II, 28, VII, 18, *Coronella*). Die Kiefermusculatur fand ich sehr reich an dünnen, viele feine Körnchen enthaltenden Fasern (II, 24, 25, 29). In der Extremitätenmusculatur von *Lacerta* fand ich neben vereinzelten Gruppen von hellen Fasern fast ausschliesslich durch ziemlich dicht stehende feinere Körnchen getrübte Fasern (VII, 24), unter denen sich auch Gruppen von sehr geringem Kaliber befanden, während das Kaliber der trüben Fasern hier im Ganzen nicht wesentlich hinter dem der hellen zurückblieb. In der Musculatur vom Ende des Schwanzes dieses Thieres, deren Faserkaliber im Ganzen grösser ist und nur geringe Schwankungen darbietet, fand ich dagegen zwischen die ganz vorwaltend körnchenarmen Fasern nur vereinzelte, an feinen, dicht beisammenstehenden Körnchen reiche von geringerem Kaliber eingesprengt (VII, 25).

In der Extremitätenmusculatur von *Cistudo* fand ich Fasern von verschiedenstem Kaliber durcheinandergemengt, die dünneren derselben reich an ziemlich dicht stehenden feinen Körnchen und die dicken, verhältnismässig hell, wenn auch reicher an Körnchen als die dicken Fasern in der normalen Musculatur von *Rana* (VII, 27). Die weisse Musculatur an der Wirbelsäule, namentlich die langen, zum Zurückziehen des Kopfes dienenden Muskeln an der Seite derselben sind dagegen fast ausschliesslich aus an Körnchen armen Fasern

Digitized by Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Lothrop (MA). Original Download from http://www.biodiversitylibrary.org/; http://www.biodiversitylibrary.org/

zusammengesetzt. Selbst in den dünnsten Fasern fand ich hier in der Regel nur spärliche ganz feine Körnchen (VII, 26).

In der Leibesmusculatur von *Tropidonotus* fand ich zwischen die vorwaltend dickeren körnchenarmen, theils vereinzelt, theils in kleinen Gruppen dünnere Fasern eingesprengt, welche sich an kleinen, durch Osmium geschwärzten Körnchen sehr reich erwiesen. Das betreffende Thier war zu Ende des Juni getödtet worden. Analog sind die Verhältnisse bei *Coronella,* doch vermag ich hier hinsichtlich der Schwärzung der Körnchen nichts anzugeben, da ich hier nur in Pikrinschwefelsäure gehärtete Muskeln untersucht habe (VII, 19).

Analog wie bei den Amphibien erwiesen sich auch bei den untersuchten Reptilien die dünnen Fasern nach dem Goldverfahren von dicht beisammen stehenden langen, die dicksten Fasern dagegen von weit auseinander stehenden kürzeren Körnchenzügen durchsetzt.

Wie ersichtlich sind auch bei den Reptilien im Allgemeinen die thätigsten Muskeln die röthesten und protoplasmareichsten, während die vergleichsweise wenig in Anspruch genommenen Zurückzieher des Kopfes bei der Schildkröte und die Muskeln am Schwanzende der Eidechse weiss und verhältnismässig protoplasmaarm sind.

Dass weiss und flink und roth und träg an der Musculatur durchaus nicht zusammenfallen müssen, lehrten mich auch vergleichende Reizversuche an den rothen Extremitätenmuskeln und den weissen Zurückziehern des Kopfes der Schildkröte, über die ich nach weiterer Durchführung besonders zu berichten gedenke. Auch bei *Tropidonotus* habe ich mich davon überzeugt, dass Färbung der Muskeln und Schnelligkeit der Zuckung nicht aneinandergebunden sind. Schon die einfache Betrachtung der Muskeln bei directer elektrischer Reizung lehrt hier, dass die rothe Kiefer- und Zungenmusculatur sich weit flinker zusammenzieht, wie die vorher (S. 54 [686]) angeführten, zum Urogenitalsystem gehörenden rothen Muskeln beim Männchen.

10. Aves.

Untersuchte Objecte:

Anser domesticus, Anas boschas und *domesticus, Larus, Meleagris gallopavo, Phasianus colchicus* und *Gallus domesticus, Perdix cinerea, Columba domestica* und *palumbus, Corvus monedula, Passer domesticus, Falco tinnunculus.*

Ausgeprägte Farbenunterschiede bestehen hier bekanntlich zwischen der weisslichen Brustmusculatur und der rothen Musculatur der unteren Extremitäten bei *Meleagris, Phasianus* und *Gallus.* Bei den anderen untersuchten Arten fand ich im Gegentheil die Brustmusculatur im Ganzen etwas röther als jene der unteren Extremitäten, an welchen ich wieder bei *Falco* den Adductor magnus, bei *Corvus* und *Passer* den Sartorius etwas blässer fand als die übrigen Muskeln.

Ausser der Brustmusculatur ist bei *Meleagris, Phasianus* und *Gallus* die Musculatur der oberen Extremitäten und des Rückens weiss, während die Nacken- und Steissmusculatur roth ist und an den unteren Extremitäten mancherlei Abstufungen der Rothfärbung bestehen. Die weisse Musculatur ist auch hier hell, am ausgeprägtesten bei *Gallus,* wo ich an Schnittpräparaten aus Flemming'scher Lösung gar keine trüben Fasern fand (IX, 1), während ich bei *Phasianus colchicus* dünnere, durch feine, nicht dicht stehende Körnchen getrübte Fasern in nicht unerheblicher Zahl mit den überwiegend dicken hellen Fasern vermengt sah.

Auch im blassen Adductor magnus, beziehungsweise Sartorius der vorher bezeichneten Arten fand ich deutlich gekörnelte Fasern minder zahlreich, als dies bei der Musculatur der unteren Extremitäten der Vögel im Ganzen der Fall ist (VIII, 11; IX, 6).

Verhältnissmässig am reichsten an körnigem Protoplasma fand ich die Beinmusculatur bei den untersuchten Natatores (VIII, 15, und IX, 4).

Sehr reich an ausgeprägt trüben Fasern ist der grosse Brustmuskel letzterer Thiere, und zwar fand ich ihn bei *Larus* ausschliesslich (VIII, 14) und bei den anderen Natatores überwiegend aus solchen Fasern bestehen,

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA) http://www.biodiversitylibrary.org/; Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wobei noch anzuführen ist, dass dieselben bei *Anas boschas* etwas, aber nicht wesentlich zahlreicher sind, als bei *Anas domesticus* (IX, 7, 8).

Der Unterschied zwischen den viel dickeren hellen und den durch dicht stehende gröbere Körnchen getrübten Fasern ist bei den letztgenannten Thieren ein sehr schlagender, und es kann der grosse Brustmuskel dieser Thiere empfohlen werden, um sich mit dem Unterschiede der beiden Faserarten vertraut zu machen. Die hellen Fasern liegen vorwaltend an der Peripherie der secundären Bündel, finden sich aber auch im Inneren derselben verstreut.

Wie bei *Larus* fand ich auch bei *Corvus, Passer, Perdix* und *Falco* (VIII, 12, 13, IX, 2, 5) den grossen Brustmuskel ausschliesslich aus trüben Fasern zusammengesetzt, die Körnchen dabei bei *Corvus* am gröbsten. Das Kaliber der trüben Fasern war auch hier zumeist ein niedriges und im Ganzen ziemlich gleichmässiges.

Bei *Columba dom.*, deren Musculatur ich die ausgedehnteste Untersuchung zuwendete, fand ich im grossen Brustmuskel, an welchem Rollett schon vor langer Zeit Fasern von sehr verschiedenem Dickendurchmesser und verschiedener Kernvertheilung beobachtet hat (95, S. 311), weitaus überwiegend stark gekörnelte Fasern von niedrigem und ziemlich gleichmässigem Kaliber, daneben, etwas zahlreicher an der Peripherie und nur vereinzelt im Inneren der secundären Bündel, helle Fasern von wesentlich höherem Kaliber (VIII, 1, 3). Dann kam nach der relativen Zahl der trüben Fasern der kleine Brustmuskel (VIII, 9), die Musculatur der oberen (VIII, 10) und endlich jene der unteren Extremitäten (VIII, 7, 8) in absteigender Reihenfolge. Auch hier hatten die trüben Fasern im Allgemeinen niedrigeres Kaliber als die hellen und an der Extremitätenmusculatur war die Körnelung etwas feiner und weniger dicht als an den Brustmuskeln. Ausschliesslich trübe Fasern von sehr niedrigem Kaliber enthält die Herzmusculatur der Vögel (VIII, 16), deren fibrilläre Substanz in radiär zu der kernhaltigen Fasermitte gestellten Blättern angeordnet ist (III, 26).

Die Kerne der Fasern sind, abgesehen vom Herzen, meist randständig, doch fand ich in den Fasern aller, auch der ganz trüben Muskeln ab und zu auch einen innenständigen Kern. Sehr reich an innenständigen Kernen sind die Fasern des grossen Brustmuskels bei *Perdix* und *Gallus*, sowie die hellen Fasern in der Musculatur der Brust bei *Columba* (VIII, 1; IX, 1, 2), was übrigens Rollett bereits angegeben hat (95). Auch die hellen Fasern in der Extremitätenmusculatur von *Columba* enthalten innenständige Kerne, aber in geringerer Zahl. Nach dem eben Dargelegten tritt auch hier sehr deutlich hervor, dass die thätigsten Muskeln, vor allem das Herz, am reichsten an körnigem *Protoplasma* sind. Es äussert sich dies hier noch insbesondere in dem Überwiegen des körnigen Protoplasma im grossen Brustmuskel gegenüber den unteren Extremitäten bei den guten Fliegern, in dem grösseren Protoplasmareichthum der Musculatur der unteren Extremitäten bei den Natatores, in der Protoplasmaarmuth des grossen Brustmuskels der schlecht fliegenden *Gallinacei* gegenüber *Perdix*, und ferner darin, dass sich bei den untersuchten Natatores hinsichtlich der Zahl der trüben Fasern eine Art Stufenleiter ergibt, auf welcher der beste Flieger *Larus* am höchsten und *Anser domesticus* am tiefsten steht.

Dass es sich bei den trüben und hellen Fasern um grösseren und geringeren Gehalt an Protoplasma überhaupt handelt, und nicht etwa blos darum, dass in demselben einmal mehr, ein andermal weniger Körnchen enthalten sind, ergeben Goldpräparate (III, 14—25), da an diesen die hellen Fasern sich arm an (rothgefärbter) Zwischensubstanz erweisen. Im grossen Brustmuskel des Haushuhns stiess ich an Goldpräparaten, auch auf vereinzelte dünne protoplasmareiche Fasern (III, 23, 24).

Die protoplasmareichen Fasern haben auch hier im Allgemeinen ein niedriges, die protoplasmaarmen ein höheres Kaliber. Zwischenstufen in Bezug auf beide Eigenschaften findet man auch hier, und zwar namentlich an den unteren Extremitäten.

Die in meiner ersten Mittheilung aufgeworfene Frage, ob die hellen Fasern im grossen Brustmuskel der Hausgans und Haustaube etwa als Merkzeichen der Domestication anzusehen sind (1, S. 460), muss ich verneinend beantworten, da ich nicht allein bei der Wildente, sondern auch bei der Ringeltaube solche Fasern in diesem Muskel fand.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Contributed from the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

11. Mammalia.

Die in dieser Classe untersuchten Objecte zerfallen in zwei Gruppen. In der ersten dieser Gruppen konnten nur Stücke von zumeist nicht näher bestimmten Muskeln untersucht werden (*Sus scrofa* und *domest.*, *Cervus capreolus*, *Lepus timidus*, *Bos taurus*, *Ovis aries*, *Capra hireus*), in der zweiten Gruppe wurden die gesammte Musculatur auf den Farbenunterschied und bestimmte Muskeln auf ihre mikroskopische Structur geprüft (*Lepus cuniculus*, *Cavia cobaya*, *Spermophilus Citillus*, *Mus rattus albus*, *Mus musculus*, *Canis* und *Felis domestica* und *Vespertilio*).

In der ersten Gruppe konnte nur festgestellt werden, dass in der Musculatur der betreffenden Thiere in der That, wie Grützner angab, trübe, an Trockenschnitten gelblich aussehende, und helle Fasern mit einander vermengt vorkommen (IX, 11, 12). Die Körnchen in den ersteren fand ich im Ganzen von geringem Durchmesser, in den dünnsten Fasern in der Regel ziemlich dicht, in den Fasern von mittlerem Kaliber weniger dicht stehend und in den dicksten in der Regel nur ganz vereinzelt. Beim Reh und Hasen fand ich die trüben Fasern in der Extremitätenmusculatur im Ganzen zahlreicher als beim Rind und Schaf, beim Ochsen und Schaf zahlreicher als beim Kalb und Lamm. Beim Wildschwein, wo ich Musculatur am Übergang von der Brust- zur Halswirbelsäule untersuchte, fand ich die unmittelbar an der Wirbelsäule liegende Musculatur blassröthlich und arm an trüben Fasern und die andere Musculatur tiefroth und reich an in grösseren Gruppen angehäuften, dicht gekörnelten Fasern. An den hellen, wie an den trüben Fasern waren hier die Kaliberverhältnisse sehr wechselnd (IX, 9, 10). Den Angaben früherer Beobachter über die Farbenverschiedenheiten der Kaninchenmusculatur habe ich nur anzufügen, dass die Herzmusculatur, das Zwerchfell, die Intercostales und die äusseren Augenmuskeln wie bei allen anderen noch anzuführenden Säugethieren roth sind, jedoch nicht so tiefroth wie oft, namentlich bei älteren Thieren, der *Semitendinosus* und *Soleus* gefunden wird.

Beim Meerschwein sind an den Extremitäten die oberflächlicher liegenden Muskelschichten im Allgemeinen als blass, die tiefen als roth zu bezeichnen; dies gilt insbesondere vom *Triceps brachii*, *Rectus cruris*, *Gastrocnemius*. Am stärksten roth sind hier der *Semitendinosus*, *Soleus* und die Vorderarmmusculatur. Die tiefste Rothfärbung in der ganzen Musculatur dieses Thieres zeigt, wie beim Kaninchen, der Masseter, am blassesten sind der *Ileopsoas*, *Quadratus lumborum* und *Sartorius*.

Bei der Hausmaus heben sich Theile der einzelnen Muskeln des Ober- und ein dem *Tibialis anticus* entsprechender Muskel am Unterschenkel, sowie ein Theil der Vorderarm- und insbesondere die Kaumusculatur von der im Übrigen blassen Musculatur durch ausgeprägte Rothfärbung ab.

Bei der weissen Ratte sind die Kaumuskeln und die Vorderarmmuskeln ausgeprägt roth; theils blass, theils roth sind die Oberarmmuskeln, namentlich der *Triceps brachii*. Vorwaltend blass sind die Oberschenkelmuskeln, doch finden sich auch da in den tieferen Lagen des *Quadriceps cruris* und *Gluteus* rothe Antheile. Am Unterschenkel überwiegen die rothen Antheile, besonders am *Soleus* und *Tibialis anticus*, weniger am *Gastrocnemius*. Am Rumpf sind die an der Wirbelsäule liegenden Muskeln roth.

Beim Hund, der Katze, dem Ziesel und der Fledermaus fand ich keinen ausgeprägten Farbenunterschied an der im Ganzen rothen Musculatur. Bei einem ganz jungen Kätzchen, bei welchem die Musculatur im Ganzen sehr blass war, fand ich das Herz, die Kaumusculatur und das Zwerchfell am stärksten, aber auch die tieferen Lagen des *Triceps brachii* und *Gastrocnemius*, sowie den *Soleus* etwas stärker gefärbt.

Die letztere Beobachtung, welche ergibt, dass beim Säugethier ein Einfluss des Alters der Thiere auf den Farbenunterschied ihrer Muskeln besteht, schränkt begreiflicherweise die Giltigkeit der vorher angeführten Angaben über solche Farbenunterschiede bei den domesticirten Nagern sehr ein; indessen muss ich doch bemerken, dass die untersuchten Thiere keineswegs kleine Exemplare der betreffenden Art waren.

Dass übrigens das Alter der Thiere wohl im Zusammenhang mit dem längeren Gebrauch ihrer Musculatur Einfluss auf die Färbung ihrer Muskeln nimmt, geht auch aus der Verschiedenheit der Färbung der Musculatur beim Kalb und Rind, Lamm und Schaf hervor, und dass auch die Domestication nicht ohne Einfluss hierauf

sein dürfte, scheint mir nach der im Ganzen blassen Färbung der Musculatur der vorher angeführten domesticirten Nagethiere, dann des Hausschweins und der Ziege wahrscheinlich.

Und wenn ich weiter in Betracht ziehe, dass in den Extremitätenmuskeln des Rehes und des Hasen mehr ausgeprägt trübe Fasern zu finden sind, als in den Extremitätenmuskeln der Haussäugethiere, so scheint mir die von E. Meyer aufgeworfene Frage nach dem Einfluss der Domestication auf die Färbung und Structur der Musculatur einer weiteren Verfolgung doch nicht unwerth.

Dass der Grad der Färbung mit jenem der Fasertrübung der Musculatur nicht stets in Übereinstimmung steht, habe ich schon in meiner ersten Mittheilung (I, 459) hervorgehoben. So fand ich namentlich die Fasertrübung am *Masseter* des Kaninchen (III, 27, 28) viel stärker als an dem nur wenig schwächer gefärbten *Semitendinosus* (III, 29) dieses Thieres. Und wie gering der Unterschied in Bezug auf diesen Punkt zwischen dem letzteren Muskel und dem blassen Adductor magnus sein kann, lehrt ein Vergleich zwischen Fig. 29 und 30 auf Taf. III.

Nach dem Grade der Fasertrübung fand ich die Herzmusculatur auch bei den Säugethieren obenan stehen, da hier alle Fasern ziemlich dicht stehende Körnchen enthalten (III, 33; IX, 13), die auf Querschnitten nicht selten eine radiäre Stellung zu den in der Faserachse gelegenen Kernen erkennen lassen. Es ist dies ein Ausdruck dessen, dass hier, wie beim Vogelherzen, die fibrilläre Substanz in radiär zur Faserachse gestellten Blättern angeordnet ist (III, 32), ein Structurverhältniss, dem man bei niederen Thieren vielfach begegnet, das Harting von den Herzmuskelfasern schon im Jahre 1854 (96) beschrieben, S. Mayer im Jahre 1887 vom Kinderherzen abgebildet (97) und Kölliker später näher gewürdigt hat (98 u. 55, S. 142).

Die Ähnlichkeit dieser Structur mit jener der Flugmusculatur von *Agrion* tritt namentlich an Goldpräparaten recht deutlich hervor.

Sehr viel trübe, dünne Fasern finden sich an den gewissermassen die zweite Stufe der Scala einnehmenden äusseren Augenmuskeln (IX, 14), was übrigens auch Leydig schon aufgefallen ist, der (90, S. 137) ausführt: „Doch kennen wir auch quergestreifte Muskeln, wo die primitiven Cylinder innerhalb des Sarcolemma ihre Selbstständigkeit aufrecht erhalten haben; Beispiele hiezu bietet die Musculatur unter der Seitenlinie vieler Fische . . . ; ferner die . . . Augenmuskeln der Hausmaus, des Frosches (hier zugleich mit gewöhnlichen hellen Bündeln vorkommend).“ Und aus der ganzen übrigen Darstellung geht hervor, dass er dabei eine deutliche Sonderung der Säulchen der Muskelfasern durch reichliche Zwischensubstanz im Auge hatte.

Bei nicht unerheblichen Kaliberschwankungen fand ich an den äusseren Augenmuskeln der Säugethiere die durch gröbere und feinere Körnchen getrübten Fasern an Zahl die dickeren, helleren wesentlich überwiegen.

Verhältnissmässig zahlreiche trübe Fasern fand ich ferner in der Kaumusculatur der Säugethiere, und zwar waren hier bei *Cavia cob.* (IX, 16) und *Lepus cuniculus* bei ziemlich gleichem Faserkaliber alle Fasern durch feine auf dem Querschnitt ziemlich dicht stehende Körnchen getrübt, während bei den anderen untersuchten Arten, bei mässigen Kaliberverschiedenheiten nur die dünneren Fasern, die sich bei den Nagern in grösserer Zahl in diesem Muskel fanden als bei *Canis* und *Felis*, sich deutlich getrübt erwiesen.

Auch im Zwerchfell, in dem gleichfalls nur mässige Kaliberverschiedenheiten bestehen, finden sich zahlreiche trübe, dünnere Fasern (*Canis, Felis, Cuniculus*). Bei ganz jungen Katzen und Hunden war das Kaliber der Fasern sehr gering und gar keine deutliche Kaliberverschiedenheit wahrnehmbar.

In der durchaus rothen Extremitätenmusculatur von Katze und Hund fand ich trübe und helle Fasern mit einander vermengt, und zwar erstere bei älteren Thieren in grösserer Zahl und von dichterer und gröberer Körnelung als bei jungen. Die Kaliberverhältnisse fand ich auch hier bei ganz jungen Thieren wesentlich niedriger und gleichmässiger als bei alten, die Körnelung auch bei letzteren nicht sehr dicht und auf die Fasern von niedrigem und mittlerem Kaliber beschränkt. Eine Ausnahme bildet in letzterer Richtung der Sartorius, an dem ich bei alten Hunden und Katzen fast alle Fasern gekörnelt, die Körnelung aber sehr fein und wenig dicht fand, so dass man eigentlich nicht von einer ausgesprochenen Fasertrübung sprechen kann, wie sie dort besteht, wo helle und trübe Fasern vermengt vorkommen.

Digitized by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original downloaded from the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ähnlich sind die Verhältnisse beim *Semitendinosus* und beim *Soleus* des Kaninchens, während an den Augenmuskeln und dem Zwerchfell dieses Thieres ausgeprägt helle und trübe Fasern mit einander vermengt vorkommen.

Beim Meerschwein, der weissen Ratte und der Hausmaus finden sich in den blassen und rothen Muskeln, beziehungsweise Muskelantheilen helle und trübe Fasern vermengt, in ersteren Muskeln aber die trüben Fasern weit spärlicher als in den letzteren, in denen übrigens auch die hellen im Ganzen überwiegen. Das Kaliber der Fasern fand ich nicht unbeträchtlich wechselnd, die dünnsten Fasern trüb, die dicksten hell, während die Fasern von mittlerem Kaliber auch in dieser Richtung eine Art Mittelstellung einnehmen.

Das Vorkommen heller und trüber Fasern in der Schenkelmusculatur der Hausmaus ist übrigens schon im Jahre 1861 von Weissmann beschrieben und zutreffend abgebildet (63, S. 58, Fig. XIII B), insoferne aber falsch gedeutet worden, als er die trüben Fasern als fettig entartet ansah, und hiebei seine Verwunderung aussprach, dass an der Herzmusculatur der Hausmaus alle Querschnitte ganz analog aussehen (Fig. XIII A). An diese, an Trockenschnitten gewonnenen Befunde knüpft er die Bemerkung: „Es liegt nahe, die Körner der Herzmuskelbündel mit dem raschen Stoffwechsel in Verbindung zu bringen, der nothwendig bei der ununterbrochenen Thätigkeit des Herzmuskels stattfinden muss, aber auffallend wäre es immerhin, wenn der Rückbildungsprocess bei beschleunigtem Stoffwechsel, wie ihn angestrengte Thätigkeit bedingt, und der Rückbildungsprocess bei mangelnder Thätigkeit und stockendem Stoffumsatz (fettige Entartung) auf ein und dieselbe Weise vor sich ginge."

Dass aber die Ansicht, dass die körnigen Fasern entartet sind, nicht stichhaltig ist, lehrt, abgesehen von den früher angeführten Erfahrungen an anderen Thierclassen und selbst abgesehen von der durchaus trüben Beschaffenheit aller Fasern des Herzens sämmtlicher und der Kaumusculatur gewisser Säugethiere schon der Umstand, dass es ein Säugethier gibt, bei dem die gesammte Musculatur fast ausschliesslich aus trüben Fasern besteht, nämlich die Fledermaus.

Dass bei der Fledermaus ganz aus trüben Fasern bestehende Skelettmuskeln vorkommen, habe ich, wie ich schon eingangs erwähnte, bereits in meiner früheren Mittheilung hervorgehoben (1, S. 459). Meine damalige Bemerkung, dass daneben „geschlossene Züge von hellen, schmalen Fasern vorkommen", welche auf einer Beobachtung an der Kaumusculatur beruhte, habe ich insoferne richtigzustellen, als die Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen ergeben hat, dass auch in diesen Fasern eine feine Körnelung zu finden ist.

Die Körnelung ist überhaupt in den einzelnen Fasern der untersuchten Muskeln (Zwerchfell, Kau- und Rückenmusculatur, *Pectoralis major* und *minor*) nach Dichtigkeit und Grösse nicht durchwegs gleich stark ausgeprägt, und am *Pectoralis major* fand ich an seinem Ansatz am Oberarm selbst grössere Gruppen dickerer, gar nicht gekörnelter Fasern in den tieferen Muskelschichten. An der Rückenmusculatur und dem *Pectoralis minor* eines zu Ende des Monates Februar getödteten Thieres fand ich die Körnchen unter der Einwirkung von Osmiumsäure geschwärzt (IX, 17).

Die Kaliberverhältnisse der Muskelfasern bei der Fledermaus fand ich, wie Rollett und Schwalbe und Mayeda (99, S. 514) im Ganzen niedrig, und, abgesehen von den vorher erwähnten Ausnahmen, ziemlich gleichmässig.

Wie ersichtlich, stellt sich auch bei den Säugethieren als Regel heraus, dass Reichthum an körnigem Protoplasma und so weit Farbenverschiedenheiten überhaupt in Betracht kommen, auch die Färbung an den thätigsten Muskeln (Herz, Augen-, Kau- und Athmungsmuskeln) am stärksten ausgesprochen ist. Wohl fand ich hier mancherlei Einzelnheiten, die sich, zunächst wenigstens, nicht von diesem Gesichtspunkte aus erklären lassen, so den verschiedenen Reichthum an trüben Fasern in der Kaumusculatur der einzelnen daraufhin untersuchten Arten, die Verschiedenheiten in der Färbung und Körnelung an der Extremitätenmusculatur der Nagethiere und die durchwegs trübe Beschaffenheit der Musculatur der Fledermaus, und ich bin bisher nicht in der Lage, zu übersehen, in wieweit auch hier Verschiedenheiten der Lebensweise der Arten und Ordnungen, ererbte Eigenthümlichkeiten und Ähnliches ins Spiel kommen können.

Ich glaube aber nicht, dass diese Ausnahmen die Aufstellung jener Regel auch für die Säugethiere hindern können, und erblicke in denselben vielmehr nur einen Anlass, bei Gelegenheit die Untersuchung der Säugethiermusculatur auf eine grössere Zahl passend gewählter, wenigstens über die Mehrzahl der einzelnen Ordnungen sich erstreckende Arten auszudehnen.

Hervorzuheben habe ich noch, dass ich in allen untersuchten Säugethiermuskeln, abgesehen vom Herzen, wo bekanntlich blos innenständige Kerne in den Fasern vorkommen, wohl ganz vorwaltend randständige, in einzelnen Querschnitten aber stets auch innenständige Kerne gefunden habe (IX, 15, 16). Ich muss dies Ranvier gegenüber betonen, welcher die innenständigen Kerne beim Kaninchen nur in den rothen und beim Hasen nur in den gleichnamigen Muskeln gesehen hat (S. 3[635], 4[636]). Ich habe im Adductor magnus des Kaninchens und ebenso in allen anderen Säugethiermuskeln immer einzelne innenständige Kerne gefunden und kann darum einen wesentlichen Unterschied zwischen weisser und rother Musculatur mit Bezug auf diesen Punkt nicht erkennen.

V. Schlussbemerkungen.

Aus den in den vorhergehenden Abschnitten erörterten Thatsachen erhellt, dass von den Lamellibranchiaten angefangen in allen der Untersuchung unterzogenen Thierclassen, abgesehen von den *Thaliacea*, sich protoplasmareiche und protoplasmaarme Muskelfasern finden; dass das Herz durchwegs aus protoplasmareichen Fasern besteht, die Kaumusculatur der Mollusken wenigstens ganz vorwaltend aus solchen, und dass auch in der Kaumusculatur der Fische, Reptilien und Säugethiere dieselben sehr zahlreich, zum Theile sogar ausschliesslich vertreten sind. Ebenso finden sich diese Fasern in den Athmungsmuskeln der Amphibien, Reptilien und Säugethiere und den Augenmuskeln der letzteren und der Fische überaus zahlreich.

Die Schalenschliesser der Lamellibranchiaten dagegen gehören zur protoplasmaarmen Musculatur, selbst dort, wo sie nach der Angabe einzelner Beobachter ausgiebige Ortsbewegungen bewirken. Dasselbe gilt mit wenigen Ausnahmen von der übrigen Musculatur der Mollusken. Die wesentlichste dieser Ausnahmen bilden die Riesenspindeln der dünnen Muskelbänder der *Thaliacea*, welche zu den protoplasmareichsten Fasern gehören, zugleich aber sehr grosse Leistungen zu vollbringen haben.

Reich an Protoplasma erweisen sich ferner die dem Herbeistrudeln der Nahrung dienenden Rankenfüsse der Cirripedien, die Flugmuskeln der Hexapoden, diejenigen Flossenmuskeln der Fische, welche bei den betreffenden Arten für die Ortsbewegung vorzugsweise in Betracht kommen oder sonst sehr thätig erscheinen und ein Theil des Seitenrumpfmuskels, namentlich in der für die Ortsbewegung wesentlicheren Schwanzgegend. Ein Gleiches gilt für die Flugmusculatur der gut fliegenden Vögel, deren Beinmusculatur wie die der fliegenden Insecten verhältnismässig arm an Protoplasma ist. Die besten Flieger unter den Vögeln haben im grossen Brustmuskel ausschliesslich oder fast ausschliesslich protoplasmareiche, die schlecht fliegenden Gallinacei ganz vorwaltend protoplasmaarme Fasern. In den der Ortsbewegung dienenden Muskeln der Amphibien, Reptilien und Säugethiere finden sich protoplasmaarme und protoplasmareiche Fasern vermengt; letztere sind bei den wildlebenden Arten der Säugethiere hier zahlreicher als bei den domesticirten, bei welchen sie an den Nagern in gewissen Abschnitten der Extremitätenmusculatur gar nicht oder nur äusserst spärlich zu finden sind. Bei der Fledermaus anderseits sind die Fasern der gesammten Musculatur fast durchaus protoplasmareich.

Die protoplasmareiche Musculatur erweist sich fast immer lebhafter pigmentirt, die protoplasmaarme Musculatur blass, was zum Theil wenigstens damit zusammenzuhängen scheint, dass die im Protoplasma mehr oder weniger reichlich vorhandenen Körnchen gefärbt erscheinen. An dem Reichthum der Fasern an diesen Körnchen lässt sich im Allgemeinen ihr Protoplasmagehalt leicht erkennen, doch gibt es auch Thiere (*Batrachier*), bei denen das Protoplasma wenigstens zeitweise ganz vorwaltend homogen ist. Das zeitweise Auftreten von reichlichen Körnchen in diesem *Hyaloplasma* und die Umsetzung der Körnchen in Fett können gewisser-

Digitized by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA) and the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

massen als Zeichen der regen Stoffwechselvorgänge innerhalb des Protoplasma der Muskelfasern angesehen werden.

Hinsichtlich der Vertheilung des Protoplasma in der Muskelfaser lassen sich vier Haupttypen von Fasern unterscheiden. Bei dem einen derselben findet sich die Hauptmasse desselben in der Faseraxe und durchsetzt ausserdem oft radiär die blätterige fibrilläre Substanz. Diesem bei den Mollusken sehr häufigen Fasertypus, der dort am ausgeprägtesten an den Riesenspindeln der *Thaliacea* vorkömmt, begegnet man ausserdem an der Flug- und Extremitätenmusculatur gewisser *Hexapoda* und an der Herzmusculatur von Wirbelthieren.

Bei dem zweiten dieser Typen findet sich die Hauptmasse des Protoplasma an der Peripherie der Faser, ausserdem aber noch entweder in Form von Scheidewänden zwischen den blätterigen oder in Form von Säulchen zwischen den rundlichen Muskelsäulchen. Dieser Typus findet sich bei den *Crustacea* und *Pisces*, und wenn man die kernhaltigen körnigen Massen zwischen den Muskelfasern in den Flugmuskeln der Insecten als zu diesen Fasern selbst gehörig ansicht, auch bei den *Hexapoda*.

Bei dem dritten Typus findet sich keine erhebliche Ansammlung des Protoplasma an der Peripherie, keine in der Axe der Faser, dagegen sind Protoplasmasäulchen zwischen den Muskelsäulchen zu finden.

Dem vierten Typus endlich fehlt in der Regel die Gliederung der fibrillären Substanz in Säulchen ganz, das Protoplasma findet sich nur als feiner axialer Faden oder an den Kernpolen in etwas grösserer Menge und sonst nur in Form von ganz dünnen, die Fibrillen hier, wie bei den ersten drei Typen einhüllenden Scheiden. Die ersten drei Typen bilden die protoplasmareiche, die letztere die protoplasmaarme Musculatur.

Es dürfte noch einen dankbaren Untersuchungsstoff bilden, zu ermitteln, welche entwicklungsgeschichtlichen Verschiedenheiten diesen Faserverschiedenheiten zu Grunde liegen. Den letzten Fasertypus wird man in einem gewissen Sinne als den höchst entwickelten ansehen müssen, da bei ihm das *Protoplasma* am meisten zur Anbildung von fibrillärer Substanz verbraucht erscheint.

Hiemit übereinstimmend finden wir bei den Wirbelthieren die protoplasmaarmen Fasern im Ganzen am dicksten, die protoplasmareichen am dünnsten. Nehmen wir hinzu, dass die letzteren Fasern an den thätigsten Muskeln am zahlreichsten, in dem von vornherein am meisten in Anspruch genommenen Herzen sogar ausschliesslich vorkommen, so drängt sich der Gedanke auf, dass zwischen der starken, insbesondere frühzeitigen und starken Inanspruchnahme der Musculatur und der geringeren Umsetzung des *Protoplasma* in fibrilläre Substanz ein Zusammenhang besteht, der vielleicht so zu deuten ist, dass die starke Inanspruchnahme des *Protoplasma* für den Wiederersatz des bei der Thätigkeit der fibrillären Substanz Verbrauchten, ein Hemmniss für die Umsetzung des ersteren in die letztere, also auch ein Wachsthumshemmniss für die Faser bildet.

Möglicherweise steht hiemit auch in einem gewissen Zusammenhange, dass, wie Schwalbe und Mayeda gefunden, beim Menschen die Muskeln, welche ein geringes postembryonales Wachsthum zeigen, die dünnsten Fasern besitzen (99, S. 505—511), doch kann ich auf eine nähere Erörterung letzterer Frage um so weniger eingehen, als ich noch nicht in der Lage war, die Angabe Grützner's, dass auch beim Menschen helle und trübe Fasern vorkommen, an geeigneten Muskeln zu prüfen.

Ich möchte auch den vorher ausgesprochenen Gedanken nicht als eine Behauptung, sondern nur als den Versuch einer Erklärung aufgefasst wissen und glaube, dass weiteren Erörterungen desselben vor Allem eine Untersuchung der Beschaffenheit von beim erwachsenen Thiere verschiedenfaserigen Muskeln während der foetalen Periode vorhergehen müsste.

Dass der grosse Rest von Protoplasma in gewissen Muskelfasern dieselben zu andauernder Thätigkeit besonders geeignet machen muss, dürfte nach unseren derzeitigen Anschauungen über die Bedeutung des Protoplasma für die Ernährung der Muskelfaser wohl kaum als eine gewagte Annahme erscheinen. Die Angabe Ranvier's, dass die rothen (protoplasmareichen) Muskeln bei Tetanisirung später ermüden als die weissen, steht hiemit im Einklang.

Nicht unwahrscheinlich dürfte es ferner erscheinen, dass die bei einer Reihe von Thieren zu findende stärkere Pigmentirung der protoplasmareichen Muskeln mit der anhaltenderen Thätigkeit der letzteren in

einem gewissen Zusammenhange steht, wenn erwogen wird, dass die Färbung der Musculatur mit dem Alter der Thiere, beziehungsweise dem Gebrauche ihrer Muskeln zunimmt, wobei es freilich ganz dahin gestellt bleiben muss, ob es bei der Muskelthätigkeit zu einer Zerstörung rother Blutkörperchen in den Muskeln kommt, wie Brozeit glaubt.

Dass flinke und träge Zuckung der Muskeln weder zum Farbstoff, noch Protoplasmagehalt derselben in einer bestimmten Beziehung steht, geht aus einer Reihe der angeführten Thatsachen hervor.

Die Frage, ob die bei gewissen Thieren periodisch eintretenden Veränderungen in der Beschaffenheit des Protoplasma einen Einfluss auf die Muskelzuckung nehmen und welche Bedingungen diesen Veränderungen zu Grunde liegen, wobei auch auf den Wechsel der Jahreszeiten Rücksicht zu nehmen ist, bedarf noch einer genaueren Untersuchung. Dass aber so hochgradige Veränderungen im Protoplasma der Muskelfasern sich vollziehen können, wie sie aus den beigegebenen Abbildungen erhellen, ohne dass eine von vornherein sinnfällige Abänderung der Muskelthätigkeit an den betreffenden Thieren zu finden ist, spricht wohl eben so wenig zu Gunsten der Ansicht, dass das Protoplasma das contractile Element der Muskelfaser ist, wie der Umstand, dass das Protoplasma in den am höchsten entwickelten Fasern so ausserordentlich reducirt erscheint.

Gewissermassen als Nebenresultat der Untersuchung, über welche in den vorliegenden Blättern berichtet wurde, hat sich ergeben, dass die auch bei vielen niederen Thieren vertretene quergestreifte Muskelfaser, abgesehen von der überall in den wesentlichen Zügen gleichartigen Querstreifung, nicht blos in den verschiedenen Thierclassen, sondern selbst bei einem und demselben Thiere wechselnden Aufbau der fibrillären Substanz erkennen lässt. Finden wir doch selbst bei den Wirbelthieren neben den rein fibrillären Fasern solche, wo die Fibrillen zu Säulchen von hier rundlichem, dort blätterigem Querschnitt angeordnet sind. Nehmen wir die Verschiedenheiten der Dickendurchmesser der Fasern bei allen Thierclassen, die so wechselnden Verhältnisse in der Länge und Breite der Fasern und in der Lage ihrer Fibrillen zur Faseraxe bei den Mollusken, die ursprünglichen Verschiedenheiten im Protoplasma der Fasern und die in demselben sich vollziehenden Veränderungen hinzu, so ergibt sich, wie viele Punkte eine auf die Erklärung der Zuckungsverschiedenheiten der Musculatur gerichtete vergleichende physiologische Untersuchung zu berücksichtigen hat, und vielleicht dürfte es von diesem Gesichtspunkt aus nicht ganz nutzlos erscheinen, dass ich mich in dieser Mittheilung nicht lediglich auf die Erörterung meines Grundthemas beschränkt, sondern mich bemüht habe, an der Schaffung der vergleichend histologischen Grundlagen für eine vergleichend-biologische Untersuchung der Musculatur mitzuarbeiten.

Die hinsichtlich der bei gewissen Thieren zu findenden Veränderungen im Protoplasma der Muskelfasern, sowie des verschiedenen Protoplasmagehaltes derselben angeführten Thatsachen dürften wohl auch volkswirthschaftlich ein gewisses Interesse erwecken, da vorauszusetzen ist, dass der Nährwerth des Fleisches und sein Geschmack in einer gewissen Beziehung zu denselben steht. Auch wäre eine Untersuchung darüber, welche Veränderungen sich bei der Mästung im Protoplasma etwa vollziehen, mit Rücksicht auf das Auftreten von Fett in demselben unter normalen Verhältnissen wohl nicht ohne Interesse. Die Fettentwickelung im Protoplasma der Muskelfasern dürfte ferner nicht ohne Bedeutung für die Frage nach der Entwickelung des sogenannten Leichenfetts sein.

Schliesslich ist auch noch der Umstand hervorzuheben, dass bei Thieren, bei welchen die übrige quergestreifte Musculatur weder den Charakter der Spindelzelle, noch die Sonderung in Mark und blätterige Rinde mehr erkennen lässt, dieser verhältnissmässig niedrig stehende Fasertypus am Herzen noch erhalten erscheint, und bei den höheren Wirbelthieren hier im erwachsenen Zustande wenigstens noch der blätterige Bau der Rinde zu finden ist.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Verzeichniss der angeführten Abhandlungen.

1. Ph. Knoll, Über helle und trübe, weisse und rothe quergestreifte Musculatur. Sitzungsberichte d. Wiener Akademie, mathem.-naturw. Cl., Bd. 98, Abth. III, November 1889.
2. W. Krause, Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1864, S. 119.
3. Ranvier, Des quelques faits relatifs à l'histologie et à la physiologie des muscles striés. Archives de physiologie normale et phatologique. 1874, p. 1.
4. Derselbe, Note sur les vaisseaux sanguins et la circulation dans les muscles rouges. Ebenda, p. 446.
5. Derselbe, Leçons d'Anatomie générale sur le système musculaire. Paris 1880.
6. Kronecker und Stirling, Die Genesis des Tetanus. Archiv von Du Bois-Reymond. 1878, S. 1.
7. Cash, Der Zuckungsverlauf als Merkmal der Muskelart. Ebenda 1880, Supplementband, S. 158.
8. E. Meyer, Über rothe und blasse quergestreifte Muskeln. Ebenda 1875, S. 217.
9. Ranvier, Des muscles rouges et des muscles blancs chez les rongeurs. Comptes rendus. T. 104, p. 79.
10. Henle, Allgemeine Anatomie, Leipzig 1841, S. 587.
11. Schlossberger, Erster Versuch einer allgemeinen und vergleichenden Thier-Chemie. Leipzig und Heidelberg. 1856, S. 151—153.
12. Barfurth, Biologische Untersuchungen über die Bachforelle. Schultze's Arch. 1886, S. 133.
13. Lankester, Über das Vorkommen von Hämoglobin in den Muskeln der Mollusken und die Verbreitung desselben in dem lebendigen Organismus. Pflüger's Arch. Bd. 4, S. 315.
14. G. Schwalbe, Über den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere. M. Schultze's Arch. Bd. 5, S. 205.
15. W. Krause, Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1884, 2. Aufl. S. 52.
16. Leydig, Zelle und Gewebe. Bonn 1885.
17. Krukenberg, Vergleichend-physiologische Studien an den Küsten der Adria. Experimentelle Untersuchungen 4. Abth. Heidelberg 1881.
18. Derselbe. Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der contractilen Gewebe. Heidelberg 1886, S. 301.
19. Derselbe. Chemische Untersuchungen zur wissenschaftlichen Medicin, II. Heft. Jena 1888.
20. Grützner, Über physiologische Verschiedenheiten der Skeletmuskeln. Breslauer ärztliche Zeitschr. 1883, S. 189.
21. Derselbe. Zur Physiologie und Histologie der Skeletmuskeln. Ebenda, S. 257.
22. Derselbe. Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln. Recueil zoologique suisse. Tome 1, Nr. 4.
23. Derselbe. Zur Muskelphysiologie. Breslauer ärztliche Zeitschr. 1886, Nr. 1.
24. Derselbe. Biologisches Centralblatt. Bd. 7, S. 733.
25. Gleiss, Ein Beitrag zur Muskelchemie. Pflüger's Arch. Bd. 41, S. 96.
26. Wörtz, Ein Beitrag zur Chemie der rothen und weissen Muskeln. In. Dissert. Tübingen 1889.
27. Bonhöffer, Über einige physiologische Eigenschaften dünn- und dickfaseriger Muskeln bei Amphibien. Pflüger's Arch. Bd. 47, S. 125.
28. W. Krause, Die Nervenendigung in den Muskeln. Internationale Monatsschr. für Anatomie u. Physiologie 1888, S. 101.
29. Overend, Über den Einfluss des Curare und Veratrins auf die quergestreiften Muskeln. Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 26, S. 1.
30. O. Nasse, Zusammenhang von Thätigkeit und Bau der Muskeln. Biolog. Centralblatt, Bd. 4, S. 726.
31. J. Arnold, Über das Vorkommen heller Muskeln beim Menschen. Heidelberg 1886.
32. Rindfleisch, Über weisse Muskeln beim Menschen. Sitzungsber. der Würzburger physiol.-medic. Ges. 1886, S. 132.
33. A. Rollett, Beiträge zur Physiologie der Muskeln. Denkschr. d. mathem.-naturw. Cl. der Wiener Akad. d. Wissensch. Bd. LIII, 1887, S. 193.
34. Richet, Contribution à la physiologie des centres nerveux et des muscles de l'écrevisse. Archives de physiologie normale et pathologique. Tom. 6, 1879, p. 262.
35. Stannius, Göttinger Nachrichten 1852, Nr. 17. Angeführt nach Henle in Canstatt's Jahresbericht für 1852, I, S. 39.
36. Leydig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852. Angeführt nach Henle in Canstatt's Jahresber. 1852, I, S. 40.
37. Holst, De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie. In. Dissert. Dorpat 1846. Angeführt nach Leydig (Zelle und Gewebe).
38. Aubert, Über die Structur der Thoraxmuskeln der Insecten. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1853, Bd. 4, S. 390.
39. Cohnheim, Über den feineren Bau der quergestreiften Muskelfaser. Virchow's Arch. 1865, Bd. 34, S. 619.
40. Kölliker, Über die Cohnheim'schen Felder der Muskelquerschnitte. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1866, Bd. 16, S. 380.
41. W. Biedermann, Zur Lehre vom Bau der quergestreiften Muskelfaser. Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. LXXIV, Jahrg. 1876, Abth. III, Juli-Heft.

42. J. Arnold, Über die Abscheidung von indigschwefelsaurem Natron im Muskelgewebe. Virchow's Arch. Bd. 71, S. 1, 1877.
43. Ph. Knoll, Über Myocarditis und die übrigen Folgen der Vagussection bei Tauben. Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. I, 1880.
44. Miescher-Rüsch, Statistische und biologische Beiträge zur Kenntniss vom Leben des Rheinlachses im Süsswasser. Sonderabdr. aus der Schweizer Literatursammlung für die internationale Fischereiausstellung zu Berlin, 1880.
45. Katharina Schipiloff und A. Danilewsky, Über die Natur der anisotropen Substanzen des quergestreiften Muskels und ihre räumliche Vertheilung im Muskelbündel. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1881, S. 349.
46. G. R. Wagener, Die Entstehung der Querstreifen auf den Muskeln. Pflüger's Arch. Bd. 30, S. 517, 1883.
47. W. Kühne, Neue Untersuchungen über motorische Nervenendigung. Zeitschr. f. Biologie, 1887, S. 88.
48. Retzius, Zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfaser. Biologische Untersuchungen. Stockholm und Leipzig 1881.
49. v. Limbeck, Zur Kenntniss des Baues der Insectenmuskeln. Sitzungsber. der Wiener Akad. III. Abth, Mai-Heft, 1885, S. 336.
50. A. Rollett, Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskeln. Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. IL, 1885, S. 81.
51. Derselbe. Dasselbe, II. Theil. Ebenda, Bd. LI, 1886, S. 48.
52. Derselbe. Über die Flossenmuskeln des Seepferdchens. M. Schultze's Arch. Bd. 32, 1888, S. 233.
53. Derselbe. Anatomische und physiologische Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse. Sitzungsber. der Wiener Akad. Mathem.-naturw. Cl. Bd. XCVIII, Abth. III, Mai-Heft, 1889.
54. Kölliker, Zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfasern. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 47, 1888, Sonderabdr.
55. Derselbe. Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1889.
56. Köhler, Sur la structure des fibres musculaires chez les édriophthalmes. Compt. rend. T. 104, p. 592.
57. Mitrophanow, Über die Muskeln von Cobitis fossilis. Referat aus dem Russischen von Hoyer im Jahresber. über die Fortschr. d. Anat. u. Physiol. im Jahre 1887, I, S. 140.
58. Derselbe. Über Zellengranulationen. Sitzungsprotokolle der biologischen Section der Warschauer Naturforschergesellschaft. Biolog. Centralblatt 1889, S. 541.
59. Bierfreund, Untersuchungen über die Todtenstarre. Pflüger's Arch. Bd. 43, S. 195.
60. Engelmann, Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz. Ebenda, Bd. 7, S. 33.
61. Leydig, Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Müller's Arch. 1854, S. 298.
62. Dogiel, Die Muskeln und Nerven des Herzens bei einigen Mollusken. Schultze's Arch. 1877, S. 59.
63. Weissmann, Über die Musculatur des Herzens beim Menschen und in der Thierreihe. Archiv von Reichert und Du Bois-Reymond, 1861, S. 41.
64. Fol, Sur la structure microscopique des muscles des Mollusques. Compt. rend. T. 106, p. 306.
65. Derselbe. Sur la repartition du tissu musculaire strié chez diverses Invertebrés. Ebenda, S. 1178.
66. Boll, Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypus. M. Schultze's Arch. Bd. 5, Suppl. 1869.
67. Blanchard, Note sur la présence des muscles striés chez les mollusques acéphales monomyaires. Revue internation. Sc. Biol. Tome III, p. 356.
68. G. R. Wagener, Über die Muskelfaser der Evertebraten. Archiv von Reichert und Du Bois Reymond, 1863, S. 211.
69. Tourneux et Barrois, Sur l'existence des fibres musculaires striées dans le muscle adducteur des valves chez les Pectinidés et sur les mouvements natatoires qu'engendre leur contraction. C. R. Soc. Biol. Paris, T. 5, p. 181.
70. Engelmann, Über den fasergen Bau der contractilen Substanzen, mit besonderer Berücksichtigung der glatten und doppelt schräg gestreiften Muskelfasern. Pflüger's Arch. Bd. 25, S. 551.
71. v. Ihering, Über Anomia, nebst Bemerkungen zur vergleichenden Anatomie bei den Muscheln. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 30, Suppl. S. 13 (1878).
72. Coutance, De l'énergie et la structure musculaire chez les Mollusques acéphales. Paris 1878, p. 30. (Citirt nach Blanchard, 67.)
73. Krukenberg, Vergleichend-physiologische Studien. Zweite Reihe, IV. Abth. Heidelberg 1887.
74. Roule, Sur la structure des fibres musculaires, appartenants aux muscles rétracteurs des valves des Mollusques lamellibranches. Compt. rend. T. 106, p. 872.
75. Marshall, Observations on the structure and distribution of striped and unstriped muscles in the animal kingdom and a theory of muscular contraction. Quart. Journ. Micr. Soc. (2.) Vol. 28, t. 8, p. 75.
76. B. Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria. Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien. Wien 1881.
77. Derselbe. Dasselbe. Ebenda 1882.
78. Kölliker, Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Verhandl. d. physik.-medic. Gesellsch. zu Würzburg. Bd. 8. S. 109, 1857.
79. Paneth, Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden. M. Schultze's Arch. Bd. 24, S. 230.
80. v. Ihering, Zur Morphologie von Chiton. Morpholog. Jahrb. Bd. 4, S. 128, 1878.
81. Margo, Über die Muskelfasern der Mollusken. Sitzungsber. der Wiener Akad. Mathem.-naturw. Cl. Bd. XXXIX, 1860, S. 559.
82. Eschricht, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Salpen. Müller's Arch. 1841, S. 42.
83. Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie. Übersetzt von Nicati und von Wyss. Leipzig 1888.
84. Ransom, On the cardiac rhythm of invertebrata. Journ. of Physiol. Vol. 5, p. 261.
85. Ciaccio, Della notomia minuta di quei muscoli che negl'insetti muovono le ali. Memorie della Reale academia delle scienze di Bologna. Serie IV, t. VIII, p. 525.

86. Stirling, On red and pale muscles in fishes. Appendices to fourth annual report of the fishery board for Scotland, p. 166.
87. Langerhans, Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. M. Schultze's Arch. Bd. 12, S. 290.
88. Schmidtlein, Beobachtungen über die Lebensweise einiger Seethiere. Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, Bd. I, 1879, S. 1 ff.
89. Paul Mayer, ebenda, Bd. 6, S. 247.
90. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Hamm 1857.
91. Gehuchten, Étude sur la structure intime de la cellule musculaire striée chez les vertébrès. La cellule. T. IV, Fig. 38, 39, 48.
92. Reitaro Mayeda, Über die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 27, S. 1190.
93. Altmann, Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig 1890.
94. J. Schott, Ein Beitrag zur elektrischen Reizung des quergestreiften Muskels von seinem Nerven aus. Pflüger's Arch. Bd. 48, S. 355.
95. Rollett, Untersuchungen zur näheren Kenntniss der quergestreiften Muskelfasern. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 24, April-Heft, 1857.
96. Vergl. Henle in Canstatt's Jahresber. 1854, I, S. 50.
97. S. Mayer, Histologisches Taschenbuch. Prag 1887.
98. Kölliker, Sitzungsber. d. Würzburger Physik.-medic. Gesellsch. 1889, 19. Januar.
99. Schwalbe und Mayeda, Über die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern des Menschen. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 27, S. 482.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Die römischen Ziffern zeigen die Tafeln, die arabischen die Figuren an. Wo nichts anderes bemerkt ist, stammen die Präparate von in Chromosmiumessigsäuregemisch gehärteten Präparaten her und sind in Glycerin (mit gleicher Menge destillirtem Wasser vermengt) aufgehellt. I, II, III, 1—30 und 32 sind nach Goldpräparaten gezeichnet.

A. bedeutet Härtung in Alkohol, M. in Müller'scher Flüssigkeit, P. in Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure, L. in Lang'scher Lösung, Tr. Trockenschnitt, Hä. Färbung mit Grenacher's Hämatoxylin, Eo. mit Eosin, C. Aufhellung mit Origanumöl und Canadabalsam. Die am Ende jeder Figurenerklärung angeführten Ziffern und Buchstaben zeigen die angewendeten Oculare und Objectivlinsen an. Der Zusatz H. bedeutet die Verwendung von Hartnack'schen Linsen; sonst sind immer Linsen von Zeiss zu verstehen und zwar beim Zusatz Ap. Apochromate. Nur die mit Z. bezeichneten Figuren sind mittels Zeichenapparates (von Zeiss) aufgenommen. Sämmtliche Abbildungen sind von dem Zeichner am histologischen Institute der Prager deutschen Universität Herrn Reisek angefertigt.

I.

1. *Pecten Jacob.* Schliessmuskel, gelber Antheil. 3 D.
2. „ „ Weisser Antheil. 3 DD.
3. *Venus verrucosa.* Schliessmuskel, grauer Antheil. 3 D.
4. „ „ Weisser Antheil. 3 D.
5. *Pectunculus glycimeris,* Schliessmuskel, grauer Antheil. 3, 7. H.
6. „ „ Weisser Antheil. 3 D.
7. „ „ „ „ Ap. 4, 2 *mm.*
8. *Pinna.* Herz. Ap, 4, 8 *mm.*
9. „ „ Ap. 12, 8 *mm.*
10. „ „ 2, 1/12.
11. „ „ 3, 7. H.
12. *Lima inflata.* Herz. 3 D.
13. „ „ „ 2 E.
14. *Carinaria.* Flosse. 3 E.
15. „ „ 2 F.
16, 17. „ Fuss. 3, 7 H.
18. „ Flosse. 3 D.
19, 20. „ Herz. 3 DD.
21. *Cassis.* Herz. 2, 1/12.
22. „ Fuss. 2 E.
23. „ Herz. 3 D.
24. *Aplysia punctata* Herz. 2 F.
25. „ „ Fuss. 3 D.
26. *Aplysia limacina.* Buccalmasse. 2, 1/12.
27. *Helix pomatia.* Herz. 2 E.
28. *Aplysia limacina.* Buccalmasse. 2 E.
29. „ „ Fuss. 3 D.
30. *Haliotis.* Buccalmasse. 2 E.
31. *Haliotis.* Buccalmasse. 3, 7. H.
32. *Chiton.* Buccalmasse. 3 D.
33, 34. *Rossia.* Buccalmasse. 2, 1/12.
35. „ „ 2 F.
36. „ „ 2 E.
37. „ Armmusculatur. 2 E.
38. *Octopus tetrac.* Armmusculatur. 2 E.
39. *Rossia.* Buccalmasse. 2 E.
40. *Octopus tetrac.* Buccalmasse. 2 E.
41. *Sepia.* Buccalmasse. 2 E.
42. *Octopus vulgaris.* Herz. 3 D.
43. *Balanus perforatus.* Rankenfuss. 3 C.
44. „ „ Heftfuss. 3, 4 H.
45. „ „ Rankenfuss. 2 E.
46. „ „ „ 2 D.
47. „ „ „ 2 DD.
48. „ „ „ 2 D.
49. „ „ „ 2, 1/12.
50, 51. *Homarus.* Herz. 2 E.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology/Cambridge MA. Online Download from Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

52. *Astacus.* Herz. 3 D.
53. „ „ 3, 7 H.
54. *Penaeus.* Herz. 3, 7 H.
55. *Homarus.* Herz. 2 D.
56. *Maja.* Herz. 2 C.
57. *Conchoderma.* Stiel. 2 E.
58. *Pieris.* Flugmusculatur. 3 D.
59. „ „ 3, 7 H.
60. „ „ 3 DD.
61, 62. *Agrion.* Flugmusculatur. 3 E.

II.

1. *Dyticus.* Extremitätenmusculatur. 3 D.
2. „ „ 2 E.
3. „ „ 3, 7.
4. *Hydrophilus.* Extremitätenmusculatur. 2 D.
5. „ „ 2 F.
6. *Geotrupes.* Extremitätenmusculatur. 3, 7 H.
7. „ „ 3 D.
8. „ Flugmusculatur. 3 D.
9. *Dyticus.* Flugmusculatur. Ap. 12, 8 *mm.*
10. *Hydrophilus.* Flugmusculatur. Ap. 8, 8 *mm.*
11, 12. *Geotrupes.* Flugmusculatur. 3 D.
13. *Hydrophilus.* Flugmusculatur. 3, 7 H.
14. *Dyticus.* Flugmusculatur. 2 F.
15. „ „ 3 D.
16. *Hydrophilus.* Flugmusculatur. 3, 7 H.
17. *Dyticus.* Flugmusculatur. 2 F.
18. *Hydrophilus.* Flugmusculatur. Ap. 12, 8 *mm.*
19. *Rana temporaria.* 3 D.
20. „ „ 2 D.
21. „ „ Ap. 18, 8.
22, 23. „ „ 3 DD.
24, 25. *Lacerta.* Kiefermusculatur. 2 D.
26. „ Schwanzmusculatur. 2, 7 H.
27. *Rana temporaria.* Herzmusculatur. 2 D.
28. *Tropidonotus.* Herzmusculatur. Ap. 12, 8 *mm.*
29. *Lacerta.* Kiefermusculatur. 2 F.
30. *Rana temporaria.* 2 D.
31. *Scomber.* Seitenrumpfmuskel. Roth. Tr. 3 D.
32 „ Weiss. Tr. 3 DD.
33. *Hippocampus.* Rückenflosse. Ap. 4, 2 *mm.*
34. *Syngnathus.* Rückenflosse. 3 D.
35, 36. „ „ 3, 7 H.
37. „ „ Ap. 12, 8 *mm.*
38. *Scomber.* Seitenrumpfmuskel. Roth. 8, 8 *mm.*
39. „ „ 2 F.
40. *Gophius.* Seitenrumpfmuskel. Roth. Tr. 2 F.
41. „ „ Weiss. 3, 7 H.
42. *Salmo.* Seitenrumpfmuskel. Roth. Ap. 8, 8 *mm.*
43. „ „ 2 F.
44. „ „ Ap. 12, 8 *mm.*
45. *Cyprinus.* Seitenrumpfmuskel. Roth. 2 F.
46. „ Kiefermusculatur. Roth. 2 E.
47. „ Seitenrumpfmuskel. Weiss. 3, 7 H.
48. „ „ „ 3 D.
49. „ „ Roth. 3, 7 H.
50. *Salmo.* Seitenrumpfmuskel. Roth. Nach Maceration in verdünnter Essigsäure vergoldet. 2 F.
51. *Cyprinus.* Seitenrumpfmuskel. Roth. 2, 10 H.

III.

1. *Raja.* Bauchflosse. Rothe Musculatur. Ap. 18, 8 *mm.*
2. „ „ „ „ Ap. 8, 8 *mm.*
3. „ „ „ „ Weiss. 2 DD.
4. *Seyllium.* Seitenrumpfmuskel. Roth. 3 D.
5. „ „ „ 3 D.
6. „ „ Weiss. 3 D.
7. *Torpedo ocellat.* Schwanzmusculatur. Roth. 2 E.
8. „ „ Weiss. 3 D.
9. „ *marmorat.* Schwanzmusculatur. Roth. Tr. 3 D.
10. *Motella.* Rückenflosse. 2 F.
11. *Anguilla.* Augenmuskel. 2 E.
12. „ „ 3 DD.
13. *Cyprinus.* Herz. 2, 7 H.
14. *Columba.* Grosser Brustmuskel. Trübe Faser. 2, 1/12.
15, 16. „ „ „ Helle Faser. Ap. 8, 8 *mm.*
17. „ „ „ Helle und trübe Fasern. 2, 10 H.
18. „ „ „ Trübe Faser. 2 F.
19. „ „ „ „ „ 3 E.
20. „ „ „ „ „ 2 F.
21. „ „ „ „ „ 2, 7 H.
22. *Gallus.* Grosser Brustmuskel. 2 E.
23. „ „ „ 3 B.
24. „ „ „ 2 E.
25. *Columba.* Grosser Brustmuskel. Trübe Faser. 2, 1/12.
26. „ Herz, 2, 1/12.
27, 28. *Lepus cuniculus.* Masseter. 2 E.
29. „ Semitendinosus. 2 E.
30. „ Adductor magnus. 2 E.
31. „ Gastrocnemius. Tr. Schwach angesäuert. Hä. 2 E.
32. *Cavia cobaya.* Herz. Tr. 2 E.
33. *Felis.* Herz. 3, 7 H.
34. „ „ 3 DD.
35, 36. *Hirudo medicinalis.* 2 F.
37. „ „ 3 DD.
38. „ „ 3 B.
39. *Lima inflata.* Schliessmuskel. Weiss. 3 D.
40. „ „ „ Grau. 3 D.
41. *Sagitta bipunctata.* Leibesmusculatur. Zupfpräparat nach Fixirung in Osmium-Seewasser. Ap. 4, 2 *mm.*
42. *Pecten.* Schliessmuskel. Grau. A. Ap. 12, 8 *mm.*
43. „ „ Weiss. 3 D.
44. *Pinna.* Schliessmuskel. Weiss. 3 D.
45, 46. „ „ Grau. 3 D.
47. *Pecten.* Schliessmuskel. Grau. Zupfpräparat. 2, 1/12.
48. *Lima inflata.* Herz. Ap. 12, 8 *mm.*
49. „ *hians.* Schliessmuskel. Grau. Hä. C. Ap. 8, 12 *mm.*

Digitised by the Harvard University Ernst Mayr Library, the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library (www.biodiversitylibrary.org); www.zobodat.at

IV.

1. *Pectunculus.* Schliessmuskel. Weiss. 2 E.
2. „ „ „ 3 D.
3. „ „ Gran. 3 D.
4. „ „ „ 3, 7 H.
5. „ Herz. Hä. Eo. Ca. Ap. 4, 2 *mm.*
6. „ „ Ungefärbt. 2 F.
7. *Lima inflata.* Herz. 3, 7 H.
8. *Pinna.* Herz. Hä. Eo. C. Ap. 8, 8 *mm.*
9. „ „ „ 3 D.
10. *Ostrea.* Schliessmuskel. Gran. Zupfpräparat von dem in 1/3 A. gespannten Muskel. 2. 1/12.
11. 11 *a.* *Carinaria.* Buccalmasse. Hä. Eo. C. 3 DD.
12. „ „ Ungefärbt. 3 D.
13. *Chiton.* Buccalmasse. 2, 10 H.
14. *Aplysia limacina.* Buccalmasse. 2 F.
15. *Murex.* Buccalmasse. Hä. Eo. C. 3, 7 H.
16. „ „ Ungefärbt. Ap. 4, 2 *mm.*
17. *Haliotis.* Buccalmasse. Osmium-Seewasser. Zupfpräparat. Ap. 8, 8 *mm.*
18. *Aplysia punctata.* Buccalmasse. Ap. 12, 8 *mm.*
19. *Chiton.* Buccalmasse. Ap. 12, 8 *mm.*
20. *Cassis.* Buccalmasse. 2 F.
21. *Carinaria.* Fuss. Hä. Eo. C. 2 E.
22. *Carinaria.* Fuss. Ungefärbt. 2 E.
23. *Pleurobranchaea.* Buccalmasse. Hä. Eo. C. 3 D.
24. *Litorina.* Fuss. Ap. 12, 8 *mm.*
25. *Natica.* Fuss. Hä. Eo. C. Ap. 12, 8 *mm.*
26. *Carinaria.* Flosse. Osmium-Seewasser. 3 DD.
27. *Chiton.* Fuss. 2, 10 H.
28, 29, 30. *Pleurobranchaea.* Fuss. Hä. Eo. C. Ap. 12, 8 *mm.*
31. „ Herz. „ Ap. 12, 8 *mm.*
32. *Dolium.* Herz. 2 E.
33. *Aplysia punctata.* Herz. Hä. C. Ap. 4, 2 *mm.*
34. „ „ „ „ 3 D.
35. *Cassis.* Herz. Hä. C. 3 D.
36. *Aplysia limacina.* Herz. Hä. C. 3 DD.
37. „ „ „ Ungefärbt. 2 E.
38. *Dolium.* Herz. Hä. Eo. Ca. 2 E.
39. „ „ Ungefärbt. 2 F.
40. *Aplysia limacina.* Herz. 2 F.
41. „ *punctata.*, Herz. 2 F.
42. *Carinaria.* Osmium-Seewasser. Herz. 2 F.
43. *Murex.* Herz. Hä. Glycerin. Zupfpräparat. 2, 1/12.
44. *Octopus Tetrac.* Herz. Hä. Ca. 2, 10 H.
45. *Ommastrephes.* Herz. Ap. 4, 2 *mm.*
46. „ „ 3 D.

V.

1. *Octopus vulgaris.* Buccalmasse. 2 F.
2. *Rossia.* Buccalmasse. 2 F.
3. *Octopus vulgaris.* Buccalmasse. 3 E.
4. *Rossia.* Buccalmasse. 2 F.
5, 7. *Octopus vulgaris.* Arm. 2 F.
6. *Sepia.* Arm. 2 F.
8. *Octopus vulgaris.* Arm. M. 2 F.
9. *Eledone.* Buccalmasse. 2 F.
10. *Sepia.* Buccalmasse. 2 F.
11. *Octopus vulgaris.* Buccalmasse. 2 F.
12. „ „ Ap. 4, 2 *mm.* Ein und dieselbe Faser: *a* bei hoher, *b* bei tiefer, *c* bei tiefster Einstellung.
13. „ „ Zupfpräparat. 2 E.
14. *Rossia.* Buccalmasse. Ap. 4, 2 *mm.*
15. *Octopus.* Buccalmasse. Ap. 4, 2 *mm.*
16, 17, 18. *Rossia.* Buccalmasse. 2 F.
19, 20. *Salpa Telesii.* P. Aus einem Muskelbande des Leibes. Hä. Eo. C. 2 E.
21. „ „ Ungefärbt. Ap. 4, 2 *mm.*
22. „ „ Pikrokarmin. Glycerin. 2 E.
23. „ „ „ „ 3 BB.
24. „ „ Herzmuscul. Pikrokarmin. Glycerin. 2 E.
25. „ „ „ „ „ 2, 1/12.
26. *Homarus.* Herz. Hä. Eo. C. 3 E.
27, 28, 29. *Homarus.* Herz. 3 D.
30. *Maja.* Herz. Hä. C. 3 D.
31. *Squilla.* Herz. Eo. C. 3 DD.
32. *Dromia.* Herz. Eo. C. 3 DD.
33. *Astacus.* Scheere. Hä. C. 1, *a**. Z.
34. „ Schwanz; periphere Muskelschicht. Hä. C. 1, *a**. Z.
35. „ Centrale Muskelschicht. Hä. C. 1, *a**. Z.

VI.

1, 4. *Melolontha.* Flugmusculatur. P. Hä. Eo. C. 2 F.
2. *Dyticus.* Flugmusculatur. Hä. C. 2 E. *a—b* aus einem und demselben Schnitt.
3. *Geotrupes.* Flugmusculatur. Eo. C. 2 C.
5. *Dyticus.* Flugmusculatur. 2, 1/12.
6. *Agrion.* Flugmusculatur. Hä. C. 3, 7 H.
7. „ „ Ungefärbt. Ap. 6, 2 *mm.*
8. *Hydrophilus.* Extremitätenmusculatur. Hä. C. Ap. 8, 8 *mm.*
9. *Lucanus.* Kinnbackenmusculatur. P. 2 C.
10. *Geotrupes.* Extremitätenmusculatur. 2 C.
11. *Hippocampus.* Rückenflosse. Hä. (ganz schwach.) C. Ap. 12, 8 *mm.*
12, 13. „ „ Ap. 8, 8 *mm.*
14. *Cyclopterus.* Hä. Eo. C. 1, *a**; Querschnitt des Rumpfes, Übersichtsbild.
15. „ *a*, *b*, *c* Fasern aus den mit gleichen Buchstaben bezeichneten Theilen von 14. 2 F.
16. Durchschnitt durch die vordere (modificirte) Rückenflosse von *Motella.* Hä. Eo. C. 2, *a**. Z. *a* trübe, *b* helle Musculatur. Übersichtsbild.
17. *Torpedo ocellat.* Schwanz. Hä. Eo. C. 2, *a**. Z. *a* trübe, *b* helle Musculatur. Übersichtsbild.
18. „ *marmorat.* Schwanz. Tr., ganz schwach angesäuert. 2 DD.
19. *Raja.* Brustflosse. Hä. Eo. C. 3, *a**. Z. Übersichtsbild. *a* und *b* wie bei 16 und 17.

Digitized by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA) Original Downloaded from Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

20. *Cepola.* Querschnitt durch den Rumpf. Die dunkel gezeichneten Muskelpartien sind trübe, die hell gezeichneten helle Musculatur. Hä. C. 1, *a**. Übersichtsbild.
21. „ Trübe Musculatur. Hä. C. 2 T.
22. *Torpedo ocellat.* Schwanz. Trübe Musculatur. Hä. Eo. C. 3 E.
23. *Lophius.* Schwanz. Von der Grenze der trüben Musculatur. Hä. C. 2, 1/12.
24. *Syngnathus.* Rückenflossenmusculatur. Hä. C. 2, 1/12.

VII.

1. *Salmo sal.*. Seitenrumpfmusculatur. Trübe Fasern. 3 DD.
2. „ „ A. 3 E.
3, 4. „ „ Chromosmiumessigsäure. 3 D.
5. „ „ Herz. Ap. 12, 8 *mm.*
6, 7. *Esox.* Seitenrumpfmuskel. Trübe Fasern. 2 E. Z.
8. *Torpedo marmoratus.* Herz. Hä. C. A. 4, 2 *mm.*
9. *Cyprinus.* Seitenrumpfmuskel. Trübe Fasern. 2 E.
10—13. *Phoxinus laevis.* Seitenrumpfmuskel; trübe und helle Fasern. Tr., schwach angesäuert.
14, 15. *Julis turcica.* Brustflosse. Hä. Eo. C. 3 DD.
16. *Salamandra.* Vordere Extremität. 3 D. Z.
17. *Bufo.* Hintere Extremität. 3 D. Z.
18. *Tropidonotus.* Herz. Hä. C. Ap. 12, 8 *mm.*
19. *Coronella.* Rückenmusculatur. P. 2, 7 H.
20. *Rana esculenta.* Tibialis anticus. October. 2 C.
21, 23. „ „ „ „ December. 3 B.
22. „ *temporaria.* Tibialis anticus. 3 B. Am selben Tage getödtet wie 21.
24. *Lacerta.* Vordere Extremität. 3 D.
25. „ Schwanz. 3 D.
26. *Cistudo.* Weisser Rückenmuskel. 3 D. Z.
27. „ Vordere Extremität. 3 D. Z.

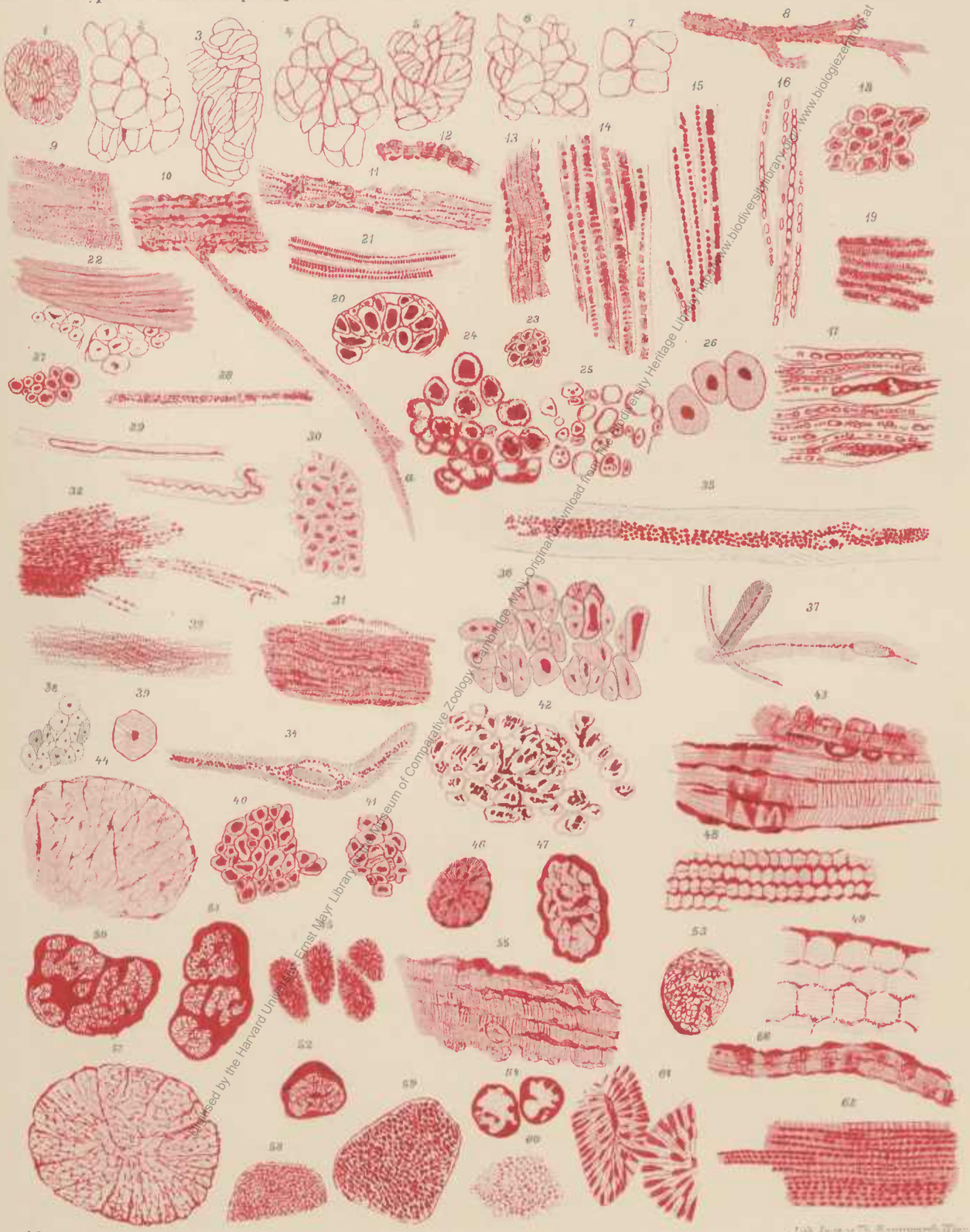
VIII.

1. *Columba domestica.* Grosser Brustmuskel. Ap. 8, 8 *mm.* Z.
2. „ „ „ „ Ap. 18, 8 *mm.*
3. „ „ „ „ Ap. 12, 8 *mm.*
4. „ „ „ „ A. 3 D. Z.
5. „ „ „ „ „ „ 2, 1/12.
6. „ „ „ „ M. 3 D. Z.
7, 8. „ „ Untere Extremität. Ap. 8, 8 *mm.*
9. „ „ Kleiner Brustmuskel. Ap. 8, 8 *mm.* Z.
10. „ „ Obere Extremität. Ap. 8, 8 *mm.* Z.
11. *Corvus.* Sartorius. 2, 7 H. Z.
12. „ Grosser Brustmuskel. 3 D. Z.
13. *Passer.* Grosser Brustmuskel. 2 D. Z.
14. *Larus.* Grosser Brustmuskel. 3 C.
15. „ Adductor magnus. 3 C.
16. *Columba domestica.* Herz. Ap. 18, 8 *mm.*
17. *Rana.* Larve, Kopf. 3 D.
18, 19. „ „ Schwanz. Ap. 8, 8 *mm.*

IX.

1. *Gallus.* Grosser Brustmuskel. 2 D.
2. *Perdix.* Grosser Brustmuskel. 3 D.
3. *Anser domesticus.* Grosser Brustmuskel. 3 D. Z.
4. „ „ Untere Extremität. 2 DD. Z.
5. *Falco.* Grosser Brustmuskel. 3, 7 H. Z.
6. „ Adductor magnus. 3, 7 H. Z.
7. *Anas boschas.* Grosser Brustmuskel. 3, 7 H. Z.
8. „ *domesticus.* Grosser Brustmuskel. 3, 7 H. Z.
9. *Sus scrofa.* Weisse Musculatur. 3 CC. Z.
10. *Sus scrofa.* Rothe Musculatur. 3 D. Z.
11. *Bos taurus.* Tr., 2 D.
12. *Cervus.* Hintere Extremität, Oberschenkel. 2 D.
13. *Canis domesticus.* Herz. 2, 1/12.
14. „ „ Augenmuskel. 2 D.
15. *Cavia cobaya.* Hintere Extremität. Weisse Musculatur. 3 D. Z.
16. „ „ Masseter. 3 D. Z.
17. *Vespertilio.* Rückenmusculatur. 3 D.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at)

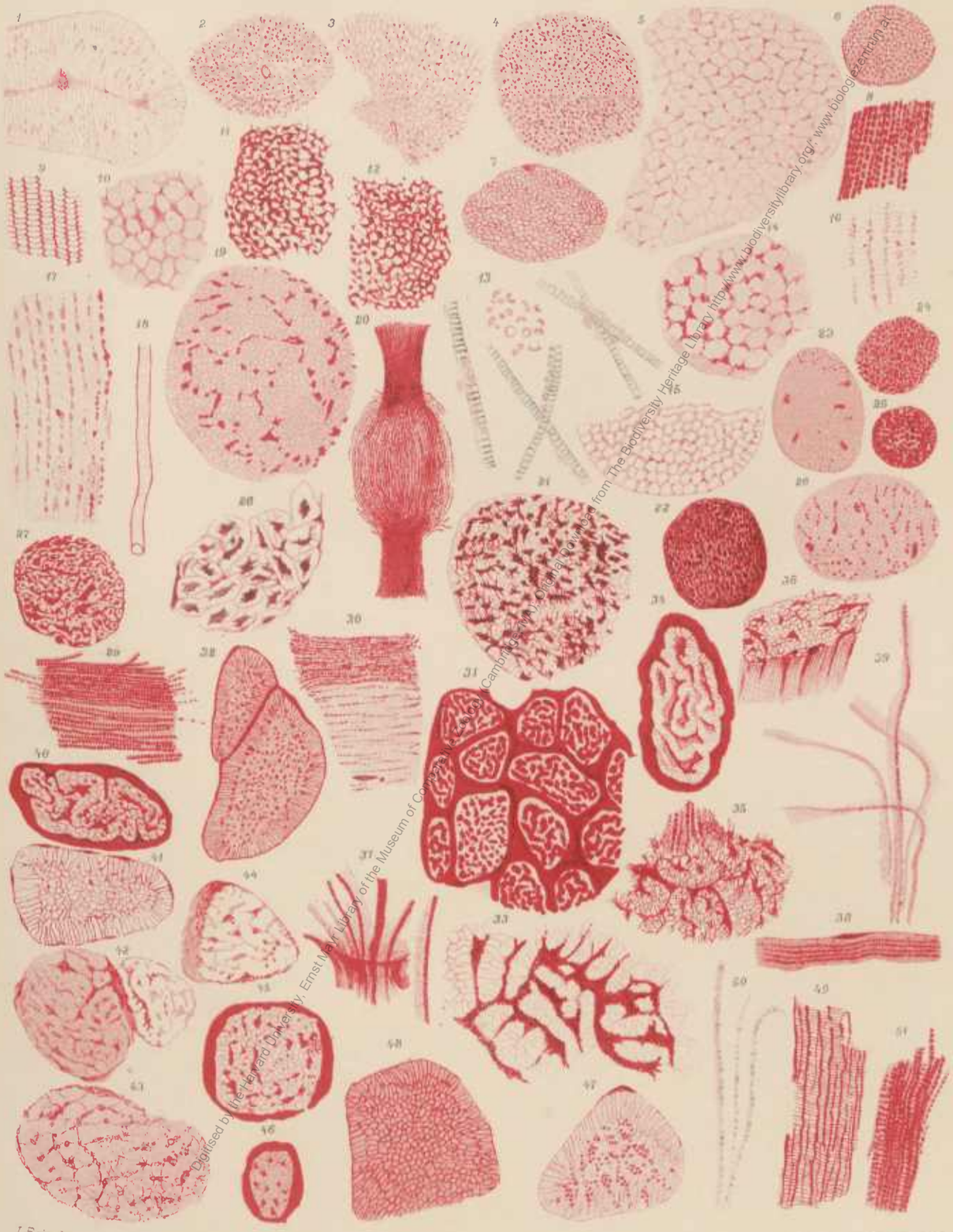


J. Reisek ad nat. del.

Digitised by the Harvard University Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original download from the Biodiversity Heritage Library: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Knoll: Protoplasmaarme und protoplasmareiche Musculatur. Taf. II.



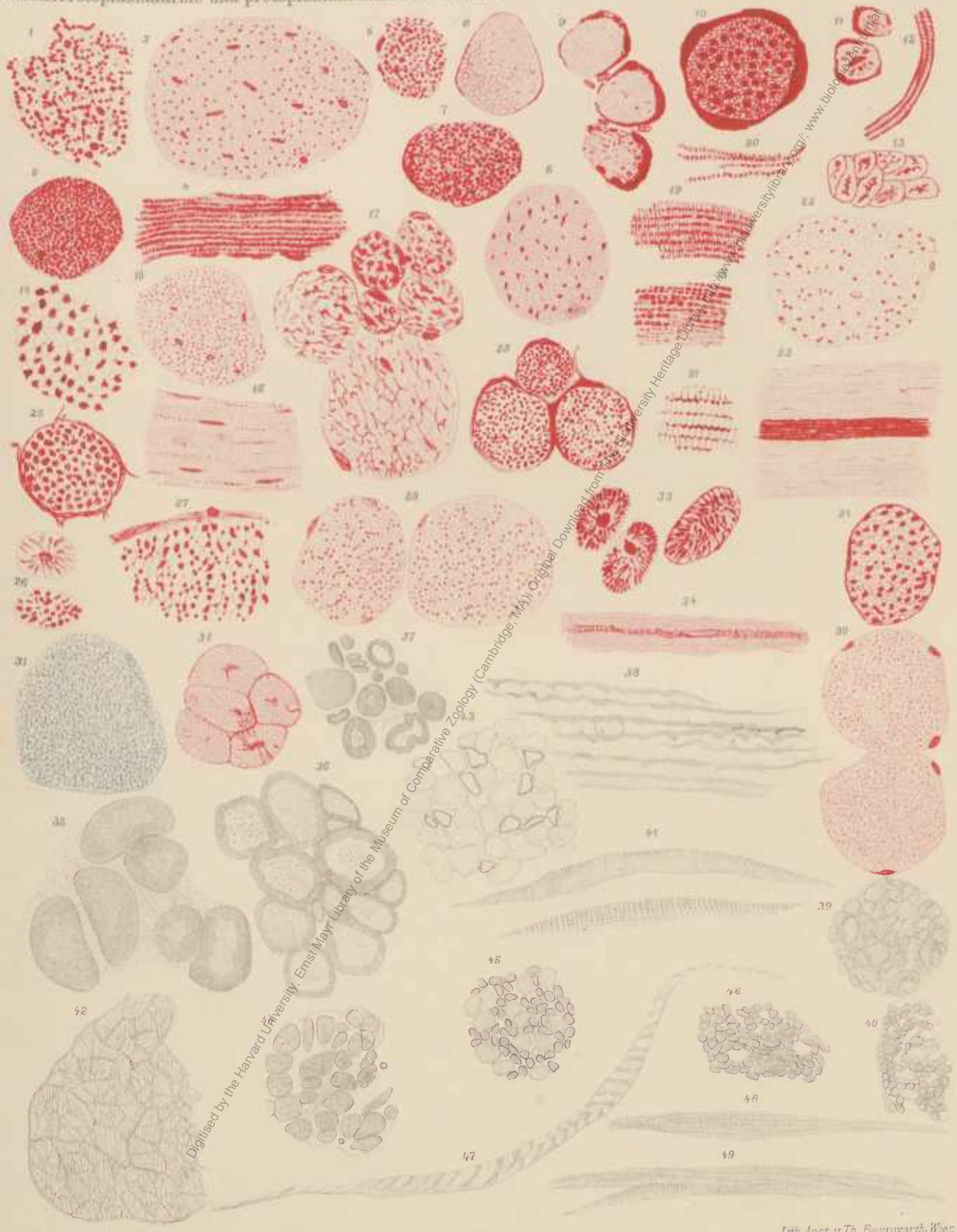
J. Reisek ad. nat. del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Classe Bd. LVIII.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



J. Reisek ad nat. del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from the Biodiversity Heritage Library (BHL) http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

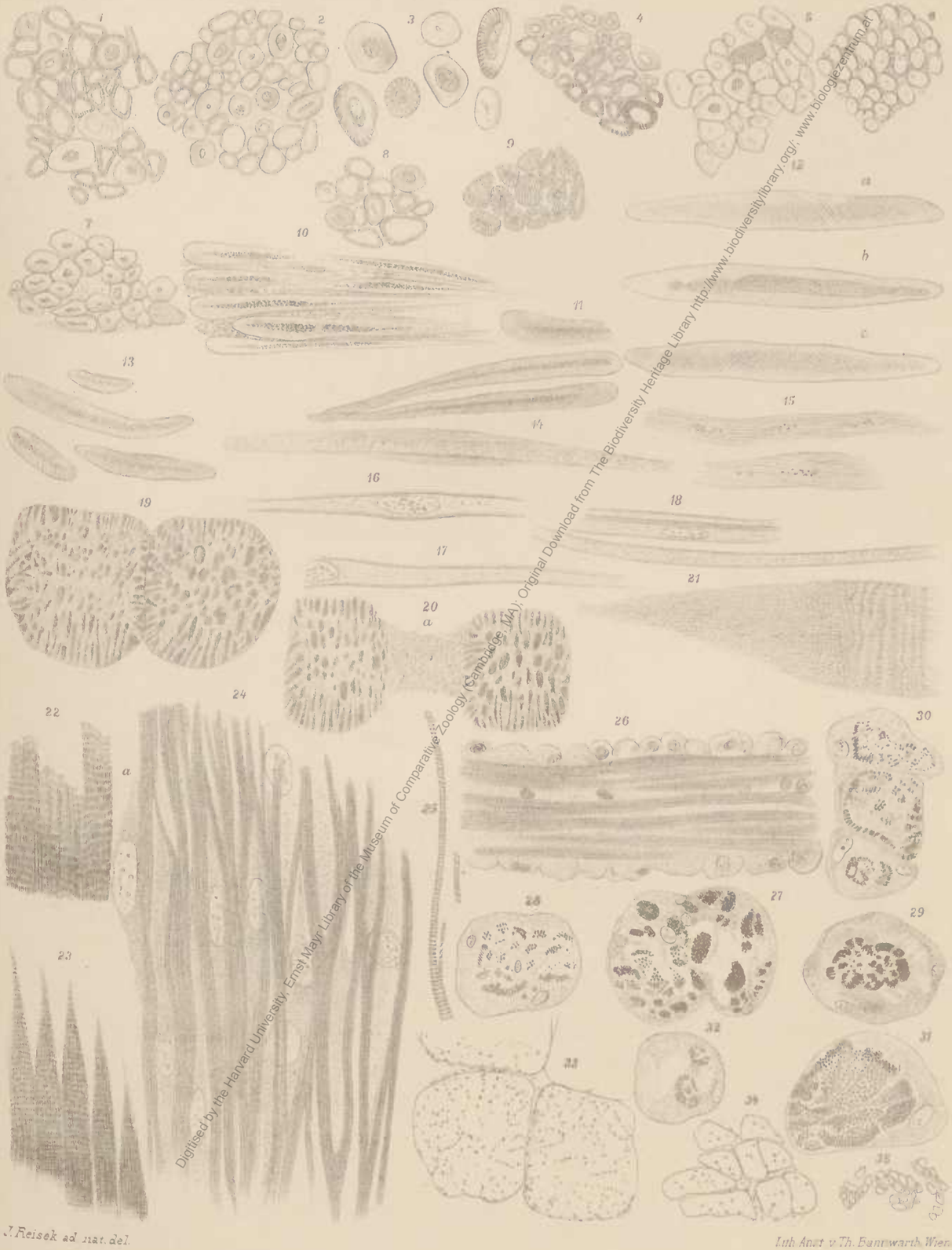
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

J. Reisek ad nat. del.

Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Classe Bd. LVIII.

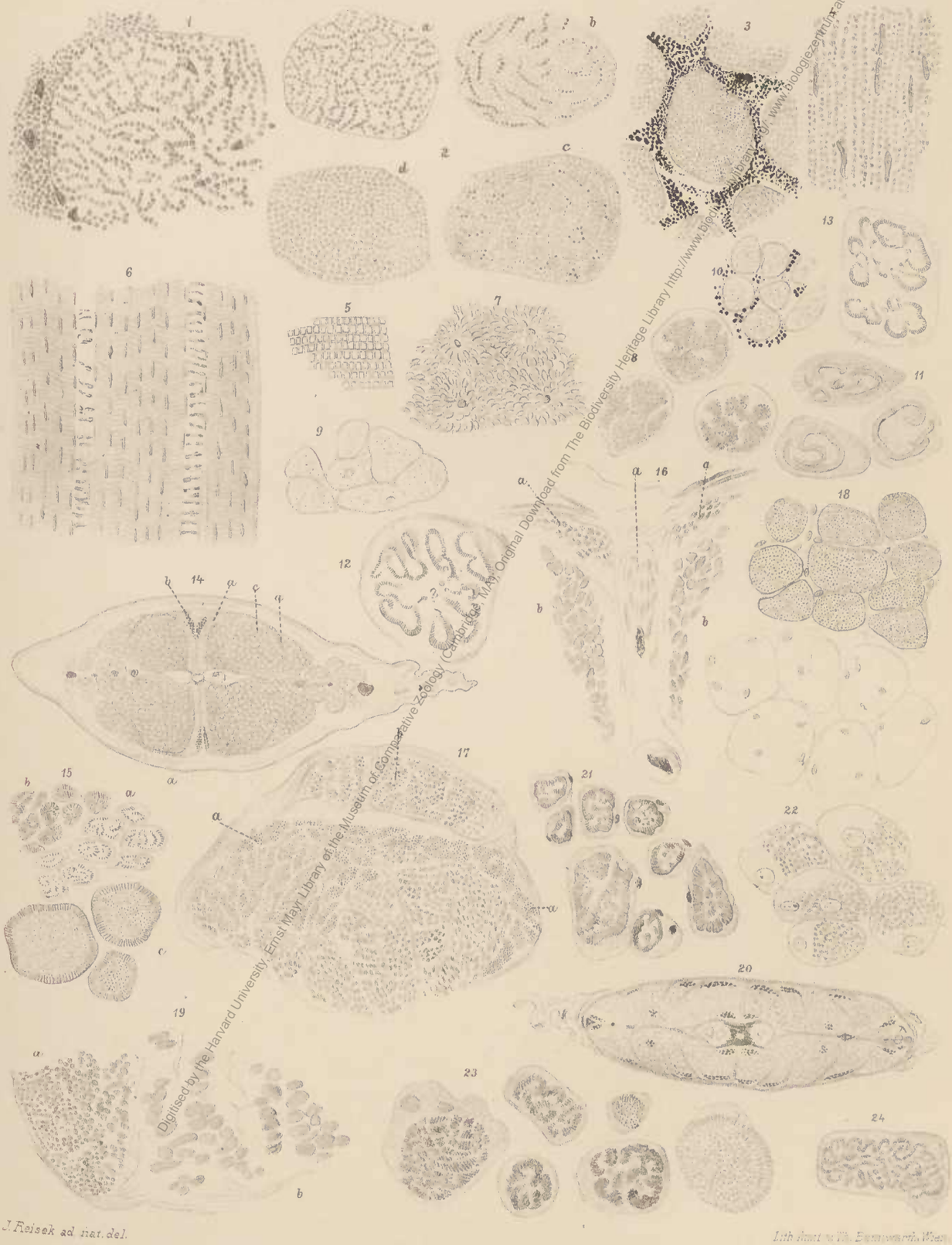
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



J. Reisek ad nat. del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



J. Reisek ad nat. del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

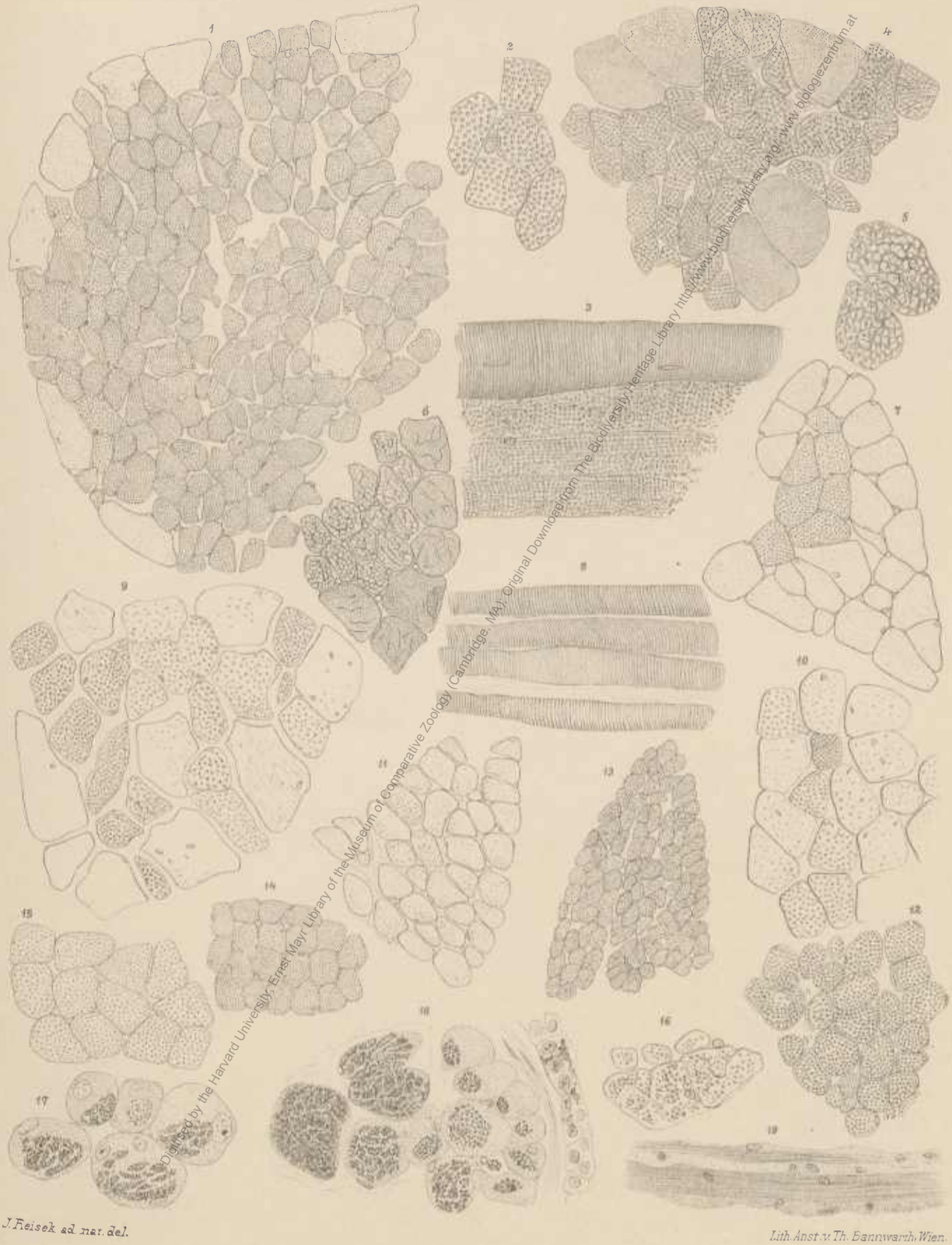
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

J. Reisek ad. nat. del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

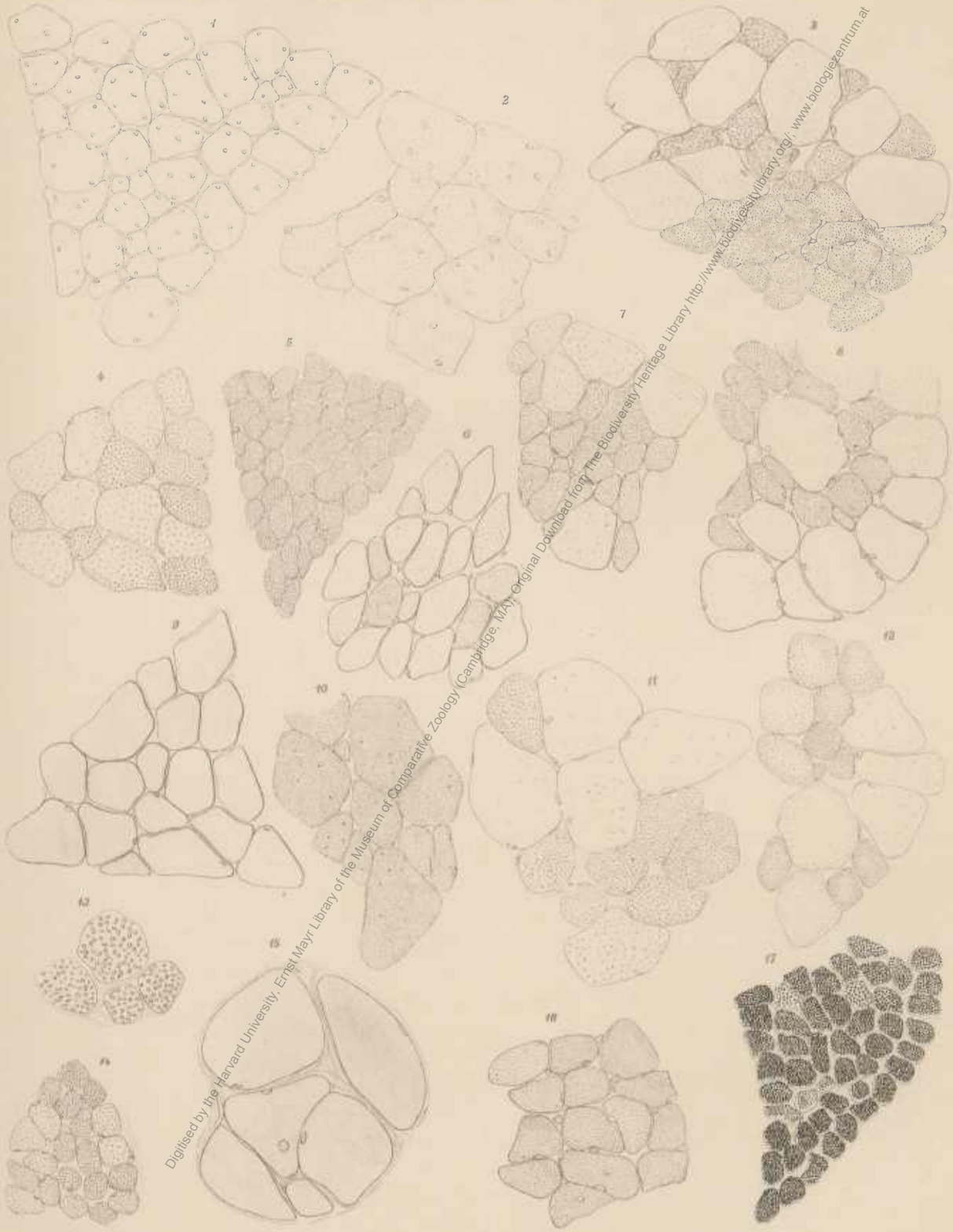


J. Reisek ad nat. del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA) Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



J. Reisek ad nat. del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Knoll Phillip

Artikel/Article: Über protoplasmaarme und Protoplasmareiche Musculatur. (Mit 9 Tafeln.) 633-700