Zur Entwicklung der Gehörschnecke.

Von

Dr. **Benno Baginsky**, Privatdocenten in Berlin.

(Aus dem anatomischen Institut in Berlin.)

Hierzu Tafel V und VI.

Mit vorliegender Arbeit beabsichtige ich einen Beitrag zur Entwicklung der Gehörschnecke des Säugethiers zu liefern; ich habe, wenn auch immerhin die Morphologie nicht ausser Acht gelassen wurde, meine besondere Aufmerksamkeit den histologischen Verhältnissen gewidmet, um so mehr, als hier noch manche Fragen existiren, welche bislang trotz der Arbeiten unserer besten und erfahrensten Histologen noch nicht vollständig beantwortet sind und der weiteren Aufklärung bedürfen. Die grösste Zahl der die Gehörschnecke behandelnden Arbeiten beschäftigt sich mit den histologischen Verhältnissen des bereits vollständig ausgebildeten Organs und wie vielfach, so ist auch hier, gerade das Studium der Entwicklungsvorgänge vielleicht am ehesten dazu angethan, über den histologischen Bau complicirterer Theile gewisses Licht zu verbreiten. Dazu kommt noch, dass seit den besonders wichtigen und hervorragenden Arbeiten von Kolliker¹⁾, Hensen²⁾, Böttcher³⁾, Gottstein⁴⁾ u. A., über die Histiogenese der Ge-

1) Kolliker, Der embryonale Schneckenkanal und seine Beziehungen zu den Theilen der fertigen Cochlea. Würzburger Naturwissensch. Zeitschrift 1861, und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere Leipzig 1879.

2) Hensen, Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugethiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIII. 1863. p. 481.

3) Böttcher, Ueber Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths. Dresden 1869.

4) Gottstein, Ueber den feineren Bau und die Entwicklung der Gehörschnecke. Bonn 1871.

hörschnecke grössere und umfassendere Arbeiten eigentlich nicht erschienen sind. Die überaus resultatvollen neueren Arbeiten von Retzius¹⁾ und Lavdowsky²⁾ u. A. behandeln zumeist auch nur die histologischen Verhältnisse der bereits ausgebildeten Schnecke. Ich hielt es desshalb, namentlich auch in Rücksicht auf die Fortschritte der histologischen Technik für lohnend, die Entwicklung der Gehörschnecke von Neuem zu studiren. Mein ursprünglicher Plan, die menschliche Schnecke als Untersuchungsobject zu verwenden, scheiterte bald an dem Mangel brauchbaren Materials und so habe ich das Kaninchen bezw. die Schnecke desselben zum Gegenstand der Untersuchung gemacht.

Die Gehörorgane des getödteten Thieres resp. der Embryonen wurden frisch in Flemming'schem Chrom-Osmiumsäure-Eisessiggemisch conservirt, in Paraffin geschnitten, die einzelnen Schnitte auf dem Deckglas mit 50%-igem Alcohol aufgeklebt und meist mit Safranin gefärbt; kleinere Embryonen, etwa bis zu 1½ cm Grösse, wurden im Ganzen in obiges Gemisch gelegt.

Bemerken möchte ich noch, dass ich, um die Arbeit nicht übermässig zu vergrössern, mich nur auf die nothwendigsten litterarischen Angaben beschränkt habe, und dies auch nur in so weit, als es zum Verständniss der folgenden Mittheilungen nothwendig ist. Die Litteratur über die Histologie der Gehörschnecke ist bereits so angewachsen, dass es kaum möglich ist, alle vereinzelter Angaben hier genauer zu registriren³⁾.

Ich betrachte zunächst das Wachsthum der Schnecke.

Die erste Anlage der Gehörschnecke und die morphologischen Verhältnisse derselben beim Kaninchen sind bereits von Hensen⁴⁾ und Köl liker⁵⁾ genau beschrieben und gestalten sich in ähnlicher Weise, wie sie Böttcher vom Schaf und Hund verzeichnet hat.

1) Retzius, Biologische Untersuchungen. Jahrg. II. 1882. Stockholm.

2) Lavdowsky, Untersuchungen über den acustischen Endapparat der Säugethiere. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XIII. p. 497.

3) In dem neuesten Werke von Tafani, l'Organo dell' Udito, Florenz 1885, ist die Litteratur zusammengestellt und verweise ich auf dieselbe. Ueberdies giebt auch Schwalbe in seiner neuen, noch nicht vollständig erschienenen Bearbeitung „Das Gehörorgan“, Erlangen 1885, 2. Lieferung, 1. Hälfte, die nöthigen Litteraturangaben.

4) Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. VI. 1873. p. 1 ff.

5) Entwicklungsgeschichte des Menschen etc. p. 712.

Bei einem $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo sind die Windungen der Schnecke bereits vollständig vorhanden; in der Basalwindung (Retzius) ist bereits die Scalenbildung ganz eingetreten, während sie in der Mittelwindung sich eben andeutet und in der Spitzenwindung noch gar nicht existirt. Eine Differenzirung der das Corti'sche Organ darstellenden Elemente zeigt sich deutlich in der Basalwindung, während in den beiden anderen Windungen nur der grosse und kleine Epithelialwulst sichtbar sind. Mit Recht hat Böttcher hervorgehoben, dass das Wachsthum der Schnecke in zweifacher Richtung erfolgt. Böttcher¹⁾ sagt: „der einmal gebildete Kanal dehnt sich nicht etwa bloss durch Fortentwicklung seiner Spitze aus, sondern streckt sich auf allen Punkten seiner ganzen Länge“ und führt für diese Behauptung gewichtige Gründe an, welche ich für voll berechtigt erachte. Die Frage, worin die Bedingungen des Wachsthum liegen, wird von diesem Autor dahin beantwortet, dass „der nächste Grund des Wachsthum in einer Wucherung der epithelialen Wandelemente liegt und dass aller Wahrscheinlichkeit nach eine lebhaft Theilung derselben statt hat. Böttcher ist es nicht gelungen, „vielleicht in Folge der Rapidität des Vorganges“, die Details des Wachsthum zu ergründen und hier tritt meine Untersuchung zunächst ergänzend ein. Betrachtet man nämlich frühe Stadien der Entwicklung, Embryonen von 0,5 bis 2 cm Grösse, so beobachtet man in den Wandelementen des Ductus cochlearis eine sehr reichliche Karyokinese; und bei genauerer Untersuchung zeigt sich, dass der Theilungsvorgang der epithelialen Elemente sich ausschliesslich nur in einer Zellschicht abspielt, und zwar in derjenigen, welche dem Hohlraum des Ductus cochlearis zunächst liegt, also an der innersten Zellschicht, welche ich nach dem Vorgange anderer Autoren desshalb als Proliferationsschicht bezeichnen möchte. Die Karyokinesen zeigen sich auf allen Schnitten der diesbezüglichen Embryonen in der ganzen Circumferenz des Schneckenkanals, sowohl an der späteren unteren Wand, welche zum grossen und kleinen Epithelialwulst auswächst, wie auch an der gegenüberliegenden dünneren Wand. Lässt sich aus der ungefähren numerischen Schätzung der in Karyokinese befindlichen Zellen ein einigermaassen sicheres Urtheil über die Zu-

1) l. c. p. 43 u. ff.

nahme des Zellenmaterials und über die Art des Wachstums gewinnen, so dürfte in diesen Stadien das Wachstum des Ductus cochlearis in seiner Totalität ein ziemlich gleichmässiges sein; ein erhebliches Ueberwiegen der karyokinetischen Zellen lässt sich nämlich nirgends nachweisen, dieselben sind vielmehr in dem ganzen Ductus cochlearis gleich verbreitet; der einzige Unterschied, der sich zeigt, ist, dass die untere Wand erheblich dicker, als die gegenüberliegende obere erscheint. Es ergibt sich hieraus zugleich die Beantwortung der Frage¹⁾, welche Böttcher offen gelassen hat „ob nämlich mehrere Zellenlagen über einander sich befinden oder ob nur eine einzige die ganze Höhe der unteren Wand des Schneckenkanals einnimmt“, eine Frage, welche auch Kölliker²⁾ nicht mit Sicherheit entscheidet. Kölliker sagt, „ich bemerke, dass die Wand an den dickeren, an der ventralen und medialen Seite gelegenen Stellen auch auf feinen Schnitten durch die Lage der Kerne den Eindruck gewährt, als ob dieselben aus mehreren (2–3) Lagen verlängerter Zellen zusammengesetzt sei; nichts desto weniger muss auch hier die Möglichkeit im Auge behalten werden, dass alle Zellen mit ihren Ausläufern beide Flächen erreichen.“ Man kann an gut gelungenen, dünnen Schnitten leicht erkennen, dass an der unteren dickeren Wand des Schneckenkanals mehrere epitheliale Zellenlagen vorhanden sind, deren oberste Schicht sich eben in Karyokinese befindet, während die darunter liegenden Zellen mit ihren Kernen einen derartigen Vorgang nicht erkennen lassen.

Wenn wir die Wachstumsverhältnisse weiter verfolgen, so finden wir eine sehr bemerkenswerthe Thatsache. Während in den eben bezeichneten Entwicklungsstadien Kerntheilungen sich im gesamten Ductus cochlearis nachweisen lassen zu einer Zeit, in der eine Differenzirung der Elemente noch nicht eingetreten ist, suchen wir bei einem 3 bis 3½ cm grossen Kaninchenembryo, bei dem sich in der Basalwindung der grosse und kleine Epithelialwulst bereits vollständig ausgebildet darstellt, in dieser Windung vergebens nach karyokinetischen Zellen; statt der numerischen Zunahme dagegen sehen wir das bereits vorhandene Material in formativem

1) l. c. p. 46.

2) l. c. p. 713. Kölliker's Angabe bezieht sich allerdings auf die Zusammensetzung der Wand des gesamten Gehörbläschens.

Wachsthum begriffen, die Zellen an der unteren Wand vergrössert und verlängert, den grossen und kleinen Epithelialwulst darstellen. In der Mittelwindung und der sich weiter ausbildenden Spitzenwindung dagegen sind indess an der bereits angegebenen Zellschicht Theilungsvorgänge noch deutlich nachweisbar, wenn auch in geringerer Zahl, als in den früheren Stadien. Je mehr indess die Schnecke sich weiter differenzirt, desto mehr verschwinden auch in den letzten beiden Windungen die Karyokinesen unter gleichzeitiger weiterer Ausbildung des grossen und kleinen Epithelialwulstes, so dass bei einem 5 bis $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo im Epithel des Schneckenkanals Karyokinesen nicht mehr aufgefunden werden können¹⁾. In dem den Schneckenkanal umgebenden embryonalen Bindegewebe sind indess Kerntheilungsfiguren noch deutlich nachweisbar, sowohl in diesem Stadium der Entwicklung, als auch in weiter vorgerückteren.

Es ergibt sich somit, dass das Wachsthum der Schnecke von der ersten schlauchförmigen Anlage bis zur Ausbildung aller Windungen durch Zellvermehrung, die weitere Umgestaltung und Differenzirung dagegen durch Vergrösserung und Umbildung der bereits vorhandenen Elemente stattfindet, und es ergibt sich weiterhin, dass die Spitze der Schnecke noch wächst, und zwar durch Zunahme der Zahl der Zellen, zu einer Zeit, in welcher die Basalwindung und die Mittelwindung nur Veränderungen formativer Art darbieten²⁾.

Mit der Ausbildung der Schneckenwindungen geht die Bildung der Scalen Hand in Hand; dieselbe beobachtete ich zuerst beim Kaninchenembryo von 5 bis $5\frac{1}{2}$ cm Grösse; bei einem $3\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo ist von derselben noch nichts zu beobachten; sie zeigt sich zuerst an der Schneckenbasis und schreitet

1) Auch in den späteren Stadien habe ich im Epithel des Ductus cochlearis bezw. in den aus dem Epithel hervorgegangenen Elementen des Corti'schen Organs u. s. w. Karyokinesen an keiner Stelle auffinden können, ebenso auch nicht an dem bereits vollständig ausgebildeten Organe des erwachsenen Thieres.

2) Vergl. Böttcher l. c. p. 45. Unter Anderem sagt hier Böttcher: „Die Spitze ist daher immer jünger, als alle anderen Theile des Schneckenkanals, während die des Vorhofabschnitts die ältesten sind“ und weiter „die Schnecke zeigt dies Verhalten noch, wenn bereits in der ersten Windung an der unteren Wand deutlich die Sonderung der histologischen Formelemente eingetreten ist, welche zur Entwicklung des acustischen Endapparats führt“.

allmählich nach der Spitze zu fort, so dass sie bei einem 9 cm grossen Embryo in allen Windungen bereits ganz vorhanden ist. Was den Vorgang selbst anlangt, so ist derselbe von Kolliker und Böttcher genauer beschrieben; unter Umwandlung des embryonalen Bindegewebes in Schleimgewebe und unter Schwund desselben vollzieht sich die Hohlraumbildung, wobei ich noch das Verhalten der Gefässe besonders innerhalb der Scala tympani hervorheben möchte, einen Punkt, der, wie es scheint, bisher nicht genügend berücksichtigt worden ist. Kolliker und Böttcher geben an, dass die Scalenbildung zuerst am Vorhofsabschnitt der Schnecke, an der späteren Scala vestibuli stattfindet und fast gleichzeitig auch an der Scala tympani. An den verschiedenen Durchschnitten der Schnecke eines $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo beobachtete ich die Scalenbildung zuerst in der Scala tympani; hier ist der Schmelzungsprocess des Bindegewebes bereits weit vorgeschritten, während in der Scala vestibuli derselben Windung der Umwandlungsprocess des Bindegewebes in Schleimgewebe sich eben einleitet. In der Scala tympani fällt nun das Verhalten der Gefässe besonders auf; der Gefässreichtum in der embryonalen Schnecke ist ausserordentlich gross; man beobachtet in der Circumferenz der Scala tympani mehrere ziemlich breite Gefässe, welche auf dem radialen Querschnitt quer getroffen werden; in der Scala vestibuli sind die Gefässe weniger zahlreich und erscheinen auf dem Querschnitt auch erheblich dünner. Bei dem eben erwähnten $5\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo beobachtet man nun, wie die Gefässe der Scala tympani unter dem Schwunde des embryonalen Bindegewebes zu cavernösen Hohlräumen zusammenfliessen, welche zunächst noch der Innenfläche des Schneckenkanals anliegen und allmählich unter Verdünnung und Rareficirung der Wände fast vollständig zu Grunde gehen. Aehnlich ist der Vorgang auch in der Scala vestibuli, nur sieht man hier ein directes Zusammenfliessen und Verschmelzen der Gefässe nur äusserst selten.

Ich wende mich nun zur Betrachtung der Entwicklungsvorgänge an dem Ductus cochlearis und betrachte zunächst die

Aussenwand desselben.

Sie bildet bekanntlich das von Kolliker mit dem Namen „Ligamentum spirale“ belegte Band. Von besonderer Wichtigkeit

ist hier die *Stria vascularis*, über deren histologisches Verhalten eine Einigung der Ansichten bisher keineswegs erreicht ist. Von dem bereits ausgebildeten Organ sagt Schwalbe¹⁾: „Von Zellen lassen sich mindestens 2 Schichten unterscheiden, von denen die oberflächlichen eine nach dem Lumen des Schneckenkanals zu scharf abgegrenzte geschlossene Schicht echter Epithelzellen von polygonalen Umrissen formirt. Diese Schicht ist wohl zweifellos aus dem einfachen Epithel der Embryonen abzuleiten. Unter ihr liegen aber noch andere Zellen, welche die Zwischenräume zwischen den Capillaren erfüllen. Auch diese Zellen werden von Retzius²⁾ und Anderen als echte Epithelzellen betrachtet und dann hat in der That die Auffassung, die *Stria vascularis* sei gefäßhaltiges Epithel, ihre volle Berechtigung. Es bleibt aber die Schwierigkeit der Ableitung dieser tieferen „epithelialen“ Zellen von dem einfachen Epithel des embryonalen Schneckenkanals. Mir würde deshalb mit Gottstein³⁾ die Auffassung derselben als eigenthümlich modificirte Bindegewebszellen als die natürlichere erscheinen, wenn nicht die scharfe Abgrenzung dieser Schicht gegen das unterliegende Bindegewebe und der continuirliche Uebergang des gefäßhaltigen Epithelstreifens in das benachbarte gewöhnliche Epithel sehr zu Gunsten der Retzius'schen Auffassung sprächen.“ Ich habe Schwalbe's Auseinandersetzung wörtlich reproducirt, weil sich hieraus die Verschiedenheit der Ansichten am leichtesten ergibt. Ist die *Stria vascularis* wirklich ein gefäßhaltiges Epithel, wie Retzius glaubt, oder haben wir es mit einer zum Theil bindegewebigen Bildung zu thun, wie Gottstein und Andere es annehmen? Am bereits ausgebildeten Organ ist es in der That schwer, ein bestimmtes Urtheil über die histologische Beschaffenheit der *Stria vascularis* zu gewinnen und hier hilft die Untersuchung der Entwicklungsvorgänge über die Schwierigkeiten hinweg. Retzius selbst hat die Frage vom embryologischen Standpunkte aus nicht untersucht.

Bei einem $3\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo besteht die

1) Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. 2. Lieferung. 1. Hälfte. Erlangen 1885. p. 352.

2) Biologische Untersuchungen. Jahrg. II. 1882. p. 102.

3) Gottstein, Ueber den feineren Bau und die Entwicklung der Gehör-schnecke beim Menschen und den Säugethieren. Bonn 1871.

äussere Umhüllung des Ductus cochlearis bereits aus 2 Schichten, einer äusseren, mehr lockeren Bindegewebsschicht, und einer inneren, dem Ductus cochlearis dicht anliegenden, mehr zellenreichen Bindegewebslage, welche jetzt schon eine gewisse nachbarliche Beziehung zum Schneckenkanal zu erkennen giebt. In beiden Schichten, sowohl der äusseren, wie der inneren, zeigen sich auf dem Querschnitt quer und längs durchschnitten Gefässe, welche indess in der äusseren zahlreicher erscheinen. Der Ductus cochlearis selbst erscheint auf dem Querschnitt fast eiförmig; die innere Bindegewebslage zieht sich zum Theil auch noch auf die obere und äussere Wand des Schneckenkanals hin. In dem nächstfolgenden untersuchten Stadium, einem $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo, ist das Verhalten der äusseren Wand im Wesentlichen noch dasselbe, wie im vorhergehenden Stadium. Es bildet sich das Perichondrium (Periost) aus; dem entsprechend beobachtet man eine der knorpligen Kapsel anliegende dünnere und festere Bindegewebslage; alsdann folgen jene oben näher bezeichneten beiden Bindegewebsschichten; die innere Lage hat sich nur noch dichter dem Ductus cochlearis angeschlossen und stellt sich jetzt in Form eines zellenreichen Streifens dar, mit geringer Zwischensubstanz und vereinzelt Karyokinesen. Die Zwischensubstanz erscheint jetzt im Vergleich mit dem vorhergehenden Stadium etwas reducirt und dementsprechend liegen die Zellen noch dichter an einander. Fig. I a stellt die innere Lage dar und man sieht auf dem Schnitte eine Menge Gefässe, welche bis an das Epithel der Ductus cochlearis heranreichen. Der Ductus cochlearis selbst hat an Ausdehnung gewonnen, und erscheint im Querschnitt dementsprechend grösser; in der Basalwindung (Fig. I) ist die Scalenbildung beinahe vollendet und die Differenzierung der einzelnen Elemente des Corti'schen Organs nachweisbar. Die äussere Wand erscheint, wie es Böttcher vom Schaf beschrieben hat, fast gleichmässig nach aussen convex. Die Epithelien des Ductus cochlearis sind hier kubisch und verhalten sich genau so, wie Böttcher sie von der Katze beschrieben hat. Im Paukenwinkel (Fig. I b) werden die Epithelien höher und cylindrisch; ihre Abgrenzung nach aussen gegen die ihr benachbarte Bindegewebsschicht ist eine ganz scharfe.

Bei einem $7\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo erfahren nun die Verhältnisse der Aussenwand in zweifacher Richtung eine Aende-

rung; sie betrifft einerseits das Epithel des Ductus cochlearis, andererseits die ihr anliegende Bindegewebsschicht. Was das Epithel der Aussenwand des Ductus cochlearis betrifft, so zeigen sich Veränderungen sowohl in den kubischen Epithelzellen (Fig. IIc) als in den hohen Cylinderzellen (Fig. IIb). Während bisher, abgesehen von der verschiedenen Grösse der Zellen, sich Unterschiede in dem sonstigen Verhalten derselben (gegen die Färbung u. s. w.) nicht zeigten, beobachtet man in diesem Stadium, wie die grossen Cylinderzellen sich nach aussen verlängern und Fortsätze aussenden in den sie umgebenden Bindegewebsstreifen, gleichsam, um sich daselbst eine grössere Fixirung zu verschaffen (Fig. IIb und Fig. IIIb). Während dieses Vorganges an den grossen Epithelien, durch den die Zellen an Grösse zunehmen, tritt an den kubischen Epithelzellen ein mehr atrophischer Process zu Tage. Die Zellen, welche vorher deutlich von einander abgegrenzt (Fig. Ic) einen schönen grossen Kern mit Kernkörperchen und reichlichem Protoplasma zeigten, lassen bald nur mit Mühe ihre Umrandung deutlich erkennen; die Zellen werden kleiner und die Zellgrenzen undeutlich; das Protoplasma wird körniger und die Zellen nehmen im Allgemeinen eine mit Safranin viel intensivere Tinction an. Zugleich fängt auch die bisher scharfe Abgrenzung gegen das sie von aussen deckende Bindegewebe sich zu verwischen an. Die bisher scharfe Umrandung bekommt einen unbestimmten welligen Charakter; die Grenze, wenn auch etwas undeutlich, lässt sich indess immerhin noch erkennen. Die in Frage stehende Bindegewebslage, welche dem Ductus cochlearis innig anliegt, zeigt in so fern eine Umwandlung, als eine Auflockerung derselben jetzt nachweisbar ist (Fig. IIa, Taf. VI). Es rücken die Bindegewebskörperchen mehr aus einander und die Zwischensubstanz erscheint reichlicher und die ganze Lage erheblich verbreitert; hier und da zeigen sich noch Karyokinesen und zahlreiche Blutgefässe, welche bis dicht an das Epithel heranreichen. Durch den eben beschriebenen Vorgang wird die Bildung der Stria vascularis eingeleitet und man kann mit Sicherheit bis jetzt nachweisen, dass die Gefässe nicht dem Epithel, sondern dem Bindegewebe angehören, ebenso, dass sie bis an die Epithelgrenzen heranreichen, aber nicht im Epithel liegen. Den weiteren Vorgang kann man nun an einem 10 cm grossen Kaninchenembryo studiren. Hier beobachtet man, dass das Epithel des Ductus cochlearis noch

weiter zusammensintert und dass die Zellen fast nur noch als dunkle Kerne erscheinen (Fig. III c); zugleich zeigt der dem Ductus cochlearis dicht anliegende Bindegewebsstreifen einen Verdichtungsprocess, der sich in der Verkümmern der Zwischensubstanz und dem Aneinanderrücken der geschrumpften und verkleinerten Bindegewebskörperchen kund giebt; hervorzuheben ist noch, dass die hochgradig veränderten Epithelzellen des Ductus cochlearis kurze Fortsätze zu den im Bindegewebe gelegenen Gefässen aussenden, durch welche die Verschmelzung des epithelialen Schneckenkanals mit dem Bindegewebsstreifen eine noch innigere wird. Die Gefässe liegen jetzt den so veränderten Epithelien dicht an und betrachtet man die jetzige Form der Stria vascularis, so würde man ohne Kenntniss des Entwicklungsganges in der That zu der Meinung verleitet, dass es sich um ein gefässhaltiges Epithel handelt, während doch entwicklungsgeschichtlich mit Sicherheit die bindegewebige Abkunft derselben sich ergibt. Damit widerlegt sich die von Retzius vertretene Anschauung; und was die Abgrenzung dieser Schicht gegen das unterliegende Bindegewebe anlangt, so ist sie durchaus nicht so ausserordentlich scharf, wie Schwalbe es hervorhebt; an einzelnen Stellen sieht man mehr oder weniger allmähliche Uebergänge zu dem unterliegenden Bindegewebe (Fig. III a).

Was nun die weiteren Verhältnisse der Aussenwand betrifft, so habe ich bereits der durch lange Fortsätze sich auszeichnenden Zellen des Schneckenkanals Erwähnung gethan; dieselben befinden sich in der Nähe des Paukenwinkels (Reichert) und ihre Fortsätze schieben sich verzweigt in das benachbarte Bindegewebe ein; bei dem $7\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo sind die Fortsätze noch sehr kurz; deutlicher erscheinen sie in den folgenden Stadien (Fig. III b); hier kann man sie ziemlich weit in das Bindegewebe hinein verfolgen; über ihren Verbleib indess vermag ich keine Auskunft zu geben, namentlich ist es mir nicht gelungen, trotz aller Mühe, einen Zusammenhang der Fortsätze mit Bindegewebskörperchen aufzufinden.

In der Betrachtung folgt nun weiter

Die Entwicklung des grossen und kleinen Epithelialwulstes.

Ueber die morphologische Entwicklung habe ich den Angaben von Böttcher kaum etwas hinzuzufügen; der grosse epitheliale Wulst füllt den ganzen Sulcus spiralis internus aus und an ihn

schliesst sich nach aussen an der kleine epitheliale Wulst, aus dem sich das Corti'sche Organ entwickelt. Die erste Ausbildung dieser Epithelialwülste beobachtete ich, wie bereits angegeben, in der Basalwindung eines $3\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo.

Betrachten wir zunächst den grossen Epithelialwulst, so besteht derselbe, wie Böttcher dies bereits angiebt und was ich bestätigen kann, aus einer einschichtigen Zellenlage. Die Zellen sind spindeförmig, langgestreckt, an beiden Enden, sowohl dem oberen als dem unteren, sich verschmälernd; die Zellkerne sind von ovaler Gestalt und liegen nur in der mittleren und unteren Partie des Wulstes, während sie im oberen Drittel fehlen. Ganz besonders überzeugend für die einschichtige Lage sind ganz dünne Schnitte, auf denen man die einzelnen Zellen von der Basis bis zur Spitze genau übersehen kann. Gehen wir auf die ursprüngliche Anlage zurück, so sehen wir, dass da, wo jetzt nur eine einschichtige Zellenreihe sich befindet, früher mehrere Zellenlagen vorhanden waren, deren oberste in Karyokinese sich befand und es ist der Vorgang unzweifelhaft nur so zu erklären, dass bei der Grössen- und Breitenzunahme der Schnecke und des Schneckenkanals die Zellen, welche früher zum Theil neben, zum Theil über einander lagen, jetzt nur neben einander zu liegen kommen und entsprechend der Höhenzunahme der Schnecke nun auch der Länge nach auswachsen. Den Zellen aufliegend erscheint die Membrana tectoria als eine radiär gestreifte Membran und man beobachtet besonders da, wo durch Zufall die Membran von den Zellen losgelöst erscheint, an dem oberen etwas zugespitzten Ende der Zellen kleine punktförmige Riffe, an denen noch kleine abgerissene Fäden, der Membrana tectoria angehörig, und, wie es scheint, dem Zellprotoplasma entstammend, sichtbar sind (Fig. I d). Gegen die basalen Enden der Zellen und zwischen dieselben senden die der tympanalen Belegschicht angehörigen Bindegewebskörperchen feine Fortsätze aus. Ueber das weitere Verhalten des grossen Epithelialwulstes hat bereits Hensen genaue Beobachtungen angestellt und diesbezügliche Mittheilungen gemacht, denen sich diejenigen von Böttcher anschliessen; für das Kaninchen kann ich eine Bestätigung der bisherigen Anschauungen erbringen, ohne in der Lage zu sein, hier etwas thatsächlich Neues hinzufügen zu können; auch mir ist es nicht gelungen, den Rückbildungsmodus, welcher am grossen Wulst in den weite-

ren Entwicklungsstadien sich kund giebt, erforschen zu können, obschon ich auf diesen Punkt meine Aufmerksamkeit besonders gelenkt hatte.

Wichtiger, als der grosse Epithelialwulst, ist der kleine, aus dem sich das Corti'sche Organ entwickelt; und hier giebt es noch eine Reihe von Punkten, welche der Aufklärung bedürftig sind; ganz besonders erscheint zunächst die Entwicklung der Stäbchen oder Bogenfasern noch nicht so klar dargestellt, als es wünschenswerth wäre. Kölliker und mit ihm Hensen und Middendorp leiten die Bogenfasern aus den beiden ersten Zellen des kleinen Epithelialwulstes ab, während Böttcher auf Grund seiner Untersuchung die Ansicht vertritt, dass beide Stäbchen aus einer einzigen Zelle entstehen. Die Bedenken gegen die von Böttcher aufgestellte Behauptung hat Hensen¹⁾ bereits hervorgehoben und ich habe zunächst diese Frage zu erledigen versucht. Auf Grund meiner Untersuchungen muss ich die Böttcher'schen Beobachtungen für irrthümlich erklären. Der Vorgang gestaltet sich folgendermassen. Während noch bei einem $3\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo eine Differenzirung im kleinen Epithelialwulst nicht zu sehen ist, treten bei einem $5\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo folgende Veränderungen in demselben zu Tage. Man beobachtet zunächst (Fig. I 1) hart an der Grenze des grossen und kleinen Epithelialwulstes eine eigenthümliche flaschenförmige Zelle, welche die innere Hörzelle darstellt; hieran schliessen sich nach Aussen zwei Zellen, welche die ganze Höhe des kleinen Wulstes einnehmen und welche sich zu der inneren und äusseren Bogenfaser oder den Pfeilern, dem inneren und äusseren entwickeln (Fig. I 2 und 3); es folgen alsdann 3 weitere Zellen, die äusseren Hörzellen 4, 5, 6, und unter ihnen liegend noch 3 Kerne, welche den Deiters'schen Zellen angehören; weiter nach Aussen folgt dann das kubische Epithel, welches sich zu den Hensen'schen Stützzellen entwickelt.

Es zeigen sich somit, wie dies die genannten Autoren ausser Böttcher angeben, bei der ersten Differenzirung 2 Anlagen für die beiden Bogenfasern; nur sind es nicht, wie Kölliker meint, die beiden ersten Zellen des kleinen Epithelialwulstes, sondern die zweite und dritte Zelle desselben; die erste Zelle wird, wie ich Böttcher zustimmen kann, zur inneren Hörzelle. Gegen die von

1) Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. VI. p. 12.

Böttcher vertretene Anschauung, dass beide Bogenfasern aus einer Zelle durch Theilung entstehen, spricht auch noch die Thatsache, dass eine Theilung der vermeintlichen Zelle durch Karyokinese niemals nachweisbar ist.

Betrachten wir die weitere Entwicklung der Bogenfasern etwas genauer, so ergeben sich folgende Verhältnisse. Zunächst muss ich im Allgemeinen bemerken, dass, obschon später die äussere Pfeilerzelle grösser ist, als die innere, in den früheren Entwicklungsstadien gerade das umgekehrte Verhältniss vorwaltet; hier erscheint die innere der äusseren in der Entwicklung stets voran. Uebrigens hat auch Böttcher¹⁾ dies schon beobachtet, indem er sagt: „Die innere Bogenfaser ist anfangs länger, als die äussere, dann werden sie einander gleich, schliesslich aber überwiegt letztere.“ Ich finde die innere nicht nur länger, als die äussere, sondern auch erheblich breiter und das ist auch wahrscheinlich der Grund, warum Böttcher bei der Deutung in einen Irrthum verfallen ist. Betrachtet man nämlich nur einen Schnitt, so kann es vorkommen, dass man auf demselben nur die innere Bogenfaserzelle getroffen hat, während die äussere ganz fehlt. Hier hilft allein nur eine Serienschnittreihe und der Vergleich aller Schnitte, und da überzeugt man sich mit Leichtigkeit, dass wir es in der That mit zwei Zellen zu thun haben; ganz abgesehen davon, dass auf verschiedenen Schnitten gelegentlich beide Zellen getroffen und dem Auge sichtbar werden, bieten auch die einzelnen Schnitte bezüglich dieses Punktes verschiedene Bilder dar; einmal erscheint nur die innere Pfeilerzelle allein in ihrer vollen Erscheinung und es fehlt die äussere Pfeilerzelle ganz, das andere Mal sieht man nur einen Theil der inneren Pfeilerzelle und entweder die ganze äussere Pfeilerzelle oder auch nur einen Theil derselben, vielleicht den Kern u. s. f.

Bei dem $5\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo erscheinen nun die beiden Pfeilerzellen langgestreckt, cylindrisch, nach oben etwas spitz abgerundet, und sie nehmen, indem sie gegen einander convergent stehen, die ganze Höhe des kleinen Epithelialwulstes ein. Das Protoplasma, besonders der inneren Zelle, ist äusserst zart und fein granulirt²⁾. Die Kerne liegen in beiden ziemlich basal

1) l. c. p. 87.

2) In Fig. I 2 u. 3 sind die inneren Pfeilerzellen auf dem Schnitte ganz getroffen, während von der äusseren Pfeilerzelle nur ein Theil zu sehen ist.

und sind rundlich oval. Bei einem $7\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo haben sich die Verhältnisse etwas verändert; die Zellen erscheinen etwas kürzer und breiter und namentlich die innere Zelle und, was besonders an dieser auffällt, ist eine streifige Zeichnung des Protoplasmas; man sieht namentlich bei stärkerer Vergrösserung im Protoplasma ganz feine Streifen, welche in der Richtung von oben nach unten herunterziehen und beinahe bis an den Kern reichen. Bemerket sei, dass die streifige Umwandlung des Protoplasmas an der inneren Zelle früher nachweisbar ist, als an der äusseren, Fig. V 2 und 3. In der weiteren Entwicklung, bei einem $8\frac{1}{2}$ bis 9 cm grossen Embryo (Fig. VI), sehen wir nun, dass die Zellen sich vergrössern, die Zellkerne in gleicher Weise an Grösse zunehmen und die Streifung des Protoplasmas noch deutlicher wird; während bisher die Zellen dicht an einander lagen, sieht man in diesem Stadium dieselben an der Basis aus einander gerückt. Es scheint, als ob für die letztere Erscheinung zwei Ursachen in Frage kämen; einmal die Verlängerung der Zellen im Verein mit einer erheblichen Breitenzunahme der Membrana basilaris und andererseits die Vergrösserung der Zellkerne selbst. Er wäre denkbar, dass durch den Druck, welchen die Zellkerne gegen einander ausüben, die Pfeiler zum Theil direct aus einander gedrückt werden; und für die Richtigkeit dieser Anschauung scheinen namentlich Bilder zu sprechen, welche ich wiederholt zu sehen Gelegenheit hatte, in denen die stark vergrösserten Kerne dicht an einander lagen. Die weitere Umwandlung der Pfeilerzellen kann man nun an einem 13 cm grossen Embryo (Fig. VII) sehen; hier zeigen sich die Pfeiler in ihrer fast vollständigen Ausbildung; die Pfeilerzellen sind an ihrer Basis noch weiter aus einander gerückt und das Protoplasma hat sich noch weiter umgewandelt; die innere Zelle zeigt an ihrer medialen, die äussere an ihrer lateralen Seite ein streifiges Aussehen, während noch an der Basis und an der lateralen Seite der inneren Zelle und an der medialen der äusseren Reste des Protoplasmas vorhanden sind. Der innere Pfeiler erscheint noch erheblich länger, als der äussere und letzterer breiter als ersterer. Die Zellkerne liegen nach wie vor basal und bleiben schliesslich als Bodenzellen zurück. Die Angabe von Böttcher¹⁾, wonach in der inneren Bodenzelle öfters 2 Kerne sichtbar sind,

1) l. c. p. 84.

konnte ich an meinen Präparaten nicht bestätigen. Bei einem 2 Tage alten Kaninchen fand ich noch die nämlichen Verhältnisse vor, wie ich sie von dem 13 cm grossen Embryo beschrieben habe, so dass also die vollkommene Ausbildung der Pfeiler, wie wir sie beim erwachsenen Thiere vorfinden, erst postembryonal erfolgt. Ich möchte nicht unterlassen, hervorzuheben, dass ich nach der sorgfältigen Untersuchung von Hensen und dessen genauen Messungen, welche durch Böttcher und Middendorp bestätigt worden sind, es absichtlich unterlassen habe, auf weitere Details hier einzugehen.

Ich wende mich nun zur Betrachtung der Entwicklung der Hörzellen, und zwar zunächst zur inneren Hörzelle. Wie Böttcher bereits angegeben hat, zeigt sich die Anlage derselben in der ersten Cylinderzelle des kleinen Epithelialwulstes. Nach diesem Autor „sitzt sie mit breiter Basis der Grundmembran auf und schliesst einen einzigen Kern ein, welcher sich meist in dem oberen Theile der Zelle befindet. Bei seitlicher Ansicht sieht man, dass dieselbe, indem sie sich von der Membrana basilaris erhebt, eine sanfte mit ihrer Concavität nach Aussen sehende Krümmung macht. Die Zellensubstanz erscheint in allen Theilen von gleichmässig fein granulirter Beschaffenheit. Aus dem oberen schräg abgestumpften Ende ragen nach Ablösung der Corti'schen Membran feine haarartige Fortsätze zuweilen von beträchtlicher Länge hervor“¹⁾. Böttcher hat dann einen eigenthümlichen Entwicklungsmodus an dieser Zelle beschrieben, dahin gehend, dass sie sich in der Mitte in 2 Abtheilungen scheidet, in eine obere, aus der sich eine grosse Zelle, und in eine untere, in der sich 2 kleinere Zellen bilden; diese 3 Zellen bleiben mit einander in Verbindung durch Fortsätze und Böttcher unterscheidet sie als obere innere und untere innere Hörzelle. Die Böttcher'schen Angaben kann ich nicht bestätigen und schliesse mich hier den Mittheilungen anderer Forscher, besonders Retzius²⁾, an.

Bei dem bereits erwähnten 5 $\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo zeigt sich die innere Hörzelle als cylindrische Zelle mit breitem abgerundetem Ende, welche nicht, wie Böttcher angiebt, die ganze Höhe des Wulstes einnimmt, sondern nur einen Theil desselben (Fig. I 1). und zwar den oberen. Bereits in diesem frühen Stadium unter-

1) Hensen l. c. p. 497 u. ff.

2) l. c. p. 133.

scheidet sie sich von den äusseren Hörzellen dadurch, dass ihre Form eine andere ist und dass ihr Protoplasma viel körniger erscheint und sich mit Safranin viel dunkler färbt; der Kern ist gross, rund und stark granulirt. Uebrigens findet auch Retzius¹⁾ dieselben Merkmale an der inneren Hörzelle (Haarzelle) des ausgebildeten Organs. Man beobachtet jetzt schon an ihr eine ovale obere Endscheibe (Retzius) mit deutlichen Haaren. Der Zwischenraum zwischen dem abgerundeten Ende und dem basalen Theile des Wulstes wird erfüllt von mehreren Zellkernen, zu Zellen augenscheinlich gehörig, deren durchschnittene Fortsätze medial und zum Theil lateral von der inneren Hörzelle erscheinen. Ganz besonders bemerkenswerth ist das Verhalten zweier dicht unter der inneren Hörzelle gelegenen Zellen in dem nächstfolgenden von mir untersuchten Stadium, einem $7\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo (Fig. II und Fig. V f). Hier glaubt man bei oberflächlicher Betrachtung in der That Bilder zu erhalten, wie sie Böttcher beschrieben hat. Bei genauerer Untersuchung indess (Leitz $\frac{1}{12}$ Ocular III) überzeugt man sich, dass diese Zellen mit den inneren Hörzellen gar keinen Zusammenhang haben, dass vielmehr die innere ihren Fortsatz medial, die äussere lateral von der inneren Hörzelle nach oben gegen die obere Begrenzung des grossen bzw. kleinen Epithelialwulstes sendet. Und ganz besonders auffallend ist das Verhalten dieser lateral von der inneren Hörzelle gelegenen Zelle; sie zeigt nämlich in allen weiteren Entwicklungsstadien das nämliche Verhalten, wie wir es an den Deiters'schen Zellen sehen, so dass wir sie als eine denselben homologe betrachten können und sie aus den von Retzius und Schwalbe²⁾ angegebenen inneren Stützzellen noch besonders hervorheben müssen. Was die weitere Entwicklung der inneren Hörzellen anlangt, so wäre in den weiteren Stadien nur noch die Vergrösserung derselben zu bemerken; einen basalen Fortsatz habe ich an ihr niemals beobachten können, womit indess die Möglichkeit der Existenz eines solchen nicht ausgeschlossen ist.

Was nun weiter die äusseren Hörzellen anlangt, so habe ich ihre erste Differenzirung, wie bereits angegeben, in der Basalwindung des $5\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo gesehen; auch sie nehmen

1) l. c. p. 133.

2) l. c. p. 369.

nicht die ganze Höhe des kleinen Epithelialwulstes ein, sondern unter ihnen liegen noch die Deiters'schen Zellen und vereinzelte Kerne, welche wahrscheinlich tiefer liegenden Schichten angehören. Sie stellen cylindrische Zellen dar (Fig. I 4, 5, 6), mit einem feinkörnigen Protoplasma und einem ovalen Kern; sie unterscheiden sich, wie bereits angegeben, von den inneren Hörzellen durch ihr Aussehen und namentlich durch geringere Tingirbarkeit mittels Saffranin; ich fand in allen Schnitten dieses Stadiums die Zellen unten abgerundet, einen basalen Fortsatz konnte ich nicht beobachten. Wie bereits Böttcher hervorgehoben hat, stehen sie zunächst steil mit ihrer Längsaxe gegen die Basilarmembran gerichtet, ein wenig nach Aussen, und in den folgenden Stadien wird ihre Stellung eine allmählich schrägere (Fig. II und Fig. V, VI). An diesen Zellen haben viele Autoren einen dünnen Fortsatz beobachtet, welcher sich bis an die Basilarmembran erstreckt. Retzius dagegen fand, dass diese Zellen niemals wirkliche Fortsätze zu den Nachbarzellen aussenden und nie zugespitzt nach unten hin in einen langen Faden auslaufen; „das, was man dafür gehalten hat, gehört den angrenzenden Deiters'schen Zellen an.“ Fig. VII lässt indess Zweifel aufkommen, ob die von Retzius vertretene Anschauung richtig ist. Lange Zeit habe ich mich der Ansicht von Retzius anschliessen zu müssen geglaubt, zumal ich, wie bereits angegeben, einen basalen Fortsatz an den äusseren Hörzellen nicht habe auffinden können; an einzelnen Schnitten indess ist es mir gelungen, die basalen Fortsätze zu sehen und mich von der sicheren Existenz derselben zu überzeugen; es hängt eben ganz und gar von der Schnittrichtung ab, ob man die Fortsätze der Länge nach trifft und sie so zur Darstellung bringt. In Fig. VII sieht man deutlich, wie die Fortsätze direct von den Hörzellen ausgehen und der Membrana basilaris zustreben; mit starker Vergrösserung kann man mit Sicherheit constatiren, dass diese Fortsätze nicht den angrenzenden Deiters'schen Zellen angehören.

Betreff der Entwicklung der Deiters'schen Zellen habe ich den Angaben Böttcher's nichts Wesentliches hinzuzufügen; ich beobachtete die erste Differenzirung bei dem $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaniichenembryo Fig. I 7; hier sieht man neben der äusseren Pfeilerzelle, lateral von ihr, 3 länglich ovale Kerne; dieselben sind

1) l. c. p. 128.

kleiner, als die Kerne der Pfeilerzellen und liegen etwas höher, als letztere. In der weiteren Entwicklung Fig. II 7 liegen die Kerne der Grundmembran auf und haben ihre Stellung entsprechend der schrägeren Richtung der äusseren Hörzellen auch etwas verändert. Vom Protoplasma ist weder in diesem Stadium, noch in den vorhergehenden eine deutliche Ansicht zu gewinnen. Bei dem 13 cm grossen Embryo Fig. VII erscheinen dagegen die Zellen deutlich mit ihrem Kern; dieselben zeigen ein abgerundetes Ende, in dem der grosse granulirte Kern liegt und sie liegen fast unmittelbar der Basilmembran auf; man beobachtet hier an ihnen Fortsätze, welche sich nach oben zwischen den äusseren Hörzellen zur Membrana reticularis begeben. Die so schwierige und viel discutirte Frage, wie sich die Deiters'schen Zellen zu den äusseren Hörzellen verhalten, ob sie mit einander innig verbunden sind und mit ihr eine Zwillingszelle bilden (Gottstein, Waldeyer), oder ob sie mit einander nur nachbarlich zusammenhängen, eine Frage, welche von Retzius wieder untersucht worden ist, habe ich an meinen Schnittpräparaten nicht erledigen können; Retzius giebt im Uebrigen an, dass es ihm gelungen ist, in einer Reihe von Präparaten, welche mit Osmium-Goldchlorid behandelt waren, die beiden Zellenarten von einander zu trennen, so dass sie nach den Erfahrungen dieses ausgezeichneten Forschers im Anschluss an die früheren Untersuchungen Böttcher's als zwei getrennte Zellenarten aufzufassen sind. Die Bilder, welche ich von den frühen Entwicklungsformen gewonnen habe und welche beide Zellenarten, schon in diesen Stadien der Entwicklung, als isolirte Bildungen erscheinen lassen, würden mit dieser Auffassung in guter Uebereinstimmung sich befinden.

Ich wende mich nun zur Membrana basilaris und betrachte die Entwicklung derselben. Wir müssen hier zurückgreifen auf den Vorgang bei der Scalenbildung und speciell der Scala tympani. Wie bereits Böttcher nachgewiesen hat, erhält sich bei der Bildung der Scalen an der unteren Wand des Schneckenkanals ein Theil des embryonalen Bindegewebes, welcher in einer mässig breiten Schichte dieser Wand anliegt. In ihr ist das Vas spirale gelegen, welches an der tympanalen Wand von der Schneckenbasis bis zur Spitze verläuft. In Fig. I und II (V. sp.) erkennt man den Querschnitt dieses Gefässes, welcher unter dem kleinen Epithelialwulst gelegen, fast in der ganzen Breite desselben

sich ausdehnt. Dieser von diesem Gefäße laterale, der tympanalen Wand des Ductus cochlearis dicht anliegende Bindegewebsstreifen, in so weit er bis fast zum Paukenwinkel sich erstreckt, ist es, welcher bei der Bildung der Membrana basilaris in Betracht kommt und es stellen sich die Entwicklungsverhältnisse in folgender Weise dar. Bei dem $5\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo kann man die ersten Entwicklungsphasen der Membrana basilaris genau beobachten. Während in der Spitzenwindung die tympanale Bindegewebschicht (Belegschicht nach Retzius) dem Ductus cochlearis in Form eines Bindegewebsstreifens anliegt, sehen wir in der Mittelwindung die erste Differenzierung der Membrana basilaris und in der Basalwindung das weitere Fortschreiten der Entwicklung. Es zeigt sich, dass die der tympanalen Wand des Ductus cochlearis dicht anliegende Schicht des Bindegewebes sich in Form einer langgestreckten Mondsichel von dem darunter liegenden Bindegewebslager sondert (Fig. VIII g). Bei genauerer Betrachtung sehen wir, dass die Zellkerne hier viel dichter an einander rücken, und dass sie sich mit ihrer Längsaxe parallel der epithelialen Grenzschicht stellen, also radiär, während das darunter liegende Bindegewebe den früheren lockeren Charakter behält, und ihre Kerne, wie dies Böttcher bereits richtig beobachtet hat, der Längsaxe des Schneckenkanals entsprechend gestellt sind. Die Grenze beider Schichten charakterisirt sich genau in Form einer ziemlich scharfen Linie, welche die Sichel nach unten gegen das Bindegewebe abgrenzt. In der unteren Windung derselben Schnecke sehen wir nun die weitere Umgestaltung. Während in der Mittelwindung die Kerne innerhalb des sichelförmigen Raumes sehr zahlreich sind, finden wir hier dieselben an Menge verringert; statt ihrer constatiren wir ein feines Gewebe, welches in der Längsrichtung der Sichel vom Vas spirale bis zum Paukenwinkel feine zarte Streifen erkennen lässt, welche sich an einzelnen Stellen als lange Zellfortsätze darstellen. Dabei hat die Höhe der Sichel sich verringert und die untere Begrenzung derselben erscheint mehr stumpfwinklig, als abgerundet (Fig. IX g). Die weitere Entwicklung können wir dann bei dem $7\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo beobachten (Fig. X g). Die Zahl der Kerne hat noch weiter abgenommen und man erkennt jetzt noch deutlicher die ausgeprägte Streifung innerhalb des sichelförmigen Raumes, welcher an Höhe noch weiter verloren, dabei aber an Breite gewonnen hat, augen-

scheinlich in Folge der Verbreiterung der tympanalen Wand. Die Zellkerne liegen langgestreckt der Wandung des sichelförmigen Raumes dicht an. Die darunter liegende Bindegewebslage hat ihren früheren Charakter nur in so weit geändert, als das bisher lockere Bindegewebe sich etwas verdichtet hat und die Zellkerne etwas mehr an einander gerückt sind, unterscheidet sich aber ganz erheblich von der zur Membrana basilaris sich entwickelnden Schicht durch die gesamte Anordnung der Zellen, welche den früheren Charakter ziemlich unverändert beibehalten haben. Die weitere Differenzirung sehen wir dann in Fig. XI (Basalwindung eines 10 cm grossen Embryo); die Membrana basilaris erscheint hier fast schon in ihrer vollständigen Entwicklung und wenn wir dieses Stadium mit dem vorhergehenden vergleichen, so stellen sich die Verhältnisse folgendermassen dar. Der sichelförmige Raum hat an Breite zugleich mit der tympanalen Wand zugenommen, die Höhe desselben hat sich etwas, aber nur wenig verkürzt. Wir beobachten innerhalb desselben die bereits beschriebenen Zellkerne, der Länge nach gestreckt, der epithelialen Lage der tympanalen Wand ziemlich dicht anliegend und die ganze Schicht fast homogen; nur einzelne feine Fasern sind bei starker Vergrösserung hier zu beobachten. An der unteren Grenze der Sichel dagegen beobachten wir eine ziemlich stark ausgesprochene streifige Schicht, welche sich nach Aussen gegen den Paukenwinkel zu, da, wo die Membrana basilaris an das Ligament. spirale herantritt, in eine mehr homogene, ziemlich dicke Schicht fortsetzt.

Wir haben also in diesem Stadium an der Basalarmembran 3 Schichten oder, wie Schwalbe es will, 4 Schichten zu unterscheiden (Fig. XI). 1) Das cuticulare Häutchen als basale Grenzschicht des Epithels des Ductus cochlearis p, 2) die homogene Schicht mit eingebetteten Kernen q, 3) die Basilarisfasern r und 4) die basale Lage dieser Fasern als untere sehr schmale homogene Lage s.

In der tympanalen Belegschrift hat sich der bereits eingeleitete Verdichtungsprocess noch weiter vollzogen und die Zellkerne liegen dicht aneinander, indem die Zwischensubstanz erheblich reducirt ist.

Ich habe die Verhältnisse weiter verfolgt bei einem 13 cm grossen Embryo und bei einem 2 Tage alten Kaninchen und fand keine wesentlichen Veränderungen, so dass die etwaigen weiteren

Umgestaltungen und Differenzirungen augenscheinlich erst später eintreten.

Betrachten wir nun die Entwicklungsvorgänge an der Membrana basilaris, so ist auffallend, dass dieselben sich nur an denjenigen Partien zeigen, welche nach Aussen vom Vas spirale liegen, während medianwärts von demselben diesbezügliche Umgestaltungen nicht nachweisbar sind; es drängt sich deshalb die Frage mit Recht auf, ob wir vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus denjenigen Theil der Basilarmembran, welchen man bisher als die innere Zone (Habenula tecta) aufgefasst und beschrieben hat, noch fernerhin zur Membrana basilaris im strengen Sinne des Wortes rechnen dürfen. Die bisher beschriebenen Umwandlungen von der ersten Anlage bis zur fast vollständigen Ausbildung betreffen nur die äussere Zone (Habenula pectinata Corti), welche von der Basis des äusseren Pfeilers bis zum Ligamentum spirale reicht und sich mit demselben verbindet.

Allerdings haben Böttcher¹⁾, Lavdowsky²⁾ u. A. den Nachweis erbracht, dass die Basilarmembran in ihrer ganzen Ausdehnung, also auch in dem unter den Bogenfasern liegenden Theile eine Streifung zeigt und, wie Lavdowsky es darstellt, aus klaren, fadenähnlichen, bedeutende Elasticität besitzenden Fasern besteht. Nach dem letzten Autor sind die Fasern an der Habenula tecta nur weniger scharf ausgeprägt. Wie auch immerhin die Membrana basilaris in ihrer Gesamtheit aufgefasst werden mag, so ist doch die Differenz in der Entwicklung bemerkenswerth. Was die Histogenese der Basilarmembran betrifft, so glaube ich dieselbe auf Grund meiner Präparate als rein bindegewebige Anlage auffassen zu müssen, wenn ich absehe von dem sub p bezeichneten cuticularen Häutchen, welches nur die basale Grenzschicht des Epithels des Ductus cochlearis darstellt. Böttcher³⁾ glaubt, dass sein Faserstratum mit Rücksicht auf seine Entwicklung wahrscheinlich zum epithelialen Schneckenkanal gehört. Ich kann diese Ansicht nicht theilen, zumal aus meinen Präparaten, wie ich glaube, überzeugend hervorgeht, dass das Epithel des Schneckenkanals während der einzelnen Entwicklungsphasen der Membrana basilaris gar

1) l. c. p. 115 und Virchow's Archiv, Bd. XVII, p. 259 und 262.

2) Untersuchungen über den acustischen Endapparat der Säugethiere. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XIII. p. 499.

3) l. c. p. 116.

keine Veränderungen zeigt, welche die Entstehung des Faserstratums aus demselben nachweisen lassen. Dass die Fasern der Corti'schen Bögen in die der Basilarmembran nicht übergehen, ist neuerdings von Lavdowsky¹⁾ genügend hervorgehoben worden und giebt auch die embryologische Untersuchung für die von Böttcher aufgestellte gegentheilige Behauptung keine Anhaltspunkte. Die Frage, wie sich die Fasern der Basilarmembran entwickeln, ob durch directe Umwandlung der Bindegewebszellen oder in anderer Weise, möchte ich bei der fundamentalen Wichtigkeit derselben nicht entscheiden wollen.

Ich habe noch einige Worte hinzuzufügen über die Entwicklung der Membrana tectoria. In ihrer ersten Anlage habe ich sie beim Kaninchen nicht beobachten können; bei einem Schweineembryo von etwa 2 cm Grösse stellte sich diese Bildung dar, wie dies bereits Böttcher beschrieben hat, als ein zartes, dünnes, feinstreifiges Häutchen, welches dem Epithel der unteren Wand des Schneckenkanals auflag; eine Differenzirung des grossen und kleinen Epithelialwulstes hatte noch nicht stattgefunden. Beim Kaninchen beobachtete ich diese Membran zuerst bei dem 5½ cm grossen Embryo Fig. I, M. t. Sie entspringt hier dicht am Abgange der Membrana Reissneri, zuerst äusserst dünn und zart, allmählich an Dicke zunehmend. Sie liegt auf der Habenula sulcata bezw. dem zu derselben sich ausbildenden Epithel dicht auf, bedeckt die Zellen des grossen Epithelialwulstes und reicht hinüber über die bereits differenzirten Zellen des kleinen Epithelialwulstes. In Fig. I d erscheint die Membran an einer Stelle etwas abgehoben und hier sieht man an den oberen Zellfortsätzen kleine punktförmige Riffe und dünne haarförmige Fortsätze, welche gleichsam aus den Zellen hervortreten. Bei dem 7½ cm grossen Embryo haben sich die Verhältnisse wenig verändert; bei dem 13 cm grossen Kaninchenembryo Fig. IV M. t. sieht man nun, wie die Membran, ziemlich stark streifig, sich erheblich verdickt hat, den Sulcus spiralis internus überbrückt und bis über die äusseren Haarzellen reicht. Hier hört die Membran auf. Die grösste Verdickung zeigt hier die Membran am grossen Epithelialwulst, welcher bereits im Schwinden begriffen ist. In allen gelungenen Präparaten fand ich, wie dies auch von Lavdowsky

1) l. c. p. 501.

angegeben worden ist, den Ursprung der Membran dicht am Abgang der Reissner'schen Membran. Ich glaube nach einigen Präparaten noch eine besondere Befestigung der Corti'schen Membran an den Zellen des grossen Epithelialwulstes annehmen zu müssen; wiederholt beobachtete ich an Präparaten, an denen die Membran von ihrer Unterlage sich etwas abgehoben hatte, Fortsätze derselben, welche sich zwischen den einzelnen Zellen des grossen Epithelialwulstes hineinschieben und abgerissenen Fortsätzen der Corti'schen Membran entsprechen. Auf diese Weise würde die Fixation der Membran an der unter ihr liegenden Zellschicht eine andere und erheblich grössere sein, als bisher angenommen wurde.

Zum Schluss bemerke ich, dass die Zeichnungen möglichst naturgetreu nach Präparaten angefertigt sind und alles Schematische vermieden ist.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel V und VI.

- Fig. I. Durchschnitt durch den Ductus cochlearis (untere Schneckenwindung) eines $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo. Vergrösserung Leitz Ocul. III Object 7 bei ausgezogenem Tubus. 1) innere Hörzelle, 2) innere Pfeilerzelle, 3) äussere Pfeilerzelle, 4) 5) 6) die drei äusseren Haarzellen, 7) Deiters'sche Zellen. V. sp. Vas spirale, M. t. Membrana tectoria, e. b. c Epithel des Ductus cochlearis, a bindegewebige Aussenwand des Ductus cochlearis, d Stelle, an der die Membrana tectoria vom Epithel abgehoben ist.
- Fig. II. Durchschnitt durch den Ductus cochlearis (untere Schneckenwindung) eines $7\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo; dieselbe Vergrösserung wie in Fig. I. M. R. Membrana Reisneri, f die beiden unter der inneren Hörzelle gelegenen Zellen. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. I.
- Fig. III. Schnitt durch die Stria vascularis eines 10 cm grossen Kaninchenembryo; dieselbe Vergrösserung.
- Fig. IV. Durchschnitt durch die untere Schneckenwindung (tympinale und Aussenwand nicht mit gezeichnet) eines 13 cm langen Kaninchenembryo; Vergrösserung Leitz IV Ocul. I bei ausgezogenem Tubus, stellt besonders die Verhältnisse der Membrana tectoria dar und die Ausbildung des Sulcus spiralis internus.
- Fig. V. VI. und VII. stellen die Entwicklungsverhältnisse der Pfeiler-, der inneren und äusseren Haarzellen und der Deiters'schen Zellen dar. Fig. V untere Windung eines $7\frac{1}{2}$ cm grossen Embryo.

Fig. VI Mittelwindung eines 9 cm grossen Embryo.

Fig. VII untere Windung eines 13 cm grossen Embryo.

In Fig. VII sind besonders deutlich die von den äusseren Haarzellen nach der Basalmembran abgehenden Fortsätze zu sehen, und in gleicher Weise die Fortsätze, welche von den Deiters'schen Zellen nach der Membrana reticularis gehen. Bezeichnung wie in Fig. I.

Fig. VIII, IX, X und XI stellen die Entwicklung der Membrana basilaris dar. Vergrösserung Leitz Ocul. III Object 7.

Fig. VIII. Mittelwindung eines $5\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo. g sichelförmiger Raum als erste Differenzirung der Basilarmembran.

Fig. IX. Basalwindung derselben Schnecke und weitere Differenzirung der Basilarmembran.

Fig. X. Basalwindung eines $7\frac{1}{2}$ cm grossen Kaninchenembryo.

Fig. XI. Basalwindung eines 10 cm grossen Kaninchenembryo. Bezeichnung wie in Fig. VIII. p cuticulares Häutchen, q homogene Schicht mit Kernen, r Fasern der Membrana basilaris, s basale Lage dieser Fasern.

Zur Kenntniss der Insektenhaut.

Von

Charles Sedgwick Minot.

(Zweite Mittheilung ¹⁾ aus dem Laboratory of Histology and Embryology of the Harvard Medical School, Boston, Mass.)

Hierzu Tafel VII.

Nachstehender Aufsatz beschäftigt sich mit einigen Angaben über den Bau der äusseren Cuticula (Epidermis der Entomologen), speciell der Raupen. Bei vielen Insektenlarven ist ein Theil der Färbung durch Pigmentirung der Cuticula bedingt. Das Pigment kann durch die ganze Cuticula reichen, aber ist doch gewöhnlich

¹⁾ Cf. Minot, Zur Kenntniss der Samenblasen beim Meerschweinchen. Dies Archiv. Bd. XXIV. p. 211—215. Taf. XII.