

UNTERSUCHUNGEN  
 ÜBER DEN  
 BAU DER QUERGESTREIFTEN MUSKELFASERN.  
 I. THEIL.

VON

**ALEXANDER ROLLETT**

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Mit 4 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. NOVEMBER 1884.

Ich habe den Gegenstand, welchen ich hier behandeln will, seit langen Jahren nicht aus den Augen verloren, aber die Beschäftigung mit demselben wurde in mir unliebsamer Weise oft durch Arbeiten anderer Natur unterbrochen. Erst in der letztverflossenen Zeit sah ich mich anhaltender an denselben gefesselt.

Dabei bemerkte ich aber bald, dass ich eine Reihe von Beobachtungen über den Muskelbau aufgezeichnet habe, deren Mittheilung von einigem Nutzen für die bessere Einsicht in diesen schwierigen und noch vielfach controversen Gegenstand der Histologie sein dürfte. Ich fühle mich aber gedrängt, dieser Mittheilung noch die folgenden Bemerkungen voranzusenden.

Ich bekenne mich zur Anschauung, dass es die wichtigste Aufgabe der Histologie ist, uns mit dem Bau der physiologischen, der lebenden Elementartheile und Gewebe bekannt zu machen.

Ich behaupte aber auch, dass diese Überzeugung niemals hemmend oder beschränkend auf die Wahl der Methoden wirken darf, deren wir uns zu histologischen Untersuchungen bedienen.

Es wird gewiss Jeder, der über unsere heutigen histologischen Kenntnisse orientirt ist und der weiss, wie wir zu denselben gelangt sind, zugeben, dass wir der nur in beschränktem Masse anwendbaren Untersuchung lebender Gewebe unter dem Mikroskope zwar die werthvollsten, aber doch nur verhältnissmässig geringe Antheile jener Kenntnisse verdanken.

Weit mehr Aufschlüsse haben uns die vielfach ausgebildeten histologischen Untersuchungsmethoden gebracht, bei deren Anwendung wir von vorneherein darauf verzichten, das lebende Gewebe zu beobachten, deren Resultate aber mit der nothwendigen strengen Kritik uns die erwünschten Schlüsse auf den Bau der lebenden Gewebe erlauben. Wo stünden wir heute in der Histologie, wenn diese Wege nicht betreten worden wären? Das mögen sich diejenigen vergegenwärtigen, welche das Vertrauen in histologische Beobachtungen mit der leichtsinnigen Abfertigung zu erschüttern suchen, dass dieselben nicht an frischen, lebenden Geweben gemacht wurden.

Im Allgemeinen gehen die Methoden der Histologie nach zwei Richtungen auseinander.

Wir suchen durch Conservirungs- und Härtemittel, durch Schneiden und Zupfen, durch Aufhellungsmittel und durch differenzirende Tinctionsmittel uns eine den Bau des frischen Gewebes möglichst getreu wiederholende Ansicht des Gewebes und seiner Elementartheile zu verschaffen. Oder wir wenden neben der mechanischen Zergliederung noch chemische Zersetzungsmittel, macerirende, Quellung erzeugende, fällende oder verdauende Agentien u. s. w. an, um aus den bei der Abänderung und dem Zerfall der Gewebe und Elementartheile entstehenden Bildern einen Schluss auf die Structur derselben zu machen.

Ich halte es nun auch nicht für gerechtfertigt, wenn man der ersteren Richtung unter allen Umständen ein grösseres Vertrauen entgegenbringt als der letzteren. Mit der nothwendigen Kritik können sie uns beide gleich werthvolle Aufschlüsse bringen. Ich finde mich veranlasst, auch das hier in Erinnerung zu bringen, weil ich mich überzeugt habe, dass controverse Fragen über den Bau der quergestreiften Muskelfaser an Zerfallbildern derselben ihrer Lösung bedeutend näher gebracht werden können.

Oft schon ist in der Lehre von der Muskelbewegung der Widerspruch zwischen den Ergebnissen der feineren Zergliederung der Muskelfasern und den Postulaten hervorgetreten, welche man auf Grund erkannter physiologischer Gesetze für den Muskelbau auszusprechen sich berechtigt glaubte. Der Skepticismus gegenüber den histologischen Methoden und der allein der Rathlosigkeit entspringende Vorwurf, dass die Histologie sich Artefacte schafft, anstatt lieber einzig das zu berücksichtigen, was am lebenden Gewebe zu sehen ist, wird uns aber niemals über jenes Dilemma hinaushefen. Was helfen kann, ist einzig und allein Vertiefung durch streng kritische Forschung hier wie dort. Wer sich von dieser Überzeugung leiten lässt, wird meinen, gleich in den ersten Abschnitten enthaltenen Mittheilungen gewiss einiges Interesse entgegenbringen.

Eine weitere Bemerkung habe ich über die Literatur zu machen, dahin gehend, dass ich nicht beabsichtige, eine erschöpfende kritische Darstellung derselben zu geben. Man wird mir das für's Erste bei dem enormen Umfang, welchen die Literatur der quergestreiften Muskelfaser angenommen hat, gewiss nicht zum Vorwurfe machen. Ich werde nur gelegentlich das Eine oder das Andere anführen, was mir zu den Anschauungen, zu welchen ich gelangt bin, in näherer Beziehung zu stehen scheint.

Ich muss darum noch besonders hervorheben, dass meine Mittheilungen fast überall an bekannte Thatsachen anknüpfen werden. Ich will aber durch eine einheitliche, klärende und unrichtige Vorstellungen corrigirende Zusammenfassung meiner mikroskopischen Beobachtungen einer unter den vielen Anschauungen, welche über den Bau der quergestreiften Muskelfasern aufgetaucht sind, die Wege zu allgemeinerer Anerkennung ebnen. Es würde damit die Correctur gar vieler physiologischer Anschauungen über die Muskelcontraction erreicht, die man auf bestimmte, aber nicht zutreffende Vorstellungen vom Muskelbau gegründet hat.

Die Beobachtungen sind grösstentheils an Käfermuskeln gemacht und unter denselben werden sich viele bisher unbekannte, oder nicht oder nur wenig gewürdigte befinden, die in ihrem Zusammenhange die eigentliche Rechtfertigung für die Veröffentlichung dieser Mittheilungen bilden werden.

## I.

### Vorläufige Skizzirung des Baues der quergestreiften Muskelfaser.

Zur Vereinfachung der Darstellungen, welche ich in den folgenden Abschnitten zu geben habe, halte ich es für zweckmässig, hier eine Skizze des Baues der am meisten verbreiteten Form der quergestreiften Muskelfaser herzusetzen.

Der vom Sarkolemma umschlossene Inhalt der quergestreiften Muskelfaser besteht zunächst aus zwei Theilen: aus dem Sarkoplasma und aus den Fibrillen.

Sarkoplasma entspricht einem histologischen Begriff, ich bezeichne damit die hyalin oder fein körnig 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 Sarkolemmas alle von den Fibrillen freigelassenen Räume ausfüllt.

Durch die Bezeichnung, welche ich dieser Substanz gegeben habe, soll angedeutet werden, dass sie dem Protoplasma nahe steht, aber doch von demselben unterschieden werden muss.

Die Fibrillen sind der Länge nach gegliederte Gebilde. Ihre Gliederung rührt von einer regelmässigen Folge und Abwechslung verschiedener Substanzen her.

Diese Gliederung ist eine labile, die sie bedingenden Substanzen sind einem mit den verschiedenen physiologischen Zuständen der Muskelfasern einhergehenden Wechsel unterworfen.

Es wechselt die Anzahl, die Form und die substanzielle Beschaffenheit der Fibrillenglieder. Der Grad der Labilität ist aber nicht für alle in bestimmten Zuständen zu unterscheidenden Fibrillenglieder derselbe, während einzelne völlig verschwinden und neu wieder auftreten, vollzieht sich in anderen nur ein mehr oder weniger eingreifender Wechsel ihrer Beschaffenheit.

Die gegliederten Fibrillen liegen im Allgemeinen der Längensaxe der Muskelfasern parallel neben einander.

Sie sind aber gruppenweise zu strang-, band- oder röhrenförmigen Bündeln zusammengeordnet und oft erscheinen auch noch diese Bündel (Muskelsäulchen) wieder zu grösseren Gruppen geordnet.

Dieser regelmässigen vor, während und nach der Contraction der lebenden Faser zu beobachtenden, also während aller physiologischen Zustände der Muskelfaser erhaltenen bestimmten Anordnung der gegliederten Fibrillen entspricht, da das Sarkoplasma alle von den Fibrillenbündeln freigelassenen Räume innerhalb der Muskelfaser ausfüllt, auch eine ganz bestimmte Architectonik des Sarkoplasmas selbst, welche am besten ausgeprägt auf dem Querschnitt der Muskelfaser zu sehen ist.

Ungleichmässige Dicke der in der Längensrichtung sich folgenden und abwechselnden verschiedenen Glieder der Fibrillen oder Fibrillenbündel bedingt aber auch in der Längensicht der Muskelfaser eine wohl ausgeprägte Zeichnung der Grenzen des Sarkoplasmas.

Ausser der sichtlich mit der Vertheilung und Anordnung der Fibrillen zusammenhängenden Gestaltung des Sarkoplasmas, kommen in diesem letzteren selbst manchmal eigenthümlich gestaltete, regelmässig vertheilte und unter einander zusammenhängende Verdichtungen vor.

Das Sarkoplasma geht ohne Unterbrechung über in die nerventragende Substanz der Nervenbügel der zu den Muskelfasern zutretenden motorischen Nerven.

## II.

### Über den Scheibenzerfall von Käfermuskeln in Alkohol und die Querstreifung der Insectenmuskeln im erschlafften oder der Erschlaffung nahen Zustande.

Der Zerfall quergestreifter Muskelfasern in Scheiben, welchen ich hier beschreiben will, ist der, welchen Skey<sup>1</sup> zuerst abgebildet, und welchen bald darauf Bowman<sup>2</sup> an den Muskeln des Menschen, des Schweines, einer Sprotte und Eidechse in auffallendem Grade entwickelt gesehen und ausführlich behandelt hat.

Bowman<sup>3</sup> ist später wieder darauf zurückgekommen, ohne jedoch etwas Anderes als seine in der ersten Arbeit niedergelegten Beobachtungen anzuführen.

Dieser Zerfall tritt an Muskeln auf, welche in Alkohol eingelegt wurden und ist von einem anderen Zerfall der Muskelfasern in Scheiben, der auf die Wirkung von verdünnten Säuren leicht erhalten werden kann, durchaus verschieden und darf mit dem letzteren nicht verwechselt werden.

<sup>1</sup> Skey, Philosophical Transactions of the royal Society of London 1837. Plat XIX, Fig. 5.

<sup>2</sup> Bowman, Philosophical Transactions of the royal Society of London 1840. Part II, p. 469 und 470.

<sup>3</sup> Bowman, Article Muscle; the Cyclopaedia of anatomy and physiology. Edited by R. Todd. Vol. III, 1839—1847, p. 508 und 509 und R. B. Todd and W. Bowman, The physiological anatomy and physiology of man. London 1848—1853, S. I, p. 151 und 152.

Ich komme hier vorerst in die eigenthümliche Lage, gegen eine meiner früheren Arbeiten<sup>1</sup> selbst polemisieren zu müssen. In derselben beschränkte ich mich auf die Untersuchung von Wirbelthiermuskeln.

An den Muskelfasern dieser war mir aber ein Scheibenzerfall in Folge von Alkoholwirkung damals nicht zur Beobachtung gekommen, ebensowenig, als das bis heute der Fall war.

Ich führte damals<sup>2</sup> an, dass ich nicht anzugeben wisse, welchem Umstande es Bowman zu danken hatte, dass einige von ihm in Weingeist bewahrte Muskeln in die von ihm beschriebenen Discs zerfielen und berief mich auf den einstimmigen Ausspruch Reichert's,<sup>3</sup> Henle's,<sup>4</sup> Hassall's,<sup>5</sup> Kölliker's<sup>6</sup> und E. Weber's,<sup>7</sup> dass dieser Zerfall ein sehr seltenes Ereigniss sein müsse.

Ich meinte aber dem gegenüber, dass von den zwei verschiedenen Substanzen, welche ich als Haupt- und Zwischensubstanz in regelmässiger Abwechslung in der Längenrichtung der Muskelfaser unterschieden hatte, die eine, die Hauptschubstanz, die Substanz der Bowman'schen Discs, Brücke's doppelbrechende Substanz ganz zufallslos in Form von Scheiben isolirt werden könne, wenn man Salzsäure von 0.1% oder Essigsäure auf die Muskelfasern wirken lässt, welche Reagentien die Zwischensubstanz, Brücke's einfach brechende Substanz auflösen sollten.

Das ist aber ganz entschieden unrichtig.

Was in den genannten Säuren quillt und schliesslich aufgelöst wird, ist gerade die stärker brechende Hauptschubstanz des frischen Muskels, sind die Discs von Bowman.

Die Verwechslung rührte daher, dass durch die Säurewirkung vorerst eine ähnliche Umkehr der Erscheinungen an den Muskelfasern zu Stande kommt, wie sie beim Übergang der Muskelfasern aus dem erschlafften in den contrahirten Zustand später allgemein bekannt wurde.

Die schwächer lichtbrechenden Segmente der Muskelfasern werden in Folge der Säurewirkung stärker lichtbrechend, und umgekehrt, die stärker lichtbrechenden Segmente schwächer lichtbrechend und in weiterer Folge der Säurewirkung werden gerade diese aufgelöst und dadurch ein Scheibenzerfall ganz anderer Art hervorgebracht, als der, welchen Bowman beschrieben hat.

Es ist zuerst von Krause<sup>8</sup> richtig erkannt worden, dass verdünnte Säuren die Substanz der Bowman'schen Discs selbst quellen machen und endlich auflösen.

Über das, was bei dem so hervorgebrachten Scheibenzerfall der Muskelfasern in Form von Scheiben isolirt wird, ist aber Krause nicht ins Klare gekommen. Es soll das in dem nächsten Abschnitte, wo ich den Säurezerfall der Muskelfasern ausführlich behandeln will, gezeigt werden.

Einen Scheibenzerfall der Muskelfasern in Alkohol, wie ihn Bowman beobachtete, führt Krause nicht an, wohl aber setzt er<sup>9</sup> dem von ihm in verdünnten Säuren beobachteten Scheibenzerfall einen anderen entgegen, der durch concentrirte Salpetersäure hervorgebracht werde, und bei welchem die coagulirten und gelb gefärbten Bowman'schen Discs isolirt werden sollen.

Von einem sehr untergeordneten Werthe sind in Bezug auf den Zerfall der Muskelfasern in Scheiben die Angaben, welche Reiser<sup>10</sup> in einer vor Krause's Arbeiten erschienenen Dissertation macht. In derselben

<sup>1</sup> Untersuchungen zur näheren Kenntniss des Baues der quergestreiften Muskelfaser. Sitzungsber. d. mathem.-naturw. Classe, d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. XXIV, p. 291.

<sup>2</sup> L. c. p. 296.

<sup>3</sup> Müller's Archiv, Jahresbericht 1842.

<sup>4</sup> Canstatt's Jahresbericht für 1846, Bd. I, p. 66.

<sup>5</sup> Mikroskopische Anatomie. Übers. von Dr. O. Kohlshütter, p. 245.

<sup>6</sup> Mikroskopische Anatomie. Bd. II, 1. Hälfte p. 203. Handbuch der Gewebelehre, 2. Aufl., Leipzig 1855, p. 186.

<sup>7</sup> Artik. Muskelbewegung, Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Bd. II, 2. Abth., p. 65.

<sup>8</sup> Krause, Göttinger Nachrichten 1868, Nr. 17, pag. 358. Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. Hannover 1860, p. 19, u. d. f. Zeitschr. für Biologie, V. Bd. München 1869, p. 415. Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover 1876, p. 85.

<sup>9</sup> Krause, Göttinger Nachrichten l. c. und Allgem. und mikroskop. Anatomie l. c.

<sup>10</sup> Reiser, Die Einwirkung verschiedener Reagentien auf den quergestreiften Muskelfaden. Inaugural-Dissertation. Zürich 1860.

werden die Sarcous elements von Bowman als das Element der contractilen Masse aufgefasst und diese Elemente durch ein besonderes Längsbindemittel zu Fibrillen und durch ein davon verschiedenes besonderes Querbindemittel zu Platten verbunden vorgestellt.

Eine ähnliche Anschauung hat zuerst Haeckel<sup>1</sup> für die Muskeln des Flusskrebses ausgesprochen. In der einfachen Weise, wie sie Reiser vorbringt, birgt sie recht viel Unverständliches in sich. Ich will die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, das zu zeigen, da ich in meinen späteren Auseinandersetzungen noch darauf werde verweisen müssen.

Hält man sich ganz strenge daran, dass ein Längsbindemittel (vergleiche die schematische Fig. 1, A, l) die Grundflächen, ein Querbindemittel (Fig. 1, A, q) aber die Mantelflächen der Sarcous elements (Fig. 1, A, s) verbindet, dann muss etwas Drittes die Räume (Fig. 1, A, r), welche zwischen den freien Mantelflächen des Längsbindemittels und der freien gitterförmigen Grundfläche des Querbindemittels vorhanden sein müssen, ausfüllen. Verzichtet man aber auf eine so strenge Auslegung der Bindemittel für die Sarcous elements, dann wären zunächst für zwei Bindemittel folgende Annahmen möglich.

Man könnte sich das Längsbindemittel continuirlich in jedem zwischen zwei Bowman'schen Discs gelegenen Muskelabschnitte vorstellen. (Fig. 1, B, l.) Damit wäre aber eine Präformation der Platten statuirt und es würde dann leicht verständlich sein, wie durch Lösung des Längsbindemittels eine Isolirung der Platten erfolgen könne. Unverständlich aber bliebe, wie durch Lösung des Querbindemittels (Fig. 1, B, q) allein eine Fibrillenbildung erfolgen sollte. Es müsste dann ausser dieser Lösung auch noch eine den aufgereihten Sarcous elements entsprechende Zerklüftung des Längsbindemittels angenommen werden und die Fibrillen wären Artefacte.

Zweitens könnte man sich das Querbindemittel continuirlich in der ganzen Länge der Muskelfaser vorstellen (Fig. 1, C, q), also nicht bloß zwischen den Mantelflächen der Sarcous elements (Fig. 1, C, s), sondern auch zwischen den Mantelflächen der Stücke des Längsbindemittels (Fig. 1, C, l), welche je zwei Grundflächen der Sarcous elements verbinden. Dann wäre aber eine Präformation der Fibrillen statuirt und es würde verständlich wie durch Lösung des Querbindemittels die Fibrillen isolirt werden können. Unverständlich aber bliebe, wie durch Lösung des Längsbindemittels allein eine Plattenbildung zu Stande kommen könnte. Es müsste dann vielmehr auch noch eine Lösung der den Mantelflächen des Längsbindemittels entsprechenden Abschnitte des Querbindemittels angenommen werden, und die Platten wären dann Artefacte.

Nun will aber Reiser gerade darthun, dass sowohl die Platten als auch die Fibrillen Kunstproducte sind. Die einen sollen isolirt werden durch Reagentien, welche Lösung des longitudinalen Bindemittels allein bewirken. Dahin sollen gehören: Salzsäure, Essigsäure, Phosphorsäure, Chlorbaryum, Chlorcalcium, Natron, Kali, kohlen-saures Kali. Andere Reagentien sollen dagegen das Querbindemittel allein lösen und dadurch zur Fibrillenbildung führen, und dahin sollen gehören: Chromsäure, doppelchrom-saures Kali, Millon's Reagens, Sublimatlösung, Alkohol, Äther, Glycerin, Salpetersäure, salpetersaures Kali. Von einem Scheibenzerfall in Alkohol hat — worauf ich jetzt verweisen will, um zu dem eigentlichen Gegenstande zurückzukehren — auch Reiser nichts gesehen, und in Bezug auf die Wirkung der Salpetersäure widerspricht seine Angabe der späteren von Krause.

Von anderen Autoren<sup>2</sup> ist der Scheibenzerfall der Muskelfasern in Alkohol nur gelegentlich als vereinzeltes Vorkommen gestreift worden, oder ein und der andere Bruch einer Faser in der Richtung der Querstreifen notirt worden.

Dagegen ist in die meisten histologischen und physiologischen Lehrbücher der Scheibenzerfall der Muskelfasern in verdünnter Salzsäure in dem Sinne übergegangen, als ob in demselben ein Scheibenzerfall vorläge,

<sup>1</sup> Haeckel, Müller's Archiv 1857, p. 491.

<sup>2</sup> Vergleiche u. A.: Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Structur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839, p. 165 und 166. Tab. IV, Fig. 4. (Maikäferlarven in Alkohol); Engelmann, Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. 7, p. 46 und 52; Bd. 25, p. 543 u. d. f.

der mit dem von Bowman an Alkoholpräparaten beobachteten identisch wäre, was, wie schon früher ausgeführt wurde, nicht im Entferntesten der Fall ist.

Ich hatte einmal (18. August 1881) einen frisch gefangenen *Hydrophilus piceus*, nachdem er äusserlich gut abgetrocknet worden war, lebend in Alkohol von 93% geworfen.<sup>1</sup> Als ich nach 17 Tagen die Muskeln dieses Thieres in einer Mischung von 2 Theilen Glycerin und 1 Theil Wasser auf dem Objectträger untersuchte, war ich über die merkwürdigen Bilder, welche dieselben darboten, sehr erstaunt. Alle Muskeln dieses Thieres waren mit Ausnahme von solchen Stellen, wo sich Contractionswellen befanden, in ihrer ganzen Ausdehnung in Scheiben zerfallen. (Fig. 1.) Diese Scheiben entsprachen in vielen Fasern den Bowman'schen Scheiben oder den später von Engelmann<sup>2</sup> so genannten anisotropen Bändern, welche sich nach Engelmann aus zwei dunklen Querscheiben und einer zwischen diesen liegenden hellen Mittelscheibe (Hensen) zusammensetzen. Es sind das die aus langen Sarcous elements zusammengesetzten doppeltbrechenden Abschnitte Brücke's,<sup>3</sup> welche, wie ich gleich hier bemerken will, den in morphologischer Beziehung constantesten, weil in allen physiologischen Zuständen des Muskels immer leicht erkennbaren Gliedern der Muskelfibrille entsprechen. Ich werde diese Abschnitte in toto jetzt und in allen späteren Theilen dieser Abhandlung mit *Q* bezeichnen, den hellen Streifen aber, welcher in der Mitte derselben liegt, mit *h* (Fig. 2).

In anderen Fasern, welche den Scheibenzerfall zeigten, befanden sich aber an den isolirten Scheiben auch noch die Körnerschichten Flögel's<sup>4</sup> oder Nebenscheiben Engelmann's,<sup>5</sup> und zwar hing mit jedem Ende von *Q* eine solche Nebenscheibe zusammen, mit *Q* durch einen Streifen heller Substanz verbunden. Ich will den den Nebenscheiben Engelmann's entsprechenden Streifen mit *N*, den hellen Streifen, der *N* mit *Q* verbindet, mit *J* bezeichnen.

Muskeln in dieser Art von Scheibenzerfall begriffen, sind in Figur 3 dargestellt, zwar nicht nach einem Präparate von *Hydrophilus*, aber das Bild stimmt genau mit jenen Bildern überein, welche ich auch beim *Hydrophilus* beobachtet habe.

Man konnte Scheiben der ersten Art (*Q*) und Scheiben der zweiten Art (*NJQJN*) ganz frei und vereinzelt oder noch in paralleler oder nur wenig verschobener Aufreihung von der Seite beobachten. Noch viel interessanter sind aber Bilder, in denen die isolirten Scheiben noch innerhalb des Sarkolemmas liegend erscheinen, wie das auch in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt ist. Der Sarkolemmaschlauch erscheint dann mehr oder weniger aufgebläht, und zarte Scheidewände, die auf dem optischen Längsschnitt mittelst konischer Ansätze in eine den Sarkolemmaschlauch an seiner inneren Oberfläche belegende, feinkörnige Masse übergehen, theilen denselben in der Länge nach aneinander gereihte Kästchen. Wo sich die Querwände ansetzen, erscheint im Längeneontour des Sarkolemmas eine Einziehung, dazwischen sind die Wände der Kästchen ausgebaucht und in jedem der Kästchen liegt eine isolirte Scheibe *Q* (Fig. 1) oder eine isolirte Scheibe *NJQJN* (Fig. 3).

Ausserdem waren beide Arten von Scheiben in der Flächenansicht zu beobachten, indem sie völlig frei in der Zusatzflüssigkeit lagen. Oder sie lagen desorientirt in den Kästchen entweder auf der Grundfläche oder in der Seitenansicht mit ihrem Querdurchmesser in der Richtung der Längensaxe der Muskelfaser, oder diese unter verschiedenen Winkeln kreuzend.

Endlich waren auch leer gewordene Sarkolemmaschläuche zu sehen, in denen die früher besprochenen Querwände der Kästchen regelmässig wie Leitersprossen aufeinander folgten. Vergleiche Fig. 4, welches Bild zwar auch von einem erst später zu erwähnenden Käfer herrührt, aber ganz ebenso bei *Hydrophilus* zu beobachten war. Ich habe schon erwähnt, dass bei dem untersuchten *Hydrophilus* alle Muskeln die beschrie-

<sup>1</sup> Es bedeutet das Volumprocente eines Alkohols von 0.7951 spec. Gewicht bei 12° R. nach dem in Österreich eingeführten Alkoholometer.

<sup>2</sup> Engelmann, Pflüger's Archiv. Bd. 7, p. 37.

<sup>3</sup> Brücke, Denkshr. d. mathem.-naturw. Classe d. Wiener Akad. Bd. XV, p. 71.

<sup>4</sup> Flögel, Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. VIII, p. 60. Bonn 1872.

<sup>5</sup> L. c. p. 37 und 50.

bene Veränderung zeigten, und dass nur an Stellen, wo Contractionswellen sich befanden, der Scheibenzerfall nicht eingetreten war. Es ist das aber nicht so zu verstehen, dass der Scheibenzerfall überall fehlte, wo sich Contractionswellen befanden, im Gegentheile, ich traf auch einige contrahirte Stellen im Scheibenzerfall, worauf ich später ausführlich zurückkommen werde.

Nur an den Flugmuskeln des untersuchten Thieres fehlte jede Spur von Scheibenzerfall. Ich überzeugte mich gleich an diesem Käfer von einer schon an einem anderen Orte <sup>1</sup> hervorgehobenen Thatsache, welche ich durch die später mitzutheilenden ausgedehnten Untersuchungen an zahlreichen Coleopteren, Hymenopteren, Fliegen und anderen Insecten immer wieder bestätigt fand, dass nämlich die Flugmuskeln der Insecten in ihrem Bau von den anderen quergestreiften Muskelfasern dieser Thiere so wesentlich verschieden sind, dass aus Beobachtungen an den einen nicht Schlüsse auf das Verhalten der anderen gezogen werden dürfen.

Ich habe mir vorgesetzt, die Flugmuskeln der Insecten später einmal besonders zu bearbeiten. In der vorliegenden Abhandlung lasse ich sie mit Ausnahme einer Thatsache, die ich später anführen muss, ganz unberücksichtigt.

In Bezug auf die anderen quergestreiften Muskeln des erwähnten *Hydrophilus* führe ich aber nun noch an, wie ich vorgegangen bin, um mir die Überzeugung zu verschaffen, dass die gesammte Musculatur des Käfers dieselben Veränderungen beim Liegen in Alkohol erlitten hatte. Ich riss zuerst den Kopf aus und untersuchte die an demselben hängen gebliebenen und in demselben enthaltenen Muskelfasern, dann entfernte ich den Prothorax zur Untersuchung der in demselben enthaltenen und das vordere Beinpaar bewegenden Muskeln, dann löste ich das Abdomen von der aus dem vereinigten Mesothorax und Metathorax bestehenden Flügelbrust und trennte die obere Hälfte derselben von der unteren, um nach Entfernung der Flugmuskeln zu den das zweite und dritte Beinpaar bewegenden Muskeln zu gelangen, und endlich brach ich bei Käfern, deren Grösse das erlaubte, auch noch den Femur des zweiten und dritten Beinpaares auf und untersuchte die darin enthaltenen Muskeln. Schliesslich wurden auch noch die Muskeln zwischen den Abdominalringen und jene des Geschlechtsapparates untersucht.

Das ist die Art, in welcher ich immer verfuhr, wenn es mir bei der Untersuchung eines Käfers darauf ankam, die sämmtlichen Muskeln des Skelettes zu untersuchen. Die Darmmuskeln habe ich, obwohl sie mit den Skelettmuskeln in ihrem Bau sehr nahe übereinstimmen und sich wie diese von den Flugmuskeln wesentlich unterscheiden, doch wegen ihrer Eigenthümlichkeiten vorläufig ebenso unberücksichtigt gelassen wie die Flugmuskeln. Nur gelegentlich werde ich auch eine oder die andere Beobachtung an den Darmmuskeln anführen. Bei dem erwähnten *Hydrophilus* führte mich die Untersuchung der Skelettmuskeln zur Überzeugung, dass ich nun einmal einen so ausgedehnten Scheibenzerfall wie ihn Bowman an Alkoholpräparaten von Wirbelthiermuskeln beobachtet hatte, auch an Käfermuskeln gesehen habe, und die Bilder, welche ich zu Gesicht bekam, namentlich wenn das Sarkolemma noch erhalten war, forderten ganz entschieden zu einer näheren Verfolgung derselben auf.

Die Zeit von 17 Tagen, nach welcher ich den in Alkohol gebrachten *Hydrophilus* untersuchte, war eine ganz zufällige. Keineswegs war es aber eine so lange Zeit, dass ich annehmen konnte, die Muskeln hätten ihre Veränderung durch langes Liegen in Alkohol erlitten, denn oft hatte ich früher die Muskeln von *Hydrophilus* untersucht, die Monate lang in Alkohol gelegen hatten, ohne dass ich einen so ausgedehnten Scheibenzerfall ihrer Muskeln beobachtet hätte.

Es konnte ferner nicht ausgeschlossen werden, dass ich an dem untersuchten *Hydrophilus* den Scheibenzerfall der Muskeln schon viel früher zu Gesicht bekommen hätte, wenn ich eben nicht erst 17 Tage nach dem Einlegen in Alkohol, sondern schon früher die Untersuchung vorgenommen hätte.

Ich musste nach allen meinen früheren Erfahrungen annehmen, dass ich an dem untersuchten *Hydrophilus* eines jener seltenen Ereignisse beobachtet hatte, welches Bowman an Wirbelthiermuskeln, die in Alkohol conservirt worden waren, wahrnahm. In dieser Überzeugung brachte ich nun, da mir, wie schon

<sup>1</sup> Rollett, Sitzungsber. d. mathem.-naturw. Classe d. Wiener Akad. Bd. LXXXIX, Abth. III, 1884, p. 346.

gesagt, die beobachteten Bilder sehr wichtig zu sein schienen, nicht nur eine sehr grosse Anzahl von *Hydrophilus*, sondern auch zahlreiche andere Käfer, deren ich habhaft werden konnte, in 93% Alkohol mit der Absicht, die Muskeln derselben nach kürzerem oder längerem Verweilen in Alkohol zu untersuchen, um mir so vielleicht neuerlich ähnliche Bilder wie bei dem erst untersuchten *Hydrophilus* und einen Aufschluss über die Zeit, in welcher diese Bilder an den Muskeln auftreten, zu verschaffen.

Beim *Hydrophilus* führten diese Bemühungen zu keinem befriedigenden Resultate.

Sehr oft fand ich bei den untersuchten Thieren schon nach 24 oder 48 Stunden am ausgerissenen Kopf und im Prothorax einzelne Muskelfasern in Scheiben zerfallen, die übrigen Muskelfasern in allen Theilen des Käfers aber völlig compact mit den verschiedenen Zuständen der Querstreifung, die durch Engelmann's Untersuchungen an Käfermuskeln so genau bekannt geworden sind. Ganz dieselben Beobachtungen machte ich ferner, wenn ich Thiere untersuchte, die durch 4, 8, 10, 12, 14 und 16 Tage in Alkohol gelegen hatten, nur dass an den nicht in Scheiben zerfallenen Muskeln mit der Zeit des Verweilens in Alkohol die Deutlichkeit der Längsstreifung und die Isolirbarkeit der Fibrillen oft beträchtlich zunahm. Ich führe hier auch gleich an, dass für den *Hydrophilus* auch eine Veränderung der Stärke des Alkohols nicht zu dem Resultat führte, dass ich wieder einmal ein Thier mit so ausgedehntem Scheibenzerfall seiner Muskeln erhalten hätte, wie er sich bei dem erst erwähnten *Hydrophilus* vorfand.

Ich variierte die Stärke des Alkohols zunächst mit Rücksicht darauf, dass mit dem *Hydrophilus*, an welchem ich die beschriebenen ausgezeichneten Bilder beobachtete, trotz des Abtrocknens seiner äusseren Oberfläche vielleicht doch eine grössere Menge Wassers in den Alkohol hätte gekommen sein können.

Die Prüfung dieser Vermuthung versprach zwar von vorneherein nicht viel, da ich das Thier in ein, sein Volumen um sehr viel Mal übertreffendes Volumen Alkohol gebracht hatte, es war mir aber zum Vergleich mit den Wirkungen des starken Alkohols auch sehr erwünscht, die Wirkungen schwächeren Alkohols auf die Muskeln kennen zu lernen.

Ich fügte darum zu je einem Volumen des 93% Alkohol  $\frac{1}{2}$ , 1 oder 2 Volumina destillirten Wassers und brachte in diesen  $\frac{2}{3}$ -,  $\frac{1}{2}$ - und  $\frac{1}{3}$ -Alkohol wieder eine Anzahl von *Hydrophilus*, um dieselben nach kürzerer oder längerer Zeit zu untersuchen.

In dem  $\frac{1}{3}$ -Alkohol quellen die Muskeln, sowie alle Gewebe des Käfers bald sehr stark an, so dass man Kopf, Prothorax, Abdominalringe und Beine auseinander getrieben und den Käfer dadurch aufgebläht findet.

Unter dem Mikroskope erscheinen die Muskeln erweicht und macerirt. Sie erweisen sich in diesem Zustande bei der Präparation allerdings scheibenbrüchig, wenn ich mich so ausdrücken darf, und zwar gehen die Bruchflächen zwischen den Bowman'schen Scheiben durch, die letzteren sowohl, als auch die zwischen denselben vorhandenen Muskelfaserabschnitte sind aber mannigfach verzerrt und verunstaltet, und theilweise erscheinen die Scheiben selbst unregelmässig zerklüftet. Es sind das Bilder, die unzweifelhaft an die früher beschriebenen Bilder erinnern, aber nicht im Entferntesten die Schärfe und Prägnanz besitzen, welche die früher erwähnten Bilder vom Scheibenzerfall in starkem Alkohol darboten.

In dem  $\frac{1}{2}$ -Alkohol fand ich an allen Muskeln die Längsstreifung sehr hervortretend, den Muskelfaserinhalt viel weniger gequollen, oft aber das Sarkolemma sehr aufgebläht und wie ein weit abstehender Mantel den mit fibrillärer Zeichnung versehenen Muskelfaserinhalt umfassend.

In dem  $\frac{2}{3}$ -Alkohol sind die Muskelfasern noch weniger gequollen; ihr Ansehen stimmt mit dem der Muskeln von in starkem Alkohol eingelegten Thieren nahe überein.

Ich habe nur dieses allgemeine Resumé beabsichtigt; auf alle die mannigfachen Bilder, welche man an den Muskeln solcher in verschieden starkem Alkohol conservirter Käfer beobachten kann, will ich nicht näher eingehen.

Den schönen Scheibenzerfall, welchen ich an Muskeln von Käfern, die in starkem Alkohol conservirt worden waren, beobachtete, konnte ich an den Käfern in verdünnterem Alkohol nicht, oder wenigstens nicht sicherer und schöner erhalten.

Ganz anders als am *Hydrophilus* gestaltete sich die Untersuchung, als ich die zahlreichen anderen Käferarten, die mir zugänglich wurden, in Arbeit nahm.

Die Untersuchung von nahe an 300 Käferspecies setzt mich nunmehr in den Stand, eine Reihe von Species anzugeben, bei welchen ein Scheibenzerfall der Muskelfasern, wie ich ihn zuerst bei einem *Hydrophilus* beobachtet habe, nicht zu den Seltenheiten, sondern zur Regel gehört, und zwar ist dieser Scheibenzerfall schon nach 24- bis 48stündigem Verweilen derselben in 93 %tigem Alkohol zu beobachten.

Die untersuchten Käferspecies und die Familien, welchen sie angehören, sind die unter dem Text verzeichneten,<sup>1</sup> und sind die Familien, Gattungen und Species benannt, wie es dem „Catalogus coleopterorum Europae et Caecasi“. Auctoribus Dr. L. v. Heyden, E. Reitter et J. Weise. Ed. III., Berolini 1883, entspricht.

<sup>1</sup> Familie	Gattung	Species	Familie	Gattung	Species
<i>Cicindelidae</i>	<i>Cicindela</i>	<i>campestris</i> L. <i>hybrida</i> L.		<i>Cybissteter</i>	<i>Roeseli</i> Füsly
<i>Carabidae</i>	<i>Procerus</i>	<i>gigas</i> Creutz.	<i>Gyrinidae</i>	<i>Gyrinus</i>	<i>natator</i> L.
	<i>Procrustes</i>	<i>coriaceus</i> L.	<i>Hydrophilidae</i>	<i>Hydrophilus</i>	<i>griseus</i> Hrbst.
	<i>Orinocarabus</i>	<i>hortensis</i> L.		<i>Hydrocharis</i>	<i>piceus</i> Linn.
	<i>Megalontus</i>	<i>violaceus</i> L.	<i>Sphaeridiidae</i>	<i>Sphaeridium</i>	<i>caraboides</i> L.
	<i>Carabus</i>	<i>cancellatus</i> Ill.		<i>Cercyon</i>	<i>scarabaeoides</i> L.
	<i>Nebria</i>	<i>picicornis</i> Fabr.			<i>bipustulatum</i> F.
		<i>Dahl</i> Duftschm.	<i>Dryopidae</i>	<i>Dryops</i>	<i>flavipes</i> F.
	<i>Notiophilus</i>	<i>aquaticus</i> Linn.	<i>Staphylinidae</i>	<i>Aleochara</i>	<i>prolificornis</i> F.
	<i>Bembidion</i>	<i>littorale</i> Oliv.		<i>Staphylinus</i>	<i>tristis</i> Er.
		<i>lanipros</i> Hrbst.			<i>caesareus</i> Lederh.
	<i>Brosicus</i>	<i>cephalotes</i> Linn.			<i>similis</i> F.
	<i>Clivina</i>	<i>fossor</i> L.		<i>Paederus</i>	<i>picipennis</i> F.
	<i>Chlaenius</i>	<i>Schrankii</i> Duft.		<i>Deleaster</i>	<i>littoralis</i> Grav.
	<i>Badister</i>	<i>bipustulatus</i> Fabr.		<i>Anthophagus</i>	<i>dichrous</i> Grav.
	<i>Ophonus</i>	<i>azureus</i> Fabr.	<i>Scyrlmaenidae</i>	<i>Cephennium</i>	<i>testaceus</i> Grav.
	<i>Pseudophonus</i>	<i>ruficornis</i> Fabr.	<i>Silphidae</i>	<i>Cholera</i>	<i>thoracicum</i> Müll.
	<i>Harpalus</i>	<i>aeneus</i> F.		<i>Phosphugus</i>	<i>cisteloides</i> Frölich
	<i>Stenolophus</i>	<i>vaporariorum</i> F.			<i>atrata</i> L.
	<i>Zabrus</i>	<i>gibbus</i> F.		<i>Thannatophilus</i>	<i>reticulata</i> F.
	<i>Amara</i>	<i>communis</i> Pausz.		<i>Silpha</i>	<i>thoracicus</i> L.
	<i>trivialis</i> Gyll.			<i>carinata</i> Ill.	
	<i>familiaris</i> Duft.			<i>obscura</i> L.	
<i>Abar</i>	<i>striola</i> Fabr.			<i>nigrita</i> Creutz.	
<i>Pterostichus</i>	<i>transversalis</i> Duft.	<i>Nitidulidae</i>	<i>Necrophorus</i>	<i>vespillo</i> L.	
	<i>metallicus</i> F.		<i>Meligethes</i>	(?)	
	<i>fasciatopunctatus</i> Crtz.		<i>Cyclranus</i>	<i>quadripunctatus</i> Hrbst.	
<i>Poecilus</i>	<i>cupreus</i> L.		<i>Rhizophagus</i>	(?)	
<i>Calathus</i>	<i>melanocephalus</i> L.	<i>Dermestidae</i>	<i>Dermestes</i>	<i>vulpinus</i> F.	
<i>Platynus</i>	<i>angusticollis</i> F.			<i>lardarius</i> L.	
	<i>albipes</i> F.		<i>Attagenus</i>	<i>magatoma</i> F.	
<i>Agonum</i>	<i>prasimum</i> Letzn.		<i>Anthrenus</i>	<i>pellio</i> L.	
	<i>serpunctatum</i> L.			<i>serophilulariae</i> L.	
	<i>parampunctatum</i> Ill.	<i>Cistelidae</i>	<i>Byrrhus</i>	<i>muscorum</i> L.	
<i>Lebia</i>	<i>crux minor</i> L.			<i>gigas</i> F.	
<i>Brachinus</i>	<i>crepitans</i> L.		<i>Cistela</i>	<i>pilula</i> L.	
	<i>explosens</i> Duft.	<i>Histeridae</i>	<i>Hister</i>	<i>varia</i> F.	
<i>Dyticidae</i>	<i>Hydroporus</i>	<i>pubescens</i> Gyll.			<i>quadrimaculatus</i> L.
	<i>Plantambus</i>	<i>maculatus</i> L.			<i>terricola</i> Germ.
	<i>Ilybius</i>	<i>guttiger</i> Gyll.			<i>quadrinotatus</i> Scrib.
		<i>fuliginosus</i> L.	<i>Lucanidae</i>	<i>Lucanus</i>	<i>cervus</i> L.
	<i>Colymbetes</i>	<i>fuscus</i> L.			<i>v. capreolus</i> Sulz.
	<i>marginalis</i> L.		<i>Dorcus</i>	<i>parallelopipedus</i> L.	
	<i>sulcatus</i> L.	<i>Scurabaeidae</i>	<i>Scarabaeus</i>	<i>laticollis</i> L.	
	<i>cinereus</i> L.		<i>Cuccobius</i>	<i>Schreberi</i> L.	
			<i>Copris</i>	<i>lunaris</i> L.	

Ich kann nicht mähin, hier meinem Assistenten, Herrn Dr. Carl Laker, der, kundig in der Käferfauna unserer Alpenländer, nicht müde wurde, mich mit immer neuem Materiale zu versehen, dem Coleopterologen,

Familie	Gattung	Species	Familie	Gattung	Species
	<i>Onthophagus</i>	<i>taurus</i> Schreber. <i>austriacus</i> Panz. <i>fracticornis</i> Preysl. <i>ovatus</i> L.		<i>Rhagonycha</i>	<i>obscura</i> L. <i>albomarginata</i> Märk. <i>paludosa</i> Fall. <i>nigriceps</i> Wahlb. <i>melanura</i> Oliv. <i>testacea</i> L.
	<i>Oniticellus</i>	<i>flavipes</i> F.		<i>Malthinus</i>	(?)
	<i>Aphodius</i>	<i>erraticus</i> L. <i>fossor</i> L. <i>finetarius</i> L. <i>granarius</i> L. <i>sordidus</i> F. <i>inquinatus</i> F. <i>porcus</i> F. <i>prodromus</i> Brahm. <i>rufipes</i> L. <i>atramentarius</i> Er. <i>stercorarius</i> L.		<i>Malachius</i>	<i>viridis</i> F.
	<i>Geotrupes</i>	<i>sylvaticus</i> Panz. <i>hemisphaericus</i> Ol.	<i>Cleridae</i>	<i>Dasytes</i>	(?)
	<i>Hoplia</i>	<i>squamosa</i> F.		<i>Quido</i>	<i>mollis</i> L.
	<i>Sericia</i>	<i>holosericea</i> Scop.		<i>Cleroides</i>	<i>formicarius</i> L.
	<i>Rhizotrogus</i>	<i>solstitialis</i> L.		<i>Clerus</i>	<i>apiarius</i> L. <i>favarius</i> Ill. <i>violacea</i> L. <i>dermestoides</i> L.
	<i>Melolontha</i>	<i>hippocastani</i> F. <i>vulgaris</i> F.	<i>Bruchidae</i>	<i>Necrobia</i>	<i>fur</i> L.
	<i>Phyllopertha</i>	<i>horticola</i> L.		<i>Elateroides</i>	(?)
	<i>Anomala</i>	<i>aurata</i> F.	<i>Byrrhidae</i>	<i>Bruchus</i>	(?)
	<i>Ocythyrea</i>	<i>stictica</i> L.		<i>Anobium</i>	<i>striatum</i> F.
	<i>Tropinota</i>	<i>hirta</i> Poda.		<i>Helobia</i>	<i>imperialis</i> F.
	<i>Cetonia</i>	<i>aurata</i> L.	<i>Tenebrionidae</i>	<i>Tentyria</i>	(?)
	<i>Osmoderma</i>	<i>eremita</i> Scop.		<i>Blaps</i>	<i>mortisaga</i> L.
	<i>Gnorimus</i>	<i>nobilis</i> L.		<i>Pinelia</i>	<i>cribra</i> (?) Sol.
	<i>Trichius</i>	<i>fasciatus</i> L.		<i>Opatrum</i>	<i>sabulosum</i> L.
<i>Buprestidae</i>	<i>Anthaxia</i>	<i>quadrinotata</i> L.		<i>Scaphidema</i>	<i>bicolor</i> F.
	<i>Acmaeodora</i>	(?)		<i>Corticus</i>	<i>ferrugineus</i> Creutz.
	<i>Agrilus</i>	(?)		<i>Tenebrio</i>	<i>molitor</i> L.
	<i>Trachys</i>	<i>minuta</i> L.		<i>Stenomax</i>	<i>lanipes</i> L.
<i>Elateridae</i>	<i>Lacon</i>	<i>murinus</i> L.	<i>Allenellidae</i>	<i>Mycetochoares</i>	<i>bipustulata</i> Ill.
	<i>Elater</i>	<i>nigrinus</i> Payk.		<i>Ctenioptis</i>	<i>sulfureus</i> L.
	<i>Cardiophorus</i>	<i>thoracicus</i> F. <i>cinerus</i> Hrbst.	<i>Lagriidae</i>	<i>Lagria</i>	<i>hirta</i> L.
	<i>Melanotus</i>	<i>niger</i> F. <i>castanipes</i> Payk.	<i>Pyrochroidae</i>	<i>Pyrochroa</i>	<i>coccinea</i> L.
	<i>Athous</i>	<i>niger</i> Redtb. <i>haemorrhoidalis</i> F. <i>subfuscus</i> Müll.	<i>Mordellidae</i>	<i>Mordella</i>	<i>aculeata</i> L.
	<i>Corymbites</i>	<i>aeruginosus</i> F. <i>haematodes</i> F. <i>holosericeus</i> Ol. <i>aeneus</i> L.		<i>Mordellistena</i>	<i>abdominalis</i> F.
	<i>Agriotes</i>	<i>aterrimus</i> L. <i>pilosus</i> Panz. <i>marginatus</i> L.	<i>Meloidae</i>	<i>Meloe</i>	<i>proscarabaeus</i> L. <i>majalis</i> L.
	<i>Dolopius</i>	<i>cervinus</i> L.		<i>Lytta</i>	<i>vesicatoria</i> L.
<i>Dascillidae</i>	<i>Dascillus</i>	<i>splendidula</i> L.	<i>Oedemeridae</i>	<i>Nacertes</i>	<i>melanura</i> L.
<i>Cantharidae</i>	<i>Eros</i>	<i>rustica</i> Fall.		<i>Oedemera</i>	<i>virescens</i> L.
	<i>Lamprohiza</i>		<i>Pythidae</i>	<i>Mycterus</i>	<i>curculionides</i> F.
	<i>Cantharis</i>		<i>Curculionidae</i>	<i>Otiorrhynchus</i>	<i>mastix</i> Oliv. <i>planatus</i> Hrbst. <i>carinthiacus</i> Germ. <i>laevigatus</i> F. <i>perdix</i> Oliv. <i>gemmatus</i> F. <i>lepidopterus</i> F. <i>calcaratus</i> F. <i>oblongus</i> L. <i>sericeus</i> Schall. <i>muricatus</i> F. <i>nubilus</i> F. <i>viridis</i> L.
				<i>Phyllobius</i>	(?)
				<i>Polydrusus</i>	<i>punctata</i> F.
				<i>Sciaphilus</i>	<i>sulcirostris</i> L.
				<i>Liophloeus</i>	
				<i>Chlorophanus</i>	
				<i>Brachycerus</i>	
				<i>Hypera</i>	
				<i>Chonus</i>	

Herrn Major Gatterer, welcher uns bei der Bestimmung der Käfer unterstützte, sowie meinem Collegen, Prof. Dr. R. Klemensiewicz, der mir werthvolles Materiale während eines Aufenthaltes in Corsica sammelte, meinen besten Dank für ihre freundliche Unterstützung auszusprechen.

Ich füge hinzu, dass ich von Hymenopteren: *Vespa crabro* L. und *germanica*; *Polistes gallica* F.; *Apis mellifica* auct.; *Bombus terrestris* L. und einige Ameisen untersucht habe; ferner wurden *Sarcophaga carnaria* L. *Musca (Calliphora) vomitoria* L. und *Musca domestica* L.; *Periplaneta orientalis*, einige Heuschrecken, die gemeine Grille, *Astacus fluviatilis*, *Homarus vulgaris*, *Maja squinado* und eine *Palaemon*-Art in den Kreis der Untersuchung gezogen.

Die Käferspecies, bei welchen in der Regel die meisten oder eine sehr grosse oder nicht unbedeutliche Menge, oder wenigstens eine Anzahl von Muskelfasern nach 24—48stündigem Liegen in 93%igem Alkohol den früher für den *Hydrophilus* beschriebenen Scheibenzerfall zeigen, sind im Verhältniss zur untersuchten Anzahl von Käferspecies nur wenige.

Familie	Gattung	Species	Familie	Gattung	Species
	<i>Liparus</i>	<i>germanus</i> L.	Chrysomelidae	<i>Donacia</i>	<i>impressa</i> Payk.
	<i>Hylobius</i>	<i>abietis</i> L.		<i>Plateumaris</i>	<i>sericea</i> L.
	<i>Pissodes</i>	<i>pini</i> L.			<i>affinis</i> Kunz.
	<i>Erirrhinus</i>	(?)		<i>Lema</i>	<i>cyarella</i> L.
	<i>Orchestes</i>	<i>quercus</i> L.		<i>Crioceris</i>	<i>duodecimpunctata</i> L.
		<i>salicis</i> L.			<i>asparagi</i> L.
Apionidae	<i>Apion</i>	<i>craccae</i> L.		<i>Clytra</i>	<i>quadripunctata</i> L.
Rhynchitidae	<i>Rhynchites</i>	<i>germanicus</i> Hrbst.		<i>Gynandrophthalma</i>	(?)
		<i>betulae</i> L.		<i>Cryptocephalus</i>	<i>sericeus</i> L.
	<i>Rhinomacer</i>	<i>populi</i> L.			<i>violaceus</i> Leich.
Mylabridae	<i>Spermophagus</i>	<i>cardui</i> Bohem.		Gastroidea	<i>polygona</i> L.
Hylesinidae	<i>Myelophilus</i>	<i>piniperda</i> L.		Chrysomela	<i>caerulea</i> Ol.
Tomicidae	<i>Tomicus</i>	<i>typographus</i> L.			<i>haemoptera</i> L.
Cerambycidae	<i>Spondylis</i>	<i>buprestoides</i> L.			<i>goettingensis</i> L.
	<i>Prionus</i>	<i>coriaceus</i> L.			<i>sanguinolenta</i> L.
	<i>Ergates</i>	<i>faber</i> L.			<i>lamina</i> F.
	<i>Stenocorus</i>	<i>inquisitor</i> L.			<i>graminis</i> L.
	<i>Gaurotes</i>	<i>virginea</i> L.		Orina	<i>cacaliae</i> Schrank.
	<i>Acmacops</i>	<i>collaris</i> F.		Phytodecta	<i>quinquepunctata</i> F.
	<i>Pidonia</i>	<i>lurida</i> F.		Phyllodecta	<i>vulgatissima</i> L.
	<i>Leptura</i>	<i>tomentosa</i> F.	Hydrothasa	<i>aucta</i> F.	
		<i>testacea</i> L.	Plagiodera	<i>armoraciae</i> F.	
		<i>rubrotestacea</i> Ill.	Melasoma	<i>aeneum</i> L.	
		<i>scutellata</i> F.		<i>vigintipunctatum</i> Sep.	
		<i>sanguinolenta</i> F.		<i>populi</i> L.	
		<i>armato</i> Hrbst.		<i>tremulae</i> F.	
		<i>bifasciata</i> Müll.	Agelastica	<i>alni</i> L.	
	<i>Molorchus</i>	<i>minor</i> L.	Lochmaea	<i>capreae</i> L.	
	<i>Obrinus</i>	<i>brunneum</i> F.	Galeruca	<i>tanaceti</i> L.	
	<i>Callidium</i>	<i>variabile</i> L.	Crepidodera	<i>helvinae</i> L.	
		<i>violaceum</i> L.	Haltica	<i>oleracea</i> F.	
	<i>Hylotruncus</i>	<i>bajulus</i> L.	Cassida	<i>equestris</i> F.	
	<i>Clytus</i>	<i>arietis</i> F.	Coccinellidae	<i>tredecimpunctata</i> L.	
	<i>Cerambyx</i>	<i>heros</i> Scop.		<i>septempunctata</i> L.	
	<i>Aromia</i>	<i>moschata</i> L.		<i>bimaculata</i> Pont.	
	<i>Acanthocinus</i>	<i>aedilis</i> L.		<i>oblongo-guttata</i> L.	
	<i>Pogonochaerus</i>	<i>pilosus</i> F.	Mysia	<i>ocellata</i> L.	
	<i>Dorcadion</i>	<i>morio</i> F.	Halyzia	<i>vigintiduopunctata</i> L.	
	<i>Lamia</i>	<i>textor</i> L.		<i>conglobata</i> L.	
	<i>Anaesthetis</i>	<i>testacea</i> F.	Subcoccinella	<i>globosa</i> Schneid.	
	<i>Tetrops</i>	<i>praeusta</i> L.	Scymnus	<i>analis</i> F.	

Sie vertheilen sich auf fünf Familien: die Hydrophiliden, Sphaeridiiden, Silphiden, Histeriden, Scarabaeiden, Tenebrioniden und Alleculiden. In erster Reihe sind zu nennen die sämtlichen oben angeführten *Aphodius*-Arten, *Hydrocharis caraboides*, *Scarabaenus laticollis*, *Sphaeridium scarabaeoides* und *bipustulatum*, *Pimelia cribra*, *Opatrum sabulosum* und *Cteniopos sulfureus*. Daran möchte ich reihen die oben angeführten *Onthophagus*-Arten, *Ceryon flavipes* und *Oniticellus flavipes*, die oben angeführten *Hister*-Arten und *Silpha obscura*. Und daran endlich *Stenomax lanipes*, *Blaps mortisaga*, *Thammatophilus thoracicus*, *Phosphuga atrata* und *reticulata*.

Als vereinzeltes Vorkommen, wie bei *Hydrophilus*, habe ich einen ausgebreiteten Scheibenzerfall der Muskelfasern in Alkohol verzeichnet bei *Megalontus violaceus*, *Staphilinus caesareus*, *Oxythyrea stictica*, *Geotrupes sylvaticus*, *Phyllopertha horticola*. Dagegen muss ich hervorheben, dass ich bei den artenreichen Carabiden, mit Ausnahme des oben angeführten Falles, bei den Dyticiden, Elateriden, Curculioniden, Cerambyciden und Chrysomeliden niemals einen auch nur einzelne Fasern in toto betreffenden ähnlichen Scheibenzerfall beobachtet habe.

Diese Angaben stützen sich auf ein sehr reiches Beobachtungsmateriale. Nichtsdestoweniger können sie nicht als solche betrachtet werden, welche jeder Beobachter, der Lust hätte ebenso viele Käfer auf ihre Muskeln zu untersuchen, genau bestätigt finden wird. Diese Überzeugung wird sich wohl jedem einsichtigen Leser bei der Mittheilung der Thatsachen von selbst aufgedrängt haben.

Wohl werden aber meine Angaben für diejenigen von Werth sein, welche mit Aussicht auf Erfolg daran gehen wollen, sich die Zerfallsbilder von Käfermuskeln zu verschaffen, die im Folgenden einem näheren Studium unterzogen werden sollen. Ich werde mich dabei vorerst auf die erschlafte oder dem Zustand vollständiger Erschlaffung nahe Muskelfasern beschränken und muss hier einige Bemerkungen über die an solchen Muskelfasern zu beobachtende Querstreifung vorausschieken. An erschlafte Käfermuskeln finde ich die Angaben, welche Engelmann<sup>1</sup> über die Anzahl der zu unterscheidenden Querstreifen oder Querbänder derselben macht, grösstentheils bestätigt. Zur Orientirung über die am häufigsten und gewöhnlichsten vorkommenden Bilder der Querstreifung mögen die in Fig. 5 entworfenen schematischen Zeichnungen dienen, welche ich, auf eine sehr grosse Reihe von Beobachtungen gestützt, entworfen habe. In jeder der Figuren A, B und C ist die Muskelfaser einmal bei hoher Einstellung des Mikroskopes gezeichnet (I) und daneben bei tiefer Einstellung (II).

Es ist in den Zeichnungen nur die Querstreifung berücksichtigt; die Längsstreifung, die in der That oft sowohl an ganz frischen ohne Zusatz untersuchten Muskeln als auch an Alkoholmuskeln in einzelnen oder in allen den verschiedenen Querstreifen völlig unsichtbar sein kann, ist nicht eingezeichnet.

Das Bild bei hoher Einstellung ist jenes, welches man zuerst erhält, wenn man das Objectiv allmählig von obenher dem Objecte annähert, dasselbe ist in Bezug auf die Grenzen der Querstreifen und die Seitenränder der Muskelfaser etwas weniger scharf, als das bei weiterem Senken des Objectivs darauffolgende Bild der tiefen Einstellung, bei welchem die Seitenränder am schärfsten begrenzt erscheinen. Das letztere Bild ist dasjenige, welches die Mikroskopiker gewöhnlich abbilden und ihren Beschreibungen der Muskelfaser zu Grunde legen. Nur in einzelnen Fällen sind auch Bilder bei hoher Einstellung aufgenommen worden.

Ich halte es aber in der That für wichtig, auch das Bild bei hoher Einstellung sehr genau zu berücksichtigen. Nur ist in allen Fällen peinlich darauf zu achten, dass man sich eine Verwechslung des hohen und tiefen Bildes nicht zu Schulden kommen lasse, weil dadurch die Deutung des Geschehenen verwirrt und einzelne Angaben über die Querstreifung einander widersprechend werden können, und weil in der That widersprechende Angaben einzelner Beobachter vorliegen, die nur auf die Verwechslung des hohen mit dem tiefen Bilde oder umgekehrt zurückgeführt werden können.

Die Lichtvertheilung ist in beiden Bildern bekanntlich ganz verschieden; was bei hoher Einstellung hell erscheint, ist bei tiefer Einstellung dunkel und umgekehrt, was bei hoher Einstellung dunkel, bei tiefer hell.

<sup>1</sup> L. c. p. 33.

Es ist dieser Wechsel der Lichtvertheilung bei beiden Einstellungen für die Muskelfasern von Amici<sup>1</sup> einmal eingehend besprochen worden. Später ist Krause<sup>2</sup> in einer Polemik mit Hensen darauf zurückgekommen. Ich lege aber hier besonderen Werth darauf, dass man sich daran erinnere, dass dieser Wechsel der Lichtvertheilung mit dem Vorhandensein verschiedener lichtbrechender Substanzen im Muskel zusammenhängt.<sup>3</sup> Alles stärker lichtbrechende erscheint am Muskelfaden bei hoher Einstellung heller, alles schwächer lichtbrechende dabei dunkel; dagegen alles stärker lichtbrechende bei tiefer Einstellung dunkel, alles schwächer lichtbrechende dabei hell.

So gefasst, kann uns der Wechsel der Einstellung zu einem heuristischen Moment werden, und ich werde in der That von dem Wechsel der Einstellung später mehrfachen Gebrauch in diesem Sinne machen.

Abgesehen von der in verschiedenen Muskelfasern desselben Thieres oder verschiedener Thiere sehr wechselnden Breite der einzelnen Querstreifen ist in den Schematen Fig. 5 *A, B, C* dargestellt, was man als Querstreifen an Insectenmuskeln und von der Lichtvertheilung bei hoher und tiefer Einstellung an diesen Querstreifen am häufigsten zu sehen bekommt. Die meisten Bilder lassen sich auf die angeführten drei Formen zurückführen.

Was die Bezeichnung der zu unterscheidenden Querstreifen betrifft, so erschiene es mir zweckmässig, wenn man dieselbe einfach durch Buchstaben bezeichnen würde, sowie man ja auch die dunklen Linien im Sonnenspectrum oder die Bänder in Absorptionsspectren in bündiger und leicht und allgemein verständlicher Weise einfach mittelst Buchstaben bezeichnet. Dass wegen der segmentären Anordnung des Muskelfadens und des zweihältig symmetrischen Baues der einzelnen Segmente sich dieselben Buchstaben in jedem Segmente, und dann segmentweise immer wiederholen, kann gegen die verschlagene Bezeichnung gewiss nicht eingewendet werden, wir wollen uns ja nicht auf einer beliebigen oder der ganzen Länge einer Muskelfaser, sondern eben nur in jedem der sich stets wiederholenden Segmente einer Muskelfaser mittelst der Buchstabenbezeichnung orientiren. Schon Engelmann<sup>4</sup> hat in beschränktem Masse von einer solchen Buchstabenbezeichnung Gebrauch gemacht; ich hoffe, dass sich ihre regelmässige Anwendung durch den Gebrauch, welchen ich in dieser Arbeit davon machen werde, am besten rechtfertigen wird.

Mit *Q* ist in Fig. 5 *A, B, C* ein breiter Querstreifen bezeichnet, dessen Bedeutung schon früher (p. 6) auseinandergesetzt wurde, ebenso ist dort schon die Bedeutung der Streifen auseinandergesetzt, welche mit *J* und *N* bezeichnet erscheinen.

Mit *Z* ist jener Streifen bezeichnet, welchen zuerst Amici<sup>5</sup> in der Mitte der zwei aufeinanderfolgende Streifen *Q* trennenden Abtheilung der Muskelfasern von Insecten und Säugern als dunkle, punktirte Linie beschrieben und abgebildet hat. Ohne Amici's zu gedenken, hat später W. Krause diesen Streifen als Querlinie und Seitenansicht seiner Grundmembran beschrieben. Engelmann aber sieht diesen Streifen als herührend von einer durch ihn als Zwischenscheibe bezeichneten Schicht der Muskelfaser an.

*Z* ist in Fig. 5 *A* von dem Streifen *N* durch einen hellen Streifen getrennt, welchen ich mit *E* bezeichne.

In Fig. 5 *B* fehlt der Streifen *E* und liegen die Streifen *N* beiderseits an den Streifen *Z* unmittelbar an und ich bemerke, dass eben *E* fehlen kann, während der Streifen *J* niemals fehlt. In Fig. 5 *C* fehlen überdies die Streifen *N*.

*Q* entspricht ferner den *disques épais* Ranvier's,<sup>6</sup> *Z* seinen *disques minces*, *N* seinen *disques accessoires*. *J* und *E* seinen *bandes claires*.

<sup>1</sup> Amici (Il Tempo. Giornale ital. di medicina etc. Firenze 1858. Anno I. Vol. II, p. 328), übers. v. Lambert in Virchow's Archiv, Bd. 16, p. 414. Berlin 1859.

<sup>2</sup> Krause, Zeitschrift für Biologie. Bd. VI. p. 453. München 1870.

<sup>3</sup> Vergleiche Amici l. c., auch Dippel, Das Mikroskop. I. Theil, p. 851 u. d. f. 2. Aufl. Braunschweig 1883.

<sup>4</sup> L. c.

<sup>5</sup> Amici l. c., p. 414, Taf. X, Fig. 2 und 4.

<sup>6</sup> Ranvier, Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire. Paris 1880, p. 79.

Alle mit den grossen Buchstaben *Q, J, N, E, Z* bezeichneten Querstreifen entsprechen Schichten oder Lagen der Muskelfaser, welche durch ein regelmässiges Aufeinandertreffen gleichnamiger besonderer Glieder der die Muskelfaser zusammensetzenden Fibrillen zwischen zwei einander parallelen Querschnittsebenen der Faser entstehen, wie wir später ausführlich sehen werden. Diese Fibrillenglieder werde ich entsprechend als Glieder *Q* und Glieder *J, N, E* und *Z* der Fibrille bezeichnen. *Q, N* und *Z* entsprechen doppelt-, *J* und *E* einfachbrechenden Lagen der Muskelfaser.

Der mit dem kleinen Buchstaben *h* bezeichnete Streifen, welcher bei tiefer Einstellung hell, bei hoher Einstellung dunkel erscheint, ist in Bezug auf seine Breite relativ zur Breite von *Q* sehr grossen Variationen unterworfen. Er ist oft sehr breit, oft auffallend schmal, was in den Figuren 5 *A, B, C* auch hervorgehoben ist. Es wäre aber unrichtig, sich vorzustellen, dass er, wenn die Querstreifung *C* vorhanden ist, immer am breitesten und wenn die Querstreifung *A* vorhanden ist, immer am schmalsten sei. Im Gegentheile, mit jedem der drei Bilder *A, B, C* kann gegebenen Falles ein *h* von sehr verschiedener Breite zusammentreffen. Die Grenzen von *h* sind in der Regel nicht so scharf, als die Grenzen der anderen Querstreifen. Oft ist dieser Querstreifen bei sehr scharfer Begrenzung aller anderen Streifen nur sehr schwach angedeutet, er ist endlich häufig mit auf das Beste definirenden Systemen und unter den günstigsten Beleuchtungsverhältnissen gar nicht wahrzunehmen. *h* entspricht dem von Hensen<sup>1</sup> zuerst genauer gewürdigten Streifen, welchen später Engelmann als Ausdruck einer Schichte des Muskelfadens, die er mit Hensen Mittelscheibe nennt, dargestellt hat. Ich habe diesen Querstreifen mit einem kleinen Buchstaben bezeichnet, um damit anzudeuten, dass er in einem anderen mit *Q* bezeichneten Streifen liegt. Es wird sich nämlich zeigen, dass er in keinem Zustande der Muskelfaser den Grad von Selbstständigkeit besitzt, wie er anderen mit grossen Buchstaben bezeichneten Querstreifen temporär zukommt, wenn dieselben auch mit Rücksicht auf den Wechsel der verschiedenen physiologischen Zustände im Muskel völlig vergänglich sind. Das ist aber ein Moment für die Rechtfertigung unseres Vorganges auch dem Einwurfe gegenüber, dass bei der Labilität der Fibrillengliederung, auf welche die Querstreifung der Muskelfaser zurückgeführt werden muss, der Streifen *h* dieselbe Behandlung verdienen würde wie alle anderen Streifen. Es wird sich aber später auch noch zeigen, dass die Verwandtschaft des Streifens *h* mit den Endtheilen des Streifens *Q* in der That weitaus grösser ist, als die, welche zwischen je zwei anderen neben einander liegenden Querstreifen herrscht. Eine besondere Eigenthümlichkeit der Muskeln gewisser Käfer ist, dass der Streifen *h* bei denselben häufig doppelt auftritt. Unter den Muskeln aus dem Kopfe und dem Prothorax von *Cetonia aurata*, *Tropinota hirta* und *Oxythyrea stictica* findet man meist leicht derartige Fasern, auch bei *Ragonycha melanura* bin ich einige Male auf solche Fasern gestossen. Als ich bei diesen Thieren zuerst solche Fasern antraf, an denen auch die Streifen *N* und überhaupt alle zwischen zwei Streifen *Q* gelegenen Streifen nach Art der Fig. 5 *A* vorhanden waren, sah ich mich veranlasst, durch Heben und Senken des Tubus mich der hohen und tiefen Einstellung ganz besonders zu versichern. Der erste Eindruck, den man hat, ist nämlich der, dass bei tiefer Einstellung in der Mitte von *Q* nicht wie gewöhnlich ein heller, sondern ein dunkler Streifen zu beobachten ist. Man überzeugt sich aber bald, dass dann gleichzeitig auch die Enden von *Q* dunkel erscheinen, während zwischen diesen dunklen Enden von *Q* und dem in der Mitte desselben liegenden dunklen Streifen, zwei helle Streifen nach Art des sonst einfachen Streifens *h* auftreten, andererseits aber neben den dunklen Enden von *Q* und von diesen durch die helle Schichte *J* getrennt die Schichten *N* folgen. Wechselt man nun die Einstellung, so wird in allen Streifen die Lichtvertheilung, die, welche in Fig. 5 *A, I* vorhanden ist; nur in *Q* sieht man die Enden und die Mitte hell und zwei dunkle Streifen zwischen je einem hellen Ende von *Q* und einem in der Mitte von *Q* liegenden hellen Streifen.

Fehlen die Schichten *N*, wie in Fig. 5 *C*, dann ist man bei doppeltem *h* leicht geneigt, die dunklen Enden von *Q* für *N* und den zwischen den beiden *h* liegenden Theil von *Q* für das ganze *Q* zu halten, bis man sich durch sorgsame Vergleichung beider Einstellungen von dem richtigen Sachverhalte überzeugt.

<sup>1</sup> Hensen, Arbeiten aus dem Kieler physiologischen Institute. Kiel 1869, p. 1.

Man wird sich die Schemata Fig. 5 A, B, C leicht in der entsprechenden Weise modificirt vorstellen und bei den angeführten, leicht zugänglichen Käfern von dem angeführten Sachverhalte überzeugen können.

Ich habe jetzt über die vorgeschlagene Buchstabenbezeichnung für die Querstreifen der Muskelfasern noch zu bemerken, dass ich es mittelst derselben vermeiden will, sowie Engelmann und Ranvier von Scheiben als Bestandtheilen der quergestreiften Muskelfaser sprechen zu müssen und insbesondere vermeiden will, dass, wie es bei Engelmann und noch entschiedener ausgesprochen bei Ranvier der Fall ist, die doppeltbrechenden Schichten der Muskelfasern als Scheiben scharf geschieden werden von den einfach brechenden Schichten der Muskelfasern, für welche die Bezeichnung als Scheiben nicht gebräuchlich geworden ist. Ich will mit dieser Zurückhaltung in Bezug auf die Verwendung der Bezeichnung Scheiben früheren histologischen und physiologischen Vorstellungen gegenüber scharf kennzeichnen, dass Scheiben immer artefacte Producte einer Zerlegung der Muskelfaser und nicht morphologisch präformirte Bestandtheile derselben sind, während die Fibrillen oder Fibrillenbündel als präformirte Bestandtheile der quergestreiften Muskelfaser aufzufassen sind.

Es soll uns aber jetzt der Scheibenzerfall, welchen Käfermuskeln in Alkohol erleiden, und über dessen Vorkommen früher berichtet wurde, zur genaueren Orientirung über die Querstreifung der erschlafften oder der Erschlaffung nahen Muskelfaser dienen. Wir werden sehen, dass alle früher angeführten und mit grossen Buchstaben bezeichneten Querstreifen einer substantziellen Gliederung der die Muskelfaser zusammensetzenden Fibrillen entsprechen.

Dagegen werden sich als völlig haltlos erweisen, die an verschiedenen Orten aufgetauchten, theils leicht hingeworfenen Aussprüche,<sup>1</sup> theils ernster gestützten Behauptungen,<sup>2</sup> dass die Querstreifen allesammt oder einzelne derselben zurückgeführt werden können auf bloß optische Effecte, wie man solche herleiten wollte von der regelmässigen Folge von Fibrillen, die in ihrer Substanz homogen, aber abschnittsweise knotig verdickt sein sollten, oder von gleichartigen Scheiben, die mittelst eines Bindemittels aneinander haften sollten. Für die Querstreifen N (Nebenscheiben Engelmann's) wird sich besonders ergeben, dass sie als eigene, durch die Gliederung der Fibrillen bedingte, wenn auch nur temporär in bestimmten Zuständen des Muskels vorhandene Schicht anerkannt werden müssen.

Die sonderbare Deutung, welche ihnen Merkel<sup>3</sup> gibt, und wonach sie ein „auch unter normalen Umständen im Leben“ schon zu beobachtendes abgerissenes Stück des Streifens Q sein sollen, wird sich ebenso ungerechtfertigt erweisen, als die Deutung, die ihnen Martin<sup>4</sup> gibt, wonach sie durch Dehnung abgelöste Stücke des Streifens Z sein sollen, als nichts sagend.

Nach den Mittheilungen, welche ich früher über das Vorkommen des Scheibenzerfalles von Käfermuskeln in Alkohol gemacht habe, ist derselbe bei einzelnen Species ganz regelmässig in allen Muskelfasern, oder in der grössten Anzahl derselben, oder in sehr vielen Muskelfasern zu beobachten, in welchen letzteren Fällen dann neben den zerfallenen Fasern und abwechslungsweise mit diesen wieder unzerfallene zu beobachten sind. Bei anderen Species dagegen ist dieser Scheibenzerfall, und zwar wieder in grösserer oder geringerer Ausdehnung die Musculatur erfassend nur eine häufig, aber nicht regelmässig zu beobachtende Erscheinung. Bei wieder anderen Species endlich kommt derselbe, und zwar im einzelnen Falle, wieder mit wechselnder Ausdehnung nur gelegentlich und sporadisch vor.

Man wird nun a priori sehr bezweifeln, dass eine solche Erscheinung die Aufmerksamkeit verdiene, welche wir derselben hier gewidmet haben, indem man voraussetzen wird, dass dieselbe zur Aufklärung durchgreifender Structurverhältnisse der Käfermuskeln nur wenig beitragen könne.

<sup>1</sup> Vergleiche z. B. Fritsch in Dr. C. Sachs, Untersuchungen am Zitteraal (*Gymnotus electricus*). Bearb. von E. du Bois-Reymond, Leipzig 1881, p. 379 und 380.

<sup>2</sup> Vergleiche u. A. Haycraft, Quarterly Journ. of Microscop. Science. London 1881, p. 307.

<sup>3</sup> Merkel, Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XIX. Bonn 1881, p. 669.

<sup>4</sup> Martin, Archives de physiologie norm. et patholog. 1882, p. 465.

Dagegen ist aber Folgendes zu bedenken. Die Käfer, an deren Muskeln wir die Erscheinung beobachteten, wurden in toto in starken Alkohol gebracht. Man könnte sich nun vorstellen, dass Bedingungen, welche von einem vorübergehenden Functionszustande bestimmter Organe des Käfers, z. B. den Verdauungsorganen, abhängig sind, zusammen mit dem Alkohol die besondere Wirkung auf die Muskeln ausüben, und dass diese Bedingungen bei einzelnen Käferspecies häufiger anzutreffen wären, als bei anderen. So könnte man sich z. B. für die *Aphodius*-Arten vorstellen, dass eine oder die andere organische Substanz aus dem Käfer durch den Alkohol extrahirt wurde, und dass die alkoholische Lösung dieser Substanzen die eigenthümliche Wirkung auf die Musculatur hervorbringe, und dass, wenn es gelänge oder zufällig gelingt, bei anderen Käfern dieselben Bedingungen zu realisiren, welche sich bei den *Aphodius*-Arten in der Regel realisirt finden, auch derselbe Scheibenzerfall, welcher bei den *Aphodius*-Arten regelmässig auftritt, bei anderen Käfermuskeln auftreten würde oder zufällig wirklich auftritt. Von solchen Gedanken geleitet, habe ich in der That in das Alkoholextract von einer grösseren Menge des *Aphodius fimetarius* und *erraticus* andere Käfer, bei denen ich den Scheibenzerfall nur vereinzelt, oder nicht beobachten konnte: *Hydrophilus*, Carabiden, Curculioniden und Chrysomeliden gebracht, ohne jedoch mit dieser Procedur zu reussiren. Vielleicht hätte ich noch mehr solche Versuche anstellen sollen.

Die Resultatlosigkeit von etwa zehn solchen Versuchen schien mir aber zu zeigen, dass die Hauptsache mit der gemachten Voraussetzung nicht getroffen war.

Dazu kommt noch, dass Bowman den Scheibenzerfall der Muskeln in Alkohol an Menschen- und Schweinefleisch, von welchen er gewiss nur Stücke in Alkohol brachte, beobachtet hat, und dass die genauere Überlegung des Vorkommens des Scheibenzerfalles bei Käfermuskeln und namentlich jene Fälle, wo zerfallene und nicht zerfallene Fasern abwechselungsweise in denselben Zuständen der Querstreifung neben einander liegen, der Annahme eines durch Extraction mittelst der Conservirungsflüssigkeit hergestellten Lösungsmittels, welches den Scheibenzerfall der Muskelfasern bewirken würde, nicht günstig sind.

Wir wollen uns jetzt vielmehr einer anderen Betrachtung zuwenden, die uns den Scheibenzerfall von Käfermuskeln in Alkohol trotz seines beschränkten oder vereinzelt Vorkommens von einem umfassenderen Gesichtspunkte aus zu beurtheilen lehren wird. Wir werden damit auch die Rechtfertigung dafür erbringen, dass wir dieses Phänomen für die Entscheidung allgemeiner Fragen der Muskelstruetur heranziehen und den Beweis liefern, dass es die Aufmerksamkeit und Beachtung verdient, die wir ihm gewidmet haben.

Wie ich schon früher hervorgehoben habe, tritt der Scheibenzerfall der Käfermuskeln in Alkohol schon nach 24—48stündigem Verweilen in Alkohol auf. Bei weiterem Liegen in Alkohol ändert sich dann aber sehr wenig mehr. Die Muskeln, welche den Scheibenzerfall erlitten haben, werden dann um so brüchiger, spröder und dunkler, je länger der Alkohol einwirkt, und in ähnlicher Weise verändern sich die anfänglich nicht in Scheiben zerfallenen Muskeln, ohne dass an denselben auch nach monate- und jahrelangem Liegen in Alkohol ein Scheibenzerfall sich einstellen würde.

Ich basire diesen Schluss auf eine äusserst grosse Anzahl von Erfahrungen an den Käferspecies, welche ich früher als geeignet für das Studium des Scheibenzerfalles angeführt habe.

Nur die früher auch genannten *Scarabaeus laticollis* und *Pimelia cribra*, welche mir Professor Klemensiewicz um Mitte März 1883 in Corsica sammelte, habe ich erst viele Wochen später, als sie in starken Alkohol gebracht worden waren, untersuchen können. Nach meinen Erfahrungen an den anderen Käferspecies, welche einen ausgedehnten Scheibenzerfall zeigten, habe ich sie diesen zugerechnet.

Es wird das wohl das Richtige sein, denn an *Brachycerus*-, *Tropinota*-, *Geotrupes*- und *Tentyria*-Arten, die mit den Scarabaeen und Pimelien gleichzeitig in denselben Alkohol gebracht worden waren, habe ich keinen Scheibenzerfall beobachtet, während derselbe bei allen den zahlreichen Exemplaren von *Scarabaeus* und bei allen Pimelien in der ausgedehntesten Weise zu beobachten war.

Ich muss aber nun auch gleich in Bezug auf die Methode der Untersuchung hinzufügen, dass die den Scheibenzerfall zeigenden Muskeln sich auch während der ersten 24—48 Stunden und dann noch während der Zeit von 12—14 Tagen nach dem Einbringen der Käfer in Alkohol am besten eignen, um schöne Bilder von

ausgedehntem und regelmässigem Scheibenzerfall zu erhalten, namentlich, wenn es sich um die früher erwähnten beheldenden Bilder mit erhaltenem Sarkolemma handelt. Gerade das Sarkolemma wird nach sehr langem Liegen in Alkohol hinfälliger, zerreisslicher und brüchiger.

Will man die Muskeln nur in dem früher erwähnten verdünnten Glycerin untersuchen, so verwende man sie nach 24—48 Stunden. Nach 10—12 Tagen verwende man sie, wenn man, was sehr zu empfehlen ist, beabsichtigt, dieselben mit Haematoxylin zu tingiren. Die Tinction fällt dann gleichmässiger und schöner aus. Diese Empfehlung gebe ich mit Rücksicht auf das von mir verwendete Haematoxylin-Glycerin von Renaut.<sup>1</sup> Ich muss diesem Tinctionsmittel vor anderen Haematoxylinlösungen auch vor dem von Merkel<sup>2</sup> empfohlenen Kupfer-Haematoxylin von Cook<sup>3</sup> grosse Vorzüge nachrühmen. Das nach Renaut's Vorschrift hergestellte concentrirte Haematoxylin-Glycerin hält sich unbegrenzt lange als prächtig violette, vollkommen klare Flüssigkeit. Für den Gebrauch nehme ich einen Tropfen dieser Flüssigkeit und bereite mittelst sehr viel destillirten Wassers daraus die augenblicklich nothwendige, ganz schwach violett gefärbte Tinctionsflüssigkeit. In diese bringe ich die Muskeln, isolire dieselben möglichst durch Zerzupfen und lasse sie 6 bis 12 Stunden in der Tinctionsflüssigkeit sich langsam färben. Es sind dann, wenn man die Färbung zur rechten Zeit unterbricht und die Präparate wieder in verdünntem Glycerin untersucht, die Streifen *Q*, *N* und *Z* von den nur schwach oder nicht gefärbten Streifen *J* und *E* sehr schön differenzirt. *h* ist ebenfalls weniger stark tingirt als die Enden von *Q*. Sehr wenig oder nicht gefärbt, erscheint das Sarkolemma und Sarkoplasma. Auf die Tinction der Muskelkerne werde ich erst später näher eingehen.

Nach diesen methodischen Bemerkungen kehre ich zu der eben näher beleuchteten Thatsache, dass der Scheibenzerfall der Muskelfaser in Alkohol sich in den ersten 24—48 Stunden ereignet, zurück. Sie weist uns darauf hin, dass wir den ersten Veränderungen, welche die Muskeln von in Alkohol eingebrachten Käfern erleiden, nachzugehen haben, um vielleicht zu einem Verständniss des Scheibenzerfalles und der eigenthümlichen früher besprochenen Verbreitung seines Vorkommens zu gelangen.

Schon aus der Zeit der Entdeckung<sup>4</sup> des Sarkolemma rührt auch die Kenntniss der Thatsache her, dass die Muskelfasern unter Umständen im optischen Längsschnitte an ihren Rändern das Bild regelmässig aufeinanderfolgender Durchschnitte von Tonnengewölben darbieten. Schon Bowman<sup>5</sup> hat diese Bildungen an der Muskelfaser einer Schmeissfliege dargestellt und sie sind später oft und von zahlreichen Autoren wieder erwähnt und abgebildet und gelegentlich auch als Festons bezeichnet worden. Bowman erklärte sie schon als entstanden durch Abheben des Sarkolemma von der Mantelfläche seiner Discs, während das Sarkolemma an den zusammenstossenden Rändern seiner Discs mit denselben fest verbunden bleibe. Dass der höchste Punkt der Bogen der Mitte des Streifens *Q* gegenüberliegt, ist heute ganz allgemein anerkannt, in Bezug auf den Fusspunkt der Bogen wird mit Rücksicht auf unsere heutigen Kenntnisse der Querstreifung angegeben, dass dieselben an dem Streifen *Z* liegen,<sup>6</sup> und erklärt werden sie in der Weise Bowman's durch partielle Ablösung des Sarkolemmas von dem Muskelfaserinhalt. An Muskeln von Käfern, welche in 93% Alkohol gebracht und nach 24—48 Stunden untersucht werden, sind diese Gewölbebogen sehr häufig zu sehen. Sie treten aber nicht an jeder Faser auf und sind oft an sehr vielen, oft nur an wenigen Fasern zu beobachten.

<sup>1</sup> Renaut, Archives de physiolog. norm. et patholog. 1881, p. 640.

<sup>2</sup> Merkel l. c., p. 662.

<sup>3</sup> Cook Journal of anatomy and physiology. V. XIV. 1879, p. 140.

<sup>4</sup> Bekanntlich haben Schwann (Mikrosk. Untersuch. etc., Berlin 1839, p. 165) und Bowman (Philosophical Transactions of the royal Society of London 1840, Part II, p. 263) das Sarkolemma fast gleichzeitig entdeckt. Bowman (The Cyclopaedia of anatomy and physiology. By R. Todd. Vol. III, London 1830—1846, p. 512) äussert sich, die Priorität Schwann's anerkennend, darüber also: „I discovered this remarkable membrane in Insects, Crustacea and all the tribes of Vertebrata, in 1839, not knowing that Professor Schwann had previously described it in connection with the development of muscle in Insects and Fish.“

<sup>5</sup> Bowman l. c., p. 511, Fig. 293.

<sup>6</sup> Vergleiche: Amici l. c. p. 417, Fig. 2. Engelmann l. c., p. 42 und Fig. 12. Fredericq, Génération et structure du tissu musculaire. Bruxelles 1875, p. 9, Fig. 7 a, b, pl. 4; Ranvier l. c., p. 108, Fig. 16.

Wenn man sie an solchen Muskeln mittelst starker Vergrößerungen genauer unter dem Mikroskope untersucht, kommt man sehr bald zur Überzeugung, dass es sich bei weitem in den meisten Fällen um etwas Anderes als eine blosse Ablösung des Sarkolemma handelt. Man findet nämlich die innere Seite der Gewölbebogen nicht glatt, wie die äussere, sondern mit einem sehr feinkörnigen Belege versehen, welcher oft nur sehr dünn, oft aber von beträchtlicherer Dicke ist. Diesen körnigen Beleg sieht man auch, wenn man auf die perspectivisch sich präsentirende innere Fläche der Gewölbedecke hinsieht und er bildet auch die spitzen Fusspunkte der Gewölbebogen, welche in die Schichte *Z* der Muskelfaser übergehen. Es ist dieses Verhalten in Fig. 6 von einer Muskelfaser von *Carabus cancellatus*, an welcher alle Querstreifen der erschlafften Muskelfaser zu sehen sind, dargestellt. Von der an dieser Muskelfaser gleichfalls sichtbaren Längsstreifung aller Schichten werde ich sogleich Einiges bemerken.

Die Gewölbe kommen also in diesem Falle nicht durch Ablösen des Sarkolemma allein zu Stande, sondern mit dem Sarkolemma löst sich noch etwas anderes ab, nämlich ein Theil des Sarkoplasmas. Es entsteht ein Spalt dort, wo die Mantelfläche der Glieder *E + N + J + Q + J + N + E* der äussersten Fibrillen der Muskelfaser an eine dünne Lage von fibrillenfreiem Sarkoplasma grenzt, die zwischen dem Sarkolemma und der die Fibrillen enthaltenden Substanz vorhanden ist.

In Fig. 6 ist die durch die fibrilläre Structur der Muskelsubstanz bedingte Längsstreifung genau so gezeichnet, wie sie an der betreffenden Faser mittelst starker Vergrößerung wahrzunehmen war. Wir werden sie erst später ausführlicher besprechen. Hier nur so viel, dass die Schichte *Z* (sogenannte Zwischenscheibe) aus regelmässig neben einander liegenden dunklen Körnern besteht. Die der Länge nach zwischen diesen Körnern vorhandenen hellen Durchgänge entsprechen dem zwischen der Fibrillensubstanz sich einschiebenden Sarkoplasma; wie jede andere Schichte der Muskelfaser, entspricht auch die Schichte *Z* nur Fibrillengliedern, zwischen denen Sarkoplasma vorhanden ist, und was an das Sarkolemma adhärirt, ist in dieser Schichte ebenso wie in allen andern das Sarkoplasma, in welches die Fibrillen eingelagert sind. Die an den Seitenrändern der Muskelfaser vorhandenen Gewölbe sind entstanden, weil von der der Peripherie des Muskelfadens entsprechenden Mantelzone der Fibrillenglieder *Z* sich das fibrillenfreie Sarkoplasma nicht in ähnlicher Weise losgelöst hat, wie im Bereich der Schichten *E + N + J + Q + J + N + E*. Was wir also als mit Flüssigkeit gefüllten Innenraum der Gewölbe wahrnehmen, ist ein Raum, eine Vacuole in der Muskelsubstanz selbst, nicht aber zwischen dieser und dem Sarkolemma.

Die Gründe, warum gerade zwischen der Oberfläche des Körpers, welcher aus den den Gliedern *E + N + J + Q + J + N + E* entsprechenden Fibrillenabschnitten zusammengesetzt wird und dem daranstossenden fibrillenfreien Sarkoplasma eine Ablösungsfläche entsteht, im Einzelnen sich klar zu machen ist sehr schwer, wir müssen uns hier mit der Constatirung der Thatsache begnügen. Sicher ist aber so das Anhaften der Schichte *Z* an das Sarkolemma und die auf dem optischen Längsschnitt gegen *Z* hin zugespitzte, gegen das Sarkolemma hin verbreiterte Verbindung zwischen *Z* und dem Sarkolemma weit verständlicher, als wenn man von der Schichte *Z* als einer mit dem Sarkolemma fester verbundenen Substanz einer Zwischenscheibe spricht, denn was die Glieder *Z* der Fibrillen in Form einer Scheibe zusammenhält, ist nur das Sarkoplasma, dieses und nicht die Substanz der an der Peripherie des Muskelfadens gelegenen Glieder *Z* der Fibrillen haftet am Sarkolemma und der Zusammenhalt der aus den Gliedern *Z* gebildeten Schichte des Muskels mit dem Sarkolemma ist dadurch bedingt, dass sich das Sarkoplasma nirgends von der Mantelfläche der Glieder *Z* der Fibrillen losgelöst hat.

Bei dieser Auffassung des durch die vorerwähnte Gewölbebildung dargelegten Anhaftens der Zwischenscheibe Engelmann's an dem Sarkolemma verschwindet auch der Gegensatz, den Engelmann in Bezug auf das Verhalten seiner Zwischenscheibe an verschiedenen Muskeln wahrgenommen haben will, und welchen er mit folgenden Worten bespricht:

„Die feste Verbindung der Zwischenscheibe mit dem Sarkolemma, welche namentlich bei Insectenmuskeln so auffällig ist, hat jedenfalls keine principielle Bedeutung für den Contractionsvorgang, denn sie fehlt in sehr vielen Fällen, z. B. überall da, wo sich zwischen Sarkolemma und quergestreifter Substanz eine Protoplasma-

schiebt befindet: hier reichen dann die Zwischenscheiben nicht bis an's Sarkolemm heran, sondern hören an der Innenfläche der Protoplasmalage, im gleichen Niveau mit den übrigen Lagen auf. Das auffallendste Beispiel hierfür liefern die Krebsmuskelfasern, bei denen sich zwischen Sarkolemm und quergestreifter Substanz ein vollständiger Mantel von Protoplasma befindet. Aber auch bei vielen anderen Muskeln, namentlich von Insecten, finden sich wenigstens partielle, oft über viele Muskelfächer sich hinziehende Protoplasmamassen, an denen dieselbe Beobachtung zu machen ist."

Für uns besteht nur der Unterschied, dass die Sarkoplasmatische Schicht, welche fibrillenfrei zwischen Sarkolemma und dem von Fibrillen durchzogenen Sarkoplasma liegt, einmal mehr, das andere Mal weniger mächtig ist. Man wird sich, wenn man eine grössere Zahl von Käfern verschiedener Familien untersucht, leicht von der Richtigkeit unserer Auffassung überzeugen.

Stellen wir uns nun das, was wir über die Bildung der Gewölbbögen in der Seitenansicht der Muskelfaser erfahren haben, mit Bezug auf den ganzen Körper einer Muskelfaser vor, so kommen wir zu dem Resultate, dass an einer also veränderten Muskelfaser regelmässig über einander, ringförmig um die Muskelfaser verlaufende mit Flüssigkeit erfüllte, gewölbte Canäle entstehen.

Solche Bilder sind aber, wie wir wieder der Erfahrung an jenen Käferspecies entnehmen, welche früher als geeignet zum Studium des Scheibenzerfalles empfohlen wurden, die Vorstufen der schönen Bilder von Scheibenzerfall der Muskelfasern innerhalb des Sarkolemmas, wie sie in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt sind. Bei weitaus den meisten Käfern und bei der grössten Anzahl von Individuen bestimmter Käferspecies bleiben alle Muskeln oder die Mehrzahl der Fasern, an welchen jene gewölbten Canäle entstanden sind auf diesem Stadium der Veränderung stehen. Bei den Muskeln bestimmter Käferspecies dagegen oder bestimmter Individuen einer Species oder in einzelnen Fasern derselben, geht aber die Veränderung über dieses Stadium hinaus. Es kommt zum Scheibenzerfall.

Ich glaube aber, dass für die Regelmässigkeit, mit welcher sich dieser in den erwähnten Fällen vollzieht, ausser der besonderen Beschaffenheit und Veränderung der Schichten, in welchen die quere Trennung der Muskelfaser erfolgt, auch das noch erhaltene Sarkolemma als mitwirkende Bedingung in Betracht gezogen werden muss.

Man kann sich in der That vorstellen, dass der endosmotische Druck der Flüssigkeit in den anfänglich um den Muskel entstandenen ringförmigen Canälen sehr stark zunehme, dabei aber die Schichte *Z* (Fig. 6) eine besondere Festigkeit und Resistenz besitze, während die daran stossende Schichte *E* dagegen besonders weich und darum auch einer Maceration durch die Flüssigkeit besonders zugänglich ist, die Schichten *N + J + Q + J + N* aber wieder von grösserer Resistenz und festerem Zusammenhang sind.

Das Resultat wird dann das Freiwerden einer den Schichten *N + J + Q + J + N* entsprechenden Scheibe in einem Kästchen sein, dessen Wände oben und unten von einer Schichte *Z*, an den Seiten von der gewölbten Wand des zuerst entstandenen Canales gebildet werden, wie das in Fig. 3, einer zerfallenen Muskelfaser von *Opatrum sabulosum* zu sehen ist. Durch theilweise ZerreiSSung des Sarkolemma bei der Präparation zerfällt die Muskelfaser in dieser Abbildung in zwei Partien, die durch Sarkolemmafetzen noch an einander hängen.

Eine besonders grosse Resistenz der Schichte *Z* musste schon nach Engelmann's<sup>1</sup> Untersuchungen über dieselbe angenommen werden. Sie rührt offenbar von der besonderen Natur der Glieder *Z* der Fibrillen und dem festen Anhaften des Sarkoplasmas an die Mantelflächen dieser Fibrillenglieder her. Für den supponirten hohen Druck der Flüssigkeit spricht die Weite der gebildeten Kästchen im Vergleich zur Grösse der in denselben liegenden Scheiben und die Unmöglichkeit, dieses Missverhältniss aus einer Schrumpfung der isolirten Scheibe zu erklären, denn die Fibrillen oder Fibrillenbündel und die hellen Durchgänge zwischen denselben, welche in den Scheiben *N + J + Q + J + N* (Fig. 3) so gezeichnet sind, wie sie unter dem Mikroskop erschienen, hatten keine wesentlich anderen Dimensionen wie die Fibrillen oder Fibrillenbündel in solchen

<sup>1</sup> L. c. p. 42.

Fasern desselben *Opatrum*, die keinen Scheibenzerfall und keine Gewölbebogen an den Seiten erkennen liessen.

Freilich könnte man für diese die Annahme machen, dass sie geschrumpft seien, ohne dass gleichzeitig die früher beschriebenen Ablösungsflächen aufgetreten seien, während, wenn durch irgend welche Prozesse jene Ablösungsflächen auftreten, das Schrumpfen der Scheiben das Missverhältniss zwischen den Kästchen, die den ursprünglichen Dimensionen des Muskelfadens entsprechen und den in denselben liegenden Scheiben zur Folge habe. Dagegen sprechen aber die banchigen Wände der Kästchen und der Vergleich mit frischen, ohne Zusatz untersuchten Muskelfasern desselben Thieres, der ganz augenfällig zeigt, dass es sich um eine beträchtliche Erweiterung des Sarkolemmaschlauches handelt. Wir werden übrigens später auch noch Fälle zu besprechen haben, in welchen das Sarkolemma eine ganz enorme Erweiterung zu einem mit buchtigen Wandungen versehenen Schlauch erleidet.

Es erscheint ferner die der Schichte *Z* entsprechende Wand des Kästchens wie durch Ausziehen verdünnt, und immer viel heller als die Schichte *Z* in nicht zerfallenen Muskeln und die der fibrillären Structur entsprechende körnige Zeichnung ist in derselben nur selten noch deutlich zu sehen, sondern meist nur angedeutet.

Der eben besprochene Fall, den wir im Anschluss an Fig. 6 zuerst behandelt haben, zeigt an Muskelfasern an welchen alle Querstreifen zu sehen sind, eine Isolirung einerseits der Schichte *Z*, die als freistehende Querwand der Kästchen auftritt, andererseits der Schichten  $N+J+Q+J+N$ , welche als Scheibe in den Kästchen liegen. Es ist nun nicht schwer, auch Bilder zu finden, wo an einer und derselben Faser im Verlauf ihrer Länge theilweise der Scheibenzerfall und die Kästchen, theilweise nur die Bildung der ringförmigen gewölbten Canäle aufgetreten ist. An solchen Fasern wird man, obwohl das ein ziemlich seltenes Ereigniss ist, manchmal auch ein Bild sehen, in welchem die Scheibe  $N+J+Q+J+N$  an der einen Seite noch an *Z* haftet, während sie an der anderen Seite völlig von demselben losgelöst erscheint. Dass bei dem regelmässigen, schon innerhalb 24 Stunden erfolgenden Scheibenzerfall von Käfermuskeln in Alkohol so complicirte und darunter auch rein mechanische Bedingungen ineinandergreifen, wie wir soeben wahrscheinlich gemacht haben, scheint mir auch dadurch bestätigt zu werden, dass die Rolle, welche für gewöhnlich die Schichten *E* spielen, in anderen Fällen von den Schichten *J* übernommen wird. Es ist nämlich noch eine andere Art von Scheibenzerfall zu beobachten, die wir jetzt kennen lernen wollen.

Sie tritt viel seltener auf, als die eben beschriebene, verdient unser Interesse aber nicht minder als diese. Bei den *Aphodius*-Arten, namentlich bei *Aphodius rufipes*, bei dem *Scarabaeus laticollis* und bei *Pinelia* beobachtete ich häufig, nur vereinzelt dagegen bei den anderen für das Studium des Scheibenzerfalles empfohlenen Species, dass die Insertion der Gewölbebogen, die in der Seitenansicht der Muskelfaser entstanden waren, ein von der früher beschriebenen Insertion abweichendes Verhalten darbietet.

Die Fusspunkte zweier neben einander liegender Gewölbebogen gehen nämlich nicht wie in Fig. 6 mit einer gemeinsamen Spitze in die Schichte *Z* über, sondern das Sarkolemma zeigt eine breite Einbuchtung entlang den Schichten  $N+E+Z+E+N$  und die Gewölbebogen reichen, nur die Schichte *Q* überspannend, von *N* zu *N*, während sie mit breitem Fusspunkt auf  $N+E+Z+E+N$  aufruhet. Mit anderen Worten, es erscheinen nicht wie gewöhnlich nur die sogenannten Zwischenscheiben fester mit dem Sarkolemma verbunden, sondern auch die Nebenscheiben.

Sehr oft reichen dann die Enden der Schichten *N* in der Richtung gegen den Schlusspunkt des Bogens weiter vor, als die Schichte *Z*. Diese stellt dann, von aussen betrachtet, wieder den eigentlichen Grenzpunkt zweier neben einander liegender Bogen dar, während die Schichten *N* etwas in die Wölbung des Bogens hinaufreichend in die feinkörnige Masse an der inneren Seite des Bogens überzugehen scheinen.

Auch in solchen Fällen, in welchen also die Ablösungsfläche des Sarkolemmas und der demselben anliegenden fibrillenfreien Sarkoplasmaschichte nur zwischen der letzteren und der Mantelfläche von *Q* entstanden ist, kommt es zu einem Scheibenzerfall.

Diese Art von Scheibenzerfall ist in Fig. 7 nach einem Präparate von *Aphodius rufipes* dargestellt.

Man sieht im oberen Theil der Figur die freigewordenen Schichten  $Q$  noch eingeschlossen in Kästchen, deren obere und untere Wand dick ist und aus den im Zusammenhang mit dem Sarkolemma gebliebenen Schichten  $N + E + Z + E + N$  besteht, deren Seitenwand wieder von der gewölbten Wand der anfänglich entstandenen ringförmigen Canäle gebildet wird. Die Trennung ist hier entsprechend der Schichte  $J$  erfolgt.

In dem unteren Theil der Fig. 7 ist das Sarkolemma zerrissen, wie das bei der Präparation der Muskelfasern häufig geschieht. Man sieht an der einen Seite noch einen Fetzen des zerrissenen Sarkolemmas hängen. In Folge der Zerreißung des Sarkolemma's sind aber sowohl die schon früher isolirten Schichten  $Q$ , als auch die früheren Querwände der Kästchen, nämlich die Schichten  $N + E + Z + E + N$  in Form von Scheiben völlig frei geworden und man sieht die zweierlei Arten von Scheiben noch in der Aufeinanderfolge, die sie im Muskel hatten, nur bald nach der einen, bald nach der anderen Seite hin leicht verschoben neben einander liegen.

Ich habe jetzt endlich noch die dritte Form von Scheibenzerfall anzuführen. Dieselbe ist in Fig. 2 vom *Hydrophilus piceus* dargestellt. Sie tritt auf an Muskelfasern, deren Querstreifung dem Schema Fig 5  $C$  entspricht. Es werden dabei die Schichten  $Q$  in Form von Scheiben isolirt, die man wieder noch in den Kästchen mit den von den Schichten  $Z$  gebildeten Querwänden oder völlig frei beobachten kann.

Hätte W. Krause Bilder, wie wir sie in Fig. 2 und 3 dargestellt haben, beobachtet, er hätte sie gewiss als den schönsten Beweis für die Existenz seiner Muskelfächer<sup>1</sup> und der Quer- oder Grundmembranen der letzteren angesehen und im Sinne seiner Muskelkästchentheorie verwerthet. Uns scheint trotz der verlockenden Bilder, Krause's Theorie völlig unhaltbar. Es wird sich das von selbst ergeben aus den folgenden Abschnitten, die noch mehr Licht auf die Erklärung, die wir vom Scheibenzerfalle gegeben haben, werfen sollen. Ich wollte darauf besonders aufmerksam machen, weil die Bilder in der That auffallend an Krause's Darstellungen des Muskelbaues gemahnen und vor nicht gar langer Zeit eine Exacerbation der Kästchentheorie allerdings nicht im histologischen Lager stattgefunden hat.<sup>2</sup>

Ich habe jetzt, nachdem ich die in Fig. 2, 3 und 7 dargestellten drei verschiedenen Arten von Scheibenzerfall beschrieben habe, mit Bezug auf die in Fig. 5  $A$ ,  $B$  und  $C$  dargestellten Arten der Querstreifung noch hervorzuheben, dass durch den Scheibenzerfall isolirt werden: 1. Die Schichte  $Z$  (in Fig. 2 und 3); 2. die Schichte  $Q$  (in Fig. 2 und 7); 3. die Schichten  $N + J + Q + J + N$  (in Fig. 3); 4. die Schichten  $N + E + Z + E + N$  (in Fig. 7), und dass 5. die Trennung stattfindet in der Schichte  $E$  (in Fig. 3) oder in der Schichte  $J$  (in Fig. 2 und 7). Man wird zugeben, dass durch diese Bilder die Realität aller der genannten Schichten in einer sehr überzeugenden Weise beleuchtet wird.

Über das Vorkommen der in Fig. 5  $A$ ,  $B$ ,  $C$  dargestellten Arten der Querstreifung an Käfermuskeln habe ich aber das Folgende zu bemerken. Wir werden später sehen, dass sich an Contractionswellen, welche den ganzen Muskelquerschnitt erfasst haben, ebensowohl, wie auch an sogenannten seitlichen Contractionswellen darthun lässt, dass die in Fig. 5  $A$ ,  $B$  und  $C$  dargestellten Zustände der Querstreifung an derselben Faser in einander übergehen und dass in diesem Falle der Übergang von  $A$  nach  $B$  und nach  $C$  in der Weise, wie das von Engelmann<sup>3</sup> dargestellt wurde, stattfindet.  $A$ ,  $B$  und  $C$  folgen in der Richtung vom erschlafften gegen den contrahirten Theil der Muskelfaser so aufeinander, dass  $A$  am weitesten von dem grössten Querschnitt des Bauches absteht,  $C$  demselben am nächsten,  $B$  zwischen  $A$  und  $C$  liegt. An solchen Muskelfasern werden wir die Anschauung, dass  $A$  dem meist erschlafften Theil der Muskelfaser entsprechend ist, und  $B$  und  $C$  allmähliche Übergänge der Muskelfaser in den Zustand der Contraction bilden, nicht von uns weisen können. Es ist notwendig, sich die Thatsache immer gegenwärtig zu halten, dass das Bild, welches der im Maximum erschlaffte, und der im Maximum verkürzte Muskel unter dem Mikroskope zeigen, durch eine grosse Reihe von verschiedenen Bildern in einander übergehen.

<sup>1</sup> W. Krause, Allgem. und mikroskop. Anatomie. Hannover 1876, p. 87 u. d. f.

<sup>2</sup> C. Schipiloff und A. Danilewsky, Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. 5, 1881, p. 349.

<sup>3</sup> Engelmann, Pflüger's Archiv, Bd. 7, p. 155, Fig. 1; Bd. 18, p. 1, Taf. I.

Es ist aber nicht leicht möglich oder doch eine sehr missliche Sache, aus dem augenblicklichen Ansehen einer Muskelfaser einen Schluss zu ziehen, wie diese Faser aussehen würde, wenn sie im Maximum erschläft oder contrahirt wäre. Oder mit anderen Worten aus dem mikroskopischen Bilde, welches einer in bestimmt belastetem Zustande und in einem bestimmten Erregungsgrade befindlichen Muskelfaser entspricht, lässt sich kein Schluss darauf ziehen, wie die Muskelfaser aussehen würde, wenn sie mit Gewichten von  $0-x$  belastet, sich in Erregungsintensitäten von  $0-y$  befände. Im Zustande maximaler Verkürzung zeigen quergestreifte Muskelfasern verschiedener Thiere und verschiedene Muskeln desselben Thieres ein sehr übereinstimmendes Bild. Dagegen weisen alle Beobachtungen darauf hin, dass man sehr verschiedene Bilder erhalten würde, auch wenn es gelänge, Muskelfasern verschiedener Thiere, oder verschiedene Muskelfasern desselben Thieres im völlig erschläften Zustande bei dem genau gleichen Grade der Dehnung zu untersuchen.

Wenn man die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen möglichst vieler Käferspecies und möglichst vieler von verschiedenen Theilen desselben Käfers genommenen Muskelfasern vergleicht, so wird man oft an diese Schwierigkeiten gemahnt, die sich jeder genau vorhalten sollte, der das kritisiren will, was ein Anderer gesehen zu haben angibt.

Nicht immer erscheint an der Mehrzahl oder auch nur an einer gewissen Anzahl von Muskelfasern desselben Thieres die Querstreifung *A* oder *B* (Fig. 5). Man beobachtet im Gegentheile oft an der Mehrzahl der Fasern die Querstreifung *C* (Fig. 5) und hat Mühe, Muskelfasern, an denen die Querstreifung *A* oder *B* zu sehen ist, aufzufinden. Kurz gesagt, das Vorhandensein oder Fehlen der sogenannten Nebenscheiben ist einem sehr grossen und anscheinend ganz regellosen Wechsel unterworfen.

Wenn wir nun auch dort, wo bei einem und demselben Käfer an demselben Orte einmal Muskeln mit schön entwickelten und dann wieder mit fehlenden Nebenscheiben vorkommen, annehmen können, dass es sich hier um ein zufälliges Absterben einmal im erschläften, das andere Mal — was an sich wieder eine höchst auffallende Thatsache ist — im leicht contrahirten Zustande handelt, so gibt es doch auch Fälle, in welchen man mit einer solchen Annahme nicht ausreicht, weil in diesen Fällen das Vorhandensein oder Fehlen der sogenannten Nebenscheiben mit grosser Regelmässigkeit an die Muskelfasern bestimmter Örtlichkeiten gebunden vorkommt, und bei bestimmten Species der eine Fall die Regel, der andere dagegen die Ausnahme ist, während bei anderen Species das Umgekehrte der Fall ist. Bei den Dyticiden z. B. ist *C*, Fig. 5, die Regel, obwohl man immer auch einzelne Fasern mit der Querstreifung *A* oder *B* findet, bei den *Aphodius*-Arten, bei *Scarabaeus laticollis*, bei den *Geotrupes*-Arten, bei den *Hister*-Arten; bei *Lucanus*, bei *Stenomax lanipes* ist *A* und *B* die Regel, während *C* nur an einzelnen Fasern zu beobachten ist.

Wenn ich Muskelfasern oder Fibrillen, von welchen später noch besonders die Rede sein wird, mit schön entwickelten Schichten oder Gliedern *N* von *Astacus fluviatilis* demonstrieren will, nehme ich die Muskeln, welche von den Coxopoditen der Scheeren- oder Gehfüsse in die Thoracalsomite hineinlaufen, weil an diesen *N* ausnahmslos gut entwickelt ist, während das in den Scheeren- und Schwanzmuskeln nicht so der Fall ist.

Das sind nur Beispiele. Ich bin weder in der Lage, noch beabsichtige ich eine genauere Darstellung dieser Verhältnisse zu geben. Mir sind auch die Gründe dieses Verhaltens nicht in der erwünschten Weise klar geworden, und bedürfte es zur Aufdeckung derselben noch sehr eingehender und gewiss schwieriger Untersuchungen. Ich wollte aber die Aufmerksamkeit darauf lenken, weil die berührten Verschiedenheiten vielleicht einmal von Bedeutung werden könnten für die Frage der anatomisch-physiologischen Verschiedenheit der quergestreiften Muskelfasern verschiedener Thiere oder verschiedener Muskeln desselben Thieres.

Mit Bezug auf den Scheibenzerfall der Muskelfasern muss ich aber hervorheben, dass unter den Muskelfasern desselben Käfers auffallend dünne und auffallend dicke Fasern neben solchen, welche die bei dem betreffenden Thiere vorherrschende mittlere Dicke besitzen, sich immer vorfinden. Ich sehe dabei natürlich von totalen oder partiellen Contractionen einzelner Fasern ab und habe für den Vergleich nur erschläfte oder der Erschlaffung nahe Muskeln, an welchen die Querstreifung, Fig. 5 *A*, *B* oder *C* vorhanden ist, vor Augen.

Die dünnsten unter diesen Fasern, welche man am besten unter den Muskeln des Kopfes oder des Prothorax aufsucht, zeichnen sich dann gewöhnlich durch eine besondere Breite des Streifens *Q* aus. Diese

dünnen Muskelfasern zeigen eine besondere Neigung zum Scheibenzerfall. Man erhält von diesen in Bezug auf die Weite und Geräumigkeit der Kästchen, in welchen die isolirten Scheiben liegen, die vortrefflichsten Bilder. Fig. 2 ist nach solchen Muskelfasern vom angerissenen Kopf des *Hydrophilus* gezeichnet. Solche dünne Muskelfasern sind auch die Darmmuskeln und ist an diesen der Scheibenzerfall gewöhnlich sehr schön entwickelt. Oft auch bei solchen Käfern, deren Muskeln für gewöhnlich nicht in Scheiben zerfallen. Besonders zu empfehlen für die Structurstudien sind aber die in Scheiben zerfallenen Darmmuskeln nicht, da sie meist sehr blass aussehen, die Längsstreifung der Scheiben nicht oder sehr unvollkommen vorhanden ist, die Scheiben in den Kästchen verdrückt und mannigfach verunstaltet erscheinen.

Es ist schon früher erwähnt worden, dass die Scheiben in den Kästchen gelegentlich auch desorientirt gefunden werden; auch das ist bei den dünnen Muskeln mit breitem Streifen  $Q$  und geräumigen Kästchen bei noch völliger Erhaltung der letzteren am besten zu beobachten.

Bei dicken Fasern, bei welchen der Scheibenzerfall mit Kästchenbildung aufgetreten ist, sind, so lange die Scheidewände der Kästchen intact geblieben sind, die Scheiben immer so aufgereiht, wie die Querstreifen in nicht zerfallenen Muskeln.

Es kommt aber in beiden angeführten Fällen oft zu einer ausgedehnten Zerstörung der Scheidewände und Zerreibungen des Sarkolemmas, und dann erhält man einerseits leere Schläuche oder Fetzen von zerrissenem Sarkolemma, andererseits freie Scheiben, die den Schichten  $Q$  (Fig. 2) oder den Schichten  $N + J + Q + J + N$  (Fig. 3) oder den Schichten  $Q$  und den Schichten  $N + E + Z + E + N$  (Fig. 7 unten) entsprechen, und die zum Theile die Mantelfläche, zum Theile die Grundfläche dem Beschauer darbieten.

An den leer gewordenen Schläuchen oder den Fetzen zerrissener Schläuche sieht man dann noch die Ansätze der früher vorhanden gewesenen Kästchenseidewände oft so regelmässig, dass dieselben das Bild von Leitersprossen darbieten, wie in Fig. 4 nach einem Präparate von *Scarabaeus laticollis* zu sehen ist. An diesem Präparate sind auch noch die Kerne, und zwar deutlich in dem feinkörnigen Beleg an der inneren Seite des Sarkolemma wahrzunehmen.

Ähnliche Bilder erhält man auch, wenn, wie das öfter der Fall ist, das Sarkolemma zerfallener Muskelfasern sich unter Bildung unregelmässiger Aussackungen beträchtlich erweitert. Eine solche Erweiterung kann bis zu dem Doppelten, Drei- und Mehrfachen des Durchmessers der isolirten Scheiben gehen. Auch hier sieht man, wenn auch nicht in der regelmässigen leitersprossenähnlichen Anordnung wie früher, sondern mannigfach verbogen und theilweise unterbrochen noch die Reste der früher beschriebenen Ansatzstellen der Scheidewände.

Was die in Schläuchen mit zerrissenen Scheidewänden oder durch Zerreibung der Schläuche völlig freigewordenen Scheiben betrifft, so zeigen dieselben, wenn sie die Mantelfläche dem Beschauer präsentieren, in den allermeisten Fällen noch sehr schön alle Eigenschaften der in den Kästchen enthaltenen Scheiben, und das sind dieselben, welche man an den entsprechenden Querstreifen noch unzerfallener Muskelfasern wahrnimmt.

Es findet an denselben bei hoher und tiefer Einstellung derselbe Wechsel der Lichtvertheilung statt, wie wir ihm früher beschrieben haben.

In Fig. 2, 3, 7 sind von zerfallenen, in Fig. 6 von einer Muskelfaser, die nur die gewölbten Canäle zeigte, die Verhältnisse so dargestellt, wie sie bei tiefer Einstellung sich präsentirten. An sämtlichen Fasern zeigte sich die Längsstreifung in ausgezeichneter Weise.

Was zunächst die Schichte  $Q$  (Fig. 2, 3, 6 und 7) betrifft, so ist bei dieser Einstellung in der Mitte derselben der helle Streifen  $h$ , der in wechselnder relativer Breite in den verschiedenen Muskelfasern auftritt, wahrzunehmen. Definirt man nun  $Q$  genauer, so findet man, dass sich dasselbe — wenn man wieder mit peinlicher Sorgfalt und unter öfterem orientirenden Wechsel der Einstellung das festhält, was sich bei tiefer Einstellung ergibt — zusammengesetzt erweist aus Stäben, zwischen welchen helle Durchgänge zu sehen sind.

Sowohl die Stäbe als auch die hellen Durchgänge zwischen denselben zeigen, einzeln ins Auge gefasst, eine bestimmte Form. Die Stäbe erscheinen in der Regel an beiden Enden verdickt und in den verdickten

Theilen dunkler und hören meist mehr oder weniger abgerundet, seltener scharf abgehackt auf. Die Mitte der Stäbe erscheint verdünnt und heller. Der Übergang der verdickten Endtheile in das verdünnte Mittelstück hält sich in den nebeneinander liegenden Stäben auf ziemlich gleicher Höhe und findet auf dieser Höhe in der Weise statt, dass die dunklen Endtheile sich mit kurzen Übergängen in die dünnen Mittelstücke verlieren. Ein scharfer Contour an der Grenze beider ist nicht zu beobachten.

Die hellen Durchgänge zwischen den Stäben sind auf dem optischen Längsschnitt der Muskelfaser ebenfalls von einer bestimmten Form, es erscheint jeder als ein heller Faden, welcher in seiner Mitte verdickt ist. Die verdickte Mitte liegt zwischen den dünnen Mittelpartien der Stäbe, die dünnen Enden des Fadens zwischen den verdickten Endstücken der Stäbe.

Der Streifen *h* ist also einerseits durch die Verdünnung der Stäbe in ihrer Mitte, andererseits durch den grösseren Abstand dieser verdünnten Partien und die grössere Menge von Substanz bedingt, welche diese Zwischenräume der Stäbe ausfüllt.

Entsprechend der Anzahl von Stäben, welche die Schichte *Q* auf einem bestimmten optischen Längsschnitte zusammensetzen, erscheinen in den Schichten *N* wieder durch helle Durchgänge von einander getrennt kürzere Stäbe von ähnlich dunklem Ansehen wie die Enden von *Q* oder manchmal etwas heller, manchmal etwas dunkler als diese. Die Enden der die Schichte *N* zusammensetzenden Stäbe sind entweder leicht abgerundet oder gerade abgeschnitten. (Fig. 3, 6 und 7.)

In vielen Fällen erscheinen die Stäbe sehr kurz und ihre Enden stark abgerundet und macht dann die Schichte *N* den Eindruck, dass sie aus dunkeln neben einander liegenden Punkten (isodiametrischen Körnern) zusammengesetzt ist, von welchen je einer einem Stabe von *Q* entsprechend ist.

So hat schon Flögel<sup>1</sup> seine Körnerschichten der Milbenmuskeln dargestellt.

Ich finde diese Darstellung bei den Käfermuskeln ohne Ausnahme bestätigt, und gerade an Muskelfasern, die den Scheibenzerfall (Fig. 3) erlitten haben, wird man sich von diesem Sachverhalt auf das Schönste überzeugen können.

Die Anschauung, dass die Schichten *N* aus regellos, wie die Granula des Protoplasmas über und neben einanderliegenden Körnchen bestehe, kann nur entstehen, wenn Muskelfasern so auf dem Objectträger liegen, dass ein nicht parallel der Längsaxe liegender optischer Durchschnitt der Schichten *N* sich präsentiert und man dabei anstatt eine bestimmte Einstellung festzuhalten, rasch zwischen verschiedenen Einstellungen hin und her geht.

Ebenso wie die Schichte *N*, besteht auch die Schichte *Z* aus kurzen neben einander liegenden Stäbchen oder Körnern. Diese besitzen in der Regel das dunkelste Ansehen und nur selten wird diese ihre hervorstechende Qualität durch ein gleich dunkles Ansehen der die Schichten *N* zusammensetzenden Stäbchen oder Körner aufgehoben.

Es kommt aber vor, dass bei grosser Breite und scharfem Hervortreten der Schichten *N* die Schichte *Z* äusserst schmal erscheint, so dass man alle Mühe hat, sich noch von der Anwesenheit derselben zu überzeugen. In diesen Fällen erscheinen dann die Schichten *N* viel dunkler als die Schichte *Z*. Ja, man ist manchmal trotz aller Bemühungen nicht mehr im Stande, auch nur eine leise Andeutung von *Z* zu sehen, während die Schichten *Q* und *N* sich so präsentieren, wie sie in Fig. 5A dargestellt erscheinen. Der Raum zwischen den Schichten *N* erscheint dann bei hoher Einstellung als dunkler, bei tiefer Einstellung als heller Streifen, und anstatt der drei dunklen Streifen, die man sonst bei tiefer Einstellung zwischen zwei Schichten *Q* wahrnimmt (Fig. 5A), sind dann nur zwei den Schichten *N* entsprechende dunkle Streifen dort wahrzunehmen.

Ich habe dieses Vorkommen besonders häufig an den Muskeln von *Blaps mortisaga* beobachtet und erschien mir dann der den vereinigten Schichten *E* entsprechende, bei hoher Einstellung dunkler, bei tiefer Einstellung heller erscheinende Raum zwischen den beiden *N*, bei letzterer Einstellung auch auffallend dunkler als die zwischen *N* und *Q* gelegenen Streifen *J*. Ausserdem sah ich ohne besondere Helligkeitsdifferenz

<sup>1</sup> L. c., p. 71 und Fig. 1, 2 und 4. Taf. III.

zwischen *E* und *J* Ähnliches bei den Muskeln von *Platynus angusticollis*, *Pterostichus transversalis*, *Geotrupes stercorarius*, *Myelophilus piniperda* und bei den Muskeln von *Bombus terrestris*.

Würden die Schichten *Z* in diesen Fällen in der That nicht vorhanden sein, so wäre damit zu der schweren Verständlichkeit, welche gerade die Streifen in dem Raume zwischen zwei Schichten *Q* an sich haben, noch ein neues Moment hinzugekommen. Ich werde diese Frage in einem späteren Abschnitte wieder aufnehmen müssen.

Sowie die die Schichten *N* zusammensetzenden Stäbchen oder Körner, stimmen auch die durch helle Durchgänge getrennten dunklen Partien von *Z* (Fig. 6 und 7) in ihrer Anzahl auf demselben Längsschnitt der Muskelfaser mit der Anzahl der Stäbe von *Q* überein. Eine Anschauung, die schon Amici<sup>1</sup> in seiner mehrerwähnten Abhandlung vorgebracht hat und die neuerlich auch Martin<sup>2</sup> in einer stark theoretisirenden Arbeit, abgesehen von der eigenthümlichen Auslegung, die er über *Q* und *N* vorbringt, auf Beobachtungen gestützt, vertreten hat.

Die Schichten *J* und *E* erscheinen, wenn sie an zerfallenen Muskeln erhalten sind (Fig. 3 *J* und Fig. 7 *E*) und in der Regel ebenso an nicht zerfallenen Muskeln (Fig. 6 *J* und *E*) auch in dem Falle, wo *Q*, *N* und *Z* die schönste Längsstreifung erkennen lassen, als glatte, helle Streifen, die selbst bei den auf's Beste definirenden Objectiven keinerlei Längsstreifung erkennen lassen.

Ich habe für den letzteren Fall gesagt in der Regel, weil wir in einem späteren Abschnitte Objecte kennen lernen werden, an welchen auch in den Schichten *J* und *E* eine wohl definirte Längsstreifung beobachtet wurde.

Bei hoher Einstellung erscheinen die Streifen *J* und *E* dunkel, ob man sie an zerfallenen oder nicht zerfallenen Muskeln beobachtet. Ich führe das hier wieder speciell an, um daran die Bemerkung zu knüpfen, dass man sich gerade an dem dunklen Ansehen von *J* und *E* und an dem an seinen Grenzen verschwommenen Schattenband, welches in diesem Falle *h* entspricht, in jedem Moment am leichtesten über die Einstellung orientirt. Erscheinen *J* und *E* und ebenso *h* dunkel, dagegen *Q*, *N* und *Z* hell, und beobachtet man nun an einer geeignet dünnen, am besten platten Faser, deren es bei den meisten Käfern etliche gibt, oder am Rande einer cylindrischen oder prismatischen Faser die Längsstreifung, so wird man sich bald überzeugen, dass jetzt die Stäbe von *Q* und die Stäbchen oder Körner von *N* und *Z* hell und die Durchgänge zwischen denselben dunkel erscheinen, und dass man durch Senken des Tubus ebenso wie in Bezug auf die totale Wirkung der Querstreifen auch in Bezug auf die Stäbe und Durchgänge die Lichtvertheilung umkehrt. Hebt man darauf den Tubus wieder, so kehrt sich die Lichtvertheilung abermals um und so weiter.

Wir müssen auf Grund dieser Erscheinungen schliessen, dass die die Stäbe von *Q* und die Stäbchen oder Körner von *N* und *Z* trennende, deren isolirte Sichtbarkeit bedingende, weil in Bezug auf ihr Lichtbrechungsvermögen von der Substanz der Stäbe, Stäbchen und Körner verschiedene Substanz in den Schichten *Q*, *N* und *Z* schwächer lichtbrechend ist, als die Stäbe, Stäbchen und Körner selbst.

Diese Substanz ist das Sarkoplasma, welches wir erst in den späteren Abschnitten näher kennen lernen werden, von dem wir aber hier schon zeigen mussten, in welcher Weise es sich bei der Beobachtung der nach den angeführten Methoden untersuchten Muskeln geltend macht.

Wir könnten uns nun gleich noch des Weiteren mit dem Sarkoplasma beschäftigen, wenn wir die Scheiben, welche durch einen Zerfall nach Art der Fig. 2, 3 und 7 isolirt und freigeworden sind, untersuchen würden, während sie auf der Grundfläche liegend sich präsentiren.

Die Bilder, welche diese Scheiben darbieten, zeigen eine völlige Übereinstimmung mit den Bildern, welche man von Querschnitten der Muskelfasern erhält, die mit dem Messer angefertigt wurden. Da wir aber diese Querschnittsbilder später eingehend behandeln müssen, wollen wir bis dahin auch die Besprechung der Flächenansichten der isolirten Scheiben verschieben. Auch das Verhalten der Scheiben im polarisirten Lichte soll erst

<sup>1</sup> Amici l. c. Fig. 2.

<sup>2</sup> Martin l. c.

später behandelt werden. Hier sei nur so viel bemerkt, dass die Schichten *Q*, *N* und *Z* auch an den isolirten Scheiben ihr Doppelbrechungsvermögen bewahrt haben, und dass darum die in Scheiben zerfallenen Muskeln weiterhin zur Entscheidung einiger, das Verhalten der Muskelfasern im polarisirten Lichte betreffenden Fragen herangezogen werden sollen.

Jetzt muss ich aber noch eine Reihe von Beobachtungen besprechen, welche die Doyère'schen Hügel der Käfermuskeln betreffen. Seit Kühne's<sup>1</sup> bahnbrechenden Arbeiten sind diese Nerven Hügel oft der Gegenstand von Untersuchungen<sup>2</sup> gewesen. Mir sind dieselben während dieser Untersuchungen oft und in den verschiedensten Formen und Grössen untergekommen, und ich will hier Veranlassung nehmen, zwar nicht auf die Structur der Nerven Hügel, wohl aber auf einige Bilder näher einzugehen, welche mir für den Zusammenhang von Muskel- und motorischem Nerv von Wichtigkeit zu sein scheinen.

Es sind zunächst die Bilder der Nerven Hügel, welche man an den Muskeln beobachten kann, die nach 24—48stündigem Liegen der Käfer in 93% Alkohol und Aufpräpariren in verdünntem Glycerin am Rande die früher beschriebenen Gewölbebogen oder den Scheibenzerfall mit Kästchenbildung zeigen.

Es hat bekanntlich Engelmann<sup>3</sup> zuerst darauf hingewiesen, dass bei Käfermuskeln eine besonders innige Verbindung der Sohlensubstanz des Nerven Hügels mit der Zwischenscheibe (Krause'schen Membran) zu bestehen scheine. Er sah in Folge von Wasserwirkung Vacuolen zwischen Nerven Hügel und quergestreifter Substanz auftreten, welche ersteren immer mehr von der letzteren abhoben. Nur die Zwischenscheiben blieben durch dünne, hautartige Commissuren, welche später einrissen und dann zusammenschnurrten, mit dem Nerven Hügel in Verbindung.

Später hat sich v. Thanhoffer mit diesem Gegenstande beschäftigt, und schon im Jahre 1876 zeigte mir derselbe gelegentlich eines Besuches, den er mir in Graz machte, ein mittelst 1% Osmiumsäure hergestelltes Präparat von *Hydrophilus*, an welchem zu sehen war, dass der Nerven Hügel nicht mehr mit der ganzen Sohle der Muskelsubstanz anlag, sondern nur mit in der Profilansicht spitzen Ausläufern den Schichten *Z* entsprechend anhaftete, während sich über *Q* ein von der Substanz des Nerven Hügels gebildetes Gewölbe spannte. v. Thanhoffer hat über diesen Befund erst viel später etwas Ausführlicheres in die Öffentlichkeit gelangen lassen.<sup>4</sup> Inzwischen hatte Föttinger<sup>5</sup> ähnliche Bilder bei verschiedenen anderen Käfern beschrieben.

Föttinger verfolgte auch die früher schon von Arndt<sup>6</sup> hervorgehobene Beobachtung weiter, dass die öfter erwähnten seitlichen Contractionswellen (*ondes laterales*) dort an den Muskeln auftreten, wo sich ein Doyère'scher Hügel an dieselben ansetzt. Oft ist eine grosse Anzahl von Nerven Hügeln, welche an einer Muskelfaser sitzen, durch ebenso viele seitliche Contractionswellen gekennzeichnet. Föttinger führt in dieser Beziehung vorzüglich drei Käfer an, nämlich *Chrysomela caerulea*, *Melasoma (Lina) tremulae* und *Passalus glaberrimus*. Den letzteren exotischen Käfer<sup>7</sup> habe ich nicht untersuchen können, und wäre es wünschenswerth, dass Föttinger angegeben hätte, wie und in welchem Zustande er diesen Käfer für seine Untersuchungen benützen konnte.

In Bezug auf die Chrysomeliden muss ich Föttinger's Angaben nach meinen Erfahrungen erweitern.

<sup>1</sup> Kühne, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1859, p. 564. Über die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. Leipzig 1862, p. 32.

<sup>2</sup> Vergleiche W. Wadleyer, Zeitschrift f. rationelle Medic. 3. R., Bd. XX, p. 193. Engelmann, Untersuchungen über den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser. Leipzig 1863, p. 33. Jenaische Zeitschrift, Bd. I, 1864, p. 322. Arndt, Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IX, Bonn 1873, p. 481. Ranvier, Leçons sur l'histologie du système nerveux. Paris 1878, Tom. II, p. 274. Föttinger, Onderzoekingen ged. in het physiologisch. Laborat. der Utrechtsche Hoogschool uitgegev. door Donders en Engelmann, V, 1880, p. 293. v. Thanhoffer, Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 21. Bonn 1882, p. 26. Bremer, ibidem p. 165.

<sup>3</sup> Engelmann, Pflüger's Archiv, Bd. 7, p. 47.

<sup>4</sup> L. c.

<sup>5</sup> L. c. p. 317.

<sup>6</sup> Arndt l. c.

<sup>7</sup> In dem Catalogus coleopterorum Europae et Caecasi etc. ist keine *Passalus*-Art angeführt. Es fehlen darin überhaupt alle Passaliden, und sind von den Pectinicornien nur die Lucaniden angeführt.

Ich finde, dass es eine merkwürdige, besondere Eigenschaft der meisten Chrysomeliden ist, dass an Muskeln von in Alkohol ertränkten oder nach Föttinger's Methode behandelten Thieren in grosser Zahl seitliche Contractionswellen sich vorfinden, die den Doyère'schen Hügeln entsprechen. Bei *Cassida equestris* fand ich in ganz ausgezeichneter Weise fast alle Fasern in so dichter Weise, wie es Föttinger für *Chrysomela caerulea* in seiner Figur 1 darstellt, mit Nervenbügeln und entsprechenden seitlichen Contractionswellen besetzt. Daran schliessen sich die *Cryptocephalus*-, *Chrysomela*- und *Melasma*-Arten<sup>1</sup> und *Phyllodecta vulgatissima*, wo sehr zahlreiche Fasern mit mehrfachen, bestimmten Nervenbügeln entsprechenden, seitlichen Wellen besetzt erscheinen.

Ähnlich verhält es sich bei *Lochmaea capreae* und *Plagioderma armoraciae*. Weniger verbreitet, aber noch immer leicht und in grösserer Anzahl in jedem Präparate zu finden, waren seitliche, bestimmten Nervenbügeln entsprechende Contractionswellen bei *Lema cyanella*, *Crioceris duodecimpunctata* und *Asparagi*, *Gastroidea polygoni*, *Agelastica alni*, *Phyllodecta quinquepunctata* und *Orina cacaliae*.

Im Vergleiche mit diesen Chrysomeliden ist das Auftreten seitlicher Contractionswellen bei anderen Käferspecies ein sehr seltenes und nur gelegentlich zu beobachtendes Ereigniss. Ich habe sie aber bei Tenebrioniden, Curculioniden und Scarabaeiden gesehen; unter den letzteren kann man bei sorgfältigem Absuchen der Muskulatur von *Cetonia aurata* und *Oxythyrea stictica* am ehesten darauf rechnen, welche zu finden.

Ich muss annehmen, dass die Nervenbügel der Chrysomeliden der 1% Osmiumsäure und dem Alkohol besondere Angriffspunkte für eine physiologische Wirkung darbieten, als deren Erfolg die dem Nervenbügel entsprechende partielle Contraction unmittelbar vor dem Absterben der Muskelfasern in die Erscheinung tritt.

Ich glaube aber, dass dieses merkwürdige Phänomen noch den Gegenstand eingehenderer Untersuchungen abzugeben verdient.

Was ich nun über den Zusammenhang der Nervenbügel mit den Muskelfasern vorzubringen habe, werde ich in zwei Absätze theilen. Erstens werde ich besprechen die Folgerung eines festeren Zusammenhanges der Sohle des Nervenbügels mit der Zwischenseibe (Engelmann und Föttinger) oder der Krause'schen Membran (v. Thanhoffer), die man auf die Bildung von den Schichten *Q* entsprechenden Vacuolen unter der Sohle des Hügels gegründet hat. Zweitens werde ich mich über die von Föttinger angegebene ruthenförmige Auflösung des in den Nervenbügel eintretenden Nerven in Axencylinder und die Verbindung der letzteren mit den Zwischenseiben und die darin gelegene wenigstens theilweise Begründung jenes innigern Zusammenhanges des Nervenbügels mit den Zwischenseiben zu äussern haben.

Was den ersten Punkt betrifft, so findet man an Muskeln von in Alkohol gelegten Käfern, die man in Glycerin aufpräparirt, oft sehr wohl erhaltene Nervenbügel, an welchen sich noch eine lange Strecke des zutretenden Nerven befindet.

Darunter kann man aber gar nicht selten solche beobachten, wie in Fig. 8 einer von *Pterostichus transversalis* dargestellt ist. Wir finden hier den Nervenbügel von der Muskelsubstanz in ähnlicher Weise abgehoben, wie das mit dem Sarkolemma und der unter demselben liegenden fibrillenfreien Sarkoplasmaschichte an den Orten der Fall ist, wo kein Nervenbügel an der Muskelfaser sitzt. Wie im letzteren Falle das fibrillenfreie Sarkoplasma nur noch an den den Schichten *Z* entsprechenden Theilen des Muskelfaser anhaftet und so auch das Anhaften des Sarkolemmas an diese Schichten vermittelt (siehe die Darstellung pag. 18), so ist auch im ersteren Falle die Substanz des Nervenbügels im Bereich der Schichten *E + N + J + Q + J + N + E* abgelöst, während sie an *Z* festhaftet. Die Substanz des Nervenbügels bildet in diesem Falle die gewölbte Decke der ringförmig um den Muskel verlaufenden Canäle, deren Decke dort, wo kein Nervenbügel sich befindet, von dem fibrillenfreien Sarkoplasma gebildet wird.

v. Thanhoffer hat auf Verdauungsversuche, die er mit *Hydrophilus*-Muskeln anstellte, gestützt, ganz richtig beschrieben, wie das Sarkolemma aussieht, wenn dasselbe sich wirklich allein von dem Muskelfaden ablöst. Er beschreibt es als eine „hyaline, homogene“ kernlose Haut. Er würde sich in völliger Überein-

<sup>1</sup> Siehe das Verzeichniss, p. 89.

stimmung befinden, sowohl mit den älteren<sup>1</sup> Beschreibungen des Sarkolemmas, als auch mit den Angaben, welche Chittenden<sup>2</sup> in neuerer Zeit darüber gemacht hat, wenn er das, was er beschreibt, auch für das Sarkolemma gehalten hätte.

v. Thanhoffer hält aber diese hyaline, kernlose Haut nur für ein äusseres Blatt des Sarkolemma, von welchem sich bei der Verdauung ein zweites inneres, Kerne enthaltendes Blatt abgespalten habe, welches den Muskel noch umhüllt.

Diese „kernige innere Lamelle“ des Sarkolemmas soll in ununterbrochenem Zusammenhange auch unter die Sohlen der Nervenbündel sich fortstrecken und diese von der Muskelsubstanz scheiden. Dieser „Nervenmantel“ oder diese „Sohlenmembran“ soll aber ebenso, wie die sich von ihr ausbreitende, kernige, innere Lamelle des Sarkolemma mit den Krause'schen Membranen oder wie v. Thanhoffer auch sagen zu können glaubt, „Nervenplatten“ der Muskeln zusammenhängen.

Was v. Thanhoffer als innere Lamelle des Sarkolemmas beschreibt, existirt gerade so gut, wie das, was er als äussere hyaline Lamelle des Sarkolemma bezeichnet; wir müssen aber diese innere Lamelle gerade so wie die äussere Lamelle anders deuten als er. Die äussere Lamelle ist das Sarkolemma, die innere Lamelle ist die an der Oberfläche des Muskels liegende fibrillenfreie Sarkoplasmaschicht und die letztere geht unmittelbar in die Substanz des Nervenbündels über.

Die Erscheinung, aus welcher man auf eine festere Verbindung des Nervenbündels mit den sogenannten Zwischenscheiben schloss, reducirt sich auf dieselbe Erscheinung, die wir an solchen Theilen der Muskelfaser beobachten können, welchen kein Nervenbündel aufsitzt. Dort folgte man aus dieser Erscheinung eine festere Verbindung des Sarkolemma mit den sogenannten Zwischenscheiben.

In beiden Fällen ist es aber nur das fibrillenfreie Sarkoplasma, welches, den Schichten *Z* entsprechend, mit dem die Fibrillen enthaltenden Theile der Muskelfasern fest verbunden bleibt, während, entsprechend den Schichten *J+Q+J* oder den Schichten *E+N+J+Q+J+N+E* die früher besprochene Ablösung erfolgt.

Am besten wird das Verhältniss der Substanz des Nervenbündels zum Sarkoplasma an Muskeln beurtheilt, welche den früher beschriebenen Scheibenzerfall mit Kästchenbildung erlitten haben.

Wohl erhaltene Nervenbündel mit einem langen Stücke des zutretenden Nerven an solchen Muskeln aufzufinden, ist bei einigem Bemühen nicht schwer. In Fig. 9 ist ein solches Bild von *Hydrophilus*, in Fig. 10 von *Aphodius rufipes* dargestellt.

Die Nervenbündel, die den Schichten *Z* entsprechenden Querwände der Kästchen, das dem Nervenbündel gegenüber liegende Sarkolemma mit der daran haftenden Schichte Sarkoplasma, die conischen Übergänge des Sarkoplasmas und der Substanz der Nervenbündel zu den Schichten *Z* sind möglichst naturgetreu gezeichnet. Die in den Kästchen liegenden, isolirten Scheiben sind nur mit Umrissen angelegt.

In Figur 9 befinden sich unmittelbar über den Ablösungsflächen des Nervenbündels dicht gelagerte, lange Kerne von derselben Form, wie sie bei den *Hydrophilus*-Muskeln an zahlreichen anderen Stellen unmittelbar unter dem Sarkolemma sich vorfinden. Das Vorkommen dieser Kerne an der Stelle, wo der Nervenbündel an der Muskelfaser aufsitzt, ist sehr grossen Variationen unterworfen.

Sie kommen einmal an dieser Stelle so dicht gedrängt vor, wie nicht leicht an einer anderen Stelle der Muskelfasern und in Figur 9 ist ein solcher Fall dargestellt; in anderen Fällen kommen viel weniger oder nur vereinzelte solche Kerne unter dem Nervenbündel vor, ja oft ist gar keiner dort zu sehen. Für den *Hydrophilus* hat schon Ranvier<sup>3</sup> auf diese Thatsache aufmerksam gemacht. „À la base de l'éminence“, sagt er, „il existe le plus souvent, comme Kühne et Margo Pont indiqué, des noyaux en assez grande abondance; mais leur nombre n'est pas constant, et vous verrez même, sur une des préparations, que je soumets à votre examen, une terminaison nerveuse au niveau de laquelle il n'en existe aucun.“

<sup>1</sup> Vergleiche Schwann l. c.; Bowman l. c.

<sup>2</sup> Chittenden, Untersuchungen des physiologischen Institutes der Universität Heidelberg. Bd. III, p. 171.

<sup>3</sup> Ranvier, Leçons sur l'histologie du système nerveux. T. II, Paris 1878, p. 278.

Die Kerne, welche weiter nach aussen im Nervenbügel sich befinden, unterscheiden sich von den früher erwähnten durch ihre mehr runde und gedrungene Form und durch das meist deutlich hervortretende Kernkörperchen. Es ist aber auch die Zahl dieser zweiten Art von Kernen bei den Käfern grossen Schwankungen unterworfen. In der Regel sind nur ein Paar oder ist nur ein solcher Kern zu beobachten, häufig auch keiner.

Bei den Nervenbügeln, unter welchen die Kerne erster Art sehr dicht gedrängt vorkommen, findet man, wie das in Figur 9 der Fall ist, meist in der Substanz des Nervenbügels selbst noch helle Räume, die von der feinkörnigen Masse des Nervenbügels umschlossen werden. Auf dem optischen Längsschnitte scheint dann der Nervenbügel aus zwei durch Brücken mit einander verbundenen Platten von körniger Substanz zu bestehen. Viel seltener und bei weitem nicht so regelmässig treten diese hellen Räume in Nervenbügeln auf, die nur wenige oder keine Kerne der ersteren Art enthalten.

Diese erscheinen in der Regel gleichmässig gezeichnet, von feinkörniger Beschaffenheit wie in Figur 8 und 10. Das ist auch bei den kleinen, aber stark prominirenden Nervenbügeln der Chrysomeliden der Fall, deren Auffindung durch die seitlichen Wellen sehr erleichtert ist.

Ich habe schon erwähnt, dass ich auf eine nähere Untersuchung des Baues der Nervenbügel der Insecten nicht einzugehen gedenke. Es würde mich das zu weit führen, da die Frage nur auf vergleichend-anatomischem Wege behandelt werden kann.

Den auf Grund von Beobachtungen an Käfermuskeln behaupteten innigeren Zusammenhang der sogenannten Zwischenscheiben mit den Nervenbügeln habe ich im Vorausgehenden hinlänglich erläutert. Wir könnten uns nun denken, dass der zu dem Nervenbügel zutretende Nerv sich in jenem dichotomisch theilt, und dass die Nervenenden in das zwischen den Muskelfibrillen vorhandene Sarkoplasma, welches mit der Substanz des Nervenbügels unmittelbar zusammenhängt, eintreten. Würde sich die Sache so verhalten, dann wäre die Beobachtung des Eintretens von Nervenfasern in die mit Z verbundenen Sarkoplasmakegel der Figuren 8, 9 und 10 in keiner Weise entscheidend für eine innigere Beziehung der Nerven zu den sogenannten Zwischenscheiben. Es würde eine solche Beobachtung vielmehr nur darauf zurückzuführen sein, dass die Uebtrittsstellen des Nerven aus dem Nervenbügel in das Sarkoplasma der Muskelfaser den Schichten Z entsprechend erhalten geblieben sind, während den übrigen Schichten entsprechend, die Ablösung des Nervenbügels von der Muskelfaser erfolgte, und die dort in das Sarkoplasma übertretenden Nerven zerrissen wurden. Eine solche Deutung lassen aber die von Föttinger beschriebenen Bilder nicht zu. Föttinger sah vielmehr an Nervenbügeln, welche den Muskelfasern noch voll aufpassen, den zutretenden Nerven sich theilen und die durch Theilung entstandenen Nervenfasern auf die sogenannten Zwischenscheiben und nur auf diese hinlaufen und in diese übergehen.

„Le cylindre-axe des fibres nerveuses motrices, arrivé au sommet de la plaque terminale semble se diviser en un nombre plus ou moins considérable de fibrilles qui vont innover directement les disques intermédiaires; il y a continuité directe entre le muscle et le nerf.“<sup>1</sup>

Bei der Vorstellung, welche ich mir von der Schichte Z der Muskelfasern auf Grund der vorliegenden Untersuchungen machen muss, ist es mir schwer, mit den Worten Föttinger's einen wahren Sinn zu verbinden. Ich habe schon früher hervorgehoben, dass eine Zwischenscheibe als morphologisches Ding im Muskel ebensowenig existirt, als irgend eine andere der sogenannten Scheiben des Muskels.

Es existirt nur eine Schichte Z der Muskelfaser und diese besteht aus den zwischen zwei parallelen Querschnitten liegenden Gliedern Z der Fibrillen und dem zwischen diesen vorhandenen Sarkoplasma.

Bei der Continuität, die das Sarkoplasma im ganzen Muskel besitzt, wäre es nun gewiss sehr auffallend, wenn gerade nur den Gliedern Z der Fibrillen entsprechend, die Nerven in das Sarkoplasma eintreten würden, selbst wenn, was sehr unwahrscheinlich ist, die Axencylinder in directe Beziehung zu den Gliedern Z der Fibrillen treten würden.

<sup>1</sup> Föttinger l. c. p. 319.

Das Wichtigste, was ich vorzubringen habe, ist aber, dass es mir ebenso wenig, wie v. Thanhoffer<sup>1</sup> und Bremer<sup>2</sup> gelungen ist, Bilder zu erhalten, wie sie Föttinger beschreibt und abbildet, auch wenn ich Föttinger's Methode sehr genau befolgte. Es ist das ein misslicher Umstand, der mir eine sachliche Kritik der Angaben Föttinger's unmöglich macht.

An Goldpräparaten sah ich in der Regel nicht mehr als Retzius<sup>3</sup> von dem Verhalten der Nerven an nach seiner Weise vergoldeten Muskeln an gibt. Verfuhr ich beim Vergolden nach den Angaben Bremers,<sup>4</sup> so sah ich in der Regel ebenfalls keine ordentlichen Nervenbilder und nur einige Male solche Bilder angedeutet, wie Bremer in seiner Figur 25 eines abbildet.

Am weitesten konnte ich den zutretenden Nerven in die Substanz des Nervenügels an Tinctionspräparaten, die zuerst mit Carmin und dann mit Hämatoxylin gefärbt wurden, verfolgen. An diesen sah ich Bilder, wie Figur 9. Der zutretende Nerv breitet sich in der äusseren Partie des Nervenügels, sich dichotomisch theilend, aus. Die feinen Zweige begaben sich in die Tiefe, waren aber bald in der Substanz des Hügel sich verlierend, nicht weiter zu verfolgen. Bilder von der Nervenansbreitung im Hügel bei *Hydrophilus*, die dem in Figur 9 dargestellten gleichen, erhielt ich sehr regelmässig, wenn ich lebende Käfer nach Entfernung des Abdomens in die Kleinenberg'sche<sup>5</sup> Pikrinschwefelsäure brachte und darnach, sowie das Kleinenberg für seine Präparate an gibt, anfangs in schwächeren und dann in stärkeren Alkohol und die von diesen Käfern erhaltenen Muskelfasern zuerst mit Carmin und darauf mit Hämatoxylin färbte. In der blassroth gefärbten Substanz des Nervenügels sah man dann die Ausbreitung des Nerven röthlich violett gefärbt. Nach diesen Bildern zu urtheilen, ist die typische Vertheilung der Nervenfasern in den Nervenügeln der Käfer eine andere, als sie Föttinger auf Grund seiner Bilder annimmt. Da aber neuerlich Kühne<sup>6</sup> angekündigt hat, dass es ihm gelungen sei, mittelst Golgi's Methode der combinirten Anwendung von Arsensäure und Goldchloridkalium auch bei den Insecten, wo die Goldmethoden bisher versagten, eine bessere Einsicht in den Bau der Nervenügel zu gewinnen, empfiehlt es sich, ein definitives Urtheil über diesen Gegenstand noch aufzuschieben. Die supponirte festere Verbindung der Substanz des Nervenügels mit den sogenannten Zwischenscheiben existirt aber nach meinen Erfahrungen als etwas Präformirtes nicht.

### III.

#### Über Säurebilder und Gold-Säurebilder der quergestreiften Muskelfasern.

Es empfiehlt sich, die Betrachtung dieser Bilder zu beginnen mit der Wirkung, welche eine äusserst geringe Säuremenge auf Muskelfasern ausübt, die von Käfern herrühren, welche 24 Stunden in 93%igem Alkohol gelegen haben, und die den früher beschriebenen Scheibenzerfall zeigen.

Am besten geeignet für diese Versuche fand ich die Muskeln von *Aphodius rufipes*. Es eignen sich dazu aber auch die Muskeln der übrigen *Aphodius*-Arten und aller der Käfer, welche nach 24stündigem Verweilen im Alkohol in Scheiben zerfallene Muskeln darbieten.

Nachdem ich die Muskeln in verdünntem Glycerin aufpräparirt und mit dem Deckgläschen bedeckt hatte, brachte ich an den einen Rand des Deckgläschens einen Tropfen Glycerin, welchem eine Spur von 1%iger Ameisensäure zugesetzt worden war, und legte an den gegenüber liegenden Rand des Deckgläschens ein zungenförmiges Streifen Filtrirpapiers, und zwar mit der Spitze an die Mitte des Randes des Deckgläschens, so dass der Tropfen angesäuerten Glycerins langsam und die frühere Zusatzflüssigkeit allmählig verdrängend zwischen Objectträger und Deckgläschen eingesaugt wurde.

<sup>1</sup> L. c.

<sup>2</sup> Bremer, Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 21. Bonn 1882, p. 165.

<sup>3</sup> Retzius, Biolog. Untersuchungen 1881, p. 9, Taf. I, Fig. 11.

<sup>4</sup> L. c.

<sup>5</sup> Kleinenberg, Sullo sviluppo del lumbric. trapezoid. Napoli 1878, p. 6.

<sup>6</sup> Kühne, Verhandlungen des naturhist.-med. Vereines zu Heidelberg. N. F. III. Bd., p. 277.

Wenn man die ersten Spuren einer möglichst schwachen Säurewirkung sehen will, ist bei diesen Versuchen grosse Vorsicht nothwendig. Bei einem geringen Mehr von Säure, als zur Herstellung der Bilder, die ich nun beschreiben will, nothwendig ist, treten sofort andere Bilder in die Erscheinung, die einer weiter fortgeschrittenen Säurewirkung entsprechen, und die uns erst später beschäftigen sollen.

Ich wähle zunächst für die Untersuchung solche Muskeln aus, welche in Scheiben  $N + J + Q + J + N$  zerfallen sind (i. e. in Querscheiben mit daran haftenden Nebenscheiben), und an welchen sowohl in  $N$  als in  $Q$  die Längsstreifung deutlich zu sehen ist, wie das bei dem in Figur 3 abgebildeten Beispiele der Fall war.

Die Veränderung, welche solche Muskelfasern durch sehr schwache Säurewirkung erleiden, ist die folgende. Die Schichten  $Q$  werden an ihrem Rande vorgewölbt (Fig. 11 *A*,  $Q$ ), die Stäbe, aus welchen diese Schichten im Längsschnitt zusammengesetzt erscheinen, verbreitern sich etwas, während zugleich auch die hellen Durchgänge zwischen den Stäben sehr prägnant hervortreten. Gleichzeitig erscheinen die Schichten  $N$  in scharfer Zeichnung, ihre Breite ist geringer, als die grösste Breite von  $Q$ . Es schliesst sich aber die Breite von  $Q$  am oberen und unteren Ende dieser Schichte der Breite von  $N$  an.

Die kurzen Stäbe, welche  $N$  zusammensetzen, werden nicht, oder nur wenig breiter, sie rücken aber auseinander und werden die hellen Durchgänge zwischen denselben breiter und deutlicher (Fig. 11 *A*).

Hat man Gelegenheit, eine der isolirten Scheiben von der Fläche her zu beobachten, so fällt an derselben zunächst das Bild Figur 11 *B* auf; dieses entspricht dem Querschnitte der Schichte  $N$ . Man kann nämlich an jeder auf der Fläche liegenden isolirten Scheibe zweimal, beim Heben und Senken des Mikroskoptubus das Bild Figur 11 *B* erhalten, entsprechend der an jeder Scheibe oben und unten vorhandenen Schichte  $N$ .

Die zwei Bilder sind durch ein deutliches Intervall getrennt, und für jedes der Bilder gibt es wieder eine hohe Einstellung, bei welcher helle Felder durch ein dunkles Geäder von einander getrennt erscheinen und eine tiefe Einstellung, bei welcher dunkle Felder durch ein helles Geäder von einander getrennt erscheinen. Bei einer solchen Einstellung auf eine der Schichten  $N$  ist Figur 11 *B* gezeichnet.

Einige Schwierigkeit bereitet es, sich davon zu überzeugen, dass beim Übergange von der Einstellung für die obere Schichte  $N$  auf die Einstellung für die untere Schichte  $N$  für einen Moment breitere Felder von einem äusserst zarten Geäder von einander getrennt zu sehen sind, und dass diese Felder und dieses Geäder in Bezug auf Form und Anordnung der Zeichnung entspricht, welche man auf dem Querschnitte von  $N$  wahrnimmt.

Es ist das nur bei sehr guter Beleuchtung und starker Blendung und bei gewisser Ausdauer in der Handhabung der Mikrometerschraube möglich, da man beim Verändern der Einstellung immer leicht durch das Auftauchen der Zeichnung des oberen oder unteren  $N$  gestört wird und nur mit Mühe der Punkt festzuhalten ist, bei welchem man sich davon überzeugt, dass auch der optische Querschnitt von  $Q$  in der eben angeführten Weise zu sehen ist.

Ein geringes Mehr von Säurewirkung auf die erwähnten isolirten Scheiben fördert oft sehr merkwürdige Bilder zu Tage.

Ein solches Bild ist in Figur 12 *A* und *B* dargestellt und wie ich hervorheben muss, möglichst naturgetreu. Ich bemerke das, weil man sich beim Anblick der Zeichnung des Gedankens nicht wird erwehren können, dass die Darstellung eine stark schematische ist.

In der That ist das aber nicht der Fall. Sehr geübte Mikroskopiker, welchen ich die betreffenden Präparate zeigte, gaben mir das Zeugnis, dass ich dieselben ganz so dargestellt habe, wie man sie wirklich sieht.

Man bemerkt, dass die Schichten  $Q$  beträchtlich breiter geworden sind, als die Schichten  $N$ , diese kleben auf beiden Grundflächen des stark verbreiterten  $Q$ , ohne dass sie ihren Charakter wesentlich verändert hätten, während  $Q$  um Vieles heller geworden ist und die Längsstreifung entweder völlig verloren hat oder dieselbe, was wieder nur mit sehr gut definirenden starken Objectiven zu sehen ist, nur noch als sehr feine, zarte Linien erkennen lässt. Von dem Streifen  $h$  ist weder an den Präparaten, nach welchen Fig. 11, noch auch an denen, nach welchen Fig. 12 gezeichnet wurde, etwas zu sehen. Präsentirt sich eine der isolirten Scheiben in diesem Stadium der Säurewirkung von der Fläche, so erhält man das Bild Figur 12 *B*.

Die innere Figur in dieser Zeichnung entspricht einem Querschnitte von  $N$ , sie ist gleichmässig von einem hellen Hofe umgeben, dessen äussere Grenze der Peripherie des verbreiterten  $Q$  entspricht.

Es ist auch hier leicht, durch Heben und Senken des Tubus sich davon zu überzeugen, dass das Bild von  $N$  zweimal zu erhalten ist, entsprechend dem oberen und unteren der auf  $Q$  klebenden  $N$ .

Ich muss nun noch eine zweite Art von Bildern erwähnen, welche man erhält, wenn der Scheibenzerfall der Muskeln so erfolgt ist, wie es in Figur 7 dargestellt ist, und man auf solche Muskeln wieder sehr geringe Mengen von Säure wirken lässt.

Ein Bild dieser Art ist in Fig. 13 von *Aphodius rufipes* dargestellt.

Die Schichten  $Q$  sind wieder beträchtlich verbreitert, ihre Längsstreifung ist verstrichen.

Dagegen sind die Schichten  $N + E + Z + E + N$  verhältnissmässig schmal.

Die Längsstreifung von  $N$  tritt wieder sehr prägnant hervor,  $Z$  ist in Form einer dunklen oft deutlich knotigen Linie in der Mitte des hellen Raumes zwischen zwei neben einander liegenden  $N$  zu sehen.

In dem oberen Theile der Muskelfaser (Fig. 13) ist rechts über einer grösseren, links über einer kleineren Strecke noch das Sarkolemma erhalten.

Ist das der Fall, so sieht man dasselbe an den Mantelflächen der Scheiben  $N + E + Z + E + N$  festhaften, während es durch die verbreiterte Scheibe  $Q$  stark nach aussen gedehnt ist und auf dem Längsschnitte das vorstehende Ende von  $Q$  in Form einer weiten Falte umfasst.

Es kommen aber nicht immer so regelmässige Bilder in Folge der Säurewirkung zu Stande.

Man beobachtet oft auch Bilder, wie Fig. 14, die für denjenigen, der sie zum ersten Male sieht und hört, dass sie einem schwach angesäuerten Muskel angehören, etwas besonders Überraschendes an sich haben, was sie aber verlieren, wenn man einmal die Bilder Fig. 13 kennt. Beide Bilder unterscheiden sich nur dadurch, dass in Figur 13 eine regelmässige Anordnung der ungleich verbreiterten Scheiben  $Q$  und  $N + E + Z + E + N$  erhalten blieb, während es zu dem Bilde Figur 14 kommt, wenn die stark sich verbreiternden Scheiben  $Q$  das anfänglich an den Scheiben  $N + E + Z + E + N$  haftende Sarkolemma ungleichmässig von dem Rande dieser Scheiben ablösen und nur an einer bestimmten Stelle die Scheiben  $N + E + Z + E + N$  am Sarkolemma haften bleiben.

Endlich habe ich noch anzuführen, wie in Folge schwacher Säurewirkung sich Muskelfasern verändern, welche vorher nicht in Scheiben zerfallen sind.

Die erste Veränderung derselben stimmt im Wesentlichen mit der Veränderung überein, welche für die zerfallenen Muskeln in Figur 11 A dargestellt ist. Würde man sich in dieser Figur zwei aufeinanderfolgende Schichten  $N$  durch eine helle Substanz verbunden denken, in welcher, entsprechend den gegenüber liegenden Enden der die Schichte  $N$  zusammensetzenden Stäbe und in der Mitte zwischen diesen Enden ein dunkles Korn sitzen würde, so hätte man das Bild einer der schwachen Säurewirkung unterlegenen Muskelfaser. Nur ist zu bemerken, dass die Schichte  $Z$  nicht immer aus solchen scharf getrennt neben einander liegenden Körnern besteht, sondern dass häufig die Schichte  $Z$  als ein mehr oder weniger dunkles in seinem Tone gleichmässig erscheinendes Band sich präsentirt.

Fasern in diesem Stadium der Veränderung machen namentlich, wenn die Schichten  $Z$  in der erstgenannten Weise sich präsentirt, aber auch noch im zweiten Falle den Eindruck, dass die Längsstreifung noch deutlicher hervortritt, als das an den nicht gesäuerten Muskeln der Fall ist.

Schreitet an solchen Muskeln die Säurewirkung etwas weiter fort, so verbreitert sich der Muskel beträchtlich und zugleich werden die Schichten  $Q$  länger und um Vieles heller; war  $h$  in der Mitte von  $Q$  deutlich zu sehen, so erscheint das in der gequollenen Faser wie ein äusserst matter Schatten noch angedeutet. Die Schichten  $N$  und  $Z$  werden auf einander gedrängt und die Stäbe, aus welchen die Schichten  $N$  zusammengesetzt erscheinen, rücken weiter auseinander. Schliesslich tritt ein Bild auf, wie dasselbe in Figur 15 von *Chaenius Schrankii* dargestellt ist.

Die breiter, länger und heller gewordenen  $Q$  erscheinen wie durch dunkle, in bestimmten Abständen stehende Stifte, oder manchmal auch deutlich sanduhrförmige Verbindungsstücke miteinander verbunden.

In der Mitte dieser Stiftenreihe tritt häufig, aber nicht immer eine sehr schmale, dunkle Linie auf, welche aus dünnen, zwischen den Stiften vorhandenen Brücken gebildet erscheint.

Ich werde auf diese Verbindung der Stifte, welche letztere aus den den Schichten *N* und *Z* entsprechenden Stäben oder Körnern hergestellt werden, noch später zurückkommen. Auch hier habe ich wieder eines unregelmässig gezeichneten Bildes zu erwähnen, welches häufig auftritt und demselben Veränderungsstadium entspricht, das durch das regelmässig gezeichnete Bild, Fig. 15, repräsentirt ist.

Es kommt nämlich vor, dass die Stifte, welche die gequollenen *Q* mit einander verbinden sich nicht in annähernd gleichen Abständen von einander befinden, wie in Fig. 15, sondern dass dieselben unregelmässig vertheilt, bald nur durch engere Zwischenräume von einander getrennt und wie zu Gruppen vereinigt, oder einzeln auftreten, während diese Gruppen von Stiften und diese vereinzelt Stifte wieder in theils grösseren, theils kleineren Abständen von einander sich befinden. Eine also veränderte Muskelfaser ist in Figur 16 nach einem Präparate von *Pyrochroa coccinea* gezeichnet.

Ich muss nun wieder auf die Bilder zurückkommen, welche man durch Einwirkung von Säure auf Muskelfasern, die vorher in Scheiben nach Art der Fig. 3 und Fig. 11 *A* zerfallen waren, erhalten kann.

Ich habe von diesen vorerst nur das bei etwas stärkerer Säurewirkung oft vorkommende merkwürdige Bild, Fig. 12 *A* und *B*, besprochen, welches auftritt, wenn beim Quellen von *Q* der feste Zusammenhang zwischen den Schichten *Q* und *N* verloren geht, so dass die quellenden Theile von *Q* bei der Verbreiterung desselben an den Flächen der nicht sich verbreiternden Schichten *N* hingeleiten und beide Schichten nur durch Adhäsion aneinander haften bleiben.

Das ist nur ein sehr merkwürdiger und für die Natur der Schichten *Q* und *N* sehr belehrender Fall der Säurewirkung. Anders gestaltet sich der Erfolg der Säurewirkung, wenn beim Quellen der Zusammenhang zwischen *Q* und *N* erhalten bleibt.

Man findet dann Bilder, welche sich von den Scheiben, Fig. 11 *A*, nur dadurch unterscheiden, dass die Breite der Scheiben eine beträchtlichere geworden ist. Die Elemente von *N* besäumen, aber nur etwas auseinandergerückt, die gequollene Schichte *A* an beiden Seiten ähnlich regelmässig, wie in Fig. 11 *A*.

Ist die Säurewirkung so weit vorgeschritten, dann tritt bei weiterer Einwirkung der Säure sehr bald ein wesentlich anderes Bild an die Stelle des beschriebenen.

Wir werden diesen Vorgang später kennen lernen, wo die in Folge von stärkerer Säurewirkung zu erhaltenden Bilder besprochen werden sollen.

Unter Hinweis auf das Bild, Fig. 16, habe ich aber noch anzuführen, dass auch unter den Bildern, welche man durch schwache Einwirkung von Säuren auf Muskeln, die vorher in Scheiben nach Art der Fig. 3 und Fig. 11 *A* zerfallen waren, solche findet, in denen die Elemente von *N*, welche die gequollenen Schichten *Q* an beiden Enden besäumen, eine unregelmässige Vertheilung zeigen in der Art, wie wir sie an den Stiften der Fig. 16 antreffen.

Gewöhnlich wiederholt sich dann die besondere Art der unregelmässigen Vertheilung in den beiden, durch *N* gebildeten Säumen von *Q* ebenso wie sich die unregelmässige Vertheilung der Stifte in Fig. 16 zwischen zwei aufeinanderfolgenden *Q* ganz regelmässig wiederholt. Dass solche Bilder vorkommen, ja am häufigsten zu beobachten sind, ist sehr wichtig, weil sie auf den regelmässigen Zusammenhang der Elemente der einzelnen queren Schichten der Muskelfasern in der Richtung der Längsaxe der Muskelfasern hinweisen. Immer ist aber die beschriebene Wiederholung der besonderen Zeichnung von *N* weder an den isolirten Scheiben, noch auch an noch in situ befindlichen Schichten der Muskelfasern zu beobachten.

Es ist vielmehr manchmal in den aufeinanderfolgenden von den Stiften (Fig. 16) gebildeten Schichten oder in den von *N* gebildeten Säumen (Fig. 11 *A*) eine immer andere unregelmässige Anordnung zu sehen.

Wenn wir uns an das erinnern, was in Fig. 12 zu sehen war und damit zusammenhalten das, was in Fig. 16 und den analog veränderten isolirten Scheiben zu sehen ist, so fällt es nicht schwer, eine Erklärung für die besprochenen unregelmässigen Bilder darin zu finden, dass beim Quellen von *Q* der Zusammenhang von *Q* mit *N* weder ganz gelöst wurde, noch auch ganz erhalten blieb, sondern partienweise das eine und

partienweise das andere der Fall war, so dass die beim Quellen von *Q* auftretende Locomotion sich in der Weise vollzieht, dass die noch mit *Q* zusammenhängenden Elemente von *N* dabei mitgenommen werden, oder aber in der Weise, dass sich das von den Elementen von *N* losgelöste *Q* unter denselben verschiebt. Ich muss anführen, dass alle bisher beschriebenen Säurebilder sich als Dauerpräparate conserviren lassen — ich bewahre solche nun schon durch zwei Jahre — wenn man, nachdem die entsprechende Wirkung der Säure eingetreten ist reichlich mit verdünntem Glycerin drainirt, und dann das Präparat in demselben einschliesst.

Wenn wir nun die Schlüsse ziehen, zu welchen die beschriebenen, in Folge von Säurewirkung auftretenden Bilder berechtigen, so ergibt sich, dass die Schichten *Q* viel rascher und in viel höherem Grade in Säuren quellen, als die Schichten *N* und *Z*, und dass das verschiedene Quellungsvermögen dieser Schichten vor allem bestimmend auf die durch Säurewirkung entstehenden Bilder einwirkt, während ein solcher bestimmender Einfluss der Schichten *J* und *E* nicht hervortritt, sondern vielmehr das Verhalten dieser Schichten ein mehr passives, von dem Verhalten der Schichten *Q* und *N* abhängiges ist.

Ich habe früher einen Werth darauf gelegt, dass die Versuche an Muskeln angestellt werden, welche von Käfern herrühren, die nur 24 Stunden in Alkohol gelegen haben. Es war das nothwendig wegen der Folgerungen, welche ich später noch auf diese Versuche basiren will.

Ich muss aber hier anführen, dass längeres Liegen in Alkohol oder Einlegen der durch 2 bis 4 Tage in Alkohol gelegenen Käfer in Glycerin (2 Theile auf 1 Theil Wasser) die Herstellung von Präparaten, wie die beschriebenen erleichtert, weil das Liegen in Alkohol das Quellungsvermögen der Muskeln beschränkt, ohne dass dadurch das Verhältniss der verschiedenen Quellbarkeit der Schichten *Q* und der Schichten *N* und *Z* auffallend geändert würde. Das nachträgliche Einlegen in Glycerin hindert, dass diese Beschränkung eine zu grosse wird, wie es bei fortdauernder Einwirkung des Alkohols der Fall ist. Mit Muskeln, die einige Zeit in Alkohol gelegenen Käfern entnommen werden, oder solchen Käfern, die nach passend langer Einwirkung des Alkohols in Glycerin gebracht wurden, lassen sich, ohne dass man gar so vorsichtig mit dem Zusatz der 1%igen Ameisensäure zu sein brauchte, die früher beschriebenen Bilder erhalten.

Durch das Liegen in Glycerin verändern sich die Muskeln auch nach sehr langer Zeit nicht wesentlich, und können während dieser Zeit beliebig für die beschriebenen Versuche verwendet werden.

Hat man einiges Materiale zur Verfügung, dann wird es leicht sein, die passende Zeit für die Alkoholwirkung und die Verwendbarkeit der in Glycerin conservirten Thiere für den einzelnen Fall herauszuprobiren.

Ich gehe nun zu anderen Säurebildern über, welche einem weiter vorgeschrittenen Stadium der Säurewirkung entsprechen und werde mit diesen auch zugleich den Scheibenzerfall der Muskelfasern in Säuren, auf welchen schon im zweiten Abschnitte hingewiesen wurde, behandeln. Wir werden uns bei dieser Untersuchung überzeugen, dass die genaue Analyse der vorher besprochenen Säurebilder nothwendig war. Wir werden die nun zu behandelnden Bilder, die in noch wichtigerer Beziehung zu Fragen der Muskelstructur stehen, jetzt viel leichter richtig zu deuten vermögen.

Man gewinnt auch hier einen sehr passenden Ausgangspunkt für die Untersuchung, wenn man vorerst nicht ganz frische Muskeln, sondern solche, welche von Käfern herrühren, die 24—48 Stunden, aber nicht länger in 93%igem Alkohol gelegen haben, der Säurewirkung unterwirft. Ich ersetze zu dem Ende das Glycerin, in welchem die Muskeln aufpräparirt wurden, durch rasche Drainage mittelst 1%iger Ameisensäure und verfolge die successiven Veränderungen, welche eine bestimmte Faser unter den Augen des Beobachters erleidet.

Es ereignen sich dabei mit Bezug auf den Enderfolg der Säurewirkung zwei bemerkenswerthe Fälle, deren Eintritt sich nicht vorhersagen lässt, da Muskeln desselben Thieres, welche vor der Säurewirkung keine erkennbaren Unterschiede ihres mikroskopischen Verhaltens darbieten, sich bald in der einen, bald in der anderen Weise verhalten.

Der Unterschied dieser zwei Fälle besteht darin, dass in dem einen Falle die Theile des veränderten Muskels ihren Zusammenhang bewahren, dass dagegen in dem anderen Falle eine ganz regelmässige, bestimmten Querstreifen entsprechende quere Zerklüftung des Muskels, der Scheibenzerfall des durch Säurewirkung veränderten Muskels auftritt.

Der letztere Fall ist darum von grosser Wichtigkeit, weil er ein für die Kenntniss der Muskelstructur bedeutsames Querschnittsbild in vielfacher Anzahl zu Tage fördert.

Beide Fälle: Entstehung des zu beschreibenden Säurebildes mit Erhaltung des Zusammenhanges und Entstehung des Säurebildes mit Scheibenzerfall, ereignen sich bei den Muskeln aller Käfer in der Regel neben einander. Es muss nur immer dafür gesorgt sein, dass die Muskeln in der Säure rasch bis zu einem Maximum aufquellen. Oft überwiegt dann der eine, oft der anderen Fall. Ja, an derselben Muskelfaser können beide Fälle beobachtet werden. An dem einen Ende der eine, an dem anderen Ende der andere, oder der eine an beiden Enden, der andere in der Mitte. Die Gründe dieses abweichenden Verhaltens kann ich sicher nicht angeben. Eine Vermuthung darüber will ich später aussprechen.

Unrichtig wäre es aber, wenn man glauben wollte, dass die Zeit der Säurewirkung in der Beziehung zu dem Verhalten der Muskelfasern stünde, dass der Scheibenzerfall immer erst in Folge länger andauernder Säurewirkung auftritt. Denn man kann sich leicht davon überzeugen, dass einzelne Muskelfasern auch, wenn man die Säure sehr lange einwirken lässt und durch Drainage öfter erneuert immer noch ihren Zusammenhang bewahren; bei anderen Fasern führt dagegen die verlängerte und erneuerte Säurewirkung schliesslich den Scheibenzerfall herbei; es kommt aber auch der Fall häufig vor, dass rasch und plötzlich und unmittelbar nach der ersten Berührung der Säure mit den Muskeln diese in Scheiben zerfallen.

Wir wählen für den Versuch vorerst Muskelfasern, an welchen alle Querstreifen nach Art des Schemas, Fig. 5 A, deutlich zu sehen sind. Sobald der Säurestrom sich über die Muskelfasern ergiesst, quellen dieselben beträchtlich, sie werden dabei blasser. Das gilt namentlich von der Schichte Q.

Die Schichten N und Z bleiben anfänglich in Bezug auf die Verbreiterung hinter Q zurück, so dass die Muskelfaser entsprechend den Schichten N und Z eingeschnürt ist. In Bezug auf die Ausdehnung in der Richtung der Längsaxe der Muskelfaser bleibt in der gequollenen Faser das Verhältniss der Höhe der Schichten Q und N und Z ebenfalls nicht erhalten. In der gequollenen Faser erscheinen die Schichten Q relativ höher, die Schichten N und Z dagegen aufeinander gedrängt. Rasch folgen aber nun die so veränderten Schichten N und Z der wachsenden Ausdehnung der Schichten Q in die Breite und es stellt sich ein Bild her, welches leicht noch für das im raschen Ablauf der Erscheinungen in der That für einen Moment vorhandene Bild, Fig. 11 A und Fig. 15 gehalten werden könnte, welches aber in Wirklichkeit von diesem Bilde wesentlich verschieden ist. Ein solches Säurebild ist in Fig. 17 A von *Staphylinus caesareus* dargestellt.

Man sieht statt der früheren dunklen Elemente der Schichten N jetzt in den entsprechenden Theilen der Muskelfaser dunkle, runde oder meist etwas in die Länge gestreckte Gebilde in regelmässigen Abständen neben einander, Fig. 17 A, I, I n. s. w., die sich wie neben einander liegende Körner ausnehmen. Wir wollen dieselben, ohne jedoch vorläufig damit ihrer Erklärung zu präjudiciren, als dunkle Knoten bezeichnen, weil zwischen zwei den Enden je einer Schichte Q entsprechenden Querreihen dieser dunklen Knoten äusserst zarte, fadenförmige Verbindungen vorhanden sind, welche ebenfalls etwas dunkler erscheinen, als die Substanz von Q, und in welche zwei gegenüberliegende dunkle Knoten mit zugespitzten Enden übergehen.

Der schmale Raum zwischen zwei Querreihen dieser dunklen Knoten, die je zwei aufeinanderfolgenden Schichten Q entsprechen, erscheint ebenfalls dunkler als die Substanz von Q, und zwar bald mehr, bald weniger stark verdunkelt und meist ist in der Mitte dieses Raumes in Form einer schmalen, dunklen Linie der Streifen Z noch deutlich zu sehen (Fig. 17 A, Z, Z —). Durch die Mitte von Q zieht an Stelle von h meist ein zarter Schatten (Fig. 17 A, II, II —). Oft fehlt aber der letztere ganz, dagegen sieht man in einzelnen Fällen an dieser Stelle deutlich eine meist etwas in die Länge gestreckte, leichte Verdickung der durch Q laufenden feinen Verbindungsfäden der früher erwähnten Knoten I.

Man kann Präparate, wie die beschriebenen, wieder durch lange Zeit conserviren, wenn man von den gequollenen Muskelfasern die zugesetzte Säure durch verdünntes Glycerin entfernt und dieselben in dem letzteren einschliesst. Das Ansehen der Bilder verändert sich dabei weder beim Zusatz des Glycerins, noch auch nach längerem Liegen in demselben in einer bemerkenswerthen Weise.

Ich möchte im Allgemeinen drei Formen dieses Bildes nach der Form der von den Balken umschlossenen Maschen unterscheiden.

Es ist das beschriebene Bild bei allen untersuchten Käfern mit Ausnahme einer einzigen Familie, welche bald besonders behandelt werden soll, so leicht und häufig zu erhalten, dass ich es unterlasse, besondere Käfer dafür zu empfehlen, bemerken muss ich aber, dass in Bezug auf den Abstand der Knoten *I*, von einander und die mehr oder weniger gestreckte (spindelförmige, ellipsoidische, rundliche und gedrungene) Form derselben, in Bezug auf die Deutlichkeit, Schärfe und Dicke der die Knoten verbindenden Fäden, in Bezug auf die Breite des schmalen Raumes zwischen zwei neben einanderliegenden Querreihen *I*; die Deutlichkeit der Linie *Z* in diesem Raume und die Deutlichkeit von *h* die mannigfachsten Variationen beobachtet werden können, die für spezielle Fälle zu beschreiben, hier zu weit führen würde.

Ich will vielmehr sogleich zu den Bildern übergehen, welche erhalten werden, wenn in Folge der Säurewirkung ein Scheibenzerfall der Muskelfasern auftritt, weil sie uns ganz besonders in den Stand setzen werden, die Bilder, welche durch Fig. 17 *A* repräsentirt sind und den Unterschied derselben von den früher beschriebenen Säurebildern (Fig. 11—16) zu erklären.

In einem bestimmten Stadium eines langsam sich vollziehenden Scheibenzerfalles in Säuren ist wieder von *Staphylinus caesareus* eine Muskelfaser in Fig. 17 *B* dargestellt. Man sieht, dass die Schichte *Q* in ihren mittleren Partien ihre Continuität verliert, während zwei Querreihen von Knoten durch den schmalen Streifen zwischen denselben verbunden bleiben, und dass dann die Schichten *I* + *Z* + *I* aneinander weichen und in Form von Scheiben isolirt werden. An den Enden der Knoten der Querreihen *I* sind noch die Enden der früheren Verbindungsfäden der Knoten, die obere und untere Fläche der isolirten Scheibe wie die Haare einer Bürste besetzend, zu sehen. In Fig. 17 *B* erscheint die Scheibe *a* vollständig abgetrennt, während die Scheiben *b*, *c* und *d* nur links von einander getrennt, rechts dagegen noch mit einander verbunden erscheinen.

Ich habe von Scheiben gesprochen, weil sich eben leicht zeigen lässt, dass die Bilder *a*, *b*, *c*, *d*, Fig. 17 *B* die Seitenansichten von den ganzen Muskelquerschnitt umfassenden Scheiben sind, von welchen man, da sich die einmal isolirten Scheiben leicht auf die Fläche legen, auch immer zahlreiche Flächenansichten erhalten kann.

Bei *Staphylinus caesareus* geben diese Scheiben in der letzteren Ansicht das in Fig. 17 *C* dargestellte Bild. Man sieht ein Netz von dunklen Balken, in welchem längliche, rhombische oder polygonale, helle Maschenräume vorhanden sind, die mit ihrer langen Diagonale radiär im Muskel angeordnet sind. Die Balken gehen von einer im Inneren der Muskelsubstanz gelegenen feinkörnig erscheinenden Masse aus, welche meist einen Kern in sich schliesst. Dort, wo die die Maschenräume umschliessenden Balken zusammenstossen, treten im Netze verdickte Knoten auf.

Hat man solche Scheiben einmal isolirt, dann gelingt es durch leichte, kurz abgehackte Stösse, welche man mit einer Präparirnadel auf das Deckgläschen ausübt, dieselben zu solchen Bewegungen in der Flüssigkeit zu veranlassen, dass sie einmal von der Fläche, das andere Mal von dem Rande sich präsentiren und man erhält dann von demselben Gebilde wie es in Fig. 17 *C* und *D* gezeichnet ist, einmal die in *C*, das andere die in *D* dargestellte Ansicht. Ausserdem treten viele der Scheiben so gebogen auf, dass einerseits am aufgebogenen Rande die eine, an dem ausgebreiteten Theil der Scheibe die andere Ansicht wahrzunehmen ist. Durch solche Versuche überzeugt man sich auch, dass, ob nun die eine oder die andere Fläche der isolirten Scheibe nach oben zu liegen kommt, immer das Bild *C* mit derselben Schärfe und Deutlichkeit vorhanden ist.

Ich habe mich bisher, um bestimmte Anhaltspunkte für die Darstellung zu gewinnen, an das in Fig. 17 *A*, *B*, *C* und *D* dargestellte Beispiel gehalten. Wenn man aber das Verhalten der verschiedenen Muskeln eines Käfers und der verschiedenen Muskeln einer grossen Reihe von verschiedenen Käferspecies bei dem angeführten Versuche berücksichtigt, so stösst man noch auf eine Menge anderer Bilder, welche eben so bemerkenswerth sind, wie die beschriebenen. Es sind das Bilder, welche die Längensicht der Muskelfasern betreffen, und solche welche den Querschnitt der Muskelfasern betreffen. Was zunächst die letzteren, also die Flächenansicht der durch Säurewirkung isolirten Scheiben anbelangt, so ist dieselbe bei Weitem nicht bei allen Käfern die, welche wir bei *Staphylinus caesareus* kennen gelernt haben.

Lang gestreckte, radiär gestellte Maschen in dem Balkennetz, wie bei *Staphylinus caesareus*, kommen in vorherrschender Anzahl, wenn nicht ausschliesslich vor bei den Muskeln der Cicindeliden, der kleineren Carabiden, z. B. bei den *Nebria*-, *Pseudophonus*-, *Pterostichus*-, *Platynus*-, *Agonum* und *Brachinus*-Arten, bei vielen Staphyliniden, bei den Canthariden- und überhaupt bei Käfermuskeln, welche bei kleinem Querschnitt in ihrem Innern die Kerne reihenweise in einem oder nur wenigen der Axe des Muskels entlang laufenden, geschlossenen Strängen feinkörniger Substanz enthalten, mit Ausnahmen, die sogleich näher erwähnt werden sollen.

Ich muss hier nochmals auf den raschen, explosionsartig erfolgenden Scheibenzerfall der Muskeln in Säuren zurückkommen, der nicht selten gelegentlich an den Muskeln der verschiedensten Käfer bei der vorerwähnten Säureapplication zu sehen ist, weil gerade bei kleineren Carabiden, z. B. *Platynus angusticollis* und *albipes*, *Agonum prasinum*, *Pterostichus transversalis*, *Brachinus crepitans* und *Nebria picicornis* wegen der Häufigkeit dieses Vorkommens die beste Gelegenheit ist, dieses Phänomen zu beobachten. Dabei sieht man aus dem Sarkolemma am Ende einer Muskelfaser Scheibe nach Scheibe rasch hervorschiessen, und sich dann in der Flüssigkeit gewöhnlich entweder völlig auf die Fläche ausbreiten, oder mit an dem einen oder dem anderen Orte aufgebogenem Rande sich schwebend in der Flüssigkeit erhalten. Oft erfolgt dieses Hervorschiessen der Scheiben pulsatorisch, wobei jede aus dem Innern des Muskels hervorkommende Scheibe unter mannigfachen Biegungen sich den Ausweg durch das Sarkolemma bahnt, welches nach dem Durchtritt der Scheibe sich wieder zusammenschliesst, um von der nächst ausgestossenen Scheibe wieder eröffnet zu werden u. s. w. Oft hört aber, ehe sich der Sarkolemmaschlauch noch völlig entleert hat, dieses Schauspiel plötzlich auf und man sieht dann einen erweiterten Sarkolemmaschlauch, mit isolirten, in den mannigfachsten Lagen an einander gedrängten Scheiben gefüllt, zurückbleiben.

Es scheinen mir diese Vorgänge darauf hinzuweisen, dass die mehr oder weniger rasche Änderung, welche die elastischen Eigenschaften des Sarkolemma unter dem Einfluss der Säure erleiden, wahrscheinlich bedingend für die früher angeführten verschiedenen Arten der Entstehung des Säurebildes und des Auftretens des Scheibenzerfalles ist.

Ein zweites Bild der Flächen der isolirten Scheiben ist in Fig. 18 A von *Dorcudion morio* dargestellt. Die Maschen zwischen den dunklen Balken sind hier mehr ebenmässig entwickelte Polygone und in dem Balkennetz sitzen runde, verdickte Knotenpunkte. Ein Kern findet sich hier der Oberfläche der Muskelfaser entsprechend eingelagert. Die Seitenansicht (Fig. 18 B) der isolirten Scheibe ist jener der isolirten Scheibe Fig. 17 ganz ähnlich, nur erscheinen die Knoten der Querreihen etwas mehr in die Länge gestreckt und ist in dem schmalen Raume zwischen den Querreihen der Knoten I, I keine dunkle Linie zu sehen, wie in Fig. 17 D. Es ist das Letztere ein Fall, wie er auch bei den früher behandelten Scheiben vorkommen kann, gerade so wie der Fall Fig. 17 D auch bei Scheiben, deren Flächenansicht der Form Fig. 18 A entspricht, beobachtet werden kann. Scheiben der letzteren Form kommen wieder in weit überwiegender Zahl, wenn nicht ausschliesslich, zu den Muskeln der Hydrophiliden, der Lucaniden, der Scarabaeiden, der Tenebrioniden, der Meloiden, der Curculioniden, der Cerambyeiden, und der meisten Chrysomeliden. Es sind das Muskeln, welche ihre Kerne an der Oberfläche unmittelbar unter dem Sarkolemma oder doch ganz vorzugsweise dort haben. Ich werde aber die verschiedene Kernstellung bei den verschiedenen Käfermuskeln erst in einem späteren Abschnitte näher besprechen. Auch eines besonderen Vorkommens in der Mitte der Polygone von *Hydrophilus* werde ich erst später gedenken.

Bei Muskelfasern von sehr breitem Querschnitt, wie sie z. B. bei den grossen Böcken *Cerambyx*, *Eryates*, *Prionus* vorkommen, treten stärkere Balken in grösserer oder geringerer Anzahl auf, welche die Polygone gruppenweise abgrenzen. Meist tauchen die Balken aus einzelnen stärkeren isolirten Knoten auf, um sich nach kurzem Verlauf nach verschiedenen Richtungen wieder dendritisch in die die Mehrzahl der Polygone begrenzenden dünneren Balken aufzulösen. Netze mit ebenmässig entwickelten polygonalen Maschen kommen auch vor bei Muskeln, die ihre Kerne im Innern reihenweise in discret stehenden kurzen Strängen enthalten, wie z. B. bei den Silphiden, ferner in den breiten Muskeln der grösseren Carabiden, z. B. *Procerus gigas*, *Procrustes coriaceus*, *Megadontus violaceus*, die eine grössere Anzahl von Kernreihen in ihrem Innern enthalten.

Die Abgrenzung des Vorkommens der Muskeln mit radiär gestellten verlängerten und mit polygonalen Maschen ist schwierig. Ich werde auf diese Frage noch zurückkommen.

Hier muss ich aber nun noch eine für die Deutung der Säurebilder besonders wichtige Beobachtung anführen.

Die früher ausführlicher behandelten Muskeln der *Aphodius*-Arten, von welchen wir daselbst auch schon ein Querschnittsbild (vergl. Fig. 11 *B* und Fig. 12 *B*) kennen gelernt haben, gehören wie die Muskeln der Scarabaeiden überhaupt in die Reihe jener Muskeln, bei welchen an den durch Säure isolirten Scheiben ebenmässig entwickelte polygonale Maschen in specie das zweite der früher angeführten Bilder der Flächenansicht auftritt.

Wenn man nun auf isolirte Scheiben dieser Muskeln, wie solche in Fig. 11 und Fig. 12 als  $N+J+Q+J+N$  und in Fig. 13 als  $N+E+Z+E+N$  auftreten, die Säure stark, das ist länger und unter öfterer Erneuerung der zugesetzten Säure mittelst Drainage wirken lässt, so beobachtet man, dass dann auch die Scheiben *N* sich verbreitern.

Dabei ändert sich aber das Querschnittsbild der Scheiben, welches anfangs das Ansehen hat, das in Fig. 11 *B* und Fig. 12 *B* dargestellt ist.

Die Änderung besteht darin, dass bei derselben Einstellung die dunklen Felder der Querschnitte unter gleichzeitiger Vergrößerung immer heller werden, damit vergrößern sich auch die Maschen des zwischen jenen Feldern vorhandenen Geäders und dieses wird im Vergleich zu den Feldern jetzt dunkler, so dass schliesslich das Querschnittsbild ganz ähnlich aussieht, wie das in Fig. 18 *A* gezeichnete.

Es findet also, wenn einmal auch die Elemente von *N* in der Säure gequollen sind, eine Umkehrung der Lichtvertheilung zwischen den von dem Netze umschlossenen Feldern und den Balken des Netzes selbst statt.

Den dunklen Feldern in den Querschnittsbildern, Fig. 11 *B* und Fig. 12 *B*, entsprechen in dem durch Quellung vergrößerten Querschnitte helle Felder; dem früher hellen Geäder entsprechen die dunklen Balken des schliesslich auftretenden Säurebildes.

Die Seitenansicht der Scheiben  $N+E+Z+E+N$ , welche anfangs die in Fig. 13 dargestellte ist, wird dann die, welche wir in Fig. 17 *D* und in Fig. 18 *B* wahrnehmen.

Man könnte nun, wenn man nur die Seitenansichten der durch Säure veränderten Scheiben Fig. 17 und 18 kennen würde, diese Bilder als gleichbedeutend mit der Seitenansicht der Scheiben  $N+E+Z+E+N$  der Fig. 13 ansehen, und die Querreihen I von dunklen Knoten für die Elemente (Stäbe) der Schichten *N* halten, während sie in der That etwas ganz anderes sind, wie wir später noch näher sehen werden. An einer früheren Stelle habe ich schon davor gewarnt, dass man nicht das Bild, Fig. 17 *A* mit Bildern wie Fig. 11 *A* und Fig. 15 verwechseln möge. Die Verwechslung würde dort dieselbe sein, welche man beginge, wenn man die Seitenansichten Fig. 17 *D* und Fig. 18 *B* für gleichbedeutend mit der Seitenansicht der Scheiben  $N+E+Z+E+N$ , Fig. 13, hielte.

Bei den *Aphodius*-Arten und einigen anderen Scarabaeiden ist das Flächenbild der durch Säure veränderten Scheiben insofern noch besonders bemerkenswerth, als die Knoten des polygonalen Maschenwerkes sehr gross und oft unregelmässig ausgezogen erscheinen, während dagegen die die Knoten verbindenden Seiten der Polygone stellenweise sehr zart sind. Man muss in diesem Falle sehr darauf achten, dass man das Bild richtig deutet. Ich verweise in Beziehung auf das Ansehen solcher Scheiben auf Fig. 23, die nach einem Goldpräparate gezeichnet ist, und werde später auf die Deutung dieses Bildes zurückkommen.

Ein drittes Bild der Fläche von durch Säure isolirten Scheiben von Käfermuskeln ist in Fig. 19 *A* von *Colymbetes fuscus* dargestellt. Es kommt dieses Bild bei der Familie der Dyticiden vor, und zwar habe ich es an den Muskeln aller neun auf Seite 9 angeführten Species von Dyticiden angetroffen.

Diese Käfer besitzen wieder Muskeln, in welchen die Kerne reihenweise in Strängen und Blättern feinkörniger Substanz, die den Muskel durchziehen, angeordnet sind.

Es ist bekanntlich ein Verdienst von Retzius, dieses eigenthümliche Bild für *Dyticus marginalis* auf Grund von Goldpräparaten, welche uns bald ausführlicher beschäftigen sollen, genau beschrieben zu haben.

Retzius<sup>1</sup> gibt auch schon an, dass dieses Bild ebenso an Muskeln, die nur mit Ameisensäure behandelt wurden, zu sehen ist.

Ich lege einen grossen Werth darauf, dass man sich vorerst genau an den Säurebildern orientire, ehe man zur Beurtheilung der Goldbilder übergeht.

Es ist nämlich für die Kenntniss der letzteren wichtig, dass gewisse Goldbilder nichts, als die getreue Wiederholung der Säurebilder, abgesehen von der durch die Imprägnation gesetzten Färbung sind. Für die Beurtheilung dieser Bilder ist es aber gerade wichtig, dass man nicht bloß die Endveränderung kennt, welche der Muskel durch die Procedur erlitten hat, der er unterzogen wurde. Es ist vielmehr notwendig, die successiven Veränderungen kennen zu lernen, nach deren Ablauf sich die Endveränderung am Muskel hergestellt hat, was bei der einfachen Application von Säure viel leichter möglich ist, als bei dem Goldverfahren. Endlich ist es wichtig, dass gewisse Goldbilder der Muskeln als Säurebilder declarirt werden, weil es noch eine andere Art von Goldbildern der Muskelfasern gibt, die sich von den ersteren wesentlich unterscheiden, aber für die Kenntniss der Muskelstructur ebenso wichtig sind, wie die ersteren.

Von dieser zweiten Art von Goldbildern werde ich in einem späteren Abschnitte handeln.

Was Retzius bei Gelegenheit der Beschreibung der Querschnitte von nach seiner Methode vergoldeten Muskeln über die Verschiedenheit der Querschnitte der Muskeln von *Dyticus* anführt, gilt auch für die Muskeln der untersuchten Dyticiden im Allgemeinen. Die Querschnitte sind bald rund, bald oval und dabei oft an den Seiten abgeplattet, so dass mehr ebenmässig entwickelte oder in die Länge gezogene, unregelmässige Vielecke resultiren. Ja, manchmal erscheint eine und die andere Seite des Vieleckes sogar durch eine nebenliegende Faser eingebogen und dann die Ecke, in welcher diese Seite mit der folgenden zusammenstösst, verlängert und spitz.

Bei den kleineren Dyticiden überwiegen entschieden die mehr ebenmässig entwickelten Querschnitte der dünneren Muskelfasern, während die unregelmässigeren Querschnitte an den breiten Muskelfasern der grösseren Dyticiden häufiger vorkommen. Bei den mehr ebenmässig entwickelten Querschnitten findet man gewöhnlich einen Kern in der Mitte, bei den verlängerten finden sich zwei oder drei, deren Constellation im Querschnitte grossen Unregelmässigkeiten unterworfen ist, die aber gewöhnlich in grössere Entfernung in der Richtung, nach welcher der Querschnitt am meisten in die Länge entwickelt ist, auseinandergerückt erscheinen. Das sind die gewöhnlichen Fälle. Es kommen aber auch verlängerte Querschnitte mit nur einem Kern und nicht oder nur wenig verlängerte mit zwei und drei Kernen vor, in welchen dann die Kerne näher bei einander und mehr in den mittleren Partien des Querschnittes liegen.

Die grösste Anzahl von Kernen auf einem Querschnitt, die ich zählte, war vier, und solche Querschnitte sind auffallend gross, dabei sind sie wieder mehr ebenmässig nach den verschiedenen Richtungen entwickelt, enthalten aber alle vier Kerne in excentrischer Stellung und wechselnden Abständen.

Vereinzelt trifft man solche Querschnitte nicht selten an, ihrer Zahl nach bleiben sie aber im Vergleich mit denen, welche einen, zwei oder drei Kerne aufweisen, sehr zurück.

Die Kerne sind umgeben von einer körnigen Substanz, aus welcher sich ein eigenthümliches Balkenwerk entwickelt. In diesem fallen zunächst stärkere Balken auf, die nach verschiedenen Richtungen vom Kerne ausstrahlen (Fig. 19). Diese Balken lösen sich gegen die Peripherie laufend, in kleinere Balken auf, oder sie laufen, während sie fortwährend kleinere Balken aussenden, auf einander zu und setzen als breite Brücken die um die einzelnen Kerne gelagerte Substanz in Verbindung (Fig. 19).

Typisch ist aber der Verlauf der kleineren Balken, welche sich zum Theile aus der um den Kern gelagerten Substanz, zum Theile aus den erwähnten stärkeren Balken entwickeln.

Die grösste Anzahl dieser Balken schlägt unter mannigfachen kleineren Biegungen einen radiären Verlauf zur Peripherie des Querschnittes ein, wodurch stellenweise eine parallele, stellenweise eine federartige Anordnung der Balken die herrschende wird. Während dieses Verlaufes senden sich die Balken zahlreiche

<sup>1</sup> Retzius, Biologische Untersuchungen 1881, p. 1.

längere oder kürzere Anastomosen zu, woraus die verschiedensten Formen und Grössen der gewöhnlich in radiärer Richtung stark verlängerten, von den Balken umschlossenen Felder entstehen.

Die stark gestreckte Form dieser Felder ist in der That nur die am häufigsten auftretende. Man findet aber neben den gestreckten Feldern meist in der Nähe des Ursprunges der kleineren Balken aus den grösseren auch durch häufigere, kürzere Anastomosen bedingte, weniger gestreckte Felder, ohne dass dadurch der Gesamteindruck einer radiären Anordnung des Balkenwerkes wesentlich gestört würde. Es ist endlich von dem eigenthümlich angeordneten Balkenwerk auf dem Querschnitte der Dyticidenmuskeln noch hervorzuheben, dass nicht alle Stellen, wo zwei Balken zusammenstossen, knotig verdickt erscheinen. Es kommen vielmehr eigenthümlich sternförmig erscheinende Verdickungen des Balkenwerkes nur als vereinzelt stehende Knoten vor (Fig. 19) und lässt sich in Bezug auf Zahl und Austheilung dieser irgend welche Gesetzmässigkeit vorerst nicht absehen.

Im Wesentlichen muss ich mich nach der vorstehenden Beschreibung den Angaben anschliessen, welche Retzius für den *Dyticus marginalis* gegeben hat.

Nachdem ich nun die verschiedenen Flächenbilder der durch Säuren isolirten Scheiben von Käfermuskeln beschrieben habe, wollen wir zur Seitenansicht dieser Scheiben, die wir früher schon an Beispielen von *Staphylinus caesareus* und *Dorcadion morio* (Fig. 17 A, B, D und Fig. 18 B) beschrieben haben und zur Längensansicht der veränderten Muskeln zurückkehren.

Da ist nun für die durch Säuren isolirten Scheiben der Muskeln von Dyticiden hervorzuheben, dass dieselben von der Seite betrachtet, nicht eine Doppelreihe von Knoten I, sondern nur eine einfache Knotenreihe zeigen (Fig. 19 B). An den Muskeln der Dyticiden ist, wenn man dieselben Thieren entnimmt, die durch 24 Stunden in 93%igem Alkohol gelegen haben, in der Regel die Querstreifung (Fig. 5 C) vorhanden, und wenn man auf diese Muskeln 1%ige Ameisensäure wirken lässt, tritt unter ähnlichen Veränderungen der Schichten Q, wie sie früher beschrieben wurden, an Stelle von Z eine einfache Querreihe von Knoten auf (Fig. 20 I, I —).

Die in dieser Figur dargestellte Faser von *Cybister Roeseli* zeigt ferner im Säurebild in der Mitte von Q der Lage des früheren Streifens h entsprechend noch Querreihen von feineren Knoten (Fig. 20 II, II —), welche in der Mitte der die Knoten I verbindenden Fäden wahrgenommen werden. Die Querreihen der Knoten I sind an den Säurebildern stets mit grosser Deutlichkeit zu sehen und ebenso die dieselben verbindenden Fäden. Anders verhält es sich mit den Querreihen der Knoten II. Diese fehlen oft ganz, manchmal ist an ihrer Stelle nur ein unbestimmter Schatten angedeutet; oft erscheinen die Knoten nicht so rund wie in Fig. 20, sondern stellen mehr längliche spindelförmige Verdickungen der fadenförmigen Verbindungen der Knoten der Querreihen I dar.

Wenn man aber die Säurewirkung an Muskeln von Dyticiden sehr genau verfolgt, so gelingt es manchmal auch, sich davon zu überzeugen, dass anfänglich auch bei diesen die Querreihe der Knoten doppelt auftritt, die Knoten der nebeneinanderliegenden Querreihen sind aber sehr klein und liegen sehr nahe und nur durch ein schmales linienförmiges Band von einander getrennt beisammen. Man muss in solchen Bildern die Analoga der Bilder sehen, die wir früher (Fig. 17 A u. B) als bei anderen Käfern häufig vorkommend beschrieben haben.

Bei den Dyticiden sieht man aber dieses Bild bei weiterer Wirkung der Säure bald in jenes übergehen, welches nur eine Knotenquerreihe I aufweist, und zwar geschieht das wie man direct beobachten kann, dadurch, dass die kleineren Knoten der doppelten Querreihe paarweise aufeinander rücken und schliesslich zu einfachen grösseren Knoten sich vereinigen.

So wie man aber bei den Muskeln der Dyticiden die Analoga der Bilder mit doppelten Querreihen der Knoten I beobachten kann, so gelingt es bei anderen Käfern auch leicht, die Analoga der gewöhnlichen Endveränderung der Muskeln der Dyticiden zu finden. Man beobachtet nämlich ausser den Muskeln mit doppelten Querreihen der Knoten I bei sehr vielen Käfern, auch solche mit einer einfachen Querreihe der Knoten I, ja manchmal überwiegen sogar diese Muskeln. Es sind aber dann die Knoten I gewöhnlich sehr langgezogen und spindelförmig. Man halte sich hier vorzüglich an Scarabaeiden, Tenebrioniden und Chrysomeliden, bei welchen die Knoten und die sie verbindenden Fäden etwas massiver hervortreten. Es gelingt auch, wenn man

nur anhaltend beobachtet, zu sehen, dass eine in einem früheren Moment der Säurewirkung doppelte Querreihe der Knoten I, in einem späteren Stadium der Säurewirkung in eine einfache Querreihe stark verlängerter Knoten übergeht, die durch Verschmelzen je zweier, früher gegenüberliegender Knoten entstehen.

Die Flächenbilder von isolirten Scheiben zeigen, mag nun die Seitenansicht derselben die einfache oder die doppelte Querreihe der Knoten I darbieten, immer dasselbe für die betreffenden Muskeln typische Bild des Netzes der dunklen Balken.

Ich halte nach diesen Erfahrungen die Annahme für gerechtfertigt, dass die Bilder mit den doppelten Querreihen der Knoten I auf einer früheren Stufe der Veränderung stehen geblieben; die Bilder mit den einfachen Querreihen der Knoten I auf eine weitere Stufe der Veränderung gelangte Säurebilder der Muskeln sind.

Ich habe nun noch ein besonderes Bild zu besprechen, auf welches man bei durch Säure veränderten Muskeln manchmal stösst. Es ist das in Fig. 21 von *Stenomax lanipes* dargestellte. Dasselbe ist dem in Fig. 17 A dargestellten Bilde ähnlich. Es unterscheidet sich aber von jenem hauptsächlich dadurch, dass um jeden Knoten der doppelten Reihen I, I ein heller Raum wie ein den Knoten umgebender Hof erscheint, die Contouren dieser Höfe neigen sich nach den Schichten Q hin zusammen und vereinigen sich mit dem Faden, welcher zwei an den gegenüberliegenden Seiten von Q befindliche Knoten verbindet. Ebenso neigen sich die Contouren dieser Höfe nach der entgegengesetzten Seite zusammen, nämlich in der Richtung gegen den schmalen Raum, der je zwei neben einander liegende Querreihen der Knoten I trennt.

In diesem Raume sieht man den Streifen Z als feine Linie. Es stehen aber auch durch diesen Raum hindurch je zwei gegenüber liegende Knoten einer Doppelreihe I durch kurze, dunkle Brücken mit einander in Verbindung, und zwar erscheinen diese Brücken breiter als die durch Q hindurchgehenden Verbindungen der Knoten. Die in der Querrichtung zwischen den Höfen der Knoten liegende Substanz der Muskelfaser tritt mit besonderem Glanze hervor.

Wir wollen nun die Säurebilder vorläufig verlassen, da ich ihre weitere Auslegung bis dahin verschieben muss, wo wir auch die ihnen entsprechenden Goldbilder der Muskeln untersucht haben werden. Durch Behandlung frischer oder vorher für kurze Zeit in Ameisensäure eingelegter Muskelfasern mit Goldchlorid und nachfolgende Reduction durch Lichteinwirkung auf die in Essigsäure gebrachten Muskelfasern oder Reduction mittelst Ameisensäure haben Thin<sup>1</sup> und später Bidermann<sup>2</sup> ein die ungefärbt gebliebenen Cohnheim'schen Felder umgrenzendes, rothes, mit Verdickungen in den Knotenpunkten versehenes Netzwerk dargestellt. Der Erstere erklärte dieses Netzwerk für ein durch den Muskel in querrer Richtung gespanntes, in bestimmten Abständen sich wiederholendes, elastisches Netzwerk, welches er mit Krause's Quermembran identificirte. Der letztere führte das Netzwerk zurück auf eine zwischen den Kölliker'schen Muskelsäulehen, die den Cohnheim'schen Feldern entsprechen, vorhandene, reducirende Zwischensubstanz.

Später sah Gerlach<sup>3</sup> das die Cohnheim'schen Felder trennende Netzwerk auf dem Querschnitte von vergoldeten Muskeln, welche in Glycerinsäuregemisch in Scheiben zerfallen waren, und die Vergleichung dieser Bilder mit den Bildern, welche er auf dem Längsschnitte der entsprechend behandelten Muskeln zu sehen bekam, führte ihn zu einer ähnlichen Auffassung der vergoldeten Substanz, wie sie Bidermann, dessen Arbeit Gerlach damals noch nicht bekannt gewesen zu sein scheint, kurz zuvor ausgesprochen hatte.

Diese Beobachtungen hätten eine grössere Aufmerksamkeit verdient, als sie bislang gefunden haben. Schon mit Hinblick auf eine Thatsache, die auch Gerlach andeutete. Cohnheim<sup>4</sup> hatte nämlich an gelungenen Silberimprägnationen des Muskelquerschnittes gesehen, dass die später nach ihm benannten Felder braun, das diese Felder trennende Geäder weiss erschien. Nach diesen Beobachtungen musste es ja scheinen, dass zwischen der Substanz der Muskelsäulehen und der Substanz, welche die Muskelsäulehen trennt, ähnliche Unter-

<sup>1</sup> Thin, On the minute anatomy of muscle and tendon. Reprinted from the Edinburgh med. Journ. Septemb. 1874, p. 3.

<sup>2</sup> Bidermann, Sitzungsber. d. math. naturw. Classe, d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. LXXIV, Abth III, Jahrg. 1876, p. 49.

<sup>3</sup> Gerlach, Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XIII. 1877, p. 399.

<sup>4</sup> Gerlach l. c. p. 403.

schiede in dem Verhalten gegen die beiden Metallsalze bestehen, wie zwischen Hornhautkörperchen und Hornhautgrundsubstanz, oder wie zwischen Zell- und Kittsubstanzen; und dass die Säulehen der Muskeln das Verhalten je der zweiten, das Netzwerk aber das Verhalten je der ersten der verglichenen Substanzen, also das des Protoplasmas zeigt, was jedenfalls eine sehr bemerkenswerthe Thatsache ist.

Ranvier<sup>1</sup> hat gelegentlich einer Kritik der Arbeit Gerlach's sich der Deutung, welche der Letztere seinen Bildern gab, angeschlossen.

Im Jahre 1881 veröffentlichte Retzius seine schon früher berührte Arbeit über die Muskeln. Er hat zunächst für den *Dyticus* die Goldbilder mit einer bis dahin nicht gekannten Genauigkeit beschrieben. Er bezeichnete das früher beschriebene seiner Lage nach, den sogenannten Zwischenscheiben oder Krause'schen Membranen entsprechende, eigenthümliche Balkennetz des Querschnittes als Querfadennetz erster Ordnung und deutete die Balken als ein in einem Querschnitte der Muskelfaser entwickeltes Ausläufernetz von Zellen, welche durch die im Innern des Muskels liegenden Kerne und die um dieselben gelagerte körnige Substanz repräsentirt seien. Jede dieser Zellen sende eine Reihe solcher Querfadennetze aus. Die in der Seitenansicht dieser Querfadennetze sichtbaren, früher als Knoten I bezeichneten dunklen Punkte, nennt Retzius Körnerreihen erster Ordnung und er erklärt, was wir als ganz richtig für Säure- und Goldbilder anerkennen müssen, die Körner als die optischen Querschnitte der Fäden des Querfadennetzes. Ausser diesen Fadennetzen kommen noch Querfadennetze zweiter Ordnung vor, die ihrer Lage nach dem Hensen'schen Streifen entsprechen; in der Seitenansicht dieser erscheinen die früher als Knoten II bezeichneten kleineren Körner und die daraus gebildeten Körnerreihen zweiter Ordnung. Endlich kommen bei gewissen Zuständen der Muskeln, und zwar ungefähr in der Mitte zwischen den Querfadennetzen erster und zweiter Ordnung noch Querfadennetze dritter Ordnung und diesen entsprechend in der Seitenansicht noch feinere Körnerreihen dritter Ordnung zur Beobachtung. Durch feine, längsgehende Häutchen scheinen alle diese Querfadennetze in der Längenrichtung des Muskels verbunden zu sein.

Bei *Notonecta*, *Locusta*; bei *Astacus fluviatilis*; bei *Rana* und *Triton*; bei *Turdus musicus* fand Retzius Querfadennetze ganz anderer Art als bei *Dyticus marginatus*, nämlich Fadennetze, die polygonale Felder umschliessen, welche er als die Cohnheim'schen Felder erklärt. Bei *Musca* und *Oestrus* sah er endlich wieder Fadennetze von radiärer und federartiger Anordnung mit langen Maschenräumen.

Später noch hat sich Bremer<sup>2</sup> mit den Goldsäurebildern beschäftigt, und zwar untersuchte er hauptsächlich Wirbelthiermuskeln. Er glaubt nach der Goldsäurebehandlung von Muskeln des Frosches, einer Eidechse und der Maus unter anderen Gewebsfragmenten eine Anzahl von Bowman'schen Discs erhalten zu haben, welche die Cohnheim'schen Felder zeigten. Ausser dem rothgefärbten Netz, welches die Felder umschliesst, sah Bremer noch in der Mitte jedes Feldes einen rothen Punkt, von welchem radiirende Fäden nach der Peripherie der Felder liefen. Bei Muskeln von *Hydrophilus*, wo der mittelständige Punkt sehr gut zu beobachten ist, seien auch diese irradiirenden Fäden leichter zu sehen, während sie bei den Wirbelthieren, wegen ihrer ausserordentlichen Feinheit nicht immer nachgewiesen werden können.

Auf dem Längsschnitt sieht Bremer Reihen von Knötchen oder Stäbchen, welche durch Quer- und Längsfäden miteinander verbunden, ein aus den Protoplasmafortsätzen der „Muskelkörperchen“ sich entwickelndes, wohl definirtes, den Muskel durchziehendes Netz darstellen sollen.

Die Knötchen sollen durch Schrumpfung ursprünglicher Stäbchen zu Stande kommen, und zwar sollen die Stäbchen um so leichter schrumpfen, je jünger (? der Verf.) sie sind. Die Knötchenreihen mit ihren Querfäden seien die Cohnheim'schen Felder von der Seite gesehen. Die Knötchen selbst seien die Kreuzungspunkte der Begrenzungs-fäden der Felder und diese Kreuzungspunkte stehen durch Längsfäden mit den entsprechenden Punkten der angrenzenden Cohnheim'schen Felder in Verbindung. Bei genauerer Untersuchung finde man, dass in derselben Reihe mit den grösseren Knötchen oder Stäbchen und mit diesen alternirend kleinere stehen.

<sup>1</sup> Ranvier, Leçons sur l'histologie du système nerveux. Tom II, Paris 1878, p. 264.

<sup>2</sup> Bremer, Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 22, 1883, p. 318.

Eine Querverbindung dieser mit den grösseren Knötchen konnte Bremer nicht beobachten, hält sie aber wegen der radiirenden Fäden auf den Querschnitten für wahrscheinlich. Dagegen sind die kleineren Knötchen der Länge nach deutlich durch Fäden verbunden. Grosse und kleine Knötchen entsprechen dem dunklen Querbande der Muskelfasern. Zwischen je zwei auf einanderfolgenden Reihen dieser alternirenden Knötchen sehe man die Krause-Amici'sche Linie, diese werde von den Längsverbindungs-fäden der kleineren Knötchen gekreuzt und dadurch Rechtecke, welche zwischen je zwei einer oberen und je zwei einer unteren Reihe angehöriger grösseren Knötchen mit ihren Quer- und Längsverbindungen entstehen, wieder in vier kleinere Rechtecke zerlegt. Diese Strukturverhältnisse sollen nur an jungen Muskelfasern zu sehen sein. An alten Muskelfasern, in welchen die Differenzirungsvorgänge beendet sind und die „Muskelkörperchen“ ihr Protoplasma vollständig eingebüsst haben, sei es nur unter besonders günstigen Umständen möglich, die beschriebenen Strukturverhältnisse zu erkennen. Je älter die differenzirte Substanz ist, desto mehr erscheine sie als die bekannten hellen und dunklen Querstreifen der Muskelfasern.

Schliesslich wendet sich Bremer gegen die Auffassung der Trennungslinien der Cohnheim'schen Felder als Querschnitte von zwischen den Muskelsäulchen vorhandenen Scheidewänden und erinnert an die von Heitzmann ausgesprochene Auffassung der Muskelfaser als ein aus protoplasmatischen Fäden bestehendes Netz, indem er annimmt, dass Heitzmann schon die Quer- und Längsverbindungen der beschriebenen dicken Muskelstäbe (grösseren Knötchen) dargestellt habe.

Mit der Darstellung von Retzius stimme, wie Bremer sagt, seine Auffassung insoferne überein, als Retzius, sowie er, die die Cohnheim'schen Felder trennenden Linien nicht als Querschnitte von Scheidewänden, sondern als Querfadennetze, gebildet von Zellausläufern der Muskelkörperchen betrachte.

In Bezug auf die Lage der Querkörperreihen weicht aber Bremer von Retzius ab. Ersterer nimmt an, dass die Querkörperreihen erster Ordnung den dunklen Querbändern, ihre Querverbindungs-fäden der Hensen'schen Linie entsprechen. Letzterer lässt die Körnerreihen erster Ordnung der Krause'schen Linie entsprechen.

Die Querkörperreihen zweiter Ordnung entsprechen nach Bremer der Krause-Amici'schen Linie, nach Retzius dem Hensen'schen Streifen.

Der Länge nach reihen sich die Körner erster Ordnung nach Bremer zu Längskörperreihen erster Ordnung, das seien die bekannten Längslinien (? der Verf.) der Muskelfasern. Alternirend mit diesen Längskörperreihen erster Ordnung bemerke man unter günstigen Umständen Längskörperreihen zweiter Ordnung, welche den mittelständigen Punkten entsprechen. Die Körner erster Ordnung seien die Knoten des die Cohnheim'schen Felder trennenden Netzes, die Körner zweiter Ordnung die Knoten eines feineren Netzes.

Darauf, dass die Körner im nicht geschrumpften Zustande als Stäbchen erscheinen, legt Bremer besonderes Gewicht und daran schliesst sich der folgende Ausspruch von Bremer: „Es ist hin und wieder behauptet worden, die Muskelstäbchen färben sich nicht mit Gold, dies ist ein Irrthum, welcher sich aus dem Vorstehenden erklärt. Man übersah die Identität von Stäbchen und Körnern.“

Ich glaube, dass gerade der letztere Satz über die Auslegung, die Bremer seinen Befunden geben will, keinen Zweifel mehr übrig lässt, während die an die vorausgehenden Beschreibungen geknüpften Darlegungen Bremer's einer durchsichtigen Nachbildung seiner Vorstellungen, wie mir scheint, nicht besonders förderlich sind.

Also die Muskelstäbe, das ist also wohl die Sarcous elements, sollen sich mit Gold färben und durch Fäden der Quere und der Länge nach zusammenhängen? Was ist aber dann die ganz respectable Substanz des Muskels, die sich mit Gold nicht färbt? Was sind die dann noch durch diese Substanz ziehenden feineren, mit Gold gefärbten Netze?

Wir werden sehen, dass die Auffassung Bremer's für die Goldsäurebilder ganz unzulässig ist. Muskeln, an denen die Sarcous elements mit Gold gefärbt erscheinen, und man kann solche erhalten, sehen ganz anders aus als Goldsäurebilder, an welchen, wie wir sehen werden, das Sarkoplasma mit Gold gefärbt ist.

Ich kann auch die Auffassung von Retzius und Bremer, dass auf Zellausläufer zurückzuführende Querfadennetze den Muskel durchziehen, die in parallelen Querschnittsebenen des Muskels und in bestimmten Abständen entwickelt sind, nicht theilen.

Was Retzius und Bremer mit Gold gefärbt sahen, ist das die Fibrillenbündel (Säulehen) des Muskels trennende Sarkoplasma, welches an den vergoldeten Muskeln in eigenthümliche Formen geprägt erscheint, weil die fibrilläre Substanz der Muskeln beim Quellen in den Säuren, in welchen die Reduction der mit Gold imprägnirten Muskeln vorgenommen wird, sich ihrem gegliederten Baue entsprechend abschnittsweise stärker und rascher und abschnittsweise weniger stark und weniger rasch verbreitert.

Wenn man ganz frische, eben dem lebenden Thiere entnommene Käfermuskeln nach dem Verfahren von Retzius vergoldet, das ist: sie in  $\frac{1}{5}$ – $\frac{1}{2}$  %ige Goldchloridlösung bringt, mit Nadeln (ich verwendete ausschliesslich Platinnadeln) etwas auseinanderzieht, 20 bis 25 Minuten in Goldbade verweilen lässt, und sie dann in 1 %ige Ameisensäure oder Bastian-Pritchard'sche Reductionsflüssigkeit bringt, so erhält man meist vergoldete Muskeln, welche sich von den zuletzt beschriebenen Säurebildern nur dadurch unterscheiden, dass die dort beschriebenen Balkennetze und Knotenreihen stark roth, die Substanz zwischen denselben nicht oder nur wenig roth gefärbt erscheint.

Ich habe eine sehr grosse Anzahl solcher Präparate von den verschiedensten Käfern hergestellt, will mich aber hier über einen Theil derselben kurz fassen. An diesen Goldbildern wiederholen sich nämlich zunächst nur die früher an den durch Säure veränderten Muskeln beschriebenen Bilder. Ich werde nur wenig zur Ergänzung jener Darstellung beizufügen haben, und länger nur bei solchen Goldsäurebildern der Muskeln verweilen, welche unter den reinen Säurebildern nicht besprochen wurden.

Ich habe aber schon früher angeführt, dass die die Säurebilder nachahmenden Goldbilder der Muskelfasern nur eine Art von Goldbildern ist, die man von denselben erhalten kann, und dass noch eine zweite Art von Goldbildern der Muskeln gewonnen werden kann. Diese letzteren scheinen mir an sich, namentlich aber im Vergleich mit der ersten Art von Goldbildern so wichtig, dass ich denselben später eine besondere, eingehendere Besprechung zu Theil werden lassen muss.

Was nun die erste Art von Goldbildern betrifft, so muss ich für den *Dyticus marginalis* abermals auf die treffliche Beschreibung verweisen, welche Retzius von denselben geliefert hat, wenn ich mich auch der Deutung, die Retzius den Bildern gibt, nicht anschliessen kann.

Im Vergleich mit den einfachen Säurebildern ist für die Goldbilder zunächst hervorzuheben, dass an den letzteren die Knotenreihe II in der Regel viel besser hervortritt, und an viel zahlreicheren Fasern gut zu sehen ist, sie kann aber auch an vergoldeten Muskelfasern vollkommen fehlen.

Merkwürdig ist das von Retzius beschriebene Bild mit drei Ordnungen von Körnerreihen (Knotenreihen). Ich habe dieses Bild nur bei *Dyticus*, *Gylbisteter* und *Acilius sulcatus* gesehen, und zwar an stark gedehnten Muskelfasern. Es schien mir, als ob dann die Knotenreihen I und II feiner und zarter wären, als an den Fasern, wo Knotenreihen III nicht zu sehen waren.

Es ist dieses Bild nach meinen Erfahrungen das Seltenste.

Bei den Muskeln der Dyticiden erscheinen die Knoten der Querreihen I an den Goldbildern immer einfach. Bei den anderen Käfern ist eine doppelte (Fig. 17 und 18) oder eine einfache Querreihe der Knoten I, sowie an den einfachen Säurebildern zu beobachten. An den Muskelfasern von *Oxythyrea stictica*, *Ragonycha melanura* und *Cantharis rustica* sah ich auch die Knotenreihe II einige Male doppelt. Es war das aber nur an wenigen Muskelfasern und selten der Fall.

Da die Knotenreihe II ihrer Lage nach dem Streifen *h* entspricht, richtete ich meine besondere Aufmerksamkeit auf Goldpräparate der Muskeln der gerade erwähnten Käfer, da ich an denselben, wie früher angeführt wurde, den Streifen *h* doppelt beobachten konnte. Aber trotz dieser Bemühungen gelang es mir bei *Cetonia aurata* und *Tropinota hirta* nicht, entsprechende Goldbilder zu erhalten, was, wie schon angeführt, bei *Oxythyrea stictica* und *Ragonycha melanura* gelang. Auch *Cantharis rustica* ist oben dafür angeführt, bei diesem Käfer habe ich zwar das Goldbild, hingegen wieder nicht den doppelten Streifen *h* an unvergoldeten Muskeln beobachtet.

Was Retzius für den *Dyticus marginalis* anführt, nämlich, dass bei vergoldeten Muskeln nach einiger Maceration in dem Ameisensäuregemisch sich sie Querfadennetze isoliren, gilt von allen übrigen Käfermuskeln

auch. Es tritt der Zerfall der Muskeln in Scheiben, wie durch die einfache Säurewirkung oft in grossem Umfange, immer aber an sehr vielen Fasern auf. Das ist aber bei weitem kein Zerfall in Bowman'sche Disks, wie Bremer meinte.

Beobachtet man die isolirten Scheiben von der Fläche, so erhält man bei den verschiedenen Käfern verschiedene Bilder, die mit den früher nach Säurewirkung beschriebenen Bildern vollkommen sich decken, nur sind dieselben wegen der rothen Färbung der Balken der verschieden angeordneten Netze um Vieles deutlicher, als die nicht vergoldeten Säurebilder.

Eine besondere Erwähnung verdient hier das Goldbild, welches man von *Hydrophilus piceus* erhält, und auf welches Bremer zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Beim *Hydrophilus* umschliessen die Balken ziemlich regelmässige, wenigstens nicht sonderlich verlängerte und verzerrte Polygone. Merkwürdig ist aber, dass in der Mitte jedes Polygons eine kleine Figur auftritt. Diese erscheint rundlich oder drei- oder viereckig, oder polygonal oder lang gestreckt oder sternförmig, mit einer beschränkten Anzahl von Strahlen. Dieselbe erscheint durch Gold roth gefärbt wie das Netz der Balken selbst. Bremer führt noch an, dass diese von ihm einfach als Punkt bezeichnete Figur durch feine, radienartig verlaufende Fäden mit der rothen Umfassung der Polygone verbunden ist.

An den Goldbildern, welche ich nach der angeführten Methode, nach der Methode Bremer's und auch nach der Methode Golgi's: Vorbehandlung mit Arsensäure, Goldchloridkaliumbad und Reduction am Lichte in Arsensäure, gelegentlich erhielt, konnte ich aber solche feine, regelmässige Brücken nicht beobachten.

Sind die kleinen Figuren in Mitte der Felder auch häufig sternförmig, so reichen doch die Strahlen nicht bis an die Peripherie des Polygons, nur ganz ausnahmsweise reicht der Strahl eines Sternes so weit.

Es liegt hier meiner Anschauung nach, mit grosser Regelmässigkeit wiederkehrend, ein Bild vor, welches gelegentlich und vereinzelt auch bei anderen Käfermuskeln zu beobachten ist, dass nämlich nicht, wie es zum grössten Theile der Fall ist, die mit Gold gefärbte Substanz, die durch Gold nicht gefärbte, sondern umgekehrt die letztere die erstere umschliesst. Bei *Dyticus marginalis* hat, wie auch schon Bremer<sup>1</sup> hervorhebt, Retzius<sup>2</sup> in einzelnen von den Balken umschlossenen Maschen ebenfalls freistehende Balken, zum Theile aber auch in der Mitte eines von den Balken umschlossenen Feldes nur einen rothen Punkt, der sich wie der Durchschnitt eines Balkens ausnahm, angetroffen und in seinen Abbildungen Fig. 2, 3, 4 dargestellt. Diesen Befund kann man auch an Säurebildern von Dyticidenmuskeln constatiren, siehe unsere Fig. 19 A. Den merkwürdigen Befund an dem Muskel von *Hydrophilus* werden wir später darauf zurückführen, dass bei diesem Thiere die Muskelsäulchen hohle, röhrenförmige Gebilde darstellen. Mit den Goldbildern von *Hydrophilus*-Muskeln übereinstimmende Bilder erhielt ich auch von den Muskeln von *Hydrocharis caraboides*.

Ehe ich nunmehr hier auf die Frage eingehe, welche Deutung wir den Säurebildern und den ihnen entsprechenden Goldbildern zu geben haben, bedarf die Art und Weise, in welcher wir die Säure auf den Muskel wirken liessen, noch einiger Worte der Rechtfertigung. Es könnte sich nämlich die Frage aufdrängen, warum wir nicht ganz frische und noch erregbare, überlebende Muskelfasern der Wirkung der Säure aussetzten und so die Säurebilder zu erhalten getrachtet haben.

Man kann das in der That ausführen, und man wird sich dabei überzeugen, dass das rasch auftretende Endergebniss der Säurewirkung ist, dass durch feine Längslinien verbundene Knotenreihen und dem Querschnitte entsprechend Balkennetze auftreten, wie wir sie früher beschrieben haben.

Man hat aber dann in der Regel nur Säurebilder vor sich, die sich aus dem contrahirten Zustande der Fasern entwickelt haben, da die Säure die noch erregbaren Muskeln znnächst in den verkürzten Zustand überführt, aus welchem sie, wie wir später sehen wollen, ganz ähnliche Säurebilder entwickeln, wie wir sie früher erhalten haben, die aber doch den aus erschlafften Muskelfasern erhaltenen Bildern gegenüber ihre eigene Behandlung erfordern.

<sup>1</sup> Bremer l. c. p. 328.

<sup>2</sup> Retzius l. c. p. 5.

Wollen wir die Säurewirkung auf einen bestimmten Zustand der Querstreifung der Muskelfasern beziehen, so müssen wir dafür sorgen, dass ein solcher sich vorerst durch Absterben in der Muskelfaser fixirt hat. Natürlich werden wir dabei Sorge tragen müssen, zu zeigen, dass die verschiedenen Zustände der Querstreifung, wie sich dieselben in den Muskeln beim Absterben fixiren, auch bestimmten, am lebenden Muskel vorhandenen Zuständen entsprechen. Es ist diese Frage schon von Engelmann<sup>1</sup> eingehend discutirt worden. Wir wollen ihr nicht aus dem Wege gehen, sondern später zeigen, dass wir uns in dieser Beziehung der Angabe Engelmann's anschliessen müssen, dass alle früher für die erschlafften Muskelfasern beschriebenen Querstreifen schon an lebenden Muskeln, während des ablaufenden Wechsels von Contraction und Erschlaffung dieser letzteren entsprechend zu beobachten sind.

Von Muskelfasern, welche in verschiedenen Zuständen durch natürliches Absterben todtenstarr geworden sind, wie man sie bei Käfern am besten erhält durch Abschneiden der Beine grösserer Käfer und Liegenlassen derselben bis die darin enthaltenen Muskeln nicht mehr auf Reize reagieren, kann man mittelst 1%iger Ameisensäure oder Essigsäure, mit 0.1%iger Salz- oder Salpetersäure und sehr gut auch mit 1%iger Arsen säure, alle die früher beschriebenen Säurebilder und den Scheibenzerfall in Säuren erhalten.

Noch ein Umstand wirkt bei Application der Säuren auf frische Muskeln störend. Es tritt nämlich als erste Wirkung der Säure im Muskel eine Fällung auf. Der Muskel wird zuerst weiss und körnig getrübt und erst daran schliesst sich rasch das Quellen, wobei der Muskel wieder völlig durchsichtig wird. Wenn man aufmerksam die Säurewirkung verfolgt, wird man dieses vorübergehende Stadium der Trübung nirgends übersehen. Es ist aber an den Muskeln gewisser Thiere viel deutlicher und ausgeprägter zu sehen, als bei anderen und sind z. B. die Muskeln von *Astacus fluviatilis* und *Maja squinado* wegen der massigen Ausscheidung des körnigen Niederschlages und der daraus folgenden grossen Opacität der Muskeln im Anfange der Säurewirkung Jedem zu empfehlen, der diese Erscheinung studiren will.

An den Muskeln von Käfern, die 24 Stunden in 93%igem Alkohol gelegen haben, kommt ein solcher störender, körniger Niederschlag im Anfange der Säurewirkung nicht mehr zu Stande. Auch wenn die Säure sehr langsam auf dieselben wirkt, tritt im Anfange keine oder eine kaum nennenswerthe diffuse Verdunklung, niemals aber ein die Ansicht der Muskelfaser vorübergehend störender Niederschlag auf.

Diese und alle aus der früheren Darstellung zu entnehmenden Vortheile gewährt für die Herstellung der Säurebilder die Verwendung von Muskeln, die man Thieren entnimmt, die vorher für einige Zeit in Alkohol gebracht wurden, und ist auch noch besonders die schon früher erwähnte Thatsache hier in Erinnerung zu bringen, dass es durch Verlängerung der Dauer der Alkoholeinwirkung gelingt, successive das Quellungsvermögen der Muskeln in Säuren zu beschränken, was wieder, wie schon angeführt, zum Vortheile der mikroskopischen Untersuchung ausbeutet werden kann.

Für die den Säurebildern analogen Goldbilder besorgt die Behandlung der Muskelfasern mit dem Goldchlorid die Fixirung bestimmter Zustände der Muskelfasern, während die saure Reductionsflüssigkeit erst das Quellen der Muskelfasern besorgt. Erst dadurch treten die mit Gold imprägnirten Theile des Muskels in Form der beschriebenen Bilder hervor.

Was nun die Bedeutung der Säurebilder und der ihnen entsprechenden Goldbilder der Muskelfasern anbelangt, so will ich nunmehr meine Anschauung darüber aussprechen. Ich werde mich dabei zwar vielfach auf die schon vorgebrachten Thatsachen stützen können, muss aber auch den Vorbehalt machen, dass wesentliche Gründe für die Wichtigkeit der darzulegenden Anschauung erst in den folgenden Abschnitten noch vorgebracht werden sollen. Dort werden wir sehen, dass die aus Fibrillen zusammengesetzten Säulehen auf Querschnitten der Muskelfasern bei den verschiedenen Käfern immer die Form besitzen, welche der Form der Maschenräume jener Balkennetze entspricht, die auf der Flächenansicht von durch Säure isolirten Scheiben der entsprechenden Muskelfasern zu sehen sind. Aus der Übereinstimmung der Form der Muskelsäulehen auf dem Querschnitte der Muskelfasern (Cohnheim'schen Felder) mit der Form der Maschenräume zwischen den

<sup>1</sup> L. c.

Balkennetzen der durch Säure veränderten Muskelfasern wollen wir zunächst die Annahme herleiten, dass die Substanz, welche in den Maschen jener Balkennetze (der Retzius'schen Querfadennetze) liegt, veränderte Substanz der Muskelsäulchen ist, dass hingegen die Substanz der Balken einer zwischen den Muskelsäulchen vorhandenen Substanz entspricht. Diese Substanz ist das Sarkoplasma, welches zwischen den Muskelsäulchen liegt. In den nun folgenden Darlegungen kommen nur diese Muskelsäulchen (Fibrillenbündel) in Betracht.

Die Frage der Zusammensetzung der Muskelsäulchen aus Fibrillen und die Art des Zusammenhaltes der Fibrillen in den Säulchen werde ich später behandeln. Hier sei nur bemerkt, dass dieser Zusammenhalt ein solcher ist, dass die Veränderung, welche ein Säulchen durch Säurewirkung erleidet, völlig jener gleicht, welche eine Fibrille erleidet, und dass wir in dieser Beziehung ein Säulchen einheitlich als verdickte Fibrille aufzufassen berechtigt sind.

Der Zusammenhalt der Säulchen zur Muskelfaser ist von ganz anderer Natur als der Zusammenhalt der Fibrillen zu den Säulchen. Es kommen aber Muskelsäulchen vor von so geringem Querschnitte, dass man annehmen muss, dass dieselben nur aus sehr wenigen oder einer einzelnen Fibrille bestehen. Auch der Vergleich der sichtlich aus Fibrillen zusammengesetzten Säulchen mit solchen, welche nur aus sehr wenigen oder einer einzelnen Fibrille bestehen, zeigt, dass wir zu der vorerwähnten einheitlichen Auffassung der Muskelsäulchen berechtigt sind.

In dem Sarkoplasma müssen wir die thatsächliche Grundlage des supponirten Querbindemittels der Muskelsäulchen erblicken. Wir wollen ferner vorerst mit Biderman, Gerlach und Anderen die Annahme machen, dass dieses Bindemittel in der Längenrichtung continuirlich zwischen allen, verschiedenen Gliedern der Fibrillen entsprechenden Abtheilungen der Muskelsäulchen vorhanden ist.

Ist nun in der That ein solches Sarkoplasma im Muskel vorhanden, durch welches die Muskelsäulchen wie parallel neben einander liegende Fäden durchgezogen sind, so müssen wir demselben auf Grund der Kenntnisse, welche wir von den mechanischen Eigenschaften der lebenden Muskeln und dem Vorgange der Muskelcontraction haben, gewiss einen hohen Grad von Plasticität zuschreiben.

Hätte es die letztere nicht, sondern würden die elastischen Kräfte des Sarkoplasmas nur eine einigermaßen constante Gleichgewichtsfigur desselben bedingen, so wäre mit der Anwesenheit des Sarkoplasmas für die Verkürzung und Verdickung der Muskelfasern ein gegen alle mechanische Zweckmässigkeit verstossender grosser Widerstand gesetzt.

Wir wollen uns nun vorstellen, dass diese Plasticität des Sarkoplasmas erhalten sei in Muskeln, welche in Säuren quellen, und dass die Quellung, welche dabei die Säulchen in ihren einzelnen Abschnitten erleiden, ebenso wie im lebenden Muskel die Contraction der Fibrillen bedingend auf die räumliche Anordnung des Sarkoplasma wirke.

Wie müssten wir dann das Sarkoplasma in einem durch Säure gequollenen Muskel angeordnet finden, wenn wir nicht wie früher einen einzelnen Querschnitt, sondern die Faser in toto ins Auge fassen?

Offenbar werden bei dieser Anordnung präformirte und erst während des Quellens entstehende Bildungen so ineinandergreifen, dass man sich sehr hüten muss, sich auf einen einseitigen Standpunkt des Urtheiles über diese Bildungen drängen zu lassen.

Ich will darum den doppelten Standpunkt, welchen wir diesen Bildungen gegenüber einzunehmen haben, dadurch noch näher kennzeichnen, dass ich sage, auf dem Querschnitt des gequollenen Muskels (Fig. 17 C, Fig. 18 A und Fig. 19 A) drückt sich vorzugsweise die präformirte Anordnung des Sarkoplasmas, dagegen auf dem Längsschnitte des gequollenen Muskels in den durch Fäden verbundenen Knotenreihen I und II (Fig. 17 A, B, D, Fig. 18 B, Fig. 19 B, Fig. 20 und Fig. 21) vorzugsweise eine nicht präformirte, nur dem gequollenen Muskel zukommende Anordnung des Sarkoplasmas aus.

Ich pflichte Retzius vollkommen bei, wenn er die Körner seiner Körnerreihen als optische Querschnitte der Fäden seiner Querfadennetze ansieht.

Auch ich halte die Knotenreihen I und II, Fig. 17 A, B, D, Fig. 18 B, Fig. 19 B, Fig. 20 und Fig. 21 nur für die optischen Querschnitte der Balken der auf den Querschnitten sichtbaren Balkennetze. Und ebenso

glaube ich wie Retzius, dass diese Balken in der Längenrichtung des Muskels durch zarte Häutchen mit einander verbunden sind, als deren optische Querschnitte sehe ich die Verbindungsfäden der auf dem Längsschnitte des Muskels sichtbaren Knotenreihen an.

Die helle Substanz, welche im Säure- und Goldbilde auf dem Längsschnitte des Muskels eingelagert erscheint zwischen die scheinbaren, in regelmässigen Abständen zu Knoten angeschwollenen, parallel neben einander in der Längenrichtung des Muskels laufenden Fäden, ist dann offenbar die Substanz der Muskelsäulehen.

Wenn das sich aber so verhält, so ergibt sich zunächst für Bilder wie Fig. 20, dass die Substanz der Muskelsäulehen am gequollenen Muskel breit erscheint, zwischen den feinen Fäden, dass sie aber entsprechend den Knoten der Knotenreihen I und II eingeschnürt erscheint. Zur Verständigung über das Gesagte betrachte man die schematische Fig. 22, wo in *A* das dunkle Sarkoplasma und die helle Fibrillensubstanz in einander gelagert erscheinen, während in *B* nur die Contouren angegeben sind, in welchen Sarkoplasma und Säulehen aneinander grenzen, weil so die Form der gequollenen Säulehen leichter zu überschauen ist.

Was wir soeben über die Form der Säulehen des gequollenen Muskels vorgebracht haben, ist, wie ich betonen muss, der directen Anschauung entnommen, wenn wir einmal als festgestellt betrachten, dass das, was hell erscheint, am gequollenen Muskel die Substanz der Muskelsäulehen, das was dunkel erscheint, die Substanz des Sarkoplasma ist. Um aber nun zu einer stereometrischen Vorstellung über das Sarkoplasma einer Muskelfaser in toto zu gelangen, wollen wir uns zunächst der Einfachheit wegen an die Querschnittsbilder Fig. 11 *B*, Fig. 12 *B* und Fig. 18 *A* erinnern. Dort können wir die Anordnung des Sarkoplasmas mit der Anordnung des Wachses auf dem Querschnitt einer Honigwabe vergleichen.

Stellen wir uns nun eine solche Anordnung in der ganzen Länge einer Muskelfaser vor, so würden wir von Serienschritten, die senkrecht auf die Axe angelegt würden, immer dasselbe Bild erhalten, wenn die Dicke der Wände und die Durchmesser der Lumina des Zellenwerkes immer dieselben bleiben würden.

Stellen wir uns aber nun in regelmässigen Abschnitten die Wände abwechselnd verdickt und wieder verdünnt und die Durchmesser der Lumina des Zellenwerkes entsprechend das eine Mal klein, das andere Mal gross vor, dann würden abwechselnd Querschnitte sich ergeben, auf welchen ein Netz von dicken Balken kleinere Maschenräume, dann wieder solche, auf welchen ein Netz von zarteren Balken grössere Maschenräume umschliessen würde und ein Längsschnitt bei solcher Anordnung würde Bildern entsprechen können, wie sie in Fig. 20 und 22 zu sehen sind.

Was wir soeben an das Querschnittsbild, Fig. 18 *A* anknüpfend entwickelt haben, wird nun nicht schwer sich auch auf Anordnungen übertragen lassen, die dem Querschnitte Fig. 17 *C* und Fig. 19 *A* entsprechen.

Das in der Längenrichtung des Muskels vorhandene abwechselnde An- und Abswellen der Dicke der zwischen die Muskelsäulehen eingeschobenen Sarkoplasma Wände an dem mit Säuren behandelten Muskel ist etwas Artefactes. Es kommt diese Anordnung erst während des Quellens der Säulehen zu Stande, und zwar deswegen, weil die Säulehen abschnittsweise in Folge der Quellung sich viel stärker verbreitern, als in den dazwischen liegenden Abschnitten, so dass, wenn man sich die Fibrillensubstanz vor und nach dem Quellen frei vorstellen würde, sie im ersteren Falle die Form von gleichmässig dicken Fäden, im letzteren Falle die Form von Fäden hätte, die absatzweise bauchig erweitert, dann wieder halsartig verengt u. s. w. erscheinen würden.

Steckt die Substanz der Fibrillen, während dieser Quellungsprocess an ihr vorgeht, noch in dem sie umgebenden Sarkoplasma, so wird dieses aus den Zwischenräumen der bauchig anschwellenden Abschnitte verdrängt werden, dagegen in den Zwischenräumen der verengten Abschnitte sich ansammeln.

Ich glaube, dass die früher über die Veränderlichkeit des Bildes des quellenden Muskels vorgebrachten Thatsachen nicht leicht eine andere Deutung zulassen.

Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen muss ich auf die verschiedenen Bilder, welche das Sarkoplasma am gequollenen Muskel darbietet, besonders zurückkommen. Es kommen Anhäufungen des Sarkoplasma zwischen den schmaler gebliebenen Abschnitten *Z* und *N* der Fibrillensubstanz (Knotenreihen I) Fig. 19 *B* und Fig. 20 I, 1, — und zwischen den dem Streifen *h* entsprechenden mittleren Partien von *Q* vor (Knotenreihen II, Fig. 20 II, II). — Die Knotenreihe I kann aber auch doppelt vorhanden sein (Fig. 17 *A, B, D*,

Fig. 17 B, Fig. 21) und diese Bilder gehen nachträglich manchmal noch in solche mit einer einfachen Knotenreihe I über. Solche Bilder können nur dadurch zu Stande kommen, dass im gequollenen Muskel sowohl die den Schichten *Q* entsprechenden Abschnitte der Säulehen, als auch die den Schichten *Z* entsprechenden Abschnitte der Säulehen breit erscheinen, während zwischen beiden die Verengungen liegen, zwischen welchen sich das Sarkoplasma angehäuft hat. Die der Schichte *Z* (Fig. 17 A, B, D, Fig. 18 B) entsprechenden Abschnitte erscheinen aber dann nicht aus demselben Grunde verbreitert wie die Abschnitte *Q*. Diese verbreitern sich durch Quellung und geben damit den Anlass zur Verbreiterung der ganzen Muskelfaser und zur Verschiebung des Sarkoplasmas in die Zwischenräume der Abschnitte der Muskelsäulehen, welche durch Quellung sich viel weniger verbreitern; daher die Knotenreihen. Das Verhalten der Schichte *Z*, welches bedingt, dass die Knotenreihen I bleibend oder vorübergehend doppelt auftreten kann nicht durch Quellung der den Schichten *Z* entsprechenden Fibrillenabschnitte erklärt werden, sondern muss, wie ich glaube, zurückgeführt werden auf eine Verbreiterung, die an der Schichte *Z* ähnlich wie bei der Dehnung einer Kautschukplatte eintritt. Wir haben schon früher auf eine durch besonderes Festhaften des Sarkoplasmas an den Mantelflächen der Fibrillenabschnitte *Z* offenbar erst beim Behandeln des Muskels mit Reagentien zu Stande kommende Art von Homogenisirung der Schichten *Z* der Muskelfasern hingewiesen.

Ich stelle mir nun vor, dass diese auch vorhanden ist, wenn die Bilder mit doppelten Knotenreihen I auftreten, und dass in den Fällen, wo solche Bilder nachträglich in solche mit einfacher Knotenreihe I übergehen, das dadurch geschieht, dass die anfangs in die Quere gedehnten Abschnitte *Z* der Muskelsäulehen wieder zusammenschnurren, und so das Sarkoplasma zwischen denselben sich ansammeln kann.

Es muss aber jetzt hier auch angeführt werden, dass das Sarkoplasma unter der fortgesetzten Einwirkung der Säure seine Formbarkeit nach und nach einzubüssen scheint. Wir müssen uns in dieser Beziehung an das erinnern, was früher über die Umwandlung der Säurebilder Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13, Fig. 14 und Fig. 15 in solche von dem Charakter der Säurebilder in der Fig. 18 gesagt wurde. Es besitzen ferner die beim Scheiternzerfall in Säuren isolirten Balkennetze des Sarkoplasmas ein stark lichtbrechendes, starres Aussehen. Endlich verweise ich auf Bilder wie Fig. 21, wo sich zwischen den verdickten Sarkoplasmbalken I, I und der Fibrillensubstanz mit Flüssigkeit gefüllte Räume gebildet haben, deren äussere Grenzen durch die Contouren der enger gebliebenen Abschnitte der Muskelsäulehen gebildet werden. In diesem Bilde ist ferner die plattenförmig ausgezogene Schichte *Z* und die ganze, dem gequollenen Muskel entsprechende complicirte Configuration der Substanz der Muskelsäulehen in sehr durchsichtiger Weise wahrzunehmen.

Unter den Goldbildern von *Dytiscus* wurde früher auch das von Retzius<sup>1</sup> beobachtete und abgebildete Vorkommen von Körnerreihen I., II., und III. Ordnung erwähnt.

Ich habe dieses Bild, wie schon angeführt, auch beobachtet, aber immer nur an vergoldeten, niemals an einfach mit Säuren behandelten Muskeln. Und im ersteren Falle fand ich es sehr selten, auch wenn die Muskeln im stark gedehnten Zustande vergoldet wurden.

Ich habe mich nur davon überzeugen können, dass die Knotenreihen III. Ordnung noch im Bereiche der Schichte *Q* auftreten, und in dieser Beziehung erinnern sie an die doppelten Knotenreihen II, deren ich früher bei einigen Käfern gedachte. Während man aber bei den Muskeln dieser Käfer an nicht vergoldeten Muskeln einen doppelten Streifen *h* beobachten kann, dem dann die doppelten Knotenreihen II entsprechen, wie sonst dem einfachen *h* die einfache Knotenreihe II, ist mir an nicht vergoldeten Muskeln der angeführten Dyticiden ein mehrfacher Streifen *h*, dem die Knotenreihen II und III entsprechen könnten, nicht vorgekommen, wohl aber habe ich bei den Muskeln anderer Käfer, und zwar bei *Hydrophilus*, bei *Pimelia*, bei *Aphodius rufipes* und bei *Dolopius marginatus* eine eigenthümliche Beschaffenheit der die Schichten *Q* zusammensetzenden Stäbe wahrgenommen.

Dieselben zeigten nämlich nicht eine Einschnürung, wie sie öfter dem Streifen *h* entsprechend auftritt, sondern eine Reihe von Einschnürungen, so dass ein moniliformes Aussehen dieser Stäbe zu Stande kam.

<sup>1</sup> Retzius l. c. p. 8, Fig. 9.

Entsprechend diesen Einschnürungen liefen dann eine Reihe von parallelen feinen Streifen durch die Schichte *Q*. An Goldpräparaten von *Aphodius rufipes* suchte ich aber vergebens nach entsprechenden Bildern.

Es ist also die an Goldpräparaten von Dyticiden manchmal wahrzunehmende mehrfache Einschnürung der gequollenen Fibrillensubstanz und die entsprechend derselben auftretende mehrfache Ansammlung des Sarkoplasmas, deren Ausdruck die Knotenreihen II und III sind, nicht ohne Analogie. Woher diese besondere Beschaffenheit rührt, ist freilich nicht anzugeben.

Es sind aber aus der Reihe der verschiedenen Goldbilder, welche man bei der Untersuchung von Käfermuskeln erhalten kann, noch einige andere besonders hervorzuheben, die der Deutung Schwierigkeiten entgegenzusetzen, die aber andererseits gerade durch die Art, in welcher sie von den regelmässigen Goldbildern abweichen, die Deutung unterstützen, welche wir den letzteren gegeben haben.

Es wurde schon früher auf ein Bild hingewiesen, welches bei den *Aphodius*-Arten und anderen Scarabäiden, z. B. bei den *Oonthophagus*-Arten, bei *Rhizotrogus solstitialis* und *Hoplia squamosa* ganz regelmässig auftritt und im Vergleich mit anderen Querschnittsbildern vergoldeter Muskeln, an denen polygonale Balkenetze beobachtet werden, sich etwas besonders ansnimmt.

Man vergleiche in dieser Beziehung das in Fig. 23 nach einem Goldpräparate von *Rhizotrogus solstitialis* dargestellte Bild mit Fig. 18 A. Es sind das zwei extreme Fälle der Formen, in welchen polygonale Balkenetze auf dem Querschnitt zur Beobachtung kommen können. Das eine mit zarten, aber sehr gleichmässig dicken Balken und regelmässig runden Knoten; das andere mit viel gröberen und mehr unregelmässigen Knoten und theils dickeren, theils dünneren Balken, theils von Knoten zu Knoten wechselnder Dicke des einzelnen Balkens.

Bei den Bildern der letzteren Art muss man besonders aufmerksam sein, um von dem richtigen Sachverhalte sich zu überzeugen. Es treten nämlich besonders bei nicht ganz entsprechender Einstellung die Knoten und starken Balken so überwiegend im Vergleich mit den dünneren Balken hervor, dass es den Anschein haben kann, als ob vergoldete Cohnheim'sche Felder von einem hellen Geäder umfasst vorliegen würden.

Umsomehr ist diese Gefahr der Verwechslung vorhanden, als, wie wir später sehen werden, Bilder, wie ein solches in Fig. 11 B dargestellt, in denen in der That die Cohnheim'schen Felder von einem breiten hellen Geäder umfasst erscheinen, unter Umständen auch im vergoldeten Zustande der Muskeln, und zwar wirklich mit rothgefärbten Feldern erhalten werden können. Das gehört aber schon der für später aufzubehaltenden Erörterung einer zweiten Art von Goldbildern an, die, wie ich angekündigt habe, von den Goldbildern der ersten Art wohl unterschieden werden müssen. Das in gewissen Fällen beide concurriren können, soll auch später gezeigt werden.

Eine weitere Art besonderer Goldbilder, welche ich als ganz unregelmässige Bilder bezeichnen muss, weil sie an Stelle der für gewöhnlich bei denselben Käfern zu beobachtenden regelmässigen Goldbilder oder mit diesen in verschiedenen Fascien desselben Thieres, ja sogar an verschiedenen Stellen derselben Faser abwechselnd auftreten, habe ich am öftesten bei Dyticiden, aber gelegentlich auch an anderen Käfermuskeln beobachtet. Bei *Dyticus marginalis* sah ich sie, wenn ich die Muskeln ganz so vergoldete, wie früher angegeben wurde, so häufig, namentlich wenn ich Stückchen der grossen pyramidenförmigen Muskeln vergoldete, die von der Flügelbrust zum letzten Beinpaare gehen, dass ich nicht zweifle, dass Nachuntersucher sie ebenso leicht finden werden, wie ich.

Solche Bilder sind in den Figuren 24, 25 und 26 dargestellt. Sie unterscheiden sich von den regelmässigen Bildern zunächst dadurch, dass derbe, durch Gold roth gefärbte, bandförmige, stellenweise verdickt und dunkler, stellenweise verdünnt und heller, nach den Seiten unregelmässig ausgebogen oder ausgezackt erscheinende Massen den Muskel der Länge nach durchziehen (Fig. 24 und 25). Je derber diese Bänder auftreten, um so weniger sind die Knotenreihen I an denselben zu sehen, je mehr jene Bänder noch an die bei regelmässigen Goldbildern vorhandenen feinen Längslinien erinnern, desto deutlicher treten auch die Knotenreihen I an denselben hervor. Man vergleiche in dieser Beziehung Fig. 24 und Fig. 25, welche letztere einem stark gequetschten Muskelstückchen entspricht.

Die Knotenreihen II habe ich an solchen Muskeln nie gesehen. Den Knotenreihen I entsprechend zieht sich ein röthlicher Ton der Quere nach durch den Muskel und dieser schliesst die Knotenreihen zu Querstreifen, die in ziemlich regelmässigen Abständen aufeinanderfolgen, aber meist unregelmässig geschwungen sind.

An Bildern, wie Fig. 24, kommt auf diese Weise zwischen je zwei der derben Längsstreifen das Ansehen von Strickleitern zu Stande.

In Fig. 26 ist ein Stück einer Faser gezeichnet, an welcher das regelmässige Goldbild mit Knotenreihen I und II in das unregelmässige Goldbild übergeht, was häufig zu beobachten ist.

Ich kann nicht angeben, welchen bestimmten Ursachen das Auftreten des unregelmässigen Bildes zuzuschreiben ist, und ob dasselbe eine ganz bestimmte ungewöhnliche Beschaffenheit der Muskelsäulchen oder des Sarkoplasmas oder beider zur Voraussetzung hat.

Wichtig ist aber das Folgende. Solche Muskelfasern sah ich niemals in Scheiben zerfallen. Da es mir aber von grossem Interesse war, doch das Querschnittsbild derselben zu sehen, so zerhaecte ich auf einem Objectträger solche Muskeln mit einem scharfen, quer zur Faserrichtung angelegten Scalpelle.

Es gelingt auf diese Weise bei einiger Ausdauer und Übung leicht, eine Anzahl sehr vollkommener Querschnitte zu erhalten. Dieselben zeigen, abgesehen von einer deutlich hervortretenden massigeren Wirkung der Balken, dasselbe in seiner Anordnung charakteristische Balkenwerk, wie es an den regelmässigen Goldbildern entsprechenden Fasern zu sehen ist.

Endlich ist hier auch noch eine andere Abweichung der Goldbilder zu berühren. Sie besteht darin, dass die Knoten der Reihen II gelegentlich bei der Vergoldung der verschiedensten Käfermuskeln ebenso stark entwickelt hervortreten können, wie die Knoten der Reihen I, ja, dass sich sogar das Verhältniss der Grösse beider umkehren kann.

Die Knoten II sind dann meist sehr verlängert. Ein solches Bild, und zwar von der ersterwähnten Art, an welchem zugleich die Knoten der Reihe I eine eigenthümliche regelmässige Schiefstellung zeigen, ist in Fig. 27 von *Lacou murinus* stark vergrössert dargestellt.

Hier ist aber der Ort, wo ich vorläufig abbrechen muss. Ich werde auf die letzteren Bilder zurückkommen, wenn ich später von den früher schon angekündigten Goldbildern anderer Art handeln werde.

Ich glaube, dass die nun hinlänglich besprochene Vielgestaltigkeit der Goldbilder auf dem Längsschnitt der Muskelfasern, zusammen mit der relativ grossen Constanz des Aussehens der Querschnitte vergoldeter Muskeln nur im Rahmen der Auffassung des Muskelbaues, welche wir früher festgehalten haben, zu verstehen ist.

In einem zweiten Theile dieser Arbeit, welcher bald nachfolgen soll, werde ich über Muskelquerschnitte, Kernvertheilung in den Muskeln, über die Muskelfibrillen, über das Verhalten der Muskelfasern im polarisirten Lichte und über die contrahirte Faser handeln, und damit neue Belege für die Richtigkeit meiner Deutung der Säure- und Goldsäurebilder der Muskelfasern erbringen.

Zum Schlusse möchte ich noch anführen, dass ich versucht habe, durch ein Schema die Vorstellung zu veranschaulichen, welche ich mir von dem Verhältnisse des Sarkoplasma und der Fibrillensubstanz in Muskeln, die durch Säure gequollen sind, machen muss. Ich liess mir zu dem Ende in Stearinkerzen in bestimmten Abständen ringförmige Furchen eindrehen, stellte die Kerzen, dann in sehr kleinen Abständen neben einander auf und goss sie in röthlich gefärbten Gyps ein, so dass die dann entstehende compacte Masse die Form eines Cylinders oder Prismas hatte.

Werden solche Prismen dann vertical durchgeschnitten, so erhält man Bilder, die so aussehen wie z. B. Fig. 22 A oder Fig. 17 A, und zwar entspricht, was dunkel in diesen Bildern erscheint, dem gefärbten Gyps, was hell erscheint, den ansgedrehten Kerzen. Querschnitte durch I (siehe Fig. 22) gelegt, zeigen am Modell ein Netz breiter, rother Balken mit kleinen Maschen, Querschnitte durch II ein Netz von schmälere Balken mit grösseren Maschen. Querschnitte zwischen I und II ein sehr zartes Geäder mit sehr weiten Maschen. Aus durchsichtigem Materiale hergestellt, würden solche Modelle die Bilder noch mehr veredlichen.

## ERKLÄRUNG DER TAFELN.

### TAFEL I.

- Fig. 1. Schema.  
 „ 2. Zwei Muskelfasern von *Hydrophilus piceus* in Scheiben zerfallen.  
 „ 3. Muskelfaser von *Opatrum sabulosum* in Scheiben zerfallen.  
 „ 4. Leeres Sarkolemma eines in Scheiben zerfallenen Muskels von *Scarabaeus laticollis*.  
 „ 5. A, B, C. Schemata der Querstreifen der Käfermuskeln.

### TAFEL II.

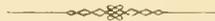
- Fig. 6. Muskelfaser von *Carabus cancellatus* mit Gewölben an den Seiten.  
 „ 7. Muskelfaser von *Aphodius rufipes* in Scheiben zerfallen.  
 „ 8. Muskelfaser von *Pterostichus transversalis* mit Gewölbbildung an den Seiten und ansitzendem Nervenbügel.  
 „ 9. Nervenbügel einer in Scheiben zerfallenen Muskelfaser von *Hydrophilus piceus*.  
 „ 10. Nervenbügel einer in Scheiben zerfallenen Muskelfaser von *Aphodius rufipes*.

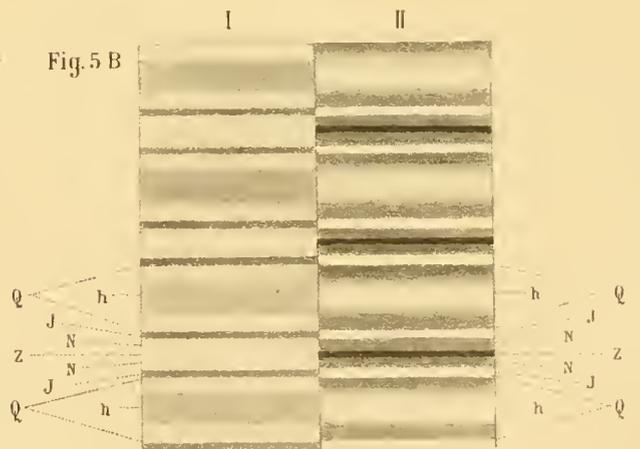
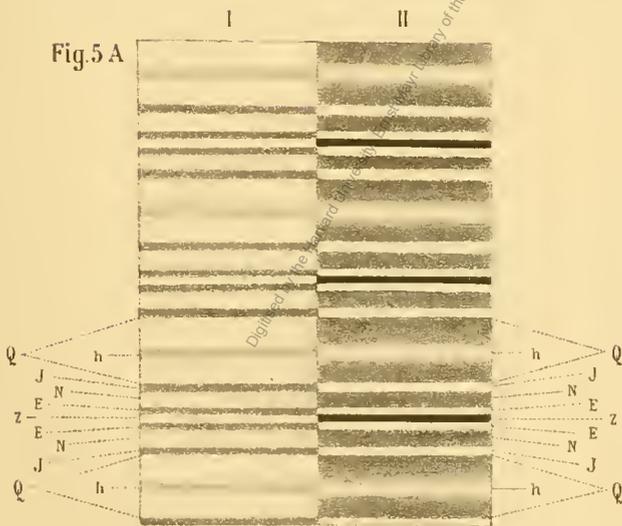
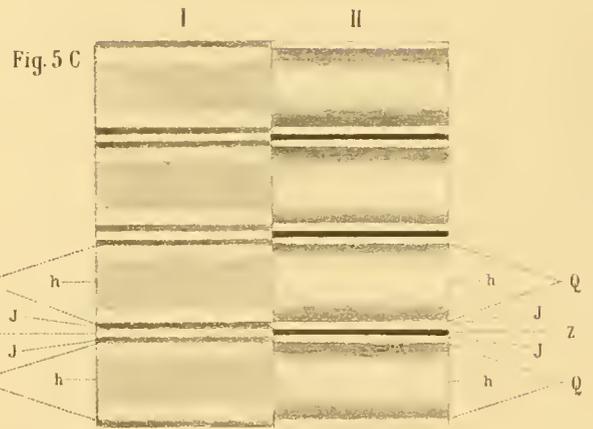
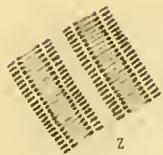
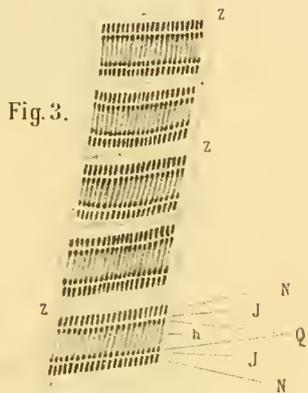
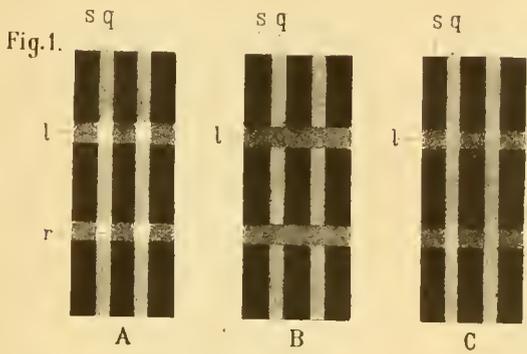
### TAFEL III.

- Fig. 11. A. In Scheiben zerfallene Muskelfaser von *Aphodius rufipes* nach sehr schwacher Säurewirkung, B. Querschnitt einer Scheibe.  
 „ 12. A. In Scheiben zerfallene Muskelfaser von *Aphodius rufipes* nach etwas stärkerer Säurewirkung, B. Querschnitt einer Scheibe.  
 „ 13. In Scheiben zerfallene Muskelfaser von *Aphodius rufipes* nach schwacher Säurewirkung.  
 „ 14. In Scheiben zerfallene Muskelfaser von *Aphodius rufipes* nach schwacher Säurewirkung.  
 „ 15. Muskelfaser von *Chlaenius Schranckii* nach schwacher Säurewirkung.  
 „ 16. Muskelfaser von *Pyrochroa coccinea* nach schwacher Säurewirkung.  
 „ 17. A. Muskelfaser von *Staphylinus caesareus* nach starker Säurewirkung, B. Scheibenzerfall in der Säure, C. Flächenansicht, D. Seitenansicht einer isolirten Scheibe.  
 „ 18. A. Flächenansicht einer durch Säure isolirten Scheibe einer Muskelfaser von *Doculion morio*, B. Seitenansicht der Scheibe.  
 „ 19. A. Flächenansicht einer durch Säure isolirten Scheibe einer Muskelfaser von *Colymbetes fuscus*, B. Seitenansicht der Scheibe.

### TAFEL IV.

- Fig. 20. Muskelfaser von *Cybistetes Roeseli* nach starker Säurewirkung.  
 „ 21. Muskelfaser von *Stenomatus lanipes* nach starker Säurewirkung.  
 „ 22. Schema.  
 „ 23. Flächenansicht einer nach Goldsäurewirkung isolirten Scheibe einer Muskelfaser von *Rhizotrogus solstitialis*.  
 „ 24. Muskelfaser von *Dytiscus marginalis* vergoldet.  
 „ 25. u. 26. Dasselbe.  
 „ 27. Muskelfaser von *Laeon murinus* vergoldet.







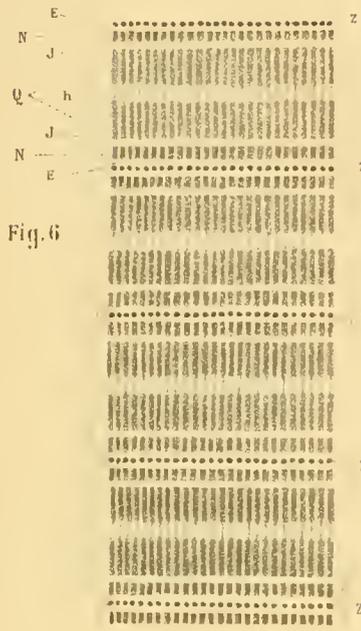


Fig. 7

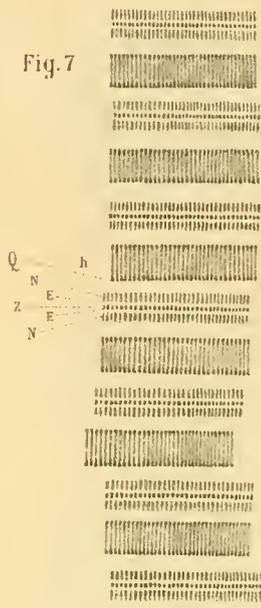


Fig. 10



Fig. 8

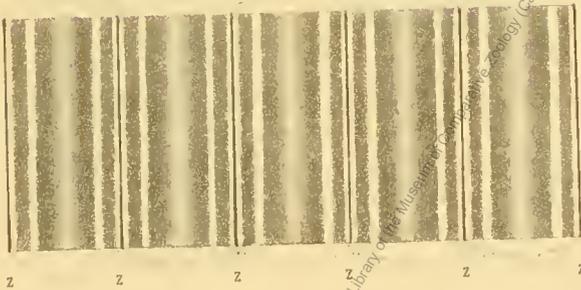
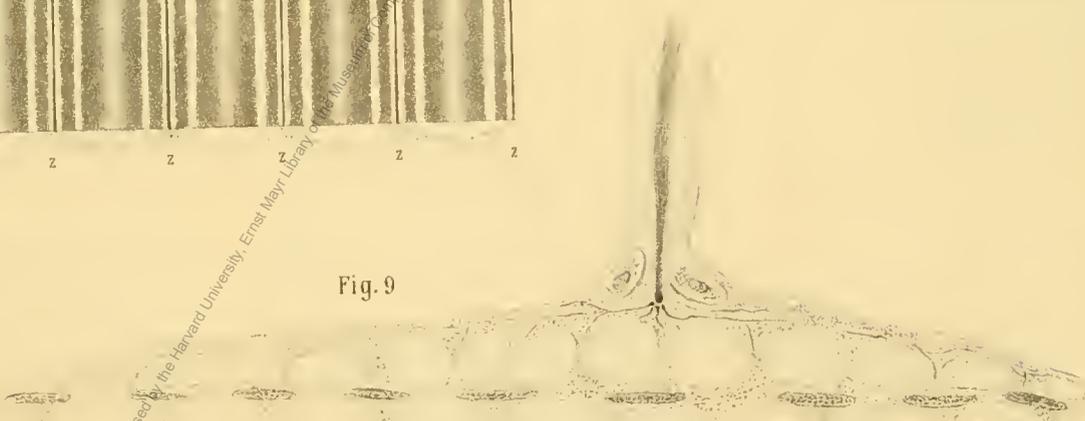


Fig. 9





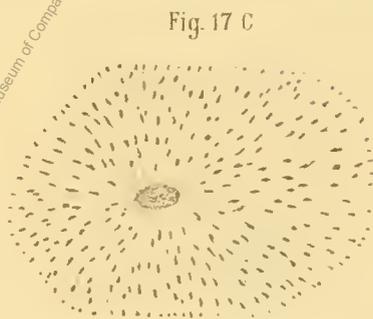
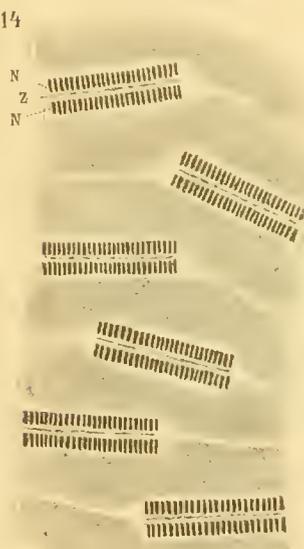
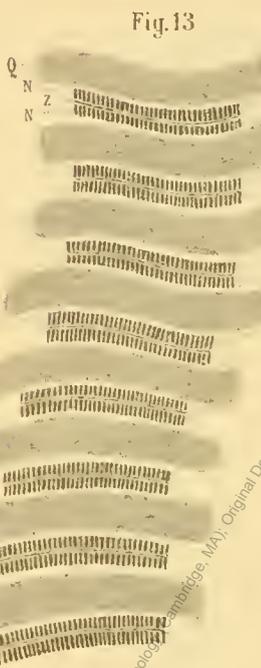
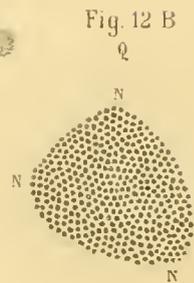
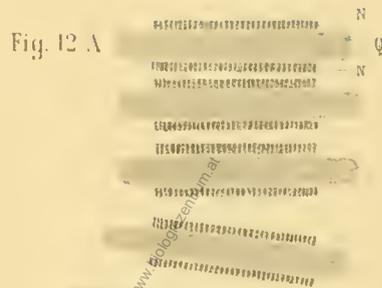
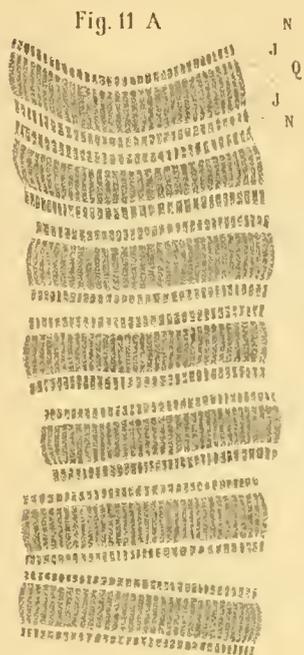


Fig. 19 A

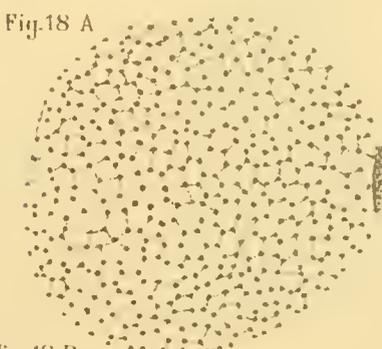
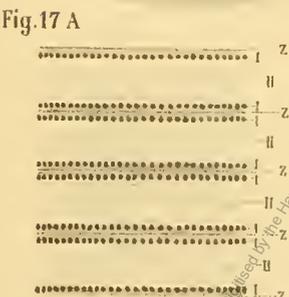


Fig. 19 B

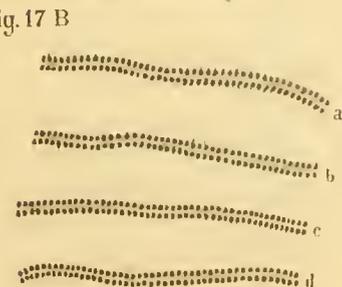




Fig. 20

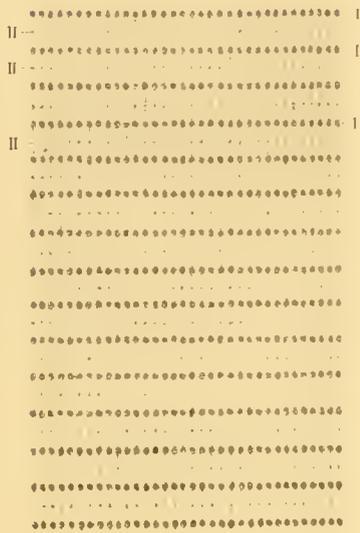


Fig. 21

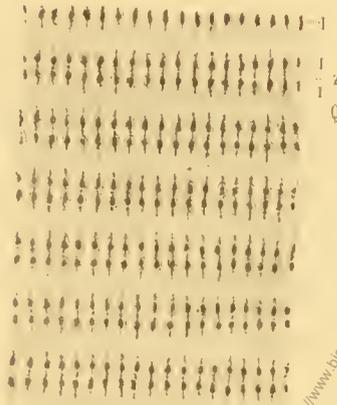


Fig. 22

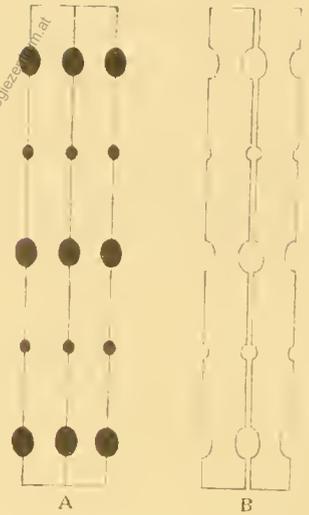


Fig. 23

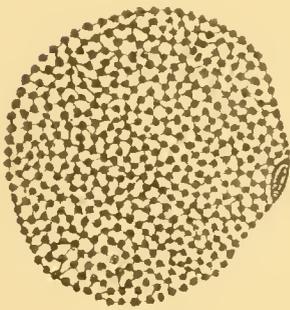


Fig. 24

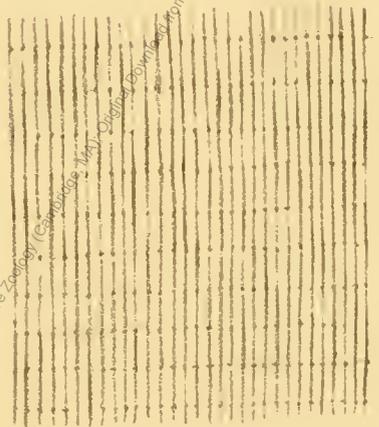


Fig. 26

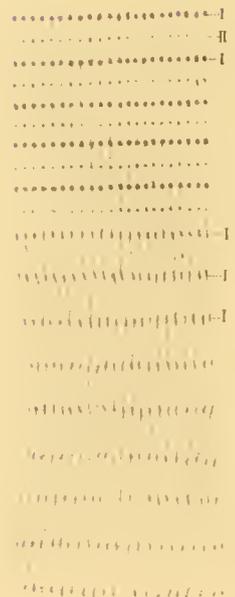


Fig. 25

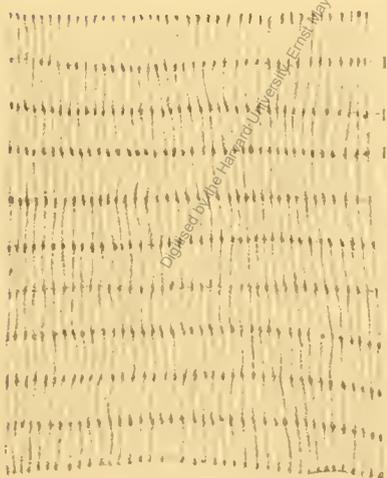


Fig. 27



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1885

Band/Volume: [49\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Rollett Alexander

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Bau der gestreiften Muskelfasern. I. Theil. \(Mit 4 Tafeln.\) 81-132](#)