© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Entwickelung der Lunge von Echidna aculeata.

Von

Dr. Albert Narath
emer. Assistent der 1. anatomischen Lehrkanzel in Wien,
d. z. Professor der Chirurgie an der Universität Utrecht.

Mit Tafel XX—XXII und 3 Textfiguren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Als ich vor 3 Jahren auf dem VI. Anatomencongresse in Wien die Resultate meiner Untersuchungen über den Aufbau der Säugerlungen[1]) in kurzen Umrissen als vorläufige Mittheilung der Oeffentlichkeit übergab, waren noch manche Punkte in der Entwickelungsgeschichte nicht völlig klargestellt. Durch weitere ausgedehnte Untersuchungen kam ich wohl einige Schritte vorwärts, doch ergab sich immer dringender die Nothwendigkeit, die Lungenentwickelung an unseren niedersten Säugern, den Monotremen und Marsupialiern, näher zu studiren. Nur dadurch schien es mir möglich zu sein, gewisse Fragen von grundlegender Bedeutung zum Abschlusse zu bringen. Als ein besonderes Glück musste ich es daher begrüssen, als mir auf die liebenswürdige Vermittelung des Herrn Professor Hochstetter hin Herr Professor Semon bereitwilligst gestattete, an seinem kostbaren embryologischen Materiale die Lungenentwickelung von *Echidna aculeata* zu bearbeiten. Leider machte ich bald die Erfahrung, dass ich wohl kaum ein ganz vollständiges Bild der Entwickelung zu geben im Stande sein werde, denn es fehlten einerseits eine Anzahl wichtiger Zwischenstadien, andererseits war von den verhandenen Lungen ein Theil durch mechanische Insulte oder mangelhafte Conservirung mehr oder weniger beschädigt. Trotzdem förderte das Studium dieser Monotremenlungen nach mancher Richtung hin bemerkenswerthe, ja sogar überraschende Resultate zu Tage, so dass ich mit grosser Befriedigung diese Arbeit aus der Hand geben kann.

Naturgemäss musste das Hauptgewicht der Untersuchung darauf gelegt werden, ob die gefundenen thatsächlichen Verhältnisse mit der Aeby'schen Theorie in Einklang zu bringen sind: ob wirklich die Arteria pulmonalis die formbildende Kraft besitzt, die ihr jener Autor beimisst. Es war festzustellen, wie sich die Arterie zur ersten Anlage der Bronchien verhält, ob sie zu irgend einer Zeit der Entwickelung dieselben beeinflusst, und ob bei der sich bildenden oder fertigen Lunge Anhaltspunkte vorhanden sind, die auf eine solche Beeinflussung in der Phylogenie mit zwingender Nothwendigkeit hinweisen. Diese und ähnliche Fragen waren es, die mir bei der ganzen Arbeit stets vor Augen schwebten, und die mich schliesslich zur Ueberzeugung brachten, dass Aeby[2]) der Arteria pulmonalis mit Unrecht Eigenschaften zuschrieb, die ihr nicht zukommen und die ihr auch niemals zugekommen sind, soweit sich das nach dem vorhandenen Materiale schliessen lässt.

Was die Untersuchungsmethode anbelangt, so begnügte ich mich nicht mit einfacher Durchsicht der Querschnittserien, sondern fertigte, wo es möglich war, Modelle der embryonalen Lungen mit ihren Bronchialbäumen an. Es eigneten sich hierzu nur die drei jüngsten Stadien (Embryo No. 40, 41 und 42 der Semon'schen Abbildungen). Die drei Modelle wurden in genau 150-facher Vergrösserung nach dem

1) Vergleichende Anatomie des Bronchialbaumes. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft auf der VI. Versammlung in Wien, 7.—9. Juni 1892.

2) Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen nebst Bemerkungen über den Bronchialbaum der Vögel und Reptilien. Leipzig 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bekannten Wachsplatten-Modellirverfahren mit der grössten Sorgfalt hergestellt. Die Lumina der Trachea und ihrer Verzweigungen füllte ich nachträglich mit dünnem Gypsbrei und bekam so nach Entfernung des Wachses naturgetreue Abgüsse des Bronchialbaumes. Diese und die dazu gehörigen Modelle der ganzen Lungen wurden dann mit der Camera von Oberhäuser in $^2/_3$ Grösse von der ventralen und dorsalen Seite aufgenommen und auf Tafel XX und XXI dargestellt. Die einzelnen Abbildungen entsprechen der 100-fachen Vergrösserung der embryonalen Lungen. Bei den älteren und weniger gut conservirten Embryonen begnügte ich mich mit einfachen Reconstructionen nach den Querschnittserien. Die Lungen der erwachsenen Thiere injicirte ich von der Trachea, der Arteria und Vena pulmonalis aus mit verschieden gefärbter Celloidinmasse und corrodirte sie hernach in Salzsäure.

I. Specieller Theil.

A. Die Lunge des Embryo.

Ueber die allererste Anlage der *Echidna*-Lunge kann ich keine positiven Angaben machen, weil mir leider die betreffenden Stadien fehlten. Wenn es jedoch gestattet ist, aus späteren Entwickelungsstadien irgendwelche Schlüsse zu ziehen, so möchte ich dafür halten, dass die *Echidna*-Lunge wohl kaum anders angelegt wird, als die jener Säugerlungen, deren Entwickelung bis jetzt bekannt ist.

Die jüngste Entwickelungsstufe finden wir bei Embryo No. 40 der Semon'schen Tafeln. Diese Lunge hat bereits das erste Stadium der Entwickelung, die Bildung der Trachea und der beiden primitiven Lungensäckchen hinter sich, und man erkennt schon an den Stammbronchien die ersten Anlagen von Bronchialverzweigungen (Taf. XX, Fig. 2, und Taf. XXI Fig. 2). Die Trachea [1]), die bereits über eine stattliche Länge verfügt, erscheint cranial etwas breiter als caudal, ist dabei in der Richtung des ventro-dorsalen Durchmessers zusammengedrückt und zwar so, dass sie ventral eine gewölbte, dorsal eine mehr plane Fläche darbietet. Sie theilt sich unter einem Winkel von ca. 105° in die beiden Stammbronchien, die bei vertical gestellter Luftröhre nicht in einer Frontalebene mit ihr gelegen sind, sondern etwas dorsal abweichen, rechts und links ungefähr gleich viel. Vom Oeffnungswinkel der Trachea beansprucht der rechte Stammbronchus ungefähr 60°, der linke nur 45°, es geht also dieser steiler ab als jener. Der rechte Stammbronchus ist ungefähr zweimal so dick als der linke, da er am Ursprunge in querer Richtung 20, in antero-posteriorer 14 mm als Durchmesser aufweist, gegen 9 und 11 mm des linken Bronchus [2]). Dieser erscheint überhaupt viel weniger geräumig als jener, reicht auch nicht so weit caudalwärts und besitzt viel schwächer entwickelte Seitenknospen. Es lässt sich also nicht leugnen, dass schon bei diesem jüngsten Stadium eine ziemlich hochgradige Asymmetrie der beiden Lungenanlagen besteht, und zwar prävalirt die rechte in jeder Beziehung über die linke.

Wenden wir uns nun den Seitenästen der Stammbronchien zu, so sehen wir gerade das 1. und das 2. Stockwerk in Anlage begriffen. Dem 1. Stockwerke (Obergeschosse) der rechten Lunge entspricht eine starke Anschwellung des Stammbronchus, die in Form eines abgerundeten, querliegenden Wulstes haupt-

1) Die Bronchialbäume und Lungen sind alle bei vertical gestellter Trachea beschrieben. Zur Bezeichnung der Richtungen wähle ich die Ausdrücke: ventral (vorn), dorsal (hinten), medial (innen), lateral (aussen), ventro-medial, ventro-lateral, dorso-medial dorso-lateral, cranial (oben), caudal (unten).

2) Die Maasse beziehen sich auf den Gypsausguss.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sächlich lateral, ventral und ventromedial, ganz unbedeutend laterodorsal, vorspringt. Legt man bei lothrecht gestellter Trachea durch die grösste Circumferenz der ganzen Anschwellung eine quere Ebene, so erhält man als Durchschnittsfigur das Bild eines an den Ecken abgerundeten Rhomboides (siehe Textfig. 1 und Fig. 1 auf Taf. XXII). Die beiden längeren Seiten liegen ventral und dorsal, das Paar der kürzeren etwa medial und lateral. An der medialen Ecke (*m*) tritt der Stammbronchus in die Anschwellung ein und er würde, wenn er sie mit gleich bleibendem Caliber einfach durchsetzen würde, am Querschnittsbilde das schraffirte Areale (*Stbr*) einnehmen. Die drei übrig bleibenden abgerundeten Ecken markiren die Anlagen der drei Bestandtheile des rechten Obergeschosses, des ersten ventralen, des infracardialen und des apicalen (Aeby's eparteriellen) Bronchus. Den bedeutendsten der drei Vorsprünge erzeugt der erste Ventralbronchus. Er entspricht der lateralen Ecke unseres Rhomboides und tritt aus dem Massiv des Stammbronchus lateral und quer heraus. Seine obere Abdachung geht flach und ohne Depression in denselben allmählich über, während er nach unten zur äusseren Seite des Bronchus steil abfällt. Gerade umgekehrt verhält sich der zweitgrösste Vorsprung, die Anlage des infracardialen Bronchus, da er nach unten zu flach ausläuft, nach oben hingegen steil abstürzt. Am Querschnitte bildet er die ventrale Ecke unseres Rhomboides, richtet seine Axe jedoch mehr ventromedial. Der dritte Vorsprung ist ganz unbedeutend, entspricht der dorsalen Ecke des Rhomboides und gehört der Anlage des apicalen Bronchus an. Alle drei Vorsprünge liegen, wie gesagt, bei vertical gedachter Trachea in einer queren Ebene.

Die Verhältnisse des zweiten Stockwerkes, das in der Entwickelung viel weniger weit vorgeschritten ist, stellen sich folgendermaassen dar: Der Stammbronchus endet mit einer stark angeschwollenen, ventrodorsal etwas platt gedrückten Endknospe. Dieselbe giebt ovale Querschnitte, im frontalen Durchschnitte jedoch das Bild eines gleichschenkligen Dreieckes, dessen Basis medial, und dessen Scheitelecke lateral sieht. In die obere basale Ecke tritt der Stammbronchus ein, die untere ragt frei nach abwärts und bildet den untersten Pol des ganzen Epithelrohres. In dieser grossen Endknospe hat sich nun die erste Anlage des zweiten Stockwerkes der Lunge gebildet und ist in dem seitlich ausladenden Vorsprunge schon deutlich zu erkennen, während der nach abwärts gekehrte Buckel die künftige Scheitelknospe des Stammbronchus darstellt. Eine gewisse Scheidung beider Knospen ist durch eine ganz seichte Depression im unteren Schenkel des Dreieckes angedeutet. Eine sehr flache undeutliche Prominenz an der dorsalen Abdachung des seitlichen Höckers (näher dem oberen Basalwinkel des Dreieckes) könnte man als die erste Andeutung des zweiten Dorsalbronchus auffassen, jener Höcker selbst stellt jedoch die Anlage des zweiten Ventralbronchus dar.

Dort, wo die Ventralbronchien seitlich aus dem Stammbronchus herauswachsen, knickt sich dessen Axe plötzlich ab. Die Ablenkung erfolgt medialwärts beim ersten Ventralbronchus unter einem Winkel von ca. 135°, beim zweiten um 147°.

Wesentlich einfachere Verhältnisse liegen auf der linken Seite vor. Schon oben wurde erwähnt, dass dieselbe im Ganzen schwächer gebildet sei und auch nicht jenen Grad der Entwickelung aufzuweisen habe, wie rechts. Die Anschwellung, die der Anlage des ersten Stockwerkes entspricht, erscheint bedeutend kleiner als rechts und dürfte kaum ein Viertel von jener betragen. Sie bildet einen lateral dem Stammbronchus aufsitzenden, stark abgerundeten Höcker, der ebenfalls nach oben flach ausgeht, nach unten zu jedoch steiler abfällt. Weitere Differenzirungen sind an ihm nicht zu bemerken. Der Stammbronchus endet mit einer ansehnlichen birnförmigen Anschwellung. Lateral lässt dieselbe ein breites, jedoch ganz niedriges Höckerchen hervorwachsen, dessen Abdachung nach oben steil, nach unten ventral und dorsal allmählich erfolgt. Dieses Höckerchen stellt ohne Zweifel die allererste Anlage des zweiten Stockwerkes (und zwar von V_2) dar. Die Axenknickungen des Stammbronchus betragen beim ersten Stockwerke 135°, also genau

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so viel wie rechts, und beim zweiten 160°. Der Vergleich beider Seiten mit einander ergiebt, dass das rechte Obergeschoss höher steht als das linke, eine Thatsache, die im Zusammenhange mit den anderen Charakteren dahin zu verwerthen wäre, dass es etwas früher zur Bildung gelangt und rascher wächst als das linke. Die Knospen des zweiten Stockwerkes liegen ungefähr in derselben Höhe.

Das Tracheal- und Bronchialrohr mitsammt den Knospen besitzt eine Auskleidung von hohem, unregelmässig geschichtetem Cylinderepithel mit vorwiegend basal gestellten Kernen. Den dicksten Belag zeigt die Trachea, deren Epithel oft drei bis mehr Kernreihen hinter einander aufweist.

Das Epithelrohr wird von einer dicken Schicht sehr zellreichen Mesodermgewebes gleichmässig eingehüllt. Die so gebildeten Anlagen der beiden Lungenflügel (Taf. XX Fig. 1, Taf. XXI Fig. 1) stellen längsovale Körper dar, die mit glatter runder Oberfläche lateral frei in die Pleuropericardialhöhle hineinragen, medial aber in ihrer ganzen Länge, sowohl unter einander, als auch mit dem periösophagealen Mesodermgewebe in directem Zusammenhange stehen. Die beiden Lungenflügel sind ventrodorsal etwas plattgedrückt. Ihre Längsaxen divergiren nach abwärts zu und weichen gleichzeitig am caudalen Abschnitte dorsal ab, so dass der Oesophagus, der zwischen ihnen nach abwärts zieht, unten weiter ventral zu liegen kommt. An der freien Oberfläche markirt sich die Differenzirung des Epithelrohres in Form von seichten, buckelartigen Vortreibungen. Den einzelnen Theilen des rechten Obergeschosses entspricht ein quer verlaufender Wulst, der deutlich eine Partie für den ventralen und eine für den infracardialen Bronchus erkennen lässt. Die letztere, die mit der ersteren direct zusammenhängt, reicht etwas über die Mittelebene nach links hinaus und baucht das Mesocardium posterius, dort, wo es ins vordere Darmgekröse übergeht, entsprechend aus. Dadurch wird jetzt schon ein infracardialer Raum formirt, der jedoch bloss eine seichte Bucht darstellt und mit der Pleurahöhle noch in weiter Communication steht. Das zweite Stockwerk der Lunge ist ebenfalls an einer seichten Vortreibung kenntlich. An dem weniger voluminösen linken Lungenflügel modellirt das Gerippe des Bronchialbaumes noch viel undeutlicher die freie Oberfläche.

Die dünnen Pulmonalarterien entstehen fast in gleicher Höhe von dem sechsten Aortenbogen, etwa dort, wo sich die Trachea vom Vorderdarme loslöst. Die Abgangsstellen der Arterien sind gleich weit von der Trachea entfernt, und ihre frontal gelegene Verbindungslinie zieht etwas vor dem ventralsten Punkte der Luftröhre vorbei. Anfangs liegen also die Arterien vollständig symmetrisch, etwa ventrolateral von der Axe der Trachea. Absteigend schieben sie sich etwas weiter dorsal vor, so dass ihre Verbindungslinie die Trachea gerade ventral tangirt; noch tiefer sind sie genau lateral von der Luftröhre anzutreffen. Gegen die Bifurcation zu macht sich zum ersten Male eine kleine Asymmetrie der Lage geltend, indem die linke Pulmonalis etwas weiter dorsal vorrückt als die rechte. Eine an dieser Stelle durch die linke Arterie gezogene quere Frontallinie fällt hinter die Trachea, eine in gleicher Höhe durch die rechte gelegt gedachte bildet noch eine Secante des Luftröhrenquerschnittes. Weiter nach abwärts lassen sich die Pulmonalarterien leider nicht mehr genau verfolgen, doch steht fest, dass sie sich endlich in ein System von weiten Capillaren auflösen, das in scharf gezogener Schicht die Epithelknospen umgiebt. Die zwischen beiden befindliche Mesodermlage ist nicht besonders dick. Nur mit Mühe kann man den Verlauf der venösen Gefässe verfolgen. Sie sammeln sich zu je einem Hauptstämmchen, die an der medialen Seite der Stammbronchien nach aufwärts ziehen und sich im Bifurcationswinkel der Trachea zu einem einzigen Stamme vereinigen. Wie nun die Pulmonalvene weiter verläuft durchs Mesocardium ins Herz, kann man am Präparate nicht wahrnehmen.

Die Lunge des nächst älteren Embryos No. 41 ist leider etwas verdrückt und auch sonst nicht sehr gut conservirt. Ich modellirte sie aber trotzdem, weil überhaupt keine von einem annähernd gleichen Stadium vorhanden war und man doch die groben Verhältnisse hinlänglich gut sehen konnte (Taf. XX,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 3 u. 4, Taf. XXI, Fig. 3 u. 4). Die Trachea zeigt so wie beim jüngeren Stadium keinen kreisrunden Querschnitt, sondern ist im Sinne des antero-posterioren Durchmessers comprimirt. Sie theilt sich jetzt unter einem kleineren Winkel, als früher, da die beiden Stammbronchien nur mehr unter einem Winkel von ca. 100° auseinanderweichen. Das Missverhältniss im Caliber der Stammbronchien ist nicht mehr so bedeutend wie früher, indem der rechte sich nur um Weniges dicker im Durchmesser erweist als der linke. Angelegt sind wieder nur das erste und das zweite Stockwerk der Lunge, doch bieten alle Theile gegen früher eine höhere Stufe der Entwickelung dar. Auch fällt sofort auf, dass auch jetzt noch die rechte Lungenanlage in allen ihren Theilen, abgesehen von ihrem kräftigeren Bau, viel entwickelter ist, als die linke. So sehen wir beim rechten Obergeschosse die einzelnen Theile, die früher nur angedeutet waren, bereits vollständig differenzirt. Der erste Ventralbronchus und der infracardiale Ast erheben sich bereits als selbständige, an den Enden kolbig verdickte, kurze Fortsätze aus dem Stammbronchus (vgl. auch Textfigur 2). Der erstere sitzt diesem an seiner lateralen und ventralen Seite breit auf; der letztere entspringt mit schmälerer Basis ventromedial. Beide fussen in gleicher Höhe am Hauptstamm und bezeugen ihre enge Zusammengehörigkeit noch dadurch, dass von einem zum anderen eine deutlich vorspringende Leiste hinüberzieht. Den apicalen Bronchus (Aeby's eparteriellen) sieht man als kegelförmigen Buckel angelegt der, dicht über und hinter dem ersten Ventralbronchus entspringend, sich gleich nach aufwärts erhebt. Es scheint, dass der Bronchus durch die Compression der Lunge aus seiner natürlichen Richtung gebracht wurde. Die Knospe des zweiten Stockwerkes hat grössere Dimensionen angenommen und sich gleichzeitig mehr von der ziemlich stark medialwärts abgebogenen Scheidelknospe des Stammbronchus gesondert. Sie stellt nun einen breiten Höcker dar, der dem Hauptstamme lateral aufsitzt. Zu einer Isolirung des dorsalen Antheils (zweiter Dorsalbronchus) kam es noch nicht.

Auf der linken Seite lassen sich nur geringe Veränderungen constatiren. So hat die Anlage des Obergeschosses an Grösse zugenommen. Die ihr entsprechende Anschwellung am Stammbronchus erstreckt sich nun auch auf die ventrale Fläche des Epithelrohres und erhebt sich nach aussen und oben zu einem kleinen stumpfen Höckerchen. Die Anlage des zweiten Stockwerkes kann man wegen der Läsion, die die Lunge erlitten, noch weniger deutlich erkennen als beim jüngeren Stadium. Das rechte Obergeschoss steht etwa in gleicher Höhe wie das linke, ist also jetzt relativ tiefer als anfänglich.

Auch das äussere Bild der Lungenflügel (Taf. XX, Fig. 3; Taf. XXI, Fig. 3) erfuhr entsprechend der inneren Umgestaltung des Bronchialbaumes eine weitere Veränderung. Diese tritt besonders am Obergeschosse der rechten Lunge hervor, indem dort die Gebiete des Ventralbronchus und des infracardialen Bronchus als breite, runde, ziemlich scharf umgrenzte Höcker deutlich vorspringen. Die Uebergangsstelle des Mesocardiums in das vordere Darmgekröse wird schon stärker über die Mittelebene hinaus nach links ausgebogen und so ein schon geräumigerer, aber noch immer weit offen stehender, infracardialer Raum erzeugt. Die übrigen Bronchien (apicaler und zweiter Ventralbronchus) vermochten wegen ihrer Kleinheit noch nicht die Lungenoberfläche kräftiger zu modelliren. An der linken Lunge hat sich kaum eine nennenswerthe Veränderung des äusseren Bildes vollzogen.

Die Pulmonalarterien sind wegen mangelnder Blutfüllung kaum sichtbar, dagegen kann man ziemlich deutlich die Vena pulmonalis verfolgen. Sie kommt vor und unterhalb der Bifurcation der Trachea zum Vorschein und zieht von da nach links oben vorn, um links vom Septum atriorum in den linken Vorhof zu münden.

Es fehlen nun leider Embryonen, bei denen man die Anlage und weitere Ausbildung des zweiten und dritten Stockwerkes der Lunge studiren könnte. Auf diese Weise entsteht eine empfindliche Lücke im Gange der Darstellung, und ich kann dieselbe erst wieder aufnehmen an Embryonen mit vier mehr oder weniger aus-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gebildeten Stockwerken. Von solchen Embryonen standen mir drei zur Verfügung, und zwar Embryo No. 42, 43 und einer, der etwas älter ist als No. 43 [1]) und den ich der Einfachheit halber mit 43 a bezeichne. Die am wenigsten entwickelte Lunge besitzt von diesen dreien 43, dann folgt 42 und endlich 43 a. Am besten conservirt fand ich Lunge 42; sie wurde modellirt und soll nun im folgenden als Beispiel eines Bronchialbaumes mit vier Stockwerken genauer beschrieben werden.

Die Lunge von Embryo No. 42 (Taf. XX, Fig. 5 u. 6, Taf. XXI, Fig 5 u. 6) erscheint im Ganzen schlanker gebaut als bei den jüngeren Stadien. Die Trachea theilt sich unter einem Winkel von ca. 70°; der Bifurcationswinkel hat also um 35° resp. 30° abgenommen. Die beiden Stammbronchien kann man durch die ganze Lungenanlage als die Hauptstämme des Bronchialbaumes verfolgen. Sie divergiren anfangs, da sie jedoch jedesmal an der Abgangsstelle eines „ventralen" Seitenastes medial abgelenkt werden, so beschreiben sie einen nach aussen convexen Bogen und kommen endlich, durch fortgesetzte Abknickung zur Convergenz gezwungen, mit ihren Scheitelknospen wieder nahe an einander. An Stärke übertrifft der rechte Stammbronchus noch immer etwas den linken, dafür ist dieser um ein Geringes länger geworden und steht auch mit seiner Scheitelknospe etwas tiefer.

Was nun die Seitenäste anlangt, so muss gleich von vornherein ausdrücklich hervorgehoben werden, dass von einem wirklich symmetrischen Aufbau wenig zu sehen ist. Die Gleichheit erstreckt sich nur auf die Anzahl der „ventralen" Seitenäste und auf deren grobe Anordnung; im Einzelnen stösst man auf ziemlich bedeutende Differenzen. Jeder Symmetrie spotten die beiden Obergeschosse. Rechts haben sich die drei bekannten Bestandtheile desselben selbständig weiter entwickelt und stellen kräftige, bereits verzweigte Bronchien dar, die dem Stammbronchus isolirt aufsitzen (vgl. auch Textfig. 3). Der erste Ventralbronchus kennzeichnet sich noch immer durch seinen lateralen Austritt aus dem Hauptstamme. Nach kurzem queren Verlaufe entsendet er einen Seitenast nach hinten, wird dadurch selbst aus seiner ursprünglichen Richtung gebracht und erleidet eine starke Knickung nach vorn. Haupt- und Seitenast tragen je eine dicke, aufgetriebene Endknospe, die sich gerade anschickt, eine seitenständige Tochterknospe zu entbinden.

Der ungefähr gleich starke zweite Ast des Obergeschosses, der infracardiale Bronchus, hat ebenfalls seine anfängliche Abgangsrichtung, die ventromediale, beibehalten, ist aber am Stammbronchus eine Spur höher gerückt und ragt bereits weit über die Mittelebene hinaus nach links vorne und hinten. Sein Ende, das von zwei besonders dicken Knospen gekrönt wird, strebt etwas nach aufwärts. Als der kleinste der drei Obergeschossbronchien ist der apicale Bronchus zu erwähnen (*Ap*). Laterodorsal in gleicher Höhe mit dem infracardialen und dicht am ventralen Bronchus den Stamm verlassend, entledigt er sich alsbald eines kleinen dorsomedialen Seitenastes und trachtet selbst, nach aussen und oben zu gelangen. Seine kolbig verdickte Endknospe stellt den höchsten Punkt des rechten Bronchialgerüstes dar.

Viel schwächer präsentiren sich die tieferen Stockwerke der rechten Lunge. Es folgen auf den ersten Ventralbronchus, an Grösse caudalwärts abnehmend, noch ein zweiter, dritter und vierter „ventraler" Ast. Diese Bronchien verlassen in unregelmässigen Abständen lateral den Stammbronchus und ziehen, mit einem geringen Neigungswinkel nach abwärts, fast quer nach aussen. Alle entsenden, ähnlich dem ersten ventralen Bronchus, ein dorsales Seitenästchen und erhalten von da ab eine Biegung ventralwärts. Der dritte Ventralbronchus macht von dem allgemeinen Typus eine Ausnahme, indem er noch ein zweites Seitenästchen nach abwärts entsendet. Zu jedem ventralen Bronchus gehört ein dorsaler Ast, und beide zusammen bilden ein Stockwerk in der Lunge. Die Dorsalbronchien sind kurzstämmige Zweige, die je

---

1) Auf den Serienpräparaten mit der Signatur: *Echidna*, „etwas älter als 43".

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein Seitenästchen besitzen. Der erste in der Reihe der dorsalen Bronchien ist unstreitig der apicale Bronchus, den wir oben des Näheren beschrieben haben. Der schon kleinere zweite dorsale fusst etwas oberhalb, der dritte eine Spur tiefer als der betreffende Ventralbronchus; die Knospe des vierten liegt wieder etwas tiefer als der ventrale, hat sich aber noch nicht vollständig von der Scheitelknospe des Stammbronchus losgelöst. Die Abgangsrichtungen der genannten Bronchien ändern sich, indem der erste laterodorsal, der zweite dorsal, der dritte dorsomedial und der vierte medial austritt. Sie ordnen sich also in einer Schraubentour um den Stammbronchus an.

Die linke Lunge verfügt ebenfalls über vier „ventrale" Seitenbronchien, die aber sämmtlich schwächer gebaut sind als rechts. Der erste ventrale Bronchus entsprosst dem Stammbronchus etwas höher als sein Gegenüber und verlässt ihn lateral (mit einer ganz kleinen Neigung nach hinten). Nach kurzem Verlaufe biegt er winklig nach vorne ab und zieht in ventrolateraler Richtung weiter. An der Knickungsstelle entsendet er einen ziemlich starken Seitenast nach hinten, der jedoch sofort unter Abgabe einer kleinen dorsalen Knospe sich direct nach aufwärts erhebt und mit einer grossen Endknospe, die sich anschickt, wieder eine seitenständige Tochterknospe abzuspalten, als höchster Punkt des linken Bronchialbaumes endet (= apicaler Bronchus, *Ap*). Das Ende des ersten Ventralbronchus trägt eine schon ziemlich ausgebildete dorsale Tochterknospe. Die übrigen drei Ventralbronchien verlassen den Stammbronchus in unregelmässigen Intervallen lateral. Nur der zweite hat eine kleine Neigung ventralwärts und zeichnet sich auch dadurch aus, dass er bereits zwei Seitenknospen producirt hat (eine ventrale und eine dorsale). Der dritte Ventralbronchus brachte es erst zur Anlage einer kleiner Dorsalknospe, und der vierte endlich bildet eigentlich selbst noch eine kleine Knospe am Hauptstamme.

Wenn wir jetzt auf die dorsalen Bronchien der linken Lunge näher eingehen, so treffen wir hier im Vergleiche zur rechten Lunge noch viel weniger auf symmetrisches Verhalten, als bei den Ventralbronchien. So besitzt das Obergeschoss überhaupt keinen selbständig am Stammbronchus fussenden dorsalen Ast. Dafür ist das zweite Stockwerk mit solchen reichlich bedacht. Der oberste davon fusst beinahe dorsomedial, mitten zwischen erstem und zweitem Ventralbronchus und besitzt bereits eine Seitenknospe. Fast in gleicher Höhe mit dem zweiten Ventralbronchus (eine Spur nach abwärts verschoben) erhebt sich ein zweites Aestchen dorsal, und in seiner nächsten Nähe ein drittes dorsomedial. Die beiden letzteren gehören streng genommen zusammen; sie sind auch durch eine stärker vorspringende Leiste am Hauptstamme mit einander verbunden, und es scheint das eine ein Seitenzweigchen vom anderen zu sein und sich frühzeitig davon abgespalten zu haben. Auch zum Wurzelstücke des zweiten Ventralbronchus zieht eine Art Leiste hinüber. Dies, die eigenthümliche Lage des dorsalen Bronchus und sein Verhalten zur Arterie, das weiter unten erwähnt werden soll, führt wieder zu der Vermuthung, dass der zweite ventrale Bronchus einen dorsalen Seitenzweig an den Stammbronchus abgegeben habe. Der dritte Dorsalbronchus ist erst als Knospe angelegt und sitzt etwas tiefer als sein ventraler Genosse. Die gerade nur angedeutete Knospe des vierten Dorsalbronchus steht mit der Scheitelknospe des Stammbronchus noch im Zusammenhang.

Die Asymmetrie des Bronchialsystems drückt sich auch in der äusseren Gestaltung der beiden Lungenflügel aus (Taf. XX, Fig. 5, Taf. XXI, Fig. 5). Der rechte Lungenflügel ist viel geräumiger und besitzt auch einen grösseren queren und anteroposterioren Durchmesser, dafür steht er aber im Längsdurchmesser hinter dem linken etwas zurück. Beide Lungen stellen von vorn nach hinten abgeplattete Körper dar, stehen unter einander in directer Verbindung, kehren nach aussen einen freien gewulsteten Rand und biegen sich ventral etwas gegen die Mitte zu ab. Die ventrale Lungenoberfläche wird dadurch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mehr weniger concav, die dorsale convex. Die stärker vorspringenden Bronchien formen die sonst glatte Oberfläche auf die Art, dass sie das Mesoderm buckelförmig vortreiben und auf diese Weise eine Anzahl von charakteristischen rundlichen Höckern erzeugen, zwischen denen sich dann wieder bestimmte Vertiefungen oder Furchen vorfinden. Die Furchen, die sich auch bei der erwachsenen Lunge erhalten, sind jetzt schon dadurch kenntlich, dass sie tiefer und schärfer einschneiden als die übrigen. Es kommen bloss am rechten Lungenflügel zwei derartige vor, die das Gebiet des ersten Ventralbronchus einerseits von dem des zweiten Ventralbronchus, andererseits von dem des Apicalbronchus trennen. Die so umgrenzte Zone springt als mächtiger runder Höcker ventrolateral am stärksten vor und lässt durch eine verticale Furche an der dorsalen Fläche die Areale der beiden vorhandenen Endknospen erkennen. Aus der concaven vorderen Fläche des rechten Lungenflügels erhebt sich die Mesodermhülle des infracardialen Bronchus als ziemlich bedeutender Buckel, der oben mit dem Mesocardium, dorsal mit dem periösophagealen Gewebe noch in innigem Zusammenhange steht, nach links aber schon frei hinüberragt und die Uebergangsstelle des Herz- ins vordere Darmgekröse weit ausgebaucht hat. Zum Gebiete des ersten Ventralbronchus zieht ein breiter Sattel hinüber, der nach unten zu gegen eine quer verlaufende Furche abfällt, die das Obergeschoss vom nächstfolgenden Stockwerke trennt. Die apicale Zone stellt einen hinter der Anlage des Ventrallappens zur Lungenspitze ziehenden, aus den dorsalen Antheilen des Lungenstammes herauswachsenden Fortsatz dar, dessen untere Grenze dorsal durch eine seichte Furche gekennzeichnet ist. Am rechten Lungenflügel markiren sich ausserdem noch die Enden des zweiten, dritten und vierten Ventralbronchus am lateralen Lungenrande, und die Kuppen der dorsalen Bronchien an der dorsalen Lungenoberfläche.

Die linke Lunge besitzt keinen einzigen tiefer einschneidenden Spalt, sondern nur breite, seichte Furchen. Die grösste von diesen giebt an der convexen Lungenoberfläche und am lateralen Lungenrande die Grenze ab zwischen erstem und zweitem Stockwerke. Das kuppelförmige Ende des Obergeschosses beherbergt den apicalen Bronchus und überragt um ein Geringes den gleichen Punkt der rechten Lunge. Ausserdem treten besonders markant hervor zwei Buckel am Lungenrande, die durch die Endknospen des zweiten und dritten Ventralbronchus gebildet werden, und endlich noch zwei Höcker auf der hinteren Lungenfläche, die den stark vorspringenden Enden zweier Dorsalbronchien des zweiten Stockwerkes entsprechen.

Alle Theile des Bronchialsystems werden im Inneren ausgekleidet von einem Cylinderepithel mit basal gestellten Kernen, nur scheint dasselbe weniger geschichtet und nicht so hoch zu sein, als bei den jüngeren Stadien, namentlich dort, wo stärkere Ausweitungen der Knospen vorhanden sind. Die Mesodermschicht erweist sich als weniger dick gegen früher, hat aber noch dieselbe Struktur beibehalten.

Die ungefähr gleich dicken Pulmonalarterien entstehen von dem sechsten Aortenbogen dicht neben einander in gleicher Höhe, vollständig symmetrisch, ventral von der Trachea. Steil absteigend, divergiren sie nach unten etwas und treten gleichzeitig weiter nach hinten, bis sie die Trachea in die Mitte nehmen. Nun ziehen sie vollständig symmetrisch zu beiden Seiten der Luftröhre nach abwärts bis nahe an die Bifurcation. Hier wendet sich die linke Pulmonalis etwas weiter nach hinten, so dass sie etwa dorsolateral zur Trachealaxe gelagert ist, während die rechte Pulmonalis ihre Position beibehalten hat. So passiren sie die Bifurcation, und jede begleitet nun für sich ihren Stammbronchus, die rechte lateral, die linke dorsolateral. Wie jedoch die Arterien ins Geäste des Bronchialbaumes eintreten, hat auch schon die rechte eine ungefähr dorsolaterale Lage ganz allmählich eingenommen. Der weitere Verlauf gestaltet sich nun so, dass die Arterien zwischen den ventralen und den dorsalen Bronchien nach abwärts eilen. Die ventralen Bronchien liegen dabei lateral und ventral, die dorsalen jedoch medial von ihnen. Eine Ausnahme hiervon macht die linke Pulmonalis im zweiten Stockwerke. Hier geht sie mit einer leichten medialen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Krümmung direct zwischen die beiden tieferen Dorsalbronchien hindurch und ist da gerade dorsal vom Stammbronchus anzutreffen. Es liegt also der eine von den dorsalen Bronchien lateral von der Pulmonalarterie; etwa so wie die ventralen Bronchien. Die rechte Pulmonalis behält, soweit sie sich verfolgen lässt, eine hauptsächlich dorsomediale Lage bei.

Das venöse Blut sammelt sich in mehreren kleinen Gefässen, die sich schliesslich zur Vena pulmonalis dextra und sinistra vereinigen, stärkeren Venenstämmchen, die ventromedial vom Stammbronchus nach aufwärts ziehen. Diese Venen bekommen ihr Blut sowohl von den ventralen als auch von den dorsalen Gebieten. Ersteres erhalten sie durch quere Aestchen, welche vor den einzelnen Ventralbronchien gelagert sind und sich ihnen anschliessen, letzteres beziehen sie durch eine andere Sorte von Aesten, welche in dorsoventraler Richtung verlaufen und dabei den Stammbronchus an seiner medialen Seite überkreuzen. Dicht unterhalb des ersten Stockwerkes legt sich die rechte Pulmonalvene mehr an die mediale Seite des Stammbronchus, dorthin gedrängt durch den ventromedial austretenden infracardialen Bronchus, und zieht so hinauf bis in den Bifurcationswinkel der Trachea. Hier, genau in der Abgangshöhe des linken ersten Ventralbronchus stösst sie mit der der anderen Lunge zusammen und vereinigt sich mit ihr zu einem unpaarigen Hauptstamme. Gerade an der Vereinigungsstelle mündet die linke erste Ventralvene ein. Die gleiche Vene des rechten Obergeschosses ergiesst sich in die rechte Vena pulmonalis oberhalb des infracardialen Bronchus fast in gleicher Höhe wie die apicale Vene, welche medial vom Stammbronchus liegt wie eine typische Dorsalvene. Der Hauptstamm der Vena pulmonalis steigt direct nach aufwärts, schiebt sich aber dabei gleichzeitig etwas nach links hin, wodurch sie ventromedial vom linken Stammbronchus zu liegen kommt. Der unpaarige Stamm nimmt später noch eine von links kommende kleine Vene auf, ist aber dann wegen mangelhafter Blutfüllung nicht mehr weiter zu verfolgen.

Die Lunge von Embryo No. 43 ist etwas weniger entwickelt als die soeben beschriebene von No. 42, doch gleicht sie dieser bis auf einige wenige Punkte fast vollkommen. Ventralbronchien bestehen rechts wie links vier. Die Zahl der Dorsalbronchien hingegen wechselt in den verschiedenen Stockwerken. Es sitzen auf den einzelnen Stammbronchusstrecken folgende Dorsalbronchien:

Stammbronchusstrecke	Rechts	Links
von der Bifurcation bis V_1	1 — *(dm)* = *ap* = d_1	0
von V_1 bis V_2	2 — *(dm* und *dl)* = d_2 an der Wurzel in Verbindung	2 — *(dm* und *d)* = d_2
von V_2 bis V_3	0	1 — *(dm)* = d_3
von V_3 bis V_4	1 — *(dm)* = d_4	1 — *(dm)* = d_4

Das zweite Stockwerk weist auf beiden Seiten zwei „Dorsalbronchien" auf. Der eine von ihnen (dorsomedial) macht den Eindruck, als ob er eine frühzeitig angelegte und als Nebenbronchus an den Stammbronchus abgegebene Seitenknospe des anderen (dorsal oder dorsolateral) sei. Sehr wahrscheinlich wird diese Annahme unter anderem dadurch, dass die genannten Bronchien rechts noch theilweisen Zusammenhang zeigen. Das dritte rechte Stockwerk entbehrt eines isolirt vorkommenden „Dorsalbronchus" vollständig, dafür finden wir einen dorsolateral ausgerichteten Ast am Wurzelstücke des dritten ventralen Bronchus. Hier scheint der betreffende Bronchus nicht als „D_3" auf den Stammbronchus gerückt zu sein. Die Gefässe verhalten sich normal.

Die Lunge von Embryo No. 43 a stimmt mit den beiden früheren ziemlich überein, ist jedoch in der Entwickelung etwas weiter vorgeschritten, indem die einzelnen Seitenzweige schon reichlicher mit Tochterknospen bedacht sind. Besonders hervorzuheben wären zwei Erscheinungen, die bei dieser Lunge zum ersten Male auftreten und denen man bei den älteren Lungen fast constant begegnet. Das eine ist, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die *Echidna*-Lunge vom vierten Stockwerke angefangen in den unteren Bezirken links eine reichlichere Bronchialverzweigung aufweist als rechts. So ist links wahrscheinlich schon die Knospe für den fünften Ventralbronchus angelegt, während sich rechts nicht die Spur davon vorfindet. Als zweite Thatsache wäre zu vermerken, dass der Bronchialstamm anfängt sich in seinen tieferen Antheilen mit kleinen Nebenbronchien, namentlich solchen ventraler Abkunft, zu bevölkern. Anzahl, Abgangsrichtung und Sitz der Nebenbronchien erläutert die folgende Uebersicht, wobei ich gleich bemerken will, dass ich die „Dorsalbronchien" als dorsale Nebenbronchien der „Ventralbronchien" auffasse, was später noch des Näheren auseinandergesetzt werden soll.

Stammbronchusstrecke	Nebenbronchien:			
	Ventrale		Dorsale	
	Rechts	Links	Rechts	Links
Bifurcation bis V_1	1 — *(vm)* = *Infr.* in gleicher Höhe mit V_1	0	1 — *(dl)* = *ap* = d_1 in gleicher Höhe mit V_1	0
von V_1 bis V_2	0	0	1 — *(d)* = d_2 in gleicher Höhe mit V_2	1 — (?) = d_2
von V_2 bis V_3	1 — *(v)*	1 — *(vm)* in gleicher Höhe mit V_3	1 — *(d)* = d_3 in gleicher Höhe mit V_3	1 — *(d)* dicht unter V_2 = d_3
von V_3 bis V_4	2 — *(v* und *vm)*	0	2 — *(m* und *d)* = d_4	1 — *(d)* = d_4
von V_4 bis V_5	0	0	0	2 — *(d* und *m)* = d_5

An den Pulmonalarterien hat sich unterdessen eine kleine Veränderung bemerkbar gemacht, die mit der weiteren Ausbildung des Hauptstammes der Pulmonalis im Zusammenhange steht. Früher standen die Abgangsstellen der beiden Pulmonalisäste vollständig symmetrisch nahe bei einander in einer frontalen Linie vor der Trachea; jetzt hingegen (bei Embryo No. 43 a) erscheinen sie etwas nach links verschoben und gedreht, so dass die Abgangsstelle der rechten Pulmonalis genau in der Mittelebene vor der Trachea sich befindet, die linke hingegen etwas nach links und hinten verschoben ist. Von nun an liegt auch bei den älteren Stadien die linke Pulmonalis bis zur Bifurcation der Trachea immer etwas weiter hinten als die rechte, während früher vollständige Symmetrie herrschte.

Wie rasch die linke Lunge in ihren unteren Antheilen nun der rechten vorauseilt, bezeugen die nächst älteren Stadien No. 44 und 44 a [1]), bei denen der fünfte und sechste Ventralbronchus links bereits angelegt ist, rechts hingegen unterhalb des Abganges des vierten Ventralbronchus nur ganz kleine schwer zu deutende Knospen emporsprossen. Zur Illustrirung der Anordnung, Zahl und Art der Bronchien der beiden Bronchialbäume diene die Uebersicht auf folgender Seite:

Die Ventralbronchien treten noch alle lateral aus dem Stammbronchus, biegen aber in ihrem Verlaufe gegen den freien Lungenrand nach vorn allmählich ab, wobei sie einen nach hinten und aussen convexen Bogen beschreiben. Sie besitzen schon zahlreiche Seitenästchen, die in bestimmter Weise angeordnet sind. Es giebt hintere, vordere, obere und untere, welche monopodisch dem Mutterstamme aufsitzen. Die hinteren und die vorderen übertreffen die übrigen an Grösse und ordnen sich typisch in eine dorsale und in eine ventrale Reihe. Die Mitglieder der ersteren zeichnen sich durch eine annähernd laterodorsale, die der letzteren durch eine ventromediale Abgangsrichtung aus. Die Summe der Knospen an den einzelnen ventralen Bronchien nimmt von oben nach unten ab. Vergleicht man beide Lungenflügel unter einander, so fällt einem sofort auf, dass der erste und der zweite Ventralbronchus rechts und links die

1) Die Serie trägt die Signatur: „Embryo von *Echidna*, etwa wie 45".

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Ventralbronchien		Stammbronchusstrecke	Nebenbronchien:			
				Ventrale		Dorsale	
	Rechts	Links		Rechts	Links	Rechts	Links
Lunge No. 44	4	6	Bif.—V_1	1 — *(vm)* = *Infr.* in gleicher Höhe mit V_1	0	1 — *(dl)* = *ap* = d_1 in gleicher Höhe mit V_1	0
			V_1—V_2	0	0	1 — *(d)* = d_2	1 — *(d)* = d_2 in gleicher Höhe mit V_2
			V_2—V_3	1 — *(v)*	0	2 — *(d* und *d)* = d_3	1 — *(d)* = d_3
			V_3—V_4	1 — *(vm)*	1 — *(vm)*	2 — *(dm* und *d)* = d_4	1 — *(d)* = d_4
			V_4—V_5	?	1 — *(v)*	?	2 — *(d* und *m)* = d_5 in gleicher Höhe
			V_5—V_6		1 — *(v)*		2 — *(d* und *m)* = d_6 in gleicher Höhe
Lunge No. 44 a	4	6	Bif.—V_1	1 — *(vm)* = *Infr.*	0	1 — *(dl)* = *ap* = d_1 in gleicher Höhe mit V_1	0
			V_1—V_2	0	0	1 — *(d)* = d_2	1 — *(d)* = d_2
			V_2—V_3	2 — *(v* und *v)*	0	1 — *(dm)* = d_3	1 — *(d)* = d_3 in gleicher Höhe mit V_3
			V_3—V_4	1 — *(vm)*	1 — *(v)*	2 — *(d* und *m)* = d_4 wie Höhe von V_4	1 — *(d)* = d_4
			V_4—V_5	?	1 — *(vm)*	?	2 — *(m* und *d)* = d_5
			V_5—V_6		?		1 — *(d)* = d_6 es folgen noch zwei fragliche Knospen

gleiche Anzahl von Knospen aufbringen (ca. 12 und 9), dass aber der dritte und vierte der linken Lunge fast doppelt so viel besitzen wie rechts (ca. 7 und 5 gegen 4 und 3). Im Ganzen zählte ich an den vier Ventralbronchien der rechten Seite ungefähr 26, links hingegen ca. 33, eine Zahl, die vielleicht noch zu niedrig bemessen ist. Dazu müsste man noch etwa fünf Aestchen vom fünften und sechsten Ventralbronchus hinzurechnen, die rechts ja überhaupt nicht vorhanden sind. Noch ungünstiger für die rechte Lunge gestalten sich die Zahlenverhältnisse bei der etwas älteren Lunge 44a („etwa wie 45"). Nach diesen Ergebnissen müssen wir den Satz aufstellen, dass schon vom dritten Stockwerke angefangen die linke Lunge stärker entwickelt und reichlicher verzweigt ist als die rechte.

Was die „Dorsalbronchien" anlangt, so treffen wir sie bei Lunge 44 und 44a auch stärker entwickelt und reichlicher verzweigt an als früher. Sie kommen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, in den oberen Stockwerken einzeln, in den tieferen zu zweit vor, und zwar besitzt dann der eine von ihnen immer eine mehr dorsale, der andere eine mehr dorsomediale oder mediale Abgangsrichtung. Vollständig fehlt der erste Dorsalbronchus der linken ersten Stammbronchusstrecke. Der erste der „Dorsalbronchien" rechterseits (Taf. XXII, Fig. 2) ist der kräftigste seiner Reihe, er verlässt den Stammbronchus in der Höhe des ersten Ventralbronchus dicht an ihm (No. 44) und in gleicher Richtung mit den hinteren Seitenästen dieses Bronchus, nämlich laterodorsal. Alsbald biegt er nach oben zu ab und eilt zur Lungenspitze (Apicalbronchus). Er besitzt mehrere Seitenzweige, von denen der erste, grösste und bereits mehrfach verzweigte mediadorsal der Knickungsstelle entsprosst. Der apicale Bronchus bildet sowohl mit den hinteren Seitenästen des Ventralbronchus, als auch mit den dorsalen Bronchien des ganzen rechten Bronchialbaumes eine gut geordnete Reihe. Als besonders wichtig wäre hervorzuheben, dass bei Lunge No. 44 a der rechte apicale Bronchus, streng genommen, nicht mehr vom Stammbronchus, sondern vom ersten Ventralbronchus als dessen erster hinterer Ast entspringt (Taf. XXII, Fig. 3).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der linke apicale Bronchus (Taf. XXII, Fig. 2) geht vom ersten ventralen Bronchus nahe seinem Ursprunge als erster Seitenast dorsal (mit einer kleinen Neigung lateralwärts) ab, wendet sich nach kurzem Verlaufe nach oben, um in der Lungenspitze mit seiner Scheitelknospe zu enden. Er producirte bereits sechs (No. 44) und acht (No. 44 a) Seitenäste, von denen der erste an der Biegungsstelle mediodorsal entspringt, so wie rechts. Der linke Apicalbronchus ist das erste Glied der Reihe der dorsalen Seitenäste des ersten Ventralbronchus.

Der grosse infracardiale Bronchus fusst in gleicher Höhe mit dem ersten ventralen ventromedial am Stammbronchus, steigt steiler ab als bei jüngeren Stadien und wendet sich dann unter geringerer Neigung nach vorn und links. Die Seitenästchen, deren Lunge No. 44 mindestens sieben, No. 44 a wenigstens zehn autbrachte, richten sich hauptsächlich nach vorn (vorwiegend ventromedial) und nach hinten (vorwiegend dorsomedial). Die ventralen Aeste bleiben die grösseren und verzweigteren.

Die Form der Lunge hat sich bei Embryo No. 44 und 44 *a* insofern geändert, als sich die beiden Flügel stark in die Breite ausdehnten und stärker nach vorn krümmten. Es wurde dabei aus der ventralen Lungenoberfläche allmählich eine mehr mediale, aus der dorsalen eine laterale. Die Spalten zwischen Apicalbronchus, erstem und zweitem Ventralbronchus haben sich vertieft, so dass man schon von einem Ventrallappen (*V*) sprechen kann. Auch das infracardiale Gebiet wuchs zu einem langen, freien Lappen aus, dessen spitzes Ende fast den linken Lungenrand erreicht. Sonst sind die groben Buckel verschwunden und haben feineren Höckerchen Platz gemacht.

Die Dicke der Mesodermschicht, welche die Bronchien einhüllt, ist geringer als früher. Die epitheliale Auskleidung der Bronchien differenzirt sich allmählich so, dass in den groben Aesten das Epithel dicker und am meisten geschichtet erscheint, niedriger und fast durchgehends einschichtig hingegen in den feineren Verzweigungen und in den Knospen.

Die Lageveränderungen an den Wurzelstücken der Pulmonalarterien, die bei dem jüngeren Stadium (43 a) begonnen, machte weitere Fortschritte. Der Hauptstamm der Arteria pulmonalis zieht von links vorn in nach oben convexem Bogen nach rechts hinten und theilt sich noch links von der Mittelebene in seine beiden Aeste, sie bekommen jetzt, wenigstens in den Anfangsstücken, freie Wandungen dadurch, dass sie sich vom Mesodermgewebe in der Umgebung der Trachea loszulösen beginnen. Die rechte Pulmonalis muss jetzt, um an die laterale Seite der Trachea gelangen zu können, vor derselben schräg absteigend nach rechts ziehen, während die linke diese Lage viel rascher erlangt.

Die Vena pulmonalis mündet, wie man an der Lunge von Embryo No. 44 deutlich sehen kann, in den linken Vorhof an der tiefsten Stelle dicht neben dem Septum atriorum, links von der Medianebene des Körpers, in der Höhe der Theilungsstelle der Trachea. Verfolgen wir sie stromaufwärts, so gleitet sie steil nach unten, rückt dabei, den Bronchien sich nähernd, etwas nach rechts hin, so dass sie endlich genau median zu liegen kommt. Nachdem sie zwischen den beiden Stammbronchien in den Oeffnungswinkel der Luftröhre getreten, theilt sie sich in der Höhe der ersten Ventralbronchien in die beiden Stammvenen, von denen die rechte die linke an Caliber übertrifft. Der weitere Verlauf entspricht genau den früheren Angaben bei Embryo No. 42. Die erste linke Ventralvene mündet bei Lunge No. 44 in die linke Stammvene, bei 44 a jedoch in den Hauptstamm der Vena pulmonalis. Die übrigen Aeste gleichen sonst den bei den jüngeren Stadien erwähnten, nur geht die erste rechte Ventralvene unterhalb des infracardialen Bronchus an ihren Bestimmungsort. [Seitenäste: Rechts: erster Ast = Apicalvene (dorsal); zweiter Ast = Infracardialvene (ventromedial); dritter Ast = erste Ventralvene (ventrolateral); Links: erster Ast = erste Ventralvene (lateral)]. Die Stammvenen liegen den Stammarterien am Stammbronchus gegenüber.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei dem nächst älteren Embryo No. 45, dem letzten Stadium vor der Geburt, das zur Untersuchung kam, begegnen wir mit einem Male einer höchst merkwürdigen Erscheinung (vgl. Taf. XXII, Fig. 4, 5, 6). Auf jedem Schnitte der Serie fällt sofort eine besondere Weite der Bronchien auf, der ganze Bronchialbaum sieht wie aufgeblasen aus. An dieser auffälligen Erweiterung haben sowohl die Stammbronchien als auch sämmtliche Seitenzweige mit allen ihren Verästelungen theilgenommen. Die Abgänge ventraler und dorsaler Bronchien erscheinen oft so verbreitert, dass sie die halbe Peripherie des Stammbronchusquerschnittes für sich in Anspruch nehmen, während sie sich früher meist mit einem kleineren Areale begnügten. Eine natürliche Folge der Dickenzunahme der Seitenzweige ist ein Näherrücken dieser an einander am Mutterstamme, wodurch wieder die astlosen Strecken der Bronchien kürzer und die trennende Mesodermschicht dünner wird. Der Bronchialbaum verliert seine schlanken Formen, erscheint plumper und bietet eine gedrängtere Astfolge dar.

Die Structur des Mesoderms blieb die gleiche, an der Epithelschicht vollzogen sich jedoch einige Veränderungen. Man findet zwar noch in den Hauptstämmen geschichtetes Cylinderepithel, aber auch nur in diesen, da in den Seitenästen die Epithelzellen niedriger werden, cubische Formen annehmen und nur in einfacher Lage als Auskleidung vorkommen. Der Uebergang vom Cylinderepithel in das cubische vollzieht sich an den Abgangsstellen der Seitenäste ziemlich rasch. Die Zellkerne zeichnen sich durch länglich-runde Gestalt und durch besondere Grösse aus.

Bezüglich der Verästelung des Epithelrohres wäre hervorzuheben, dass die einzelnen Bronchien mehr Seitenzweigchen angesetzt haben als früher, dass aber der Stammbronchus an seinem unteren Ende nur wenige schwache Seitenknospen producirte. An der rechten Lunge lassen sich fünf, an der linken mit Sicherheit gar nur vier Ventralbronchien nachweisen, es würde also hier die rechte Lunge in den unteren Bezirken stärkere Entwickelung zeigen als die linke und sich mithin gerade entgegengesetzt verhalten wie alle übrigen Lungen. Zu diesem scheinbaren Ausnahmsfalle wäre wohl zu erwähnen, dass die linke Scheitelknospe des Stammbronchus in Uebereinstimmung mit den anderen Lungen doch tiefer nach abwärts reicht als die rechte, und dass wegen der oben erwähnten Erweiterung der einzelnen Zweigchen und Knospen die Orientirung ungemein erschwert ist und die Deutung der Querschnittsbilder am Ende des Stammbronchus kaum mit Sicherheit erfolgen kann. Ich möchte daher dieses Untersuchungsergebniss mit aller Reserve aufnehmen. Die Zahl der am Stammbronchus vorkommenden Seitenzweige erläutert die folgende Uebersicht:

	Ventralbronchien		Stammbronchusstrecke	Nebenbronchien:			
				Ventrale		Dorsale	
	Rechts	Links		Rechts	Links	Rechts	Links
Lunge No. 45	5	4 (?)	Bif.—V_1	1 — *(vm)* = *I*	0	1 — *(dl)* = *ap* = d_1	0
			V_1—V_2	0	0	1 — *(d)* = d_2	1 — *(d)* = d_2
			V_2—V_3	1 — *(vm)*	1 — *(v)*	0	1 — *(d)* = d_3
			V_3—V_4	1 — *(vm)*	2 — *(m* u. *m)*	1 — *(d)* = d_3	1 — *(dl)* = d_4
			V_4—V_5	?	?	1 — *(d)* = d_4	?

Embryo No. 45 scheint nahe dem Ende des uterinen Lebensabschnittes zu sein, vielleicht sogar kurz vor der Geburt zu stehen, da das nächst ältere Object nur um Weniges grösser erscheint und bereits geboren wurde.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

B. Die Lunge des Beuteljungen.

Wir haben nun einen neuen Abschnitt in der Entwickelung der *Echidna*-Lunge zu besprechen, welcher sich während und nach der Geburt vollzieht und der in der Säugethierreihe seines Gleichen sucht. Man denke nur an die höchst auffällige Thatsache, dass zwar bis zur Geburt des Thieres alle Seitenäste des Stammbronchus entwickelt sind, dass aber die weitere Verzweigung dieser noch nicht zum Abschluss gebracht wurde und dass endlich die Bildung von definitiven Alveolen noch gar nicht begonnen hat! Das Junge wird also im wahrsten Sinne des Wortes mit einer embryonalen, noch lange nicht fertig entwickelten Lunge geboren und ist gezwungen, mit dieser zu athmen. In welcher Weise sich die Natur dieser Aufgabe entledigt hat, dafür bieten die jüngsten Stadien von Beuteljungen No. 46 und 47 Belege. Die Bilder, die man hier zu Gesicht bekommt, lassen eine gewisse Aehnlichkeit der *Echidna*-Lunge mit Reptilienlungen nicht verkennen, und erst bei genauerer Untersuchung wird man gewahr, was vorgegangen ist, um das bekannte Bild der embryonalen Lunge fast ganz zu verwischen. Alle Hohlräume der epithelialen Lungenanlage haben eine ganz aussergewöhnliche Erweiterung erfahren, mit Ausnahme der Wurzelstücke der gröbsten Bronchien. Die Lungen sehen aus, als ob sie von der Trachea aus ad maximum aufgeblasen worden wären; es macht ganz den Eindruck, als ob dadurch ein hochgradiges Emphysem erzeugt worden wäre, wenn es gestattet ist, diesen Ausdruck zu gebrauchen. Leider sind die beiden untersuchten Lungen so mangelhaft conservirt, dass man nur an wenigen Stellen den feineren Bau derselben näher studiren kann. Am besten erhalten und am wenigsten zerdrückt ist noch der infracardiale Lappen von Lunge No. 47, und ich gebe davon auf Taf. XXII, Fig. 7 die genaue Abbildung eines Schnittes, der gerade den infracardialen Bronchus der Länge nach trifft. Der linke Antheil des Lappens scheint ganz die natürliche Form behalten zu haben, der rechte hingegen ist in der Richtung des antero-posterioren Durchmessers etwas zusammengequetscht. Beim Studium der Schnittbilder kommt man zu folgendem Resultate.

Indem sich zwei benachbarte Bronchialästchen oder Knospen ausdehnten, reducirten sie die zwischenliegende Mesodermschicht bis auf eine ganz dünne Scheidewand, die am Querschnitte als schmaler, langer Sporn frei ins Lumen des erweiterten Mutterstammes hineinzuragen scheint. Die Wand eines solchen Hauptstammes ist siebförmig durchlöchert, es reiht sich eine grosse Lücke dicht an die andere, und jede entspricht dem Abgange eines Seitenastes. Von der Bronchuswand bleibt auf diese Weise nur ein zartes Netzwerk in Röhrenform zurück. Seitenästchen und deren Knospen dehnen sich oft so aus, dass sie sich gegenseitig abplatten und grosse oft polygonale Lufträume erzeugen, die gegen den Hauptbronchus weit offen stehen und wie Nischen desselben aussehen.

Die Stammbronchien und die Wurzelstücke der gröbsten Seitenbronchien besitzen noch ihr Cylinderepithel, welches jedoch weniger geschichtet und auch weniger hoch ist als früher. Gegen die periphere Verzweigung zu wird die Epithellage eine einschichtige, die Zellhöhe eine geringere. Es geht so das Cylinderepithel in ein cubisches über, aber auch dieses wird noch niedriger, und es kleidet schliesslich eine dünne, einfache Schicht von glatten Zellen alle Lufträume aus. Genaueres über diese Art von Epithel auszusagen, ist wegen der schlechten Conservirung nicht möglich.

Die Lunge des neugeborenen Beuteljungen besitzt bereits voluminöse Flügel, welche das Herz seitlich umgreifen. Die Zahl der Ventralbronchien vermehrte sich nicht, da ich z. B. an der Lunge von No. 46 nur fünf solche nachweisen konnte. Dagegen haben sich allenthalben die einzelnen Bronchien reichlich mit Seitenästchen versehen.

Die Gefässverhältnisse beim Beuteljungen erfuhren keine weitere Veränderung, weder rücksichtlich der Arterien noch rücksichtlich der Venen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zwischen den Lungen der Embryonen No. 46 und No. 47 besteht kein wesentlicher Unterschied. Letztere hat allerdings an Volumen zugenommen und ist in den Seitenbronchien noch etwas reichlicher verzweigt, zeigt aber sonst alle Eigenthümlichkeiten der ersteren.

Aeltere Beuteljunge habe ich nicht untersucht, und ich muss daher hier gleich die Beschreibung der erwachsenen *Echidna*-Lunge anfügen.

C. Die Lunge des erwachsenen Thieres.

Von Lungen erwachsener Thiere konnte ich mir im Ganzen 5 Exemplare verschaffen. 3 davon untersuchte ich näher in Bezug auf ihren Bronchialbaum. Es wurden zu dem Zwecke bei ihnen die Bronchien und die Arterien, bei einer (Taf. XXII, Fig. 11 und 12) auch die Venen mit verschieden gefärbter Celloidinmasse injicirt und hernach in concentrirter Salzsäure corrodirt.

Eine der Lungen, die auf Taf. XXII in den Figg. 8, 9 und 10 dargestellt ist, war ganz besonders gut erhalten und zeigte auch, da ich sie in situ conservirt bekam, tadellos die natürlichen Formen. Sie soll daher im Folgenden des Näheren beschrieben werden.

Entfernt man das Herz aus seiner Nische, so kann man alle Theile der Lungenoberfläche genau überblicken. Die ursprüngliche lateral ausgerichteten Lungenflügel haben sich stark nach vorn gekrümmt und das Herz von beiden Seiten umgriffen, rechts in grösserem Umfange, links in geringerem Maasse. Es kam auf diese Weise ein Wachsthumsprocess zum Abschluss, dessen Anfänge ins embryonale Leben zurückgreifen. Die ursprüngliche Form der Lunge erlitt mehrfache Veränderungen, und es fand eine gewisse Verschiebung der beiden embryonalen Lungenflächen, der dorsalen und der ventralen statt. Die erstere ist stark gewölbt, schmiegt sich der inneren Thoraxwand innig an und stellt die äussere Mantelfläche des Lungenkörpers dar (costale Fläche). Sie sieht zum grössten Theile lateralwärts, mit kleinen Antheilen dorsal- und ventralwärts.

Viel bedeutender erscheinen die Veränderungen an der ventralen Lungenfläche durch Anpassung an den Herzbeutel und das Zwerchfell. In die laterale Nische zwischen beiden schiebt sich rechts ein scharfkantiger, links ein mehr abgerundeter Lungenkörper ein, der dem Gebiete des 1. ventralen Bronchus angehört. Durch diese Leiste wird die frühere ventrale Lungenfläche in zwei über einander liegende Flächen getheilt, wovon die eine nach innen und oben sieht und sich dem Herzen anpasst (cardiale Fläche), die andere hingegen nach innen und unten frei dem Zwerchfelle anliegt (diaphragmale Fläche). Beide Flächen sind flach-muldenförmig vertieft. Die erstere gehört dem Obergeschosse an, die zweite diesem und dem Lungenstamme. Innere und äussere Oberfläche der erwachsenen Lunge stossen scharfkantig zusammen und bilden den „Zwerchfellrand", der aus dem lateralen Rande der embryonalen Lunge allmählich hervorgeht. Hinten biegt die äussere Fläche mit schärferer Krümmung (hinterer Lungenrand der Autoren) ventral ab und geht gegen den Hilus zu allmählich in die mediale Lungenoberfläche über; nur ganz unten, gegen das Ligamentum pulmonale hin, ist die Grenze zwischen beiden Flächen eine deutlichere und springt als schärfere Kante medial vor. Der Zwerchfellrand geht um den unteren Lungenpol herum unmittelbar in diese Kante über, rechts mehr stumpfwinklig, links mit scharfer Ecke.

Die Asymmetrie zwischen rechtem und linkem Lungenflügel, die sich schon in der ersten Anlage zeigte, bleibt dauernd erhalten. Die rechte Lunge ist auch beim erwachsenen Thiere bei weitem umfangreicher als die linke; sie begnügt sich nicht mit der rechten Thoraxhälfte, sondern occupirt noch ein gutes

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stück der linken und ragt dort mit Antheilen des ersten Stockwerkes hinein. Sie zeichnet sich auch dadurch aus, dass sich einzelne Theile als scharf umschriebene Lappen eine gewisse Sonderstellung erworben haben, während das bei der einförmigen linken Lunge nicht der Fall ist. Diese entbehrt jedweder äusserlich sichtbarer Scheidung der einzelnen Bronchialterritorien. Besonders auffällig tritt rechts die Zone des ersten ventralen und des infracardialen Bronchus hervor. Sie bilden vollständig freie dreikantige Lappen von constanter Form. Beim ventralen Lappen unterscheidet man 5 verschiedene Flächen: eine äussere (costale), eine untere vordere (diaphragmale), eine untere hintere (interventrale), eine innere (cardiale) und eine ganz kleine hintere (apicale) Fläche. Die beiden letzten, sowie die interventrale und diaphragmale gehen ohne schärfere Abknickung in einander über. Eine Kante springt hingegen vor zwischen cardialer und costaler Fläche (cardiale Kante), zwischen cardialer und ventro-diaphragmaler Fläche (infracardiale Kante), zwischen dieser und der costalen Fläche (diaphragmale Kante) und endlich die kleinste zwischen costaler und apicaler Fläche (apicale Kante). Die drei zuerst genannten Kanten laufen nach vorne in eine scharfe Ecke aus, die den vorderen (ventralen) Lungenpol trägt.

Eine ähnliche Form weist der vollständig freie infracardiale Lappen auf. Auch an ihm kann man drei Hauptflächen und Kanten unterscheiden. Die untere Fläche sieht gegen das Zwerchfell (diaphragmale), die obere gegen das Herz (cardiale) und die hintere gegen die linke Lunge (pulmonale Fläche). Die Kanten laufen links in eine scharfe Ecke aus, welche die linke Thoraxwand berührt. Der Lappen tritt zwischen Oesophagus und Vena cava inferior in den geräumigen infracardialen Raum ein und besitzt für die Vena cava an seiner rechten Seite eine scharf ausgeprägte Furche (Cavafurche). Der dritte Bestandtheil des Obergeschosses, der dorsale oder apicale Antheil, tritt, was Grösse anlangt, gegenüber den beiden genannten ganz in den Hintergrund. Er stellt einen schmalen, nach aufwärts strebenden kürzeren Fortsatz dar, der aus den dorsalen Gebieten des Lungenstammes hinter dem Ventrallappen nach aufwärts strebt und die Lungenspitze trägt. Diese überragt nur wenig das Niveau des vorderen (ventralen) Poles.

Der Lungenstamm mit dem apicalen Fortsatze bildet einen fast rechtwinkligen Ausschnitt zur Aufnahme des Ventrallappens. Der eigentliche Lungenstamm (im Sinne Aeby's) ist ungetheilt und besitzt an seiner inneren Seite eine Nische zur Aufnahme der Vena cava. Gewöhnlich ist der Antheil, der ventral von der Vena zu liegen kommt, durch einen kleinen Spalt ein wenig abgetrennt vom Massiv des Lungenkörpers.

Die linke Lunge steht der rechten, wie schon oben erwähnt, an Grösse bedeutend nach und baut sich viel einfacher auf als diese. Das Obergeschoss nimmt keine Ausnahmsstellung ein, sondern passt sich den übrigen Stockwerken im Allgemeinen an und bleibt auch mit ihnen in einem unmittelbaren Zusammenhange. Auf diese Weise finden wir keine weitere äussere Differenzirung der Lungensubstanz.

An der Lunge unterscheidet man wie rechts einen oberen (cranialen), unteren (caudalen) und vorderen (ventralen) Lungenpol, welch letzterer stark gerundet vorspringt. Man spricht von einer äusseren Mantelfläche, die der Thoraxwand anliegt (costale Fläche), und einer inneren Fläche, welche sich in drei verschiedene Felder theilt; das oberste concave berührt das Herz (cardiale), das untere, ebenfalls concave schmiegt sich dem Zwerchfell an (diaphragmale) und das zwischen beiden gelegene kleinste mit dreieckigen Umrissen bietet dem infracardialen Lappen der anderen Seite sich zur Berührung dar (infracardiale Fläche).

Gehen wir nun auf die Gestaltung des Bronchialbaumes selbst über; so wäre zunächst von der Trachea zu erwähnen, dass sie sich durch eine ziemlich bedeutende Länge auszeichnet und dass ihre Knorpelringe cranial fast vollständig geschlossen sind, caudal gegen die Bifurcation jedoch sich hinten immer mehr öffnen. Auf diese Weise wird die sonst sehr schmale Pars membranacea allmählich breiter und die Trachea geräumiger. Hierauf theilt sich die Luftröhre unter spitzem Winkel (ca. 30°) in die beiden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stammbronchien, von denen der rechte den linken an Stärke übertrifft. Sie durchziehen die ganze Lunge excentrisch nahe ihrem „hinteren" Rande, convergiren nach abwärts zu und bringen so die unteren (caudalen) Lungenpole, in denen sie enden, ziemlich nahe an einander. Es sitzen diesen Hauptstämmen des Bronchialbaumes, übersichtlich geordnet, folgende Seitenäste auf (nach zwei Celloidincorrosionspräparaten):

Lunge No.	Ventralbronchien		Stammbronchusstrecke	Nebenbronchien:			
				Ventrale		Dorsale	
	Rechts	Links		Rechts	Links	Rechts	Links
1	5	5 (6?)	Bif.—V_1	1 — *(vm)* = *Infr.* in gleicher Höhe mit V_1	0	0	0
			V_1—V_2	0	0	1 — *(dl)* = d_1 dicht unter V_1; 1 — *(dm)* } d_2	1 — *(dl)* = d_2
			V_2—V_3	1 — *(vm)*	1 — *(vm)*	1 — *(dl)* } d_2; 1 — *(dm)* = d_3	1 — *(d)* = d_3
			V_3—V_4	2 — *(vm* u. *m* [in der Höhe von V_4])	1 — *(v)*	2 — *(d* u. *dl)* = d_4	2 — *(d* u. *dm)* = d_4
			V_4—V_5	1 — *(v)*	1 — *(vm)*	1 — *(dm)* = d_5	1 — *(d)* = d_5
2	5	5	Bif.—V_1	1 — *(vm)* = *Infr.* eine Spur höher als V_1	0	1 — *(dl)* = d_1 in der Höhe von Bronch. infr.	0
			V_1—V_2	0	0	1 — *(d)* = d_2	1 — *(dl)* = d_2
			V_2—V_3	1 — *(vm)*	0	2 — *(dm* u. *dl)* = d_3	1 — *(d)* = d_3 in der Höhe von V_3
			V_3—V_4	1 — *(vm)*	1 — *(vm)*	2 — *(d* u. *dl)* = d_4	2 — *(d* u. *m)* = d_4
			V_4—V_5	?	?	?	?

Von ventralen Bronchien sind am Bronchialbaume mit Sicherheit nur 5 nachzuweisen, aber auch von diesen spielen nur die ersten 3 eine hervorragende Rolle am Aufbau der Lunge. Besonders markant tritt der erste des rechten Lungenflügels hervor. Er verlässt den Hauptstamm ventro-medial und lenkt im Bogen nach vorn ab, um im vorderen (ventralen) Lungenpole sein Ende zu erreichen. Der gleiche Ast der linken Lunge hat eine mehr laterale Abgangsrichtung und ist kleiner. Während nun die beiden eben genannten Bronchien wenig gegen die Horizontalebene geneigt sind, wird die Neigung der tieferen ventralen Aeste eine immer grössere, so dass die letzten direct nach abwärts steigen. Es beruht das nicht etwa auf einem Spitzerwerden des Abgangswinkels, sondern geht aus der Krümmung und Convergenz der Stammbronchien hervor. Die Entfernungen zwischen den einzelnen Ventralbronchien am Hauptstamme sind verschieden gross und ändern sich auch bei den einzelnen Lungen, weshalb ich genauere Messungen ganz unterlassen habe. Je tiefer man in den einzelnen Stockwerken nach abwärts steigt, desto mehr herrscht die laterale Abgangsrichtung vor, so dass endlich die tiefsten Bronchien rein lateral ausgerichtet sind. Vergleicht man in dieser Beziehung die Verhältnisse der erwachsenen Lunge mit denen der embryonalen, so ergiebt sich, dass die Ventralbronchien, die ursprünglich rein lateral ausgerichtet waren, allmählich sich nach vorn abbiegen, und dass ihre Ansatzstellen am Stammbronchus gleichfalls weiter ventral vorrücken. Diese beiden Erscheinungen sind am auffälligsten beim ersten Ventralbronchus und nehmen von da an nach abwärts gradatim ab, so dass die untersten Bronchien noch die ursprünglichen Verhältnisse darbieten. Die Enden aller Ventralbronchien streben gegen den Zwerchfellrand der Lunge.

Die „dorsalen" Bronchien nehmen noch immer die untergeordnete Stellung ein, die sie bei der embryonalen Lunge besassen. Sie stellen kleine, kurze Stämmchen dar mit dorso-lateraler, dorsaler und dorso-medialer Abgangsrichtung und sitzen meist etwas höher als der zugehörige Ventralbronchus am Stammbronchus. Der grösste und wichtigste von allen ist der erste der rechten Reihe. Er entspringt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

latero-dorsal dicht angeschlossen an den ersten Ventralbronchus, entweder in gleicher Höhe mit diesem oder eine Spur höher oder sogar etwas tiefer als er und eilt zur Lungenspitze. Er wäre nach Aeby der „eparterielle" Bronchus, ich bezeichne ihn als apicalen Bronchus. Er bildet das Gerippe des oben erwähnten apicalen Fortsatzes des Lungenstammes und steht dem ersten ventralen Bronchus weit an Grösse nach. Auf der linken Seite findet sich kein derartiger Bronchus des Obergeschosses am Stammbronchus. Dafür kommt ein ganz ähnlicher am ersten Ventralbronchus vor. Er entspringt vom Wurzelstücke dieses Astes als erstes Seitenästchen ungefähr latero-dorsal, biegt nach oben um und endet in der Lungenspitze (Apicalbronchus). Der erste „dorsale" Bronchus der linken Reihe gehört bereits dem zweiten Stockwerke der Lunge an (= D_2).

Von den ventralen Nebenbronchien übertrifft alle bei weitem an Grösse der infracardiale Bronchus. Er ist dem rechten Obergeschosse eigenthümlich, fehlt hingegen ganz dem linken. Den Stammbronchus verlässt er ventro-medial, gleich hoch oder etwas höher als der erste Ventralbronchus. Anfangs steigt er steil ab, wendet sich aber alsbald weniger steil nach links unten und vorn, durchzieht der Länge nach den ganzen infracardialen Lappen und endet in der Spitze desselben. Die Seitenästchen stehen in Reihen und werden gegen die drei Kanten des Lappens entsendet. Die übrigen ventralen Nebenbronchien sind an Zahl und Grösse unbedeutend, ihre Vertheilung und Richtung ist aus der Tabelle ersichtlich.

Bei der erwachsenen Lunge von *Echidna* steht das Herz noch immer relativ ziemlich hoch. Es liegt in einer becherförmigen Mulde, die von den „cardialen" Flächen des rechten und linken Obergeschosses und des infracardialen Lappens begrenzt wird. Der Hauptstamm der Arteria pulmonalis erscheint ziemlich kurz, seine Theilungsstrecke liegt tiefer als beim Embryo, aber immer noch oberhalb der Bifurcation der Trachea links von der Mittelebene. Unter spitzem Winkel erfolgt die Theilung in die beiden Pulmonalisäste, die, einen kleinen seichten Bogen dorsalwärts beschreibend, sich steil in den Lungenkörper senken. Die rechte Arterie muss vorher an der ventralen Seite der Trachea schräg nach rechts und unten steigen, erreicht dann, die ursprüngliche Richtung fortsetzend, das Wurzelstück des rechten Stammbronchus ventro-lateral und tritt in dem Winkel zwischen Apical- und Ventralbronchus in das Obergeschoss der Lunge ein, hier genau lateral vom Stammbronchus. Die linke Pulmonalis hat einen noch steileren Verlauf und erinnert fast ganz an die embryonalen Verhältnisse. Durch die schwache dorsale Krümmung gelangt sie schon dicht unter der Bifurcation der Luftröhre an die laterale Seite ihres Stammbronchus und begiebt sich so mit ihm in den Lungenflügel. Im Geäste des Bronchialbaumes verlaufen die beiden Pulmonalarterien so, dass sie zwischen der Reihe der dorsalen und der ventralen Bronchien hindurchziehen und die Stammbronchien bis zum unteren Lungenpol begleiten. Sie nehmen dabei anfangs eine laterale, dann eine latero-dorsale und endlich eine fast dorsale Lage ein.

Ausnahmen von dieser Regel scheinen ziemlich häufig vorzukommen. So beobachtete ich bei zwei Lungen, dass die rechte Pulmonalis, nachdem sie das Wurzelstück des vierten Ventralbronchus hinten überkreuzt, sich mehr nach vorn wandte, die Abgangsstelle des fünften Ventralbronchus ventral deckte und schliesslich rein ventral vom letzten Stücke des Stammbronchus gelegen war (Fig. 11 u. 12 auf Taf. XXII). Bei einer dritten Lunge fand ich genau dasselbe auf der linken Seite. In diesen drei Fällen verliess also der fünfte Ventralbronchus hinter der Arterie den Stammbronchus, ohne seine typische Stellung im Bronchialbaum irgendwie geändert zu haben.

Die beiden Pulmonalarterien sind auf eine lange Strecke hin ganz astlos, was wieder an embryonale Verhältnisse erinnert. Rechts beträgt die astlose Anfangsstrecke ein Drittel der Gesammtlänge, links noch etwas mehr. Die Seitenzweigchen der Arteria pulmonalis schmiegen sich den einzelnen Zweigen des Bronchialbaumes an. Die ventralen Bronchien beziehen je einen Hauptast, der an ihrer äusseren convexen Seite verläuft. Nur dort, wo der Stamm der Pulmonalis ventral vom Stammbronchus gelagert ist, findet

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man die Arterien an der inneren concaven Seite des Ventralbronchus. Hie und da kommt noch eine zweite oder dritte schwache Nebenarterie vor für einzelne Seitenzweige des ventralen Bronchus. Viel weniger Regelmässigkeit zeigen die Arterien der dorsalen Bronchien. Es können bis vier kleine Arterien einem solchen Bronchus zugehören, und es kommt auch der Fall vor, dass zwei Bronchien eine Arterie beziehen. Die ventralen Nebenbronchien erhalten Arterienzweigchen, die den Stammbronchus ventral überkreuzen. Besonders hervorzuheben wären die Verhältnisse im Obergeschosse. Wir finden rechts eine ventrale, eine bis drei dorsale und eine infracardiale Arterie. Ventral- und Dorsalarterie entspringen nahe an einander und können sogar gemeinschaftlichen Ursprung besitzen. Bezüglich der infracardialen Arterie lassen sich die zwei Typen constatiren, die auch sonst bei den Säugern allgemein vorkommen. Das Häufigere ist, dass die infracardiale Arterie vor der Ueberkreuzung der Pulmonalis mit dem ersten ventralen Bronchus als erster Ast aus der Arteria pulmonalis entspringt, und vor dem Stammbronchus medial vom Ventralbronchus direct nach abwärts steigt. Seltener (einmal beobachtet) entspringt die Arterie nach der Ueberkreuzung des ersten Ventralbronchus als tieferer Ast aus der Pulmonalis und quert dann so wie die übrigen Arterien der ventralen Nebenbronchien ventral den Stammbronchus, um an ihren Bronchus zu gelangen. Hier trifft man sie eng angeschlossen an das Hauptstämmchen zwischen den Reihen der vorderen und der unteren hinteren Seitenästchen. Im linken Obergeschosse haben die Ventralarterie und die viel schwächere Apicalarterie gemeinsamen Ursprung.

Die venösen Blutgefässe wieder haben im Allgemeinen die Astfolge der Arterien, sind aber noch weniger regelmässig angeordnet als diese und erlauben sich einige Freiheiten. Das Blut sammelt sich in einem kurzen, direct nach aufwärts strebenden Aste, der in den linken Vorhof an seiner tiefsten Stelle einmündet. Dieser gemeinsame Stamm setzt sich aus den beiden Stammvenen zusammen. Die Vereinigung erfolgt im Oeffnungswinkel der Trachea, ventro-medial vom Wurzelstücke des linken Stammbronchus. Verfolgen wir die beiden Stammvenen stromaufwärts, so treten sie unter spitzem Winkel auseinander, biegen nur ganz wenig dorsal ab und legen sich an die mediale Seite der Stammbronchien. Die rechte Stammvene muss, um dem vor ihr vorüberziehenden infracardialen Bronchus auszuweichen, eine kleine Biegung nach rückwärts machen. Die beiden Venen nehmen in den tieferen Stockwerken eine mehr ventro-mediale Lage ein und können ganz unten fast ventral werden. Ausnahmen kommen auch hier vor. So finden wir bei der Lunge, die auf Taf. XXII in Fig. 11 und 12 abgebildet ist, und bei der rechts unten die Arterie ventral vom Stammbronchus angetroffen wurde, die Stammvene dorsal davon, also gerade entgegengesetzt dem normalen Verhalten. Die Stammvene liegt immer gegenüber der Stammarterie und verläuft zwischen der Reihe der dorsalen und der ventralen Nebenbronchien.

Von den Seitenästen der Stammvenen nehmen die „ventralen" eine hervorragendere Stelle ein. Sie kreuzen schräg nach aussen absteigend den Stammbronchus ventral und schmiegen sich meistens der concaven, inneren Seite der Ventralbronchien an. Es hat nicht so typisch wie bei den Arterien jeder Bronchus seinen eigenen isolirten Ast, sondern es können auch zwei ventrale Venen sich zu einem einzigen Stämmchen vereinigen. Letzteres scheint häufig vorzukommen (vgl. Taf. XXII, Fig. 11 u. 12, bei welcher Lunge rechts Vene V_1 und V_2, links V_2 und V_3 gemeinsamen Ursprung zeigen). Die dorsalen Venen sind kurze, von rückwärts medial vom Stammbronchus kommende Aestchen. Die infracardiale Vene mündet dicht unter der Vereinigungsstelle der beiden Stammvenen als letzter Ast in die rechte ein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

II. Allgemeiner Theil.

Nachdem wir im vorigen Abschnitte die einzelnen Entwickelungsstufen der *Echidna*-Lunge skizzirt haben, wollen wir nun auf die allgemeinen Schlüsse, die sich daraus ableiten lassen, näher eingehen und die gewonnenen Resultate mit den Aeby'schen Angaben vergleichen.

Die erste Anlage der *Echidna*-Lunge scheint im Wesentlichen dieselbe zu sein wie bei allen bis jetzt untersuchten Placentaliern; im weiteren Verlaufe der Entwickelung ergeben sich aber einige bemerkenswerthe Unterschiede, die gleich des Näheren besprochen werden sollen.

Die *Echidna*-Lunge macht bis zu ihrer definitiven Gestaltung vier Perioden der Entwickelung durch. In die erste Periode fällt die Bildung der beiden primitiven Lungensäckchen. Mir standen leider Lungen aus dieser Zeit nicht zur Verfügung; doch giebt das in der Entwickelung nur wenig weiter vorgeschrittene jüngste Stadium der nächsten Periode hinlängliche Aufschlüsse über die Form der primitiven Lunge. Wir haben uns dieselben vorzustellen als zwei weite und dazu dickwandige Säckchen, deren Grösse ganz auffallend ist, da sie an Mächtigkeit die primitiven Lungen vom Kaninchen oder Meerschweinchen nicht nur relativ, sondern auch absolut übertreffen. Schon jetzt macht sich eine bedeutende Asymmetrie der beiden Lungenflügel bemerkbar, die vor der Hand nur darin besteht, dass das Volumen des rechten Lungensäckchens grösser ist als das des linken.

In der zweiten Periode, die bis zur Geburt reicht, wird das ganze gröbere Geäste des Bronchialbaumes geschaffen, es formirt sich der Stammbronchus mit seinen Seitenzweigen. Rechts werden bis fünf, links bis sieben Ventralbronchien gebildet nebst den entsprechenden ventralen und dorsalen Nebenbronchien, so dass am Ende der zweiten Periode, das ist zur Zeit der Geburt, der Stammbronchus bereits alle Aeste besitzt, die er überhaupt jemals bekommt. Die Astfolge ist eine monopodische und richtet sich nach bestimmten Gesetzen. Alle Seitenzweige des Stammbronchus entstehen direct oder indirect aus seiner Scheitelknospe; das einmal gebildete Stammbronchusrohr hingegen hat nicht mehr die Fähigkeit, neue Triebe anzusetzen.

Mit dem Auftreten der Verästelungen der Stammbronchien steigert sich der Grad der Asymmetrie zwischen den beiden Lungenflügeln. In ganz besonderem Maasse ist hierbei das excessive Wachsthum des rechten Obergeschosses betheiligt. Anfangs hat die rechte Lunge in jeder Beziehung das Uebergewicht über die linke. Mit der weiteren Entfaltung des Bronchialbaumes ändert sich jedoch dieses Verhältniss in den unteren Lungenbezirken, und wir sehen bei älteren Embryonen das Ende des linken Stammbronchus reichlicher verzweigt als das des rechten. Diese Erscheinung steht nicht vereinzelt da. Schon His [1]) hat bei der Untersuchung menschlicher Embryonen die Beobachtung gemacht, dass bei gewissen Stadien die linke Lunge der rechten vorausgeeilt sei. Auch ich traf bei meinen vergleichend-entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen nicht selten auf analoge Funde.

Man sollte nun meinen, dass mit der immer mehr zunehmenden Verzweigung der Stammbronchus nicht nur länger, sondern auch dicker würde; merkwürdigerweise findet man im Anfange der zweiten Periode, gerade das Gegentheil davon. Man vergleiche nur den Bronchialbaum der Lungen 40, 41 und 42,

1) Zur Entwickelungsgeschichte der Lungen beim menschlichen Embryo. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatom. Abtheilung, Heft II, Leipzig 1887, p. 89.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

um sich zu überzeugen, dass mit dem Fortschreiten seines Längenwachsthums eine absolute Verschmälerung des Stammbronchus eintritt, ähnlich wie bei einem elastischen Rohre, das man in die Länge zieht. Gegen das Ende der zweiten Periode findet wieder ein Wechsel im Caliber statt. Der Stammbronchus erfährt eine Erweiterung seines Lumens, aber nicht er allein, sondern auch alle seine Seitenäste mit ihren Knospen.

Die Lunge sieht kurz vor der Geburt noch ziemlich unvollendet aus. Es sind zwar alle Stockwerke angelegt, aber die einzelnen Bronchien besitzen nur kurze, kolbige Seitenzweigchen oder Knospen, hingegen keine Spur von Alveolen. Mit dieser noch ganz embryonalen Lunge wird das Thier geboren.

Die Lunge tritt jetzt in die dritte Periode ihrer Entwickelung ein und nimmt plötzlich einen ganz anderen Charakter an. Um die für die Athmung nothwendige Oberfläche aufzubringen, scheint beim ersten Athemzuge eine ganz gewaltige Aufblähung der Lunge einzutreten. Aus den verschiedenen End- und Seitenknospen, sowie kleinen Seitenbronchien werden geräumige, zellenartige Lufträume, die jetzt die Stelle von Alveolen versehen müssen. Die Lungen besitzen nun ein sehr lockeres, schwammiges Gefüge und lassen bei oberflächlicher Betrachtung eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Reptilienlunge nicht verkennen. Ich sage ausdrücklich „bei oberflächlicher Betrachtung", da man bei einer genaueren Untersuchung sich nicht verhehlen kann, dass doch wesentliche Unterschiede zwischen der Reptilienlunge und der *Echidna*-Lunge bestehen. Bloss Eines ist beiden gemeinsam, nämlich die weiten Lufträume, die man bei den Lungen von Placentaliern bis jetzt noch nicht gefunden hat. Aber auch diese Räume sind bei *Echidna* ganz anders gebaut und entstehen auch auf ganz andere Weise als bei den Reptilien, so dass die Aehnlichkeit als eine nur äusserliche und zufällige aufzufassen ist. Der Grund für den merkwürdigen Entwickelungsgang, den die *Echidna*-Lunge durchmacht, liegt in ganz bestimmten Lebensverhältnissen der Art, nämlich in der kurzen Dauer des uterinen Lebens. Die Zeit desselben reicht nicht aus, um die typische Säugerlunge mit ihrem ästigen Bronchialbaume und den vielen Alveolen vollständig auszubilden. Die Natur wird beim Baue der Lungen gewissermaassen mitten in der Arbeit durch die Geburt überrascht und hilft sich durch Erweiterung der vorhandenen Lungenräume, um für die Species die zur Athmung nothwendige Oberfläche herzustellen. Die Erweiterung geschieht nicht auf einmal bei der Geburt, sondern wird, wie wir constatiren konnten, schon etwas vor derselben eingeleitet. Gewiss wäre es sehr interessant, zu erfahren, wie lange eigentlich die Trächtigkeit bei *Echidna* dauert, ich konnte aber diesbezüglich keine Daten finden. Nach der Grösse und Form unserer Beuteljungen zu schliessen, scheint sie sehr kurz zu sein.

Es liegen Untersuchungen von Selenka [1]) vor, welche zeigen, dass beim Opossum ein ganz ähnlicher Entwickelungsvorgang der Lunge stattfindet, leider sind die betreffenden Angaben unvollständig. Nach Selenka dauert bei *Didelphys virginiana* die Trächtigkeit nur $7\,^5/_6$ Tag. Die Anlage der Lungenflügel erfolgt am 5. Tage. Die Zeit von 3 Tagen ist zu kurz, um die Lungenentwickelung bis zur Bildung von Alveolen zum Abschlusse zu bringen. Es werden daher nur „einige Dutzend geräumiger Luftkammern als provisorischer Athemapparat" ausgebildet, und die Jungen werden mit zwei weiten Lungensäcken geboren. Wie nun diese „Luftkammern" entstehen, darüber wird uns leider nichts Näheres angegeben. Selenka meint ferner, dass bei dieser sonderbaren Entwickelungsgeschichte der Opossum-Lunge auch Vererbungen mit im Spiele sind, denn die Lunge des Neugeborenen besitzt ganz die Gestalt der Reptilienlunge. Ich kann nach meinen Untersuchungen der Ansicht Selenka's nicht beipflichten. Die Bildung des Bronchialbaumes erfolgt bei *Echidna* genau nach denselben Gesetzen wie bei den übrigen Säugern, und das fertige Product, die Lunge des erwachsenen Thieres, unterscheidet sich im Wesentlichen nicht von der Lunge der Placentalier. Die „Erweiterung" bildet nur eine Episode in dem sonst einheitlichen Entwickelungsgange der

1) Selenka, Studien über die Entwickelungsgeschichte der Thiere. Heft IV das Opossum, *Didelphys virginiana*. Wiesbaden 1887.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lunge und beruht auf einer secundären Anpassung an äussere Verhältnisse der Art, ich mag darin nach den oben gegebenen Erläuterungen nichts „Reptilienartiges" erkennen und ich glaube, man darf daraus keine Schlüsse auf die Phylogenese der Säugerlunge ziehen. Anders steht es, wenn man die Form der *Echidna*-Lunge während der ersten Entwickelungsperiode in Betracht zieht. Hier könnten die grossen, weiten Lungensäckchen wohl den Gedanken an eine gewisse Reptilienähnlichkeit aufkommen lassen.

Durch weitere Untersuchungen wäre nun festzustellen, ob der merkwürdige Entwickelungsgang der Lunge, der nun für je einen Vertreter der Monotremen und der Marsupialier nachgewiesen wurde, wie ich vermuthe, auch allen übrigen Aplacentaliern zukommt.

In der vierten und letzten Periode der Entwickelung vollzieht sich die Umwandlung der „aufgeblähten" Lunge in die definitive Form, ein Vorgang, der sich höchst wahrscheinlich ganz im Beutel abspielt. Selenka meint, dass sich beim Opossum die Luftkammern erst später „während des Aufenthaltes im Beutel durch hervorwachsende Scheidewände zu einem reich entfalteten Lungenbaume umbilden". An den Beuteljungen, die mir zur Verfügung standen, konnte ich nicht ein derartiges Hervorwachsen von Scheidewänden aus der Wand der „Lufträume" constatiren. Es schien mir immer, als ob sich die Weiterentwickelung der Lungen nach denselben Gesetzen vollzöge, wie im embryonalen Leben, und das ist ja a priori das Wahrscheinlichste. Durch relative Wachsthumsverschiebungen kann sich aus der aufgeblähten Lunge leicht der definitive Bronchialbaum entwickeln, der sich von dem anderer Säuger in den wesentlichen Punkten gar nicht unterscheidet.

Wenn wir nun auf die Architektonik des Bronchialbaumes der *Echidna*-Lunge näher eingehen, so drängt sich uns sofort die Frage auf, wie sich die von uns gefundenen Thatsachen zur Aeby'schen Theorie vom Aufbaue der Lungen im Allgemeinen stellen.

Greifen wir gleich den Cardinalpunkt der Aeby'schen Theorie heraus: „Verlauf der Arteria pulmonalis und ihr bestimmender Einfluss auf die Gestaltung des Bronchialbaumes." Besteht wirklich eine solche Beeinflussung, so müsste man das doch zunächst in der Entwickelungsgeschichte constatiren können. Diese lehrt nun, dass die Arteria pulmonalis während der ganzen Bildungsperiode der Lunge eine untergeordnete Rolle spielt und dass sie auf das Wachsthum der einzelnen Theile des Bronchialbaumes im Verlauf der Ontogenese sicher keinen bestimmenden Einfluss ausübt. Ich kann mir auch gar nicht vorstellen, auf welche Weise sich dieser äussern sollte. Der Stammbronchus wächst unbehindert von der Pulmonalis an seiner Spitze weiter und alle seine Seitenäste entstehen direct oder indirect aus seiner Scheitelknospe. Hier musste die Pulmonalis wirksam sein, um irgend eine Macht auf die hervorsprossenden Seitenäste entfalten zu können. Nun findet man um die ganze Scheitelknospe herum, und auch höher hinauf noch, nichts anderes als ein gleichmässig angeordnetes zartes Capillarnetz. Auf welche Weise sollten diese Capillaren auf die mächtigen Epithelknospen einwirken, und gar erst das relativ weit entfernte, dünne Pulmonalisstämmchen, das nur dann mit Sicherheit als solches zu erkennen ist, wenn aus den Seitenknospen schon kräftige Seitenbronchien geworden sind. Die Arteria pulmonalis schmiegt sich an den Stammbronchus an, sie ist seine Begleiterin, und als solche muss sie sich mit dem Platz begnügen, den ihr die Seitenbronchien freilassen. Das ist nach dem allgemeinen Aufbaue der Lunge und nach der togographischen Lage des Anfangsstückes der Arterie nur der Raum zwischen der Reihe der dorsalen und der ventralen Bronchien. Die andere freie Seite des Stammbronchus, die mediale resp. medio-ventrale nimmt aus den gleichen Gründen die Stammvene ein. Diese verläuft wieder zwischen der Reihe der dorsalen und ventralen Nebenbronchien.

Wie sich für das wachsende Arterienstämmchen ein Hinderniss entgegenstellt durch einen abnorm austretenden Bronchus, muss er ausweichen und einen anderen Weg einschlagen. Solches sieht man sehr

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schön an Lunge No. 42 (Taf. XXI, Fig. 6), wo sich durch einen abnorm austretenden „dorsalen" Bronchus die linke Arterie aus ihrer ursprünglichen Richtung medial verdrängen lässt und dann rein dorsal hinter dem Stammbronchus nach abwärts zieht.

Nach alledem kann man, glaube ich, den Satz aufstellen, dass in der Ontogenese der *Echidna*-Lunge die Arteria pulmonalis die Gestaltung des Bronchialbaumes nicht beeinflusst.

Man findet ferner keinen Anhaltspunkt dafür, dass früher in der Phylogenese der Lunge eine derartige Beeinflussung stattgefunden hätte. Man könnte also jetzt nur mehr in der Phylogenese selbst den Nachweis erbringen, dass die Arterie wirklich formbildend auf den Bronchialbaum einwirkt. Aber auch hier sind die Belege ganz unzureichend, und es müssten erst ausgedehnte Untersuchungen nach dieser Richtung hin angestellt werden. Allerdings hat Wiedersheim[1]) in seiner Arbeit über das Respirationssystem der Chamäleoniden, bei denen zum ersten Male unter den Reptilien das intrapulmonale bronchiale Röhrensystem auftritt, die Behauptung aufgestellt, dass die Ursache für die typische Anordnung der Septen in letzter Linie in den Gefässverhältnissen zu suchen sei. Das Primäre sind die Blutbahnen, und erst secundär treten diesen entlang stützende Knorpelelemente auf. Dagegen ist zu bemerken, dass Wiedersheim seine Ansicht eigentlich nicht beweist; denn aus dem Umstande, dass in regelmässig angeordneten Septen ebenso regelmässige Gefässe verlaufen, folgt noch immer nicht, dass die Arterien das Hervorwachsen der Septen bewirkt haben, dass sie das Primäre, die Septen das Secundäre seien. Das Gegentheil erscheint mir viel plausibler und richtiger, dass nämlich die Arterien in den Septen secundär entstanden seien. Die Arterien müssen sich a priori dort vorfinden, wo die günstigsten Bedingungen für sie existiren, und diese bieten ihnen nur die Septen. Wiedersheim erbringt nicht den Beweis, dass die Arterien vor den Septen entstehen, und dass sich diese nach jenen richten, sondern stützt sich nur auf die anatomische Thatsache, dass beide zugleich vorgefunden werden. Auch dem Umstande, dass sich die Knorpelemente des Bronchus noch eine kleine Strecke weit in den Septen entlang den grossen Blutbahnen verfolgen lassen, kann keine beweisende Kraft zugesprochen werden dafür, dass die Gefässe das bestimmende Moment für die Anlage des intrapulmonalen Röhrensystems seien.

Man kann also nach den jetzt vorliegenden Untersuchungen auch hinsichtlich der Phylogenese keinen stichhaltigen Beweis für die Beeinflussung des Bronchialbaumes durch die Arteria pulmonalis erbringen.

Besitzen wir demnach sowohl in der Ontogenese als auch in der Phylogenese keine Belege für die der Arterie von Aeby zugemuthete Kraft, so kann ich hingegen Beweise erbringen, die gerade das Gegentheil von dem erhärten, was Aeby behauptet. Bei drei meiner *Echidna*-Lungen verläuft die Arterie abnorm, ohne dass sich am Bronchialbaume irgend etwas geändert hätte. Bei der einen Lunge zieht die Arteria pulmonalis vor dem linken 5., bei den übrigen zwei (eine auf Taf. XXII in Fig. 11 und Fig. 12 dargestellt) vor dem rechten 5. Ventralbronchus und dann ventral vom Stammbronchus weiter nach abwärts. Die genannten Ventralbronchien haben ihre typische Form, Lage und Abgangsrichtung behalten, und es erlitt der Bronchialbaum überhaupt keine Veränderung. Aehnliche und noch viel auffälligere Beispiele könnte ich in Menge anführen, verweise aber diesbezüglich auf meine nächstens erscheinende grössere vergleichend-anatomische Arbeit über diesen Gegenstand. Jedenfalls kann ich hier schon das aussprechen, dass die Arterie keineswegs als „der feste Punkt erscheint, der durch alle Wandlungen seiner Umgebung hindurch unerschüttert stehen bleibt" (Aeby).

---

1) Wiedersheim, Das Respirationssystem der Chamäleoniden. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. Bd. I, Heft 3. Freiburg i. B. 1886 (Akadem. Verlagsbuchhandlg. von J. Mohr).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Unverständlich blieb mir immer, warum Aeby gerade der „Ueberkreuzung" des Stammbronchus durch die Arterie eine so grosse Bedeutung beimisst, einem Verhältnisse, das doch ein secundäres ist, ganz abgesehen davon, dass dieses „Ueberkreuzen" meistens anders erfolgt, als Aeby angegeben. (Vgl. diesbezüglich meine anfangs erwähnte vorläufige Mittheilung.) Es kommt zu Stande durch das relative Tieferrücken des Herzens, wodurch die Wurzelstücke der beiden Pulmonalisäste ventral umgebogen werden. Ursprünglich senken sich die Pulmonalarterien direct von oben in die Lungen und überkreuzen den Stammbronchus nicht, sondern ziehen seitlich an ihm nach abwärts. Es lässt sich das durch die Ontogenese und die vergleichend-anatomische Forschung nachweisen. Bei *Echidna* haben sich die primären Verhältnisse insofern erhalten, als die Pulmonalarterien noch lang sind und steil von oben in die Lunge eintreten; es besteht bei ihr eigentlich gar keine Ueberkreuzung im Sinne Aeby's.

Auch bei vielen anderen Säugethieren lässt sich constatiren, dass der Stammbronchus gar nicht gekreuzt wird. Ich glaube daher mit vollem Rechte sagen zu können: es geht nicht an, der „Ueberkreuzung" jene grundlegende Bedeutung für die Architektonik des Bronchialbaumes beizulegen, die ihr Aeby zumisst.

Wenn nun schon die Untersuchung der Gefässe lehrt, dass dieselben keinen Einfluss auf den Bronchialbaum ausüben, so wird das zur vollen Gewissheit durch das Studium der Bronchien selbst. Aeby stellt bekanntlich die Bronchien der „eparteriellen" Strecke des Stammbronchus in einen gewissen Gegensatz zu denen der „hyparteriellen" und führt eine Reihe von unterscheidenden Merkmalen zwischen beiden an. Nun ergiebt sich aber nach der Entwickelungsgeschichte und nach der Morphologie der *Echidna*-Lunge, dass der „eparterielle" Bronchus keineswegs eine Sonderstellung im Geäste des Bronchialbaumes einnimmt, sondern dass er eine ganze Anzahl von Artgenossen am Stammbronchus in der „hyparteriellen" Strecke besitzt; es sind das die Aeby'schen „dorsalen" Bronchien. Mit ihnen formirt er eine Reihe und schiebt sich als erstes Glied derselben am weitesten nach oben zu vor. Die Bronchien der „dorsalen" Reihe stehen den Ventralbronchien an Grösse weit nach, alterniren mit ihnen und sitzen in einer weit ausgezogenen Schraubenlinie am Stammbronchus (meistens so, dass der dorsale Bronchus etwas höher eingefügt erscheint, als der zugehörige ventrale).

Der erste der Bronchien (der „eparterielle" Aeby's, unser „apicaler") fusst annähernd dorsolateral am Hauptstamme, die tieferen hingegen schieben sich mit ihren Ansatzstellen, abgesehen von wenigen Ausnahmen, immer etwas weiter medial vor. Die Grösse der einzelnen Bronchien nimmt in der Reihe von oben nach unten allmählich ab. Die Astfolge ist bei ihren Verzweigungen fast die gleiche. Gewöhnlich wird das erste Seitenästchen in einer mehr oder weniger medio-dorsalen oder medialen Richtung abgegeben. Je tiefer man in der Reihe nach abwärts steigt, desto rascher erfolgt die Astabgabe, wodurch das astlose Wurzelstückchen eines dorsalen Bronchus immer kürzer wird und endlich das mediale Seitenästchen als „Nebenbronchus" auf den Stammbronchus rückt. Das Verzweigungsgebiet des ersten Dorsalbronchus („eparterieller" Bronchus Aeby's) ist im Gegensatze zur Behauptung Aeby's ein rein „dorsales". Der von ihm versorgte Lungenbezirk bildet einen kurzen, hinter dem Ventrallappen gelegenen Fortsatz, der direct aus den „dorsalen" Antheilen des Lungenstammes nach aufwärts sich erhebt und mit der Lungenspitze endet. Wenn ich nun schliesslich noch hervorhebe, dass der „eparterielle" Bronchus auf ganz gleiche Weise seine Aestchen aus der Pulmonalarterie bezieht, wie die übrigen dorsalen Bronchien, folgt aus alledem, dass er nichts anderes als ein wirklicher Dorsalbronchus ist. **Mit dieser einen Thatsache fällt die ganze Aeby'sche Theorie von den ep- und hyparteriellen Bronchien ein- für allemal.**

Wir wollen nun einen Schritt weiter gehen und einen dritten Hauptpunkt der Aeby'schen Theorie

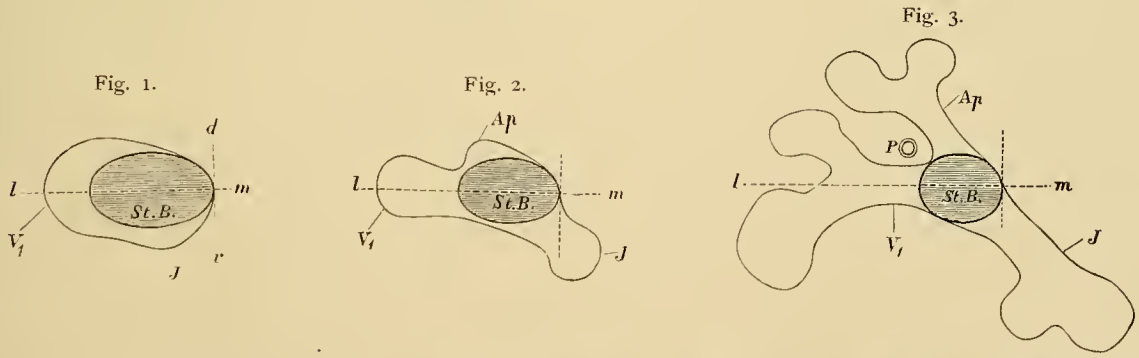
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

prüfen. Aeby meint, dass der „eparterielle" Bronchus auf einer (links) oder auf beiden Seiten des Bronchialbaumes „verloren" gehen kann, und er theilt nach diesem Verhalten die Säuger in drei grosse Gruppen ein. *Echidna* gehört nach ihm zu der Gruppe, die ein „eparterielles" Bronchialsystem nur auf der rechten Seite besitzt. Bei ihr enthält also die rechte Lunge ein Element mehr als die linke, die beiden Lungenspitzen sind nicht gleichartig, die rechte gehört dem „eparteriellen", die linke dem 1. „ventralen" Bronchus an.

Nach unseren bisherigen Auseinandersetzungen stellt sich die Frage so, ob bei der *Echidna*-Lunge auf der linken Seite der erste Dorsalbronchus vorhanden ist oder nicht. Thatsächlich findet man nun am linken Stammbronchus keinen derartigen Ast, denn das Zweigchen, das man zwischen erstem und zweitem Ventralbronchus als oberstes Glied der dorsalen Reihe antrifft, ist ohne Zweifel das Analogon des zweiten dorsalen Bronchus der rechten Reihe; daraus jedoch, dass der erste „Dorsalbronchus" am Stammbronchus nicht vorhanden ist, folgt noch immer nicht, dass er zu Grunde gegangen sei. Man findet ihn thatsächlich an einer anderen Stelle, nämlich auf dem ersten Ventralbronchus. Als dessen erster Seitenast geht er nahe an der Einmündungsstelle in den Stammbronchus dorsal (mit einer kleinen Neigung lateral) ab, biegt, nachdem er selbst ein Seitenzweigchen medio-dorsal entsendet, nach oben zu ab und eilt direct zur Lungenspitze, unterwegs noch mehrere Tochterzweige abgebend. Dieser Bronchus gleicht dem rechten apicalen Bronchus sehr auffällig und versorgt denselben Lungenbezirk wie er.

Ich stehe nicht an, diesen fraglichen Bronchus als das Analogon der rechten apicalen Bronchus aufzufassen und werde (ganz abgesehen von der vergleichenden Anatomie) in dieser Ansicht bestärkt durch die Entwickelungsgeschichte, durch einzelne variable Befunde und durch die Morphologie der *Echidna*-Lunge.

Um in dieser Frage ein entscheidendes Urtheil abgeben zu können, muss man auf die allererste Entwickelung der apicalen Bronchien zurückgreifen. Wir haben dieselbe bei Embryo No. 40 constatiren können und bei Embryo No. 41 und 42 weiter verfolgt. Die nachstehenden Figuren, die halbschematische Querschnitte der rechten Obergeschosse jener drei Lungen darstellen, sollen das Wachsthum des rechten apicalen Bronchus anschaulicher machen. (Man vergleiche überdies die Abbildungen auf den Tafeln XX und XXI.)



Halbschematische Querschnitte durch das rechte Obergeschoss von Embryo No. 40 = Fig. 1, Embryo 41 = Fig. 2 und Embryo No. 42 = Fig. 3; gezeichnet nach den Gypsmodellen in gleicher Grösse (Vergrösserung 150-fach). — *Ap* apicaler Bronchus V_1 erster Ventralbronchus; *I* infracardialer Bronchus; *P* Arteria pulmonalis; *St. B.* Querschnitt des Stammbronchus (schraffirte Ellipse); *l* lateral; *m* medial; *v* ventral; *d* dorsal.

Wir haben im speciellen Theile bereits erwähnt (p. 61—249), dass der ventrale, infracardiale und apicale Bronchus aus einer gemeinsamen Anschwellung des Stammbronchus hervorgehen (Fig. 1). Es dominirt bei ihr die Anlage des ersten Ventralbronchus (V_1) als stark vorspringender lateraler Höcker, während die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Knospe des apicalen Bronchus (*Ap*) eine ganz seichte Erhebung an der dorsalen Abdachung desselben darstellt.

Die „Dorsalknospe" (*Ap*) sitzt also der Ventralknospe (V_1) seitlich auf, sie ist eine Seitenknospe derselben und der Dorsalbronchus (Apicalbronchus) demnach ein Seitenbronchus des Ventralbronchus. Als solcher müsste dieser früher entstehen als jener, ein Befund, den ich bei Kaninchenembryonen antraf, und den ich für hinreichend beweisend halte. In Fig. 1 bedeutet die schraffirte Ellipse den Querschnitt des rechten Stammbronchus dicht oberhalb resp. unterhalb der „Anschwellung". Dass derselbe bei Embryo 41 (Fig. 2) und noch mehr bei Embryo 42 (Fig. 3) kleiner wird, haben wir bereits früher erwähnt. Wenn nun die Knospen des ventralen und dorsalen Bronchus nach verschiedenen Richtungen auswachsen und die Anschwellung des Stammbronchus langsam schwindet, fussen endlich (Fig. 3) die beiden Bronchien selbständig am Hauptstamme. In diesem Sinne kann man den Satz aufstellen: Der rechte apicale Bronchus ist ein Seitenast des Ventralbronchus, und er rückt im Laufe der Entwickelung von diesem auf den Stammbronchus. Er bleibt seinem Mutteraste stets treu zur Seite und schiebt sich nur bisweilen mit seinem Ansatze etwas höher am Hauptbronchus hinauf. Manchmal verräth er seine Abstammung auch dadurch, dass er mit dem ersten Ventralbronchus einen mehr oder weniger gemeinsamen Ursprung aus dem Stammbronchus nimmt. Als Beispiele hierfür bringe ich auf Taf. XXII in Fig. 3 und 5 naturgetreue Copien von Querschnitten durch das Obergeschoss von Lunge No. 44a und No. 45. Bei der ersteren hat es sogar ganz den Anschein, als ob der apicale Bronchus vollständig auf dem ventralen sässe und einen Seitenzweig desselben darstellen würde. Sieht man die betr. Serie von Schnitten näher durch, so fällt ein zweites Moment auf, nämlich die grosse Aehnlichkeit der dorso-lateralen (hinteren) Seitenästchen des ersten Ventralbronchus mit dem apicalen Bronchus. Es bildet eben dieser mit jenen eine geschlossene Reihe von Bronchien gleicher Art, ob er nun am Stammbronchus oder am ersten Ventralbronchus fusst.

Untersuchen wir nun das linke Obergeschoss, so finden wir da bei unserem jüngsten Stadium bloss einen lateralen Höcker, die Anlage des ersten Ventralbronchus. Von diesem wächst hinten, ungefähr in latero-dorsaler Anfangsrichtung, der apicale Bronchus heraus. Später bekommt dieser nach und nach eine grössere Anzahl von Artgenossen. Alle treten annähernd latero-dorsal vom hinteren Umfange des ersten Ventralbronchus aus und bilden eine Reihe, genau so wie rechts.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergiebt sich folgender Schluss: Rechter und linker apicaler Bronchus sind von gleicher Art. Man muss sie als Seitenäste der ersten Ventralbronchien auffassen. Als solche gehören sie der Reihe der hinteren Seitenzweige an und bilden das erste und stärkste Glied derselben. Links behält der apicale Bronchus seine ursprüngliche Lage immer bei, rechts nur ausnahmsweise, da er meistens als „Nebenbronchus" auf den Stammbronchus rückt. Er entfernt sich aber dabei nie weit von seinem Mutteraste.

Es frägt sich nun, worin ist die Ursache für dieses verschiedenartige Verhalten der beiden apicalen Bronchien zu suchen? Nach meiner Meinung ist die anatomische Lösung dieses Räthsels ziemlich einfach: es beruht die merkwürdige Erscheinung des „Hinaufrückens" des apicalen Bronchus auf dem rascheren Wachsthume der rechten Lungenanlage in der ersten Zeit der Entwickelung. Die Knospe des apicalen Bronchus entsteht rechts viel früher als links, sie sprosst schon hervor zu einer Zeit, wo der Mutterbronchus selbst noch eine Knospe darstellt, während die Anlage des linken apicalen Bronchus erst erfolgt, nachdem die Ventralknospe schon ein Bronchusstämmchen gebildet hat. Worin nun der Grund für das raschere Wachsen der rechten Lungenanlage gelegen ist, das lässt sich nach unseren gegenwärtigen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kenntnissen nicht angeben. Uebrigens verhalten sich nicht alle Theile der Lunge gleich. Während sich nämlich das erste Stockwerk der rechten Lunge um Vieles schneller und kräftiger entfaltet als das linke, ist der Unterschied bei den tieferen Stockwerken ganz unbedeutend oder besteht überhaupt nicht, ja in den Endverzweigungen des Stammbronchus gewinnt sogar die linke Lunge das Uebergewicht über die rechte.

Die Untersuchungen über Ursprung und Charakter des apicalen („eparteriellen") Bronchus haben uns darauf geführt, ihn einerseits als einen typischen „Dorsalbronchus", andererseits als einen Nebenbronchus vom ersten ventralen aufzufassen. Wenn das richtig ist, so müssten auch die tieferen Dorsalbronchien Nebenbronchien der ventralen Bronchien darstellen. Ich zweifle nicht im geringsten daran und bringe dafür ganz gleiche Argumente vor, wie beim ersten Stockwerke der Lunge. Wieder ist die Gleichartigkeit der Dorsalbronchien mit den hinteren Seitenästen der Ventralbronchien nicht zu verkennen. Es kommen ferner ebenfalls wieder Uebergangsstadien vor. So ist z. B. auf Tafel XXII, Fig. 6 ein Querschnitt durch die Lunge von Embryo No. 45 abgebildet; er trifft gerade das dritte rechte Stockwerk. Man sieht am Ventralbronchus hinten in einer Reihe aufsitzend drei latero-dorsale Seitenzweige. Der erste und grösste von ihnen fusst ganz ähnlich wie der apicale Bronchus derselben Lunge (Taf. XXII, Fig. 5) zum Theil am Stammbronchusquerschnitte, zum Theil am dritten Ventralbronchus. Da nun die Strecke $V_2 - V_3$ ohne freien Dorsalbronchus ist und derjenige der Strecke $V_3 - V_4$ bereits dem vierten Stockwerke angehört, so ist der erwähnte Ast als dritter Dorsalbronchus aufzufassen, der gerade eine Uebergangsstellung einnimmt. Hervorzuheben wäre überdies, dass die Arteria pulmonalis noch medial von ihm vorbeizieht. Ganz ähnlich, aber weniger deutlich verhält sich in dieser Beziehung das dritte rechte Stockwerk der Lunge No. 43. Als etwas weiter vorgeschritten müsste man ein Stadium bezeichnen, das bei Embryo No. 42 (Taf. XXI, Fig. 6) sich vorfindet. Hier liegt im zweiten linken Stockwerke ein „dorsaler" Bronchus, ebenfalls lateral von der Arteria pulmonalis, hat sich aber bereits ganz auf den Stammbronchus begeben.

Es erübrigt noch, einer Sorte von Bronchien zu erwähnen, die ventral und medial den Stammbronchus bevölkern und von Aeby als Nebenbronchien der Ventralbronchien aufgefasst werden. In diesem Punkte muss ich Aeby vollständig beistimmen. Der stärkste von den genannten Aesten ist der infracardiale Bronchus, der von Aeby als Nebenbronchus des ersten Ventralbronchus gedeutet wurde. Er fand ihn rechts fast bei allen untersuchten Thieren, während er den „entsprechenden Nebenbronchus der linken Lunge einen ähnlichen Entwickelungsgang nur bei einem einzigen Thiere (*Coelogenys Paca*) nehmen" sah. Hier also behauptet Aeby nicht, dass der Bronchus infracardialis links zu Grunde gegangen sei, sondern nimmt einfach an, dass er noch auf seinem Mutteraste, dem ersten Ventralbronchus, sässe. Warum lässt Aeby dem „eparteriellen" Bronchus nicht das gleiche Recht zukommen wie dem infracardialen? Ich glaube, es zeugt von einer gewissen Inconsequenz, wenn Aeby aus dem Umstande, dass ein Bronchus nicht am Stammbronchus zu finden ist, das eine Mal schliesst, er sei spurlos zu Grunde gegangen, und das andere Mal, er sei nicht auf den Hauptstamm gerückt. Nach meinen Untersuchungen baut sich der Bronchialbaum nach einheitlichen Gesetzen auf. Bei *Echidna* bildet die Knospe des infracardialen Bronchus eine kleine Erhebung an der ventralen Abdachung der Anlage des ersten Ventralbronchus ähnlich, wie die apicale auf der dorsalen Seite (siehe Textfigur 1, 2 und 3 und die Abbildungen auf Tafel XX und XXI). Durch die sehr frühzeitige Anlage kommt er beim weiteren Wachsthume auf den Stammbronchus zu sitzen und scheint dort später ein selbständiger Ast zu sein. Wie der apicale Bronchus hält er sich nahe seinem Mutteraste und ist bald in gleicher Höhe mit ihm anzutreffen, bald etwas höher. Während der Apicalbronchus der dorsalen Reihe den Seitenzweigen des ersten Ventralbronchus angehört, so entstammt der Infracardialbronchus der ventralen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Reihe, Aestchen, die sich durch ventro-mediale Abgangsrichtung auszeichnen. Der erste Ventralbronchus des linken Obergeschosses besitzt die gleichen ventralen Seitenzweigchen, aber keines von ihnen zeigt ein so exceptionelles Wachsthum, wie der infracardiale Bronchus.

Das Wachsthum des ganzen Bronchialbaumes ist ein durchaus einheitliches, ein monopodisches. Alle Ventralbronchien entstehen aus der Scheitelknospe des Stammbronchus, und sie allein sind als primäre Seitenzweige aufzufassen. Sie haben die Eigenschaft, „Nebenbronchien" an den Stammbronchus abzugeben. Solches geschieht nach vorn und nach rückwärts zu, so dass wir an demselben zwei Reihen von secundären Seitenästchen vorfinden, die ventralen und die dorsalen Nebenbronchien. Sie sind ebenfalls wieder im Stande, Seitenästchen an den Stammbronchus abzugeben, und es kommt auf diese Weise das reiche und auf den ersten Blick fast regellose Geäste des Bronchialbaumes zu Stande.

Wir sehen aus dem ganzen Gange der Darstellung, dass sowohl die Untersuchung des Blutgefässsystems als auch die der Bronchien von *Echidna aculeata* die Unrichtigkeit der Hauptpunkte der Aeby'schen Theorie ergiebt.

Mit dem Fallen der Theorie werden auch alle Speculationen, die sich an sie hinsichtlich der Phylogenese des Bronchialbaumes knüpfen, illusorisch, und man kann nicht früher über die Phylogenese der Säugerlunge Aufschluss bekommen, bevor nicht ausgedehnte Untersuchungen über die Amphibien- und Reptilienlungen vorliegen. Das vorhandene Material ist ungenügend, und es würde sich wohl verlohnen, nach der angegebenen Richtung weiterzuforschen.

Zum Schlusse ergreife ich gern nochmals die Gelegenheit, Herrn Professor Semon für die Ueberlassung des kostbaren Embryonenmaterials wärmstens zu danken. Ich bin ferner meinem früheren Chef, Herrn Professor Zuckerkandl, an dessem Institute die vorliegende Arbeit ausgeführt wurde, sowie Herrn Professor Hochstetter, der mir mit Rath und That zur Seite stand, zu Dank verpflichtet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tafel XX.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

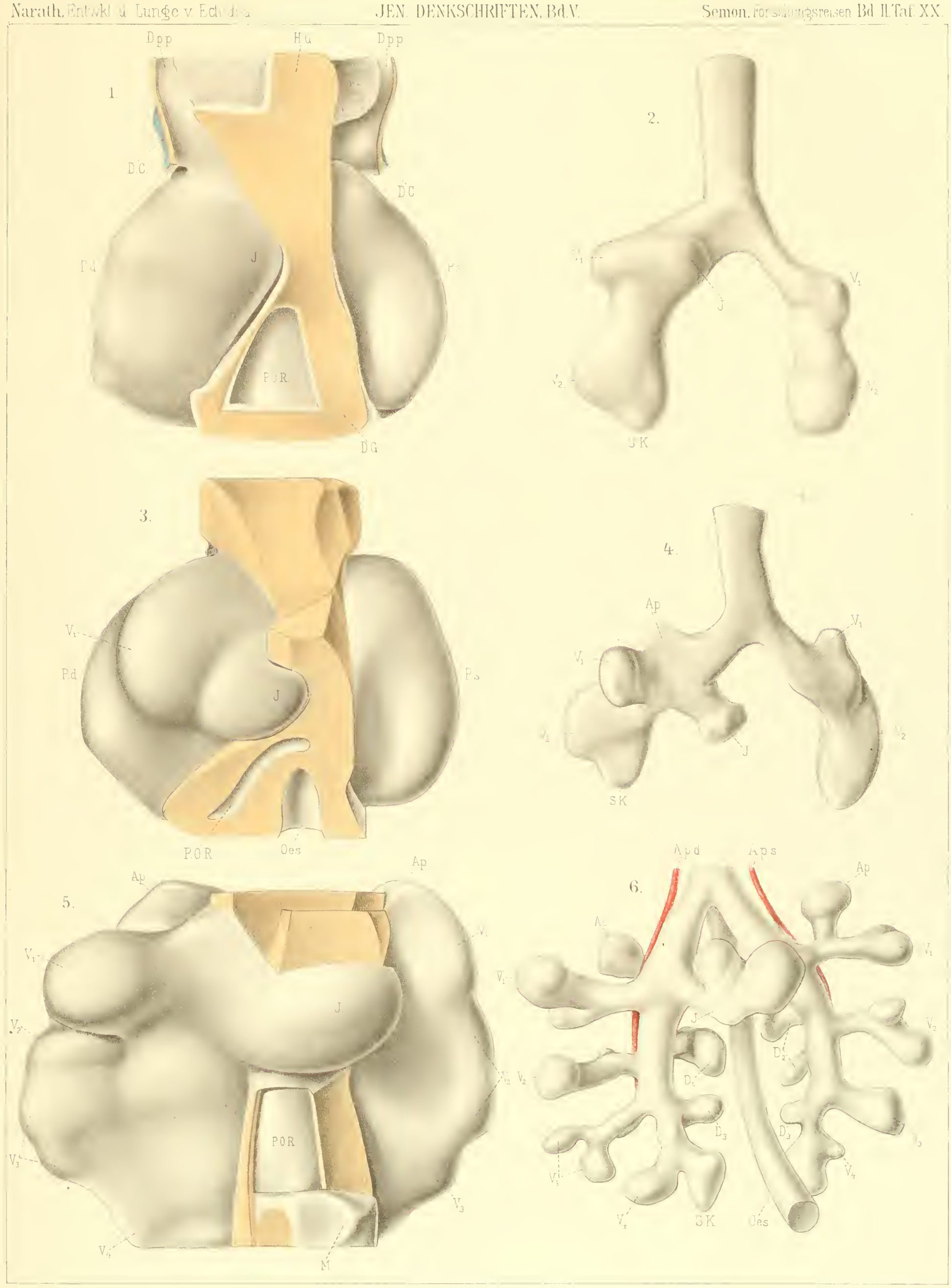
Tafel XX.

Erklärung der Buchstaben zugleich für Taf. XX—XXII.

P. d. rechte Lunge
P. s. linke Lunge
M. Magen
Oes. Oesophagus
Hk. Herzkammer
Vh. Vorhof
V. c. s. Vena cava superior
V. c. i. Vena cava inferior
Ao. Aorta
D. C. Ductus Cuvieri
D. p. p. Ductus pleuro-pericardiacus
H. G. Herzgekröse
D. G. Darmgekröse
P. O. R. Periösophagealer Raum
Tr. Trachea
r. St. rechter Stammbronchus
l. St. linker Stammbronchus
S. K. Scheitelknospe des Stammbronchus
A. p. d. Arteria pulmonalis dextra
A. p. s. Arteria pulmonalis sinistra
V. p. Vena pulmonalis
V. p. d. Vena pulmonalis dextra
V. p. s. Vena pulmonalis sinistra
V. I. Vena infracardialis
A. I. Arteria infracardialis
I. Bronchus infracardialis (oder der von ihm versorgte Lungenantheil).
V_1 erster, V_2 zweiter, V_3 dritter, V_4 vierter, V_5 fünfter — Ventralbronchus, oder das von ihm versorgte Gebiet der Lunge.
Ap. apicaler Bronchus oder sein Gebiet (Aeby's eparterieller Bronchus) bei der rechten Lunge.
D_2 zweiter, D_3 dritter, D_4 vierter, D_5 fünfter — Dorsalbronchus, oder das von ihm versorgte Gebiet der Lunge.

Fig. 1. Ventrale Ansicht der Lunge von Embryo No. 40.
„ 3. Ventrale Ansicht der Lunge von Embryo No. 41.
„ 5. Ventrale Ansicht der Lunge von Embryo No. 42.
(Alle 3 gezeichnet nach den Wachsplattenmodellen in 100-facher natürl. Grösse.)
„ 2. Ventrale Ansicht des Bronchialbaumes von Embryo No. 40.
„ 4. Ventrale Ansicht des Bronchialbaumes von Embryo No. 41.
„ 6. Ventrale Ansicht des Bronchialbaumes von Embryo No. 42.
(Alle 3 gezeichnet nach den Gypsausgüssen der Wachsmodelle in 100-facher natürl. Grösse.)
Die Schnittflächen im Gewebe sind lichtbraun gehalten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Verl. v. Gustav Fischer, Jena Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tafel XXI.

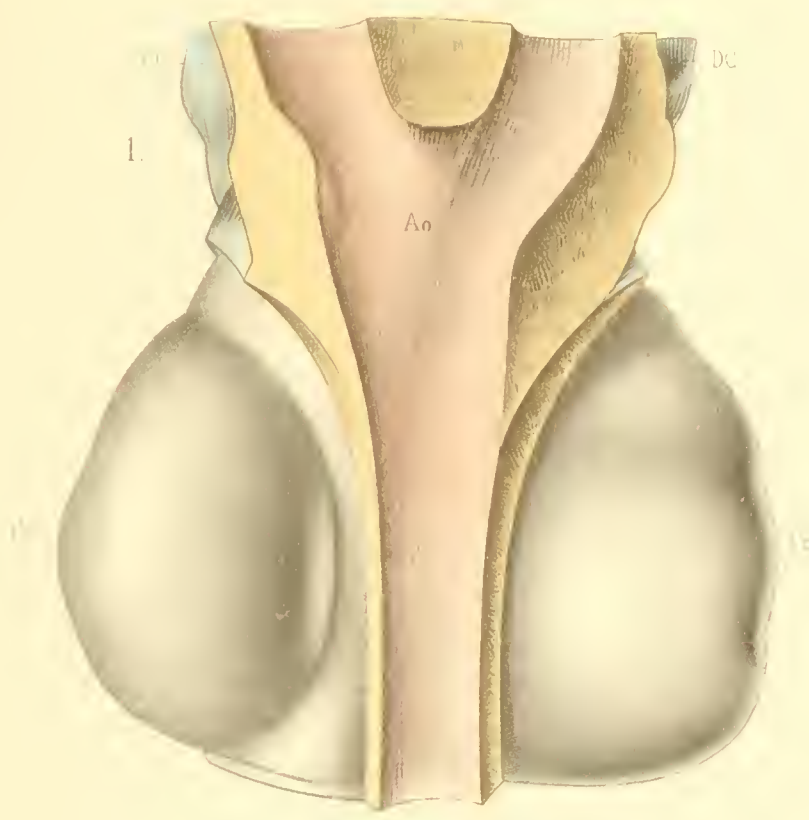
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

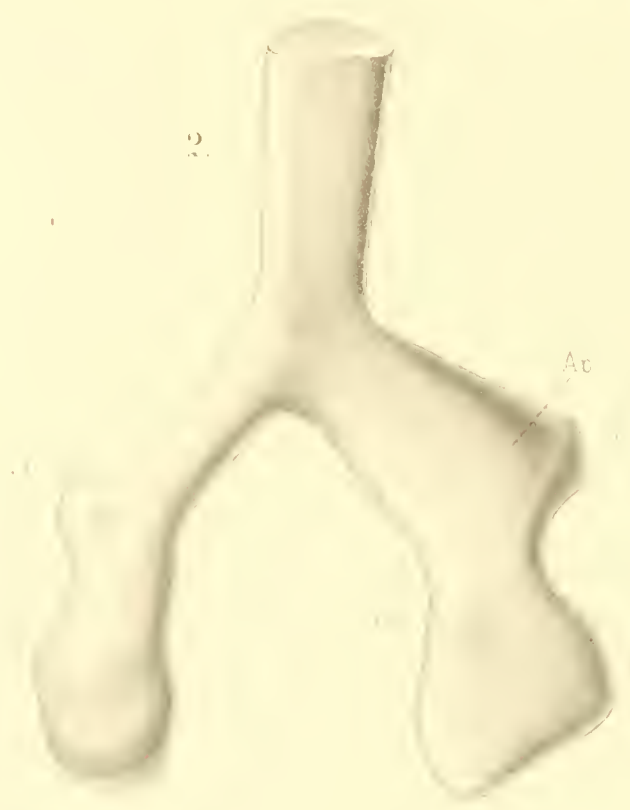
Tafel XXI.

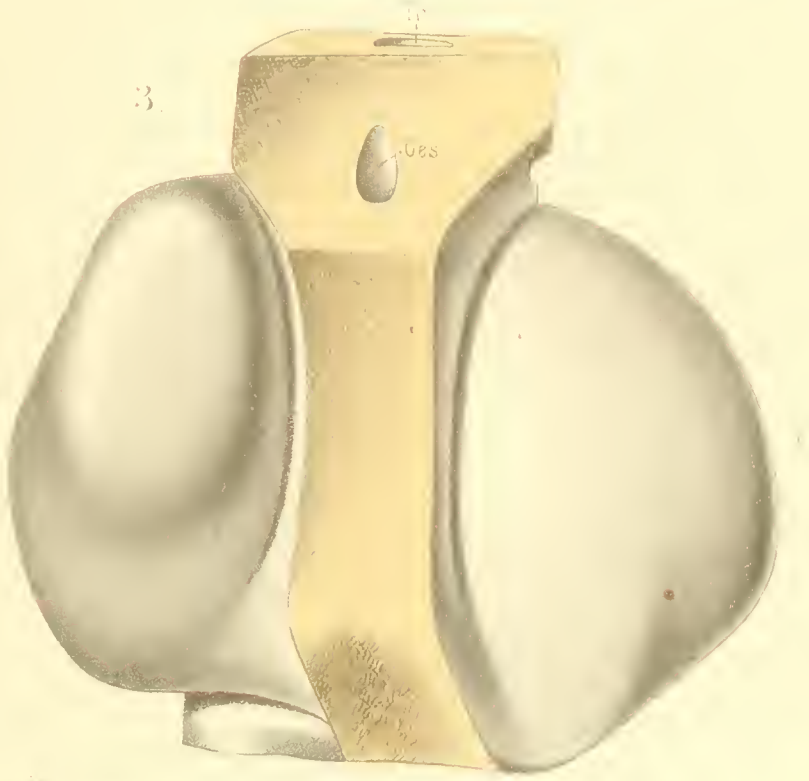
Fig. 1. Dorsale Ansicht der Lunge von Embryo No. 40.
„ 3. Dorsale Ansicht der Lunge von Embryo No. 41.
„ 5. Dorsale Ansicht der Lunge von Embryo No. 42.
(Alle 3 gezeichnet nach den Wachsplattenmodellen in 100-facher natürl. Grösse.)
„ 2. Dorsale Ansicht des Bronchialbaumes von Embryo No. 40.
„ 4. Dorsale Ansicht des Bronchialbaumes von Embryo No. 41.
„ 6. Dorsale Ansicht des Bronchialbaumes von Embryo No. 42.

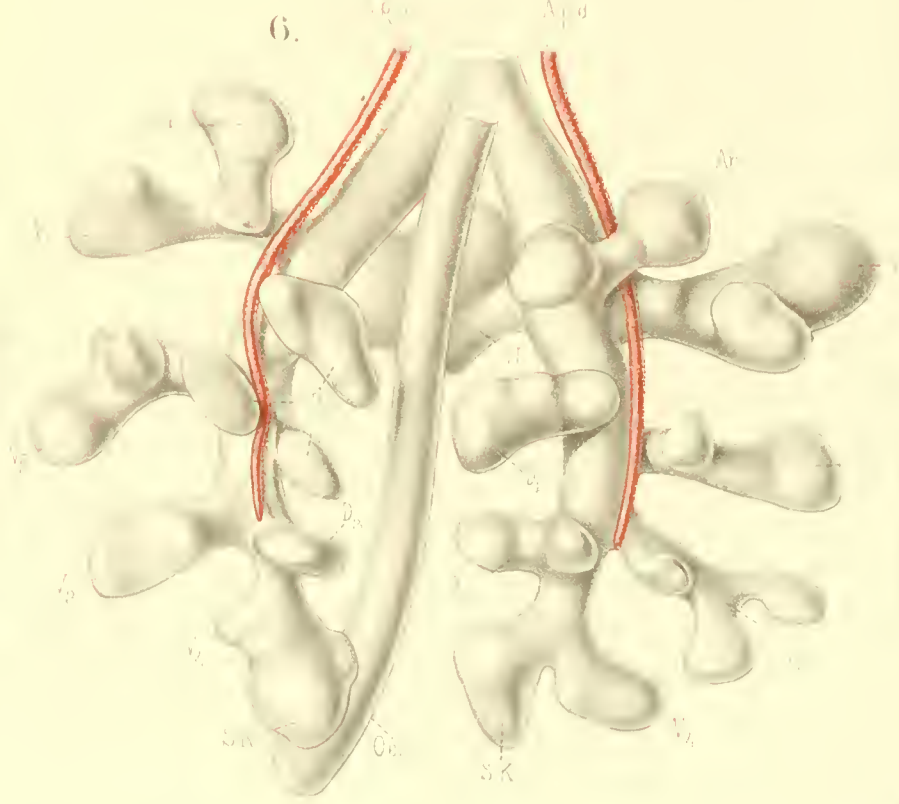
(Alle 3 gezeichnet nach den Gypsausgüssen der Wachsmodelle in 100-facher natürl. Grösse.)
Die Schnittflächen im Gewebe sind lichtbraun gehalten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at









Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. A. Gilsch, Jena.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tafel XXII.

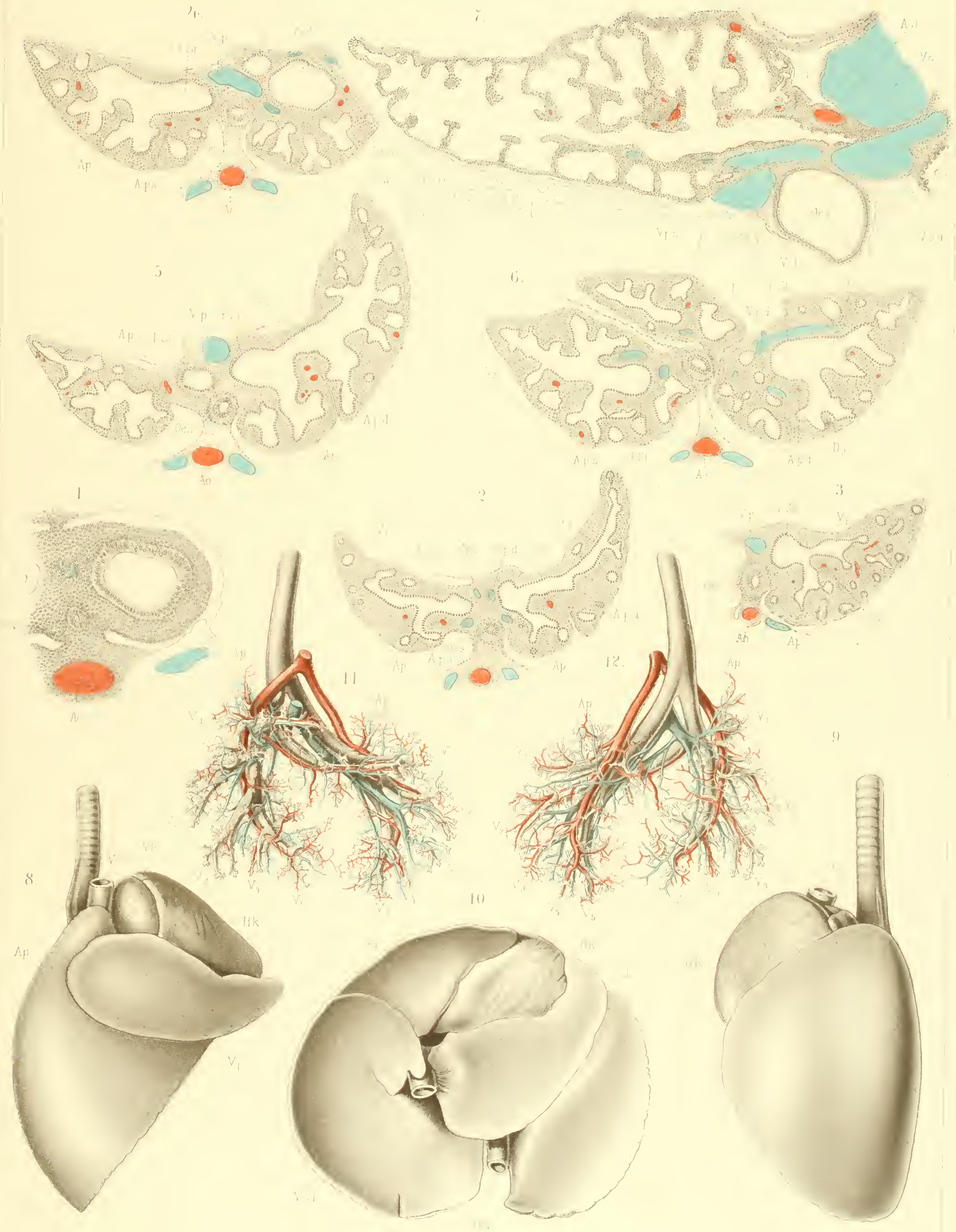
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tafel XXII.

Fig. 1. Querschnitt durch die erste Anlage des rechten Obergeschosses (Embryo No. 40).
„ 2. Querschnitt durch das rechte und linke Obergeschoss (Embryo No. 44).
„ 3. Querschnitt durch das rechte Obergeschoss (Embryo No. 44 a).
„ 4. Querschnitt durch das linke Obergeschoss (Embryo No. 45).
„ 5. Querschnitt durch das rechte Obergeschoss (Embryo No. 45).
„ 6. Querschnitt durch das dritte Stockwerk (Embryo No. 45).
„ 7. Querschnitt durch den infracardialen Lappen (Beuteljunges No. 47).
„ 8. Seitenansicht des rechten Lungenflügels eines erwachsenen Thieres.
„ 9. Seitenansicht des linken Lungenflügels eines erwachsenen Thieres.
„ 10. Ansicht der Zwerchfellfläche der Lunge eines erwachsenen Thieres.
„ 11. Ventrale Ansicht des Bronchialbaumes eines erwachsenen Thieres. Celloidincorrosion (Bronchien weiss, Arteria pulmonalis roth, Vena pulmonalis blau).
„ 12. Dorsale Ansicht des Bronchialbaumes eines erwachsenen Thieres (Celloidincorrosion).

NB. Die Contouren der Figg. 1—7 sind mittelst der Oberhäuser'schen Camera aufgenommen, und zwar Fig. 1 bei Hartnack Oc. 3, Obj. 4, alle übrigen bei Oc. 3 und Obj. 2. Die Details wurden dann nach stärkeren Vergrösserungen eingezeichnet. Figg. 8—12 geben die genaue Grösse der Präparate wieder.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena

Jahr/Year: 1894-97

Band/Volume: 5_1

Autor(en)/Author(s): Narath Albert

Artikel/Article: Die Entwickelung der Lunge von Echidna aculeata. 245-274