

## XXVI.

## Auszüge und Besprechungen.

## 1.

Prof. Cav. J. Bapt. Amici, Ueber die Muskelfaser. (Il Tempo. Giornale ital. di medicina, chirurgia e scienze affini. Firenze 1858. Anno I. Vol. II. p. 328.)

(Hierzu Taf. X. Fig. I. — V.)

Seit dreissig Jahren suchte ich nach Naturgegenständen, deren zarte Structur zum Vergleiche der optischen Kraft meiner Mikroskope dienen könnte. Unter den zahlreichen Probeobjecten, die ich verzeichnet habe, schien mir die Muskelfaser der Fliege derlei feine Eigenthümlichkeiten zu besitzen, um dem vorgesteckten Zwecke genügend zu entsprechen, wobei ich die Bequemlichkeit hatte, dieselbe im frischen Zustande benutzen zu können, da diese Insecten auch in der kalten Jahreszeit bei uns nicht fehlen.

Es war bereits bekannt, dass die willkürliche Muskelfaser der Thiere quere Linien oder Streifen in gleichen Abständen enthalte, die je nach der Dehnung des Muskels mehr oder weniger näher rücken und mehr oder minder deutlich sind bei den verschiedenen Thieren: allein niemand hatte das Vorhandensein der zartesten Fädchen entdeckt, welche in der Längsrichtung einen Streifen mit dem anderen verbinden, wie ich dies bei den Fasern der Fliegen gesehen habe. Die Beobachtung war einigermaassen schwierig und ich glaube, dass dazumal die Demonstration dieser Fädchen bei den wenigsten Mikroskopen möglich gewesen sei, vielleicht mit Ausnahme dessen, welches Lister besass, jene intelligente Stütze, der die Optiker von London ihre ersten Schritte zur Vervollkommenung dieser werthvollen Instrumente verdanken.

Indessen hat die allmälige Verbesserung, die das Mikroskop auch in unserem Lande erlangt hatte, mir das Mittel geboten, immer besser in die fragliche Textur einzudringen und ich hatte das Vergnügen, den Mikroskopikern unter verschiedenen Probeobjecten, die man für sehr schwierig hält, auch die Muskelfaser der Fliege zu zeigen, an der sich eine Zeit lange, selbst wenn sie vom übrigen Körper entfernt wurde, die Vitalität erhält, wobei es oft vorkam, dass man sich von den totalen oder partiellen Contractionen, die ohne Nerveneinfluss eingetreten waren, Ueberzeugung zu verschaffen vermochte. Es war eine offenbare Thatsache, dass sich hierbei die Querstreifen einander näherten und nachher sich entfernten, dass sie abwechselnd in die grössten und kleinsten Entfernungen kamen. Diese Bewegung führte auf die Idee, dass der Vorgang in der Art stattfindet wie bei gewissen

alterthümlichen Laternen von Papier, die sich nach Wunsche des Trägers öffnen und schliessen konnten, eine Annahme, die darin begründet erschien, dass die Verbindungsfäden der Querstreifen zuweilen zu einem Zickzack in der ganzen Länge der Faser oder in einem Theile derselben geknickt zu sehen waren.

Viele meiner Freunde, Naturforscher und Anatomen, die von diesen meinen Beobachtungen Kenntniss hatten, und dem Gegenstande einigen Werth beileigten, hatten mich mehrmals ersucht, etwas darüber zu publiciren; doch wäre ich im Bewusstsein meiner Unkenntniss in diesem Fache des Studiums, auf ihre freundlichen Zureden nicht eingegangen, wenn mich ein besonderer sogleich anzuführender Umstand nicht gewissermaassen verpflichtet hätte, über diese Beobachtungen Rechenschaft zu legen.

Im Monate Juli des vergangenen Jahres (1857), als mein verehrtester College Prof. Mazzi, Director der Wachspräparate über menschliche und vergleichende Anatomie, mit einem Augenleiden behaftet war, erhielt ich den ehrenvollen Auftrag, die Thätigkeit des wackeren Präparators, Herrn Tortoni's, zu benutzen und demselben dasjenige in Wachs zur Ausführung zu geben, was ich den Sälen unseres k. k. Museums für Naturgeschichte beizufügen für gut befände. Die Jahreszeit war nicht eben günstig, um Darstellungen von Gegenständen der von mir vielfach studirten Pflanzenanatomie vorzunehmen; indem damals die Pflanzen fehlten, die ich dem Präparator nothwendigerweise hätte zeigen müssen: ich gedachte ihm daher die Präparation der Muskelfaser zur Aufgabe zu geben und zeigte ihm mittelst des Mikroskopes alles, was ich bezüglich der Structur der willkürlichen Muskelfaser der verschiedenen Thiere kannte. So wurde denn an die Nachahmung der Natur die Hand angelegt und mit den Insecten begonnen, namentlich mit der Fliege; drei grosse Tafeln sind bereits vollendet in der Officin des jungen Wachspräparators, die seine besondere Geschicklichkeit und die Gewandheit beweisen, womit derselbe nicht geringe Schwierigkeiten zu überwinden verstand. Nach dem Urtheile Sachverständiger werden diese Präparate gleich einem Kunstwerke zu den schönsten gehören, womit das Museum bereichert ist.

Ich habe hier nicht vor, die neuen Präparate zu beschreiben, welche Muskeln, Sehnen, Fasern und Tracheen u. s. w. enthalten und dieselben in bedeutender Vergrösserung und in natürlicher Anordnung so darstellen, dass die Verhältnisse im Organismus beibehalten erscheinen, zu welchem Zwecke dieselben des leichteren Verständnisses halber mit entsprechenden Durchschnitten ausgestattet und zerlegbar sind. Allein bei dieser Gelegenheit darf ich nicht unterlassen, das Ergebniss meiner Untersuchungen über die gestreifte Muskelfaser mitzutheilen, zu dem ich mittelst der optischen Kräfte, die mir zu Gebote stehen, gelangen konnte.

Die gestreifte Muskelfaser der Fliege, von verschiedenen Theilen des Körpers genommen, und wie ich es vorziehe, von den Gelenken eines herausgerissenen Schenkels, besteht aus einem centralen Canal, der sie der Länge nach durchzieht und mit sphärischen oder ovalen Bläschen, welche einige sehr feine Körnchen enthalten, erfüllt ist.

Der Centralcanal ist von einer Art Gesteck oder Futteral umgeben, welches aus einer Reihe von flachen Ringen besteht, die einer über dem anderen auf eine

geringe Entfernung gelagert und unter einander durch zahlreiche longitudinale Fädchen vereinigt sind. Knapp auf diese Fädchen folgt ein weiches zelliges Gewebe, welches dieselben ringsum bekleidet.

Auf dieses zellige Gewebe folgt ein zweites Gesteck, welches ähnlich gebildet ist wie das erste, nämlich aus Ringen, die durch Fädchen vereinigt sind. Zuletzt kommt eine äussere Membran, äusserst dünn, durchsichtig und gerunzelt, welche die ganze Faser umhüllt. Bei einer Vergrösserung von 744 stellt die Zeichnung eines Querschnittes (Fig. I.) der Muskelfaser eine Scheibe dar, deren Mitte der Centralcanal mit dem zelligen Gewebe einnimmt (A), worauf eine Kreisfigur (B) des innersten Gesteckes, dann ein zweiter Saum des zelligen Gewebes (C), endlich die Kreisfigur des zweiten Gesteckes (D) folgt, welches dem ersten ähnlich ist. Die Peripherie ist doppelt contourirt und repräsentirt die äussere Membran (E).

Die Figur ist nach der Natur gezeichnet, allein es gelingt nur bei der grössten Geduld, regelmässige Theile zu finden. Es bedarf des glücklichen Zufalls, denn dieselben mit irgend einem schneidenden Instrumente nach Belieben zu machen, wäre unmöglich, indem die Feinheit der Faser, die Weichheit und die Contractilität Hindernisse abgeben, die nur der wiederholte Versuch und die Musse zu überwinden vermag. Indessen kann man auf eine andere sehr leichte und einfache Art zu der Ueberzeugung über den wirklichen Sachverhalt gelangen, indem man nämlich eine der Länge nach ausgebreitete Muskelfaser betrachtet, und die Erscheinungen mittelst der optischen Grundsätze interpretirt.

Bei einer 744maligen Vergrösserung\*) zeigt eine der Länge nach auf dem Objectträger ausgezogene Muskelfaser die Querstreifen, welche dem Profil der flachen Ringe, die das doppelte Gesteck darstellen, entsprechen und die longitudinalen Fädchen, welche die genannten Ringe verbinden (Fig. II.).

Ueberdies entdeckt man in der Faser, wenn der Focus des Objectivs auf die Mitte der Dicke derselben eingestellt ist, drei parallele Räume, die sich gleich Bändern der Länge nach hindurchziehen und die Faser in vier Streifen abtheilen scheinen (M, N, P). Was sind nun diese Bänder? Es sind die Längsdurchschnitte des Centralcanales und der zelligen Schichte. Und das lässt sich folgendermaassen beweisen. Zuerst verändern die drei Bänder, wenn man die Faser um ihre eigene Längsachse rollen lässt, nicht erheblich ihre Lage, was so viel bedeutet als, dass die Erscheinung des mittleren Bandes von einem Cylinder herrührt, der in der Achse der Faser selbst liegt, und die seitlichen Bänder rühren demgemäss von einem Hohlcyylinder her, der zu dem ersten concentrisch gelagert ist. — Anderen Theils entdeckt man, wenn man die Bänder aufmerksam betrachtet, in dem mittleren Zellen von derselben Form und Grösse, wie in der Figur des Querdurchschnittes (Fig. I. A, stärker vergrössert und isolirt in T, um den körnigen Inhalt zu zeigen), und in den seitlichen desgleichen (Fig. I. C).

Um dies durch ein anderes Experiment zu beweisen, stelle man den Focus des Objectivs auf die Oberfläche der Faser ein: in dieser Lage wird man die Ver-

\*) Hier ist ein starker Linsensatz mit Immersion in Oel und das achromatische erste Ocular verstanden. Vgl. Reisebericht, Prager Vierteljahrsschrift Bd. 61. S. 206. Anm. des Uehers.

bindungsfächchen und die Streifen mit der grössten Reinheit gezeichnet wahrnehmen. Mittelst der mikrometrischen Bewegung hebe man allmählig den Gegenstand, so treten neue Fädchen aus der Tiefe an die Stelle der früher deutlich eingestellten, bis man die Zellenschichte entdeckt, die in eine Ebene gebracht ein mosaikähnliches Feld mit penta- und hexagonalen Pflasterumrissen zeigt. Hebt man den Objectisch noch höher und zwar gerade soviel, als die Mächtigkeit der Zellenschichte beträgt, so treten neue Verbindungsfäden in die Erscheinung, wonach die centralen Zellen folgen. Von diesem Punkte an würde man bei fortgesetzter Hebung der Faser die Wiederholung der genannten Erscheinungen jedoch in umgekehrter Reihenfolge beobachten. Aus diesem Verhalten geht zur Evidenz hervor, dass die Faser aus verschieden organisirten Theilen zusammengesetzt sei, die unter einander in der oben erörterten Weise vereinigt sind. Es erübrigt jedoch zu erwähnen, wie man die zarthäutige Faserhülle unterscheidet. Diese giebt sich nur dann zu erkennen, wenn man sie sehr schief betrachtet, indem man bei der directen Ansicht derselben wegen ihrer vollständigen Durchsichtigkeit nicht den geringsten Ausdruck von ihrem Vorhandensein wahrzunehmen vermag. Ich bekam davon das allererste Anzeichen, als ich nach der Bedeutung von gewissen Maschen geforscht habe, die längst der Ränder der Faser an der äusseren Seitenfläche Vorsprünge bilden (F).

Diese Maschen sieht man nicht immer und sind dieselben mehr oder weniger offen und hervorragend je nach dem Spannungszustande der Faser. Die Maschen rühren nicht etwa von Krümmungen der longitudinalen Fädchen her; ich konnte keine andere Erklärung hierfür finden als die, dass sie von der äusseren Membran gebildet werden, welche blos im Umlange der einzelnen Gesteckringe adhärirt und sich nach Maassgabe der grösseren oder geringeren Annäherung der Ringe selbst faltet. Diese Erklärung wird durch den Versuch bekräftigt, indem an einem Muskel, den man zwischen zwei Gläsern vertrocknen lässt, die contractile Substanz der Faser opak wird und schrumpft, und die äussere Membran zu beiden Seiten sehr deutlich zeigt. Ist die Vertrocknung vollendet und entfernt man alsdann die beiden Gläser gewaltsam von einander, so bleibt auf dem einen die Faser, auf dem anderen die isolirte Membran mit ihren wohlausgeprägten Falten, wobei nebstdem auf der Oberfläche derselben der Verlauf der Capillarverzweigungen der Tracheen zur Ansicht kommt, da diese niemals unter dieselbe eindringen. — Eine andere Eigenthümlichkeit, die man an der Faser beobachten kann, ist die Punctirung der Streifen derselben. Es scheint, dass ein jeder Streifen, folglich ein jeder Ring, aus drei flachen Schichten besteht, die knapp an einander haften und die Dicke eines Ringes bilden. Die mittlere Schichte ist die punctirte, die beiden anderen sind glatt und mehr durchsichtig. Die Punctirungen rühren wahrscheinlich von der Pfropfung (Annestatura) der Längsfäden her, die einen Ring an den anderen beften.

Ich habe bereits erwähnt, dass die Fädchen zuweilen im Zickzack gebogen sind, der ganzen Faser entlang oder blos in einem Theile derselben. Dies ist bei den höheren Thieren bekannt gewesen und die gekrümmte Anordnung konnte ein Jeder, der gekochtes Rindfleisch ass, auch ohne Vergrösserungsgläser, erkannt haben; allein wenn man eine dieser gekrümmten Fasern unter dem Mikroskop unter-

sucht, so wird man gemeinhin in einer jeden Krümmung oder in einer winkligen Knickung zahlreiche Querstreifen finden, was ganz verschieden ist von der Zickzackfaltung, die ich meine und welche die Fädchen betrifft, die zwischen zwei horizontalen (parallelen) Streifen vorkommen.

So lange als man die Existenz der Fädchen zwischen einem und dem anderen Ringe nicht erwiesen hatte, konnte man die Art ihrer Faltung nicht recht einsehen, und ich finde mich bewogen zu glauben, dass die Structur der Faser, wie ich sie seit langer Zeit demonstirte, den Anatomen, die über diesen Gegenstand geschrieben hatten, nicht zur Kenntniss gekommen sei.

Eine jede Faser hat ihre Sehne, woran sie sich mit ihrem halbkugeligen oder abgerundeten Ende befestigt. Die Sehne theilt sich daselbst in divergirende Bartfasern, die sich an der freien Wölbung des letzten Ringes der Faser vereinigen (Fig. II, H). In Tausenden von Präparaten, die ich von den Muskeln der Schenkel gemacht habe, kam es mir nie vor, den Sehnenfaden anders zu finden als blos an einer Seite der Faser; das andere Ende fand ich immer frei, mehr oder weniger regelmässig zwischen zwei Ringen abgerissen. Aber im Flügel habe ich nicht zerrissene Muskel gesehen, aus Bündeln von vierzig bis fünfzig Fasern (von der Länge 0,35 Mm.) zusammengesetzt und diese an einem Sehnenstiele (von 0,225 Mm.) vereinigt, der sich in der Art theilte, dass alle Rundungen der Fasern umfasst erschienen. Und am anderen Ende sah ich eine ähnliche zugerundete Form der Fasern, die in gleicher Weise mit den Bärten der Sehne vereinigt waren, die jedoch, anstatt sich in eine gestielte Sehne zu verlängern, plötzlich endigend in einer nicht grösseren Entfernung, als 0,02 Mm. sich zu einem opaken Knorpel sammelten.

Zuweilen kommen mehrere Sehnenstiele zum Vorschein, die auf ihrem freien Köpfchen ein Bündel von Fasern gleich einer offenen Distelblüthe tragen. Fasst man die Fasern ins Auge, so erkennt man, dass das Aussehen derselben nicht immer dasselbe ist. Manchmal zeigen die Fasern, die zu einem Sehnenstiele gehören, die drei oben beschriebenen Längsbänder, an einem anderen Stiele sind diese Bänder in den Fasern weniger klar und man kann blos den Centralcanal deutlich entdecken. Endlich giebt es Sehnen mit Fasern, die anstatt drei Bänder deren fünf und zwar in einer solchen Ausprägung zeigen, dass man die Faser in sechs Fibrillen getheilt dächte, wenn sich bei näherer Betrachtung diese Erscheinung nicht als eine Illusion erweisen würde. Die Erscheinung der fünf Bänder rührt von einer zweiten Schichte des in Fig. III. abgebildeten zelligen Gewebes her, welches nächst der Circumferenz der Faser gelagert ist. Der unzweifelhafte Beweis hierüber wird in der Weise geliefert, wie ich die Beobachtung behufs der Erklärung des Ausdrucks der drei Bänder beschrieben habe. Und wenn man die vermeintlichen sechs Fibrillen durch Druck zwischen zwei Gläsern zu trennen versuchen wollte, so kann man gewiss sein, dass dies nicht gelingt. Alle Fasern, deren ich hier erwähne, lassen sich nicht anders theilen als durch Zerreißen.

Diese Resistenz kommt bei den schlafferen Muskeln des Thorax nicht vor, bei denen sich die Fibrillen leicht trennen, wenn man sie zwischen zwei Glasplatten quetscht. Diese kommen zugleich mit einer Menge von Kügelchen oder vielmehr

Bläschen zum Vorschein, die sich im Wasser zerstreuen. Die Fibrillen sind cylindrisch, äusserst fein, im Durchmesser 0,001 bis 0,002 Mm. Die beigemengten Bläschen haben grössere Durchmesser und erreichen im Mittel 0,0025 Mm. Im normalen Zustande haben die Bläschen, die beinahe die Hälfte der Gesamtmasse der Faser bilden, eine regelmässige Anordnung und bilden einige Schichten. Die Längstreifen des Muskels sind offenbar von den unzähligen Fibrillen abhängig, die in parallele Bündel geordnet sind. Die Querstreifen des Muskels, die zu gleicher Zeit, wiewohl weniger deutlich, zu sehen sind, rühren von den queren Streifen her, die in der That an den Fibrillen der Fliege vorkommen; allein ohne eine sehr penetrirende optische Kraft gelangt man nicht zur Kenntniss über die wahre Structur derselben. Bei anderen Insecten haben die Fibrillen grössere Dimensionen, die das Studium leichter gestatten. Und da sie eine nicht unerhebliche Analogie in ihrer Organisation mit den Fibrillen der höheren Thiere zeigen, will ich hier einige Beobachtungen über dieses Feld vorausschicken, auf dem sich so viele tüchtige Beobachter bewegt haben, ohne übereinstimmen zu können, zum Beweise der grossen Schwierigkeit des Gegenstandes.

Alle Anatomen wissen, dass es keiner besonderen Geschicklichkeit bedarf, um die Faser der willkürlichen Muskeln zu isoliren; es sind jedoch die Fibrillen auf mechanische Weise nicht trennbar, und um dies zu erreichen, muss man zur Maceration, zum Kochen, oder zu chemischen Reagentien Zuflucht nehmen. Ich habe mich verschiedener Mittel bedient, jedoch ohne hinreichende Befriedigung, doch waren dieselben genügend, um mir bei den Untersuchungen die Ueberzeugung zu verschaffen, dass die Fibrillen weder aus einem varicösen Fädchen, noch aus primitiven regelmässig aggregirten Theilchen, weder aus Rechtecken oder Quadraten, die in Reihen vereinigt, noch aus spiralgewundenen Fädchen zusammengesetzt sind, sondern cylindrische Röhrchen darstellen, die in der Quere durch Diaphragmen getheilt sind in derselben Art, wie die Faser der Fliege durch Ringe getheilt ist.

Bei einer 2000maligen Vergrösserung zeigten die Muskelfibrillen des Lammes (Fig. IV.) dunkle Cylinder, mit in regelmässigen Abständen eingeschobenen klaren Segmenten, deren jedes durch eine opake Linie entzwei getheilt ist\*). Bei Anwendung von Objectiven der stärksten Kraft und bei günstiger Beleuchtung findet man die opaken Linien punctirt (R), die opaken Cylinderstücke (S) längsgeriffelt. Bemerkenswerth ist die Analogie der Structur dieser Fibrillen mit der Faser, von der sie herrührt. Die Differenz bestände in der blossen Dimension des Grossen und des Kleinen; denn die Faser des Lammes ist nichts Anderes als eine Wiederholung seiner Fibrille mit Zuthat der äusseren Membranhülle. — Die Muskelfaser des Schweines und des Ochsen lässt sich in ähnliche Fibrillen zerlegen.

Die beste Zeichnung über die Faser, die ich zu Gesichte bekam, ist die von Leonard nach einem Präparate von Lealand copirte, die auf Taf. 8, Fig. XI. der Abhandlung über das Mikroskop von Quekett zu finden ist. In dieser Abbildung nach einer 1200maligen Vergrösserung unterscheidet man, wie der Autor

\*) Cf. Kölliker's Gewebelehre, 3. Aufl. 1859, S. 179, Fig. 96, GG.

Anm. des Uebers.

in seiner Erklärung S. 439 sagt, dass eine jede Fibrille aus Binden oder Schleifen von zweierlei verschiedenen Structuren und in abwechselnder Folge zusammengesetzt ist, und dass man bei einer aufmerksameren Untersuchung eine Querlinie zwischen einer jeden dunklen Binde entdeckt. Meine Beobachtung stimmt somit mit der englischen Beobachtung vollkommen überein; aber der berühmte Quckett fügt hinzu, dass diese Querlinie der Fibrille das Aussehen giebt, als wäre sie zusammengesetzt aus einer linearen Reihe von mehr oder weniger langen oder quadratischen Zellen mit einer dunklen Substanz im Centrum einer jeden; er versinnlicht dies mit einem Durchschnitt und bemerkt, dass manchmal, wie in seiner Fig. XI., die dunkle Substanz sich bis zu den Seiten der Zelle erstreckt und dieselbe nicht durchsichtig erscheinen lässt. In diesem zweiten Theile der Beobachtung stehe ich ferne von der Ansicht des gelehrten Londoner Mikroskopikers. Ich halte dafür, dass es keine Zellen giebt, welche die dunkle Substanz enthalten, die sie mehr oder weniger erfüllt, sondern dass die Verschiedenheit der hellen und dunklen Theile von einem Unterschied des Lichtbrechungsvermögens abhängen, welches die einzelnen abwechselnden Segmente der Fibrille besitzen, die vermöge ihrer ungemeinen Zartheit sehr durchsichtig sind. In der That sieht man, wenn man eine Fibrille unter einem guten Mikroskope mittelst condensirter centraler Beleuchtung betrachtet, sobald sich die Ränder derselben am deutlichsten zeigen, die queren Segmente abwechselnd hell und dunkel erscheinen in derselben Weise, wie dies meine Fig. IV. und die eilfte von Leonard versinnlicht. Wenn man aber von dieser Einstellung zu einer anderen übergeht, indem man die Fibrille mittelst der mikrometrischen Bewegung senkt, oder sie von dem Focus des Mikroskopes entfernt, dann tritt eine andere Erscheinung ein, nämlich die dunklen Segmente werden hell, und umgekehrt die hellen werden dunkel. Und würde man dagegen anstatt die Fibrille vom Focus zu entfernen, dieselbe nähern (heben), so würden in diesem Falle die dunklen Spatien noch opaker werden.

Denselben Effect würde ein kleiner Glasylinder hervorbringen, der aus abwechselnd geordneten Segmenten von Flint und von Crownglas zusammengesetzt wäre, und wer nur immer ein wenig in der Optik bewandert ist, wird keine Schwierigkeiten haben, sich davon zu überzeugen. Ich füge noch hinzu, dass der Durchmesser der Fibrillen 0,0016 Mm. und die Höhe der Segmente nahezu ebenso viel misst, und dass somit ein jedes Segment eine sehr kleine cylindrische Linse darstellt, welche hinter sich das Bild der Beleuchtungslinse bildet. Einige von diesen Lichtbildern sind weniger gross, andere grösser, und zwar alternirend; die ersten resultiren von dem dichteren Segmenten, die anderen von dem weniger dichteren. Welchen Eindruck wird das Auge empfangen, wenn es eine lineäre Reihe dieser nicht genau definirten Bilder betrachtet? Es wird derselbe dem eines durchsichtigen Fadens gleichen, der bald fein, bald dick in regelmässigen Abständen erscheint, er wird einen varicösen Faden vortäuschen vermöge einer Illusion, bei Vielen der normale Typus der Fibrille.

Während ich mich mit der Untersuchung einer Muskelfibrille beschäftigte, verlangte ein Freund auch den Gegenstand zu sehen, der meine Aufmerksamkeit beschäftigte, und ich schlug demselben als einem gewandten Zeichner vor, das Ge-

sehene abzubilden. Mein Begehren wurde alsbald befriedigt. Darauf änderte ich ein wenig die Entfernung des Objects zum Focus, und bat um eine neue Zeichnung, welche von der vorigen abweichend ausgefallen war, wie ich auch erwartet hatte. Es waren die beiden irrthümlichen Zeichnungen, die ich in Fig. V. wiedergebe, um zu zeigen, wie leicht es sei, über die wahre Structur der durchsichtigen Körper in Illusionen zu verfallen, wenn dieselben gewisse Linseneffecte oder Brechungserscheinungen mit ihrer äussersten Zartheit vereinigen.

Um zu den Fibrillen des Thorax von Insecten zurückzukehren, von denen ich angeführt habe, dass man sie anderswo leichter studiren könne als bei der Fliege, so will ich vor Allem die Wespe nennen. Im Thorax der Wespe giebt es Muskelfasern, welche in zwei Richtungen gestreift sind, in der transversalen und in der longitudinalen Richtung, und diese haben grössere Durchmesser als die Fasern, die sich in den Schenkeln und in den Flügeln dieses Thieres befinden. Die grossen Fasern des Thorax, entnommen einem soeben gestorbenen Thiere, lösen sich im Wasser unter einem mässigen Druck in Fibrillen, deren Durchmesser zwischen 0,002 und 0,004 Mm. schwanken. Bei der Untersuchung der grössten hat man keine Mühe zu erkennen, dass die Structur derselben mit jener den Fibrillen des Lammes identisch ist, wie in Fig. IV. Es sind sehr helle Röhrchen, in regelmässigen Abständen durch Querstücke von einander getrennt, die im Profil aus drei in Berührung stehenden Ebenen bestehen, einer mittleren punctirten und den beiden glatten. Die Röhrchensegmente zwischen zwei hellen Querstücken bestehen offenbar aus einer weniger dichten Substanz, da sie dieselben Refractionerscheinungen bieten wie die oben beschriebenen.

Die cylindrische Form der Fibrillen erkennt man nicht blos, wenn man sie zerzupft untersucht, sondern sie giebt sich auch unzweideutig kund, wenn man die Querschnitte derselben betrachtet, die sich zuweilen in grosser Anzahl gegen das Auge des Beobachters aufgerichtet vorfinden, da sie sich während der Präparation häufig aufrichten. Die Querschnitte sind kreisförmig und liefern den Beweis, dass die Fibrillen ganz und gar voll sind, wenigstens entdeckt die optische Kraft darin keinen Canal oder eine Höhlung. Nebst der Verschiedenheit der Durchmesser, welche zwischen zwei Tausendsteln eines Millimeters und vier Tausendsteln eines Millimeters schwanken, bemerkt man auch einen Unterschied der Distanz zwischen den Segmenten der Röhrchen, was wahrscheinlich von den verschiedenen Spannungszuständen abhängt: ja man begegnet nicht selten Fibrillen, die so gespannt sind, dass ihre Querstreifen alle geneigt sind und dass man auf den ersten Anblick urtheilen würde, sie seien spiralig gewunden. Die Fibrillen erstrecken sich von einem Ende der Faser zum anderen ohne Gabeltheilung oder Verzweigung; sie verlaufen parallel, zu Bündeln dicht gedrängt. In einem jeden Bündel stehen die Querlinien nahezu in demselben Niveau, allein zwischen einem und dem anderen Bündel treffen die Querlinien nicht constant auf einander. Da die Fibrillen cylindrische Körper sind, so kann begreiflicherweise in einem Bündel keine totale Berührung bestehen; es bleiben longitudinale Hohlgänge zurück, die mit einer feinkörnigen Masse erfüllt sind, welche noch an den Rändern einzelner isolirter Fibrillen anhaftend zu finden ist. Die feingranuläre Masse darf man nicht mit den



Bläschen verwechseln, welche in beträchtlicher Menge durch Druck auf die Fibrille frei werden. Diese Bläschen sind im Inneren zu Schichten geordnet, welche die Bündel der Fibrillen umgeben und vielleicht liegt es in der Natur ihrer lockeren Verbindung, dass die Fibrillen mit der grössten Leichtigkeit zu isoliren sind.

Was die Structur der Muskelfaser und die Dimensionen der einzelnen Theile derselben betrifft, so besteht kein erheblicher Unterschied zwischen der Wespe und der Biene. Dies ist also ein anderes Insect, welches man wie die Fliege zu jeder Jahreszeit lebend antrifft und an dem man die besprochenen Beobachtungen wiederholen kann. Es wäre überflüssig alle die Insecten zu citiren, bei denen ich dieselben Verhältnisse gesehen habe; im Allgemeinen erweisen sich die Käfer wegen der Mächtigkeit ihrer Fasern am meisten geeignet für derartige Untersuchungen. Der Hirschkäfer hat riesige Muskelfasern und an diesen habe ich die grössten Anstrengungen gemacht, um die aus den Schenkeln herausgenommene Faser in Fibrillen zu spalten, was mir jedoch nicht gelang. Ich habe die Faser mit diluirtem Acidum nitro-muriaticum behandelt und dieselbe zehn, zwanzig, dreissig Tage darin gehalten, ohne dass sich eine Fibrille abgelöst hätte, während die Faser vom Thorax mit demselben Reagens zerstört und in unförmliche Granulationen umgewandelt war.

Es ist unzweifelhaft, dass der contractile Theil der Faser, die man dem Schenkel der Fliege entnimmt, zwischen zwei queren Streifen befindlich ist, nämlich in den Ringen, welche die longitudinalen Fädchen enthalten. Dies lässt sich aus der Beobachtung beweisen, wobei während der Verkürzung oder Verlängerung der noch zuckenden Faser die Dicke der hellen Querstreifen sich nicht verändert. Dieselben bleiben augenscheinlich zusammengesetzt aus der mittleren punctirten und den zwei seitlichen glatten Linien. Die Veränderung der Distanz zwischen denselben giebt sich kund im Wechsel der Mächtigkeit der zwischenliegenden Räume, nämlich jener, welche die longitudinalen Fädchen enthalten, eben derjenigen, welche das Licht weniger brechen oder welche eine geringere Dichtigkeit besitzen. In den Fibrillen geht gleichfalls eine Dilatation und Contraction vor sich, ohne dass man die einzelnen Veränderungen, welche hier stattfinden, verfolgen könnte. Es ist jedoch gestattet zu glauben, dass die Bewegung in derselben Weise vor sich geht wie in der Faser und dass das Contractionsvermögen den weniger dichten Segmenten (S) zukomme; denn es ist sehr wahrscheinlich, dass einer vollkommenen Formähnlichkeit auch ähnliche Functionen zukommen.

Ich werde mich nicht in physiologischen Betrachtungen verbreitern, doch scheint es mir zum Schlusse dieser Abhandlung nicht unzweckmässig, die Aufmerksamkeit darauf zu richten, dass die Fibrille, zusammengesetzt aus zweierlei Elementen von verschiedener Dichtigkeit, die alternirend über einander gelagert sind, eine besondere Analogie mit der Voltaischen Säule darstellt.

Uebersetzt von Dr. Lambl.