

I.

Zur Kenntniss
der
quergestreiften Muskelfaser

von

PROF. GUSTAF RETZIUS

in Stockholm.

Mit Tafel I—II.

In der vorliegenden Abhandlung werde ich vorwiegend den Bau der quergestreiften Muskelfaser der Arthropoden, besonders der Insecten, behandeln. In Uebereinstimmung mit anderen Histologen bin auch ich der Ansicht, dass eine ins Tiefste dringende Erkenntniss dieses Gebildes, hauptsächlich wegen der bedeutenderen Grösse der dasselbe zusammensetzenden Elemente, von grosser Wichtigkeit für die Histologie des Muskelgewebes überhaupt sein wird. Es dürfte wohl scheinen als ob durch die zahlreichen Untersuchungen ausgezeichneter Forscher der Bau dieses Gewebes bei den Insecten ziemlich genau erkannt sei, so dass die noch bestehenden Differenzen durch eine Nachuntersuchung ausgeglichen werden könnten. Leider ist dieses nicht der Fall. Meine Studien haben mich vielmehr auf fast ungeahnte Structurverhältnisse geführt; trotzdem müssen auch sie mehrere der wichtigsten Fragen noch offen lassen.

Da ich gefunden, dass es durchaus nothwendig ist das Muskelgewebe verschiedener Thierclassen, ja sogar verschiedener Genera gesondert, und nicht, wie es bisher häufig geschah, in einer gemeinsamen Beschreibung darzustellen, so gebe ich hier genauer die Schilderung der quergestreiften Muskelfaser eines Insects. Da der Hydrophilus, der so sehr beliebte Gegenstand

der Untersuchungen der Muskelhistologen, mir nicht zugänglich war, wählte ich seinen Verwandten, den ebenfalls oft untersuchten *Dytiscus marginalis* zum näheren Studium. Die Untersuchungsmethoden waren die bekannten. Die Muskeln der Extremitäten und besonders die dicken und langen Muskeln derselben, welche innerhalb des Abdomens und des Thorax liegen, stellen ein treffliches Material dar. Sie wurden theils frisch, lebend im Blutserum des Thieres, theils nach Behandlung mit den gewöhnlichen Reagenzien (Chromsäure, chromsaurem Kali, Pikrinsäure, Pikrocarmin, Ueberosmiumsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Goldchlorid, Silbersalz in verschiedenem Procentgehalt) untersucht. Gute Dienste leisteten dabei die Ueberosmiumsäure und das chromsaure Kali (1 % Lös.) mit nachfolgender Färbung in Fuchsin und Nachbehandlung mit essigsaurem Kali, welches die rothe Farbe an die Muskelsubstanz bindet. Die besten Resultate erhielt ich aber mit dem Goldchlorid, bei dem ich verschiedene Methoden anwandte; mit den meisten erhielt ich gute Präparate, ohne jedoch zu einer sicheren Behandlungsweise zu kommen. Entweder nach kurzer Vorbehandlung mit Ameisensäure (1 %) oder ohne dieselbe wurden die eben dem lebenden Thiere entnommenen Muskeln, theils in contrahirtem Zustande theils auf einem Glase ausgedehnt, in eine $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$ % Goldchloridlösung getaucht und in derselben vorsichtig mit Nadeln auseinander gezogen; nach etwa 25 Minuten wurden sie dann in 1 % Ameisensäuremischung gebracht und dem Lichte ausgesetzt; die Färbung gelang ebenso gut in dieser Weise als im Dunkeln, mit oder ohne Amylalkohol. Nach 10—20 Stunden waren die Präparate fertig; zuweilen misslingt jedoch die Präparation ohne erkennbare Ursachen.

Bei der folgenden Beschreibung gehe ich von den *Goldpräparaten* aus. Sie können eine ganze Reihe von verschiedenen Bildern darbieten, welche sich jedoch alle bei genauerem Studium auf bestimmte Structurverhältnisse zurückführen lassen und theils von verschiedenen Zuständen des Muskels, theils von wechselnder Einwirkung und Maceration der Präparationsflüssigkeit herrühren. Bei schwacher Vergoldung (Taf. I Fig. 10 im unteren Theil, Fig. 15) erscheinen zwischen quergehenden, mehr oder weniger breiten, hellen leicht-röthlichen oder violetten Bändern (*q, q*) regelmässig alternirende, gelblich glänzende, sehr schmale Streifen (*z, z*), bei denen man nur undeutlich hier und da einen körnigen Bau erkennt. Die breiten Bänder entsprechen im Ganzen den bekannten breiten amiotropen Scheiben (Querscheiben); die schmalen Streifen sind, wie ich finde, den Zwischenscheiben gleichzustellen, obwohl ihre Bedeutung an diesen Bildern nicht ganz

klar wird. Zuweilen bemerkt man ausserdem in der Mittellinie der breiten Bänder (Taf. I Fig. 10 im unteren Theil, Fig. 15 *H*) je einen sehr schwachen und undeutlich körnigen Streifen, welcher seiner Lage nach als der HENSEN'sche Streifen anzusehen ist. Um jede Muskelfaser findet man, der quergestreiften Substanz dicht anhaftend, das dünne structurlose Sarcolemma und im Inneren der Faser, ihrer Längensaxe parallel, eine, zwei oder, bei grösseren Fasern, drei Reihen von Zellenkernen, welche zuweilen dicht an einander, zuweilen mehr getrennt liegen, im Ganzen aber bei dieser schwächeren Einwirkung des Goldchlorids ganz ungefärbt erscheinen.

Bei stärkerer Vergoldung der Präparate erhält man dann höchst eigenthümliche Bilder von ausgezeichneter Regelmässigkeit und Schönheit. Die Muskelfaser zeigt nämlich, von der Seite gesehen, in heller oder schwach röthlicher Grundsubstanz zahllose, ungefähr gleich grosse, scharfcontourirte, purpurroth gefärbte Körner, welche sowohl der Quere als der Länge nach in ganz bestimmten, regelrechten Reihen und in gewissen Entfernungen von einander sich befinden (Taf. I Fig. 7 und 10); in der Längensrichtung sind die Körner gewöhnlich von einander etwas weiter entfernt als in der Querrichtung, wodurch die Muskelfaser als in kleine, der Längensaxe parallele, rechteckige Felder getheilt erscheint. In der Regel sind diese Körner am deutlichsten in der Nähe der Längensaxe der Faser, gegen die Ränder hin wird die Zeichnung oft etwas verwischt, so dass die Körner gleichsam zu Querstreifen zusammenzufließen scheinen (Fig. 7). Wenn man das ganze Präparat durchmustert, findet man übrigens, dass im Allgemeinen jede zweite Querreihe der Körner etwas kräftiger hervortritt und sich deswegen scheinbar wie ein körniger Streifen ausnimmt. Betrachtet man diese Körner dann genauer bei Veränderung des Focus, Heben und Senken des Tubus, so bemerkt man dass dieselben nicht verschwinden, sondern fortwährend die gleiche Schärfe behalten. Zuweilen gelingt es sogar schon bei diesen Präparaten direct zu sehen, dass sie sich fadenähnlich quer durch die Muskelfaser verlängern (Taf. I Fig. 17). Man erhält hie und da Stellen, wo alle neben einander liegende Körner einer Querreihe perspectivisch in solche feine Fäden auslaufen; es sind solche Stellen an den schiefen Umbiegungen der Muskelfasern zu finden. Es sind diese Bilder besonders lehrreich, indem sie zuweilen deutlich zeigen, dass alle die beschriebenen Körner je einem solchen feinen Faden entsprechen, und zugleich zur Erklärung der jetzt zu betrachtenden Ansichten der Querschnitte der Muskelfasern behülflich sind.

Man erhält ohne Schwierigkeit mit einer feinen Schere ziemlich dünne quergeschnittene Präparate; hie und da findet man auch bei den der Länge

nach liegenden Fasern umgebogene, quer abgeschnittene Enden, welche dieselben Ansichten darbieten. Die Querschnitte zeigen ein sehr schönes dichtes Netzwerk von feinen Fäden, welche im Ganzen von der Mitte der Faser aus nach der Peripherie hin ziehen. Alle Querschnitte der Muskelfasern sind aber nicht gleich; im Gegentheil bieten sie verschiedene Formen dar, indem sie bald mehr rundlich, bald mehr oval, gewöhnlich mehr oder weniger polygonal, oft mit dem einen Ende spitz ausgezogen sind (Taf. I Fig. 1 *a, b, c*, Fig. 2); die Muskelfasern sind demgemäss selten cylindrisch, sondern liegen mit mehr oder weniger abgeplatteten Flächen einander an. Je nachdem sie mehr rundlich oder oval sind, ist nun die Anordnung des Fadennetzes verschieden gestaltet. An den rundlichen oder rundlich-polygonalen Querschnitten (Taf. I Fig. 1 *a*) findet man in der Regel in der Mitte eine sternförmige Figur mit einer dickeren Partie, von welcher einige schmale dunklere Linien nach den Seiten und besonders den Ecken hin ausstrahlen; in der Mitte dieser dickeren Partie erkennt man einen Kern, welcher von einem kleinen Körnerhaufen umgeben ist. Unter diesem Kern trifft man bei dickeren Schnitten einen zweiten Kern u. s. w. Diese Kerne entsprechen den bei den Längensichten der Muskelfasern im Inneren wahrnehmbaren Kernreihen; der dünne Körnerhaufen um sie bildet das restirende Protoplasma der den Kernen angehörigen Zellen, welche mit dünnen flügelartigen Fortsätzen nach den Seiten hin ausstrahlen und die sternförmigen Figuren bilden. Bei den ovalen und länglich polygonalen Querschnitten (Taf. I Fig. 1 *b, c*) trifft man gewöhnlich zwei oder sogar drei solche Zellenreihen, welche nach den Enden des Schnittes aus einander gezogen und vermittelt eines Häutchens verbunden sind; die flügelähnlichen Fortsätze der Zellen theilen sich zuweilen nach der Peripherie hin in zwei divergirende Arme.

Das ganze Feld des Querschnitts ist zwischen den dunkleren sternförmigen Fortsätzen der Zellen von einem feinen, äusserst reichlichen und regelmässigen Fadennetz eingenommen (Taf. I Fig. 1, 2), welches durch Goldchlorid (Fig. 2) roth gefärbt wird und prachtvoll hervortritt; diese feinen Fäden entspringen theils aus dem die Kerne umgebenden Protoplasma, theils aus den sternförmigen Fortsätzen dieser Zellen, indem sie nach beiden Seiten hin in rechtem oder wenig spitzem Winkel, ein wenig alternirend, davon ausgehen, um dann entweder in ziemlich gerader, nur schwach wellenförmig gebogener, oder etwas stärker umbiegender, oft federartiger Richtung nach der Peripherie hin zu ziehen. Sie liegen dabei schön parallel an einander, nur hier und da sich einander etwas nähernd; an ihrem Ur-

sprung aus den Zellenkörpern und den sternförmigen Fortsätzen sind sie gewöhnlich etwas mehr getrennt und nähern sich gegen die Peripherie hin einander mehr; hier und da, sowohl in der Nähe des Ursprungs als weiter peripherisch theilen sie sich dichotomisch mit dann parallel nach aussen ziehenden Armen, welche dem Mutterfaden ganz gleich sind; zuweilen laufen auch zwei Nachbarfäden zusammen, um sich sofort wieder zu trennen. Besonders die vom Ende der sternförmigen Fortsätze der Zellen ausgehenden Fäden bieten zahlreiche und dicht liegende Theilungen dar. An den Theilungsstellen sind ferner dickere, eckige, etwas verzweigte Knötchen von etwas verschiedener Grösse und Gestalt vorhanden, welche sich durch Goldchlorid purpurroth färben und in innigem Zusammenhang mit den Fäden stehen oder gar als Verdickungen derselben erscheinen. Solche Knötchen (Taf. I Fig. 2, 5) bilden auch die eben erwähnten Verbindungen der Nachbarfäden. Die Knötchen liegen über das ganze Feld des Querschnitts, bald dichter bald sparsamer, gestreut. Die Zwischenräume der Fäden sind bei diesen Präparaten von einer hellen, farblosen oder schwach röthlichen structurlosen Substanz eingenommen. Zuweilen sieht man in den Zwischenräumen einen rothen Punct, welcher als der Durchschnitt eines einzelnen Fadens erscheint; solche einzelne Punkte oder Knötchen kommen besonders in der Umgebung der Enden der Zellenfortsätze vor (Taf. I Fig. 2, 3, 4).

Das beschriebene Fadennetz nimmt das ganze Feld des Querschnitts von den centralen Zellen bis zu der vom Sarcolemma bekleideten Peripherie ein. Die Abwechselungen in der Anordnung des Netzes lassen sich alle auf denselben Typus zurückführen, indem alle Fäden gewissermassen federartig von den Zellen und Zellenfortsätzen ausstrahlen. Die Fäden sind fein und im Ganzen gleich dick.

Was stellt nun dieses eigenthümliche Fadennetz dar? Es hängt offenbar mit den centralen Zellen zusammen und entspringt scheinbar aus ihnen. Ich halte es deswegen für höchst wahrscheinlich, dass wir es hier mit einem sehr reichlichen Ausläufernetz zu thun haben. Wer einmal viel verzweigte Zellen, z. Bsp. die Ausläufernetze der Bindegewebszellen des Schwanzes der Batrachierlarven (der Tritonlarven) oder auch gewisser Nervenzellen in ihrer vollen Pracht gesehen hat, der wird in dem Reichthum der Ausläufer kein Hinderniss für eine solche Deutung finden. Die schöne, regelmässige Anordnung des Netzes bildet wohl auch keine Schwierigkeit dafür. Ich finde es deswegen angemessen, das beschriebene Fadennetz der Querschnittsansicht als ein mit den centralen Muskelzellen zusammenhängendes, zwar in gewisser Weise modificirtes, aber aus dem Zellenprotoplasma direct entsprun-

genes, hier und da sich dichotomisch theilendes Ausläufernetz zu betrachten. Bei genauerer Untersuchung mit starker Vergrößerung erkennt man in den glänzenden, scharf contourirten Fäden die Andeutung einer körnigen Zusammensetzung (Taf. I Fig. 4, 5), und bei etwas stärkerer Maceration der Goldpräparate lösen sich sämtliche Fäden mehr oder weniger regelmässig in Reihen von rothgefärbten, etwas länglichen Körnern auf. Dieses Ausläufernetz geht, wie erwähnt, theils von dem noch mehr oder weniger, bald nur als dünne Scheibe, bald als etwas dickerer körniger Haufen übrig gebliebenen Protoplasma der Muskelzellen, theils von den zwei bis fünf flügelartigen, etwas gröberen Zellenfortsätzen, welche dem Netze als Ursprungsrippen dienen, aus. Durch stärkere Maceration lässt sich auch die homogene Zwischensubstanz entfernen und man bekommt dann das schöne Fadennetz, hier und da noch im Zusammenhang mit den Zellen, ganz isolirt, wobei die Fäden bald in natürlicher Ausbreitung (Taf. I Fig. 3, 4, 5, 6), bald in mehr oder weniger verworrener Anordnung sich befinden. Sie lassen sich dann durch Druck auf das Deckglas bewegen, biegen sich und flottiren umher, so dass man sich von ihrer körnig zusammengesetzten Fadennatur vollständig überzeugen kann.

Wenn man nun diese Resultate mit denen der Längensicht der Muskelfaser zusammenstellt und besonders die schiefen Ansichten derselben durchmustert, so findet man, dass das eben beschriebene Fadennetz der Querschnittsansicht mit den Fäden der Längensicht zusammenfällt. Jede der oben geschilderten querliegenden Körnerreihen entspricht in der That einem Fadennetz des Querschnitts. Oben wurde nämlich nur ein solches Netz dargestellt; es finden sich aber in jeder Muskelfaser eine sehr grosse Menge solcher Netze, welche parallel und in bestimmter kurzer Entfernung von einander der Quere nach, also in Flächen liegen, die senkrecht gegen die Längensaxe gestellt sind. Jedes Fadennetz befindet sich mithin genau in einer solchen querliegenden Fläche, hat also eine ganz platte Ausbreitung. Wenn man dasselbe von der Seite her, bei der Längensicht der Muskelfaser, betrachtet, erscheint es deswegen natürlicherweise als eine Reihe von Körnern, welche gerade die optischen Durchschnitte der Fäden sind; je nachdem die Fäden mehr senkrecht stehen, wie es besonders in der Nähe der Mitte der Muskelfaser der Fall zu sein pflegt, um so mehr erscheinen sie als reine, scharf contourirte Körner (Taf. I Fig. 7 rechts); je mehr schief sie beobachtet werden, desto mehr imponiren sie als Fäden, indem die schief betrachteten optischen Durchschnitte der Nachbarfäden einander

decken (Fig. 7 links). In gewisser Lage, wenn die Fäden ganz von der Seite gesehen werden, erscheinen sie rein fadenförmig.

In dieser Weise sind wir also zu einer ungeahnten natürlichen Erklärung der querliegenden Körnerreihen der Längensicht der Muskelfasern gelangt. So weit ich sehen kann, verhalten sich alle die oben erwähnten Körnerreihen dieser Ansicht, sowohl die der stärkeren Querlinien (der sog. Zwischenscheiben) als die zwischen ihnen befindlichen schwächer ausgesprochenen, in ähnlicher Weise; alle stellen sie mithin querliegende Fadennetze von übereinstimmender Beschaffenheit dar. Ich nenne die ersteren quere »Körnerreihen« und Fadennetze 1:ter Ordnung, die letzteren, zwischen ihnen befindlichen, quere »Körnerreihen« und Fadennetze 2:ter Ordnung. Wie mir scheint, verhalten sie sich alle zu den centralen Muskelzellen in derselben Weise. Sie stellen sämmtlich Ausläufer dieser Zellen dar, obwohl hervorgehoben werden muss, dass die der ersten Ordnung gewöhnlich viel kräftiger hervortreten, die der zweiten hingegen erst durch die Vergoldung hervorgerufen werden können. Bei der Längensicht findet man indessen, dass nicht ein Netz zu je einer Zelle gehört, sondern dass wenigstens 3—5 solcher Fadennetze von jeder Zelle ausgehen. Man sieht das besonders schön an stärker macerirten Muskelfasern, wo Partien von Zellenreihen mit ihren Netzen isolirt wurden (Taf. I Fig. 12); die platten, im Ganzen rectangulären Zellenkörper sind nämlich länglich mit längsgestellten ovalen Kernen und spärlichem, körnigem Protoplasma, welches hier und da in etwas verzweigter Anordnung erscheint.

Wie verhalten sich nun bei den Längensichten die bei den Querschnitten beschriebenen Knötchen der Fadennetze? sie erscheinen hier ebenfalls als stärker vergoldete, rothe, eckige, abgeplattete, von der Kante gesehen schmälere, von der Fläche betrachtet breitere Partien, deren dickste Stellen meistens in den Fadennetzen 1:ter Ordnung liegen, die aber mit den Enden bis zu den Netzen 2:ter Ordnung reichen (Taf. I Fig. 13); sehr oft erstrecken sie sich aber auch noch weiter bis zu den nächstfolgenden Fadennetzen, so dass sie, gut entwickelt, der Längensaxe der Muskelfaser parallel durch 10—15 Fadennetze oder noch weiter verfolgt werden können (Taf. I Fig. 7, 14). Solche stärkere Knötchenreihen trifft man hier und da in den Muskelfasern zerstreut und zuweilen in starker Entwicklung. Durch dieselben werden also, abgesehen von dem Zusammenhang durch die Muskelzellen, die einzelnen Fadennetze mit einander verbunden. Es giebt aber auch Andeutungen einer weiteren Vereinigung der Netze. Zwar lassen sich durch stärkere Maceration alle Fadennetze derselben Muskelfaser scheibenförmig

von einander trennen, innerhalb des Sarcolemma oder nach Abtragung desselben — so dass sie entweder nur vermittelt der Muskelzellen zusammenhängen oder ganz frei isolirt daliegen. Bei anderen Präparaten, wo eine solche Maceration nicht angewandt wurde, spalten sich aber, nach Entfernung des Sarcolemma, in der Längenrichtung der Muskelfaser einzelne Längsreihen von Körnern ab; bei näherer Besichtigung findet man indessen, dass auch diese Körner optische Fadendurchschnitte repräsentiren, und dass dünne längsgehende, die Fäden in paralleler Anordnung enthaltende Häutchen sich abtrennen lassen (Taf. I Fig. 7 rechts); eine feine Contour vereinigt am optischen Durchschnitt die Fäden jeder abgelösten Schicht, und es scheint, als ob diese durch ein solches sich durch Goldchlorid nicht färbendes Häutchen verbunden wären. In anderer Weise kann ich diese Bilder nicht deuten. In der That sieht man immer bei unverletzten, unzerspaltenen, vergoldeten Muskelfasern sehr feine Linien, welche die Längsreihen der Körner vereinigen; diese Linien könnten zwar Grenzlinien der Zwischensubstanztheilchen darstellen; an den Enden abgerissener Fasern findet man aber zuweilen frei herausragende, isolirte, sehr feine, ungefärbte Fäden, welche gerade als Fortsetzungen dieser Längslinien erscheinen (Taf. I Fig. 16).

In der obigen Darstellung habe ich den Bau der Muskelfasern beschrieben, welche ohne besondere Vorrichtung mit Goldchlorid behandelt wurden. In der That ist es schwierig zu sehen, ob die Fasern dabei contrahirt oder extendirt waren. Wenn dieselben aber vor der Vergoldung auf dem Glase gestreckt wurden, bekommt man Präparate, bei welchen diese Zustände vorliegen. Zuweilen erhält man Fasern, welche an einer Seite contrahirt, an der anderen extendirt erscheinen (Taf. I Fig. 9). Bei diesen Präparaten sieht man dann, dass sich die die Querfadennetze repräsentirenden Körnerreihen sowohl 1:ster als 2:ter Ordnung von dem einen auf den anderen Zustand ohne Unterbrechung verbreiten, dass sie sich sowohl bei contrahirter als extendirter Muskelfaser vorfinden. Bei wohl gelungener Vergoldung erkennt man aber an der extendirten Seite noch zwei Reihen sehr feiner rother Punkte oder Körnchen, welche ungefähr mitten zwischen den Körnerreihen 1:ster und 2:ter Ordnung in denselben Längslinien liegen (Taf. I Fig. 9). Ich nenne sie die queren Körnerreihen 3:ter Ordnung. Sie verschwinden allmähig nach der contrahirten Seite hin. Ob sie ebenfalls feinen Netzen entsprechen oder, was viel wahrscheinlicher ist, nur Körnchen sind, konnte ich nicht sicher entscheiden.

Wie verhält sich aber die Zwischensubstanz? An den Querschnitten sahen wir dieselbe zwischen den Fäden des Netzes liegen, indem sie als

eine homogen erscheinende, structurlose und nur wenig oder nicht röthlich gefärbte Substanz die Zwischenräume dieser Fäden ausfüllt. Bei den Längensichten der Muskelfasern zeigt sie ein ganz ähnliches Aussehen. Sie wird, wie oben beschrieben wurde, durch die ganz regelmässig der Quere und der Länge nach angeordneten Körnerreihen in eine Menge kleiner rectangulärer Felder getheilt (Taf. I Fig. 7), indem alle »Körner« durch gerade Längelinien, welche der Längensaxe der Muskelfaser parallel verlaufen, eben sowie die »Körner« 1:ster Ordnung durch gerade Querlinien verbunden sind. Die durch die Behandlung angeschwellten Theilchen der Zwischensubstanz werden nämlich von allen Seiten durch die »Körnerreihen« und die sie vereinigenden Linien eingerahmt. Es geht also aus dieser Präparationsweise hervor, dass die »Körner«, d. h. die durch sie repräsentirten Fadennetze, zwischen den scheinbaren Theilchen der Zwischensubstanz liegen, was in der That sehr sonderbar erscheint.

Zuweilen findet man die die Körnerreihen verbindenden Längelinien, d. h. die seitlichen Grenzen der Theilchen der Zwischensubstanz, nicht gerade, sondern gleichsam zackig gebogen (Taf. I Fig. 18, 19) und zuweilen, was besonders bei Verschiebung oder Drehung der Muskelfaser der Fall sein kann, scheinen die Theilchen nicht gerade über einander zu liegen, sondern gegen einander verschoben zu sein. Immer aber scheinen die Körner sich zwischen ihnen zu befinden.

Man sieht in der angeschwellten Zwischensubstanz, mag sie sich nun in contrahirtem oder extendirtem Zustande befinden, keinen Unterschied; sie erscheint überall von gleicher, homogener, structurloser Beschaffenheit.

In Betreff des Sarcolemma wurde schon oben erwähnt, dass es als structurlose Haut der Muskelfaser ringsum dicht anliegt. Es hat oft den Anschein, als ob die Quernetze 1:ster Ordnung ihm angeheftet seien. Diese Anheftung, obwohl warscheinlich vorhanden, ist jedenfalls keine sehr innige, indem nicht selten das Sarcolemma vollständig von der Muskelsubstanz abgelöst wird und dann keine weitere Spuren der fraglichen Anheftung aufzuweisen hat (Taf. I Fig. 2, 7 s); besonders mag hervorgehoben werden, dass ich bei der Maceration der Muskelfasern, wo sich die Fadennetze von einander trennen und in kleinere Partien zerfallen, nie Theile derselben an der Innenfläche des Sarcolemma befestigt fand.

Von grosser Wichtigkeit für die Structur der Muskelfasern ist natürlicherweise das Verhalten und die Endigung der Nerven an denselben. Hier kann ich aber diese Frage nur im Vorübergehen berühren. Oft kommen bei diesen Untersuchungen Präparate der Nervenendigungen zum Vorschein.

Eine ziemlich dicke, durch Vergoldung röthlich gefärbte, etwas längsgestreifte, in eine dünne, kernführende, structurlose Scheide eingeschlossene Nervenfasern tritt an einige Muskelfasern heran, theilt sich dichotomisch in feinere Aestchen, welche die Muskelfasern schief oder der Quere nach umstricken und sich an je eine solche Faser befestigen, wobei, soviel ich sehen konnte, ihre Schwannsche Scheide direct in das Sarcolemma der Muskelfaser übergeht (Taf. I Fig. 10); hier liegen mehrere Kerne und ein kleiner feinkörniger Hügel dem Nervenende an. Nach dem Eintritt unter das Sarcolemma scheint die Nervenfasern sich zu theilen. Mehrmals sah ich feine, schön vergoldete Nervenfasern isolirt bis an die Muskelfaser ziehen und sich hier mit verbreitertem, stark rothgefärbtem Fusse befestigen (Taf. I Fig. 11), wobei sie mit den Querfadennetzen innig zusammenzuhängen schienen; einmal sah ich (Fig. 11, oben) eine solche Nervenfasern kurz vor der Endigung sich erweitern und einen ovalen Kern scheinbar eingebettet enthalten.

Die Goldpräparate von Muskelfasern erhalten sich sehr gut in Glycerin und zeigen darin ebenso schön die oben beschriebenen, wunderbar zierlichen Strukturverhältnisse.

Nach dieser Darstellung der mit dem Goldchlorid gewonnenen Resultate erübrigt noch dieselben mit den durch andere Methoden erhaltenen zu vergleichen.

Die mit *Essigsäure* oder mit *Ameisensäure* behandelten Präparate geben im Ganzen mit den Goldpräparaten übereinstimmende Bilder, obwohl die Fadennetze ungefärbt sind und deswegen viel weniger hervortreten, so dass sie gewissermassen nach dem näheren Studium der Goldpräparate deutlich erkannt werden. Die Zwischensubstanz schwillt stark an, während die Fadennetze lange der Einwirkung der Säuren widerstehen. Wenn man solche mit Ameisensäure behandelte Präparate nachher in *Ueberosmiumsäure* erhärtet, bekommen dieselben eine gelbgraue Farbe und die Fadennetze (resp. Körnerreihen) treten gut und distinct hervor. Wenn man dem lebenden Thiere entnommene Muskeln direct in Ueberosmiumsäure einlegt, bekommt man sie in der Regel sämmtlich in starker Contraction; sie zeigen dann das bekannte Aussehen der dichten Querstreifung, wobei die sog. breiten Bänder verhältnissmässig sehr schmal und die schmalen stark glänzend und hervortretend erscheinen. Wenn man aber vor der Osmiumbehandlung die Muskelfasern auf der Glasplatte ausspannt, erhält man viele Fasern, welche stellenweise ausgedehnt, an anderen Stellen zusammengezogen sind. Hier und da kommen auch an einer sonst extendirten Faser kleine contrahirte Partien vor, die entweder über die ganze Faser reichen oder nur eine Seite

derselben einnehmen. Diese letzteren sind besonders lehrreich (Taf. I Fig. 22). Zunächst sieht man hier, wie die Faser an der contrahirten Stelle der Breite nach anschwillt; sodann findet man, dass die sog. breiten Bänder nach der extendirten Seite hin allmähig länger werden. Zwischen allen diesen Bändern befinden sich die schmalen glänzenden Bänder, welche an der contrahirten Seite wie eine Reihe stark glänzender Punkte aussehen, an der extendirten aber dieses punctirte Aussehen mehr oder weniger deutlich behalten; zugleich treten indessen nach der letzteren Seite hin zwischen allen breiten Bändern helle, nicht glänzende, anfangs sehr schmale Bänder auf, welche die Punctreihe in ihrer Mitte enthalten und allmähig nach der grössten Extension hin an Länge (nach der Längsaxe der Muskelfaser gerechnet) wachsen, jedoch nie mehr als die Hälfte der breiteren Bänder betragen (Taf. I Fig. 22). Dies stimmt im Ganzen mit der von mehreren Forschern gegebenen Beschreibung überein; man erkennt an der extendirten Faser die alternirenden breiten (dunklen) Bänder oder die Querscheiben und die schmalen (hellen) Bänder (die Endscheiben) sowie in der Mittellinie der letzteren die Zwischenscheiben ENGELMANN'S (die Grundmembran KRAUSE'S). Diese zuletzt erwähnten punctirten Streifen entsprechen aber auch vollständig den queren Körnerreihen resp. Querfadennetzen 1:ster Ordnung der Goldpräparate. An den letzteren Präparaten konnte man aber die eigentlichen breiten und schmalen Bänder gar nicht deutlich unterscheiden, sondern die Felder zwischen den Fadennetzen erschienen ganz gleichmässig und zugleich stärker angeschwollen, wodurch die Körner (Fäden) aus einander gerückt worden waren. An den Osmiumpräparaten konnte ich übrigens die Nebenscheiben ENGELMANN'S und die HENSEN'Schen Streifen nicht wahrnehmen. Am Querschnitt der Osmiumpräparate erkennt man dieselbe Zeichnung, die oben bei den Goldpräparaten beschrieben wurde; nur ist sie nicht ganz so schön ausgeprägt und deutlich, indem die federartig angeordneten Linien, die Fäden, in der nicht angeschwollenen Zwischensubstanz viel dichter beisammen liegen und deswegen nicht so scharf hervortreten. Wenn man die frisch bereiteten Osmiumpräparate mit Goldchlorid behandelt, so behalten sie im Ganzen ihre Beschaffenheit, aber die sog. breiten Bänder färben sich dadurch röthlich, während die schmalen Bänder und die Querfadennetze ungefärbt bleiben.

Die *Alkohol*präparate stimmen mit den Osmiumpräparaten gut überein. Die Längsansichten sind auch schon ziemlich lange bekannt. An den extendirten Fasern treten die sog. breiten Bänder scharf und etwas gelblich glänzend hervor und zeigen eine Zusammensetzung aus zahllosen, dicht neben einander und in der Längsrichtung der Muskelfaser gestellten, kurzen

Stäben, in deren Mitte eine hellere Partie hervortritt, welche dem HENSEN'schen Streifen entspricht. Zwischen den breiten Bändern sieht man hier dann auch die schmalen, hellen Bänder, in deren Mitte die »Körner« der Quersfadennetze 1:ster Ordnung scharf hervortreten; die Nebenscheiben erkannte ich auch hier nicht. Bei den contrahirten Muskelfasern sieht man die breiten Bänder viel kürzer und zwischen ihnen die scharf ausgeprägten Quersfadennetze ohne die schmalen hellen Bänder. Die Querschnitte der Muskelfasern stimmen mit denen der Osmiumpräparate überein.

Bei den mit *Müllerscher Lösung* behandelten Präparaten bekommt man ungefähr dieselben Bilder wie bei den mit Alkohol behandelten. Sie lassen sich, mit Fuchsin gefärbt, in Acetas kalicus, worin die Farbe sich sehr gut erhält, aufbewahren und untersuchen. Wenn man das lebende Thier entweder ohne vorgängigen Eingriff oder nach Oeffnung des Thorax und Abdomens in die Müllersche Lösung legt, und einige Tage oder Wochen erhärtet, findet man in der Regel die Muskelfasern in verschiedenen Zuständen der Contraction und sogar sehr oft Fasern, welche streckenweise contrahirt und extendirt, sowie mit allen Uebergängen zwischen beiden Zuständen versehen sind (Taf. I Fig. 25, 26). Die contrahirten Stellen sind dicker als die extendirten, gleichsam angeschwollen; an den contrahirten sind ferner die Querbänder sehr dicht gedrängt und stehen senkrecht auf der Längsaxe der Muskelfaser; die sog. breiten Bänder sind in der Längenrichtung sehr kurz, am Aussenrande etwas bauchig angeschwollen, und zwischen ihnen liegen als glänzende, dicht gedrängte Punctreihen die Quersfadennetze ohne jede sonstige Spur von den schmalen hellen Bändern (Taf. I Fig. 30). Die contrahirten Stellen treten schon beim ersten Anblick durch die Brechungsstärke und den Glanz der Querbänder und vor Allem der Quersfadennetze hervor (Taf. I Fig. 25, 26 oben). An den extendirten Stellen dagegen sind, gerade wie bei den Osmium- und Alkoholpräparaten, ganz andere Verhältnisse vorhanden. Erstens sind die breiten Bänder in der Längenrichtung der Faser viel länger und jedes derselben zeigt sich deutlich aus parallel und der Länge nach angeordneten Stäben zusammengesetzt (Taf. I Fig. 26 unten, 27, 28); diese Stäbe stehen ziemlich dicht gedrängt, lassen aber zwischen sich deutlich hervortretende, helle, schmale Streifen; die Stäbe enden beiderseits sehr distinct gegen die bei den extendirten Fasern zwischen den breiten Bändern vorhandenen, schmalen, hellen Bänder. Letztere sind bei vollständiger Extension in der Längenrichtung der Faser ziemlich lang, erreichen jedoch selten die Länge der breiten Bänder. In der Mittellinie der schmalen Bänder sieht man immer die Quersfadennetze als scharfe glänzende Punctreihen hervor-

treten. Die Nebenscheiben und die HENSEN'schen Streifen konnte ich bei dieser Behandlung nicht wahrnehmen. An der extendirten Faser stehen die Querbänder im Ganzen sehr oft schief auf der Längensaxe der Faser und können einander deswegen bei gewisser Lage verdecken. Wenn man dann die Uebergänge von der Extension zur Contraction studirt, findet man immer das besonders von MERKEL hervorgehobene verwischte Uebergangsstadium; diese Stellen lassen gar nicht oder nur undeutlich Querstreifen hervortreten, sondern erscheinen im Ganzen etwas körnig. Bei gewissen Lagen dünner Partien einer Faser (Taf. I Fig. 25, 26) sah ich aber oft deutlich, dass die Körnerreihen der Quersfadennetze vorhanden sind; sie nahmen aber eine schiefe Richtung gegen die Längensaxe der Faser ein. Die zwischen ihnen befindlichen Theile entsprechen offenbar den etwas verlängerten Bändern, während die hellen Bänder fehlen. Gerade durch diese Schiefstellung oder Verschiebung der Querbänder und Quersfadennetze scheint mir im Ganzen die Undeutlichkeit und das mattkörnige Aussehen des Uebergangsstadiums zu entstehen. Diese Ansicht wird auch durch die Osmium- und Alkoholpräparate bestätigt, indem die schiefe Querstreifung dieses Stadiums hier deutlicher hervortritt. Die Muskelfasern lassen sich mit Nadeln der Länge nach zerspalten, und können dabei in immer feinere Fäserchen getrennt werden, bis zu dem Punkte, dass die feinsten darstellbaren Fibrillen, welche als wahre Muskelfibrillen anzusehen sind, kaum größer als die Fibrillen des Bindegewebes erscheinen (Taf. I Fig. 33). Immer sieht man bei diesen isolirten Muskelfibrillen eine Eintheilung in kürzere, den Stäben der Querbänder entsprechende Partien und mit diesen alternirende Körnchen, welche abgebrochene Theilchen der Quersfadennetze bilden. Die breiten Bandpartien können, je nach dem Contractionszustand der Fibrille, einigermaßen verschieden lang sein; zuweilen erkennt man auch zu beiden Seiten der Körnchen kleine helle Partien, welche offenbar den schmalen, hellen Bändern der extendirten Faser entsprechen. Wenn man endlich die Querschnitte der in Müllerscher Lösung erhärteten Muskelfasern betrachtet, so findet man die schon oben beschriebenen Abwechselungen in ihrer Gestalt und die verschiedene Anordnung der federartigen, von den centralen Zellen ausgehenden Zeichnung mit sehr dichten Linien resp. Fäden (Taf. I Fig. 1).

Wenn man alle diese Befunde bei den Muskelfasern des Dytiscus zusammenzustellen sucht, erkennt man, dass die durch Ueberosmiumsäure, Alkohol und Müllersche Lösung erhärteten Präparate sich in ganz ähnlicher Weise verhalten; sie stimmen ferner damit gut überein, was man bei der frischen lebenden Muskelfaser wahrnehmen kann. Die mit Goldchlorid und

dann Ameisensäure oder mit Ueberosmiumsäure und Ameisensäure oder sogar mit letzterer allein behandelten Präparate bieten aber gegenüber jenen mehrere Verschiedenheiten dar, indem ihre Grundsubstanz mehr oder weniger stark angeschwollen ist. Die Untersuchung der Goldpräparate führt indessen zu sehr interessanten und unerwarteten Ergebnissen in Betreff des Baues der Muskelfaser, welche aber auch durch die übrigen Präparationsmethoden gewissermassen bestätigt werden. Wir fanden ja, dass jede von diesen Muskelfasern der Quere nach in bestimmten, dicht auf einander folgenden Abständen von einer Reihe der zierlichsten, flächenhaft ausgebreiteten Fadennetze durchspannen ist. Diese Fadennetze, deren einzelne Fäden bei der Längensicht im optischen Durchschnitte als Körner erscheinen, liegen gerade in den sog. schmalen hellen Bändern. Bei den contrahirten Muskelfasern stellen sie sogar allein diese Bänder dar; bei den extendirten nehmen sie nur die Mitte derselben ein. Am Querschnitte der Muskelfasern treten diese Fadennetze in voller Pracht hervor und da sieht man auch, dass sie mit den mehr oder weniger central in der Muskelfaser liegenden Zellen zusammenhängen, so dass sie gewissermassen als ihre Ausläufer zu betrachten sind. Da nun von jeder Zelle drei oder mehr solche Querfadennetze entspringen, wird die ganze Muskelfaser eigentlich der Quere nach von einem System sehr eigenthümlicher Zellenausläufer durchspannen.

Fragen wir dann, welche Bedeutung diese Fadennetze der Zellenausläufer für die Muskelfaser haben, so lassen uns zwar unsere augenblicklichen Kenntnisse im Stich. Es lässt sich jedoch als sehr wahrscheinlich betrachten, dass sie nicht nur ein Stützwerk der Muskelsubstanz bilden, sondern wirklich im activen Dienste der Muskelwirksamkeit stehen. Sie scheinen jedoch nicht die eigentlich contractile Substanz darzustellen, da sie bei der Contraction und Extension nicht wesentliche Verschiedenheiten in Betreff der Gestalt zeigen, nur bei ersterer mit schärferem Glanz hervortreten und im Verhältniss zu der Verbreiterung der Muskelfaser bei diesem Vorgange der Quere nach etwas gedehnt werden. Mit Recht lässt sich nun aber vermuthen, dass die fraglichen Fadennetze und ihre Zellen im Dienste des Erregungsprocesses stehen, indem sie von den Nerven aus den Reiz innerhalb der Muskelfaser fortpflanzen. Für eine solche Auffassung spricht u. A. der Umstand, dass sich in der Regel bei der Contraction die Muskelfaser in ihrer ganzen Dicke contrahirt — was bei den nicht all zu schnell verlaufenden Contractionswellen leicht wahrzunehmen ist — und nur ausnahmsweise bei dem Absterben einseitige Contractionstellen darbietet. Sowohl die Zellen selbst als die hier und da vorhandenen Verbindungsknötchen der einzelnen

Fadennetze können dann den Reiz von einem Netz auf die Nachbarnetze u. s. w. übertragen. Die an die Seite der Muskelfaser herantretenden und scheinbar mit den Querfadennetzen zusammenhängenden Nervenfasern führen vom Nervensystem den Reiz direct der Muskelfaser zu.

Die durch Vergoldung besonders schön darzulegenden Fadennetze lassen sich auch bei Osmium-, Alkohol- und Chromkalibehandlung aufweisen, vor Allem bei Untersuchung der Querschnitte. Die Goldpräparate liefern aber schon an und für sich in dieser Hinsicht die besten Beweise.

Schwieriger ist die Frage in Betreff der übrigen Muskelsubstanz zu beantworten. Bei den Goldpräparaten erkannten wir sie als homogene Zwischensubstanz der Querfadennetze, wobei die Fäden in regelmässigen Reihen neben den Seiten der Theilchen dieser Substanz zu liegen schienen, indem die bei der Längenansicht der Muskelfasern die Netze repräsentirenden Körner durch feine Längslinien vereinigt waren. Die hierdurch entstehenden, rechteckigen Felder der Substanz liegen also zwischen den Körnern, resp. den Fadennetzen. Bei den nicht angeschwellten (Osmium-, Alkohol- und Chromkali-) Präparaten vermag man an den contrahirten Partien der Fasern wegen der bedeutenden Dünne derselben Substanz nicht sicher wahrzunehmen, ob die sonst auch hier deutlich hervortretenden Körner (Fadennetze) neben den Längsseiten der Theilchen der Muskelfasern liegen. An extendirten Stellen der Muskelfasern gelingt dieses besser, besonders nach der Zerspaltung in ihre einzelnen Fibrillen. Dann sieht man, wie oben beschrieben wurde, immer in der Mitte der hier aufgetretenen, schmalen, hellen Felder je ein Korn, welches ein Stück des Fadennetzes vorstellt; es scheint das Fadennetz mithin sich zwischen den Enden der fraglichen Theilchen zu befinden. Man könnte zwar diese Verschiedenheit der Lage der Fadennetze in der Weise erklären, dass die bei der Contraction neben den contractilen Theilchen liegenden Fadennetze sich bei der Extension verschieben und zwischen die Enden derselben zu liegen kommen, und zu gleicher Zeit die schmalen hellen Bänder entstehen. Eine andere Erklärungsweise wäre die, dass die Muskelstäbe in den Längsstreifen zwischen den sie durchlaufenden Fadennetzen liegen und die Querkörperreihen 2:ter und 3:ter Ordnung enthalten, übrigens aber entweder allein oder in Verbindung mit der Zwischensubstanz anschwellen. Jedenfalls liegen hier Fragen vor, die ich nicht bestimmt beantworten konnte. Was für eine Substanz ist es, welche durch die Säuren anschwillt, wie verhält sie sich im contrahirten und extendirten Zustande zu den Fadennetzen? Stellt sie die eigentliche contractile Substanz dar oder bildet sie nur eine Zwischensubstanz der dünnen con-

tractilen Theilchen? Da ich bei dieser Gelegenheit trotz vielfacher Versuche die fraglichen Verhältnisse nicht sicher entscheiden konnte, werde ich hier nicht näher darauf eingehen; die Thatsachen scheinen mir noch nicht hinreichend, um eine gesicherte Erklärung der für die Histologie und Physiologie des Muskelgewebes so wichtigen Frage zu geben. Nur so viel möchte ich hervorheben, dass sich auch bei nicht durch Säuren geschwellten Osmium-, Alkohol- und Chromkalipräparaten an dünnen Stellen wahrnehmen lässt, dass die Muskelstäbchen der breiten Bänder nicht ganz dicht gedrängt liegen sondern an ihren Seiten durch einen schmalen Zwischenraum (eine Substanz) getrennt scheinen. Bemerkenswerth ist ferner, dass die die Querfadennetze vereinigenden Theile, die Zellen und Längsfäden, resp. Verbindungsknötchen, bei der Extension in gestreckter, bei der Contraction in verkürzter Gestalt liegen müssen; die Zellen scheinen gewissermassen bei der Extension gedehnt zu werden, so dass dabei die Kerne im Allgemeinen aus einander rücken, bei der Contraction gedrängter liegen.

Nach dieser Darstellung des Baues der Muskelfasern des *Dytiscus* behandle ich kurz das entsprechende Gewebe bei einigen anderen Thieren.

Die Muskelfasern der übrigen von mir untersuchten Insecten boten theils übereinstimmende, theils abweichende Structurverhältnisse dar. Ich erwähne hier zuerst die Extremitätenmuskeln von *Musca* und *Oestrus*. Bei ihnen findet man wie bei *Dytiscus*, an den Querdurchschnitten (Taf. II Fig. 35, 36, 38) centrale Zellenreihen mit zwei, drei oder vier ausstrahlenden Flügelfortsätzen sowie von diesen federartig radiirende Fäden; an den letzteren sind aber bei den fraglichen Dipteren die Knoten in einer oder zwei concentrischen Reihen oder Zonen angeordnet. Bei der Längensicht (Taf. II Fig. 37) treten diese Knoten als Längsreihen, welche die Querfadennetze verbinden, hervor.

Unter den übrigen Insectenordnungen fand ich bei *Notonecta* (Taf. II Fig. 39, 40) und *Locusta* (Taf. II Fig. 41, 42) eine andere Anordnung. Bei beiden liegen, wie besonders die Querdurchschnitte ergeben, die Kerne der Muskelzellen peripherisch dem Sarcolemma dicht an, und das ganze Feld wird von einem feinen polygonalen Maschennetz eingenommen, in dessen Knotenpuncten verdickte Knötchen — bei *Notonecta* sparsamer aber grösser, bei *Locusta* zahlreich aber sehr fein — vorhanden sind. Diese polygonalen Maschennetze entsprechen offenbar den Querfadennetzen der Coleopteren und Dipteren; dies geht noch evidentener aus der Betrachtung der Längensichten hervor (Taf. II Fig. 40, 42). Sie stimmen aber merkwürdiger Weise mit den Cohnheim'schen Feldern der Wirbelthiere überein

und liefern uns mithin ein sehr willkommenes verbindendes Glied zwischen den Structurverhältnissen der beiden Thierclassen. Leider reichte meine Zeit nicht aus, die vorliegende Untersuchung auf die übrigen Insectenordnungen auszudehnen, was wohl empfehlenswerth sein dürfte.

Die Muskeln des Schwanzes vom *Astacus fluv.* zeigen im Ganzen ähnliche Structurverhältnisse. Wenn man die Längensicht der vergoldeten Fasern vor sich hat (Taf. II Fig. 44), erkennt man eine zarte dichte Querzeichnung röthlicher Streifen und eine auf ihr senkrecht stehende, kräftigere Längsstreifung, wodurch die ganze Faser in kleine, viereckige Felder getheilt wird. An allen Knotenpunkten, wo sich die Längs- und Querstreifen kreuzen, befinden sich etwas dickere, roth gefärbte Knötchen; die ganze Muskelsubstanz ist von ziemlich zahlreichen, in ihrem Inneren liegenden Längensreihen von platten, kernführenden Zellen durchzogen. Am Querdurchschnitt (Taf. II Fig. 43) dieser Muskeln sind die Zellenreihen und ihre Kerne in der Substanz der dicken Fasern zerstreut; das ganze Feld ist übrigens von einem schönen rothen Fadennetz durchspinnen, welches an vielen Stellen mit den Zellen zusammenhängt, und von ihnen mit etwas dickeren Ansätzen entspringt. Dieses Querfadennetz entspricht ebenfalls offenbar dem oben bei *Dytiscus* beschriebenen, zeigt aber nicht die eigenthümliche federartige Anordnung, sondern besteht aus einer Menge kleiner polygonaler, meistens fünfeckiger Maschen, welche an ihren Knotenpunkten stärkere rothe Knötchen haben. Diese Knötchen sind die optischen Durchschnitte der Längsstreifen, und die sie verbindenden Fäden sind die bei der Längensicht als Körner oder Fäden erscheinenden Querstreifen. Die Zwischensubstanz der vergoldeten Präparate ist übrigens homogen, hell oder sehr schwach röthlich gefärbt. Bei *Astacus* sind also auch von den Muskelzellen ausgehende Querfadennetze und dieselben verbindende Längsfäden vorhanden, sie zeigen aber am Querdurchschnitte eine etwas andere Anordnung. Die Muskelfasern von *Astacus* ähneln mithin in vieler Hinsicht denen von *Notonecta* und *Locusta* und sind für die Auffassung der Structur des Muskelgewebes der Wirbelthiere von grossem Interesse.

An den Muskelfasern der *Batrachier* (*Rana*, *Triton*) geben die Querdurchschnitte Bilder, welche denen von *Astacus* und *Locusta* sehr ähnlich sind. Hier bilden nämlich die feinen Querfadennetze polygonale, fünfeckige Maschen, welche die bekannten Cohnheim'schen Felder einrahmen und an deren Knotenpunkten starke, roth gefärbte Körner vorhanden sind (Taf. II Fig. 45). Bei der Längensicht dieser Muskelfasern treten die Längsfäden-

streifen mit ihren Körnern stark hervor (Taf. II Fig. 46—48), wogegen die Querfadenstreifen nur sehr schwach erscheinen.

Bei den *Vögeln* (*Turdus musicus*) sind sowohl von den lateral liegenden Muskelzellen ausgehende Querfadenstreifen, resp. Netze (Taf. II Fig. 49—52) mit kleinen polygonalen Maschen als auch Längsstreifen vorhanden; die letzteren (Fig. 50, 52) sind stärker, aber mehr oder weniger ausgeprägt und tragen an den Knotenpunkten gröbere, kornähnliche Verdickungen.

Hier gehe ich nicht näher auf die Structurverhältnisse der Wirbelthiermuskeln ein, hoffe aber bei einer anderen Gelegenheit noch einmal darauf zurückkommen zu können, um die Aehnlichkeit und Verschiedenheit derselben im Verhältniss zu denen der Arthropoden näher zu begründen. Man hat es ja hier mit einem scheinbar ziemlich einfachen, bei eingehenderem Studium aber bekanntlich sehr schwierigen Gewebe zu thun. Zu frühzeitige Schlüsse sind deswegen zu vermeiden.

Bei Durchmusterung der gewaltigen Literatur, welche den feineren Bau der quergestreiften Muskelfaser betrifft, findet man nur sehr sparsame Andeutungen über die oben beschriebenen Structurverhältnisse. Das Muskelgewebe der Arthropoden wurde schon häufig von sehr hervorragenden Histologen zum Gegenstand der Untersuchung gewählt, ohne dass jedoch die schönen Querfadennetze erkannt worden wären. Dies scheint mir davon herzurühren, dass man dabei nicht die Goldmethode anwandte und die Querschnittsbilder nicht näher untersuchte. SCHÄFER¹, welcher gerade die Muskeln des *Dytiscus* studirte, hat jedoch eine Beschreibung des frischen, lebenden Gewebes gegeben, welche sich in einigen Beziehungen mit der meinigen vergleichen lässt, obwohl ich der Deutung des Gesehenen nicht beitreten kann. Er fand die Muskelfaser aus zwei verschiedenen, scheinweise alternirenden Substanzen bestehend, einer dunklen und einer hellen, sowie aus einer grossen Zahl kleiner Körperchen (*muscle-rods*), welche neben einander und der Faseraxe parallel angeordnet waren. Der Haupttheil oder der Schaft dieser Körperchen ist eingebettet in und durchzieht die Scheibe der dunklen Substanz, während die knoten- oder kopfähnlich erweiterten Enden

¹ E. A. SCHÄFER, On the Minute Structure of the Leg-muscles of the Water-beetle, *Philosoph. Transact. of the Royal Society of London* f. 1873, Vol. 163, Part. I, XII. London 1874. — und: On the Structure of Striped Muscular Fibre. *Proceed. of the Royal Society of London* Vol. XXI, 3 April 1873.

sich bis in die hellen Scheiben hinein erstrecken. In diesen Scheiben befinden sich also immer zwei Reihen solcher Köpfe, welche den beiden angrenzenden Körperchen (rods) angehören. Wenn die Muskelfaser etwas ausgedehnt ist, erscheint deswegen ihre Linie doppelt, indem die Köpfe dabei aus einander gezogen werden. Die Körperchen verändern bei der Thätigkeit der Muskelfaser ihre Gestalt; bei absoluter Ruhe sind sie cylindrisch ohne Verdickungen der Enden; dann sieht man nur eine Längsstreifung, aber gar keine Querstreifung an den Muskelfasern; bei leichter Spannung erkennt man die Körperchen und die helle Substanz; bei der Contraction vergrössern sich die Köpfe auf Kosten des Schaftes; durch die Annäherung der vergrösserten Köpfe sowohl derselben Querreihe als der anliegenden Reihen entsteht ein dunkles Querband; bei weiterer Contraction verschwindet zuletzt die vorige dunkle Querscheibe, und ihre Stelle wird durch einen einzigen hellen glänzenden Querstreifen eingenommen; die mit den hellen Querstreifen alternirenden dunklen Streifen entsprechen mithin den vergrösserten, an einander gefügten Enden der Körperchen, und die hellen Streifen werden von der angesammelten Grundsubstanz gebildet. Letztere Substanz ist nach seiner Vermuthung überall uniform und die hellen Bänder eine durch die Körperchen entstandene optische Erscheinung.

Die von SCHÄFER beschriebenen Köpfe seiner muscle-rods sind nun wahrscheinlich auf die optischen Durchschnitte der Fäden meiner Quersfadennetze zurückzuführen, obwohl er ihre fadenartige Natur nicht erkannte und sie in ganz anderer Weise, mit in doppelter Reihe an einander stossenden Köpfen, auffasste; seinen Ansichten über die Contractionsvorgänge kann ich deswegen auch nicht beitreten. Hätte er die Muskelfasern mit Säuren oder vor Allem mit Goldchlorid präparirt, so wäre er höchst wahrscheinlich zu Ergebnissen gelangt, welche mit den meinigen mehr übereinstimmen. Am optischen Querdurchschnitt sah er in der Mitte ein körniges Zellenprotoplasma mit Kernen und die übrige Fläche feinpunctirt mit zahlreichen feinen Flecken, welche wahrscheinlich den muscle-rods entsprechen. Nicht selten erhielt er auch Querdurchschnitte mit dunklen, von dem centralen Protoplasma ausstrahlenden Linien, welche nach dichotomischer Theilung in bestimmter Entfernung von einander nach dem Sarcolemma ziehen. Selten aber sah er Cohnheim'sche Felder. Die Entstehung der letzteren denkt er sich als von einer Umordnung der Grundsubstanz abhängig. Das radiirende Aussehen, von dem er eine naturgemässe Abbildung giebt, glaubte er zuerst auf ähnliche Weise deuten zu können; darauf aber meinte er es durch eine geringe Schiefstellung der Muscle-rods gegen die Axe der Mu-

skelfaser zu erklären, wodurch sie sich über einander legen. SCHÄFER hat also auch beim Querschnitte die Querfadennetze der Muskelfaser nicht erkannt.

Ein anderer englischer Forscher, THIN, arbeitete zwar mit angesäuerten Goldpräparaten, nicht aber an den Muskeln der Arthropoden, sondern nur an denen des Frosches. Aus seinen etwas schwerverständlichen Beschreibungen¹ scheint hervorzugehen, dass er in diesen Muskelfasern das Vorhandensein eines reichlich anastomosirenden, elastischen, von den Zellen ausgehenden Netzwerks annimmt, durch welches die Substanz der Fasern in eine Anzahl kleiner Abtheilungen zerlegt wird, die den Cohnheim'schen Feldern entsprechen.

Ungefähr zu gleicher Zeit hat vermittelt der Goldmethode auch J. GERLACH in seiner bekannten Arbeit über das Verhältniss der Nerven zu den willkürlichen Muskeln,² in welcher er bei Wirbelthieren ein intravaginales, vielfach verzweigtes, kernführendes Nervennetz als Endausbreitung darzulegen suchte, das Auftreten ausserordentlich zahlreicher kleiner, nur durch Gold darstellbarer, dann roth sich färbender Körperchen in der contractilen Muskelsubstanz beschrieben, wodurch bei günstiger Goldeinwirkung die Muskelfaser ein eigenthümliches punctirtes oder gesprenkeltes Ansehen erhält. Die übrige Substanz färbt sich nicht. Er folgert daraus, dass in der contractilen Muskelsubstanz zwei verschiedene Bestandtheile vorkommen, und stellt sich die Frage, ob diese mit der Querstreifung übereinstimme. »Die Beantwortung dieser Frage wäre sehr einfach«, bemerkt er, »wenn die Sprenkelungen nach Art der Querstreifen angeordnet wären. Dieses ist aber nicht der Fall, sondern die ganze contractile Substanz ist, wie erwähnt, in allen ihren Theilen von den gefärbten Punkten durchsetzt und nirgends tritt das Bild einer regelmässigen Anordnung derselben hervor, so dass jede Andeutung einer Querstreifung fehlt. Ja der Mangel der letzteren scheint eine nothwendige Vorbedingung des Eintritts der günstigen Goldwirkung und somit des gesprenkelten Wesens der contractilen Substanz zu sein; denn sämtliche Muskelfäden, welche eine ausgesprochene Querstreifung besitzen, zeigen nach der Goldbehandlung immer eine diffuse Färbung und niemals die günstige Goldeinwirkung. Dieses scheint mir auch mit der Grund zu sein,

¹ G. THIN, A Contribution to the Anatomy of Connective Tissue, Nerve and Muscle, with special reference to their Connection with the Lymphatic System. Proceed. of the Royal Society of London. Vol. XXII, No 155, 1874 — und: On the Structure of Muscular Fibre. Quart. Journ. of Microsc. Science, Juli 1876 N. S. No LXIII.

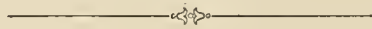
² J. GERLACH, Das Verhältniss der Nerven zu den willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere, eine histologische Untersuchung, Leipzig (F. C. W. Vogel) 1874.

warum bei den Skeletmuskeln der Insekten, an denen die Querstreifung so scharf ausgesprochen ist und in verschiedenen Varianten auftritt, weshalb gerade diese Thiere von den neueren Histologen mit einer besonderen Vorliebe zur Begründung ihrer Ansichten über den elementaren Bau der Muskeln verwandt werden, die Goldmethode ganz und gar versagt. Ich habe mir grosse Mühe gegeben und viele Zeit geopfert, um bei den Muskeln der verschiedensten Insekten ähnliche Resultate zu erzielen, wie bei den Wirbelthieren; allein ich muss bekennen, dass es mir nie gelang, weder das intravaginale Nervennetz noch das gesprenkelte Verhalten an den Muskelfäden der Insekten zur Darstellung zu bringen, so dass ich schliesslich zu der Ansicht gelangte, dass die Reductionskraft der Axenfaser und der contractilen Substanz für Goldsalze bei den Insekten eine andere sei, als bei Wirbelthieren». Jedoch glaubt GERLACH eine Beziehung zwischen den gesprenkelten und nicht gesprenkelten Stellen der contractilen Substanz mit den doppeltbrechenden und isotropen Bestandtheilen annehmen zu müssen, und erklärt die Sprenkelungen für die isotropen Bestandtheile derselben. Er ist endlich der Ansicht, dass ein continuirlicher Zusammenhang seiner intravaginalen Nerven mit dem einen Bestandtheil der contractilen Muskelsubstanz, und zwar höchst wahrscheinlich der isotropen, existirt und schliesst sich bekanntlich dem Ausspruch KLEINENBERG's an, welcher lautet: Die Muskeln sind als die contractilen Endausbreitungen der Nerven zu betrachten.

In einer folgenden Abhandlung theilte J. GERLACH¹ Untersuchungen mit, welche er mittelst einer modificirten Goldmethode an Froschmuskeln ausgeführt hatte. Er sah nun an dem Längsschnitt statt der Sprenkelungen mehr oder weniger zackige, roth sich färbende Längsstreifen sowie auf dem Querschnitte eine Eintheilung in Felder, welche den Cohnheim'schen entsprechen, und von rothen, an den Knotenpunkten verdickten Säumen umgeben sind. Diese durch Gold sich färbende Substanz sei nervös und mit den Nervenfasern in Verbindung. Sie entspricht der isotropen Muskelsubstanz. Er stellt sich vor, dass die contractile Substanz als einen Cylinder anzusehen ist, welcher von einem dünnen Mantel nervöser Substanz umgeben ist, der an einer Stelle sich streifenartig verdickt. GERLACH hat also nicht das eigentliche Querfadennetz gesehen, sondern nur die longitudinalen Knötchenreihen, welche nach ihm durch einen nervösen Mantel verbunden sind. Auf seine interessante Arbeit werde ich ein anderes Mal bei der Abhandlung der Muskelfasern der höheren Thiere zurückkommen.

¹ J. GERLACH, Ueber das Verhältniss der nervösen und contractilen Substanz des quergestreiften Muskels. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd 13, 1876.

Auf eine Vergleichung meiner obigen Darstellung mit den Ansichten von HENSEN, KRAUSE, MERKEL, ENGELMANN, FREDERICQ, RANVIER u. anderen Forschern, welche in letzterer Zeit über den Bau des Muskelgewebes geschrieben haben, werde ich diesmal nicht eingehen, da diese Forscher mit der Goldmethode nicht gearbeitet zu haben scheinen und deswegen die eigentlichen Vergleichspuncte fehlen, um so weniger als ich die Polarisationserscheinungen hier nicht berührt habe.



Erklärung der Abbildungen.

TAFEL I.

Querstreiftes Muskelgewebe von *Dytiscus*.

Fig. 1—34.

Fig. 1. Die Querdurchschnitte von drei Muskelfasern (*a, b, c*), in deren Innerem die Muskelzellen mit ihren Kernen und den ausstrahlenden Flügelfortsätzen sowie das äusserst dichte, theilweise federartig radiirende Querfadennetz zu sehen sind. Behndl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol.

Fig. 2. Partie von dem Querdurchschnitte einer Muskelfaser, welche mit Goldchlorid behandelt wurde; man sieht das schöne, von der kernführenden Muskelzelle und ihren Fortsätzen ausgehende Querfadennetz mit den verbindenden Knoten; *s* Partie des abgelösten Sarcolemma.

Fig. 3. Partie eines isolirten Querfadennetzes am Ende des flügelartigen Zellenfortsatzes. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 4. Partie eines isolirten Querfadennetzes mit der kernführenden und mit drei Flügelfortsätzen versehenen Zelle, deren ausstrahlende Fäden durch Behandlung mit Goldchlorid und folgende geringe Maceration eine Zusammensetzung aus undeutlich getrennten Körnern zeigen.

Fig. 5. Partie eines isolirten Querfadennetzes, dessen ebenfalls körnig erscheinende Fäden mehrere verbindende Knoten oder Brücken haben. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 6. Partie eines isolirten Querfadennetzes, dessen Fäden reichlich verbunden sind, wodurch ein polygonales Maschennetz entsteht. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 7. Partie einer Muskelfaser in Längensicht, an welcher eine Zellenreihe durchschimmert und die Querfadennetze als regelmässig geordnete Puncte (optische Querdurchschnitte der Fäden) erscheinen; links, an der Aussenseite der

Faser, wo das Sarcolemma (*s*) theilweise abgelöst ist, decken sich grösstentheils die Fadenquerschnitte, wodurch das Aussehen einer zusammenhängenden Querstreifung entsteht; zwei längslaufende Knotenreihen treten scharf hervor: rechts sieht man zwei der Länge nach abgetrennte, Fäden erhaltende dünne Blätter des Muskelgewebes. Unten sind nur die Querfadennetze 1:ster Ordnung, oben auch die 2:ter Ordnung angegeben. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 8. Vier der Quere nach abgelöste Querfadennetze, bei denen man die perspectivische Fortsetzung der Fäden von den punctförmigen Querschnitten wahrnimmt. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 9. Partie der Längensicht einer durch Goldchlorid schön gefärbten Muskelfaser, welche rechts contrahirt, links extendirt ist. Hier sieht man sowohl (*z, z*) die Querfadennetze 1:ster Ordnung (Zwischenscheiben) wie (*H, H*) die 2:ter Ordnung (Hensen'schen Streifen), ferner sind links die Querpunctreihen 3:ter Ordnung (Nebenscheiben?) wahrnehmbar; eine Zellenreihe mit Kernen schimmert hervor.

Fig. 10. Partie einer Muskelfaser in Längensicht, an welcher oben die optischen Durchschnitte der Querfadennetze 1:ster und 2:ter Ordnung deutlich hervortreten, unten dagegen wegen schwacher Färbung nur als Querstreifen (Zwischenscheiben, *z, z*, und Hensen'sche Streifen, *H, H*) erscheinen. Rechts sieht man eine Nervenfasern (*n*), deren Schwannsche Scheide in das Sarcolemma übergeht. Beh. mit Alkohol und dann mit Goldchlorid.

Fig. 11. Seitenrand einer Muskelfaser in Längensicht mit drei an ihr befestigten Fäserchen, welche Nervenfasern zu sein scheinen. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 12. Partie einer isolirten Längsreihe von drei Muskelzellen mit den von ihnen ausstrahlenden Querfadennetzen in perspectivischer Ansicht. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 13. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit den Querfadenreihen 1:ster (*z, z*) und 2:ter (*H, H*) Ordnung und mit mehreren Verbindungsknoten; die unterste Fadenreihe verlängert sich perspectivisch in die Fäden. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 14. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit ungewöhnlich grossen optischen Durchschnitten der Fadennetze 1:ster (*z, z*) und 2:ter (*H, H*) Ordnung. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 15. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit den Querfadennetzen 1:ster (*z, z*) Ordnung (»Zwischenscheiben«) und 2:ter (*H, H*) Ordnung (Hensen'schen Streifen), beinahe in der Längenrichtung der Fäden gesehen, weswegen diese nur sehr undeutlich körnig erscheinen. *q, q* sind die sog. Querscheiben. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 16. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit am oberen Ende frei herausragenden Längsfäden. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 17. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit den optischen Durchschnitten der Fadennetze 1:ster und 2:ter Ordnung und den von jenen perspectivisch ausstrahlenden Fäden. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 18. Partie einer Muskelfaser in Längensicht, etwas schief betrachtet. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 19. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit Querfadennetzen 1:ster Ordnung und gebogenen Längslinien. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 20. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit den Körnern der Querfadennetze 1:ster Ordnung, den Muskelstäbchen und ihren hellen Zwischenräumen sowie mit den schmalen (hellen) Querbändern. Links eine isolirte Längsreihe. Beh. mit Goldchlorid.

Fig. 21. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit den schmalen (hier dunkel erscheinenden) Querbändern (Fadennetzen 1:ster Ordnung) und den breiten Querbändern, welche stückweise am Seitenrande viel länger sind, wodurch die ganze Faser gerunzelt, mit Ausbuchtungen und Einschnürungen versehen erscheint. Lebend mit absolutem Alkohol behandelt.

Fig. 22. Partie einer Muskelfaser in Längensicht, an der rechten Seite stückweise contrahirt, an der linken extendirt, wodurch man den Uebergang des einen Zustandes in den anderen wahrnimmt. Beh. mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 23. Dünne Partie einer extendirten Muskelfaser in Längensicht, unten von der Fläche, oben von der Kante gesehen. Man findet hier die breiten und schmalen Querbänder mit den Fadennetzen 1:ster und 2:ter Ordnung angedeutet. Beh. mit Alkohol und dann mit Goldchlorid.

Fig. 24. Partie einer contrahirten Muskelfaser in Längensicht mit breiten und schmalen Querbändern. Beh. wie in Fig. 23.

Fig. 25. Partie einer Muskelfaser in Längensicht, oben contrahirt, unten extendirt. Man sieht die oben kräftig hervortretende, ganz quer gehende, dichte Querstreifung sofort in eine undeutlich gezeichnete Mittenpartie übergehen, in welcher die starken schmalen Querbänder schwach und fein erscheinen und die ganze Querstreifung immer mehr schief wird und unten allmählig in die extendirte Partie übergeht. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 26. Eine ebensolche Partie wie in Fig. 25, unten mit noch deutlicherem Auftreten der Extension. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 27. Partie einer stark extendirten Muskelfaser in Längensicht, an welcher die Stäbchen der breiten sowie der schmalen (hellen) Querbänder mit den Querfadennetzen 1:ster Ordnung (mit einander deckenden Fäden) wahrnehmbar sind. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 28. Partie einer stark extendirten Muskelfaser in Längensicht mit sehr deutlichen Stäbchen und »Körnern« der Fadennetze. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 29. Partie einer schwach contrahirten Muskelfaser in Längensicht, mit den breiten und schmalen Querbändern. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 30. Partie einer stark contrahirten Muskelfaser in Längensicht mit den (hell und schmal erscheinenden) »breiten« und den (dunkel, körnig erscheinenden) schmalen Querbändern. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 31. Partie einer halbcontrahirten Muskelfaser in Längensicht, mit drei Fibrillen. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 32. Zwei isolirte Fibrillen einer contrahirten Muskelfaser in Längensicht. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 33. Drei sehr dünn erscheinende, isolirte Fibrillen einer contrahirten Muskelfaser. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 34. Partie einer contrahirten Muskelfaser, an welcher eigenthümliche, dicke, theilweise isolirt hervorragende, quergehende Fäden erscheinen; ob dieselben den Querfadennetzen oder den dicken Querbändern entsprachen, konnte nicht sicher erkannt werden. Beh. mit Müllerscher Lösung, Fuchsin und Acetas kalicus.

Fig. 1 ist bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), alle übrigen Figuren bei Hartnack's Imm. Obj. 12 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

TAFEL II.

Quergestreiftes Muskelgewebe von Arthropoden (Fig. 35—44) und Wirbelthieren (Fig. 45—52).

Fig. 35—37. Muskelfasern der Extremität. von *Musca*. — Fig. 35. Der Querdurchschnitt mit der kernführenden vierstrahligen centralen Zelle und den zahlreichen, ihr entspringenden, radiirenden Fäden, welche in einer bestimmten Zone mit Verdickungen (Knoten) versehen sind. Beh. mit Goldchlorid. Gez. bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 36. Partie eines ähnlichen Querdurchschnitts mit noch dickeren Knoten. — Fig. 37. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit der centralen Zellenreihe und den von ihr ausstrahlenden Querfadennetzen 1:ster Ordnung, den schwach hervortretenden Querfadennetzen 2:ter Ordnung (Hensen'schen Streifen) und der Knotenzone in optischem Längsschnitt. Beh. mit Goldchlorid. Gez. bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 38. Querdurchschnitt einer Muskelfaser der Extremität. von *Oestrus* mit centraler Zelle, Querfadennetzen und doppelter Knotenzone. Beh. mit 1 % Ameisensäure. Gez. bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

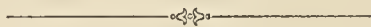
Fig. 39—40. Muskelfasern d. Extremität. von *Notonecta*. — Fig. 39. Partie des Querdurchschnitts einer Muskelfaser mit peripherischen, dem Sarcolemma anliegenden Zellkernen und einem dicht angeordneten, polygonalen Fadennetz, an dessen Knotenpunkten hie und da dickere Verbindungsknoten liegen. — Fig. 40. Partie einer ähnlichen Muskelfaser in Längensicht. Beide mit Goldchlorid behandelt und bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 41—42. Muskelfasern der Extremität. von einer *Locusta*. — Fig. 41. Querdurchschnitt mit peripherisch, dem Sarcolemma anliegenden Zellenkernen und einem dichten, feinen polygonalen Querfadennetz, an dessen Knotenpunkten sehr feine Knötchen sich befinden. — Fig. 42. Partie einer ebensolchen Muskelfaser in Längensicht mit einem peripherischen Zellenkern und den mit Knötchen versehenen Querfadennetzen. Beide Präparate mit Goldchlorid behandelt und bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 43—44. Muskelfasern aus d. Schwanze von *Astacus*. Fig. 43. Partie von einem Querdurchschnitt mit einer kernführenden und Fortsätze aussendenden Zelle sowie mit polygonalem Querfadennetz. — Fig. 44. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit einer eingebetteten (centralen) Zellenreihe und den mit Knoten versehenen Querfadennetzen. Beide Präparate mit Goldchlorid behandelt und bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 45—48. Muskelfasern von *Triton (cristatus)*. Fig 45. Partie eines Querdurchschnittes mit polygonaler Maschenanordnung des Fadennetzes und Knötchen an den Kreuzungspuncten. — Fig. 46—48. Partien von Muskelfasern in Längensicht mit den äusserst feinen, verschieden dichten Querfadennetzen, an deren Kreuzungspuncten feine Knötchen sich befinden. Beh. mit Goldchlorid. Gez. bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 49—52. Muskelfasern von *Turdus*. Fig. 49. Partie eines Querdurchschnitts mit polygonaler Maschenanordnung mit dickeren Knötchenpunkten und feiner undeutlich wellenförmiger Zeichnung in den Feldern. — Fig. 50. Partie einer Muskelfaser in Längensicht mit den peripherisch liegenden Zellenkernen, von deren Umgebung die Querfadennetze ausstrahlen; einzelne Knötchenreihen treten hervor. — Fig. 51. Eine Muskelzelle mit ausstrahlenden Fadennetzen. — Fig. 52. Eine isolirte Knötchenreihe in Längensicht. — Fig. 49 und 52 mit Goldchlorid behandelt und bei Hartnaeck's Imm. Obj. 12 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet; Fig. 50 und 51 mit Ameisensäure behandelt und bei Véric's Obj. 6 + Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfaser 1-26](#)