

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin.

Bd. XXVIII. (Zweite Folge Bd. VIII.) Hft. 5 u. 6.

XVI.

Zur Histologie der Lunge.

Von Dr. Julius Arnold in Heidelberg.

(Hierzu Taf. X u. XI.)

In einer vorläufigen Mittheilung (dieses Archiv Bd. XXVII. Hft. 3 u. 4.) habe ich meine Befunde über das Epithel der Lungenalveolen niedergelegt und die detaillierte Veröffentlichung derselben mir vorbehalten, weil ich von der Ansicht ausging, dass eine Bestätigung der Ansichten Eberth's gegenüber den negativen Resultaten der meisten Histologen durch das Interesse der Frage geboten sei. Ueberdies legte ich einen besonderen Werth darauf, dass ich bei Befolgung anderer Methoden dieselben Resultate erhielt. Schliesslich wollte ich bezüglich des Epithels der Lungen des Menschen, einiger Species von Säugetieren und des Frosches feststellen, dass ich unabhängig von den Angaben Eberth's schon vor dem Erscheinen des betreffenden Aufsatzes (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XII. Hft. 4.) zu den geschilderten Befunden gekommen war. Seit der Zeit hat Hertz (Virchow's Archiv Bd. XXVI. Hft. 5 u. 6. S. 459) eine Arbeit veröffentlicht, deren Resultate mit denen Eberth's vollständig übereinstimmen. Als Untersuchungsobject dienten ihm namentlich Kalbs- und Hammel-

lungen. Ob ich die von Kölliker (Gewebelehre 4. Auflage S. 505) über das Epithel der Lungenalveolen gemachten Angaben als Bestätigung unserer Befunde herbeiziehen darf, bin ich zweifelhaft, da Kölliker eine Abbildung beigelegt hat, welche das Epithel im Widerspruch mit den im Text gemachten Mittheilungen als ein continuirliches darstellt. Die Abbildung ist aus den früheren Auflagen, in welchen Kölliker für die Existenz eines continuirlichen Epithelbelages sich ausgesprochen hatte, in die neue herübergenommen. Dagegen hat Virchow (Vier Reden über Leben und Kranksein, Berlin 1862. S. 92) unzweifelhaft für das Vorhandensein eines nicht continuirlichen Epithellagers sich ausgesprochen. Auch Donders (Physiologie des Menschen 1856. S. 351) macht Angaben, die mit den unsrigen wenigstens grossen Theils übereinstimmen. Auf der anderen Seite haben Deichler (zur Frage, ob die Lungenbläschen ein Epithel besitzen oder nicht. Henle's rationelle Zeitschrift, 3te Reihe. Bd. III. Hft. 2. 1860 und Beitrag zur Histologie des Lungengewebes 1861), Zenker (Beitrag zur normalen und pathologischen Anatomie des Lungengewebes 1862), Phil. Munk (Ueber das Epithel der Lungenalveolen; Virchow's Archiv Bd. XXIV. Hft. 5 u. 6.), Henle (Handb. der system. Anatom. Bd. II. L. 1.), und Luschka (Anatom. des Menschen Bd. I. Hft. 2. S. 311) das Vorhandensein eines Alveoleneiphels in Abrede gestellt.

Ich begnüge mich mit dieser kurzen Andeutung über den Stand der Frage und umgebe eine detaillirtere Mittheilung der Literatur, weil dieselbe in den citirten Abhandlungen und Handbüchern zur Genüge sich erörtert findet. Ich wende mich daher gleich zu der Beschreibung meiner Befunde über das Epithel der Lungenalveolen und werde dann noch eine Darlegung meiner Untersuchungsresultate über den Verlauf und die Endigungsweise der Nerven in der Froschlunge folgen lassen.

1. Epithel der Lungenalveolen.

Beginnen wir hier mit der complicirtesten Lunge, nämlich mit der des Menschen, so möchte es wohl behufs der besseren Verständigung zweckmässig sein, wenige Worte über den Bau der menschlichen Lunge vorauszuschicken.

Die Lungen des Menschen sind zusammengesetzt aus Lappen und diese wieder aus Läppchen. Diese letzteren werden dargestellt durch Gruppen von Lungenbläschen, welche durch einen kurzen und weiten Stiel mit den kleinsten Bronchien zusammenhängen. Die Lungenbläschen pflegen wir mit dem Namen der Alveolen zu belegen, während die Bezeichnung Infundibulum dem gemeinsamen Hohlraum der Gruppe von Alveolen entspricht, aus welchem der feinste Bronchialzweig hervorgeht. Ich glaube der Vergleich eines solchen Infundibulums mit den einfachen Lungensäcken, z. B. denen des Frosches, ist gerechtfertigt; denn in beiden Fällen haben wir es mit Hohlräumen zu thun, welche mehr oder weniger starke seitliche und endständige Ausstülpungen tragend mit den ersten Anfängen der Bronchien in Verbindung stehen, nur dass die Scheidewände zwischen den Alveolen beim Menschen weiter gegen das Innere des Hohlraumes hineinragen und desshalb auch höher sind als beim Frosch, bei welchem die seitlichen Ausstülpungen der Form eines Bläschens nie so nahe kommen. — Diese Vergleichung zwischen den einfachen Lungensäcken und den Infundibula der Menschenlunge wird noch mehr gerechtfertigt erscheinen, wenn wir die Analogie in der Anordnung der morphologischen Verhältnisse beider berücksichtigen; doch darüber später. —

Dies wären in Kurzem die topographischen Verhältnisse derjenigen Lungentheile des Menschen, welche hier besonders in Betracht kommen. Gehen wir zu der Besprechung der morphologischen Anordnungen über, welche hier wegen ihrer Beziehung zu dem Epithel nicht umgangen werden dürfen; so wäre zunächst hervorzuheben, dass die Wandungen der Lungenbläschen aus einem mehr homogenen Bindegewebe und reichlichen Zügen elastischer Fasern aufgebaut sind. Die letzteren bilden ein ziemlich dichtes Netz, dessen einzelne Elemente aber gewöhnlich sehr zart und fein sind; auch das Bindegewebe zeigt nicht einen dichten fibrillären Bau, sondern ist mehr homogener Natur mit eingestreuten Netzen von Bindegewebskörperchen; die Kerne dieses Gewebes sind sehr klein (0,001 -- 0,002 Linien) und relativ sehr spärlich, nicht, wie vielfach behauptet wird, gross und zahlreich. Erst in den inter-

alveolären Septen erhalten die Bindesubstanzen einen mehr fibrillären Bau, ebenso werden die elastischen Faserzüge erst hier etwas massiger. Was den Bau und die Dicke der Interalveolarsepta betrifft, glaube ich Deichler (a. a. O.) beistimmen zu müssen, wenn er die Ansicht ausspricht, dass die Mächtigkeit derselben gewöhnlich überschätzt werde, weil man bei deren Schätzung einen Theil der Fläche der Alveolenwand selbst mit in Rechnung bringe, und dass die Durchschnittsflächen der Zwischenwände äusserst schmal und zart seien. Auf der anderen Seite muss zugegeben werden, dass stärkere Zwischenwände mit dickeren Bindegewebszügen an den Stellen sich finden werden, an welchen die benachbarten Alveolen mit einander verwachsen und zwei Infundibula sich begrenzen. Die diese Räume ausfüllenden Bindegewebszüge haben auch dem entsprechend einen ausgeprägteren fibrillären Bau; dagegen sind die zelligen Elemente des Bindegewebes spärlicher; ausserdem finden sich reichliche Einstreuungen von Pigmentmassen theils innerhalb theils ausserhalb der Bindegewebskörperchen. Die morphologische Zusammensetzung des Halses des Infundibulum stimmt mit dem eben geschilderten Bau der Alveolen fast vollständig überein.

Das Capillarnetz der Alveolen, welches uns hier besonders interessirt, ist ein sehr enges und ein über das ganze Infundibulum hin zusammenhängendes, d. h. wir finden Verbindungen der Capillaren nicht nur in den Alveolen selbst, sondern dieselben stehen auch über die Interalveolarsepta hin im Zusammenhang. Dieses Verhalten des Capillarnetzes ist von grosser Wichtigkeit, und es hat das Verkanntwerden dieser Anordnungsweise zu vielen Täuschungen Veranlassung gegeben. Die Anzahl der Capillaren und der Reichthum des Gewebes an diesen ist ein sehr bedeutender, wie wir ihn in keinem anderen Organe finden möchten. Das Netz besteht aus Gefässzweigen, welche einen Durchmesser von 0,003—0,005 Linien haben, aus einer structurlosen Membran bestehen, welche seitlich kleinere, an den Theilungsstellen grössere Kerne trägt; die Grösse dieser Kerne übersteigt nie das Maass von 0,001—0,002 Linien. Diese Gefässchen verbinden sich zu einem solch engen Netze, dass die von denselben eingeschlosse-

nen Gewebsräume, welche bald von mehr rundlicher, bald von mehr ovaler, ja länglicher Form sind, einen Durchmesser von 0,004 — 0,009 Linien besitzen. Die soeben gegebenen Maassverhältnisse der Gefässe, namentlich aber der Maschenräume zwischen denselben sind selbstverständlich sehr schwankende nach dem Ausdehnungszustand der Lungenbläschen. Ist dieser ein sehr bedeutender, d. h. befindet sich die Lunge in dem möglichst grossen Zustande der Inspiration, so pflegen die Gewebsmaschen ziemlich gross zu sein und den zwei- bis viermal grösseren Raum einzunehmen, als das sie begrenzende Capillargefäß; in diesem Zustande haben die Maschen alle eine mehr rundliche oder ovale Form, selten prävalirt ein Durchmesser wesentlich, während bei collabirtem Zustande des Lungengewebes namentlich die grösseren Maschenräume bezüglich ihrer Form sich in der Weise verändern, dass sie sich in die Länge ziehen, während ihr Breitendurchmesser sehr abnimmt, ja nicht selten verschwindend klein wird; die kleineren Maschenräume aber verkleinern sich weniger und mehr gleichmässig gegen ihr Centrum, so dass sie zu einem kleineren rundlichen Raum sich gestalten. Auch die Gefässe zeigen weniger bezüglich ihrer Maassverhältnisse als der Form ihres Netzes und des Lagerungsverhältnisses sowohl zu einander als zu dem Lumen der Alveole bedeutende Schwankungen nach dem Ausdehnungszustand der Lungen. Während nämlich die Capillaren im grösstmöglichen Ausdehnungszustand der Alveolenwandung unter solchen Winkeln sich verbinden, dass die Form des Verbindungsnetzes den von ihm eingeschlossenen Gewebsräumen entspricht, d. h. eine vorwiegend rundliche ist, treten bei mittlerem Ausdehnungszustand die Capillaren einander näher und berühren sich in collabirten Lungenbläschen fast vollständig. Dieses Verhalten ist namentlich leicht zu prüfen auf den interalveolären Scheidewänden, auf welchen die Gefässe in dem letztgenannten Zustande nur ganz schmale Räume zwischen sich lassen und nicht selten in Form von Säcken gegen das Lumen der Alveole prominieren, so dass dieses fast vollständig mit Capillarschlingen ausgefüllt scheint. Was dieses sackförmige Hervortreten des Capillarnetzes namentlich in den Winkeln der Interalveolarsepta betrifft,

so muss ich darauf aufmerksam machen, dass man vorsichtig sein muss in der Beurtheilung dieses Befundes; ich glaube nämlich, dass das Prominiren des Gefässnetzes in dem Grade, wie man es nicht selten in Präparaten und auf Abbildungen findet, während des Lebens niemals existirt, sondern erst post mortem künstlich erzeugt ist durch Verschiebungen, welchen das Capillarnetz auf den am meisten vorspringenden Septa von Seiten des Darstellers und des Deckglases ausgesetzt ist. Von der Richtigkeit dieser Ansicht kann man sich namentlich leicht bei Froschlungen überzeugen und werde ich später darauf zurückkommen.

In den Maschen zwischen den Gefässnetzen liegen Epithelialzellen in wechselnder Zahl; doch übersteigt diese bei dem Menschen selten drei, sehr häufig finden wir nur eine Zelle in einer solchen Gewebsmasche. Die Grösse dieser Zellen schwankt zwischen 0,004 — 0,006 Lin., sie besitzen einen schönen 0,002 — 0,004 Lin. grossen Kern und feinkörnigen Inhalt; ihre Form ist eine polygonale, nicht selten mehr viereckige, ihre Dicke scheint ziemlich bedeutend. Diese Gebilde machen wenigstens beim Menschen weniger den Eindruck eines Plattenepithels, als vielmehr derjenigen Epithelialelemente, wie wir sie z. B. in den Nieren finden; sie scheinen sehr elastischer Natur, wie dies aus den gleich zu beschreibenden Gestaltsveränderungen hervorgeht. — Diese zelligen Elemente finden sich sowohl in den Gefässräumen der Alveolenwand selbst als auch in denen der Intervalveolarsepta mit grosser Regelmässigkeit eingebettet; liegen mehrere derselben in einem Maschenraum, so stehen sie im Verhältniss der Contiguität und sind vielleicht noch durch eine besondere Kittsubstanz verbunden, während sie zu den Gefässen keine nähere Beziehung erkennen lassen, sondern denselben nur einfach anliegen, ohne den kleinsten Theil derselben zu decken; im Gegentheil entstehen bei sehr ausgedehntem Zustande der Alveolenwand noch Räume zwischen den Conturen der Gefässe und denen der Epithelzellen: ein Verhalten, welches die Wahrnehmung der Conturen der Zellen sehr erleichtert. Eine Lagerung der Zellen auf den Randtheilen der Gefässe habe ich allerdings auch beobachtet, glaube aber, dass diese Bilder durch Verschiebung der Zellen in Folge der Einwirkung mechanischer Ver-

hältnisse erzeugt sind. An Objecten, die mit Vorsicht dargestellt wurden und von frischen Lungen stammten, liegen in jeder Gewebsmasche sowohl der Alveolenwand als der Scheidewände regelmässig angeordnete Epithelkörper, welche bei mittlerem Ausdehnungszustand der Lunge die Maschen vollständig ausfüllen, niemals aber das Gefäss bedecken; von einem defecten Epithel, wie dies Luschka (l. c.) behauptet, kann somit keine Rede sein, vielmehr hat Eberth mit Recht den Epithelbelag als einen vollständigen, die Gefässe aber freilassenden bezeichnet.

Interessant sind die Formveränderungen, welche die Epithelzellen eingehen je nach der Gestalt der Maschen, in denen sie liegen. Ich habe vorhin schon angedeutet, dass die Epithelien in sehr ausgedehntem Zustande der Alveolenwand den Gefässen nicht mehr dicht anliegen, sondern Zwischenräume zwischen beiden entstehen. Auf der anderen Seite ist hervorzuheben, dass bei mittlerem Ausdehnungszustande die Gefässer die Zellen dicht umschliessen, während in collabirtem Zustande die Gefässer die Zellen überragen, so dass die letzteren zurückzutreten scheinen. Aus dem Gesagten geht hervor, dass eine Abbildung, wie Kölliker sie am citirten Orte gegeben, d. h. das Bild eines vollständigen Epithelkranzes nie entstehen kann, auch nicht im collabirten Zustande, wie Kölliker vermutet, da sich dann viel eher die Gefässschlingen, als die Zellen gegenseitig berühren müssten, während letztere vielmehr zurücktreten; überdies stellt die betreffende Figur die Lunge in ausgedehntem Zustande dar. — In dem beschriebenen Zustande des Collabirtseins der Lungen und des Aneinanderliegens der Capillaren geben die Zellen verschiedene Gestaltveränderungen ein, je nach der Richtung des Druckes von Seiten der Capillaren. Die Zellen ziehen sich gewöhnlich in die Länge, nehmen aber alsbald nach Aufhebung des Druckes wieder ihre frühere Form an; es sind dies Erscheinungen, die unzweifelhaft für eine bedeutende Elasticität dieser Gebilde sprechen. Ich weiss zwar sehr wohl, dass ein Theil dieser Formveränderungen auf Rechnung des Druckes durch das Deckglas etc. kommt, dass aber die Zellen auch ohne Einwirkung solcher Momente d. h. schon in Folge der Druckwirkungen von Seiten der Capillaren Veränderungen unterworfen sind, ist gewiss.

Stellen wir über die mitgetheilten Befunde eine Schlussbetrachtung an, so sind wir wohl berechtigt zu sagen: Sowohl in den Alveolen als auf den interalveolären Septa der menschlichen Lunge finden wir einen vollständigen aber nicht continuirlichen Epithelbelag, dessen Elemente in den Maschenräumen des engen Capillarnetzes liegen, ohne die Gefäße des letzteren auch nur theilweise zu bedecken.

Um diese Befunde nicht vereinzelt stehen zu lassen, stellte ich vergleichende Untersuchungen bei Säugethieren an; als Untersuchungsobject dienten Lungen vom Kalb, Hammel, Schwein und Hunde.

Der Bau der Lungen der genannten Säugetierarten ist ein mit dem der menschlichen Lunge ziemlich übereinstimmender; auch hier finden wir die Lungenlappen zusammengesetzt aus einer grossen Anzahl von Infundibula, d. h. Gruppen von Lungenbläschen, welche durch einen gemeinschaftlichen Raum mit den terminalen Luftgefäßen in Verbindung treten; auch hier haben wir zwischen den Alveolen eines Infundibulums die zarten Interalveolarsepta angeordnet, während sich zwischen den Infundibula ziemlich dicke Bindegewebszüge finden. Ebenso sind die morphologischen Verhältnisse bei den Lungen der genannten Säugetiere, abgesehen von kleinen Abweichungen, denen des Lungengewebes bei dem Menschen analog, indem überall die Alveolenwandung aus einem mehr homogenen Bindegewebe mit spärlichen und kleinen Kereinstreuungen und Netzen elastischer Fasern besteht. Ein dichtes Netz von Capillaren, deren Durchmesser bei den verschiedenen Säugetierarten bedeutenden Schwankungen unterworfen sind, findet sich in der Alveolenwand und steht über die Interalveolarsepta und die Alveolen eines Infundibulums hin in Verbindung. In den Maschen dieses Gefäßnetzes liegen die Epithelkörper in derselben Weise angeordnet, wie dies in der Lunge des Menschen dargestellt wurde; nur ergeben sich hier Unterschiede bezüglich der Grösse, Form und Zahl der in den Maschenräumen gelegenen Zellen. Bei dem Kalb, Schwein und Hammel sind die Alveolen ziemlich gross, doch immerhin kleiner als bei dem Menschen; dagegen sind die einzelnen Epithelialkörper absolut grösser (0,005—

0,007 Linien) und zeigen eine polygonale Form; bei dem Hunde sind die Alveolen sehr klein, die Wandungen sehr zart, die Epithelien relativ ziemlich gross. Zur Untersuchung eignen sich am besten die Lungen vom Hammel und Schwein, wenigstens gelang mir die Prüfung der einzelnen Verhältnisse bei diesen leichter als z. B. beim Hunde.

Die Methoden, welche behufs der Darstellung des Epithels und dessen Lagerungsverhältnisses zu den Capillaren in Anwendung kamen, waren sehr verschiedene. Die ersten Versuche machte ich an injicirten Lungen, welche in Alkohol erhärtet waren, von denen feine Schnittchen gemacht und mit karminsaurem Ammoniak gefärbt wurden. Die Injectionen waren theils mit warmen, theils mit kalten Massen vorgenommen; es zeigte sich aber bald, dass die ersten sich gar nicht, die letzteren sehr wenig zu unseren Zwecken eigneten. Bei Anwendung von warmen Massen, welche eine vorausgehende Erwärmung der ganzen Lunge erfordern, lösten sich nämlich die Epithelien ab und zeigten sehr unregelmässige Lagerungsverhältnisse, so dass aus solchen Bildern kein endgültiges Resultat zu gewinnen war. Die Anwendung kalter Massen hat die Unannehmlichkeit, dass die Objecte durch die ausgetretenen Oelmassen schmierig und die Bilder trüb werden. Bei den Injektionspräparaten stellte sich überhaupt als Regel heraus, dass dieselben bei guter und vollständiger Injection der Gefässe ein deutliches Bild über die Lagerungsweise der Epithelien nicht liefern, weil die stark dilatirten Gefässe dieselben aus ihrer Lage verschoben hatten, wie dies z. B. auch aus den Abbildungen von Hertz hervorgeht. Ich will damit denselben keineswegs einen Vorwurf machen, glaube im Gegentheil, dass die Befunde von Eberth und Hertz, welche beide die Existenz von Epithelien an injicirten Lungen auf so unzweifelhafte Weise dargethan, nicht hoch genug geschätzt werden können; ich wollte nur hier noch einmal hervorheben, um Missverständnissen von anderen Seiten vorzubeugen, dass die Lagerung der Epithelien nie eine so unregelmässige ist, wie sie Hertz in Taf. XI. Fig. 1. und Eberth Taf. V. Fig. 5. dargestellt haben; namentlich glaube ich, dass die Verschiebung der Epithelien auf die Gefässe immer eine artificielle,

vielleicht durch zu pralle Injection bedingte ist. Eine zweite Ver-
suchsreihe stellte ich an frischen und getrockneten, theils injicir-
ten theils nicht injicirten Lungenstückchen mittelst Imprägnirung mit
Silberlösungen von verschiedener Concentration (1 : 100 : 200 : 400)
an. Auch diese Versuche ergaben keine so befriedigenden Resultate,
wie sie mittelst derselben Methode an der Froschlunge er-
reicht wurden, weil sich die verschiedenen Stellen zu ungleich-
mässig färbten; namentlich misslangen die Experimente an ge-
trockneten Lungenstückchen vollständig, indem an diesen über-
haupt keine rechte Imprägnirung eintrat; aber auch bei feuchten
injicirten Objecten war diese mangelhaft, besser bei feuchten nicht
injicirten; dagegen hatten hier die Theile bei der Schnittbereitung
eine zu bedeutende Quetschung und Verschiebung erlitten. Nach-
dem mir so verschiedene Versuche misslungen, ging ich zu der
viel bewährten Methode zurück: der Imbibition mit karminsaurem
Ammoniak mit nachfolgender Anwendung der Essigsäure. Ich
machte feine Schnittchen von getrockneten Lungen und zwar aus
allen Theilen, besonders aber von der äussersten Peripherie in der
Weise, dass ich auf der einen Seite des Objectes Pleura, auf der
anderen die durchschnittene Reihe der an die Pleura grenzenden
Alveolen hatte, legte diese Stückchen in eine sehr intensive Kar-
minlösung durch sechs bis zwölf Stunden, dann zwei bis sechs
Stunden in einprocentige Essigsäure. Die auf diese Weise darge-
stellten Objecte haben allerdings den Nachtheil, dass sie sehr stark
gefärbt sind, bieten aber auf der anderen Seite den Vortheil, dass
man die Gefässe, d. h. deren Verlauf und Verhalten zu einander,
sowie zu den Epithelzellen sehr scharf sieht, dass ferner die letz-
teren nicht so leicht eine Verschiebung erleiden, und dass schliess-
lich das ganze Epithelialgebilde nicht nur dessen Kern zur An-
schauung kommt, was bei Anwendung schwacher Karminlösungen
nicht der Fall ist. Ich hatte nämlich ursprünglich die Objecte
weniger stark gefärbt, weil sie dann durchsichtiger waren, hatte
aber bei dieser Methode immer nur eine Färbung der Kerne, nie
eine Darstellung der ganzen Epithelzelle erreichen können. Schöne
Objecte erhält man auch, wenn feine Schnitte zuerst in einprocen-
tige Essigsäure, dann in karminsaures Ammoniak und dann wie-

der in dieselbe Essigsäuremischung gelegt werden. Im Ganzen ziehe ich die erst beschriebene Methode vor, weil sich bei Befol- gung der anderen nicht selten einzelne Epithelzellen in Folge der Einwirkung der ammoniakalischen Lösung auf die bereits in Essig- säure gequollenen Zellen abstossen, was bei der ersten Methode sich nicht leicht ereignet. Ueberhaupt scheint mir diese durch ihre Einfachheit und leichte Anwendbarkeit einerseits, so wie an- dererseits durch die Sicherheit, mit welcher sie brauchbare Objekte liefert, sich zu empfehlen und hoffe ich, dass sie durch diese Eigenschaften zur Verbreitung der richtigen Anschauungen über das Verhalten des Epithels der Lungenalveolen beitragen wird.

Um mir ein Bild über die Lagerungsverhältnisse der Epithel- zellen zu einander und zu den Gefässen je nach dem Ausdehnungs- zustand der Lungen zu verschaffen, untersuchte ich nach der geschilderten Methode Schnittchen von Lungen, welche in den ver- schiedensten Zuständen der Ausdehnung durch Luft getrocknet worden waren, d. h. ich trocknete Lungen, die stark aufgeblasen waren, dann Lungen, deren Trachea bei mittlerer Inspiration wäh- rend des Lebens unterbunden wurde, schliesslich solche, die voll- ständig collabirt waren. Es lässt sich allerdings erwarten, dass durch Quellen der getrockneten Stücke in einprozentiger Essig- säure etc. ein Theil des Effectes dieser verschiedenen Behandlungs- methoden wieder aufgehoben werden wird; dennoch ergaben sich die genannten Differenzen, so dass eine vollständige Annullirung des Effectes durch die Quellung nicht anzunehmen ist. Dies wären die Mittheilungen, welche ich über das Epithel der Lungenalveolen des Menschen und der Säugetiere zu machen hatte und es er- übrigte mir eigentlich noch zu prüfen, in wie fern die von mir geschilderten Befunde in Uebereinstimmung oder im Widerspruch stehen mit den Angaben der verschiedenen Autoren. Im Hinweis auf das bereits Mitgetheilte beschränke ich mich darauf, nachzu- weisen, ob und in wie fern es mir gelungen ist, die von den Gegnern des Epithels hervorgehobenen Täuschungsquellen zu ver- meiden.

Stellen wir diese zusammen, so soll eine der häufigsten Täus- chungen die sein, dass man aus den terminalen Bronchien herab-

geschwemmtes Plattenepithel als den Alveolen angehörig verzollte, darum die leichte Ablösbarkeit desselben, darum dessen unregelmässige Lagerung. Dieser Vorwurf hatte gewiss seine volle Begründung denjenigen Forschern gegenüber, welche aus dem Vorhandensein von freischwimmenden Zellen auf einen Epithelbelag der Alveolen schliessen zu müssen glaubten. Seitdem es aber gelungen ist, die Epithelien *in situ* und in ihrem Lagerungsverhältniss zu den Gefässen darzustellen, ist die Unterbreitung einer solchen Täuschung nicht wohl mehr möglich. Ich begreife wenigstens nicht, wie aus den terminalen Bronchien, denn diese kommen hier nur in Betracht, da ja nur sie ein Plattenepithel besitzen, die Zellen herabgeschwemmt und mit solcher Regelmässigkeit in die Gewebsmaschen zu liegen kommen sollten. Schliesslich ist mir unverständlich, wie ein Herabgeschwemmitwerden dieser Epithelien zu Stande kommen soll an Lungen, welche nicht durch Aufblasen, sondern durch Unterbindung der Lufröhre während des Lebens in Expansion erhalten wurden. Ich glaube nach dem jetzigen Stand der Frage wird an diesen Täuschungsvorgang nicht mehr leicht gedacht werden können. Anders gestaltet sich die Sache bezüglich der Frage, ob nicht eine Verwechselung von feinsten Bronchialdurchschnitten mit Durchschnitten von Alveolen vorliege. Ich glaube allerdings, dass eine Anzahl von Beobachtungen in diese Reihe gehört; muss aber hervorheben, dass diese Täuschung sicher zu vermeiden ist, wenn die Schnitte von der äussersten Peripherie der Lungen in der Weise gemacht werden, dass man auf der einen Seite Pleura, auf der anderen die Durchschnitte der unmittelbar an diese grenzenden Alveolen hat. Da sich aber vorwiegend auch auf diesen Schnitten die beschriebenen Verhältnisse zeigten, so muss die Möglichkeit einer solchen Verwechselung für diese Fälle in Abrede gestellt werden. Dagegen wäre hier eine andere Täuschung denkbar, nämlich das Verlegen des auf der Pleura sitzenden Epithels in die Alveolen. Diese wird einfach dadurch ausgeschlossen, dass es an den betreffenden Objecten sehr leicht gelingt, mittelst verschiedener Einstellung die verschiedenen Schichten zu durchlaufen; nämlich die durchschnittenen Alveolen, deren Wandungen und interalveolären Septa mit dem Ca-

pillarnetz und den zwischen diesem liegenden Epithelzellen, das subpleurale Bindegewebe, die Pleura selbst und deren Epithelbelag in der betreffenden Aufeinanderfolge in den Focus zu bringen. Was ferner die Verwechselung von Alveolendurchschnitten mit Durchschnitten feinster Bronchien betrifft an Objecten, die aus central gelegenen Lungentheilen gewonnen wurden, so möchte die Möglichkeit einer Unterscheidung durch die bedeutendere Dicke der Wand und das Vorhandensein eines mehr continuirlichen Epithels in den Bronchien gegeben sein. Das Hauptgewicht aber möchte ich immerhin auf den Befund an den peripherischen Lungentheilen legen. Eine weitere Quelle von Täuschungen ist gegeben durch die Verwechselung von Kernen der Capillargefäße und der Alveolenwände mit Kernen der Epithelien. Was den ersten Punkt betrifft, so muss allerdings die Möglichkeit einer solchen Verwechselung zugegeben werden an allen Objecten, in denen die Gefässe nicht zur Anschauung gebracht sind, da dies aber sowohl von Eberth und Hertz an Injectionspräparaten, als von mir an Imbibitionsobjecten geleistet wurde, und da namentlich an letzteren die Kerne der Capillaren einerseits und die der Epithelien andererseits sehr deutlich zur Beobachtung kommen, so kann in diesen Fällen nicht wohl an die Unterbreitung einer solchen Verwechselung gedacht werden. Ueberdies wird eine Vergleichung der oben mitgetheilten Maassverhältnisse der Kerne der Capillaren einerseits und der Zellen andererseits das Vorhandensein bedeutender Grössendifferenzen der Art ergeben, dass die Kerne der Epithelzellen die der Capillaren an Grösse übertreffen. Aus demselben Grunde ist die Möglichkeit einer Verwechselung von Kernen der Alveolenwände mit denen der Zellen von der Hand zu weisen. Man hat wohl bei der Annahme einer solchen Täuschung übersehen, dass das Bindegewebe der Alveolen ein mehr homogenes ist und nur sehr spärliche Kerne trägt. Ich stimme daher Eberth und Hertz vollständig bei, wenn sie der Ansicht sind, dass ein Theil der Beobachter die Kerne der Epithelien in die Alveolenwand verlegt haben; wenigstens war es mir nie möglich, Kerne von der Grösse, wie sie Henle nach den W. Müller'schen Präparaten abbildet, in der Alveolenwand aufzufinden; wohl aber habe ich mich

davon überzeugt, dass, wenn die Karminimbibition nicht eine sehr intensive ist, nur die Kerne, nicht die ganzen Epithelzellen zur Anschauung kommen: Befunde, welche ich schon in der vorläufigen Mittheilung niederlegte und wie sie jeden Augenblick erhalten werden, wenn man den Versuch in der Weise anstellt, dass die Objecte erst nur schwach, dann stärker gefärbt werden. Man wird sich dann mit Leichtigkeit überzeugen, dass bei dem ersten Färbungsversuche nur die Kerne zur Anschauung kommen, welche wirklich in dem Gewebe der Alveolenwand zu liegen scheinen, während eine intensive Färbung diese Kerne als Bestandtheile der Epithelzellen ausweist.

Eine andere Möglichkeit der Täuschung liefern die Capillaren selbst; namentlich an denjenigen Stellen, an welchen sie über die Interalveolarsepta hinwegziehend mit starken Curven in die Alveolen einbiegen. Wir erhalten dann an den Kanten der Scheidewände optische Durchschnitte der Gefässe, welche bei dichter Lagerung leicht für einen Epithelkranz gehalten werden können, wenn nicht die Gefässe durch Injection oder Imbibition dargestellt sind. Auf diese Weise erkläre ich mir die Bilder auf der Kölliker'schen Zeichnung (l. c.). Aus der Zusammenstellung dieser möglichen Täuschungsquellen und der Zurückweisung der Möglichkeit des Vorliegens solcher geht wohl hervor, dass wir berechtigt sind, die Existenz eines regelmässigen, die Gefässe freilassenden, somit nicht continuirlichen Epithels, dessen zellige Elemente in den Maschenräumen des Capillarnetzes liegen, auf der Wand der Alveolen und der Interalveolarsepta der Lungen des Menschen und der genannten Säugethierarten anzunehmen. Eine Abbildung beizufügen, hielt ich nicht für nothwendig, weil bereits deren eine Reihe vorliegt und weil andererseits die Abbildung über das Epithel in den Lungenalveolen des Frosches (Fig. 1.) die Verhältnisse hinreichend veranschaulicht, wenn man von den später zu besprechenden Unterschieden in der Anordnung Umgang nimmt.

Ich lasse die Beobachtungen über das Epithel der Lungenalveolen des Frosches hier folgen, weil die Verhältnisse in sehr

einfacher Weise gegeben und desshalb leichter zu prüfen sind, als in den Lungen des Menschen und der Säugethiere. Wie ich in der vorläufigen Mittheilung erwähnte, machte ich die ersten Untersuchungen über das Epithel der Lungenalveolen an den Lungsäcken des Frosches von der Ansicht ausgehend, dass einfache Lungen die einfachsten Verhältnisse und die leichteste Einsicht in die letzteren bieten würden. Dass die Erwartung nicht getäuscht, beweisen sowohl die angegebenen Befunde, als die folgenden Angaben. Eine Trennung des Materials glaubte ich aber trotz der Uebereinstimmung der Befunde vornehmen zu müssen, weil sich in dem Bau der Froschlunge Differenzen ergaben, welche ich jetzt kurz berühren werde, wie auch bei der Lunge des Menschen eine kurze Besprechung der topographischen und morphologischen Verhältnisse der Beschreibung des Epithels in den Lungenalveolen vorausgeschickt wurde.

Die Froschlungen sind einfache Säcke, deren Wandungen durch die Anordnung von Septa in eine Reihe von Unterabtheilungen zerfallen. Ich habe bei Besprechung der Topographie der Menschenlunge die Aehnlichkeit zwischen einem Infundibulum und dem Lungensack des Frosches hervorgehoben. Wir haben gesehen, dass wir es in beiden Fällen mit Säcken zu thun haben, welche zahlreiche parietale und terminale Ausstülpungen tragend in einen gemeinschaftlichen Hals einmünden, welcher mit dem Bronchus communicirt; ich habe aber auch betont, dass bei dem Menschen die Interalveolarsepta viel weiter gegen das Lumen des Sackes vorspringen und somit viel höher sind, als bei der Froschlunge, in welcher sie nie so stark gegen das Lumen hineinragen: oder mit anderen Worten der alveolare Bau ist bei der Menschenlunge viel mehr ausgesprochen als bei der Froschlunge, die Septa sind in der ersteren viel höher als in der letzteren, aber auch viel dünner und schmäler. An dem letztgenannten Orte bilden nämlich die Scheidewände dicke Züge (Fig. 1. a a, b und c) von wechselnder Stärke, von denen die massigsten namentlich in der Längsrichtung verlaufen und durch vielfache Querzüge, welche meistens schmäler sind, in Verbindung stehen. Die Breite dieser Scheidewände ist eine sehr wechselnde, so dass kaum eine Durchschnitts-

zahl gegeben werden kann. Ebenso schwankend sind die Maassverhältnisse der durch diese Scheidewände gebildeten Alveolen.

Weitere Differenzen ergaben sich in dem histologischen Bau beider Lungenarten. Während wir nämlich die Wandungen der Alveolen und die Interalveolarsepta eines Infundibulum der menschlichen Lunge aus einer mehr homogenen Bindesubstanz mit spärlichen Kernen, dagegen reichlichen Netzen elastischer Fasern zusammengesetzt sahen, vermissen wir die letzteren, d. h. die elastischen Elemente in den Alveolen und Septa der Froschlunge fast vollständig; die Bindesubstanz ist noch homogener und erscheint noch ärmer an Kernbildung, dagegen finden wir zahlreiche Pigmentbildungen namentlich in den Scheidewänden. An die Stelle der elastischen Elemente treten Züge glatter Muskelfasern, welche den wesentlichsten Bestandtheil der dicken Septa ausmachen. Entsprechend den wechselnden Durchmessern der Septa überhaupt finden wir auch diese Bündel der glatten Muskelfaserzüge von sehr wechselnder Stärke; dass sie vielfach unter einander anastomosiren, geht wohl aus dem angedeuteten wechselseitigen Verhältnisse der Septa überhaupt hervor. Von diesen grösseren, eigentlichen Scheidewände bildenden Muskelbündeln müssen wir dünnere und zarte Faserzüge unterscheiden, welche nicht so stark prominieren, dass sie zur Alveolenbildung führen, aber immer noch eigentliche Bündel darstellen. Ausser diesen beiden beschriebenen Arten laufen ganz schmale Züge über die Wandungen der Alveolen hin, welche nur aus wenigen contractilen Faserzellen bestehen und nicht selten eine solche Anordnung zeigen, dass sie von einem grösseren Muskelbündel aus strahlig über die Wand sich verbreiten und dann wieder in ein grösseres Muskelbündel einmünden; auch gerade verlaufende, aus wenigen contractilen Faserzellen bestehende Züge sind in grosser Anzahl vorhanden. Dieses Eingebettetseins contractiler Elemente nicht nur in den Scheidewänden, sondern auch in den Alveolenwandungen der Froschlunge selbst wird meines Wissens nirgends Erwähnung gethan und doch scheint mir dieses Verhalten von Interesse. Dass alle die beschriebenen Züge wirklich aus contractilen Faserzellen zusammengesetzt sind, davon überzeugt man sich leicht bei Anwendung von 30 Prozent

Kalilauge oder Maceration in einprozentiger Essigsäure, indem sie dann die charakteristischen Eigenschaften und Bestandtheile erkennen lassen.

Ueber den ganzen Lungensack sowohl in den Alveolen als über die Septa hin finden wir ein dichtes Netz von Capillaren (Fig. 1 eee) ausgespannt, welche aus einer structurlosen Membran mit schönen Kernen bestehen. Der Durchmesser der Capillaren ist ein ziemlich bedeutender 0,004—0,006 Lin., das Netz ein sehr enges; doch sind die Gewebsräume, welche sich zwischen den Netzen finden, grösser als bei dem Menschen (0,007—0,022 Lin.); die Form und Grösse derselben ist eine sehr schwankende, immerhin ist erstere eine mehr rundliche oder länglich runde, während letztere so bedeutendem Wechsel unterworfen ist, dass die oben angegebenen Zahlen nur einen annähernden Werth haben. Entsprechend der bedeutenden Grösse dieser Maschen finden wir auch eine grössere Zahl von Epithelien in den einzelnen Räumen (3—12), obgleich die Zellen grösser sind als die beim Menschen und einen sehr schönen grossen Kern besitzen (Fig. 1 fff.); die Maasse der Zellen entsprechen 0,005—0,007 Lin., die der Kerne 0,001—0,003 Lin.; ihre Form ist eine mehr polygonale, scheint jedoch Veränderungen unterworfen je nach der Form der von den Capillaren eingeschlossenen Gewebsräume. — Wir haben oben besprochen, dass nach dem Ausdehnungszustande in der Lunge des Menschen die Form des Capillarnetzes, der Gewebsräume und der Epithelzellen eine sehr wechselnde sei. Ganz dieselben Erscheinungen wiederholen sich in der Lunge des Frosches, auch hier ist ein Wechsel der Form der verschiedenen Gebilde je nach dem Ausdehnungszustande der Lungen. Blasen wir eine Froschlunge (erst einige Stunden nach dem Tode) stark auf, so zieht sie sich nicht mehr so zusammen, dass sie ihr früheres Volumen wieder erreicht. Auf diese Weise ist man im Stande, die Verhältnisse bei ausgedehntem Zustande der Lunge zu prüfen. Wir finden das Capillarnetz ausgespannt, die Maschenräume erscheinen gross, regelmässig rundlich, die Zellen liegen den Gefässen nicht mehr dicht an, während ihre gegenseitige Berührung eine sehr enge ist. In anderer Weise stellt sich das Bild in collabirten Lungen dar; hier verlaufen

die Gefässe stark wellig, ragen namentlich an den Kanten der Septa stark in die Alveolen hinein und bilden an den Ecken, wo zwei Balken zusammenstossen, vollständige Säcke. Bezüglich der letzteren gilt auch hier wenigstens theilweise, was früher bei der Menschenlunge erwähnt wurde; namentlich kann man sich überzeugen, dass bei Steigerung des Druckes das Prominiren der Säcke sich steigert; die Räume zwischen den Capillarschlingen sind mehr in die Länge gezogen. Auch die Zellen nehmen in Folge des Druckes, der von beiden Seiten durch die Capillarschlingen auf sie ausgeübt wird, eine mehr längliche Form an; auch hier schien mir die Epithelien mehr zurückzutreten, die Gefässe zu prominieren, nicht umgekehrt, wie man vielleicht erwarten sollte. Zu erwähnen ist noch, dass sich auf den grössten Scheidewänden, namentlich in den obersten Theilen der Lunge, Inseln von Flimmerepithelien finden; doch ist der Raum, den diese einnehmen, gegenüber den Stellen, welche Plattenepithel besitzen, ein verschwindend kleiner.

Ueber die Cuticula der Froschlunge stehen mir keine Untersuchungen zu Gebot, da ich mit diesem Theil der Arbeit schon vor dem Erscheinen des Eberth'schen Aufsatzes abgeschlossen hatte, und anderweitige Beschäftigungen mir verbieten, dieselbe wieder aufzunehmen.

Die Methoden, welche ich behufs der Darstellung des Epithels in der Froschlunge in Anwendung brachte, sind sehr verschieden. Will man möglichst rasch das Epithel demonstriren, so eignen sich am besten Lungen eines durch Chloroform getöteten Frosches, welche einige Zeit nach erfolgtem Tode herausgenommen, in kleinere Stückchen zerlegt und mit Glycerin befeuchtet werden; dann setzt man dem unter dem Deckglase befindlichen Lungenstückchen einige Tropfen einprozentiger Essigsäure zu. Auf diese Weise erhält man eine natürliche Injection der Gefässe mit Blutkörperchen und ein deutliches Bild über das Verhältniss zwischen Capillarnetz und den in den Maschen desselben liegenden Epithelzellen, deren Kerne überdies sehr deutlich zur Anschauung kommen. Sehr schöne Objecte erhält man auch, wenn die auf die angegebene Weise behandelten Lungenstückchen vorsichtig in eine nicht stark

alkalisch reagirende Lösung von karminsaurem Ammoniak gelegt werden, welches die Epithelzellen schön färbt. Dieses Verfahren hat nur den Nachtheil, dass eine zu starke Füllung der Gefässe mit Blutkörperchen die Beobachtung zuweilen trübt. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, ziehe ich es vor, Lungen von Fröschen, welche ich verbluten liess, mit Glycerin, Essigsäure und karminsaurem Ammoniak zu behandeln und dann nach stattgehabter Karminwirkung wieder Essigsäure zuzusetzen. Man erhält dann eine sehr schöne Imbibition der Gefässe einerseits und eine Färbung der Zellen andererseits. — Die Behandlung frischer Lungenstücke mit salpetersaurem Silberoxyd (1 : 200 : 400 etc.), ist ebenfalls sehr geeignet, indem sich die Zellen durch die in ihnen gebildeten Niederschläge und deren dunkle Färbung von den lichten Gefässen sehr schön abheben. Leider ist aber diese Färbung selten eine sehr gleichmässige, weil die Berührungsfläche der Theile mit der Flüssigkeit in Folge des alveolären Baues der Lunge eine ungleiche ist und somit die Wirkung auf die verschieden tief gelegenen Theile eine verschiedene sein wird; dennoch erhält man an jedem Objecte immer brauchbare Bilder.

Wir haben bezüglich des Epithels der Lungenalveolen des Menschen und der Säugetiere nachgewiesen, dass keine der als möglich vorgebrachten Täuschungsquellen bei unseren Befunden vorliegt und wir müssten diese Beweise auch für die zuletzt gemachten Angaben liefern. Ich glaube aber, dass die meisten dieser Fehlerquellen in Folge des beschriebenen Baues der Lungen ausser Frage kommen, da man an ein Herabgeschwemmtwerden der Epithelien aus den Bronchien oder an eine Verwechslung von Alveolen mit Bronchialdurchschnitten nicht denken kann. — Auch eine Täuschung durch die Kerne der Capillargefässer oder der Alveolenwandungen kann hier nicht vorliegen bei den bedeutenden Grössedifferenzen zwischen den genannten Kernarten einerseits und den Kernen der Epithelien andererseits. Anders verhält es sich mit der Verwechslung des Epithels der Pleura mit dem der Alveolen; aber auch diese schliessen die Bilder namentlich an den mit Silber imprägnirten Präparaten aus, an denen man leicht die Beschaffenheit beider Epithelarten prüfen kann.

Werfen wir zum Schluss unserer anatomischen Betrachtungen über das Epithel der Lungenalveolen noch einen kurzen Blick auf die Identität unserer Befunde bei den in Anwendung gekommenen Untersuchungsobjecten, so werden wir wohl berechtigt sein, auf dieselbe Werth zu legen. Die gefundenen Verschiedenheiten in der Anordnung lassen sich leicht auf Differenzen in den Vorgängen der Respiration zurückführen und sind überdies bezüglich der Epithelfrage so untergeordneter Art, dass sie keine ernstlichen Zweifel aufkommen lassen.

Man hat von physiologischem Standpunkte aus die Unmöglichkeit der Existenz eines Alveolenepithels darthun wollen; nachdem aber die Anatomie eine solche unzweifelhaft festgestellt hat, wirft sich die Frage nach der Rolle, welche diese Körper bei dem Respirationsprozess spielen werden, auf. Eberth hebt wohl richtig hervor, dass sie für eine schützende Decke kaum werden angeprochen werden können. Er ist vielmehr der Ansicht, dass sie die Festigkeit der dünnen Alveolenwand verstärken und die Gefässe in der richtigen Lage erhalten möchten. Was die erste Vermuthung betrifft, so glaube ich kaum, dass die Epithelien zur Festigkeit der Alveolenwand etwas beitragen; vielleicht wirken sie in der Weise dass sie ein vollständiges Collabiren der Alveole auf ähnliche Art verhüten, wie dies die Epithelien in den Harnkanälchen thun; dagegen haben wir Thatsachen beigebracht, die zu Gunsten der Annahme zu sprechen scheinen, dass die Epithelien in Beziehung stehen zu den Verschiebungen, welche das Capillarnetz bei dem wechselnden Ausdehnungszustand der Lungen macht.

Wir haben früher gesehen, dass die Epithelzellen unzweifelhaft elastische Eigenschaften besitzen und Gestaltveränderungen eingehen je nach den Lageveränderungen, welche die Gefässe erfahren. Ich glaube, wir dürfen daraus den Schluss ziehen, dass die Epithelzellen wesentliche Dienste leisten bei den Veränderungen der Form, denen das Capillarnetz unterworfen ist, indem sie die Verschiebungen der Gefässe erleichtern und eine vollständige Berührung derselben verhüten. Es ist dies allerdings auch nur Vermuthung, für welche aber doch einige Thatsachen zu sprechen scheinen.

Eberth schreibt überdiess den Epithelien die Function zu,

dass sie bei der Kohlensäureausscheidung eine gewisse Rolle spielen; inwiefern diese Ansicht gerechtfertigt ist, wage ich nicht zu entscheiden. Die Ähnlichkeit dieser Epithelzellen mit denen der Harnkanälchen brachte mich auf den Gedanken, ob die Zellen in den Maschenräumen nicht die Bestimmung haben könnten, regulatorisch auf den Wassergehalt des Blutes in den Lungencapillaren zu wirken und zwar in der Weise, dass sie bei Ueberfluss des Wassers in den Capillaren sich mit solchem imbibiren, im umgekehrten Falle Wasser in Dunstform aus der inspirirten Luft aufnehmen und dem Blute in tropfbar flüssiger Form abgeben. Für diese Function der Epithelzellen sprechen auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen, welche ergeben haben, dass die Alveolen derjenigen Thiere, bei welchen eine relativ geringe Wasser verdunstung durch die Haut stattfindet, wie z. B. beim Schwein und Hunde, kleiner sind und doch grössere Epithelzellen besitzen, als beim Menschen, so dass eine grössere Respirationsfläche entsteht, welche mit Epithel bekleidet ist. Dass die Epithelien zu dem Austausch der Gase in keiner näheren Beziehung stehen, dafür scheint mir gerade deren Mangel auf den Gefässen zu sprechen. Diese Vermuthung, dass die Epithelzellen als Regulatoren des Wassergehaltes des Blutes und als Vermittler der Wasser aufnahme und Wasserabgabe fungiren, macht keinen Anspruch auf die Bezeichnung und Genauigkeit einer physiologischen Hypothese; ich wünschte nur, durch diese wenigen Worte die Aufmerksamkeit der Physiologen von Fach auf die bis jetzt so stiefmütterlich behandelten Epithelien der Lungenalveolen zu lenken.

2. Nerven der Lungen.

Wie ich in der Einleitung erwähnte, habe ich bei Gelegenheit der Prüfung des Epithels der Froschlungen eine Reihe von Beobachtungen gemacht, welche bei ihrer weiteren Verfolgung interessante Resultate ergaben über den Verlauf und die Endigungsweise der Nerven. Allerdings sind diese Untersuchungen nur an der Froschlunge angestellt; aber ich glaube, dass durch diese scheinbare Einseitigkeit derselben das Interesse der Befunde nicht abgeschwächt wird, da wohl nur an einfachen Lungen ergiebige Re-

sultate über die Endigungweise der Nerven werden erreicht werden können: ein Ziel, dessen Erlangung bei zusammengesetzten Lungen gerade durch die Eigenthümlichkeit des complicirten Baues sehr erschwert wird. Die da und dort vorhandenen Lücken wird man billiger Weise mit der Schwierigkeit der Untersuchungen entschuldigen.

Die in der Gegend des Hilus, wenn diese Bezeichnung für die Eintrittsstelle des Bronchus erlaubt ist, in die Lungen sich einsenkenden Nervenstämmchen bestehen vorwiegend aus dunkelrandigen Fasern, lassen außerdem selir schmale glänzende und breite blasse Fasern erkennen und enthalten gangliöse Bildungen jedoch in spärlicher Anzahl. Die Nervenstämmchen gehen schon ausserhalb des Hilus Verbindungen unter einander ein; ob Stämmchen der beiden Lungensäcke Fasern austauschen, war ich trotz vielfacher Bemühungen nicht im Stande nachzuweisen, einerseits wegen der Fett- und Bindegewebsmassen, welche die Bronchien begleiten und die Einsicht trüben, andererseits wegen der grossen Schwierigkeit der Präparation der bei dem Frosch sehr zarten Theile. Wir haben in den Nervenstämmchen vor dem Eintritt in die Lungen vier Bestandtheile aufgefunden und treffen dieselben in den im Lungengewebe eingebetteten Nerven wieder; doch zeigt sich hier gleich der Unterschied, dass die gangliösen Bildungen viel zahlreicher werden; welche Zunahme sich steigert in den zwei ersten Dritttheilen der Lunge, an deren Spitze wieder schwundet. Die Nervenstämmchen gehen unter sich innerhalb der Lunge keine sehr zahlreichen Verbindungen ein, so dass die Plexusbildung gegenüber der in der Iris und Conjunctiva vorhandenen keines Falls als eine sehr entwickelte anzusprechen ist; wir finden weder eine Maschenbildung durch Nervenstämmchen, wie ich sie in der Bindeglied beschrieben, noch eine Plexusbildung mit den eigenthümlichen Zeichnungen, wie sie in der Iris besprochen wurden. Ich will damit nicht sagen, dass Verbindungsäste fehlen, sondern sie nur als spärliche bezeichnet wissen. Gehen wir zu der Beschreibung der einzelnen Bestandtheile der Nervenstämmen über und beginnen wir mit den dunkelrandigen Nervenfasern, so ist zunächst hervorzuheben, dass sie ganz dieselbe Zusammen-

setzung zeigen, wie an anderen Orten; es sind Fasern von 0,002—0,004 Lin. Durchmesser, mit doppelter Contur, von welcher die aussere der lichten, Kerne tragenden Scheide, die zweite dem in der Scheide liegenden Marke angehört. Diese Fasern sind ferner charakterisiert durch die starke Lichtbrechung des Markes und bilden scheinbar den vorherrschenden Bestandtheil der Nervenstämme; ich sage scheinbar, da eine Beurtheilung des wirklichen Zahlenverhältnisses durch den Markgehalt der dunkelrandigen Fasern einerseits und die sich weniger stark differenzirenden Eigenschaften sowohl der breiten blassen als schmalen glänzenden Fasern andererseits erschwert ist. Ausser diesen Fasern finden wir schmale stark glänzende Fäden, welche einen Durchmesser von 0,0012—0,0024 Lin. haben und wegen ihres starken Glanzes, welcher auf einen Markgehalt hinzudeuten scheint, als schmale dunkelrandige Fasern angesprochen werden müssen. Sie sind ziemlich zahlreich und liegen bald zwischen den breiten dunkelrandigen Fasern bald zur Seite derselben. Diese Fasern hängen mit dem dritten Bestandtheil der Nervenstämme, den gangliösen Bildungen in der später zu erwähnenden Weise zusammen.

Diese letztgenannten Körper, welche ich vorerst als gangliöse bezeichnen will, liegen bald vereinzelt, bald in Gruppen von zwei bis zwölf beisammen und bilden in dem letzteren Falle ein eigenliches, zuweilen schon makroskopisches Ganglion. Jedes einzelne Gebilde (Fig. 2. eee) stellt einen Körper dar, welcher die Glockenform besitzt und somit, wenn wir uns denselben in aufrechter Stellung denken, eine untere, weite, fast kreisrunde, zuweilen mehr ovale Zugangsöffnung (gg) und ein oberes bald mehr zugespitztes, bald mehr abgerundetes Ende (hhh) hat. Die ganze Glocke hat sehr viel Aehnlichkeit mit den Glasapparaten, auf welchen die Telegraphendrähte laufen; die Glockenwand selbst unterscheidet sich von den anderen Nervenelementen durch ihren stärkeren Glanz und durch den in ihrer Höhle gelegenen feinkörnigen Inhalt. Die Glocke ist noch einmal umgeben von einer ziemlich dicken, aber vollständig homogenen Bindegewebshülle (iii) mit schönen länglichen Kernen, welche durch Längsfäden in Verbindung stehen. Der Durchmesser der Glocken mit Scheiden entspricht in der Breite

0,013—0,014 Lin., in der Länge 0,018—0,026 Lin., ohne Scheide in der Länge 0,015—0,017 Lin. in der Breite 0,009—0,010 Lin. In die rundliche oder ovale Zugangsöffnung tritt regelmässig eine der beschriebenen schmalen dunkelrandigen Fasern (ddd), die sich in seltenen Fällen auf diesem Wege wieder theilt; der Verlauf der Faser ist nur bis in die Hälfte der Glocke zu verfolgen, von da an verschwindet sie in dem feinkörnigen Inhalte und entzieht sich damit der weiteren Beobachtung. Ebenso unklar, wie die Endigungsweise dieser Faser, ist der Ursprung des sehr schmalen 0,0006—0,0009 Lin. messenden Fadens (kkk), welcher regelmässig aus der Glocke austritt, spiraling um die eintretende Faser sich windend und dann in dem Nervenstamme sich verliert; nur einige Male glaubte ich einen Uebergang der eintretenden schmalen dunkelrandigen Faser in den austretenden spiraling verlaufenden Faden zu sehen; möchte aber durchaus nicht für die Richtigkeit dieser Angabe einstehen, weil der Blick in die Kuppe der Glocke fast immer durch den vorspringenden Zugangsrand derselben verdeckt wird. Wir haben es somit hier mit glockenförmigen Bildungen zu thun, an denen wir die eigentliche Glocke, welche wiederum in den Glockenzugang, das Glockengehäuse und die Glockenkuppe zerfällt, von den zu- und austretenden Nervenfäden unterscheiden müssen. Das eben beschriebene Verhalten dieser Glockenapparate kann so ziemlich als das typische betrachtet werden und es erübrigte uns jetzt noch, die Abweichungen von dieser typischen Form zu beschreiben. Diese sind vorwiegend nur scheinbare, d. h. man erhält verschiedene Bilder je nach der Lage der Glocken. In der oben beschriebenen Weise stellt sich der Körper namentlich dar, wenn er auf der Seite liegt, so dass seine Längsachse in die Ebene des Objectes fällt; die eine Seite seiner Wand sieht dann gegen den Spiegel, die andere gegen das Linsensystem; der Zugang der Glocke wird bei dieser Lage als Ellipse, das Ende, wenn es zugespitzt ist, als Spitze, wenn es abgerundet ist, als Halbkugel erscheinen. In anderer Weise gestaltet sich das Bild, wenn die Glocke mit ihrer Längsachse im Dickendurchmesser des Objectes so liegt, dass man auf den Glockeneingang von oben sieht; dann erscheint das Gebilde als ein mehr runderlicher Körper

oder eine zellige Bildung, deren äussere kreisförmige Linie durch die Contur des Glockenzuganges, deren Kern durch den optischen Querschnitt der eintretenden Nervenfaser dargestellt wird. Liegt die Glocke in demselben Durchmesser nur umgekehrt in der Weise, dass man von oben auf die Kuppe sieht, dann erscheint sie als ein mehr rundliches Gebilde von unregelmässiger Form, da sich an den spitz zulaufenden Körpern die Spitze immer umzulegen scheint. Bei dieser Lagerungsweise sieht man zuweilen kleine Fortsätze auf der äusseren Clockenfläche, welche sich aber nicht weiter verfolgen lassen; möglicher Weise ist es nur die umgebogene Spitze. Ausser diesen scheinbaren Formabweichungen finden sich Verschiedenheiten in der Anordnung der Theile, welche die Glocken zusammensetzen. In einzelnen Fällen vermisste ich den austretenden Spiralfaden, sei es nun, dass derselbe der Beobachtung sich entzog, sei es dass er gar nicht vorhanden war; in anderen nicht gerade seltenen Fällen (Fig. 2. e) ging von der Kuppenspitze ein feiner Faden aus, der in Verbindung mit dem bindegewebigen Fortsatze der Kapsel der Glocke in der Scheide des Nervenstammes, in welchem der gangliöse Körper lag, weiter verlief; ein Verhalten, welches nur an den auf der Seite liegenden Glocken zur Beobachtung kam. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die für die Prüfung der Glockenapparate günstige Lage die seitliche ist, indem sie am meisten Einsicht in das Innere der Glocke und der in ihr befindlichen Theile gestattet, indem nur sie die richtige Beurtheilung der Form derselben zulässt. A priori hätte man erwarten sollen, dass für die Besichtigung des Inneren der Glocke die Lage die günstigste sei, bei welcher sie mit der Zugangsoffnung gegen die Objectivlinse gerichtet ist; dem ist aber nicht so, da sich der Körper in dieser Situation als ein rundliches Gebilde mit dem optischen Querschnitt der eintretenden Nervenfaser darstellt. Aus dem Mitgetheilten können wir den Schluss ziehen, dass abgesehen von den nur scheinbaren Abweichungen die Körper bezüglich ihrer Form, ihrer Bestandtheile, ihres Inhaltes und ihrer optischen Eigenschaften eine grosse Beständigkeit darbieten: ein Verhalten, welches von grossem Werth ist. Was das Lagerungsverhältniss dieser Glocken zu der Richtung des Nerven-

stammes, welchem sie angehören, betrifft, so ist dasselbe ein verschiedenes. Bald gehen die die Körper versorgenden Nervenfäden unter einem rechten Winkel von den Stämmen ab und treten in einem Bogen in die Glocken ein, deren Längsachse mit der des Nervenstammes parallel läuft; oder aber die Glocke steht mit der Längsachse senkrecht auf der des Nervenstammes, und die eintretende Nervenfaser verläuft in gerader Richtung gegen den Körper zu. In anderen Fällen bilden die Längsachsen der Gebilde verschiedene spitze oder stumpfe Winkel mit der Längsachse des Stammes (Fig. 2.). Der Glocken finden wir bald sehr viele beisammen an einem Nervenstamme (drei bis zwölf) oder sie liegen mehr vereinzelt in demselben; gewöhnlich sind an demselben Nervenstamme solche Körper sowohl gruppenweise als vereinzelt angeordnet. Die Gruppen liegen meistens an den Seiten der Nervenstämmen und zwar sehr häufig an Stellen, an welchen Nervenfasern nach den Alveolen sich abzweigen; die vereinzelten Glocken sind gewöhnlich zwischen den dunkelrandigen Fasern, oft in der Mitte des Stammes gelagerte, die Anzahl der in einem Nervenstamme befindlichen gangliosē Glockenapparate ist eine sehr bedeutende, wie dies schon aus den zahlreich vorhandenen Glocken des in Fig. 2. abgebildeten Nervenstückes hervorgeht. Wir haben an den Nervenstämmen eigenthümliche Gebilde constatirt, welche zu den Bestandtheilen des Nervensystemes in enger Beziehung stehen, somit als nervöse Gebilde bezeichnet werden müssen. Ob wir berechtigt sind, sie als Ganglien anzusprechen, darüber könnten bei dem Mangel eigentlicher Ganglienzellen allerdings Zweifel entstehen; allein ihre nervöse Natur, ihre enge Beziehung zu den Gebilden des Nervenstabmms, das Aus- und Eintreten von Nervenfasern, ihre Gruppierung zu gangliosē Anschwellungen möchten vielleicht mit Berücksichtigung ihrer Form den Namen „gangliosē Glockenapparate“ rechtfertigen; über ihre Bestimmungen werden wir später einige Erörterungen geben.

Als vierten Bestandtheil der in die Lungen eintretenden Nervenstämmchen haben wir breite blasse Fasern genannt. Dieselben sind ziemlich spärlich, was ich aber weniger auf ihre absolut geringere Zahl als auf Rechnung der Schwierigkeit, dieselben zwi-

schen den dunkelrandigen Nervenfasern aufzufinden, bringen möchte; dafür scheint mir wenigstens das Abzweigen zahlreicher breiter blasser Fasern bei dem weiteren Verlauf zu sprechen. Diese Fasern haben die Gestalt von breiten blassen Bändern, von 0,004—0,005 Lin. Durchmesser, welche in der Scheide eine ziemliche Anzahl von Kernen und im Inneren eine wechselnde Menge feiner Fäden erkennen lassen, die stellenweise kleine Anschwellungen wie Kernbildungen zeigen. Diese fadenförmigen Zeichnungen stimmen vollständig mit denjenigen überein, welche in den Remak'schen Fasern sich finden; so wie auch die später zu beschreibenden Eigenschaften auf der Bahn ihrer weiteren Verzweigung für die sympathische Natur dieser Fasern sprechen.

Unsere nächste Aufgabe wäre die, zu zeigen, in welcher Weise die verschiedenen Bestandtheile der Nervenstämmen auf ihrem Wege des peripherischen Verlaufes und der terminalen Endigung gegenüber den beiden wesentlichsten Lungenabtheilungen, den Scheidewänden und den Alveolen sich verhalten. Ich muss hier gleich vorausschicken, dass zwei dieser Bestandtheile an der peripherischen Verzweigung sich nicht oder nur sehr wenig betheiligen und zwar die dunkelrandigen schmalen Fasern gar nicht, die Glockenapparate in der gleich zu beschreibenden unvollständigen Weise; es bleiben also nur die breiten dunkelrandigen und breiten blassen Fasern übrig.

Betrachten wir zuerst das Verhalten der Nerven in den Alveolen, so finden wir, dass die aus den Nervenstämmen abbiegenden blassen breiten Nervenfasern über die genannten Theile hin sich ausbreiten. Diese Stammesfasern sind ausgezeichnet durch die oben angedeuteten Eigenschaften, nämlich durch ihre bandartige Beschaffenheit, durch das Vorhandensein von Kernen in der Scheide und von feinen lichten Fäden im Inneren, welche stellenweise kernartige Verbreiterungen zeigen. Diese Fäden sind charakterisiert durch ihre starke Lichtbrechung und durch steigende Verschmälerung auf der Bahn der peripherischen Verzweigung, so dass die Fäden im Inneren der Fasern nach den ersten Theilungen der letzteren nicht mehr nachzuweisen sind. Dagegen finden wir in den Fasern, welche aus der ersten Theilung hervorgegan-

gen sind, grosse Kernbildungen mit zuweilen sehr deutlichem Kernkörperchen; sie haben viele Aehnlichkeit mit den von H. Müller (Verhandlungen der physik.-med. Gesellschaft etc. Bd. X. Hft. 1.) in den Ciliarnerven entdeckten und von W. Krause (Anatom. Untersuchungen) bestätigten gangliösen Bildungen. Die oben beschriebene Form ist die kleinste, und finden sich zuweilen an den Stammesfasern grössere Gebilde, welche gestielt erscheinen, sich durch ihren eigenthümlichen Glanz auszeichnen und häufig in den Theilungsstellen der Fasern, doch auch in deren continuirlichem Verlauf liegen. Diese letztgenannten Körper zeigen eine gewisse Aehnlichkeit mit den kleinsten Formen der gangliösen Glocken (Fig. 3. c u. d), und es gelingt leicht, Uebergangsformen aufzufinden. Dies wäre die einzige Art der Beteiligung des gangliösen Glockenapparates an der peripherischen Verzweigung und zwar verbunden mit einer Aenderung der Form und vielleicht auch ihrer Bedeutung. Dass die beiden zuletzt beschriebenen Formen sowohl die kleinere, grossen Kernbildungen gleichende, als die grössere den Glocken ähnliche Bildung gangliöser Natur sind, dafür scheinen ihre morphologischen Eigenschaften und ihr Verhältniss zu den Nervenfasern zu sprechen. Erwähnen muss ich noch, dass die grösseren den Glocken ähnlichen Gebilde vorwiegend nur in solchen Stammesfasern sich finden, in welchen, wie dies nicht selten der Fall, auch noch eine oder zwei dunkelrandige Fasern eingebettet liegen (Fig. 3.).

Die aus der ersten und zweiten Theilung der bandartigen Stammesfasern hervorgegangenen Nervenfäden stellen ziemlich feine, durchschnittlich 0,0018 — 0,0020 Lin. messende, mehr platte als rundliche Fäden dar, welche noch Kernbildungen an den Seiten erkennen lassen. Diese gehen wieder vielfache Theilungen ein und werden so zu den feinsten (0,0009—0,0013 Lin. messenden) Fäden dieser Gattung, welche durch ihre runde Form und durch den Mangel an Kernen ausgezeichnet sind. Diese feinsten Fäden verbinden sich zu einem Netze, welches über die Wände der Alveolen ausgespannt ist (Fig. 4. fff und ggg) und Maschen von sehr wechselnder Grösse bildet, so dass es unmöglich ist, eine auch nur annähernd richtige Durchschnittszahl zu geben; nament-

lich scheint die Grösse der Maschen nach der Grösse der Alveolen zu wechseln. Die Netzbildungen benachbarter Alveolen stehen durch zahlreiche Anastomosen mit einander im Zusammenhang, so dass es leicht gelingt, von dem Netze einer Alveole durch die benachbarten Alveolen zu dem einer entfernten zu gelangen; so stelltte die citirte Figur die Netzbildungen zweier Alveolen dar, einer grösseren höher gelegenen und einer kleineren tiefer gelegenen mit den Fäden, welche die Verbindung zwischen den beiden Bildungen herstellen; die grössere Alveole hat ein Netz mit weiteren Maschen, während die kleine Alveole von einem ziemlich engmaschigen Netze durchsetzt wird. Gehen wir diese Netzbildung von ihrer Ursprungsstätte d. h. der betreffenden Stammesfaser aus eine Strecke weit durch, so kommen wir von dem Netze dieser Alveolenwand zu einer Reihe derselben Bildungen der benachbarten Alveolenwände einerseits und zu Netzen auf den grossen Gefäßsstämmen andererseits und von diesen aus wieder durch eine Anzahl von Netzen in den Alveolen zu einer breiten blassen Stammesfaser, welche in ein dunkelrandiges Nervenstämmchen mit den oben beschriebenen vier Bestandtheilen sich einsenkt. Auf der ganzen Strecke begegnen wir fast nie einer frei endigenden Nervenfaser; treffen wir eine solche, so ist ihre freie Endigung nur eine scheinbare d. h. ihre weitere Verfolgung ist aus irgend welchem Grunde nicht mehr möglich; im Ganzen ist dieser Fall bei der grossen Durchsichtigkeit des Gewebes ein sehr seltener. Dunkelrandige Fasern oder Zweige solcher habe ich nicht in diese Netzbildung übergehen sehen; man findet zuweilen in den bandartigen Stammesfasern eine oder zwei dunkelrandige Fasern eingebettet, wie schon früher erwähnt wurde; dieselben zweigen sich aber bald ab und nehmen einen ganz anderen Verlauf. Bezüglich dieser Nichtbeteiligung von dunkelrandigen Fasern oder Zweigen derselben an dieser Netzbildung muss ich noch die Bemerkung anknüpfen, dass man zuweilen von dem Netze oben beschriebener Fasern zu dunkelrandigen Nerven gelangt, dass man sich aber in diesen Fällen leicht überzeugt bei dem wiederholten Durchsuchen des Netzes, dass ein Beobachtungsfehler in dem Verfolgen der einzelnen Fäden vorliegt. Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass

wir auf den Wandungen der Alveolen ein Netz feiner Fäden finden, welche als Verzweigungen breiter blasser Nervenfasern sympathischer Natur zu betrachten sind. Dafür sprechen die breite, bandartige und lichte Beschaffenheit der Fasern, die Anordnung feiner starklichtbrechender Fäden mit stellenweiser Anschwellung und schliesslich das Eingebettetsein gangliöser Bildungen. Für diese Ansicht lassen sich noch geltend machen die Art und Weise des Verlaufes der Fasern und ihrer Verbindung, ferner das Verhalten der aus den Netzen hervorgehenden Fäden d. h. deren Zusammentreten zu einer gleich charakterisierten Netzbildung um die grossen Gefässstämme. Schliesslich kommt hier noch in Betracht die Nichtbeteiligung dunkelrandiger Fasern an dem ganzen nervösen System in den Alveolen. Dies wäre das Verhalten der Nervenfasern in den Alveolenwänden, welche dem Gesagten zufolge bloss durch sympathische Fasern, die in einem Netze sich vereinigen und über die ganze Lunge hin in Verbindung zu stehen scheinen, versorgt werden. Endigungen oder Verzweigungen dunkelrandiger Fasern auf den Alveolenwandungen nachzuweisen, wollte mir nicht gelingen. Es wurde früher erwähnt, dass zuweilen dunkelrandige Fasern in den sympathischen Bändern liegen und dass dieselben bald aus denselben sich abzweigen. Bezüglich des weiteren Verlaufes dieser Fasern habe ich nachzuholen, dass eine weitere Verfolgung derselben nicht gelingt, weil sie sich meistens sehr rasch in ein Septum ein senken und in demselben sich verlieren. Die Frage, ob sich Zweige dunkelrandiger Nervenfasern, welche vielleicht als sensible anzusprechen wären, auf den Alveolenwandungen zu einer terminalen Endigung vereinigen oder nicht, muss ich somit offen lassen.

Die Prüfung der Bestandtheile der in die Lungen eintretenden Nervenstämme hatte einen ziemlichen Reichthum derselben an dunkelrandigen Fasern ergeben. Da nun eine Nichtbeteiligung dieser an den nervösen Bildungen in den Alveolenwandungen nachgewiesen ist, so muss die Frage nach dem weiteren Schicksale der dunkelrandigen sich aufwerfen. Die Antwort liefert die Untersuchung über den Verlauf und die Endigungsweise der Nerven in den Scheidewänden. Wir haben hervorgehoben, dass die Septa

in der Freischlange vorwiegend aus contractilen Fasern, welche zu Bündeln angeordnet sind, bestehen, und dass die Stärke dieser Muskelbalken einem sehr bedeutenden Wechsel unterworfen ist. Richten wir unser Augenmerk auf die in diese Scheidewände ein-tretenden Nerven, so sehen wir meistens Stämmchen dunkelrandigen Fasern an ein Septum von der Seite herantreten; diese Stämmchen zeigen eine wechselnde Stärke, bestehen aus drei bis sechs und mehr Fasern, welche alle Charaktere der dunkelrandigen Nervenfasern haben. Die Zahl der dunkelrandigen Stämmchen, welche zu einem Muskelbalken (ich bezeichne hier selbstverständlich als einen Muskelbalken einen Zug von Muskelfasern in der Ausdehnung seines isolirten Verlaufes, bis er z. B. mit einem quer gelagerten Balken zusammentrifft) sich begeben, ist eine nach der Länge und Dicke derselben wechselnde, bald ist es nur eines, bald sind es deren zwei und drei. In der eben beschriebenen Weise verhalten sich diejenigen Muskeläste, welche von Nervenstämmen abgehen, die in einer Alveolenwand, nicht in einem Septum liegen. Ist dies letztere der Fall, liegen, wie dies bei grösseren Scheidewänden fast Regel ist, die Nervenstämmen in den Septa, so treten isolirte Fasern von den Stämmen direct in die Muskelbalken ein; bei dieser Art des Verlaufes sind die Verhältnisse weniger leicht zu prüfen, weil die Abgangsstellen der Nerven durch den dicken Balken ge-deckt sind. Hat ein Nervenstämmchen einen Muskelbalken erreicht, so legt es sich gewöhnlich erst seitlich an denselben an, verläuft eine kurze Strecke in dieser Richtung und tritt dann im Bogen in den Muskel in der Weise ein, dass die Längsachse der Nerven-faser mit der des Muskelbalkens einen rechten, zuweilen mehr spitzen Winkel bildet. Kurz nach ihrem Eintreten nehmen die Fasern einen isolirten Verlauf, gehen Theilungen ein und dringen in die Muskeln, deren Schichten in verschiedenen Richtungen durch-setzend. Dem entsprechend finden wir in allen Theilen einer solch muskulösen Scheidewand sowohl an der äusseren, als der inneren der Höhle zugewendeten Fläche, als dem Inneren des Muskels selbst dunkelrandige Fasern, welche aber meistens isolirt verlaufend auch hier Theilungen eingehen. Aus diesen noch ziemlich breiten dunkelrandigen Fasern gehen durch Theilung und Ver-

mittelung blasser Fasern feinste, nur 0,0009 — 0,0006 Lin. messende Fäden hervor, welche sich vielfach verbindend ein enges Netz (Fig. 5. d d d) in und auf den Muskelbalken darstellen, dessen Maschen ziemlich regelmässig sind. Die Fäden dieses Netzes durchziehen alle Muskelschichten und sind namentlich sehr leicht zu beobachten an der inneren Fläche grösster Muskelbalken, aber auch im Inneren schmaler Bündel. Auf der Innenfläche der grösseren Muskelbalken (Fig. 5. a a a) gestaltet sich die Sache so, dass isolirt verlaufende dunkelrandige Fasern an die Oberfläche kommen, sich gegenseitig verbinden und dann durch Vermittelung blasser Fasern feinste Fäden abgeben, welche über die ganze Scheidewand hin ein Netz bilden. An den feineren Muskelzügen sieht man sehr schön, dass die sich verbindenden feinsten Fäden wirklich durch alle Schichten in Verbindung stehen, wie sie an keiner Stelle, welche der Beobachtung zugänglich ist, blind endigen — eine Vollständigkeit der Beobachtung, welche an den dicksten Muskelzügen nicht erreicht werden kann.

Die eben beschriebenen Netzformen unterscheiden sich von denen in den Alveolenwandungen erstens einmal durch die verschiedenen Eigenschaften der das Netz constituirenden Fasern und zweitens durch die verschiedene Form der Netze selbst. Während wir das Netz in den Alveolen aus Fasern zusammengesetzt sehen, welche ihren Ursprung aus unzweifelhaft sympathischen Stammfasern nehmen, haben wir es in den Muskeln mit einem Netze zu thun, welches durch Fäden gebildet wird, welche aus entschieden dunkelrandigen Nervenfasern stammen. An dem erstgenannten Ort haben wir ein ziemlich weitmaschiges Netz feiner Fasern, an dem letzteren ein engmaschiges Netz feinster Fäden. Bemerken muss ich noch, dass auch über die Muskelbalken zuweilen Fasern sympathischer Natur hinwegsetzen, ohne sich aber wenigstens auf den schmäleren Bündeln netzförmig zu verbinden, weil ihre Maschen meistens grösser sind, als die Breite der schmäleren Muskelbalken beträgt; dagegen finden sich an der Aussenseite derjenigen breiten Balken, welche grosse Gefässe enthalten, Netze sympathischer Fasern, welche sich aber als nur den Gefässen angehörig ausweisen. Zunächst entsteht die Frage: welches ist die Natur der die glat-

ten Muskelbündel durchsetzenden Nervenfasern? Ich glaube über ihre cerebrospinale Natur kann bei den ausgesprochenen Zeichen des Markgehaltes kein Zweifel sein. Ob sie motorischer, ob sie sensibler Art sind, darüber wage ich keine bestimmte Entscheidung abzugeben; nur möchte ich anführen, dass für ihre motorische Natur die Art und Weise ihres Verlaufes, das Durchziehen der Muskelschichten nach allen Richtungen und die Uebergangsweise in die terminalen Fäden sprechen. Ob sich ausserdem noch sensible Fasern finden, war ich nicht im Stande nachzuweisen. Wir hätten somit auch für die muskulösen Scheidewände die Endigung der Nerven in Form eines Netzes festgestellt, und es wäre uns damit gelungen, die beiden an der peripherischen Verzweigung sich betheiligenden Gebilde von den Stämmen an bis zu der Endigung an der Peripherie zu verfolgen.

Es erübrigt uns nur noch die Erörterung des Wesens der gangliösen Glockenapparate. Dass denselben keine terminale Bedeutung zukomme, scheint mir aus dem Umstand hervorzugehen, dass sie in den Nervenstämmen eingebettet liegen und dass sie auf der Bahn des peripherischen Verlaufes der Nerven an der Verzweigung sich nicht oder nur sehr wenig betheiligen. Dagegen schienen mir einige Eigenthümlichkeiten in dem beschriebenen Verhalten dafür zu sprechen, dass sie vielleicht in Beziehung stehen zu der Aenderung des Charakters der Fasern. Wir haben in eine jede Glocke eine dunkelrandige schmale Faser ein- und aus derselben einen Spiralfaden wieder austreten sehen; wir haben ferner gefunden, dass diese Körper sehr häufig an Abgangsstellen sympathischer Fasern liegen, und in einigen Fällen war es sogar möglich, von der Spitze einer solchen Glocke einen feinen hellglänzenden Faden umgeben von einer lichten Scheide, der Fortsetzung der bindegewebigen Kapsel der Glocke, in dem Nervenstämmchen weiter verlaufen zu sehen. Diese Befunde brachten mich auf die Vermuthung, ob nicht die Glocken Gebilde sind, welche den Ursprung sympathischer Fasern aus schmalen dunkelrandigen Nerven vermitteln; vielleicht kommen aber auch überdies den Glocken eigenthümliche Leistungen in der Leitung des Nervenagens zu. Das sind die Vermuthungen, welche ich bezüglich der

Bestimmungen dieser Körper hege, die durch ihre eigenthümlichen morphologischen Eigenschaften das höchste Interesse erwecken müssen. In wie fern die über deren Bau und möglichen Bestimmungen gemachten Angaben sich bewähren, werden weitere Untersuchungen, welche auch von anderen Seiten angestellt werden möchten, lehren. Sollte es mir gelungen sein, die Histologen dazu zu ermuntern und deren Aufmerksamkeit auf die Glockenapparate zu lenken, so werden sich ohne Zweifel weitere interessante Aufschlüsse über diese Körper ergeben.

Die Methoden, welche sich zur Darstellung der Nerven in den Froschungen eignen, sind folgende. Die aufgeschnittenen Lungsäcke werden durch mehrere Stunden in einprozentige Essigsäure, dann durch eine bis zwei Stunden in eine schwach alkalisch reagirende Lösung von karminsaurem Ammoniak und dann wieder in die erste Flüssigkeit gelegt. Diese Methode liefert eine wenn auch nur schwache Imbibition der Gefässe und Färbung der Nervenfasern, namentlich deren Kernbildungen. Die Einwirkung einer schwach ammoniakalischen Karminlösung bietet den Vortheil, dass die Epithelien abgelöst und sehr leicht abgespült werden können, ohne dass irgend eine mechanische Kraft zur Anwendung kommt. Um Missverständnissen vorzubeugen glaube ich hervorheben zu müssen, dass diese zu der Darstellung der Nerven empfohlene Methode von der zu der Demonstration der Epithelien in Anwendung gebrachten sich dadurch unterscheidet, dass bei Befolgung der letzteren die Lungenstückchen direct auf einen Objectträger gebracht, mit Glycerin und Essigsäure befeuchtet und dann erst in Karmin gelegt wurden, während in dem ersten Falle das karminsaure Ammoniak unmittelbar auf die durch Essigsäure gequollenen Epithelien wirkt. Die Anwendung des Glycerins in erster Instanz scheint eine Fixirung der Epithelien in den Maschenräumen und eine Abschwächung der Einwirkung der Essigsäure auf das Epithel zu bewerkstelligen. In einigen Fällen modifizierte ich den Versuch in der Weise, dass ich mich statt des karminsauren Ammoniaks einer schwachen Kalilösung bediente, um das Epithelium abzuspülen, weil mir für bestimmte Zwecke nicht gefärbte Objecte wünschenswerther schienen als gefärbte. Es stellte sich aber heraus,

dass die Anwendung von Kalilösungen in jeglicher Concentration für unsere Zwecke unbrauchbar war, so dass ich zu der erst geschilderten Methode zurückkehrte.

Schliesslich reihe ich noch einige Befunde hier an, welche sich bei Gelegenheit der Prüfung des Verhaltens der Nerven in und auf den muskulösen Scheidewänden ergaben. Bei Ausführung der verschiedenen Methoden, welche in Anwendung kamen, wurde so eben hervorgehoben, dass Kali ein zu den genannten Zwecken unbrauchbares Reagens sei. Bei Anwendung des Kali's, aber auch nur bei dieser, ergaben sich nämlich auf der Oberfläche der Scheidewände Befunde eigenthümlicher Bildungen, deren Darstellung in verschiedener Beziehung von Interesse sein möchte.

Wir haben früher das Capillarnetz auf den Scheidewänden erwähnt und hervorgehoben, dass dasselbe Maschenräume zwischen sich lasse, in welchen Epithelzellen liegen. In diesen Räumen fanden sich nach Abspülung des Epithels eigenthümliche Gebilde, welche die Form von rundlichen oder ovalen Platten hatten, den Maschenraum bald ganz, bald nur zum grossen Theil ausfüllten, somit nach allen Seiten von Gefässen begrenzt wurden; der Inhalt war bald mehr ein feinkörniger, bald mehr ein grobkörniger; in dem letzteren Falle waren es rundliche, stark glänzende Körper, welche die Platte erfüllten; in Folge dieses wechselnden Inhaltes hatten dieselben bald ein mattes, bald ein glänzendes Aussehen; in anderen Fällen war der Inhalt derselben Platte theils feinkörnig, theils kugelig. Diese Bildungen (Fig. 9. f) waren ferner ausgezeichnet durch feine fadenförmige (ee) Zeichnungen, welche sowohl in ihrer Mitte als zu deren Seiten sich fanden und deren Zahl zwischen eins und drei schwankte. An diese Platte trat in allen Fällen eine dunkelrandige Faser, welche ihren dunkelrandigen Charakter d. h. ihren Markgehalt verlor, sobald sie das Gebilde erreicht hatte und dann mit unregelmässig welligen Linien in die Fäden im Inneren überzugehen schien. An der Peripherie zeigten sich feinste Kerneinlagerungen, welche am deutlichsten an denjenigen Platten waren, welche den ganzen Maschenraum ausfüllten. In einzelnen Fällen wurde die dunkelrandige Faser schon eine Strecke vor dem Eintreten in die Platte, in anderen

schien sie noch innerhalb derselben markhaltig; doch waren die Zeichnungen des Markzylinders dann sehr unregelmässig. In Fig. 9. sehen wir eine Platte abgebildet; a ist eine dunkelrandige Faser, welche sich bei b theilt und marklos wird, dann bei c vor ihrem Eintreten noch einmal einen feinen Faden abgibt; d entspricht der Platte selbst, e e den fadenförmigen Zeichnungen im Inneren, f einem grösseren kuglichen stark glänzenden Körper, während der übrige Inhalt mehr seinkörnig und matt ist. Wir haben es hier offenbar mit nervösen, plattenshähnlichen Bildungen zu thun, welchen man vielleicht eine terminale Bedeutung zuschreiben möchte. Für deren nervösen Charakter spricht das regelmässige Eintreten einer dunkelrandigen Nervenfaser, während die Fäden im Inneren terminalen Nervenfäden gleichen; wir sind daher wohl berechtigt, diese Bildungen kurz als Endplatten zu bezeichnen. Was die nervöse Natur dieser Endplatten betrifft, so ist dieselbe durch die Theilnahme von Nervenfasern an ihrer Bildung unzweifelhaft dargethan. In anderer Weise verhält es sich mit deren terminalen Eigenschaften. Fortgesetzte Untersuchungen zeigten nämlich, dass sehr häufig aus diesen Bildungen eine Nervenfaser wieder austrat, welche meistens nach sehr kurzem Verlauf den dunkelrandigen Charakter wieder annahm; namentlich zeigten einige Bilder ganz unzweifelhaft, dass eine Endigung der Nervenfaser in der Platte gar nicht stattfindet, sondern dass der Achsenzylinder das Gebilde durchsetzt und auf der anderen Seite austretend wieder zur Achsenfaser eines dunkelrandigen Nerven wird; dass ferner die Fäden im Inneren somit nicht Theilungen des Achsenzylinders sind, sondern Faltungen der Scheide. In Fig. 8. finden wir eine Platte abgebildet, an deren Verhalten wir uns von der Richtigkeit der eben gemachten Angaben überzeugen können. Die dunkelrandige Faser a tritt in den von den Capillaren gebildeten Maschenraum (c), wird an derselben Stelle marklos, abgesehen von einigen dem Achsenzylinder anhängenden Marktheilchen, der Achsenzylinder selbst aber durchsetzt die Platte und steht zu den feinen Fäden ii in keiner Beziehung, welche offenbar Faltungen der Scheide des Nerven angehören. Diese Abbildung stellt nur eine Art des Verhaltens dar. In anderen Fällen sieht man eine dunkelrandige Faser

in die Endplatten eintreten, dieselben durchsetzen und in der entgegengesetzten Richtung wieder austreten, um sich unfern in eine zweite Platte zu begeben. Zu anderen Endplatten sieht man zwei dunkelrandige Fasern ziehen, von denen nur eine in die Platte eintritt, während die andere Faser über die letztere wegläuft und mit der wieder austretenden ersten Faser ein Stämmchen zweier dunkelrandiger Nervenfasern bildet. Da mir die beigeftigte Abbildung genügend für die Richtigkeit dieser Angaben zu sprechen scheint, will ich mich nicht länger bei der Schilderung solcher Endplatten aufhalten. Aus diesen Mittheilungen ersehen wir, dass diesen Platten eine terminale Bedeutung nicht zukommen kann, da die zutretende Nervenfaser das Gebilde nur durchzieht und deren Achseneylinder mit der Bildung der scheinbar terminalen Fäden nichts zu thun hat, welche offenbar nur Falten der Scheide sind. Nachdem die terminale Natur dieser Platten mehr als zweifelhaft geworden war, musste die nächste Frage die sein, ob wir es hier mit præexistirenden Gebilden oder mit arteficiellen zu thun haben. Für die Vermuthung, dass es Artefakte seien, schien mir schon das eigenthümliche Verhalten der Körper zu sprechen, dass sie nur an Objecten zur Anschauung zu bringen waren, welche mit Kali ausgespült wurden, nie an denjenigen, auf welche nur einprozentige Essigsäure und karminsaures Ammoniak eingewirkt hatten; waren sie einmal durch Kali zur Anschauung gebracht, so blieben dieselben bei noch so langem Liegen der Objecte in einprozentiger Essigsäure ganz deutlich. Dieses Verhalten beweist wohl, dass die Platten an den Essigsäurepräparaten nicht desshalb fehlen konnten, weil die Essigsäure dieselben zerstört, sondern dass stattgefundene Einwirkung von Kali ein die Entstehung dieser Gebilde bedingendes Moment sei. Diese Vermuthung über die arteficielle Entstehungsweise der Platten bedingt durch Einwirkung chemischer Reagentien wurde schliesslich dadurch zur Gewissheit, dass es mir gelang, die verschiedenen Bildungsstufen dieser wirklich arteficiellen Plattenformen nachzuweisen. Durchsucht man solche mit Kali behandelte Objecte, so finden sich zahlreiche Stellen, an denen man sich davon überzeugen kann, dass die Nervenfasern verschiedene Achsendrehungen eingegangen haben, namentlich

an denjenigen Stellen, an welchen sie gegen die Muskelbalken ziehen; noch häufiger an denjenigen, an welchen sie die Oberfläche eines Balkens aus dessen tieferen Schichten aufsteigend erreichen. Eine solche Achsendrehung und theilweise Knäuelbildung findet sich in Fig. 6. dargestellt, in welcher wir eine dunkelrandige Faser in verschiedenen Richtungen sich kreuzend verlaufen sehen. Einen weiteren Grad dieser Veränderung zeigt die Faser a in Fig. 7., an welcher wir eine vollständige Knickung der Faser bei b und eine Verbreiterung der Scheide in Form einer rundlichen Scheibe c beobachten; die Knickungsstelle des Nerven entspricht zugleich dem Orte seines Angelangtseins an der Oberfläche des Muskelbalkens. An anderen Stellen war die dunkelrandige Faser ganz getrennt und hatte sich zurückgezogen. Auf diese Weise ist offenbar die Fig. 9. zu Stande gekommen; hier ist die Faser zerrissen, das Mark in den Maschenraum des Gefäßes ausgetreten, die Scheide verbreitert und faltig, und daher der Anschein von das Gebilde durchziehenden Terminalfasern entstanden. Auf andere Weise scheint die Bildung der Platte in Fig. 8. zu Stande gekommen; hier haben wir es offenbar nur mit einer seitlichen Zerreissung der Scheide, Verbreiterung und Faltung derselben und Austreten von Mark in den Maschenraum zu thun. Die Bildung dieser Platten scheint dem Gesagten zufolge eine verschiedene zu sein, entweder durch Achsendrehung, Verbreiterung der Scheide und Austreten von Mark, oder durch vollständiges Zerreissen des Nerven und Austreten von Mark etc. vermittelt zu werden. Dass die Einwirkung von Kali nach vorausgegangener Einwirkung einprozentiger Essigsäure das zarte Lungengewebe mächtig alterire, lässt sich wohl denken und schon makroskopisch beobachten; es ist leicht einzusehen, dass diese Einwirkungen und deren Folgen an Scheide und Mark namentlich derjenigen Nerven sich kundgeben werden, welche sowohl der Beeinflussung der Lösungen als dem nachfolgenden Druck des Deckgläschen am meisten ausgesetzt sind, d. h. an den Nerven der Septa; denn nur an ihnen fand ich die beschriebenen Artefakte.

Ich glaubte die Darstellung dieser Bildungen der Oeffentlichkeit übergeben zu müssen, sowohl aus Rücksicht für diejenigen

Forscher, welche Untersuchungen über den Verlauf und die Endigungsweise der Nerven in der Froschlunge anzustellen beabsichtigen, als aus Rücksicht für mich, weil die gemachten Mittheilungen von Werth sein möchten für die Beurtheilung der Frage über die Entstehungsweise solcher arteficiellen Bildungen überhaupt und weil ich hoffe, dass einige Histologen ihre Ansichten über die von mir gemachten Angaben bezüglich des arteficiellen Charakters der Krause'schen Kolben nach dem Durchlesen dieser Zeilen ändern werden.

Heidelberg, den 8. Juli 1863.

N a c h t r a g.

Fortgesetzte Untersuchungen über die gangliösen Glockenapparate in den Lungen des Frosches haben mir das Ergebniss geliefert, dass die in diese Gebilde eintretende Achsenfaser des dunkelrandigen Nerven mit einer knopfförmigen Anschwellung endigt. Bleibt die Faser einfach, so findet sich nur eine solche terminale Bildung, spaltet sich die Faser nach ihrem Eintreten in zwei Fäden, so trägt jeder dieser eine solche Anschwellung.

Ich versäumte nicht, auch an anderen Stellen nach diesen glockenartigen Gebilden zu suchen und es ergab sich, dass die unipolaren Ganglienzellen sowohl des Grenzstranges des Sympathicus als der Nervenstämmme in dem Septum der Vorhöfe des Frosches eine analoge Anordnung darbieten, wie sie von den Glocken in den Lungen beschrieben wurde. Auch sie bestehen aus einer das Licht stark brechenden Masse, welche bald eine mehr runde, bald eine mehr ovale (Glocken-) Form hat. In dieser findet sich eine meistens runde, wie es scheint, mit homogener oder feinkörniger Masse ausgefüllte Höhlung, zu welcher eine dunkelrandige Faser tritt, die bald einfach, bald sich theilend in einer knopfförmigen Anschwellung endigt. Das Ganze ist umgeben von einer lichten, schmale Kerne tragenden Scheide, welche als Fortsetzung oder sackartige Erweiterung der Scheide des zutretenden Nerven sich darstellt; zwischen Scheide und Achsencylinder des

letzteren findet sich eine lichte homogene Substanz, in der sehr häufig eine Spiralfaser angedeutet oder scharf ausgeprägt zu erkennen ist. Aus dieser kurzen Mittheilung geht hervor, dass wesentliche Unterschiede bezüglich der Glocken in der Lunge und der unipolaren Ganglienzellen an den genannten Stellen nicht existieren. Dagegen ergaben sich Differenzen bezüglich der Form und Grösse. Während nämlich in den Lungen die kleineren ovalen Bildungen vorherrschen, finden wir in dem Grenzstrang des Sympathicus sehr viele grosse, vorwiegend rundliche Gebilde, obgleich die kleineren ovalen Formen auch hier namentlich in den Scheiden längs der Nervenstämme zahlreich eingelagert sind.

Es wirft sich nun die Frage auf, wie stimmen die geschilderten Angaben mit der gewöhnlichen Anschauung über den Bau der unipolaren Ganglienzellen? Bekanntlich stellt man dieselben als zellige Gebilde dar, welche aus einer Rindensubstanz, einem grossen bläschenförmigen Kern und Kernkörperchen und aus einer lichten Scheide bestehen. Welche Beziehung haben nun diese einzelnen Theile zu den gangliosen Glocken? Sorgfältige Prüfungen zeigten mir, dass die Rindensubstanz dem Gehäuse der Glocke, der bläschenförmige Kern der Höhlung in dieser entspricht, während das Kernkörperchen durch das knopfförmige Ende oder den optischen Querschnitt der Achsenfaser vorgetäuscht wird. Ich muss mich auf die Mittheilung dieser wenigen Sätze beschränken und behalte die Beweisführung durch Abbildungen erläutert mit Berücksichtigung der bezüglichen Literatur einer grösseren Arbeit vor.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Innere Fläche eines Stückes der Froschlunge. aa ein breiter Muskelbalken, welcher in die Balken b und c sich teilt; d d d Theile der an diese Scheidewände grenzenden Alveolen mit dem Netz der Capillaren e e e, welches sowohl über die Alveolen d d d, als die Scheidewände a a, b und c sich erstreckt; in den Maschen des Gefäßnetzes liegen die Epithelzellen f f f. Vergr. 480 lin.
- Fig. 2. Ein Nervenstämmchen (a a) aus der Lunge des Frosches, in welchem breite dunkelrandige Fasern (b b b), breite blasse Fasern (c c c), schmale dunkelrandige Fasern (d d d) und die gangliosen Glocken e e e liegen. In

diese Glocken, deren Gehäuse mit f f f, deren Zugang mit g g g, deren Spitze mit h h h und deren Kapsel mit i i i bezeichnet sind, treten die schmalen dunkelrandigen Fasern d d d und die feinen Spiralfäden k k k aus. Von der Spitze h der Glocke e' setzt sich eine Faser l fort, um in dem Nervenstamm a a weiter zu verlaufen. Vergr. 480 lin.

Fig. 3. Ein kleines Nervenstämmchen (a a) enthält kleinere Glockenapparate (b b b), welche in c und d nur noch als grosse Kernbildungen erscheinen. Vergr. 480 lin.

Fig. 4. stellt das Nervennetz in den Alveolenwandungen dar. a a entspricht einem Stämmchen dunkelrandiger Fasern, aus welchem bei b eine breite blasse Faser (c) abbiegt, in der noch eine dunkelrandige Nervenfaser (d) eingebettet ist, die letztere zweigt sich aber schon bei e ab, während die Faser c auf ihrem weiteren Verlaufe die Netzbildung eingeht. Das feinmaschigere Netz f f f gehört einer kleineren, das weitmaschigere g g g einer grösseren Alveole an; bei h geht wieder eine breite blasse Faser ab, deren Verzweigungen mit den Netzen f f f und g g g in Verbindung stehen. Diese Figur ist bei 180facher Linearvergrösserung skizziert und bei 420facher ausgeführt worden.

Fig. 5. ist eine Abbildung des Nervennetzes auf einem Muskelbalken. a a a sind dunkelrandige, b b b blasse Nervenfasern, aus welchen die feinsten Fäden c c c entspringen und das Netz d d d bilden. Vergr. 480 lin.

Fig. 6. zeigt eine dunkelrandige Faser aus einem Muskelbalken mit vielfachen Achsendrehungen. Vergr. 420 lin.

Fig. 7. stellt sich verbindende dunkelrandige Nervenfasern a a a dar, von welchen die eine bei b eine Knickung und Drehung in der Weise erfuhr, dass eine kleine rundliche Platte (c) gebildet wurde. Vergr. 420 Lin.

Fig. 8. Die dunkelrandige Faser a tritt in den von den Capillaren b b b gebildeten Maschenraum c und wird an dieser Stelle marklos, während der Achsenzylinder in der Richtung f innerhalb der Scheide g weiter zieht. Das Mark der Faser a ist in den Raum c ausgetreten und bildet die Endplatte h; die Fäden i i in dem Inneren dieser sind Falten der Scheide g. Vergr. 420 lin.

Fig. 9. stellt eine Endplatte dar. a ist eine dunkelrandige Nervenfaser, welche bei b sich theilt und marklos wird, vor ihrem Eintritt in die Platte d den Faden c abgibt; e e sind Fäden in dem Inneren derselben, f ein glänzender rundlicher Körper. Das ganze Gebilde liegt in dem Maschenraum g, welcher von den Capillaren h b b hergestellt wird. Vergr. 420 lin.





