

## Einige Bemerkungen über die Endigungen der Hautnerven und den Bau der Muskeln,

VON

**A. Kölliker.**

Mit Tafel XIV.

In *Müller's Archiv*, 1856, pag. 150, finden sich einige Angaben von *Leydig* über die Tastkörperchen und die quergestreiften Muskelfasern, welche mich zur nachstehenden Mittheilung veranlassen.

Was erstens die Endigungen der Nerven in der Haut anlangt, so scheint mir diese Frage durch *Leydig's* Angaben nicht erheblich weiter gekommen zu sein. Derselbe übt zwar seine Kritik <sup>1)</sup> an meinen älteren und neueren Publikationen über diesen Gegenstand, allein wenn man nach seiner Ansicht forscht, so erfährt man auch nichts weiter, als dass ihm die Sache bald so, bald anders erschienen sei. Erfreulich war es mir übrigens zu sehen, dass auch *Leydig* die Querstreifen der Tastkörperchen auf Kerne bezieht, und möchte ich bei dieser Gelegenheit *Meissner* ersuchen, seine hierauf bezüglichen Angaben, nach denen solche Kerne nicht vorhanden und alle Querstreifen der Körperchen von Nerven abhängen sollen, einer neuen Prüfung zu unterziehen. Ich für mich muss immer noch auf der von mir gegebenen Darstellung

<sup>1)</sup> Ich erlaube mir hier eine Bemerkung über die Art und Weise, wie *Leydig* mich citirt. Derselbe sagt (pag. 152): «ich habe die Liebenswürdigkeit, *H. Wagner* zu bedeuten, dass derselbe in dieser Sache ein entscheidendes Wort gar nicht mitreden dürfe (!)» Ich habe jedoch wörtlich nur Folgendes gesagt (Handbuch, 1. Aufl., pag. 89; Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. IV). «Das ist mir jedoch ausgemacht, dass *Wagner* die Nerven der Papillen nicht so weit als es möglich ist, verfolgt hat und daher für einmal wenigstens nicht beanspruchen kann, in dieser Sache ein entscheidendes Wort mitzureden», und scheint es mir daher nicht zweifelhaft auf welcher Seite hier die Liebenswürdigkeit sich findet.

bestehen, dass die Nerven äusserlich an den Körperchen liegen, ob schon sie dieselben oft tief einschnüren, doch halte ich es nicht für unmöglich, dass ein Theil der Lage mit den queren Kernen als dem Nerven angehörig sich ergeben wird. Auch was die Endigungen der Nerven anlangt, so beharre ich darauf, dass schlingenförmig zusammenhängende Nervenröhren in den Papillen mitunter vorkommen, ohne zu behaupten, dass solche Schlingen Endschlingen seien. Was diese Schlingen anlangt, so erlaube ich mir hier zuerst meine Verwunderung über einen Ausdruck *Henle's* auszusprechen, der (Jahresbericht von 1854, pag. 61) meint, dass es sich von selbst verstehe, dass ich die früher von mir abgebildeten Nervenschlingen nunmehr, nachdem der Verwechslung von Nerven mit Capillargefässen vorgebeugt sei, nicht wiederfinden könnte. *Henle* musste wissen, dass ich die Zumuthung *Wagner's*, dass ich Gefässschlingen mit Nervenschlingen verwechselt habe, von mir gewiesen hatte (Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. IV, pag. 47; Handbuch, 1. Aufl., pag. 88), und wenn er auch für sich hierauf kein Gewicht legen wollte, worüber ich mit ihm nicht rechten will, so war doch immerhin kein Grund für ihn vorhanden, ein bestimmtes Urtheil in einer Sache abzugeben, die er nicht wissen kann, um so mehr, da ich einen untrüglichen Zeugen für meine Behauptung besitze, nämlich die Abbildungen in meiner Mikroskop. Anatomie (II, 1, Figg. 12, 13), in denen ich zu einer Zeit, wo mir die Tastkörperchen noch nicht genauer bekannt waren, Papillen mit Nervenschlingen und unverkennbaren Tastkörperchen dargestellt habe. Mag es daher immerhin *Wagner* und vielleicht Andern begegnet sein, dass sie Capillaren mit Reagentien behandelte Papillen anfänglich für Nerven hielten, so nehme ich es für mich in Anspruch, dass mir keine solchen Verwechslungen begegnet sind. — Was nun die Bedeutung der Schlingen anlangt, so erlaube ich mir, wie schon früher (Handbuch, 2. Aufl., pag. 409), darauf aufmerksam zu machen, einmal dass dieselben nicht nothwendig Endschlingen sein müssen, und zweitens wieder von Neuem daran zu erinnern, dass Schlingen oder besser, allgemeiner ausgedrückt, Anastomosen von Nervenröhren an einigen Orten unzweifelhaft vorkommen. In ersterer Beziehung erwähne ich zuerst die ältere Angabe von *Krause* (siehe Mikroskop. Anat., II, 1, pag. 29), dass Eine Nervenfasern in mehrere Papillen eingehen könne, und meine Beobachtung von bedeutenden wellenförmigen Biegungen an den oberflächlichsten Nervenfasern der Glans penis. Dann kann auch daran erinnert werden, dass die Nervenfasern an einigen Orten nicht nur Schlingen, sondern wirkliche Glomeruli bilden (*Gerber*), was ich für die Conjunctiva bulbi (siehe Mikroskop. Anat., Fig. 13 A 3) und die Lippen (Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. IV, Taf. IV, Fig. 14) bestätigt habe, und erst hinter denselben ihre Endverästelung erzeugen. Ich halte es nun in

der That für sehr leicht möglich, dass alle Schlingen, die man in Papillen sieht — und sehen werden solche alle Diejenigen, die die Mühe nicht scheuen, viele Papillen zu untersuchen — nichts als Nervenröhren sind, die stark wellenförmig verlaufen, d. h. von dem oberflächlichen Plexus der Cutisnerven aus in die Papillen eintreten, um in denselben eine grosse Schleife zu bilden und anderwärts, d. h. in anderen Papillen frei zu enden. Auf der andern Seite darf nun aber auch sicherlich sehr an die Möglichkeit gedacht werden, dass wirkliche Endschlingen vorkommen, wenn man erwägt, dass Anastomosen und Schlingen wenigstens bei blassen Nervenröhren einiger Localitäten sicher beobachtet sind. Ich habe solche nun schon vor 40 Jahren in dem Schwanze von Froschlarven beschrieben und abgebildet (Ann. d. se. natur., 1846) und Axmann will Aehnliches auch in der Haut erwachsener Frösche gesehen haben, was ich nicht bezweifle. Ausserdem habe ich aber auch in der Haut von einem Säugethier, der Maus, ganz Aehnliches gefunden (siehe Mikroskop. Anatomie, II, 4, pag. 24), was Hessling für die Spitzmaus bestätigt, und benutze ich diese Gelegenheit, um eine seit Jahren in meinen Händen befindliche Zeichnung vorzulegen (Fig. 10).

Die Muskeln anlangend, so ist Leydig der Ansicht, dass wie oft man auch das Studium des feinem Baues derselben schon betrieben habe, doch ein vollständiger Abschluss noch nicht erzielt worden sei, was auch ich nicht umhin kann zu unterschreiben. Leydig's neue Wahrnehmungen mit Bezug auf den Bau der Muskeln laufen darauf hinaus, dass nach ihm das, was Bowman und ich für Querschnitte von Fibrillen erklären, die Querschnitte von ganz ähnlichen gezacktrandigen Hohlräumen seien, wie man sie seit Virchow allgemeiner im Bindegewebe unter dem Namen Bindegewebskörperchen kenne. Behandelt man nach Leydig die Präparate (trockne, in Wasser aufgeweichte Froschmuskeln) mit Essigsäure, so treten diese gezacktrandigen Hohlräume zwar schärfer hervor, aber durch Quellung der Zwischensubstanz schliessen sie sich in ganz ähnlicher Weise zusammen, wie man an den Bindegewebskörperchen die Erscheinung verfolgen kann, und nehmen sich jetzt als dunkle Punkte und Punktehenreihen aus. Wichtig erscheint ferner, dass man in diesen länglichstrahligen Gebilden, die auch gleich den Bindegewebskörperchen den Eindruck eines Lückensystemes machen können, noch Kernrudimente zuweilen erblickt, und zwar am constantesten zunächst der Oberfläche des Sarcolemma. Wenn ein Primitivbündel Fett enthält, so scheinen die Fettpunktehen ausschliesslich in diesen gezackten Hohlräumen enthalten zu sein. Leydig schliesst, indem er sagt, es sei demnach ein Muskelbündel von einem feinen Kanal- oder Lückensystem in ganz analoger, aber nur viel zarterer Weise als das Bindegewebe durchsetzt, welches

die Function habe, das Plasma sanguinis zwischen die primitiven Fleischtheilchen zu leiten.

So weit *Leydig*. Forscht man nun nach der Natur dieser gezackrandigen Hohlräume und bedient man sich zur Untersuchung, wie es sich von selbst versteht, nicht blos trockner, sondern auch frischer Muskeln, so kommt man bald zur Ueberzeugung, dass dieselben nichts Anderes sind als die längst bekannten Kerne der Muskelprimitivbündel in einem geschrumpften Zustande! Dieser Ausspruch mag allerdings etwas befremdend vorkommen, allein wenn man bedenkt, dass *Leydig* allem Anscheine nach nur oder doch vorzugsweise trockne, aufgeweichte Muskeln untersucht hat, ferner, dass er nur «zuweilen Kernrudimente in den Muskelfasern erblickte», während doch, wie man schon lange weiss und wie ich immer bestimmt hervorgehoben habe, in den Muskelfasern schöne Kerne selbst mit *Nucleolis constant* in Menge vorkommen, so wird man meine Behauptung doch nicht ungerechtfertigt finden. Um übrigens alle Zweifel in dieser Beziehung zu heben, gebe ich in Fig. 1 die Abbildung eines frischen Muskelbündels des Frosches, das mit einer Spur von  $\bar{A}$  behandelt wurde. Dasselbe zeigt in allen Tiefen zahlreiche blasse, aber sehr deutliche bläschenartige Kerne, deren Länge gewöhnlich  $0,005 - 0,006''$  beträgt, manchmal aber auch bis zu  $0,008 - 0,010''$  und mehr ansteigt, während ihre Breite meist zwischen  $0,002 - 0,003''$  sich hält, und die Dicke etwa  $\frac{1}{3}$  der Breite beträgt, so dass dieselben mithin die Form von Kürbiskernen haben. Alle diese Kerne zeigen einen klaren, höchstens stellenweise leicht getrühten Inhalt und immer einen oder zwei kleine *Nucleoli* bald von blasserem, bald von dunklerem Ansehen, deren Grösse  $0,0005 - 0,001''$ , manchmal selbst  $0,0015''$  beträgt. In dieser Weise sieht man die Kerne in allen Muskelfasern, die mit Lösungen behandelt sind, die dieselben weder schrumpfen, noch zu sehr aufquellen machen, also in Wasser, wenigstens gleich nach dem Zusetzen desselben, oft auch später, in Serum, Humor vitreus, Salzlösungen von gewisser Concentration, sehr diluirten caustischen Alkalien, doch ist zu berücksichtigen, dass dieselben allerdings oft sehr blass und daher schwer zu erkennen sind. In trocknen aufgeweichten Muskeln dagegen, sowie nach Anwendung von unverdünnter gewöhnlicher Essigsäure u. s. w. zeigen sich die Kerne in ganz anderer Weise, d. h. verschiedentlich geschrumpft, und kann man bei einer solchen Behandlung leicht Bilder erhalten, wie sie *Leydig* darstellt.

Fig. 2 stellt ein solches aufgeweichtes und mit  $\bar{A}$  behandeltes Primitivbündel des Frosches dar, an welchem die Kerne geschrumpft und leicht zackig erscheinen, und gebe ich gern zu, dass ein solches Bild an Bindegewebskörperchen erinnert, um so mehr, da neben den Kernen und häufig wie als Fortsetzung derselben auch kernfaserartige

dunkle Streifen in Menge zu sehen sind. Von diesen Streifen wird gleich nachher weiter die Rede sein, was dagegen die vermeintlichen Bindegewebskörperchen oder die gezackten Heblräume *Leydig's*, die manchmal Kerne enthalten sollen, betrifft, so kann Jeder durch Vergleichung frischer Muskeln vor und nach Behandlung mit  $\bar{A}$  leicht sich überzeugen, dass dieselben nichts als Kerne sind. Ich kann auch nicht zugeben, dass diese Kerne innerhalb grösserer Zellen sitzen, indem die Pünktchenreihen in der Nähe derselben in Fig. 1, und die wie als Verlängerung der Kerne auftretenden Streifen in Fig. 2 nie von besonderen Contouren umschlossen sind und nicht blos in der Nähe der Kerne, sondern überall zwischen der contractilen Substanz zu finden sind. Auch gelingt es durch keine Behandlungsweise der Muskeln, Zellen aus denselben zu isoliren<sup>1)</sup> und unterliegt es desswegen allem Angeführten zu Folge keinem Zweifel, dass *Leydig's* gezacktrandige Hohlräume oder Bindegewebskörperchen in den Muskeln nichts als die geschrumpften längst bekannten Kerne der Muskelfasern sind.

Mit Bezug auf diese Kerne noch einige Bemerkungen. Will man rasch von der ungemein grossen Zahl derselben in Froschmuskeln eine Anschauung erhalten, so ist nichts zweckmässiger als die Behandlung frischer Muskelfasern mit einer concentrirten Solution von Kali oder Natron causticum von 45—25% (Fig. 8). Die Fasern werden gelblich, schrumpfen etwas und zeigen die Kerne äusserst schön als helle Vacuolen von länglich runder oder spindelförmiger Gestalt, bald gequollen, bald leicht geschrumpft, in denen man nicht selten bei scharfem Zusehen den aufgequollenen Nucleolus erkennt. Setzt man Wasser zu, so quellen die Fasern auf, die Kerne werden grösser und quellen selbst heraus, wenn die Fasern vor dem Zusatze des Wassers etwas länger in dem concentrirten Alkali lagen. Recht hübsch sieht man ferner die Kerne auch in concentrirten Salzlösungen, und zwar ebenfalls mehr als Vacuolen, ferner in mit starker Essigsäure behandelten Präparaten,

<sup>1)</sup> Bei dieser Gelegenheit will ich eine, so viel mir bekannt, noch nicht gemachte Beobachtung mittheilen. In diesem Frühjahre fand ich bei jedem Frosche in diesen oder jenen Muskeln zwischen den normalen Fasern eigenthümliche, mit Zellen gefüllte Schläuche (Fig. 9). Dieselben waren meist etwas schmaler, als die stärkeren Muskelfasern, besaßen eine dem Sarcotemma ganz gleiche Hülle und im Innern neben feinkörniger Substanz schöne runde Zellen mit hübschen bläschenförmigen Kernen und 1—2 Nucleolis und dunkleren feineren und grösseren Inhaltsportionen, die meist etwas blasser waren als Fett, doch demselben ähnlich sahen. Ich kann nicht umhin, diese Schläuche für eigenthümlich metamorphosirte Muskelfasern zu halten, doch erlaube ich mir vorläufig über ihre Bedeutung und die Art der Bildung der Zellen in ihnen keinen weiteren Schluss, nur erinnere ich an die von mir bei Krebs in Muskelfasern gefundenen Zellen (Handbuch, 2. Aufl., pag. 211)

die man nachher einige Zeit in Wasser hat liegen lassen, in welchem Falle die Kerne mehr langgestreckt und schmal, aber deutlich blasig erscheinen. — In allen grösseren Primitivbündeln sind die Kerne in allen Tiefen mehr unregelmässig zerstreut, ich habe jedoch bei ausgewachsenen Fröschen hie und da auch ganz schmale Muskelfasern gefunden, in denen die Kerne in dichter Aufeinanderfolge einen einzigen centralen, meist einreihigen Strang bildeten.

Da *Leydig* in seiner Arbeit auch die Behauptung ausspricht, dass das, was *Bowman* und ich (nebst vielen Anderen) als Querschnitte der Muskelfibrillen oder Fleischtheilchen abbilden und beschreiben, nichts als die Querschnitte der von ihm gefundenen gezacktrandigen Hohlräume seien, so wurde ich veranlasst, die Muskelfasern auch nach dieser Seite zu untersuchen, welche viel grössere Schwierigkeiten bietet. Ich wurde jedoch durch die Auffindung eines besondern Structurverhältnisses für meine Mühe entschädigt, und glaube nun allerdings im Falle zu sein, über den Bau der Muskelfasern etwas Genaueres mittheilen zu können, als man bisher wusste. Um es kurz zu sagen, so habe ich gefunden, dass in den frischen Muskelfasern ausser den contractilen Theilen und den Kernen noch eine besonders geformte Zwischensubstanz existirt, die allem Anscheine nach bei den physiologischen und pathologischen Vorgängen in den Muskeln eine nicht unwichtige Rolle spielt. Untersucht man einen frischen Froschmuskel in einem unschädlichen Medium, so zeigen sich bei genauer Betrachtung desselben und mit guten Linsen, abgesehen von den Kernen, zwei Bestandtheile an den Muskelfasern, nämlich einmal die contractile, quer- oder längsstreifige Substanz, und zweitens sehr blasse rundliche Körnchen, welche in langen linienförmigen Zügen in die contractile Substanz eingebettet sind. Diese Körnerzüge finden sich in der ganzen Dicke der Muskelprimitivbündel, an der Oberfläche wie in der Tiefe, und sind so zahlreich, dass sie als ein nicht unbedeutendes Element der Muskelfasern erscheinen, wenn man einmal auf dieselben aufmerksam geworden ist. Am deutlichsten sind dieselben an längsstreifigen Muskelfasern (Fig. 3), doch lässt sich auch an solchen ihre eigentliche Länge schwer bestimmen, obschon die Bilder mehr dafür sprechen, dass sie nicht in der ganzen Länge der Muskelfasern fortlaufen, sondern mehr nur kürzere, für sich bestehende Nester bilden. An querstreifigen Muskelbündeln sieht man die Körnerzüge auch, jedoch häufig weniger deutlich, indem die Trennungslinien der Körner einfach wie Fortsetzungen der Querstreifen erscheinen. Sind dagegen solche Fasern in Wasser z. B. etwas aufgequollen, so treten die Körnerreihen meist bestimmter hervor, und sind die Lücken der contractilen Substanz, die sie enthalten, oft ziemlich scharf begrenzt.

Kennt man diese besondere Zwischensubstanz der Muskelprimitiv-

bündel, so lernt man auch die Bilder verstehen, die mit  $\bar{A}$  behandelte Muskeln, mögen sie vorher getrocknet gewesen sein oder nicht, in der Längsansicht gewähren. An solchen (Fig. 2) sieht man nämlich, wie schon erwähnt, neben den geschrumpften Kernen kernfaserartige, bald blässere, bald dunklere Züge in bedeutender Zahl, welche nichts Anderes als die veränderten, eben beschriebenen Körnerzüge sind, und auch oft genug stellenweise ihre ursprüngliche Zusammensetzung aus Körnchen deutlich zeigen, namentlich in der Nähe der Kerne, in deren Fortsetzung viele, wenn auch lange nicht alle Körnerzüge liegen. Das Ansehen von dunkleren Fasern nach Behandlung mit  $\bar{A}$  rührt daher, dass dieses Reagens die Körner wenig angreift, welche daher von der aufquellenden contractilen Substanz comprimirt und zu faserartigen Streifen umgewandelt werden.

Noch muss ich einer besondern Bildung Erwähnung thun, die meines Wissens an Muskelfasern noch nicht beobachtet ist. Behandelt man dieselben mit Salzlösungen von einer gewissen geringern Concentration z. B. mit Glaubersalz von 3—7%, so zeigen sich im Innern der Primitivbündel reihenförmig angeordnete bald grössere, bald kleinere Vacuolen oft in grosser Zahl mit heller Flüssigkeit gefüllt. Diese Vacuolen entstehen, wie mir scheint, dadurch, dass die contractile Substanz beim Aufquellen durch die diluirte Salzsolution an den Stellen auseinanderweicht, wo die interstitiellen Körnerzüge liegen, wodurch unregelmässige grössere Räume entstehen, in denen die Salzlösung sich ansammelt. Ganz ähnliche Vacuolen lassen sich auch an den Linsenfäsern erzeugen, doch bilden sie sich hier wegen der grössern Weichheit der Substanz auch schon durch Wasser, was bei Muskeln seltener geschieht. Aus den Muskelfasern treten bei der Vacuolenbildung gerade wie bei den Linsenfäsern helle gelbliche Tropfen, wahrscheinlich von eiweissartiger Substanz. Lässt man Muskelfasern mit Vacuolen in Kalisolution stark aufquellen, so verschwinden die letztern und es zeigen sich dann an ihrer Stelle die wenig veränderten interstitiellen Körnerzüge, was beweist, dass die Vacuolen nicht einer Umwandlung der Körner ihren Ursprung verdanken.

Wenden wir uns nun an Querschnitte, so treffen wir auch an solchen die Kerne, die contractile Substanz und die interstitiellen Körnerzüge. Die umgestülpten aufgequollenen Enden frischer Muskeln (Fig. 4) geben in der Regel Bilder, welche auf den ersten Blick saftführende Kanälchen im *Leydig'schen* Sinn aufs schönste darzustellen scheinen. Man sieht nämlich in der contractilen Substanz eine gewisse Zahl rundlicher oder rundlich eckiger, häufig auch gezackter kleiner Lücken, deren Contouren meist ziemlich scharf markirt sind, jedoch nicht so stark wie in meiner Figur, in welcher die contractile Substanz absichtlich wenig schattirt ist, um die Lücken mehr vortreten zu lassen. Diese

Lücken sind jedoch nichts als Kunstproducte, erzeugt durch das Aufquellen und durch die Umstülpung der Enden abgeschnittener Muskelprimitivbündel, wodurch die contractile Substanz pinselförmig auseinander weicht und die schmalen Interstitien, welche die Körnerzüge einschliessen, zu scheinbar leeren oder saftführenden Kanälchen sich erweitern. Will man die Querschnitte unter möglichst natürlichen Verhältnissen sehen, so bringe man an gebogenen Bündeln die scheinbaren Querschnitte in den Focus oder man erweiche Querschnitte mässig getrockneter Muskeln in unschädlichen Flüssigkeiten. In beiden Fällen sieht man neben der contractilen Substanz und etwajgen Kernen eine gröbere Punktirung von ziemlich zahlreichen, mässig dunklen Körnchen oder Strichelchen annähernd, wie es die Fig. 5 wiedergibt, nur nicht so deutlich und scharf. Diese Figur stellt nämlich mit  $\bar{A}$  behandelte Querschnitte dar, in denen nun allerdings die interstitiellen Körnerzüge mit überraschender Deutlichkeit hervortreten und täuschend wie Querschnitte von feinen elastischen Fasern erscheinen. Solche Querschnitte sind auch sehr geeignet, über die Menge derselben Aufschluss zu geben und zeigt sich, dass dieselben manchmal äusserst zahlreich sind (Fig. 5), andere Male wieder spärlicher, welche letzteren Fälle die Figuren 4 und 6 darstellen.

Was nun die Querschnitte der Muskelfibrillen betrifft, so ist es wohl sicher, dass die eben beschriebenen, von mir aufgefundenen interstitiellen Körnerzüge, welche *Leydig* irrtümlich sammt den Kernen der Muskelfasern für saftführende Kanälchen hält, vielfältig, ja vielleicht allgemein mit denselben verwechselt worden sind, und gebe ich hierin *Leydig* vollkommen Recht, mit der Bemerkung jedoch, dass wohl Niemand im Falle gewesen ist, Bilder, wie er sie zeichnet (l. c. Tab. V, Fig. 2 B), auf Fibrillen zu deuten. Man betrachte namentlich das kleinere Bündel meiner Fig. 5, und man wird zugeben, dass einiger Grund vorhanden war, die zahlreichen und dichtstehenden Punkte auf Fibrillen zu deuten, um so mehr, da die interstitiellen Körnerzüge früher nicht bekannt waren. Verwechslungen der Art sind demnach sicherlich vorgekommen, doch glaube ich wenigstens die wahren Querschnitte der Fibrillen auch schon früher gesehen zu haben, denn solche existiren in der That, und kann ich *Leydig* auch in dieser Beziehung nicht beistimmen. Man betrachte die Querschnitte mit sehr verdünnter Essigsäure behandelter Frosemuskeln genau mit 350maliger Vergrösserung, so wird man in jedem Präparate zahlreiche Bündel finden (Fig. 6 a), die neben den Querschnitten der Kerne und der interstitiellen Körnerzüge, in der contractilen Substanz selbst eine sehr regelmässige und gleichartige, aber zarte Punktirung zeigen, die kaum durch eine Zeichnung in der Art wiederzugeben ist, wie sie in der Natur sich findet. In dieser Punktirung gibt es keine Lücken

und Unterbrechungen, und sehe ich, da dieselbe sicherlich nicht auf einer optischen Täuschung beruht, nicht ein, auf was dieselbe sonst bezogen werden konnte als auf Fibrillen. Eiere etwelche verkittende Zwischensubstanz zwischen diesen mag immerhin vorhanden sein, doch ist allerdings nun so viel sicher, dass dieselbe nicht so massenhaft angesammelt ist, wie man früher geglaubt hat und überhaupt mikroskopisch nicht nachweisbar ist. — Die Fibrillen anlangend, so bin ich immer noch entschieden der Ansicht, dass dieselben im Leben schon existiren und will ich hier nur noch erwähnen, dass von todt-starren Muskeln des Frosches in der Regel solche sich sehr leicht isoliren lassen.

Mit Bezug auf die interstitiellen Körnerzüge der Muskelfasern des Frosches ist nun noch Einiges zu bemerken, vor Allem das, dass die längst bekannten dunklen Fettkörnchen, die auch in den Froschmuskeln sehr häufig sich finden, einer Metamorphose der normal in jeder Muskelfaser anzutreffenden und bisher übersehenen blassen Körnchen ihren Ursprung verdanken. In der That stimmen auch diese Körnchen durch ihre Anordnung in linienförmigen, durch die ganze Dicke der Primitivbündel zahlreich vertheilten Zügen und durch ihre gleichmässige Grösse sehr mit den normalen interstitiellen Körnern überein, und liegen auch wie diese, zwischen und nicht in den contractilen Fibrillen. Sowohl wegen dieser Beziehung zu den mehr pathologischen Fettmoleculen und der fettigen Entartung der Muskelfasern, als auch der physiologischen Verhältnisse wegen, wäre es von Interesse, wenn die chemische Beschaffenheit der normalen interstitiellen Körnersubstanz sich genau bestimmen liesse, ich muss jedoch bekennen, dass ich in dieser Beziehung nicht viel habe ermitteln können, es ist folgendes. Setzt man zu einem frischen mit Humor vitreus behandelten Präparate Kali causticum von 20%, so erblassen die Muskelfasern rasch und werden auf kürzere Zeit die Körnerreihen äusserst deutlich. Ist die Menge des Kali grösser, so schrumpfen die Bündel nachträglich und werden die Körnerzüge undeutlicher, so dass sie an vielen Orten nur als Fäserchen erscheinen. Dasselbe geschieht, wenn man Muskeln gleich mit der genannten Kalisolution befeuchtet, doch lassen sich in beiden Fällen durch nachherigen Wasserzusatz die Körnerzüge äusserst deutlich machen. Lässt man Muskelstücke längere Zeit in Kali von 20% liegen, so zeigt sich Folgendes. Nach 4 — 2 Stunden sind dieselben weicher, aber nicht gequollen, die Kerne schön blasig, die Körnerzüge in der Regel vollkommen deutlich, oft sehr schön. Setzt man nun Wasser zu, so erblassen die Fasern sehr, quellen auf und entleeren sich an den Enden, wobei sich dann ergibt, dass die contractile Substanz in einen feinkörnigen Detritus zerfallen ist, während die Kerne als zarte helle Blasen und die Körnerzüge in ihren einzelnen Körnchen oder als kürzere Reihen oft wie kurze

Stäbchen und Fäserchen sich erhalten haben. — Nach 24 Stunden sind die Muskeln in dieser Kalisolution fast zerfallen, doch lassen sich immer noch einzelne deutlichere Fasern, und in diesen Kerne, Sarcolemma und Körnerzüge erkennen. In Kali von 5—10% zerfallen Muskelstückchen viel rascher in Zeit von  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$  Stunden, doch sieht man um diese Zeit noch Reste der Körnerzüge in dem feinkörnigen Detritus, während nach 24 Stunden jede Spur derselben verschwunden ist. Kali von  $\frac{1}{2}$ —1% endlich zeigt nach 2 Stunden ausgezeichnet schöne Körnerzüge, nur dass die Körner leicht aufgequollen sind, dagegen sind die Quer- und Längsstreifen der contractilen Substanz verschwunden und auch die Kerne nicht sichtbar. Nach 24 Stunden sind die Muskelfasern immer noch deutlich und die Körner ebenso wie früher, nur ist die Structur der erstern noch mehr alterirt. — Kocht man Muskeln in Kali von 5—10%, so sind nach 1 Minute die interstitiellen Körnerzüge und die Kerne noch vorhanden, während die contractile Substanz schon in Auflösung begriffen ist. Bei längerem Kochen wird erst diese und dann auch die Körner und Kerne gelöst. In kalter Essigsäure halten sich die Körnerzüge gut, mag die Säure diluirt oder concentrirt sein, und sind noch nach mehreren Tagen sichtbar, immerhin erscheinen dieselben, wie schon angegeben, meist in Form von kernfaserartigen Fäserchen, seltener als deutliche Körnerreihen. Kocht man Muskeln in  $\bar{A}$ , so scheinen nach kurzer Zeit die Körnerzüge in den blassen Bündeln geschwunden zu sein, während die Kerne und Querstreifen sehr schön sichtbar sind, und zwar erstere als längere, stabförmige, oft spiralg gedrehte Gebilde fast wie die der glatten Muskeln. Setzt man jedoch etwas Salzlösung oder Kali zu, so sieht man, dass die Körner als blasse fäserchenartige Streifen vorhanden sind. Nach längerem Kochen in  $\bar{A}$  verschwinden jedoch die Körner ganz, und zwar noch bevor die contractile Substanz sich löst. In Wasser, Alkohol und Aether lösen sie auch bei längerem Kochen die Körner nicht, mit Ausnahme der durch fettartigen Bildungen, welche wenigstens in Aether nach eindringlicher Behandlung mit demselben verschwinden. — Allem zufolge stimmen die interstitiellen Körner in chemischer Beziehung ziemlich mit der contractilen Substanz der Muskelfasern überein, nur dass sie in caustischen Alkalien schwieriger und in Essigsäure leichter sich lösen als diese.

Alles bisher Bemerkte bezog sich nur auf den Frosch, ich habe jedoch auch noch eine Reihe von anderen Geschöpfen untersucht und glaube vorläufig aussagen zu dürfen, dass das Vorkommen einer aus Körnerreihen bestehenden interstitiellen Substanz in den Muskelfasern eine, wenn auch vielleicht nicht allgemeine, doch sehr verbreitete Erscheinung ist. Am exquisitesten möchte diese interstitielle Substanz in den Muskeln von Insecten vorkommen, die leicht in Fibrillen zerfallen,

von welchen dieselbe 'auch schon längst bekannt ist, ohne dass man sie weiter viel beachtet oder physiologisch verwerthet hätte <sup>1)</sup>.

Nächst dem ist diese interstitielle Substanz besonders bei nackten Amphibien schön. Auch bei Fischen sah ich dieselbe deutlich, am schönsten und deutlichsten bei einem grossen, hier im Main gefangenen Stör in den blassen Muskeln. Dagegen enthielten die rüthlichen, unter der Haut liegenden Muskeln fast überall in den Muskelfasern statt der blassen Körnchen Reihen von Fettmoleculen, deren Grösse zum Theil namentlich gegen die Sehnen zu viel bedeutender war als die der blassen Körnchen, was den Muskeln einen so eigenthümlichen Typus aufprägte, wie er selbst bei der exquisitesten pathologischen fettigen Degeneration der Muskelfasern nicht sich findet (man vergleiche auch *Leydig* in *Anatom. Unters. über Fische und Reptilien*, und *Virchow* in seinem *Archiv*, Bd. VII). — In gewissen Fällen lassen sich auch bei niederen Wirbelthieren die blassen interstitiellen Körner beim Zerzupfen der Muskeln isolirt erhalten, was am schönsten an den Muskeln der Herzkammer der Frösche sich zeigt, bei der jedes Präparat von ungemeinen Mengen feiner Moleculen umgeben ist, die aus den Muskelfasern selbst abstammen.

Bei Säugethieren und beim Menschen sind die interstitiellen Körner sehr zart und blass und nur dann schön zu erkennen, wenn sie fettig entartet sind, in welchem Falle sie namentlich auf Querschnitten Bilder geben, die im Feinen ganz an die von Froschmuskeln erinnern (Fig. 7 a, b). Alles, was man bisher bei Säugethieren als Querschnitte von Muskelfibrillen abgebildet und beschrieben hat, so auch meine Fig. 92 im *Handb. der Gewebe*, 2. Aufl., bezieht sich auf solche Körnchen, welche hier nicht im Entferntesten das Bild von querdurchschnittenen Kanälchen geben. Ob ausser diesen Körnern beim Menschen auch die Querschnitte der Fibrillen gesehen werden können, ist mir jetzt zweifel-

<sup>1)</sup> Die interstitiellen Körner der Thoraxmuskelfasern der Stubenfliege sind in unschädlichen Flüssigkeiten (Na Cl von  $\frac{1}{2}\%$ ,  $2\text{Na O,HO}$ ,  $\text{PO}_5$  von 3—5%) untersucht, runde blasse, homogen aussehende Körner von 0,001—0,0006<sup>m</sup> Grösse, die in einfachen Reihen zwischen den bekannten schönen Muskelfibrillen stehen. Durch Wasser quellen dieselben sehr stark bis zu 0,002—0,0025<sup>m</sup> auf und erscheinen als Bläschen, deren Inhalt meist halbmondförmig an einer Seite liegt, während das Wasser den übrigen Raum einnimmt. Durch  $\text{Ä}$  quellen sie ebenfalls auf, jedoch meist ohne ihre homogene Beschaffenheit zu verlieren und lösen sich wenigstens in der Kälte nicht. Kali causticum endlich macht die Körner grösser und sehr blass, doch scheinen sie lange ungelöst zu bleiben. Bemerkenswerth war mir auch, dass  $\text{Ä}$  die Fibrillen dieser Muskeln ungemein (um das 2—3fache) aufquellen und so stark erblässen macht, dass sie meist nur noch mit Mühe, selbst gar nicht erkannt werden (siehe auch *Aubert*, in *Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool.*, Bd. IV, pag. 390).

haft. Es zeigen jedoch auch hier manche Bündel (Fig. 7 c) eine so dichtstehende, zarte und feine Punktirung, dass man sich des Gedankens kaum erwehren kann, es sei an dieser Punktirung noch etwas Anderes als nur die interstitiellen Körnchen beteiligt. — Die Kerne menschlicher Muskelfasern liegen, wie Fig. 7 zeigt, alle innen am Sarcolemma, verhalten sich aber sonst im Wesentlichen wie beim Frosch.

Nun noch einige Andeutungen über die physiologische Bedeutung der interstitiellen Körnersubstanz. Gleich nach dem Auffinden derselben trat mir der Gedanke entgegen, ob dieselbe nicht mit dem Stoffverbrauche in den Muskeln zusammenhänge und gewissermaassen der mikroskopische Ausdruck des raschen Umsatzes des Materiales in denselben sei. Die linienförmige Anordnung der Körner und ihre Uebereinstimmung in der Grösse mit den sarcous elements von *Bowman* oder den kleinen rundlicheckigen Stückchen, in die die Muskelfibrillen zerfallen, musste nun bei weiterer Ueberlegung dieser Verhältnisse die Vermuthung nahe bringen, dass dieselben einem directen Zerfallen der Muskelfasern ihren Ursprung verdanken. Man hat zwar bisher wohl meist den Stoffwechsel in den Muskelfasern sich so vorgestellt, dass dieselben bei gleichbleibenden sichtbaren Elementen, seien nun dieselben Fibrillen oder Scheiben, nur in ihren mikroskopisch nicht mehr demonstribaren Moleculen beständig sich auflösen und wiederbilden, allein es ist doch wohl auch gedenkbar, dass dieser Wechsel die sichtbaren histologischen Elementartheile betrifft. Noch näher wird diese Möglichkeit gerückt, wenn man bedenkt, dass beim pathologischen Zerfallen der Muskelfasern, das ja als ein Stoffwechsel gedacht werden kann, bei welchem das Schwinden der Theilchen den Ansatz überwiegt, die Fibrillen nach und nach verloren gehen, während immer mehr, und zwar anfangs blasse, später fettartige Körnchen an ihre Stelle treten. In gewissen Fällen scheinen selbst diese Fettkörnchen durch eine directe Umwandlung der Muskelfibrillen entstehen zu können, wenigstens liegt es nahe, eine Beobachtung von *Virchow* über Reihen von Fettkörnchen aus Muskelfasern des Herzens, welche durch eine blasse Zwischensubstanz zu Fäden verbunden waren, in diesem Sinne zu deuten, in welchem Falle auch die Angabe von *Donders*, dass die Fettkörnchen in fettig entarteten Muskelfasern innerhalb der sarcous elements sich bilden, nicht mehr so auffallend wäre, wie bisher, wo man gegen dieselbe einwenden musste, dass die Fettkörnchen in der Regel zwischen den contractilen Theilen ihre Lage haben. Alles zusammengenommen, halte ich mich auf jeden Fall für berechtigt, die Vermuthung, dass die interstitiellen Körnerzüge in den Muskelfasern einem directen Zerfallen der Fibrillen ihren Ursprung verdanken und der Ausdruck des normalen Stoffwechsels in den Muskeln sind, meinen

Fachgenossen zur weitem Berücksichtigung zu empfehlen. Uebrigens ist diese Frage auf keinen Fall vollkommen spruchreif, und will ich nicht verbergen, dass die nicht unbedeutende Resistenz der interstitiellen Körner gegen chemische Agentien der angegebenen Möglichkeit nicht gerade das Wort redet. Bestünden die Körner aus einer leicht löslichen Substanz, so würde ich nicht anstehen anzunehmen, dass dieselben mit den Zersetzungsproducten der Muskelsubstanz (Kreatin, Kreatinin u. s. w.) in Zusammenhang stehen, so aber, wo ihre Löslichkeitsverhältnisse nahezu dieselben sind wie bei der contractilen Substanz selbst, halte ich diess doch für gewagter. Immerhin spricht die chemische Beschaffenheit der interstitiellen Körner auch nicht bestimmt gegen ihre Abstammung von den Muskelfibrillen, denn es ist ja gedenkbar, dass diese durch eine Reihe von Zwischenstufen hindurchgehen, bevor sie ganz sich auflösen. Auch ist es leicht möglich, dass nicht alle Körner dieselbe chemische Beschaffenheit haben, dass es neben den schwer löslichen auch leichter lösliche gibt, welche eben desswegen der Beobachtung sich entziehen. Bei der Wichtigkeit der Sache will ich übrigens nicht unterlassen, auch noch darauf aufmerksam zu machen, dass noch zwei andere Möglichkeiten mit Bezug auf die Deutung der interstitiellen Körner denkbar sind, und zwar folgende. Erstens wird sich, in Berücksichtigung der so häufigen Umwandlung der Körner in Fett, Manchem der Gedanke darbieten, dass dieselben, wenn sie auch von einem Zerfallen der Fibrillen herrühren, doch dem regelrechten Stoffwechsel nicht angehören, und daher auch nicht als Beweis einer partiellen, in kürzeren Intervallen sich wiederholenden Auflösung und Neubildung der Fibrillen gelten können, und zweitens lässt sich auch die Vermuthung nicht gerade abweisen, dass die Körner, mögen sie nun diese oder jene Bedeutung haben, nicht direct aus der contractilen Substanz, sondern nur aus der sie tränckenden Flüssigkeit hervorgehen. Vielleicht wird auch gar der Eine oder Andere geneigt sein, diese Verhältnisse gerade in entgegengesetztem Sinne zu deuten als ich, und die Körnerreihen statt auf eine Zersetzung der Muskelfasern, auf eine Bildung solcher zu beziehen und dieselben für sich entwickelnde Fibrillen zu erklären, eine Vermuthung, für die sich vielleicht das anführen liesse, dass schon in den Muskelfasern von Embryonen und neugeborner Säugethiere schöne Reihen von blassen, manchmal auch von dunklen, fettartigen Körnchen anzutreffen sind. Ueber diese, sowie über die anderen geäußerten Möglichkeiten will ich vorläufig mit Niemand rechten, da, wie schon bemerkt, manche Punkte noch weiterer Aufklärung bedürfen, bevor man über die ganze Frage endgültig entscheiden kann.

Zum Schlusse stelle ich die Resultate über den Bau der Muskelfasern kurz zusammen.

1) Alle Muskelfasern enthalten in grosser Zahl schöne bläschenförmige Kerne mit Nucleolis, die entweder wandständig am Sarcolemma (Mensch) oder gleichmässig durch die contractile Substanz vertheilt liegen (Amphibien); auch wohl, wie bei gewissen Eobryonen, reihenweise im Centrum der Primitivbündel enthalten sind (einzelne Muskelfasern von Amphibien).

2) Für die contractile Substanz der Muskelfasern scheint mir bei höheren Geschöpfen die Annahme ihrer Zusammensetzung aus Fibrillen immer noch die naturgemässeste und lassen sich die Querschnitte derselben auch bei Amphibien als eine feine und dichtstehende Punktirung erkennen.

3) Eine amorphe Verbindungssubstanz zwischen den Fibrillen ist durch das Mikroskop nicht nachzuweisen, dagegen findet sich zwischen denselben in grösseren oder geringeren Abständen eine besonders geformte Zwischensubstanz in Gestalt von reihenweise gestellten blassen Körnchen.

4) Diese Körnchen, die eine bedeutende Resistenz gegen caustische Alkalien und Essigsäure zeigen, erscheinen an Längsansichten frischer unveränderter oder mit caustischen Alkalien behandelter Muskelfasern in ihren natürlichen Verhältnissen, wogegen sie nach Essigsäurezusatz als feine kernfaserartige Streifen zum Vorschein kommen. An Querschnitten zeigen sich dieselben immer als eine bald reichere, bald ärmere Punktirung.

5) Die längstbekannten Fettkörnchen der Muskelfasern stehen offenbar mit den blassen Körnerreihen in genetischem Zusammenhang, und zwar liegt es vorläufig am nächsten, die Fettkörnchen aus den blassen Körnchen hervorgehen zu lassen.

6) Das von *Leydig* beschriebene besondere Lückensystem existirt nicht. Die grösseren Lücken von *Leydig* sind die veränderten Kerne der Muskelfasern, die kleineren Lücken die veränderte interstitielle Körnersubstanz.

7) Die physiologische Bedeutung der interstitiellen Körner ist vorläufig nichts weniger als klar. Manches spricht für einen Zusammenhang derselben mit dem regelrechten Stoffumsatz in den Muskeln, doch sind auch andere Annahmen gedenkbar und ist vorläufig ein bestimmtes Urtheil über ihre Bedeutung nicht abzugeben.

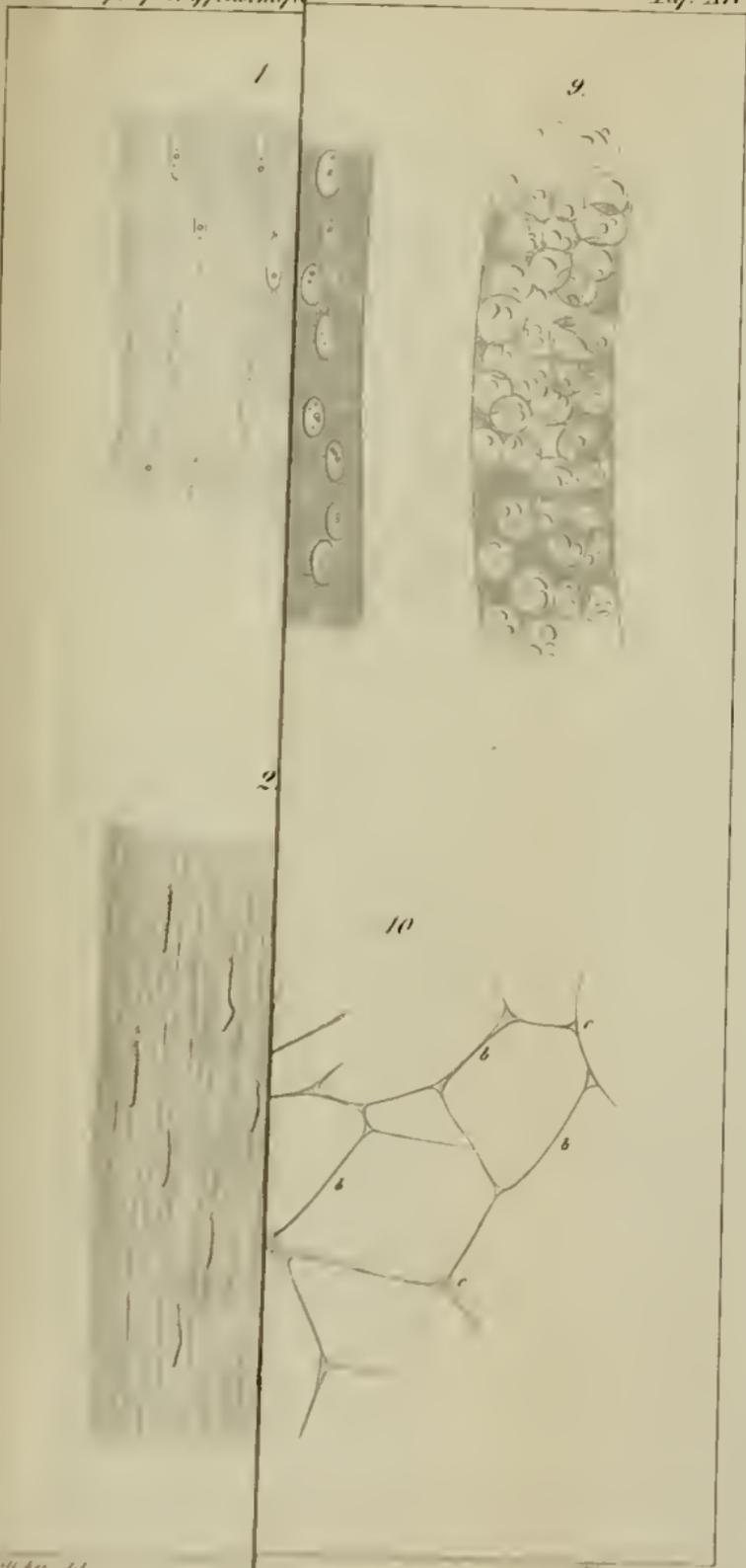
### Erklärung der Abbildungen.

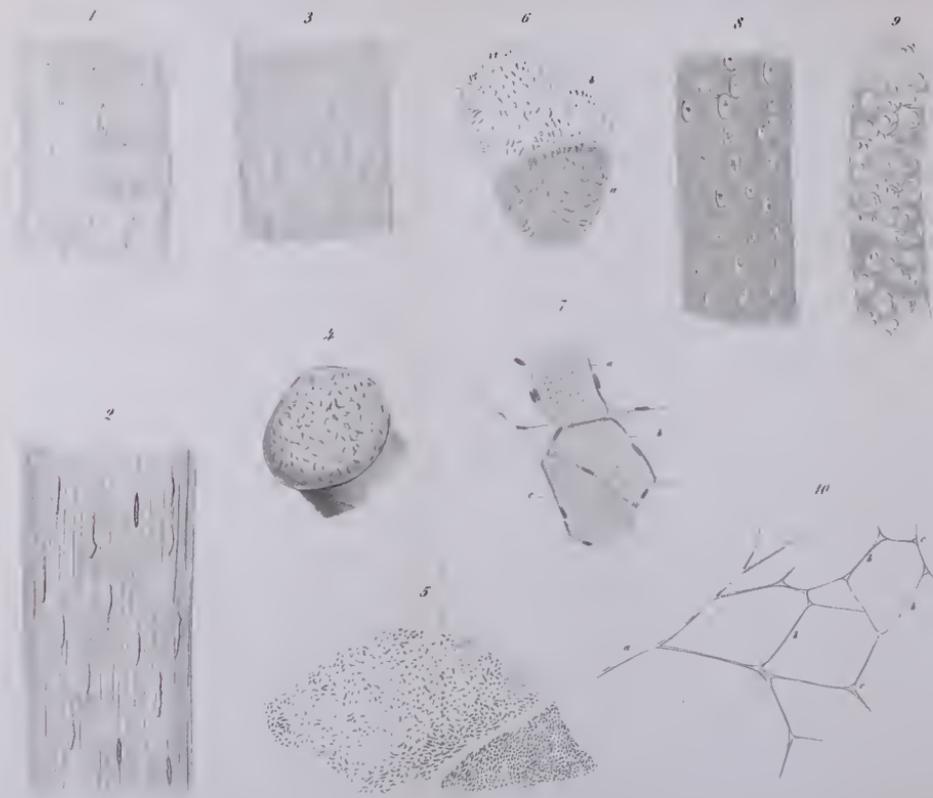
#### Tafel XIV.

Fig. 1. Primitivbündel des Frosches mit sehr verdünnter  $\bar{A}$  behandelt, um die Kerne zu zeigen.

- Fig. 2. Ein getrocknetes, in Wasser aufgeweichtes und mit stärkerer Essigsäure befeuchtetes Bündel. Kerne zackig; interstitielle Körner wie feine Fasern aussehend.
- Fig. 3. Primitivbündel des Frosches frisch in Humor aquos, um die interstitiellen Körner zu zeigen.
- Fig. 4. Umgestülptes und aufgequollenes abgeschnittenes Ende eines Primitivbündels des Frosches, mit Lücken, die durch Auseinanderweichen der contractilen Substanz da entstanden sind, wo die interstitiellen Körner liegen.
- Fig. 5. Querschnitte zweier Primitivbündel eines getrockneten Froschmuskels mit  $\bar{A}$  behandelt, zur Demonstration der Querschnitte der interstitiellen Körner, die wie Fasern aussehen.
- Fig. 6. Dasselbe, nur sind in dem Bündel *a* die Querschnitte der Fibrillen eingezeichnet (diese Querschnitte sollten ohne Lücken dicht beisammenstehen und ist die Zeichnung in dieser Beziehung nicht ganz richtig) und bei *b* auch Querschnitte von Kernen sichtbar.
- Fig. 7. Querschnitte von Muskelfasern des Menschen. Bei *a* und *b* entsprechen die Punkte den Reihen von Fettkörnchen, bei *c* sind nur blasse feine Punkte sichtbar, die möglicherweise auch Querschnitte von Fibrillen bedeuten.
- Fig. 8. Muskelfaser des Frosches mit KO von 20% behandelt zur Demonstration der Kerne.
- Fig. 9. Ein mit Zellen gefüllter Schlauch aus einem Froschmuskel, wahrscheinlich ein degeneriertes Muskelbündel.
- Fig. 10. Nervenendigungen aus der Haut der Hausmaus, 350 Mal vergrößert. *a* Blasse, etwas stärkere Nervenfasern; *b* feinste Fasern der Endnetze; *c* Anschwellungen (ohne Kerne?), wo mehrere dieser Fasern zusammenfließen.

Würzburg, im Juni 1856.





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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1856-1857

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Kölliker Albert von

Artikel/Article: [Einige Bemerkungen über die Endigungen der Hautnerven und den Bau der Muskeln 311-325](#)