

Das Blutgefäßsystem von *Salamandra maculata*, *Triton taeniatus* und *Spelerpes fuscus*; mit Betrachtungen über den Ort der Athmung beim lungenlosen *Spelerpes fuscus*.

Von

Dr. Emil Bethge.

Mit Tafel XLII und XLIII.

Die in Nachstehendem mitgetheilten Untersuchungen wurden im Zoologischen Institute der Universität Halle-Wittenberg während der letzten drei Semester (Sommer-Semester 1896 bis Sommer-Semester 1897) angestellt. Ich will auch an dieser Stelle Herrn Professor Dr. GRENACHER für das Interesse, das er an meinen zoologischen Studien und besonders an dieser Arbeit nahm, und für die bereitwillige Beschaffung des Materials meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Nachdem vor wenigen Jahren das Fehlen der Lungen bei mehreren Salamander-Arten festgestellt worden war, musste natürlich auch der Frage näher getreten werden, auf welche Weise diese landlebenden, lungenlosen Thiere ihr Sauerstoffbedürfnis befriedigen. Herr Privatdocent Dr. BRANDES, der die Anatomie einer großen Reihe von lungenlosen Salamandern untersucht und mehrere Exemplare des interessanten italienischen Höhlensalamanders (*Spelerpes fuscus*) lebend beobachtet hatte, hielt es für wünschenswerth, dass von morphologischer Seite aus eine einschlägige Untersuchung unternommen werde, besonders weil ihm die von physiologischer Seite angestellten Versuche und die daraus gezogenen Folgerungen keineswegs einwandfrei und überzeugend schienen.

Ich bin Herrn Dr. BRANDES zu großem Danke verpflichtet, dass er nicht nur zu meinen Gunsten auf die weitere Verfolgung dieser Frage verzichtete und mir die eingehende Untersuchung anvertraute, sondern dass er auch an dem Fortgange meiner Studien den regsten Antheil nahm und mich mit seinem Rathe in jeder Hinsicht auf das wirksamste unterstützte. Auch der Gräfin Fräulein Dr. MARIA

VON LINDEN, die während des Winter-Semesters 1896/97 Herrn Dr. BRANDES vertrat, habe ich aufs herzlichste zu danken besonders für ihre liebenswürdige Mühewaltung bei den sehr schwierigen Injektionen, deren Gelingen ich zum größten Theil ihrer außerordentlichen Geschicklichkeit zu danken habe.

Injicirt wurde mit warmer Masse, Gelatine mit Preußisch Blau oder Chinesisch Zinnober. Davon eignete sich die blaue Injektionsmasse besonders für mikroskopische Präparate, während für makroskopische Untersuchungen die Zinnoberinjektion vorzuziehen war. Es wurden stets Totalinjektionen ausgeführt, indem die Kanüle in den Konus eingebunden wurde, eine Manipulation, die bei *Spelerpes* wegen der Enge des Konus mit großen Schwierigkeiten verknüpft war.

Von lungenlosen Salamandriden stand mir nur *Spelerpes fuscus* zur Verfügung. Die Untersuchung hatte einerseits den Verlauf der größeren Gefäße festzustellen, andererseits die Vertheilung der Kapillaren, besonders derjenigen, die geschickt sind, Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen. Zur Vergleichung musste naturgemäß der Kreislauf der Lungen-Salamander herangezogen werden; ich wählte dazu *Salamandra maculata* und *Triton taeniatus*, die in hinreichender Menge leicht zu beschaffen waren. Aber bald stellte es sich heraus, dass das über den Gefäßverlauf der Salamandriden Bekannte durchaus unzureichend genannt werden muss. Daher war ich genöthigt, vor Allem erst einmal den Verlauf der größeren Gefäße bei *Salamandra maculata* und *Triton taeniatus* festzustellen, sodann zu untersuchen, wie sich die Kapillaren bei diesen Formen verhalten an Stellen, wo Athmung möglich ist. Die Fragestellung also lautet:

1) Wie verlaufen die stärkeren Blutgefäße bei den lungenlosen Salamandriden, und in wie fern unterscheidet sich ihr Verlauf von dem der Lungen-Salamander?

2) Wie verhalten sich die Kapillaren in der Haut und in denjenigen Theilen, die von der atmosphärischen Luft umspült werden, bei lungenlosen Salamandriden, und wie unterscheiden sich diese Verhältnisse von denen der Lungen-Salamander?

Um uns die nöthigen Vergleichsobjekte zu beschaffen, müssen wir aber zuerst das Gefäßsystem von Lungen-Salamandern genau kennen lernen. Ich schildere daher zuerst die Ergebnisse meiner Untersuchungen an *Salamandra maculata* und *Triton taeniatus*.

Salamandra maculata.

(Taf. XLII, Fig. 1.)

Aus dem Bulbus arteriosus gehen jederseits vier, seltener drei Arterienbögen hervor. Der erste (*I*)¹ endet in der Carotidendrüse, aus der zwei Gefäße entspringen, die Arteria carotis interna (*ci*) und die Arteria carotis externa (*ce*). Die erstere geht um den Ösophagus herum, verläuft eine kurze Strecke auf der Schädelbasis und dringt dann in die Schädelhöhle ein (Taf. XLIII, Fig. 10 *ci*). Auf ihrem Wege giebt sie dünne Äste an Pharynx und Gaumen ab. Die Arteria carotis externa (*ce*) tritt an die Zungenbeinbögen heran und spaltet sich hier; ein Zweig zieht am Zungenbein entlang zur Zunge, der andere versorgt die Muskeln des Zungenbeinbogenapparates, sendet einen Ast an die Haut und vereinigt sich schließlich in der Unterkieferspitze mit dem gleichwerthigen Gefäß der anderen Seite.

Der zweite (*II*) und dritte (*III*) Arterienbögen vereinigen sich an der lateralen Seite des Ösophagus zur Aortenwurzel. Aus dem zweiten Bogen entspringt häufig ein dünnes Gefäß, das sich auf der Kehlhaut verzweigt.

Der vierte Arterienbogen (*IV*), der mit dem dritten durch den Ductus Botalli verbunden ist, setzt sich in die Arteria pulmonalis (*p*) fort. Aus dieser und auch häufig aus dem Ductus Botalli geht ein schwaches Gefäß ebenfalls an die Kehlhaut. Einige Seitenäste der Pulmonalarterie verzweigen sich auf der ventralen, ein Zweig auf der dorsalen Seite des Ösophagus.

Die Aortenwurzel (Taf. XLIII, Fig. 10 *aow*) greift nach vorn um den Ösophagus herum gegen die Wirbelsäule und vereinigt sich hier mit der Aortenwurzel der Gegenseite zur Aorta (*ao*). Vorher giebt sie in ihrem mittleren Theil ein Gefäß ab, die Arteria maxillaris externa² (Fig. 10 *me*), die zum Kieferwinkel zieht und sich hier spaltet; der stärkere Zweig, den ich in der Fig. 10 mit einem Kreuz bezeichnet habe, zieht an dem Unterkieferknochen entlang, der schwächere verästelt sich auf dem Oberkiefer.

In einiger Entfernung von der Arteria maxillaris externa entspringt aus der vorderen Wand der Aortenwurzel ein Gefäß, das sofort nach unten umbiegt und sich dann an den Wirbeln entlang nach hinten zieht, die Arteria vertebralis collateralis (Fig. 1 und 10 *vc*). An der

¹ Die in Klammer befindlichen Zahlen und Buchstaben beziehen sich auf die in der Überschrift genannte Tafelfigur.

² J. HYRTL, Cryptobranchus japonicus. Schediasma anatomicum. Wien 1865.

Umbiegungsstelle, also gleich im Anfang, entsteht aus der Arteria vertebralis collateralis ein Gefäß (Fig. 10 o), das sich in der Gaumendecke verästelt und auch Zweige an das Auge abgibt; ECKER¹ beschreibt beim Frosch ein analoges Gefäß, das er Arteria occipitalis nennt. Die Arteria vertebralis durchdringt die Öffnungen an der Basis der Querfortsätze, die HATSCHKEK-CORI² abbildet, und giebt hier jedes Mal einen Seitenzweig, Ramus costalis (*rc*) ab, der an den Rippen entlang verläuft, die Muskeln durchdringt und sich mit seinen letzten Verästelungen auf der Haut ausbreitet. In gleicher Vertheilung findet man auch Rami dorsales, die Muskeln und Haut des Rückens versorgen. Die Arteria vertebralis collateralis setzt sich bis in die Spitze des Schwanzes fort und communicirt in ihrem ganzen Verlaufe durch Verbindungsgefäße mit der Aorta.

Aus der Aorta (*ao*) entspringen in der Höhe der vorderen Extremitäten die Arteriae subclaviae (*sc*) und geben am Schultergürtel angekommen je einen ziemlich starken Ast an die Haut ab, die Arteria cutanea magna (*cm*), die zuerst in gleicher Richtung, wie die Arteria subclavia verläuft, dann umbiegt und in der Längsrichtung des Thieres nach hinten zieht. Sie giebt nach beiden Seiten zahlreiche Seitenzweige ab und verschmilzt in der Mitte des Rumpfes mit der Arteria epigastrica (*e*), die ihren Ursprung aus der Arteria iliaca communis (*ic*) nimmt und deren Seitenäste sich ebenfalls auf der Haut verzweigen.

An der Ursprungsstelle der Arteriae subclaviae entsteht aus der Aorta die Arteria gastrica anterior (*ga*), ein dünnes Gefäß, das sich auf dem Magen und Ösophagus verästelt. Im weiteren Verlaufe giebt die Aorta Zweige an den Magen, das Mesenterium, die Leber, an den Mitteldarm und den Enddarm ab; sie versorgt weiter die Geschlechtsorgane und die Nieren; zu den hinteren Extremitäten sendet sie die Arteriae iliaca (*ic*).

Die Venen vereinigen sich, bevor sie in den Sinus venosus (*sv*) eintreten, zum Ductus Cuvieri, der auf der linken Seite sehr kurz ist oder auch ganz fehlt. Das Blut der Kopf- und Halsregion wird durch die Vena jugularis externa (*ie*) und die Vena jugularis interna (Taf. XLII, Fig. 1 und Taf. XLIII, Fig. 10 ii) herbeigeführt.

Die Vena jugularis externa entsteht aus der Vena lingualis (*l*) und zwei Gefäßen, von denen das eine aus den Geweben des Unter-

¹ ECKER, Die Anatomie des Frosches. Abth. 2. Freiburg i. B. 1881.

² HATSCHKEK-CORI, Elementarkurs der Zootomie. Jena 1896. Taf.

kiefers und dem vorderen Theil der Kehlhaut seinen Ursprung nimmt, während das andere aus den Kapillaren des Pharynx hervorgeht, sich dorsal von den Arterienbögen auf den Pharynx ausbreitet und vielleicht Vena pharyngea (*ph'*) zu nennen sein dürfte. Die Vena lingualis beginnt in der Zunge, zieht am Zungenbein und dem letzten Zungenbeinbogen entlang und bildet über den Arterienbögen ein Rete mirabile.

Die Vena jugularis interna (*ii*) entsteht aus dem Kapillarnetz, das sich auf dem Oberkiefergaumenapparat ausbreitet, und aus Gefäßen der Schädelhöhle und des Auges. Sie wird dann verstärkt durch die Vena maxillaris superior (Fig. 10 *ms*), die das Os maxillare begleitet, und durch die Vena maxillaris inferior (Fig. 10 *mi*), die am unteren Kieferbogen entlang zieht und Äste aus dem Gewebe des Unterkiefers und aus der Kehlhaut aufnimmt. Im weiteren Verlauf empfängt die Vena jugularis interna kleine Zweige aus dem Pharynx, biegt dann um den Ösophagus herum und mündet neben der Vena jugularis externa (*ie*) in den Sinus venosus.

Das Blut der Schwanz- und Rumpfhaut wird durch eine der Haut dicht anliegende starke Vene, ich nenne sie Vena cutanea magna (*cm'*), zurückgeführt, die im Schwanze ihren Ursprung nimmt und von dort geradeswegs nach vorn verläuft, indem sie den Rückenlängsmuskel begleitet, bis sie etwa vom fünften Wirbel in einem starken Bogen zur Vorderextremität zieht, aus der die Vena subclavia (*sc'*) zu ihr stößt. Sie wendet sich dann zum Herzen und empfängt kurz vor ihrer Mündung in den Sinus ein Gefäß, das aus den Kapillaren der Kehlhaut entsteht und das ich als Vena cutanea parva (*cp*) bezeichnen möchte. In der Rumpfgegend nimmt die Vena cutanea magna jederseits sowohl aus der Haut des Rückens als auch aus der der Seitentheile Äste auf, von denen die letzteren immer zwischen zwei Rami costales der Arteria vertebralis collateralis verlaufen und deshalb vielleicht als Rami intercostales der Vena cutanea magna zu bezeichnen sind; die ersteren können Rami dorsales genannt werden.

Das Blut des Schwanzes wird durch die Vena caudalis (*c*) fortgeleitet, ein unpaares Gefäß, das mit der Aorta in dem durch die Hämaphysen gebildeten Kanal eingeschlossen ist, sich vor dem Eintritt in die Nieren spaltet und zu jeder Niere einen Ast sendet, der sich in die Venae advehentes des Nierenfortaderkreislaufs auflöst. Ebenfalls zu den Nieren geleitet wird das Blut jeder hinteren Extremität und zwar durch die Vena iliaca (*ic'*). Diese giebt aber dicht

vor den Nieren einen Ast ab, der sich mit dem entsprechenden Ast der Gegenseite in der Medianlinie der Bauchseite zur Vena abdominalis (*a*) vereinigt, nachdem die Äste vorher noch Gefäße aus der Kloake und dem Darm aufgenommen haben. Die Vena abdominalis liegt den Muskeln der Bauchwand auf und empfängt auf ihrem Verlaufe nach vorn aus jedem Muskelsegment von jeder Seite einen Zweig; auch nimmt sie einen Ast aus der Blase auf. In der Höhe der Leber biegt sie an diese heran, nimmt vorher ein Gefäß auf, das aus den Bauchmuskeln des vorderen Rumpfes kommt, und vereinigt sich mit der Lebervene (*le*), einem Gefäße, das aus Venen des Magens, des Mitteldarmes und der Leber entstanden ist; sie löst sich beim Eintritt in die Leber in die Venae adheventes des Leberpfortaderkreislaufs auf. Das aus den Venae revehentes entstehende Gefäß ergießt sich in die Vena cava, die aus den Venae revehentes des Nierenpfortaderkreislaufs hervorgegangen ist, die Venen der Geschlechtsorgane aufgenommen hat und außerdem mit den Kardinalvenen in Verbindung steht; letztere verlaufen längs der Wirbelsäule und münden in die Vena cutanea magna kurz vor ihrem Eintritt in den Sinus. Die Vena cava geht in das hintere Ende des Sinus venosus über. Diese zuletzt genannten Gefäße sind in der von mir entworfenen Figur nicht zur Darstellung gekommen, weil sie die Übersichtlichkeit des Verlaufes der uns besonders interessirenden Gefäße stark beeinträchtigen würden.

Triton taeniatus.

(Taf. XLII, Fig. 2.)

Aus dem Bulbus arteriosus entspringen jederseits nur drei Arterienbögen. Aus dem ersten (*I*) entstehen die Arteria carotis externa (*ce*) und die Arteria carotis interna (*ci*). Erstere verläuft an dem Zungenbein entlang zur Zunge, ohne wie bei *Salamandra* ein starkes Gefäß an die Muskeln abzugeben. Die Carotis interna (*ci*) hat denselben Verlauf wie die von *Salamandra*. Der zweite Arterienbogen (*II*) bildet allein die Aortenwurzel. Der dritte Arterienbogen fehlt immer¹. Der vierte (*IV*) ist mit dem zweiten nur durch einen sehr zarten Ductus Botalli verbunden. Die Arteria pulmonalis (*p*) giebt vor ihrem Eintritt in die Lunge einen Zweig an die Haut und einen oder zwei an den Ösophagus ab. Sie durchläuft die Lunge in gerader Linie und in ziemlich gleichbleibender Stärke

¹ BOAS, Über den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien. Morphol. Jahrbuch. Bd. VII.

bis zur äußersten Spitze. Von ihr gehen in regelmäßigen Abständen unter rechtem Winkel nach beiden Seiten Gefäße in das Lungengewebe.

Die Arteria maxillaris externa (*me*, Fig. 9), die Arteria vertebralis collateralis (Fig. 2 und 9 *vc*) und die Arteria occipitalis (Fig. 9 *o*) entstehen und verlaufen ähnlich wie bei Salamandra. Der am Unterkiefer sich hinziehende Seitenast der Arteria maxillaris externa, von dem in der Fig. 9 nur der Anfang gezeichnet und mit einem + versehen ist, giebt wie auch bei Salamandra außer an die Gewebe des Mundbodens auch zahlreiche Zweige an die Kehlhaut ab.

Die aus der Arteria subclavia (*sc*) entstehende und mit der Arteria epigastrica (*e*) verschmelzende Arteria cutanea magna (*cm*) ist sehr dünn und sendet wenig Ausläufer an die Haut.

Der Verlauf der die Eingeweide versorgenden Blutgefäße hat große Ähnlichkeit mit dem der entsprechenden Gefäße von Salamandra.

Die unpaare Vena caudalis (*c*) nimmt auch das Blut aus der Schwanzhaut auf. Vena abdominalis (*a*) und Vena cava zeigen gleiche Entstehung und gleichen Verlauf wie bei Salamandra. Wesentlich verschieden ist die Vena cutanea magna (*cm'*). Sie verläuft nicht auf dem Rücken in der Nähe der Wirbelsäule, sondern an den Seiten des Körpers, nicht weit von der Arteria cutanea magna (*cm*) entfernt; außerdem beginnt sie nicht im Schwanz, sondern erst im Rumpf, dicht vor dem Beckengürtel. Mit ihrer Lage hängt zusammen, dass ihre Rami dorsales außer aus der Rückenhaut auch Blut aus der Haut der Seitenwandungen fortführen, während die Intercostalzweige hauptsächlich das Blut der Bauchhaut aufnehmen. Im weiteren Verlaufe empfängt die Vena cutanea magna die Vena subclavia (*sc'*) und mündet gemeinsam mit der Vena cutanea parva (*cp*) in den Ductus Cuvieri.

Das Blut der vorderen Körperregion wird durch die Vena jugularis interna (Taf. XLIII, Fig. 9 *ii*) und die Vena jugularis externa (*ie*) zurückgeführt. Von den Ästen, die bei Salamandra die Jugularis externa bilden, konnte ich hier jenes Gefäß, das seinen Ursprung aus den Kapillaren der Unterkiefermuskeln und des vorderen Theiles der Kehlhaut nimmt, an keinem meiner zahlreichen Präparate nachweisen. Vielleicht wird es durch einen Seitenzweig der Vena lingualis (*l*) vertreten, der aus den Muskeln hervortritt und am letzten Zungenbeinbogen mündet.

Die Vena pulmonalis (*p'*) entsteht in der Spitze der Lunge, ver-

läuft gegenüber der Lungenarterie und nimmt von beiden Seiten Gefäße auf, die mit den Seitenzweigen der Arterie alterniren.

Spelerpes fuscus.

(Taf. XLII, Fig. 3.)

Aus dem Bulbus arteriosus entstehen jederseits nur drei Arterienbögen. Ich schließe aus den von BOAS¹ an Triton taeniatus und anderen Urodelen angestellten entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen, dass auch hier der dritte Arterienbogen verloren geht. Aus dem ersten Arterienbogen (*I*) gehen die Carotis externa (*ce*) und interna (*ci*) hervor, die gleichen Verlauf wie die entsprechenden Gefäße von Triton zeigen. Aus dem zweiten Bogen (*II*) entspringt ein dünnes Gefäß, das sich an die Haut der Kehle begiebt. Der vierte Arterienbogen (*IV*) geht in die Arteria pulmonalis (*p*) über, ohne mit dem zweiten Bogen durch den Ductus Botalli verbunden zu sein; wenigstens habe ich eine solche Verbindung nie beobachtet. Die Lungenarterie ist trotz des Fehlens der Lunge nicht verkümmert, sondern als starkes Gefäß ausgebildet, das sich auf dem Magen in mehrere starke Zweige auflöst, die durch Verbindungsgefäße mit einander kommunizieren. Sie giebt drei bis vier Äste an den Ösophagus und ein schwaches Gefäß an die Haut ab. Gleich nach dem Austritt aus dem Bulbus entspringt aus dem vierten Arterienbogen ein Gefäß, das unterhalb des zweiten und ersten Bogens auf dem Pharynx nach vorn zieht und sich verästelt, die Arteria pharyngea (*ph*). Bei *Salamandra* und Triton konnte ich ein solches Gefäß nicht beobachten.

Wenn die Aortenwurzel (Taf. XLIII, Fig. 8 *aow*) die Dorsalseite des Ösophagus erreicht, entspringen aus ihr in kurzer Entfernung von einander die Arteria maxillaris externa (Fig. 8 *me*), die Arteria occipitalis (Fig. 8 *o*) und die Arteria vertebralis collateralis (Fig. 8 *vc*); die Arteria occipitalis ist hier also nicht wie bei *Salamandra* und Triton ein Ast der Arteria collateralis, sondern ein selbständiger Zweig der Aortenwurzel.

Die Arteria vertebralis collateralis (*vc*) von *Spelerpes* liegt im Gegensatz zu der von *Salamandra* und Triton, wo sie durch die Löcher der Querfortsätze hindurchzieht, im Rumpf oberhalb der Querfortsätze und ist deshalb verhältnismäßig leicht frei zu präparieren. Sie kommuniziert mit der Aorta durch Verbindungsgefäße, von denen

¹ BOAS, Über den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien Morphol. Jahrb. Bd. VII. 1882.

die zwei oder drei vorderen merkwürdigerweise von der Aorta aus nach vorn zu der Arteria collateralis verlaufen, wodurch der Eintritt von Aortenblut nothwendig erschwert werden muss; die weiter hinten folgenden verhalten sich wie die homologen Gefäße bei Salamandra und Triton.

Die Arteria cutanea magna (*cm*) ist ein sehr dünnes Gefäß und lässt sich von der Arteria subclavia (*sc*) nur eine kurze Strecke weit verfolgen.

Ein kurzes Stück hinter den Arteriae subclaviae entspringen aus der Aorta zwei ziemlich starke Arteriae gastricae anteriores (*ga*), die sich auf den dorsalen und seitlichen Wandungen des Ösophagus und Magens verzweigen und mit den Ästen der Arteria pulmonalis durch Verbindungsgefäße communiciren.

Das Blut des Schwanzes wird nicht von einer unpaaren Caudalvene zu den Nieren geleitet, sondern durch zwei Venen (*c*), die der Wirbelsäule lateral anliegen und zahlreiche Äste aus den Muskeln und der Haut des Schwanzes aufnehmen. Kurz vor dem Eintritt in die Nieren sind sie durch ein starkes Gefäß mit einander verbunden.

Die aus den Seitenästen der Venae iliacae (*ic'*) hervorgehende unpaare Vena abdominalis (*a*) nimmt nicht nur Blut aus der Kloake, dem Enddarm, der Blase und den Leibesdecken auf, sondern empfängt auch zahlreiche Gefäße aus der Haut des Bauches, die im hinteren Rumpftheil, wo die Vene den Bauchdecken anliegt, senkrecht zu ihr verlaufen, im vorderen aber zu einem größeren, in der Längsrichtung ziehenden Gefäße vereinigt sind, das an der Stelle in die Vena abdominalis einmündet, wo sie zur Leber aufsteigt. Um die Übersichtlichkeit nicht zu stören, konnte ich die vorderen Seitenzweige der Vena abdominalis in der Fig. 3 nicht zeichnen.

Die Lebervene (*le*) empfängt außer den Magenvenen ein Gefäß, das vom Ösophagus entspringt, da, wo sich die Zweige der Pulmonalarterie an ihm verästeln, die Vena oesophagea (*oe*).

Die Vena cutanea magna (*cm'*) verläuft längs der Wirbelsäule, hat also gleiche Lage wie die von Salamandra, entsteht aber erst wie die von Triton im Rumpf vor dem Beckengürtel. Ihre Rami intercostales sind kürzer wie die von Salamandra und nehmen nur Blut aus der Haut der Seitenwandungen auf, während das Blut der Bauchhaut durch die Seitenzweige der Abdominalvene fortgeführt wird. Die Hautvene wendet sich wie bei Salamandra am fünften Wirbel im Bogen zu der vorderen Extremität, nimmt aber hier nicht die Vena subclavia auf, sondern nur ein kleines Gefäß, das aus den

Muskeln des Schultergürtels kommt. Die *Vena cutanea parva* (*cp*) empfängt sie noch ein beträchtliches Stück vor dem Eintritt in den *Ductus*.

Die *Vena subclavia* (*sc'*) bleibt selbständig bis zum Eintritt in den *Ductus Cuvieri*; sie nimmt nur ein kleines Gefäß aus den Nackenmuskeln auf.

Die *Vena jugularis interna* (Taf. XLIII, Fig. 8 *ii*) und *externa* (Fig. 8 *ie*) zeigen mit ihren Seitenästen gleichen Verlauf, wie bei Triton; es fehlt nur der aus den Muskeln kommende Seitenast der *Vena lingualis*.

Die *Vena pulmonalis* ist nicht vorhanden.

Vergleichen wir diese Resultate meiner makroskopischen Untersuchungen mit den Ergebnissen der Arbeiten anderer Forscher, so wird es sich hauptsächlich um *Salamandra maculata* und Triton *taeniatus* handeln, da über das Blutgefäßsystem von *Spelerpes fuscus* noch nichts veröffentlicht ist.

Die Arbeiten von BOAS¹ und BRÜCKE² beschäftigen sich nur mit den Arterienbögen. BOAS' Beobachtung, dass bei *Salamandra* gewöhnlich vier, bei Triton drei Arterienbögen aus dem *Bulbus arteriosus* hervorgehen, konnte ich bestätigen. Das von BRÜCKE bei *Salamandra* entdeckte kleine Hautgefäß, das aus dem zweiten Bogen entspringt, konnte ich bei dem gleichen Objekt und bei *Spelerpes* stets nachweisen, dagegen scheint es bei Triton nur gelegentlich vorzukommen. Dass aus dem *Ductus Botalli* bei *Salamandra* jederseits ein sich sofort verästelndes zartes Gefäß seinen Ursprung nimmt, welches sich zur Haut und zur Ohrdrüse des Thieres begiebt, konnte ich nur zuweilen beobachten.

Nur spärliche Angaben über das Blutgefäßsystem sind im Text der Arbeit von RUSCONI³ enthalten; in seinen Figuren erkenne ich vor Allem eine zahlreiche Seitenzweige abgebende *Arteria cutanea magna*.

Bei WIEDERSHEIM⁴ findet sich ein Schema vom Arteriensystem

¹ BOAS, Über den *Conus arteriosus* und die Arterienbogen der Amphibien. *Morph. Jahrb.* Bd. VII. 1882.

² BRÜCKE, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Gefäßsystems bei Amphibien. *Denkschr. der kaiserl. Akad. der Wissensch. zu Wien.* Bd. III.

³ RUSCONI, *Histoire naturelle de la salamandre terrestre.* Pavia 1854.

⁴ WIEDERSHEIM, *Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere.* Jena 1888. 2. Aufl.

von Salamandra, worin aber fast nur die von der Aorta ausgehenden und für die Eingeweide bestimmten Gefäße berücksichtigt sind; eine Arteria vertebralis ist nicht gezeichnet.

HOFFMANN schildert in »BRONN's Klassen und Ordnungen der Amphibien« den Arterienverlauf im Anschluss an die Arbeit HYRTL's¹ und beschreibt die Arteria vertebralis collateralis, ohne aber ihre Seitenzweige zu erwähnen. Sonst beschäftigt er sich hauptsächlich mit dem Verlauf der Arterien in den Extremitäten.

Über das Blutgefäßsystem des Triton hoffte ich in einer von HOFFMANN (BRONN's Klassen und Ordnungen der Amphibien, p. 475) citirten Arbeit von H. MILNE EDWARDS, »De l'appareil circulatoire du Triton (Ann. des scienc. nat. 3. Serie. Zool. Taf. VIII. 1847) Näheres zu erfahren, musste aber leider konstatiren, dass es sich in dieser Arbeit nicht um den Molch, sondern um die Schnecke Triton (!) handelt.

Durch HYRTL's¹ vorzügliche Arbeit erfahren wir für *Cryptobranchus* Näheres über den Verlauf sowohl der Arteria vertebralis collateralis als auch der beiden anderen aus der Aortenwurzel entstehenden Gefäße. Es ist die einzige Arbeit, in der ich über diese Gefäße ausführlich berichtet gefunden habe. Er sagt darüber ungefähr Folgendes: »Von den beiden Zweigen, die gleich nach der Vereinigung der beiden Arterienbögen aus der Aortenwurzel hervorgehen, erstreckt sich der vordere theils oberhalb des letzten Endes des Hyoidknochens nach abwärts und vorn, theils wendet er sich zum Kieferwinkel und tritt von da in den Mundboden ein. Der innere Zweig, der von bedeutenderer Stärke ist, eilt nach innen und vorn, berührt die Basis des Schädels, das membranöse Dach des Mundes und die ihm aufliegenden Muskeln, versieht mit einem kleinen Ast den Augapfel und verzweigt sich, nachdem er in die Schädelhöhle eingetreten, im Gehirn.« Wir haben gesehen, dass die von HYRTL bei *Cryptobranchus japonicus* beschriebenen Gefäße auch den von uns untersuchten Formen nicht fehlen, bei *Spelerpes* sogar genau in der gleichen Weise verlaufen.

Über die Seitenzweige der Arteria vertebralis collateralis und namentlich über die Verästelung ihrer letzten Ausläufer in der Haut habe ich für Urodelen nirgends etwas erwähnt gefunden. An *Rana* hat ECKER² diese Seitenzweige und ihre Verästelung beobachtet.

Mit dem Venensystem der Urodelen beschäftigen sich die schon

¹ HYRTL, *Cryptobranchus japonicus*. Schediasma anatomicum. Wien 1865.

² ECKER, Die Anatomie des Frosches. Abth. 2. Freiburg 1881.

genannten Arbeiten von HYRTL und RUSCONI und eine neuere von HOCHSTETTER¹. HYRTL behandelt in seinem *Cryptobranchus japonicus* nur die Vena portarum und die Abdominalvene genauer, RUSCONI beschäftigt sich im Text nur sehr flüchtig mit den Venen, und in seinen Figuren sind nur die Venen der Leibeshöhle berücksichtigt, und HOCHSTETTER verfolgt hauptsächlich die Entwicklung der Cardinalvenen.

Bei STANNIUS² und in BRONN's »Klassen und Ordnungen, Amphibien« ist das Venensystem der Urodelen sehr kurz behandelt. WIEDERSHEIM, der wieder ein Schema des Venenverlaufs von *Salamandra* bietet, hat in dieser Abbildung nur die Resultate von HYRTL, HOCHSTETTER und RUSCONI verarbeitet. Von einer Vena cutanea magna ist nirgends die Rede, ein Umstand, der bei der Größe dieses Gefäßes auffallend genannt werden muss. Eben so habe ich die Vena oesophagea an keiner Stelle erwähnt gefunden; auch mit dem Verlauf der Vena jugularis interna hat man sich anscheinend nicht beschäftigt.

Von besonderem Interesse erscheint das völlige Fehlen einer Vena pulmonalis bei *Spelerpes*. Anfänglich wollte es mir gar nicht einleuchten, dass dieses Gefäß gänzlich verschwunden sein sollte, da doch die Lungenarterie kräftig entwickelt ist. Als ich aber trotz der genauesten Untersuchung ein solches Gefäß nicht entdecken konnte, musste ich wohl an ein Fehlen desselben glauben. Mit diesem negativen Befund stehen nun aber auch die Resultate einer Untersuchung des Herzens der lungenlosen Salamander in schönster Übereinstimmung. G. S. HOPKINS³ hat sieben Species von amerikanischen lungenlosen Salamandern untersucht und festgestellt, dass in den Atrien die Öffnung der Pulmonalvene gänzlich fehlt, und dass der Sinus venosus in den linken Vorhof mündet, während bei Lungen-Salamandern der Sinus in den rechten Vorhof und die Lungenvene in den linken eintritt. Außerdem ist bei den lungenlosen Formen die Vorhofsscheidewand von einer so großen Öffnung durchbohrt, dass von einer Trennung beider Vorhöfe im physiologischen Sinne nicht die Rede sein kann.

¹ HOCHSTETTER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Venensystems der Amphibien. Morph. Jahrb. Bd. XIII.

² STANNIUS, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846.

³ G. S. HOPKINS, The heart of some lungless Salamanders. Amer. Naturalist. Vol. XXX. p. 829.

Durch die makroskopischen Untersuchungen sind also vor Allem folgende Thatsachen festgestellt. Aus der Aortenwurzel entspringt an der Stelle, wo sie die Dorsalseite des Ösophagus erreicht, bei unseren drei Urodelen ein Gefäß, die Arteria maxillaris externa (Fig. 8, 9, 10 *me*), das sich auf dem Ober- und Unterkiefer verästelt. In kurzer Entfernung von ihm entsteht ein zweites Gefäß, die Arteria occipitalis (Fig. 8, 9, 10 *o*), entweder direkt aus der Aortenwurzel (Spelerpes) oder aus der Arteria vertebralis collateralis (Salamandra, Triton); diese breitet sich in dem Gewebe des Gaumens aus und dringt mit einem Aste auch in das Auge ein. Die Arteria vertebralis collateralis (Fig. 1, 2, 3, 8, 9, 10 *vc*), die mit der Aorta durch Verbindungsgefäße kommunicirt, giebt im Rumpftheil an jedem Wirbel einen Ramus dorsalis und einen Ramus costalis ab, deren letzte Ausläufer sich auf der Haut ausbreiten. Die Arteria cutanea magna (Fig. 1, 2, 3 *cm*) ist bei Salamandra ein ziemlich starkes Gefäß mit zahlreichen Seitenzweigen, bei Triton ist sie bedeutend schwächer und hat nur wenige Seitenäste, bei Spelerpes kann man sie von der Arteria subclavia aus nur eine kurze Strecke weit verfolgen. Die Arteria pulmonalis giebt vor ihrem Eintritt in die Lunge einen Zweig an die Haut und bei Salamandra mehrere, bei Triton ein bis zwei Seitenäste an den Ösophagus ab und durchzieht dann die Lunge in ziemlich geradem Verlauf, nach beiden Seiten zahlreiche Äste sendend. Bei Spelerpes ist die Pulmonalarterie trotz des Fehlens der Lunge nicht verkümmert, sondern sie ist ein kräftiges Gefäß, das wie bei Salamandra und Triton Äste an den Ösophagus und die Haut schickt, das sich dann aber auf dem Magen in mehrere Zweige auflöst. Sie kommunicirt auf der Oberfläche des Magens durch Verbindungsgefäße mit der Arteria gastrica anterior.

Im Rumpfe unserer drei Urodelen verläuft auf der Haut die starke Vena cutanea magna, die von beiden Seiten zahlreiche Zweige aufnimmt und vor ihrem Eintritt in den Ductus Cuvieri durch die Vena cutanea parva verstärkt wird. Bei Salamandra und Triton empfängt sie aus der vorderen Extremität die Vena subclavia, die bei Spelerpes direkt in den Ductus einmündet. Das Blut wird aus dem Ösophagus durch die Vena pharyngea fortgeführt, bei Spelerpes außerdem noch durch die Vena oesophagea. Bei Spelerpes sind zwei Venae caudales vorhanden; die Vena pulmonalis fehlt ihm.

Es ergeben sich also im Verlauf der größeren Gefäße Unterschiede zwischen den Lungen-Salamandern Triton taeniatus und Salamandra maculata einerseits und dem lungenlosen Spelerpes fuscus

andererseits hauptsächlich in der Ausbildung der Lungengefäße. Die Arteria pulmonalis hat beim Spelerpes eine andere Aufgabe übernommen; da sie nicht mehr Blut in die Lunge führen kann, damit es O aufnehme und CO² abgebe, so versorgt sie damit den Magen, der es zur Ernährung gebraucht und nicht zur Athmung, wie wir später sehen werden. Die Vena pulmonalis ist rückgebildet, da das unbrauchbar gewordene Blut aus dem Magen durch die Magenvenen fortgeführt werden kann; aus dem Ösophagus leitet die Vena oesophagea das Blut zur Lebervene. Weitere Unterschiede haben wir kennen gelernt in dem Vorhandensein einer Arteria pharyngea bei Spelerpes, in dem paarigen Auftreten der Vena caudalis, in der direkten Einmündung der Vena subclavia in den Ductus Cuvieri und in der überaus schwachen Entwicklung der Arteria cutanea magna und der damit in Korrelation stehenden kräftigen Ausbildung der Costaläste der Arteria vertebralis collateralis.

Wir gelangen jetzt dazu, das Verhalten derjenigen Kapillaren zu untersuchen, die der atmosphärischen Luft zugänglich sind. Da kommen zuerst die der Haut in Betracht. An gut injicirten Exemplaren von *Salamandra*, Triton und Spelerpes sieht man ein engmaschiges Kapillarnetz sich über den ganzen Körper ausbreiten. Es beginnt in der äußersten Spitze des Schwanzes, dringt bis in die Zehen vor, umfasst Bauch- und Rückenseite und ist auf dem Nacken und der Kehle zu finden. An Schnitten durch die Haut sieht man, dass die Kapillaren dicht unter der Epidermis liegen und von Pigment umhüllt sind. Sie umfassen die Ausführungsgänge der reichlich in der Haut vorhandenen Drüsen; bei Totalpräparaten sieht man in Folge dessen innerhalb einer Masche immer eine Drüsenöffnung. Von Kommunikationsröhren, wie sie die Gebrüder SARASIN¹ für Ichthyophis beschrieben haben, konnte ich nichts entdecken. Das Material ist für die Entscheidung dieser Frage aber auch nicht geeignet, da das Epithel sehr dünn ist.

Die Weite der Kapillaren ist bei den drei Species verschieden. Ich maß bei *Salamandra* einen Durchmesser von 7—12 μ , bei Triton einen solchen von 12—16, während ich bei Spelerpes 24—30 μ feststellen konnte. Ich habe diese Resultate auf Taf. XLIII in Fig. 4, 5 und 6 durch die genaue Wiedergabe dreier Präparate mittels Prisma

¹ Dr. PAUL und Dr. FRITZ SARASIN, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. 1887—1893. Die letzten Endigungen der Blutkapillaren in den Intercellularräumen der Epidermis.

und mit der gleichen Vergrößerung zur Darstellung gebracht und kann nur noch bemerken, dass ich Individuen zur Vergleichung gewählt habe, bei denen die Injektion in gleicher Weise gut gelungen war.

Eine weitere Frage war die, ob nicht vielleicht irgend welche Theile des Darmtractus der Athmung dienen könnten. An Serienquerschnitten durch den Ösophagus erkennt man, dass die subepitheliale Lage desselben reichlich von Kapillaren durchsetzt ist, dass aber diese Kapillaren bei Salamandra und Spelerpes auch zwischen das Epithel eindringen, während dies bei Triton nicht der Fall ist. Dass das Eindringen der Kapillaren ins Epithel nicht eine Täuschung ist, indem Bindegewebe mit Blutgefäßen durch Faltung zwischen die Epithelzellen gerathen ist, sieht man besonders deutlich an Längsschnitten, wo sich das Epithel häufig auf weite Strecken abgehoben hat. Auch hier liegen die Kapillaren zwischen den Epithelzellen. Die Figuren 11, 12 und 13 auf Taf. XLIII zeigen diese Verhältnisse. Besonders zahlreich sieht man Blutkapillaren zwischen Epithelzellen bei Salamandra in der Gegend der Glottis und bei Spelerpes nicht weit vor dem Magen an einem Vorsprung, der vielleicht den letzten Rest einer früher vorhandenen Glottis darstellt.

Im Magen und Darm reichen die Kapillaren nur bis an das Epithel heran, dringen aber nicht zwischen die Zellen ein. Ihr Antheil an der Athmung wird also mindestens bei Weitem geringer sein, als im Ösophagus, wenn überhaupt noch sauerstoffreiche Luft bis hierher dringt.

Als meine Untersuchungen so weit gelangt waren, erschien eine Arbeit von MAURER¹ über das Eindringen von Blutgefäßen in das Epithel der Mundschleimhaut bei Amphibien. Er konstatirt die Thatsache, »dass in der subepithelialen Lage nicht das letzte oberflächlichste Kapillarnetz sich findet, sondern dass von diesem ausgehend Kapillaren auch in das Epithel eintreten, indem sie sich nicht nur zwischen die Zellen der basalen Lage, sondern noch weiter bis zwischen die Elemente der mittleren Epithellage fortsetzen, so dass sie die Becherzellen zum Theil umspülen und bis an die basale Fläche der oberflächlichen Flimmerzellen verfolgbar sind«. Bei Salamandra und Triton alpestris findet er, dass die Kapillaren stets über der basalen Zellenlage enden und nicht wie bei Rana bis in die mittleren Zellenlagen vordringen. Ich kann die Resultate für

¹ MAURER, Blutgefäße im Epithel. Morph. Jahrb. Bd. XXV. 1897.

Salamandra bestätigen und für *Triton taeniatus* ein gleiches Verhalten, wie MAURER für *Triton alpestris*, feststellen. Wie verhalten sich nun die Kapillaren in der Mundhöhle von *Spelerpes*?

Um Übersichtsbilder zu bekommen, wurden die Ober- und Unterkiefer von *Salamandra*, *Triton* und *Spelerpes* entwässert, in Xylol aufgehellt und in Kanadabalsam eingeschlossen. Es zeigte sich sowohl im Gaumen als auch im Mundboden bei allen dreien ein reiches Kapillarnetz, dessen Maschen ungefähr die gleiche Weite wie die des Hautkapillarnetzes hatten (Taf. XLIII, Figg. 4, 5, 6 und Figg. 14, 15). Beim Vergleich der Figg. 15 und 5, die Theile aus dem Kapillarnetz des Mundes und der Haut von *Triton taeniatus* darstellen, fällt nun auf, dass der Durchmesser der Mundkapillaren auf Fig. 15 bei Weitem geringer ist wie der der Hautkapillaren auf Fig. 5, trotzdem die Figuren bei gleicher Vergrößerung mit Hilfe des Prismas gezeichnet sind. Ich glaube aber nicht, dass dies tatsächlich der Fall ist, schreibe diesen Unterschied vielmehr dem Umstande zu, dass das Mundkapillarenpräparat von einem mit Zinnober injicirten Thiere stammte, während das Hautkapillarenpräparat einem Thiere entnommen war, bei dem die Injektion mit Berliner Blau ausgeführt war. Da nun Berliner Blau die Gefäße bei Weitem praller füllt als Zinnober, so ist eine Differenz natürlich.

Bei *Spelerpes* zeigen die Kapillaren der Mundschleimhaut ganz eigenartige Verhältnisse. Schon mit guter Lupe erkennt man, dass sie nicht glatte Gefäße sind, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung ein fast traubenförmiges Aussehen zeigen, an manchen Stellen so deutlich, dass man einen gemeinsamen Stiel und daran sitzende Beeren unterscheiden kann (Taf. XLIII, Fig. 14). Es erschien mir diese Ausbildung der Kapillaren zuerst so wunderbar, dass ich sie für krankhaft hielt; neue Präparate zeigten mir aber dieselben Bilder.

Auf Schnitten durch den ganzen Kopf lässt sich die Lage der Kapillaren erkennen. Wir finden ein mehrschichtiges Epithel; die Zellen der unteren und mittleren Lage zeigen unregelmäßig kubische Form, die Zellen der äußersten Schicht sind von cylinderförmiger Gestalt. Zwischen den Epithelzellen der mittleren und oberen Lage erstrecken sich Becherzellen. Die Kapillaren breiten sich nun zwischen den Zellen der basalen Lage aus und treiben Ausstülpungen zwischen die mittleren Zelllagen hinein, die häufig bis an die oberste Schicht heranreichen (Taf. XLIII, Fig. 7 *a* und *b*).

Jetzt erkenne ich auch auf der damals schon fertiggestellten Zeichnung eines Querschnittes durch den Ösophagus, dass hier äh-

liche Verhältnisse vorliegen müssen. Mir war bei der Untersuchung des Ösophagus schon die eigenthümliche Form mancher Kapillaren aufgefallen; ich hatte derselben aber nicht weiter nachgeforscht, weil ich sie durch schlechte Injektion und ungünstige Schnittrichtung hervorgerufen glaubte. Nur in dem Bestreben, naturgetreue Bilder wiederzugeben, hatte ich genau das mikroskopische Bild mit Hilfe des Prismas gezeichnet und so auch das für ungünstig gehaltene Bild der Kapillare am Grund der Zotte (Fig. 13) mit auf die Zeichnung bekommen. Beim Vergleich der mikroskopischen Serienschnitte mit neu hergestellten Aufhellungspräparaten konnte ich jetzt mit Sicherheit konstatiren, dass im Ösophagus ähnliche Verhältnisse vorliegen wie in der Mundschleimhaut, nur dass eine so deutliche Trennung der Divertikel von den Kapillaren nicht vorhanden ist.

Eine Zeit lang hatte ich gemeint, in dieser Oberflächenvermehrung ein dem lungenlosen Spelerpes eigenthümliches Verhalten gefunden zu haben, aber das war eine Täuschung. Bei genauer Durchsicht aller einschlägigen Litteratur stieß ich auf eine alte Arbeit von LANGER¹, in der ebenfalls Divertikelbildung der Kapillaren für Mundhöhle und Ösophagus des Frosches angegeben wird. Er sagt darüber: »Das Eigenthümlichste an allen den Kapillaren der Schleimhaut des Mundes und des Schlundes (mit Ausnahme jener der Zunge) bis hart an den Mageneingang heran, besteht darin, dass sämmtliche mit knotigen Anhängen versehen sind. Als ich diese Eigenthümlichkeit das erste Mal sah, glaubte ich es mit engen und kurzen Verschlingungen der Röhrechen zu thun zu haben, wofür schon der wellenförmige Verlauf der Kapillaren zu sprechen schien. Bei näherer Untersuchung aber zeigte es sich, dass diese Knötchen Ausbuchtungen der Kapillargefäßwand, wahre Divertikel sind.« Über das Verhältniß der Kapillaren zum Epithel sagt er nichts, und ist auch nichts aus seinen Figuren zu ersehen; aber da er erwähnt, dass das Kapillarnetz sehr hoch liegt, kann man wohl schließen, dass die traubigen Anhänge weit ins Epithel heraufragen und dass sie es sind, die MAURER² bei seiner Untersuchung erwähnt und abbildet, ohne den seit 30 Jahren bekannten Bau der Kapillaren von Neuem zu erschließen.

¹ LANGER, Über das Lymphgefäßsystem des Frosches. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse der kaiserl. Akad. der Wissenschaften. Bd. LV. 1. Abth. 1867.

² MAURER, Blutgefäße im Epithel. Morph. Jahrb. Bd. XXV. 1897.

Es fragt sich jetzt, welche Schlüsse wir aus den Ergebnissen der morphologischen Untersuchungen auf den Ort, wo Athmung stattfindet, ziehen können. — Schon am Anfang dieses Jahrhunderts stellte man beim Frosch fest, dass dieser außer durch die Lungen auch noch durch die Haut athmet. W. F. EDWARDS¹ stellte im December 1818 Versuche an und konstatierte, dass der Lungen beraubte Frösche noch bis zu 40 Tagen lebten.

PAUL BERT² kommt zu ähnlichen Resultaten bei einem Axolotl, dessen Lungen und Kiemen er entfernt hatte. Beide schließen daraus auf die große Wichtigkeit der Hautathmung.

DISSARD³ kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schluss, dass die Ausscheidung von CO² durch die Lunge sowohl in trockner wie in feuchter Luft größer ist als durch die Haut, dass beim Fehlen der Lungen die Hautathmung in feuchter Luft bedeutender ist, als in trockner. Hautathmung allein hatte im Wasser den Tod des Thieres nach sieben Tagen, in der Luft nach neunzehn Stunden herbeigeführt.

BERNARD⁴ hatte die Resultate seiner Arbeit in dem Satze zusammengefasst: »Les grenouilles respirent au moins autant par la peau que par les poumons.«

Gegen Letzteren hauptsächlich wendet sich MARCACCI⁵. Er hält die CO²-Bestimmung BERNARD's nicht für einwandfrei, da nach seiner Ansicht die Ausscheidung der Kohlensäure nicht die Aufnahme von Sauerstoff erfordert. Außerdem behauptet er, dass zur Lungen- und Hautathmung noch die Mundhöhlenathmung hinzukommt. Er schließt dies aus der lebhaften Bewegung der Kehlhaut, dem »di và e viene«, die dazu dienen soll, die Luft in der Mundhöhle zu erneuern. Die Versuche, durch Exstirpation der Lungen die Hautathmung zu bestimmen, sind nicht maßgebend gewesen, weil es sich hierbei nicht um die Bestimmung der Hautathmung allein, sondern um die der Haut- + Buccopharyngeal-Athmung gehandelt hat.

¹ W. F. EDWARDS, De l'influence des Agens physiques sur la vie. IV. — Influence de la respiration cutanée. p. 67. Paris 1824.

² PAUL BERT, Ablation chez un Axolotl des branchies et des poumons. Compt. Rend. Soc. Biol. 4 sér. Vol. V. 1868. — Compt. Rend. p. 21—22. 1869. Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. p. 244. 1870.

³ DISSARD, Influence du milieu sur la respiration chez la grenouille. Compt. Rend. Ac. Sc. Paris. Vol. CXVI.

⁴ BERNARD, Leçons sur les Anesthésiques et sur l'Asphyxie.

⁵ A. MARCACCI, L'asfissia negli animali a sangue freddo. Atti Soc. toscana. Sc. nat. Memorie. Vol. XIII. 1894.

Er findet, wenn er die Mund- und Lungenathmung der Frösche durch Zubinden des Mundes und Verstopfen der Nasenlöcher verhindert, dass die Frösche nur noch wenige Stunden leben, ob ihnen die Lungen exstirpiert sind oder nicht. Auf andere Weise sucht er die Mund- und Lungenathmung zu verhindern, indem er ein Stückchen Holz von der Form des Mundbodens dadurch an der Kehle befestigt, dass er drei Fäden hindurchzieht und damit die Kiefer zusammennäht, und außerdem die Nasenlöcher verstopft. Es ist mit diesem Apparat auch die Kehlbewegung unmöglich gemacht. So eingepackte Thiere starben nach 9—22 Stunden; in ihrem Herzen fand sich schwarzes Blut. — Trotz seines Einwandes gegen die Versuche BERNARD's, aus der CO_2 -Abscheidung auf die Bedeutung der Athmung zu schließen, macht er ein ähnliches Experiment. Er sucht die CO_2 -Abscheidung des Frosches an der Gewichtszunahme von pulverisirtem »Calce sodata« zu bestimmen; er führt zwei Versuche aus. Im ersten beträgt die Gewichtszunahme des »Calce sodata«, auf 100 g des Thiergewichts ausgerechnet und als Zeitdauer 24 Stunden genommen, 5,579 g beim Frosch, dem die Lungen entfernt sind, und 5,293 g, dem außerdem durch oben beschriebenen Apparat die Mundathmung unmöglich gemacht ist (Differenz gleich 0,286); beim zweiten Versuch ergeben sich unter den gleichen Bedingungen 1,275 g und 0,866 g (Differenz gleich 0,409). Aus diesen geringen Differenzen glaubt er schließen zu können, dass die Mundhöhle große Bedeutung für die Abscheidung der Kohlensäure hat. »La diminuzione di g 0,286 di CO_2 nella prima esperienza, e di g 0,409 nella seconda dimostrano che quello che io chiamo vestibolo respiratorio ha una notevole importanza forse nello assorbimento dell'ossigeno, certo nella emissione dell'anidride carbonica.«

Auf die ersten Versuche MARCACCI's geht CAMERANO¹ ein. Er glaubt für seine Zwecke *Spelerpes fuscus* und *Salamandrina perspicillata* außerordentlich geeignet, da man bei diesen lungenlosen Salamandern die Lungenthätigkeit nicht durch operative Eingriffe aufzuheben braucht. Er verhindert die Mundhöhlenathmung durch den oben beschriebenen Apparat MARCACCI's und verstopft die Nasenlöcher mit Vaseline. Der Tod tritt bei *Salamandrina* nach ungefähr 20 Stunden, bei *Spelerpes* nach ungefähr 16 ein. — Eine Salamandrine in Wasser gesetzt und verhindert an die Oberfläche zu kommen, lebte

¹ CAMERANO, Ricerche anatomo-fisiologiche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni. Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino. Vol. XXIX. 1894.

bei 15° noch 40 Stunden. Bei einer Steigerung der Temperatur von 17 auf 27° trat der Tod nach 14 Stunden ein. Nach MARCACCI's Manier eingepackt und in Wasser gesetzt, lebte eine Salamandrine bei 15° 29 Stunden, eine andere bei 22° 9 Stunden. Aus diesen Versuchen schließt CAMERANO, dass die Hautathmung weder in der freien Luft noch im Wasser die Athmung durch Mund und Pharynx zu ersetzen im Stande ist, dass also die Lungenathmung bei *Spelerpes* und *Salamandrina* in der Athmung durch die Mundhöhle und den Pharynx, mit Unterstützung der unwesentlichen Hautathmung ihren Ersatz gefunden hat. »Dagli esperimenti sopra riferiti si può concludere che nella *Salamandrina perspicillata* e nello *Spelerpes fuscus* la respirazione polmonare viene sostituita dalla respirazione della cavità boccofaringea, risultando essere di nessun aiuto efficace la respirazione cutanea.«

Die vor der Arbeit von MARCACCI citirten Versuche können für eine Bestimmung der Hautathmung nicht in Betracht kommen, da bei ihnen ja die Buccopharyngealathmung nicht mit in Rechnung gezogen ist. Die Bestimmung der Kohlensäureabsonderung von MARCACCI ist nicht einwandfrei, denn aus zwei Versuchen, die außerdem eine so überaus große Differenz zeigen (Abscheidung von CO² in 24 Stunden [auf 100 g berechnet]), wenn Lungen- und Mundhöhlenathmung unmöglich gemacht sind (einmal gleich 5,293, das andere Mal gleich 0,866 g), beweiskräftige Schlüsse ziehen zu wollen, ist doch wohl nicht gut möglich. Dann zeigt vor Allem der erste Versuch das Gegentheil von dem, was MARCACCI beweisen will, dass nämlich die Hautathmung bei Weitem kräftiger ist als die Buccopharyngealathmung, wenn man das aus der Kohlensäureabsonderung schließen darf, und ich glaube, das kann man. Die CO²-Abscheidung stellt sich nämlich für die Haut auf 5,293 g, für die Mundhöhle und den Pharynx aber nur auf 0,286 g (5,579—5,293).

Aus den anderen Versuchen von MARCACCI und auch aus denen von CAMERANO scheint mir nicht mit Nothwendigkeit hervorzugehen, dass die Buccopharyngealathmung so bedeutend, und die Hautathmung unwesentlich ist. Dazu gehört der Gegenbeweis. Das ist der Einwand gegen die Resultate der beiden Autoren, dass aus dem baldigen Eintreten des Todes bei Verhinderung der Lungen- und Mund- und Ösophagusathmung auf die geringe Wichtigkeit der Hautathmung geschlossen wird. Wie würden die Versuche ausgefallen sein, wenn man die Hautathmung verhindert hätte? Wahrscheinlich würde der Tod auch sehr bald eingetreten sein.

Ich bin übrigens der Meinung, dass durch die angeführten Versuche nie ein sicheres Resultat erzielt werden kann. Es sind dabei immer Eingriffe in die Lebensthätigkeit des Thieres nöthig. Auch das Eintauchen in Wasser, das Zunähen des Mundes wird das Thier in Aufregung versetzen, der Stoffwechsel wird beschleunigt und es wird bald Athemnoth eintreten, wenn dem Thiere das eine oder andere Organ zum Athmen nicht zur Verfügung steht. Eben so führt das Ausschließen der Hautathmung durch Überziehen mit Lack oder Gummi arabicum, durch Eintauchen in Öl Störungen der normalen Lebensthätigkeit herbei. Ich bin darin der Ansicht KLUG's¹, der behauptet, dass man nur zu sicheren Ergebnissen kommen könne, wenn man das Verhältnis beider Athmungsweisen zugleich bestimme. Um dies zu können, hatte er folgenden Apparat konstruirt. In ein durch eine Kautschukplatte verschlossenes Gefäß wird ein Frosch so eingespannt, dass der Körper sich im Inneren befindet, der Kopf nach außen sieht. Dieser Behälter wird in einen größeren, ebenfalls verschlossenen gestellt. Es wird auf diese Weise bewirkt, dass die aus dem Mund ausgeathmete Kohlensäure in das größere Gefäß, die durch die Haut ausgeathmete in das kleinere Gefäß gelangt. Jetzt wird zu beiden Gefäßen durch Baryumhydroxyd von CO² befreite Luft zugeführt und an anderer Stelle wieder abgeleitet und wieder durch Barytwasser gebracht. Aus dem Niederschlag bestimmte er dann das Verhältnis von Lungen- (richtiger Lungen + Mund- und Ösophagusathmung) und Hautathmung als ungefähr 1 : 3.

Ich hatte die Absicht, mir den KLUG'schen Apparat zu konstruiren und damit das Verhältnis von Haut- und Boccopharyngealathmung beim Spelerpes zu bestimmen. Aber die Erfahrungen, die ich gelegentlich eines Vorversuchs machte, brachten mich von diesem Vorhaben wieder zurück. Bei diesem Vorversuch hatte ich einen Spelerpes so in ein durch eine Kautschukplatte verschlossenes Gefäß eingespannt, dass der Körper sich im Inneren befand, der Kopf nach außen sah; auf dem Grunde des Gefäßes befand sich Barytwasser. Ich ließ den Apparat einen Tag in der Feuchtkammer stehen und fand, dass sich ein ziemlich beträchtlicher Niederschlag gebildet hatte. Dann wiederholte ich das Experiment in umgekehrter Weise, dass der Kopf sich innerhalb des Gefäßes befand. Der Niederschlag war unbedeutend, vielleicht hauptsächlich durch das CO² der im

¹ FERD. KLUG, Über die Hautathmung des Frosches. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abtheilung. 1884.

Gefäß befindlichen Luft verursacht. Ich lege diesem Versuch durchaus keinen Werth bei, sondern erwähne ihn nur, weil ich dabei bemerkte, dass die Kehlbewegung des Spelerpes nach der Einspannung aufhörte, jedenfalls durch die umgebende Kautschukplatte verhindert wurde. Da nach MARCACCI die Bewegung des Mundbodens für die Erneuerung der Luft in der Mundhöhle sehr wesentlich ist, ist hier also die Mundathmung sehr beschränkt, wenn nicht unmöglich gemacht worden. Da bei den Versuchen von KLUG doch jedenfalls dieselbe Erscheinung eingetreten ist, sind auch seine Resultate unsicher.

Da mir alle die physiologischen Versuchsanordnungen nicht genügende Sicherheit boten, mein Material an Spelerpes außerdem erschöpft war, glaubte ich auf die physiologische Lösung der Frage nach der Bedeutung der verschiedenen Athmungsweisen verzichten zu müssen. Ich will mich damit begnügen, Schlüsse aus meinen morphologischen Untersuchungen zu ziehen.

Es ergibt sich auf Grund der Vertheilung und Ausbildung der Kapillaren, dass bei *Salamandra maculata* Athmung möglich ist in der Lunge, im Ösophagus, in der Mundhöhle und durch die Haut, und dass beim Triton taeniatus die Athmung im Ösophagus fehlt oder wenigstens unwesentlich ist.

Der Durchmesser der Hautkapillaren bei Triton ist nun bedeutend größer ($12-16\mu$) wie bei *Salamandra* ($7-12\mu$). Es ist jetzt die Frage, ob die größere Weite der Hautkapillaren für die Athmung günstig ist. Wenn die Größe der Blutkörperchen ungefähr die gleiche ist, ist eine schnellere Cirkulation und damit ein schnellerer Wechsel von sauerstoffarmem und sauerstoffreichem Blut möglich. Ob aber ein kürzerer Aufenthalt in den der Luft ausgesetzten Kapillaren genügt, um alle schädliche Kohlensäure abzugeben und Sauerstoff dafür einzutauschen, ist nicht zu entscheiden. Eins ist aber sicher: Eine größere Weite der Kapillaren bei ungefähr gleicher Weite der Maschen des Hautkapillarnetzes führt eine Oberflächenvermehrung herbei. Diese würde allerdings besser bewirkt werden durch größere Enge der Maschen; eine solche ist aber wegen der unter der Epidermis liegenden Drüsen unmöglich.

Dem Spelerpes fuscus fehlt die Lungenathmung. Dafür besitzt er sehr weite Hautkapillaren ($24-30\mu$), die den doppelten Durchmesser der Hautkapillaren von Triton haben. Außerdem besitzen die Kapillaren der Mundhöhle und des Ösophagus zahlreiche Ausstülpungen, die sich im mehrschichtigen Epithel der Mundhöhle bis

an die oberste Schicht erstrecken. Diese Divertikelbildung führt einerseits eine starke Oberflächenvermehrung herbei, andererseits verringert sie den Zwischenraum zwischen Kapillaren und atmosphärischer Luft. Dieser Grund wird nicht etwa hinfällig dadurch, dass auch die Kapillaren des Mundes und des Ösophagus bei dem mit kräftigen Lungen ausgerüsteten Frosch Ausstülpungen getrieben haben; der lebhafte Frosch hat eben ein viel größeres Sauerstoffbedürfnis als die trägen Urodelen. Das Fehlen der Ösophagusathmung und die kräftigere Ausbildung der Hautkapillaren beim Triton kann man vielleicht durch den langen Aufenthalt im Wasser erklären, wo ja nach den Untersuchungen von DISSARD die Hautathmung bedeutender ist als in der Luft; dasselbe geht auch aus den Versuchen CAMERANO's hervor.

CAMERANO behauptet nun, dass beim Spelerpes die Buccopharyngealathmung die Lungenathmung ersetzt, und dass die Hautathmung unwesentlich ist. Das ist nach den Ergebnissen meiner morphologischen Untersuchungen unwahrscheinlich. Das Kapillarnetz der Haut breitet sich über den ganzen Körper aus und lässt weder die Fußspitzen noch irgend eine andere Stelle der Körperoberfläche frei. Dagegen ist die Oberfläche des Kapillarnetzes, das im Mund und Ösophagus der Aufnahme von Sauerstoff fähig ist, äußerst klein; sie stellt nicht den vierten Theil der Oberfläche des Hautnetzes dar. Nun wird ja allerdings durch die Divertikelbildung die Oberfläche der Mund- und Ösophagus-Kapillaren vermehrt. Die Bewegungen des Mundbodens aber, die nach MARCACCI und CAMERANO die Aufnahme der Luft in die Mundhöhle bewirken, sind äußerst unregelmäßig, wie ich selbst beobachten konnte, und wie auch BERG¹ berichtet hat. Er sagt darüber: »Ich möchte nur erwähnen, dass die sichtbare Athmung durch die Bucco-pharyngeal-Höhle eine sehr unregelmäßige ist. Oft bewegt sich die Kehldecke des Molches minutenlang gar nicht, während sie zuweilen in fast zitternde Bewegung geräth. Letzteres ist hauptsächlich bei Erregung des Thieres der Fall und kann bei hungrigen Stücken schon beim Anblick einer Fliege hervorgerufen werden.«

Aus den bisher angeführten Gründen darf man wohl schon schließen, dass die Hautathmung im Vergleich zur Buccopharyngealathmung nicht unbedeutend sein kann. Wenn wir nun noch die

¹ JOHANNES BERG, Zur Kenntnis des Höhlenmolches (*Spelerpes fuscus* Bonap.). Zoolog. Garten. 37. Jahrg.

größeren Gefäße, die das Blut zu den verschiedenen Athmungsstätten führen und von ihnen ableiten, mit einander vergleichen, so werden wir auch hierin einen Grund für die große Leistungsfähigkeit der Haut als Athmungsorgan erkennen.

Zu den Kapillaren der Mundhöhle führen das Blut jederseits die Arteria maxillaris externa (Fig. 8 *me*) und die Arteria occipitalis (Fig. 8 *o*), zu denen des Pharynx und des Ösophagus die Arteria pharyngea (Fig. 3 *ph*) und die Seitenzweige der Arteria pulmonalis (Fig. 3 *p*); außerdem werden noch einige kleine Äste der in den Schädel eindringenden Arteria carotis interna (Figg. 3 und 8 *ci*) an den Pharynx abgegeben. — Abgeleitet wird das in den Kapillaren der Mundhöhle und des Pharynx durchgeathmete Blut durch die Vena jugularis interna (Figg. 3 und 8 *ii*). Diese nimmt die Vena maxillaris superior (Fig. 8 *ms*) und die Vena maxillaris inferior (Fig. 8 *mi*) auf, die ebenfalls sauerstoffreiches Blut führen; außerdem mündet aber in sie ein Ast ein, der das sauerstoffarme Blut des Auges enthält, und sie selbst entsteht im Gehirn, aus dem sie das unbrauchbar gewordene Blut ableitet. Sie führt also gemischtes Blut zum Sinus venosus. — Die Vena pharyngea (Fig. 3 *ph'*) und die Vena oesophagea (Fig. 3 *oe*) nehmen das Blut aus dem Pharynx und dem Ösophagus auf; die erstere vereinigt sich aber bald mit der Vena lingualis, d. h. ihr sauerstoffreiches Blut vermischt sich mit dem sauerstoffarmen der Zungenvene; die Vena oesophagea mündet gar in die Lebervene ein. Wir haben also in allen Gefäßen, die das in den Kapillaren der Mundhöhle und des Ösophagus durchgeathmete Blut aufnehmen, bei ihrem Eintritt in den Sinus hochgradig gemischtes Blut.

Vergleichen wir hiermit die Gefäße, die das Blut zu den Hautkapillaren führen und von ihnen zum Herzen zurückleiten! Die Rumpf- und Schwanzhaut wird mit Blut versorgt durch die zahlreichen kräftigen Rami dorsales und Rami costales der Arteria vertebralis collateralis (Fig. 3 *vc*). Zur Kehlhaut wird Blut geführt durch die kleinen Seitenäste des zweiten Arterienbogens (Fig. 3 *II*) und der Pulmonalarterie (Fig. 3 *p*). Ein Theil des Blutes der Arteria subclaviae (Fig. 3 *sc*) und iliaca (Fig. 3 *ic*) gelangt in die Hautkapillaren der Extremitäten; auch die Arteria cutanea magna (Fig. 3 *cm*) ist nicht ganz funktionslos geworden und führt Blut zur Rumpfhaut.

Sauerstoffreiches Blut enthält bis zum Eintritt in den Sinus venosus die Vena cutanea magna (Fig. 3 *cm'*), die durch ihre Dorsal- und Intercostalzweige das Blut aus den Kapillaren der Rumpfhaut

aufnimmt, und die Vena cutanea parva, die aus den Kapillaren der Kehlhaut entsteht. Die Größe dieser Gefäße lässt darauf schließen, dass bei jeder Zusammenziehung des Herzens nicht viel weniger Blut aus der Hautvene in den Sinus eindringt, wie aus den beiden Jugularvenen. Wenn nun auch das Blut in den Kapillaren der Mundhöhle und des Ösophagus bedeutend sauerstoffreicher geworden ist, wie in den Kapillaren der Haut, so hat es sich doch bald mit bedeutenden Mengen sauerstoffarmen Blutes gemischt, so dass es beim Eintritt in den Sinus wohl kaum noch sauerstoffreicher ist, als das Blut der Hautvene, die nur ein ganz kleines Gefäß mit sauerstoffarmem Blut aufgenommen hat.

Es wird also durch die Hautvenen allein ungefähr so viel sauerstoffreiches Blut zum Herzen geführt, wie durch die Jugularvenen. Nun wird aber auch noch in den Hautkapillaren durchgeathmetes Blut durch Gefäße aufgenommen, die hauptsächlich für die Leitung des venösen Blutes der Gewebe bestimmt sind. So führen die Venae subclaviae (Fig. 3 *sc'*) und die Venae iliacae (Fig. 3 *ic'*) das Blut der Hautkapillaren der Extremitäten, die Venae caudales (Fig. 3 *c*) das der Schwanzhaut, und die Vena abdominalis (Fig. 3 *a*) nimmt das Blut der Bauchhaut auf.

Die Caudalvenen und die Venae iliacae treten in die Nieren ein und lösen sich in die Venae advehentes des Nierenpfortaderkreislaufs auf; sie werden hier schon einen großen Theil ihres Sauerstoffs abgeben. Die Gefäße, die das Blut aus den Hautkapillaren des Schwanzes zu den Caudalvenen leiten, müssen an den großen Drüsen entlang ziehen und die Muskeln durchdringen; auch sie werden auf ihrem Wege schon eine große Menge Sauerstoff den Geweben überlassen. Eben so ergeht es dem Blut, das durch die Abdominalvenen (Fig. 3 *a*) und durch die Vena oesophagea (Fig. 3 *oe*) in den Leberpfortaderkreislauf gelangt; auch hier wird der größte Theil des Sauerstoffs dem Blute schon entrissen werden. Wir sehen, dass ein Theil des Blutes den Sauerstoff schon wieder abgibt in der Nähe der Orte, wo es ihn aufgenommen hat, oder wenigstens noch vor dem Eintritt in das Herz.

Wir erkennen aus diesen Betrachtungen ferner, dass wir beim *Spelerpes fuscus*, und das trifft auch bei *Salamandra* und *Triton* zu, nicht zwischen Arterien und Venen als Gefäßen mit sauerstoffreichem und sauerstoffarmem Blut unterscheiden können. Auch das Herz hat es vollständig aufgegeben, eine Trennung zweier Blutarten zu versuchen, indem nicht nur die Scheidewand beider Vorhöfe von einer

großen Öffnung durchbrochen ist, sondern indem hauptsächlich alles Blut durch eine Öffnung in den linken Vorhof eindringt. Das Herz hat also beim *Spelerpes* nur die Aufgabe, die Bluteirkulation im Körper zu regeln.

Schreiben wir der Hautathmung, wie es CAMERANO thut, nur geringe Wichtigkeit zu, d. h. wird durch die Hautkapillaren nur eine unbedeutende Menge von Sauerstoff aufgenommen, so müssten die Hautvenen sauerstoffarmes Blut zum Herzen führen, und es würde nur durch die Jugularvenen durchgeathmetes Blut zum Herzen gelangen; dieses kann aber auch nicht sehr sauerstoffreich sein, da es schon mit dem sauerstoffarmen Blut des Gehirns und des Auges gemischt ist. Diese geringe Menge von nicht sehr sauerstoffhaltigem Blut wird sich im Herzen mit dem aus dem ganzen übrigen Körper herbeiströmenden sauerstoffarmen Blut im Herzen mischen und ein Gemenge erzeugen, in dem die schädlichen Bestandtheile des Blutes überwiegen. Das Thier würde mit solchem Blut unmöglich lange leben können und bald erstickt sein.

Diese Betrachtungen führen mit ziemlicher Sicherheit zu dem Schlusse, dass die Hautathmung für *Spelerpes fuscus* sehr wichtig sein muss. Mögen die Kapillaren der Mundhöhle und des Ösophagus durch ihre Lage im Epithel und durch ihre Divertikelbildung um Vieles geeigneter sein als die unter dem Epithel gelegenen, glattwandigen Hautkapillaren, so wird dieser Vorzug doch durch die große Ausdehnung des Hautkapillarnetzes gemindert, wenn nicht aufgehoben. Ferner fehlt jeder Versuch einer Trennung zweier Blutarten. Es kursirt im Körper hochgradig gemischtes Blut. Um dieses so sauerstoffreich zu erhalten, dass das Thier nicht erstickt, genügt die Athmung in der Mundhöhle und dem Ösophagus nicht; es muss die Hautathmung hinzutreten. Auch der Umstand, dass einzelne Gewebe einen großen Theil ihres Sauerstoffs direkt aus dem in den Hautkapillaren durchgeathmeten Blut beziehen, spricht für die Wichtigkeit der Hautathmung.

Wir wollen nun nicht darüber streiten, welcher der beiden Athmungsweisen die größere Bedeutung zukommt; das ist unwichtig, eben so wie es unmöglich ist, ihr Verhältnis genau festzustellen, weil dieses vom Individuum, der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung abhängt, also immer wechselt. Es muss nur der Behauptung CAMERANO's entgegengetreten werden, dass die Hautathmung beim *Spelerpes fuscus* unwesentlich ist. Weder allein die Hautathmung ist im Stande, die Lungenathmung zu ersetzen,

noch vermag dies die »Buccopharyngealathmung«. Es sind beide Athmungsweisen nöthig, um das Leben des Thieres zu ermöglichen.

Halle (Saale), im September 1897.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XLII.

Sämmtliche Figuren etwa 2/1 der natürlichen Größe.

Fig. 1. Blutgefäßverlauf von *Salamandra maculata*.

Fig. 2. Blutgefäßverlauf von *Triton taeniatus*.

Fig. 3. Blutgefäßverlauf von *Spelerpes fuscus*.

Erklärung der gemeinsamen Bezeichnungen.

I, erster Arterienbogen;

II, zweiter Arterienbogen;

III, dritter Arterienbogen;

IV, vierter Arterienbogen;

a, Vena abdominalis;

ao, Aorta;

c, Vena caudalis;

ce, Arteria carotis externa;

ci, Arteria carotis interna;

cm, Arteria cutanea magna;

cm', Vena cutanea magna;

cp, Vena cutanea parva;

e, Arteria epigastrica;

ga, Arteria gastrica anterior;

ie, Arteria iliaca communis;

ic', Vena iliaca communis;

ie, Vena jugularis externa;

ii, Vena jugularis interna;

l, Vena lingualis;

le, Vena hepatica;

oe, Vena oesophagea;

p, Arteria pulmonalis;

p', Vena pulmonalis;

ph, Arteria pharyngea;

ph', Vena pharyngea;

rc, Ramus costalis der A. vertebralis collateralis;

sc, Arteria subclavia;

sc', Vena subclavia;

sv, Sinus venosus;

vc, Arteria vertebralis collateralis.

Tafel XLIII.

Fig. 4. Kapillarnetz der Haut von *Salamandra maculata*. ZEISS A, 2. Prisma.

Fig. 5. Kapillarnetz der Haut von *Triton taeniatus*. ZEISS A, 2. Prisma.

Fig. 6. Kapillarnetz der Haut von *Spelerpes fuscus*. ZEISS A, 2. Prisma.

Fig. 7 *a* und *b*. Schnitte durch die Mundschleimhaut von *Spelerpes fuscus*. ZEISS C, 2. Prisma.

Fig. 8. Größere Gefäße und Kapillaren des Oberkiefers von *Spelerpes fuscus*. Viermal vergrößert.

Fig. 9. Größere Gefäße des Oberkiefers von *Triton taeniatus*.

Fig. 10. Größere Gefäße des Oberkiefers von *Salamandra maculata*.

Erklärung der Bezeichnungen von Fig. 8, 9, 10:

A, Auge;

aow, Aortenwurzel;

ci, Arteria carotis interna;

ii, Vena jugularis interna;

me, Arteria maxillaris externa;
mi, Vena maxillaris inferior;
ms, Vena maxillaris superior;

o, Arteria occipitalis;
vc, Arteria vertebralis collateralis.

Fig. 11. Schnitt durch den Ösophagus von *Salamandra maculata*. ZEISS C, 2. Prisma.

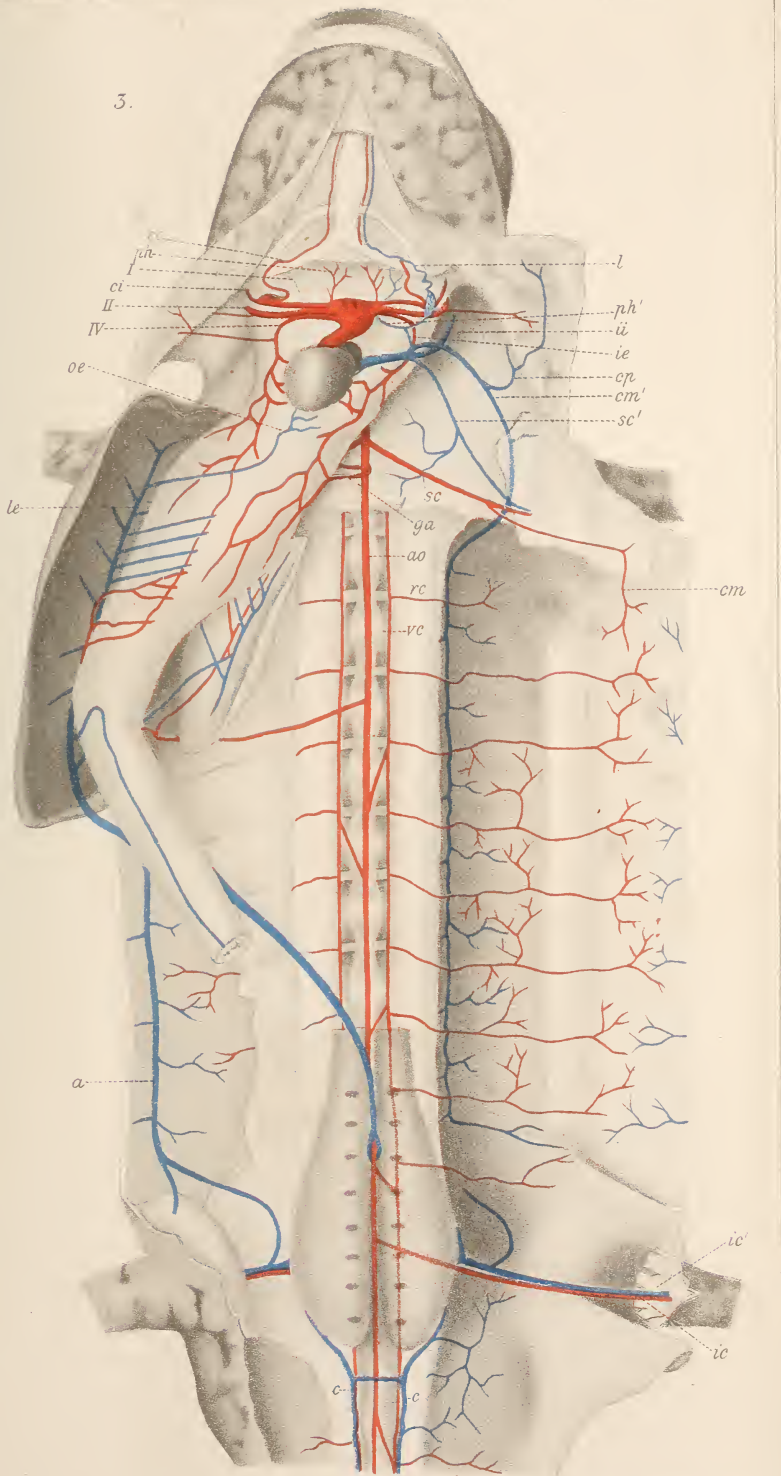
Fig. 12. Schnitt durch den Ösophagus von *Triton taeniatus*. ZEISS C, 2. Prisma.

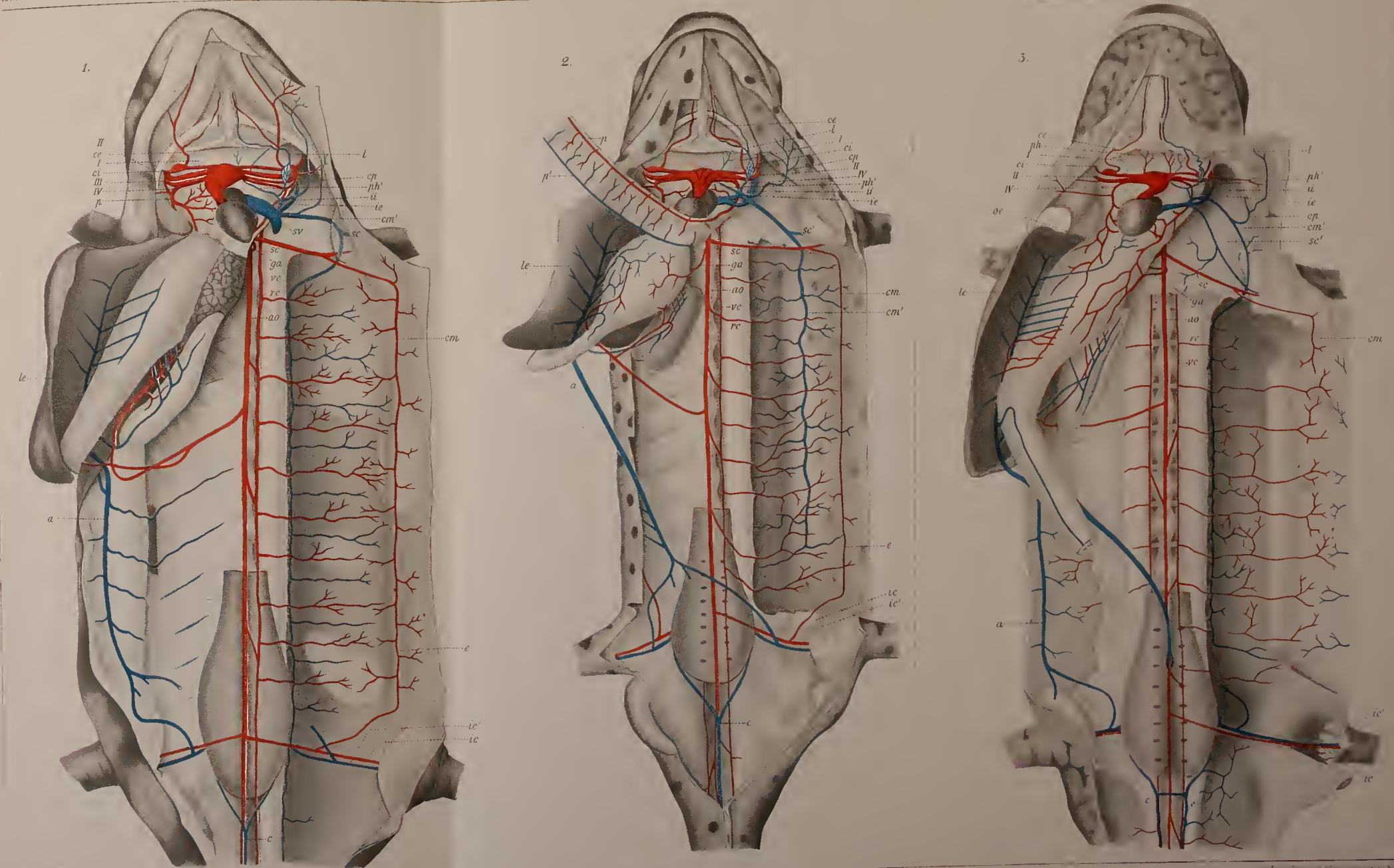
Fig. 13. Schnitt durch den Ösophagus von *Spelerpes fuscus*. ZEISS C, 2. Prisma.

Fig. 14. Kapillarnetz des Oberkiefers von *Spelerpes fuscus*. ZEISS A, 2. Prisma.

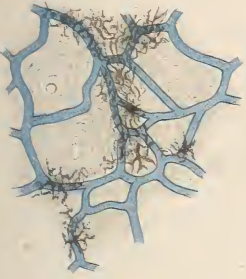
Fig. 15. Kapillarnetz des Oberkiefers von *Triton taeniatus*. ZEISS A, 2. Prisma.

Anm.: In den Figuren 1, 2, 3 auf Tafel XLII sind die Nieren nur der besseren Orientirung wegen gezeichnet; die Arteria iliaca und die A. vertebralis collateralis mit ihren Seitenzweigen, die durch sie theilweise verdeckt werden, sind an jenen Stellen ausgezogen, um eine bessere Übersicht zu gewinnen.

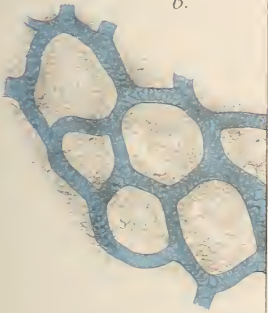




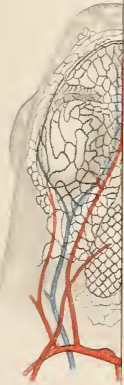
4.



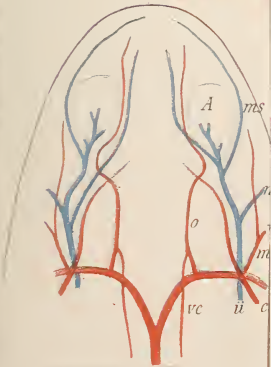
6.

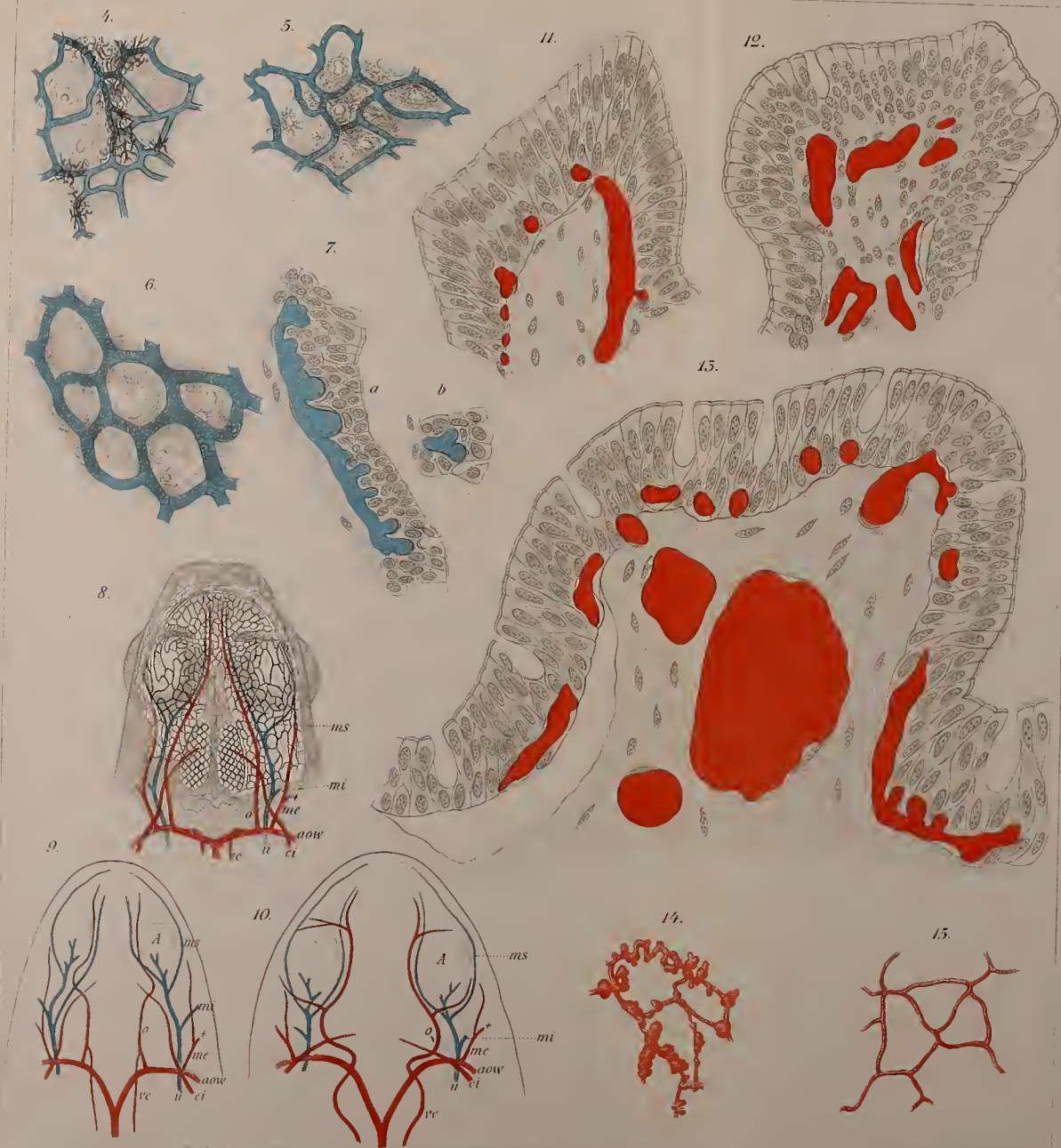


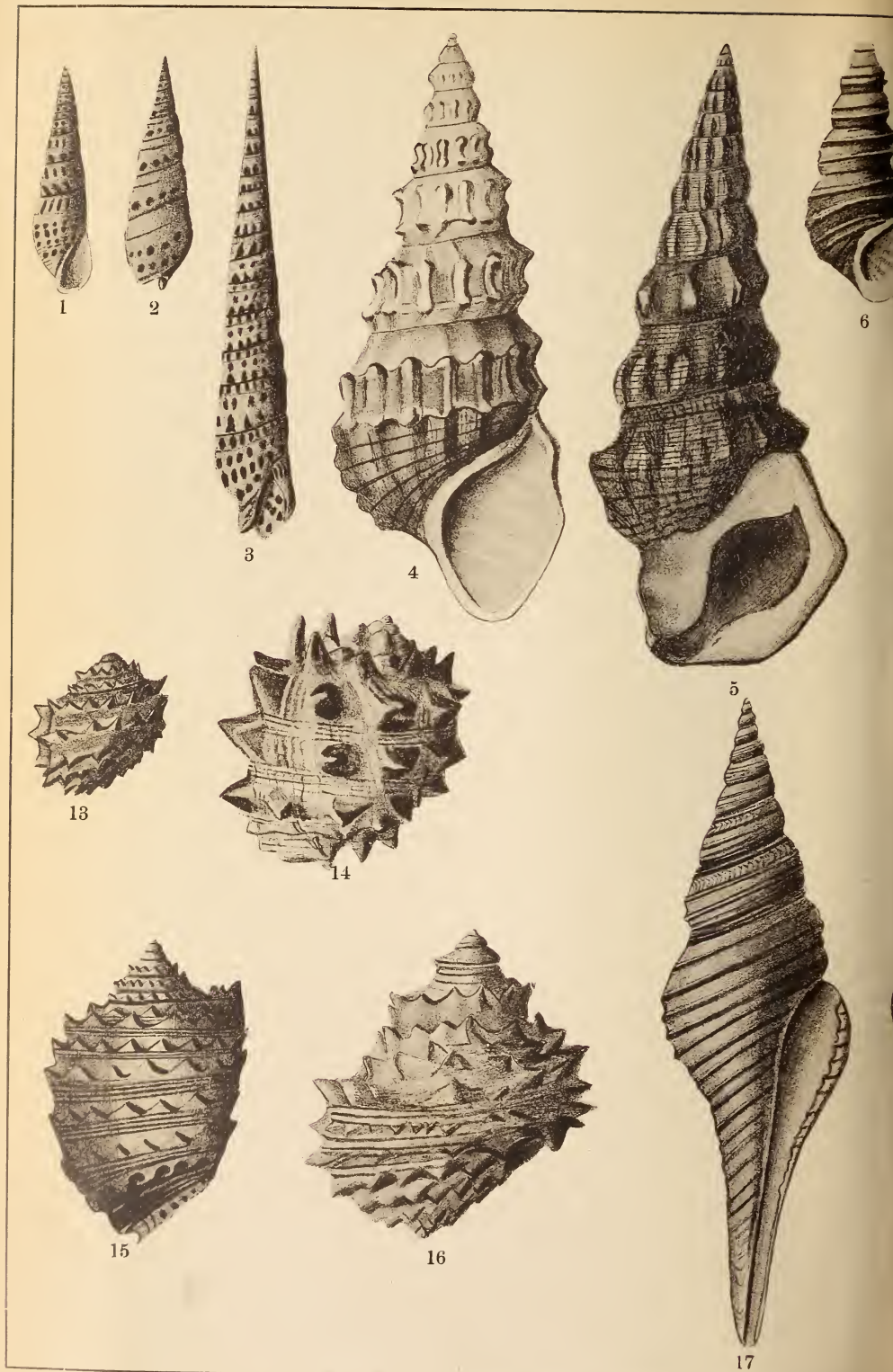
8.



9.







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1897-1898

Band/Volume: [63](#)

Autor(en)/Author(s): Bethge Emil

Artikel/Article: [Das Blutgefäßssystem von Salamandra maculata, Triton taeniatus und Spelerpes fuscus; mit Betrachtungen über den Ort der Athmung beim lungenlosen Spelerpes fuscus. 680-707](#)