

V.

Zur Histologie des Herzens.

Von Dr. Paul Langerhans,
 Prosector und Privatdocent zu Freiburg i. B.

(Hierzu Taf. I.)

I.

Unsere heutige Auffassung des Herzmuskels ist eine ziemlich junge; sie datirt von der Arbeit Weismann's „über die Musculatur des Herzens beim Menschen und in der Thierreihe“¹⁾. Zum ersten Male wurde in dieser Arbeit der Nachweis geführt, dass die lange bekannten, verästelten Muskelbündel des Wirbelthierherzens sich aus einzelnen Elementen zusammensetzen, welche bei Fröschen und Amphibien lange einkernige und im Grossen und Ganzen spindel-förmige Faserzellen darstellen. Bei Vögeln und Säugern konnte Weismann nur während der embryonalen Entwicklung und bei Neugeborenen gesonderte Zellen nachweisen, während die Muskelbündel erwachsener Thiere zwar in eigenthümliche kürzere Stücke zerfielen, in diesen jedoch meist mehrere Kerne sichtbar waren. Weismann nahm demgemäss ein späteres, secundäres Verschmelzen der ursprünglich getrennten Zellen an. Erst Eberth²⁾ hat auch bei Vögeln und Säugern mit Hülfe des Silbers und der concentrirten Kalilauge die Herzen der erwachsenen Thiere in kurze, einkernige Elemente zerlegt und damit die von Weismann angebahnte Einheit der Auffassung zum Abschluss gebracht. Die Angaben von Weismann sind dann von Schweigger-Seidel³⁾ in allen Punkten bestätigt worden.

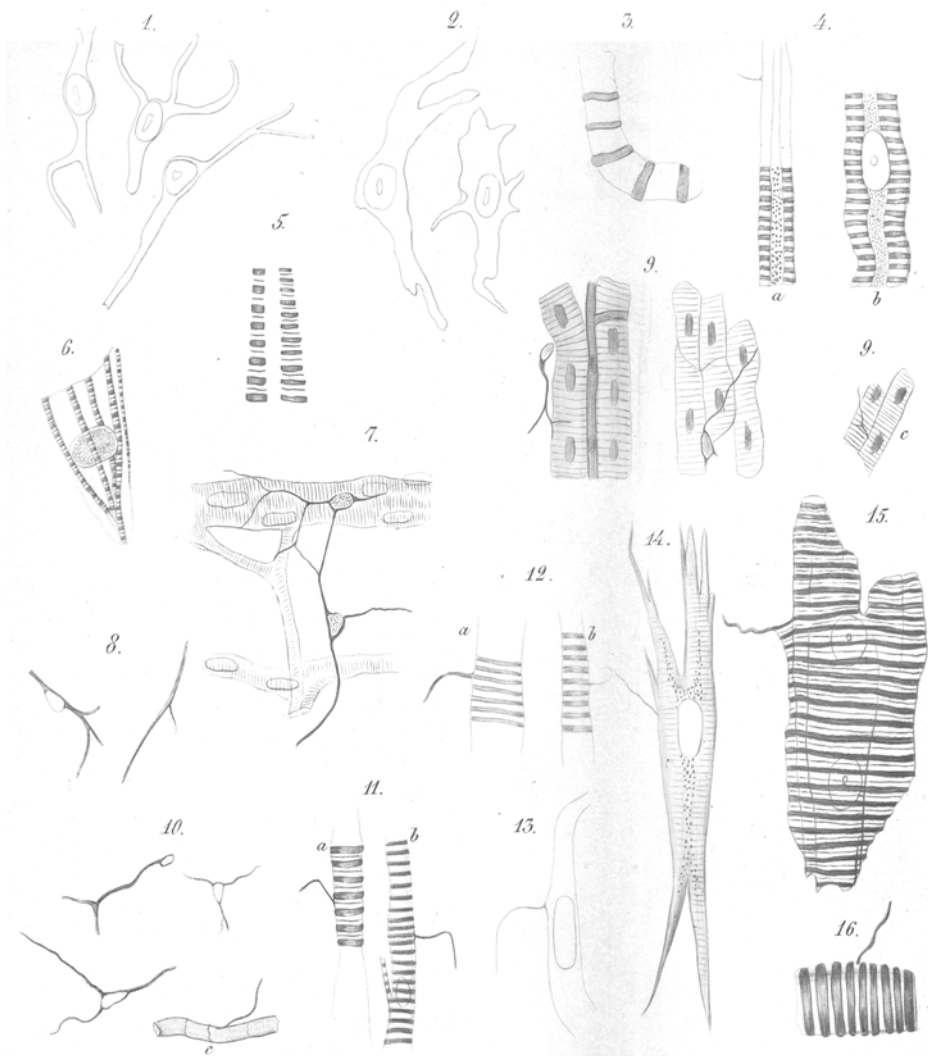
Die Herzen aller Wirbelthiere stimmen somit darin überein, dass ihre vielgestalteten Muskelbündel aus einfachen meist einkernigen Zellen bestehen; aber nach Art der Verbindung und Gestalt

¹⁾ Müller's Archiv 1861. S. 41.

²⁾ l. c. Fig. 14.

³⁾ Dieses Archiv Bd. XXXVII. S. 100.

⁴⁾ Stricker, Handbuch S. 177.



dieser Elemente lassen sich die Vertebraten in zwei scharf gesonderte Gruppen zerlegen. Denn während die einzelnen Zellen bei den Fischen und Amphibien lange Faserzellen sind, deren Länge sehr bedeutend die Breite übertrifft und deren Gestalt oft durch mannichfache Ausläufer von der gewöhnlichen Spindelform abweicht, finden wir bei Vögeln und Säugern kurze Elemente, bei denen die Länge nur das Drei- oder Vierfache der Breite beträgt, deren Enden abgestutzt sind und deren Gestalt weit weniger durch Ausläufer complicirt wird als bei den niederen Klassen. Eine eigenthümliche und etwas unklare Stellung nehmen dabei nach den bisherigen Arbeiten die Reptilien ein. Die Eidechsen hat zwar schon Weismann vollkommen den Fischen und Amphibien an die Seite gestellt; die Ophidier aber sollten nach ihm eine Art von Uebergang zu den höheren Klassen bilden, indem bei ihnen die Elemente der Muskelbalken sich schwer und unvollkommen isoliren liessen, und nur ausnahmsweise die Darstellung langer Faserzellen aus dem Herzen der Natter gelänge. Darauf hin hat denn Schweigger¹⁾ die Reptilien zu den Vögeln und Säugern gestellt. Indess Eberth giebt bereits an, es sei ihm stets gelungen, die einzelnen Elemente des Natterherzens vollständig zu isoliren und auch ich habe nicht die mindeste Schwierigkeit gefunden, die Beobachtung Eberth's überall zu bestätigen. Dem entsprechend ist es wohl unbedenklich, die ganze Klasse der Reptilien den beiden niederen Vertebratenklassen zuzugesellen. Die Gestalt der Herzzellen theilt somit die Wirbelthiere in zwei Gruppen, welche sich, was mir erwähnenswerth erscheint, nicht decken mit denen, die sich nach dem Baue der Endplatten an den Stammesmuskeln ergeben, denn die Reptilien, welche hierin vollkommen mit den höheren Abtheilungen übereinstimmen, rangiren nach der Structur des Herzens ebenso wie nach ihrer Temperatur, d. h. mit den niederen Klassen. Diese niedere Gruppe stimmte noch darin überein, dass die Muskelschichten mehr weniger spongiös gebaut und — mit wenigen Ausnahmen²⁾ — die Blutgefässe auf die äusserste Schicht beschränkt sind oder ganz fehlen (Amphibien). Aus dieser Gruppe habe ich von Fischen *Leuciscus* und *Anguilla*, von Amphibien *Rana* und *Salamandra maculosa*, von Reptilien *Lacerta agilis* und *Tropidonotus natrix* genauer

¹⁾ l. c. S. 178.

²⁾ Ganoiden und Selachiern nach Hyrtl. Wiener Sitzungsberichte Bd. 33. S. 572.

untersucht, und vermag der erschöpfenden Schilderung, welche Weismann von der Gestalt der langen Muskelzellen giebt, nichts hinzuzufügen. Ein Blick auf seine Figg. 2, 3 und 5 genügt, zu zeigen, innerhalb wie breiter Grenzen durch Entwicklung von Fortsätzen an fast allen Stellen des Zelleibes die Form der Elemente schwanken kann, und es gelingt durch jede der bekannten Isolationsmethoden für Muskeln eine Reihe von fast beliebiger Fälle der Abwechselung herzustellen. Die Länge der einzelnen Elemente ist zwar mannichfachen Schwankungen unterworfen; dieselben bewegen sich jedoch meist zwischen 0,2 bis 0,35 Mm., während ihre Breite von 0,006 bis 0,02 wechselt, ja letzte Zahl noch übertreffen kann. Ganz junge Individuen standen mir nur von Landsalamander zur Verfügung, bei dem ich oft im Eileiter eine unbeständige Zahl (von 3 bis zu 14) von lebensfähigen Jungen vorfand. Die Herzzellen dieser Thiere waren bereits vollkommen quergestreift und unterschieden sich von denen der erwachsenen wesentlich durch die bedeutend geringere Masse contractiler Substanz, während der Kern fast vollständig dieselben Maasse darbot, wie bei jenen. Die Zellen maassen nemlich in der Länge meist 0,16 Mm., in der Breite nur hart am Kerne gegen 0,01, schon unmittelbar über oder unter ihm aber nur 0,003 bis 0,005. Der Kern tritt also im Verhältniss zur contractilen Substanz hier sehr in den Vordergrund (Fig. 1), während die Gestalt der Zelle im übrigen sich nicht von der der alten Thiere unterscheidet.

Es gelingt leicht durch Fleischfütterung, die jungen Salamander aufzuziehen; haben sie in einigen Wochen die doppelte Grösse der Neugeborenen erlangt, so unterscheiden sich auch die Herzzellen schon weniger von denen der alten, indem ihre contractile Substanz bedeutend zugenommen hat und dadurch der Kern relativ zurücktritt (Fig. 2).

Auffallend sind nun die wechselnden Verhältnisse, welche die Querstreifung in den membranlosen Faserzellen darbietet. Es ist bekannt, dass gerade am Herzen die sog. interstitiellen Körnchen sich oft in bedeutender Anzahl finden, in so grosser Menge, dass es bei Untersuchung in ganz indifferenten Agentien, wie 0,5procentiger Kochsalzlösung, bisweilen schwer gelingt, eine Querstreifung überhaupt nachzuweisen. Indess gelingt es dann doch meist mit Hülfe des Alkohol, auf dessen vorzügliche Eigenschaften erst kürzlich

Merkel ¹⁾ wieder hingewiesen hat, den störenden Einfluss der Körnchen zu paralysiren, und nur selten wird man eine Querstreifung vollkommen vermissen. Es ist dann (Fig. 3) die doppeltbrechende Substanz in ganz groben Bändern angeordnet, welche durch weite Strecken von Zwischensubstanz geschieden sind, und ihrerseits die sehr ansehnliche Breite von 0,0024 Mm. erreichen können. Häufiger kommt es vor, dass nicht die gesammte Masse des Zelleibes zu quergestreifter Substanz differenziert ist, sondern ein centraler Cylinder fein granulirten Protoplasma's persistirt, in dem der Kern liegt. Dieser Cylinder kann dann verschieden breit sein; im äussersten Falle ist sein Durchmesser ein Dritteltheil der gesammten Zellenbreite. Die Persistenz eines solchen Cylinders habe ich bei allen oben genannten Species gelegentlich beobachtet (Fig. 4). Was nun endlich die Querstreifung selbst anlangt, so gelingt es bisweilen selbst bei Anwendung starker Vergrösserungen (bis 1100) nicht, im Sinne der jetzt schwebenden Controverse Hensen-Krause Weiteres über das Detail der Structur zu sehen, als das gewöhnliche Handbuchschema regelmässig abwechselnder Streifen von annähernd gleicher Breite. In den meisten Fällen aber ist bei allen oben genannten Arten mit grosser Deutlichkeit in der hellen Zwischensubstanz ein dunkler, scharfer Streifen zu beobachten (Fig. 5), und zwar sowohl in ganz indifferenten Zusatzflüssigkeiten, wie 0,5 pCt. Kochsalzlösung, wie in dünner Osmiumsäure, Müller'scher Flüssigkeit oder Alkohol. Krause ²⁾ hat diesen Streifen bekanntlich zuerst beschrieben, aber er giebt einen Zusammenhang desselben mit dem Sarkolemma, ja ein Hineinwachsen vom Sarkolemma aus an, und Flügel ³⁾ fand dann bei *Trombidium* up? eine Structur, die ganz auffallend die Angaben von Krause bestätigte. Merkel ⁴⁾ endlich beobachtete einen gleichen Streifen bei Arthropoden in weiter Verbreitung. Bei den Muskelzellen des Herzens existirt nun bekanntlich kein Sarkolemma, und es ist auch mit den stärksten Vergrösserungen nicht möglich, eine irgendwie differenzierte Randzone wahrzunehmen. Wenn mir dies Verhältniss einerseits die Gründe, welche Hensen ⁵⁾ für die festweiche Beschaffenheit der Zwischensubstanz

¹⁾ Schultze's Archiv VIII. S. 246.

²⁾ Henle und Pfeuffer. XXXIII. 265.

³⁾ Schultze's Archiv VIII. S. 69.

⁴⁾ Ebenda S. 244.

⁵⁾ Arbeiten des Kieler physiologischen Institutes. Heft I. S. 10.

aufführt, um einen ziemlich stichhaltigen zu vermehren scheint, macht es uns auf der anderen Seite unmöglich, die Erklärung Krause's von seinen Querstreifen bei den Skelettmuskeln ohne Weiteres für die des Herzens zu acceptiren. Die dunklen Bänder der doppeltbrechenden Substanz zeigen übrigens keineswegs immer den gleichen Durchmesser; sie schwanken zwischen denselben Extremen, die Merkel vom contrahirten und ruhenden Muskel abgebildet hat. Indess lag ein weiteres Eingehen in diese Verhältnisse ausserhalb des Planes meiner Arbeit, und die im Ganzen sehr feine Querstreifung möchte auch kaum die Herzmuskelzellen zu einem besonders für diese „an der Grenze unserer Instrumente“ liegenden Fragen geeignet erscheinen lassen.

Die Gestalt der einzelnen Herzzellen bei den beiden höheren Vertebratenklassen ist von Eberth erschöpfend geschildert worden. Ein ganz ausgezeichnetes Mittel zur Isolirung derselben, welches ausserdem vor der concentrirten Kalilauge den Vorzug hat, dass es verhältnissmässig wenig eingreifend ist, ist die zuerst von Czerny für Epithelien ¹⁾ empfohlene Mischung von Müller'scher Flüssigkeit mit Speichel. Nach ein- bis dreitägigem Einlegen kleiner Herzstückchen vermag man ganz vorzügliche Präparate der einzelnen Zellen darzustellen, welche aufs Genaueste über ihre Form zu urtheilen gestatten. Dieselbe stimmt bei allen von mir untersuchten Thieren (Rabe, Sperber — Kaninchen, Meerschweinchen, Schwein, Rind, Hund, Katze, Mensch) überein, und selbst in den Maassen lässt sich kein irgend nennenswerther Unterschied auffinden. Selten nur fand ich zweikernige Zellen.

Bei jungen Individuen sind die Grössenverhältnisse fast vollkommen die Gleichen wie bei den Erwachsenen, zwischen einem alten und einem neugeborenen Kaninchen vermochte ich eben so wenig einen durchgreifenden Unterschied in der Grösse der einzelnen Elemente aufzufinden, wie zwischen dem zweimonatlichen Fötus und dem erwachsenen Menschen, während wir oben gesehen hatten, dass die Herzzellen des jungen Salamanders nur die halbe Grösse derjenigen des Alten hatten. In Bezug auf den Mangel eines Sarkomlemmas stimmen die höheren Klassen vollkommen mit den langen Faserzellen der niederen überein. Die Einwände, welche Winkler ²⁾

¹⁾ Wiener medic. Jahrbücher Bd. XIII.

²⁾ Müller's Archiv 1867. S. 221.

dagegen machte, haben von Kölliker ¹⁾ und Schweigger-Seidel schon eine vollkommen genügende Erledigung gefunden. Was Winkler für Sarkolemma hielt, ist nicht nur Perimysium, sondern sogar (in seiner Fig. 2 bei a) Capillargefässe. In der quergestreiften Substanz lässt sich bei ihnen, wie bei den niederen, meist mit vollkommener Klarheit ein dem Krause'schen entsprechender Streifen beobachten, und nur selten persistirt, ähnlich wie bei den niederen Formen ein centraler Cylinder von körniger, nicht quergestreifter Substanz. Die Entwicklung der Herzzellen beim Kaninchen und Menschen hat Weismann bis zu einem, relativ kurz vor der Geburt liegenden Termine nach rückwärts verfolgt. Er fand bei einem zehnmonatlichen menschlichen Fötus die Querstreifung stets in der Rinde der leicht isolirbaren Zellen vollkommen und gleichmässig entwickelt, und meist schon die ganze Substanz der Elemente in gleicher Richtung hin differenzirt. Ich konnte die Entwicklung noch eine Strecke weiter rückwärts verfolgen, und fand dabei bei einer grösseren Anzahl menschlicher Fötus aus dem Ende des zweiten und dem dritten Monate ein Stadium, welches sich von dem späteren von Weismann geschilderten nicht unerheblich unterschied. Die Querstreifung hatte nemlich auch hier schon begonnen und zwar cortical, während das Centrum der Zelle und der in ihm sitzende Kern noch keine Andeutung einer höheren Differenzirung zeigten: aber während sie bei einem Theile der Zellen vollkommen wie in späteren Stadien continuirlich war, zeigte sie sich bei einem andern unterbrochen (Fig. 6). Die quergestreifte Substanz bildete hier keinen gleichmässigen Mantel, sondern eine wechselnde Anzahl von Muskelsäulchen oder Fibrillenbündeln, welche wie die Stäbe eines Gitters an der Rindenzone der Zellen lagen und den Kern wie ein Käfig umgaben. Das Bild ist ein sehr eigenthümliches und das um so mehr, als der Kern meist auffallend quergestellt ist, während er beim Erwachsenen seine Längsaxe der der ganzen Zelle gleich richtet. An den einzelnen Fibrillen war der oben besprochene feinere dunkle Streifen ganz auffallend schön zu sehen. Dieses Stadium der Entwicklung der Herzzellen steht in der Mitte zwischen dem von Weismann beobachteten aus dem Ende der Gravidität

¹⁾ Gewebelehre von 1867. S. 580.

²⁾ Stricker's Gewebelehre S. 180.

und dem länger bekannten, in dem das ganze Herz aus kurzen Spindelzellen ohne jede Querstreifung besteht ¹⁾).

Man wird mir gern erlassen, auf den alten Streit über die Fibrillen näher einzugehen; die Bedeutung dieses Entwicklungsstadiums aber für die Vertheidigung der Fibrillen ist unverkennbar und die enorm leichte Spaltbarkeit der weichen Muskelzellen des Herzens in Fibrillen findet in ihm ihre genetische Erklärung, wie in dem Mangel des Sarkolemma ihre physikalische.

II.

Ueber das Verhalten der Nerven zur Musculatur des Herzens liegen trotz der grossen physiologischen Wichtigkeit dieser Frage nur wenige und unbestimmte Angaben vor. Die letztere Eigenschaft kann man allerdings der Bemerkung von W. Krause nicht vorwerfen, welcher in seiner Anatomie des Kaninchens S. 178 angiebt: „die doppelcontourirten Nervenfasern des Herzmuskels endigen mit motorischen Endplatten. Die eigenthümlichen Wirkungen der Herznerven lassen sich also keinesfalls aus ihrer Endigung erklären.“ Indess diese Bemerkung ist wohl nicht die Wiedergabe eigener Beobachtungsergebnisse. Kölliker ²⁾ giebt an, dass beim Frosch in den secundären Bündeln überall Netze blasser Nerven sich finden und dass von diesen Netzen feine Endfasern ausgehen, welche in Uebereinstimmung mit der Nervenendigung an den Skelettmuskeln desselben Thieres in und an den Muskelbündeln frei endigen. Schweigger-Seidel hat dann das Verhalten der Herznerven in seinem Aufsatz der Stricker'schen Gewebelehre besonders eingehend berücksichtigt, und beim Frosch und Hund Netze blasser Nerven beschrieben, welche mit denen von Kölliker beim Frosch im Ganzen übereinstimmen. Ausserdem isolirt er aus den Muskelbündeln feine verzweigte Fäserchen, die er für Nerven zu halten geneigt war, und giebt an, dass solche feinste Fäserchen beim Frosch mitunter den Muskelzellen fest anhaften. Schweigger-Seidel muss bei diesen Untersuchungen jedenfalls, wie die Abbildung der isolirten Nervenfasern aus dem Ventrikel des Hundes ³⁾ zeigt, eine

¹⁾ Ein ähnliches Verhalten ist als Ausnahme von Deiters im Schwanz der Froschlarven beobachtet worden. Müller's Archiv 1861. S. 406. Taf. X. Fig. 4b.

²⁾ Gewebelehre 1867. S. 578 u. 581.

³⁾ l. c. Fig. 42. S. 188.

ganz vorzügliche Methode gehabt haben, und es ist ein sehr fühlbarer Verlust, dass sein früher Tod ihn gehindert hat, sein in der Anmerkung auf S. 189 gemachtes Versprechen einer besonderen Darlegung der Methode und der Einzelheiten der Specialuntersuchung auszuführen.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Verfolgung der Nerven und dem Studium ihrer Verbreitung entgegenstellen, sind in den beiden Gruppen der Wirbelthiere ganz verschiedene, denn das Fehlen der Blutgefässe in der niederen Abtheilung erleichtert dasselbe, wie schon Schweigger-Seidel hervorgehoben hat, ganz bedeutend. Trotzdem giebt es auch hier nur einzelne bevorzugte Theile des Herzens, in denen das Studium der gröberen Nervenverbreitung wirklich leicht wäre: dies sind die dünnen Septa atriorum der Amphibien. In ihnen vermag man mit Hülfe dünner Essigsäure wie Kölliker angiebt, oder besser nach der Combinirung derselben mit dünner Chromsäure nach der von Julius Arnold für die glatten Muskeln gegebenen Vorschrift, oder endlich durch Vergoldung überall Netze von blassen Nervenfasern aufzufinden, welche ganz in der Weise, wie es Schweigger-Seidel in seiner Fig. 43 abbildete, die Muskelbündel umspinnen. Besser noch wie beim Frosch, dem Schweigger's Präparat entnommen war, kann man diese Netze beim Landsalamander verfolgen, und die Fig. 7 giebt eine genaue Darstellung der Nervenausbreitung an einem Muskelbündel des Septum atriorum von *Salamandra maculosa*. Die Uebereinstimmung mit dem Schweigger'schen Bilde ist eine vollkommene: dieselben Kerneinlagerungen, derselbe schräg zur Längsaxe des Bündels gerichtete Verlauf der gröberen Fasern, und, was besonders hervorgehoben werden muss, dieselbe Spärlichkeit der Nerven. Nicht absolut, denn es giebt viele Nervenetze, die weit ärmer an Fasern sind, wohl aber im Vergleich zu der äusserst reichen Nervenvertheilung, wie sie uns die Untersuchungen von Frankenhäuser, Arnold, Lipmann u. A. an den glatten Muskeln kennen gelehrt haben. Gegen diese wahrhaft verschwenderische Innervation sind unsere Netze in der That ärmlich zu nennen, und von diesen gröberen ärmlichen Netzen gehen dann feinere Fädchen aus, um sich zwischen den Muskelzellen zu verlieren, Fädchen, die an und für sich durchaus nicht durch Grösse sich auszeichnen, die aber im Vergleich mit den Endfasern an den glatten Muskeln äusserst re-

spectabel zu nennen sind. Von einem feineren Netze, wie an diesen von einer Verbindung mit Kernen oder Kernkörperchen vermochte ich nie etwas zu bemerken.

So leicht es nun an den durchsichtigen Vorhofsscheidewänden gelingt, die Nervenetze um und in den Muskelbündeln nachzuweisen, so schwer ist es, dieselben in den anderen Theilen des Herzens mit nur einigermaassen befriedigender Deutlichkeit sichtbar zu machen. Indess mit Hülfe der oben genannten Methoden, namentlich mit consequenter Anwendung der Vergoldung, kommt man auch da allmählich zu dem gleichen Resultat. Die Anwendung des Goldchlorids nach der Cohnheim'schen Vorschrift führt jedoch nur selten zum Ziele. Die von Lawdowsky ¹⁾ so gelobte Methode Hénocque's hat mich eben so oft im Stiche gelassen, weiter aber bin ich mit den von Gerlach zuerst angewendeten dünnen Aurokalium-Lösungen gekommen, und wenn es mir auch für sie nicht gelungen ist, trotz vieler Versuche eine sichere Anwendungsweise festzustellen, so kann ich doch das 24—48stündige Einlegen frischer kleiner Herzstücke in 0,01procentiger Lösung am meisten empfehlen. An Muskelbündeln, die man dann durch Zerpupfen aus ihnen isolirt oder an solchen, die man nach den oben besprochenen Methoden behandelt, kann man bei *Leuciscus* wie den oben genannten Amphibien und Reptilien überall Bruchstücke und Theile von Nervenetzen nachweisen, die mit denen aus dem Vorhof in allen Punkten übereinstimmen.

Leichter gelingt es, einzelne Theile dieser Nerven aus allen Abschnitten des Herzens zu isoliren und zwar aus Muskelstücken, welche zwei Tage lang mit 20procentiger Salpetersäure behandelt worden sind. Auch hier vermag man marklose Nervenfasern mit gelegentlichen Kerneinlagerungen darzustellen, von denen dann feinste Fädchen abgehen, wie ich es in Fig. 8 vom Salamander abgebildet habe. Genau die gleichen Bilder erhält man aus dem Herzen der anderen eben erwähnten Thiere. Beim Frosch verlaufen die beiden Herzäste des Vagus bekanntlich über das Septum und dasselbe ist dadurch reicher mit markhaltigen Nervenfasern und Ganglienzellen versehen, als irgend ein anderer Theil des Herzens. Dennoch kann man selbst an ihm leicht beobachten, dass es jedenfalls ganze Bündel

¹⁾ Müller's Archiv 1872. Heft I.

von Muskelzellen und Muskelbalken giebt, welche mit einem markhaltigen Nerven auch nicht entfernt in Berührung kommen. Am Ventrikel reichen die doppelt contourirten Nerven nicht über die Region der Ganglienzellen, d. h. die oberste unmittelbar an das Septum atrio-ventriculare sich anschliessende Partie desselben hinaus, und das vorzüglichste Reagens für die Anwesenheit des Myelin, die verdünnte Kalilauge, vermag in der Spitze des Ventrikels keinen markhaltigen Nerven sichtbar zu machen. Das Gleiche gilt *mutatis mutandis* vom Salamander. Sein Vorhof lehnt sich nicht, wie der des Frosches, eng an den Bulbus arteriosus, sondern ist vollkommen von diesem getrennt und auch mit dem Sinus nur in einem dünnen Isthmus verbunden. Dem entsprechend laufen hier die Vagusäste nicht durch die Vorhofsscheidewand und dieselbe ist nur mit einem ganz unbedeutenden Häufchen von Ganglienzellen versehen. Danach ist beim Salamander schon die Betrachtung des so günstigen Septum arteriorum genügend, um die Abwesenheit markhaltiger Nerven in weiteren Bezirken des Herzens und einer anderen Art von Nervenausbreitung als der eben besprochenen überhaupt festzustellen. Auch am Ventrikel kann man in grösseren Abschnitten dasselbe constatiren, wie beim Frosch. Dasselbe gilt vom *Leuciscus*. Damit dürfte denn die Aehnlichkeit, welche Kölliker in der Art der Nervenendigung zwischen Herz- und Skeletmuskeln sieht, so ziemlich hinfällig werden und auch für die Behauptung einer directen Endigung der Vaguszweige an den Herzmuskeln weitere Beweise nothwendig erscheinen.

Bei der anderen, aus Vögeln und Säugern bestehenden Gruppe ist das Studium der Nervenvertheilung aus mehreren Gründen ein schwereres, als bei der niederen Gruppe. Vor allem, weil dünne Muskelschichten, wie sie in den Vorhofsscheidewänden der niederen ohne jede Präparation gegeben sind, hier leider vollständig fehlen. Sodann weil die reichen Blutgefässe mit ihren Kernen und Blutkörperchen das schon genügend schwierige Bild in störender Weise compliciren, und endlich weil nach Behandlung mit Goldlösungen wie nach Einwirkung der dünnen Säuren die Säume, in denen die kurzen Muskelzellen zusammenstossen, mit grosser Schärfe hervortreten. Diese Säume nehmen dabei durch die Einwirkung der Säuren einen matten Glanz an und erleiden durch Goldlösungen oft eine dunklere Färbung, welche sehr leicht zu Verwechselungen

mit Nervenfasern führen kann. Indess wenn man sich mit den Bildern vertraut gemacht hat, die hierdurch entstehen können, so gelingt es, diesen Schwierigkeiten zu begegnen, und namentlich mit Hülfe der dünnen Goldchloridkaliumlösungen an und in den Bündeln Nervenfasern aufzufinden, wie sie in sehr vorzüglicher Weise von Schweigger-Seidel in seiner Fig. 42 aus dem Ventrikel des Hundes isolirt, abgebildet worden sind. Auch ich fand den Hund geeigneter, als die meisten anderen Haus- und Laboratoriumssäuger, ihm schliesst sich das Meerschweinchen an. Rind, Katze, Kaninchen u. A. aber sind entschieden weniger günstig als jene. Fasern aber, wie sie Schweigger-Seidel abgebildet hat, und wie ich Fig. 8 in Anlagerung an einige Muskelzellen darstelle, d. h. Fasern mit deutlichen, ja groben Kerneinlagerungen lassen sich nur relativ selten isoliren. Von ihnen gehen dann in günstigen Präparaten feinere Nervenfasern aus, welche schräg über die Muskelzellen hinlaufen, sich immer deutlich von den hellen Säumen unterscheiden lassen, und sich dann zwischen den Zellen verlieren, wie bei den niederen Vertebraten ohne irgendwie Netzbildungen von jener Feinheit einzugehen, wie wir sie bei den glatten Muskeln kennen. Wenn ich somit auch die Frage, welche Schweigger l. c. aufwirft: ob vielleicht die Nervenfasern, welche als kurze Ausläufer der Kerneinlagerungen erscheinen, Endigungen seien, entschieden verneinen muss, so vermag ich dieselben doch nur noch eine Strecke weiter in den Muskelbündeln zu verfolgen, ohne sie sicher zu anderen Verbindungen hin begleiten zu können, und ohne dass sie, von einer geringen Abnahme des Calibers abgesehen, ihren Charakter wesentlich änderten.

Das Gleiche konnte ich mit derselben Methode im Herzen der Krähe constatiren.

Leicht gelingt es auch hier, wie bei den niederen Vertebraten, isolirte Nervenfasern zur Anschauung zu bringen. Ein ungefähr zweitägiger Aufenthalt in der oben angeführten Salpetersäure gestattet eine vollkommene Trennung aller Elemente. Die Capillaren isoliren sich dabei in kurzen, aber stets deutlich erkennbaren Bruchstücken, und daneben sieht man in reicherer Menge, als bei den niederen Abtheilungen isolirte Nervenfasern, wie ich sie in Fig. 10 aus dem Ventrikel des Kaninchens abgebildet habe, und wie man sie ebenfalls bei den anderen angeführten

Säugern wie bei der Krähe ohne Mühe zur Anschauung bringen kann.

Die Anzahl der markhaltigen Nervenfasern im Herzen der Vögel und Säuger ist im Verhältniss zum Herzen des Frosches z. B. bekanntlich eine sehr geringe. Ausser dem Vorhofsseptum nehmen dieselben ihren Verlauf wesentlich subpericardial und dementsprechend kann man, wenn auch spärlich, so doch fast überall in den oberflächlichsten Schichten des Herzmuskels markhaltige Nerven sehen. In allen anderen Schichten aber fehlen sie vollständig und namentlich in den Trabeculae carnae wie in den Papillarmuskeln lässt sich auch nicht ein doppelt contourirter Nerv auffinden. Dieselben sind vielmehr hier wie bei den niederen Vertebraten auf die Region der Ganglien beschränkt, und schon die einfache Anwendung der Kalilauge würde genügen, jede Aehnlichkeit in der Nervenendigung des Herzens und der Skelettmuskeln auch hier vollständig zurückzuweisen.

Mit der Bestätigung der Schweigger-Seidel'schen Angaben und ihrer Ausdehnung auf Vertreter der anderen Wirbelthierklassen sowie der Zurückweisung einer Aehnlichkeit zwischen Nervenendigung an Herz- und Skelettmuskeln ist indess immer erst ein Schritt zur Lösung der vorliegenden Frage gethan. Ihrer Entscheidung war offenbar nur mit Isolationsmethoden beizukommen; aber der Mangel eines Sarkolemmas an den feinen und hinfälligen Zellen des Herzens einerseits, die grosse Zartheit der marklosen Nervenfasern andererseits mussten von vornherein die Hoffnung auf einen günstigen Erfolg der meisten Isolationsmethoden sehr herabstimmen. Ich habe denn auch anfangs vergeblich die ganze Reihe der bekannten Methoden versucht, und dazu noch eine bedeutende Zeit mit neuen Macerationen verloren. Längere Zeit glaubte ich durch Maceration von Präparaten, die ich mit dünner Ueberosmiumsäure behandelt hatte, zum Ziele zu kommen; und die Einwirkung von dünnem Holzessig auf solche Präparate ergab auch in anderer Beziehung, wie z. B. von der Spiralfaser der Ganglienzellen ganz schöne Präparate; aber eine genügende Isolation ganzer Muskelzellen liess sich doch mit ihr nicht erreichen. Noch länger hoffte ich viel von der Anwendung der Ludwig-Tomsa'schen Alkohol-Salzsäure-Maceration auf vergoldete Präparate: die Methode ist in der That, wenn die Vergoldungen gut gelungen sind, für die Dar-

stellung der Nerven und der Ganglienzellen bei nicht zu langem Kochen ganz vorzüglich und man kann mit ihrer Hülfe schöne blasse Nerven aus dem Herzen isoliren, sowie Ganglienzellen mit Spiralfasern in überzeugender Deutlichkeit zur Anschauung bringen ¹⁾. Aber gerade die Muskelzellen leiden so sehr bei ihrer Anwendung, dass selbst wenn man dieselben dadurch etwas schont, dass man das Auswässern der Präparate vermeidet, deutliche und unverletzte Muskelzellen doch nie zur Anschauung kommen. Nach diesen und manchen anderen Enttäuschungen kam ich darum zum Schluss wieder auf die alte mühselige und doch unentbehrliche Zerzupfung mit Nadeln zurück, und beschränkte mich darauf, die Gewebe vollkommen frisch in möglichst indifferenten Zusatzflüssigkeiten zu untersuchen. Als solche bewährten sich am Besten die halbprocentige Chlornatriumlösung und die $\frac{1}{16}$ procentige Ueberosmiumsäure.

Zerzupft man nun mit diesen Zusatzflüssigkeiten kleine Stücken des Ventrikels von *Leuciscus*, und schützt dieselben gehörig gegen Druck des Deckgläschens, so bekommt man bei einiger Ausdauer mehr weniger vollständig isolirte Muskelzellen und Bruchstücke von solchen in genügender Menge zur Beobachtung. Ziemlich häufig sind dieselben nicht nur durch den mechanischen Eingriff zerbrochen, sondern auch in anderer Richtung verletzt, indem einzelne Muskelfibrillen von ihnen abgespalten sind. Diese Fibrillen können sehr wechselnde Grösse haben und durch allerlei äussere Momente in sehr verschiedene Lage zum Leibe der Zellen gebracht sein, so dass sie bald als schräg ansitzende Fasern, bald als rechtwinklig abgehende Ausläufer erscheinen. Sie sind aber immer daran kenntlich, dass man bei Anwendung genügend starker Vergrösserungen in ihnen genau die gleiche Structur erkennen kann, wie sie der Leib der Zelle uns darbietet. Erscheint dieser deutlich quergestreift, so gilt das Gleiche von den abgespaltenen Fibrillen; überwiegen in ihm die sog. interstitiellen Körnchen bis zu einem mehr weniger vollkommenen Verdecken der Querstreifung, so bieten die abgespaltenen Fibrillen die nehmliche Erscheinung. Von diesen hierdurch genügend charakterisirten Fibrillen, welche natürlich in verschiedener Zahl an einer Muskelzelle sich finden können, unterscheidet sich nun eine andere Art von Fortsätzen, von denen ich

¹⁾ Abbildungen davon habe ich an einer anderen Stelle gegeben. „Ein Beitrag zur Anatomie der sympathischen Ganglienzellen.“ Freiburg 1871.

stets nur einen an einer Zelle beobachtet habe. Es ist dies ein feines Fäserchen, welches in der Gegend des Kernes vom Leibe der Zelle sich erhebt (Fig. 11) und durch zwei charakteristische Eigenschaften ausgezeichnet ist. Einmal nemlich durch einen matten Glanz und dann durch den vollkommenen Mangel der beiden Structureigenthümlichkeiten, welche uns die abgespaltenen Fibrillen erkennen liessen: der Querstreifung und der Körnelung. Dieses Fädchen erhebt sich vom Leibe der Zelle mit einer leichten, dreieckigen Anschwellung; es gelingt keineswegs, an allen Muskelzellen einen solchen Fortsatz zu beobachten, im Gegentheil ist es als ein günstiger Zufall zu betrachten, wenn in einem Präparat mehr als eine Zelle in aller Deutlichkeit denselben darbietet, und fast immer ist es ziemlich kurz abgerissen. Nur selten gelingt es, denselben in grösserer Länge zu isoliren, und Fig. 11b dankt schon einem ganz ausserordentlich günstigen Zufall die Länge ihres Fortsatzes.

Diese Fortsätze erinnern sofort an ähnliche Formen, wie sie an glatten Muskelzellen oft beschrieben worden sind. Aber während die Beobachter bei diesen keinen charakteristischen Unterschied zwischen der Substanz des Zellleibes und der des Fortsatzes anzugeben vermochten, befinden wir uns hier in der glücklicheren Lage, auf die oben angeführten zwei Momente gestützt, mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass unsere Fortsätze sich wesentlich von der Substanz der Zelle unterscheiden, dass sie aus anderer Substanz bestehen, als die Muskelzelle, von der sie sich erheben.

Behandelt man Ventrikelstückchen des Salamanders in derselben Weise, wie die von *Leuciscus*, so gelingt auch hier eine vollkommene Wiederholung derselben Beobachtungen. Man vermag verletzte und unverletzte Muskelzellen aus dem frischen Gewebe zu isoliren, und an ihnen die mannichfachen Muskelfortsätze der Zellen wie die abgespaltenen Fibrillen in ihrem ganzen Formenreichtum zu studiren. Aber daneben stösst man stets auf Muskelzellen, von denen ein feines Fädchen sich erhebt, dass in allen charakteristischen Eigenschaften mit dem bei *Leuciscus* gefundenen übereinstimmt (Fig. 12) und sich scharf unterscheiden lässt von allen Muskelfortsätzen der Zellen. Die Art seiner Verbindung mit der Zelle ist die Gleiche: eine einfache Anschwellung; nie gelingt es, dasselbe tiefer in die Substanz der Zelle hinein zu verfolgen.

Bisweilen konnte ich auch aus Herzstückchen, welche 24 Stun-

den in $\frac{1}{10}$ procentiger Ueberosmiumsäure und dann einige Tage in Glycerin gelegen hatten, Muskelzellen mit einem solchen Fortsatz isoliren (Fig. 12a). Die Querstreifung erhält sich hier, wie Hensen bemerkt hat, ganz vorzüglich und die Eigenthümlichkeiten unseres Fortsatzes treten darum mit aller wünschenswerthen Schärfe hervor.

Das Gleiche gilt für das Herz des Frosches. Auch an seinen Muskelzellen lassen sich die natürlichen und die künstlich hergestellten Muskelfortsätze scharf unterscheiden von einem feineren Fortsatz, der mit dem beim Weissfisch und Salamander in allen positiven wie negativen Merkmalen übereinstimmt, und von dem es mir einmal geglückt ist, ein Exemplar von der in Fig. 13 angegebenen Länge zu isoliren.

Oben habe ich erwähnt, dass die chemischen Isolationsmethoden der Muskeln mich beim Herzen vollkommen im Stich gelassen haben. Das gilt jedoch nur mit einer Ausnahme, denn die Anwendung der Salpetersäure von 20 pCt. gestattet eine vollkommene Wiederholung der eben angeführten, am lebensfrischen Object gemachten Beobachtungen. Schon bei Besprechung der gröberen Nervenvertheilung habe ich die vorzüglichen Dienste erwähnt, welche diese Methode beim Herzen leistet; für die Isolirung der Muskelzellen ist sie ebenso ausgezeichnet und liefert ein weit vollkommeneres Bild von der Gestalt der einzelnen Elemente als die Kalilauge. An den so isolirten Zellen tritt nun namentlich in den feineren Spitzen, in welche die Muskelfortsätze auslaufen, die Querstreifung oft so vollkommen zurück, dass ich lange zweifelte, ob man den feinen Fortsatz der frischen Zelle mit genügender Sicherheit von diesen Muskelfortsätzen würde unterscheiden können. Bald aber traten mir die unterscheidenden Merkmale sehr deutlich entgegen: der feine Fortsatz, welcher, wie auch die feinsten Nervenfäden, unter günstigen Umständen an der Muskelzelle erhalten bleibt (Fig. 14), erhebt sich fast unmittelbar vom Leibe der Zelle selbst und besitzt gleich bei seinem Ursprung einen charakteristischen Glanz, der ihn scharf vom Zellleibe abhebt. Die Muskelfortsätze hingegen können allerdings in ihren Spitzen ebenfalls sehr fein zulaufen und dann einen noch höheren Glanz aufweisen, wie unser Fortsatz — aber sie entwickeln sich stets allmählich aus der Substanz der Zelle und zeigen dadurch eine ganz durchschlagende Differenz von demselben. Ich

gebe eine Abbildung vom Salamander und bemerke, dass ich das Gleiche beim Frosch constatirt habe.

In den beiden höheren Wirbelthierklassen wird die Auffindung eines Structurverhältnisses, welches vollkommen dem bei den niederen entspricht, zwar dadurch erleichtert, dass die Gestalt der Muskelzellen eine einfachere ist und die mannichfaltigen Ausläufer hier fehlen, welche die Form der langen Faserzellen so compliciren, aber dieser Vortheil wird mehr als aufgewogen durch die grösseren Schwierigkeiten, welche sich der Isolirung der Zellen entgegenstellen. Von lebensfrischen Herzen kann man einzelne Zellen nur in günstigen Ausnahmefällen auf mechanischem Wege isoliren; sonst bekommt man stets nur Balken, die allerdings nur eine Zelle dick sind, aber bei denen die Grenzen der Elemente sich nicht fixiren lassen. An diesen einzelligen Balken kann man nun in der That seitliche feine Fortsätze unter günstigen Umständen beobachten, welche in allen charakteristischen Eigenschaften mit denen der langen Faserzellen übereinstimmen, und sich namentlich von den oft in grosser Menge und Feinheit abgespaltenen Fibrillen mit aller wünschenswerthen Schärfe unterscheiden lassen, aber eben wegen der mangelnden Isolirung einzelner Elemente muss die Beobachtung immer eine unvollkommene bleiben. Herzen von Neugeborenen, deren Zellen sich leicht isoliren lassen, standen mir nicht in der wünschenswerthen Frische zu Gebote und ich war daher sehr erfreut, durch Anwendung des oben erwähnten Czerny'schen Macerationsgemisches auf die Schwänze junger Salamander zu bemerken, dass derselbe die Nervenfasern bis in sehr feine Ausläufer hinein ebenso gut wie deutlich erhält. Mit der nöthigen Ausdauer liessen sich nun von einigen Säugerherzen Zellen auffinden, von denen ein feines Fädchen ausging, das in Fig. 15 dargestellt (vom Kalbe) alle Eigenschaften des beim frischen Object nur unvollkommen zu beobachtenden Fortsatzes hat. Die Art, wie es von der Zelle sich erhebt, sein matter Glanz und das Fehlen jeder Querstreifung stimmen ebenso vollkommen mit dem bei den niederen Vertebraten beobachteten Fortsatze überein, wie der Umstand, dass mir nie mehr, als ein solches Fädchen an einer Zelle zur Beobachtung kam.

Ausser dieser Methode ist es auch hier wieder die Maceration mit Salpetersäure, welche, wenn auch nur sehr selten, die Existenz eines gleichen Fortsatzes zu constatiren gestattet. Das Bild, das

ich mit ihrer Anwendung aus dem Ventrikel des Kaninchens wie der Krähe bekam, stimmt vollkommen mit der Fig. 15 überein, dass seine Wiedergabe überflüssig wäre.

Dass nun dieser feine Fortsatz, welchen wir so in ziemlicher Verbreitung sowohl an den langen Faserzellen der niederen Vertebraten, wie an den kurzen Muskelementen der höheren nachgewiesen haben, keine Muskelsubstanz ist, scheint mir durch die oben angeführten Thatsachen erwiesen und ich halte es für überflüssig, die Gründe noch einmal zu recapituliren, welche ihn von natürlichen wie künstlichen Muskelfortsätzen unterscheiden. Es liegt somit auf der Hand, dass ich denselben für einen blassen Nerven halte, und zwar bestimmen mich dafür ausser dem eben erwähnten Umstande wesentlich folgende Momente: Einmal nemlich die vollkommene Uebereinstimmung, welche zwischen dem Aussehen unseres Fortsatzes und den feinen Aestchen der zweifellosen Nerven herrscht, eine Uebereinstimmung, welche die Betrachtung der Figg. 8 und 14, wie 10 und 16 kaum so vollständig zur Anschauung bringen kann, wie die der Präparate selbst, nach denen dieselben gezeichnet sind. Dem entsprechend gleicht auch das Aussehen unserer Fortsätze vollkommen dem der feinen Fädchen, welche sich den Capillaren anlegen, von denen ich in Fig. 10c einen abgebildet habe. In diesen den Haargefässen sich zugesellenden Fasern haben wir aber ein histologisch wohl bestimmtes Element, da von verschiedenen Beobachtern und an verschiedenen Stellen des Körpers die Anlagerung feiner Nervenfasern an die Capillaren beobachtet worden ist ¹⁾. Sodann die Thatsache, dass man aus dem Ventrikel des Hundes, dessen Herz mit Hülfe des Aurokalium chlor. der Vergoldung noch am meisten geneigt ist, nicht nur Bilder bekommt wie Fig. 9c, bei denen eine feine durch Vergleichung und Färbung als nervös zu constatirende Faser sich zwischen zwei Zellen verliert, sondern Bilder, welche wirklich einen directen Zusammenhang solch' feiner Fasern mit den Muskelzellen zu ergeben scheinen.

Uebrigens verkenne ich keineswegs, dass trotzdem ein zwin-
gender Beweis für meine Ansicht nicht vorliegt, und habe mich
deshalb sehr lange bemüht, Muskelzellen im Zusammenhang mit

¹⁾ So von Lipmann (Nerven der organischen Muskeln. Berlin 1869. S. 28. Diss.) und von Cyon im Mesenterium, von mir in der Haut (dieses Archiv Bd. XI. IV).

Fortsätzen von einer solchen Länge zu isoliren, dass der Schluss auf die nervöse Natur derselben an Willkürlichkeit verlöre. Indess die beiden Figg. 11a und 13 sind die längsten Specimina, die mir in einer sehr grossen Anzahl von Präparaten begegnet sind, und wenn ich auch ein Bedauern darüber nicht unterdrücken kann, so lehrt doch andererseits ein Blick auf die Zeichnung der Muskelumsponnenden Nervenetze, dass eine Isolirung zweifelloser Nervenstämme in Verbindung mit Muskelzellen schon darum kaum zu hoffen war, weil eben jedes Stück eines solchen Nervengeflechtes isolirt, aus dem Plexus gerissen, damit einen guten Theil derjenigen Eigenschaften einbüsst, welche seine nervöse Natur sicher stellen und zum Fäserchen wird, das den verschiedensten Deutungen hingegeben ist. Die Berücksichtigung der Hüllenlosigkeit der Nerven- und Muskelfasern lässt ferner weitere Isolationen auf mechanischem Wege höchst unwahrscheinlich erscheinen, und von der Erfolglosigkeit meiner Bemühungen, eine geeignete chemische Isolationsmethode aufzufinden, habe ich oben bereits gesprochen. Diese Momente bewegen mich, im vollem Bewusstsein ihrer Unvollständigkeit, einstweilen meine Untersuchungen abzubrechen, in der Hoffnung, dass es anderen Beobachtern gelingen möge, weitere Beweise für die nervöse Natur unserer Fädchen beizubringen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

- Fig. 1. Herzmuskelzellen vom neugeborenen Salamander. 300 : 1.
 Fig. 2. Dasselbe vom 6 Wochen alten Salamander. 350 : 1.
 Fig. 3. Stück einer Muskelzelle vom *Leuciscus Dobula*. 1000 : 1.
 Fig. 4. Dasselbe a von *Leuciscus Dobula*, b vom Frosch. 1000 : 1. Bei beiden Persistenz des körnigen Cylinders.
 Fig. 5. Querstreifung vom Frosch. 1000 : 1.
 Fig. 6. Zelle vom Herzen des zweimonatlichen menschlichen Fötus. 1000 : 1.
 Fig. 7. Vom Vorhofsseptum des Salamanders circa 300:1 mit Essig- und Chromsäure.
 Fig. 8. Nerven aus dem Ventrikel des Salamanders mit Salpetersäure. 450:1.
 Fig. 9. Muskelzellen mit Nerven und Capillaren aus dem Ventrikel des Hundes, 450:1. (Fig. c 1000:1 aber verkleinert gezeichnet.)
 Fig. 10. Isolirte Nerven aus dem Ventrikel des Kaninchens. c Capillargefäss mit Nervenfaser ebendaher.
 Fig. 11. Frische Muskelzellen von *Leuciscus Dobula* in Chlornatriumlösung. 630:1.

Fig. 12. b Dasselbe vom Salamander. a Aus dem Ventrikel des Salamanders nach Behandlung mit $\frac{1}{10}$ pCt. Osmiumsäure und Glycerin. 630 : 1.

Fig. 13. Frische Zelle vom Frosch. 630 : 1.

Fig. 14. Salpetersäure-Isolation vom Salamander. 630 : 1.

Fig. 15. Zelle vom Kalbe 1200 : 1 etwas vergrößert gezeichnet. Methode im Text.

Fig. 16. Stück einer Muskelzelle vom Kaninchen mit Fortsatz. Salpetersäuremaceration 1000 : 1.

VI.

Ueber mehrschichtige Epithelien.

Von Dr. Paul Langerhans,

Prosector und Privatdocent zu Freiburg i. B.

(Hierzu Taf. II.)

Schon seit langer Zeit sind die eigenthümlichen Formen von Epithelzellen bekannt, welche die gesammten Harnwege darbieten. Henle hat in seiner allgemeinen Anatomie auf ihren Formenreichtum hingewiesen, Virchow ¹⁾ dann die Eigenthümlichkeiten der oberen Schicht und ihrer Verbindung mit den tieferen, zuerst genau beschrieben und seine Angaben sind nicht nur in die Handbücher ²⁾ übergegangen, sondern später durch einige monographische Beschreibungen ³⁾ eingehend bestätigt worden. Alle Untersuchungen stimmen darin überein, dass diese Epithelien durch besonderen Reichtum von verschiedenen Formen und sehr innige Verbindung der einzelnen Zellen ausgezeichnet sind. Aber diese Beobachtungen standen lange ziemlich vereinsamt da, und erst seitdem durch die Entdeckung der Riff- und Stachelzellen von Max Schultze ⁴⁾ die allgemeine Aufmerksamkeit auf die complicirtere Form der Epithelzellen hingelenkt worden, ist eine Reihe von neueren Angaben ge-

¹⁾ Dieses Archiv Bd. III

²⁾ Kölliker's mikroskop. Anatomie Bd. II. S. 365 ff. Fig. 306 u. 307.

³⁾ Burkhardt, Dieses Archiv XVII. S. 94. Linck, Müller's Archiv 1864. 137. Obersteiner, Stricker's Handbuch 517.

⁴⁾ Dieses Archiv Bd. XXX. S. 260.