

# Zur Physiologie und Anatomie des Blutstroms in der Trommelhöhle.

Von

**Dr. A. Prussak.**

---

Mit zwei Tafeln in Farbendruck.

Der Blutstrom in der Wand der Trommelhöhle muss mit eigenthümlichen Einrichtungen ausgestattet sein, die es bedingen, dass im gewöhnlichen Laufe des Lebens der Hohlraum der Trommel seine Füllung mit Luft behauptet. Bei der geringen Festigkeit der Weichtheile, welche die Blutgefässe von dem Luftraum der Trommelhöhle scheiden, könnte man häufige Blutungen in sie erwarten; — da den weichen Bedeckungen der knöchernen Trommelwand die Lymphgefässe fehlen, so müssten, sollte man glauben, die serösen Ergüsse, welche in den aus Bindegewebe hergestellten Häuten so häufig vorkommen, an unserm Ort ganz besonders Störungen veranlassen; — da ferner die Trommelhöhle mit einem Epithelium ausgekleidet ist, so muss auch eine Abschuppung desselben eintreten. Geschähe dieselbe einigermaßen reichlich, so wäre eine Anhäufung der Schüppchen in der Trommelhöhle um so sicherer zu erwarten, als die Mittel, welche zur Entfernung derselben durch die tuba Eustachii hindurch hier zu Gebote stehen, keineswegs zur Förderung grösserer Massen geeignet sind. Von allen den Schäden, welche soeben als drohend bezeichnet wurden, sieht man jedoch für gewöhnlich keinen eintreten. Wenn hieraus mit Recht auf ein besonderes Verhalten des Blutstroms in den Bedeckungen der Trommelknochen zu schliessen ist, so weisen nicht minder andere Thatsachen auf einen eigenthümlichen Blutstrom im Trommelfell hin.

Für die Aufnahme des Schalles scheint es in keinem Fall gleichgültig zu sein, bis zu welchem Grade die Gefässe des Trommelfells mit Blut erfüllt sind und namentlich, ob das

Trommelfell Theil nimmt an den veränderlichen Congestivzuständen, welchen die Ohrmuschel so reichlich ausgesetzt ist.

Diese Ueberlegungen forderten zu einer erneuten Prüfung über das Verhalten der Blutgefäße in der Trommelhöhle auf. Da die Eigenschaften des Blutstroms, welche auf fundamentale Lebensvorgänge Bezug nehmen, sich bekanntlich in gleicher Weise beim Menschen und den Säugethieren gestalten, so schien es mir gestattet, als Object der Beobachtung die Trommelhöhle des Hundes zu wählen, ohne der Befürchtung ausgesetzt zu sein, dass diese Wahl die Gültigkeit der gewonnenen Resultate für das menschliche Ohr beeinträchtigen würde. Die Kenntniss des anatomischen Verhaltens der Gefäße in der Trommelhöhle erwies sich aber um so nothwendiger, als ich im Verlauf meiner Untersuchungen eine Methode kennen lernte, nach welcher man am lebenden Hund die genannte Höhle in der Weise blozulegen vermag, dass man den Blutstrom in ihr mit vollster Deutlichkeit beobachten und den Veränderungen, die er durch Nerven-erregung erleidet, nachgehen kann. Die Fragen, deren Lösung sich durch die Verbindung von anatomischen und physiologischen Methoden in Aussicht stellte, erwiesen sich bald so zahlreich, dass an ihre Beantwortung während meines kurzen Aufenthalts in Leipzig nicht gedacht werden konnte. Ich muss mir deshalb vorbehalten, nach meiner Rückkehr in St. Petersburg auf den vorliegenden Gegenstand noch einmal zurückzukommen.

## I. Ueber das anatomische Verhalten der Blutgefäße und ihrer Umgebung.

Die künstliche Füllung der Blutgefäße, welche in der Wand der Trommelhöhle liegen, ist nicht ohne Schwierigkeit, namentlich wenn man nicht bloss eine vollständige Füllung derselben zu erhalten, sondern auch zu erfahren wünscht, von welchem arteriellen Zufluss jede einzelne Abtheilung der Paukenwand versorgt wird und in welche Venen sie ihr Blut ergiesst. Das wesentliche Hinderniss, welches sich der Erlangung der zuletzt geforderten Erkenntniss entgegenstellt, liegt in den zahlreichen und feinen Aestchen, welche in die Trommelhöhle eintreten und die, obwohl sie einen verhältnissmässig selbstständigen Verlauf besitzen, dennoch einem System angehören,

das in seinen größern Verästelungen auf die mannigfachste Weise durch Collateralwege verbunden ist.

Das vorgesteckte Ziel scheint mir nur dadurch mit Sicherheit erreichbar zu sein, dass jedes einzelne der Paukenästchen isolirt eingespritzt wird und zwar so, dass die in das betreffende Gefäß geführte Masse nur in die Paukenhöhle dringt, ohne auch ausserhalb derselben sich zu verbreiten. Diese dem Injectionsverfahren gestellte Aufgabe ist mit den neuesten Verbesserungen desselben lösbar, vorausgesetzt dass man mit der Topographie der zuführenden und der abführenden Stämmchen auf das genaueste vertraut ist und dass man eine leicht bewegliche kalte Masse einspritzt.

Unter den mannigfachen Massen, welche gegenwärtig angewendet werden, fand ich für den vorliegenden Zweck am brauchbarsten eine concentrirte Lösung von Berliner Blau, welches nachträglich durch Zusatz von Kochsalz ausgefällt war. Die Kochsalzmenge muss sehr allmählich der blauen Lösung zugefügt werden, und zwar nur in dem Maasse, dass nicht weniger als ein halbes und nicht mehr als ein ganzes Procent von NaCl in der Flüssigkeit gelöst ist. Die Absicht, welche mit diesem vorsichtigen Zusatz von Kochsalz erreicht werden soll, besteht darin, dass der Niederschlag möglichst feinkörnig wird. Zu der gefällten blauen Farbe mischt man ein gleiches Volum Glycerin, um die gern an der Gefäßwand haftenden und in Folge davon die Lichtung verstopfenden blauen Körnchen leichter beweglich zu machen. Mit dieser Masse erhält man allerdings keine sogen. Musterpräparate; denn nach der vollendeten Injection strotzen die Gefäße niemals, sondern sie sind nur auf ihrem Verlauf durch eine deutlich blaue Färbung gekennzeichnet, die in die Arterien etwas tiefer als in die Venen hervortritt. Diese unvollkommene Füllung halte ich jedoch gerade für einen Vortheil, weil durch die blaue Farbe hindurch die mikroskopische Structur der Wand in der Regel noch zu erkennen ist. Darum ist man immer in der Lage, mit Hilfe von Carminfärbung festzustellen, welcher Gattung von Gefäßen das injicirte angehört. — Statt eines feinen Niederschlags des Berliner Blau's habe ich auch einen solchen von Carmin, mit wässerigem Glycerin versetzt, brauchbar gefunden.

Die Orte, an welchen man behufs der partiellen Injection die Canüle einzusetzen hat, ergeben sich, wie oben bemerkt, aus der

genauen Kenntniss des Ursprungs und Verlaufes der Zweige, welche überhaupt zur Paukenhöhle treten. Statt einer ausführlichen Beschreibung gebe ich in Tafel I. Fig. I eine Abbildung von der Arterienvertheilung in der Umgegend der Paukenhöhle, insbesondere soweit sie von der a. carotis ext. aus geschieht.

Ueber die Bedeutung der in die Figur eingeschriebenen Zahlen und Buchstaben giebt die nachstehende tabellarische Zusammenstellung Aufschluss. Diese letztere ist nach den Bezirken der Pauke geordnet, in welche sich die bezeichneten Gefässe verbreiten. — An diese Tabelle schliesst sich eine andere an, welche die Arterien der Pauke mit dem ihnen zugehörigen Verbreitungsbezirk aufzählt.

Gefässe der Paukenhöhle nach der Oertlichkeit der letztern geordnet.

1. Meatus auditorius externus, und zwar

äusserer Theil des knorpeligen Stücks,

ram. art. auricularis posterior 6. a, b.

» » auricularis inferior 7. c, d, e, f.

Innerer Theil des knorpeligen und des knöchernen meatus externus,

ram. art. auricularis posterior 6. k.

» » auricul. profunda 12. o. p.

2. Trommelfell,

ram. art. auricularis posterior 6. k.

» » auricularis profunda 12. o. p.

3. Periost der Pauke.

Äussere Paukenwand hintere Hälfte,

ram. art. auricularis posterior 6. l.

Äussere Paukenwand, vordere Hälfte, Zweig der maxillar. interna 11.

Hintere Paukenwand,

ram. art. auricularis posterior 6. l.

Dach der Pauke.

Zweig der maxillaris interna 11.

Vordere Paukenwand.

Besonderer Zweig aus der carotis externa 13.

Bulla ossea.

Zweig aus der *carotis externa* 13.

Zweig aus der *art. auricul. poster.* 5.

Innere Paukenwand.

Oberer Theil der innern Wand,

Aestchen aus *arter. maxillaris interna* 11.

Mittler und unterer Theil (*promontorium*),

Zweige aus der *carotis interna*.

1. *Membrana tympani secundaria*,

Zweige aus der *art. carotis interna*.

5. *Musculi tensor tympani* und *stapedius*,

Zweig aus der *art. maxillar. interna* 11.

6. Paukenende der *tuba Eustachii* (*ostium tympanicum tubae*).

Ast *maxillar. interna* (11).

Gefässe der Paukenhöhle nach dem Ursprung aus den Arterien geordnet:

a. *auricularis posterior* 6.

Knorpeliger und knöcherner Gehörgang. Trommelfell.

Periost der Pauke an der hintern Hälfte der äussern

Wand und an der hintern Wand. — *Bulla ossea* an der äussern und untern Wand.

a. *auricularis inferior* 7.

Äusserer Theil des knorpeligen Gehörgangs.

a. *auricularis profunda* 12.

Innerer Theil des knorpeligen und knöchernen Gehörgangs. Trommelfell.

*art. maxillaris interna* 11.

Periost der vordern Hälfte der äussern Wand, Dach, oberer Theil der innern Wand. *Mm. tensor tympani* und *stapedius*. *Tuba Eustachii*.

Besondere Zweige der a. *carotis externa* (*pharyngea ascendens*?) 13.

*Bulla ossea* an der vorderen und inneren Wand der Pauke.

a. *Carotis interna*. *Promontorium* — *Fenestra rotunda*.

Zur Anfüllung der Gefässe am *Promontorium* und seiner Umgegend eignet sich auch und zwar vorzugsweise der *sin. cavernosus* nach vorgängiger Unterbindung der *art. carotis*

interna diess- und jenseits des Schläfenbeins und gleichzeitiger Verstopfung des durchschnittenen sinus durch eine Gypspaste.

Um mit Bequemlichkeit zu den gewünschten Arterien-Aestchen gelangen zu können, trennt man den Schädel von der Wirbelsäule und halbirt ihn. Darauf sucht man sich nach Anleitung eines gut angefertigten gröbern Injectionspräparates den Arterienstamm auf, aus welchem der Ast hervorgeht, dessen Anfüllung man zu bewirken wünscht, setzt die Canüle so nahe als möglich an den Paukenzweig und unterbindet sorgfältig alle übrigen Aeste, welche aus der canülentragenden Arterie hervorgehen.

Wie vorsichtig man nun auch mit der Unterbindung der Gefässe vorgehen mag, so gelingt sie doch in der Regel nicht vollständig. Um hieraus keinen Nachtheil erwachsen zu lassen, muss die Injection unter einem niedrigen Druck, d. h. mit 10—20 Mm. Quecksilberhöhe begonnen und dann beachtet werden, ob Blutungen eintreten oder ob sich ausser der gewünschten Arterie auch noch andere mit Masse füllen.

Ist dieses der Fall, so sind jetzt noch leicht die nothwendigen Unterbindungen auszuführen. Wird darauf, sowie dieses letztere geschehen, der Injectionsdruck erhöht, so fliesst gewöhnlich die Masse aus den Venen sehr rasch aus, ohne dass sich der ganze Bezirk, welcher von der Arterie gespeist wird, vollkommen erfüllt hätte. Will man das letztere herbeiführen, so müssen die abführenden Venen unterbunden oder zugeklemmt werden.

Die hier beschriebenen Vorbereitungen sind zwar zeitraubend, aber dafür gewähren sie auch die genaueste Auskunft über die Gefässverbreitung in den einzelnen Abschnitten der Trommelhöhle. Nach einer sorgfältigen Vorbereitung gelingt es bei eröffneter Trommelhöhle den Fortschritt der Masse verfolgen zu können. Dieses gilt namentlich für die Gefässe des Promontoriums, welches man leicht durch Wegnahme der bulla ossea freilegen kann.

Durch das bis dahin beschriebene partielle Injectionsverfahren ist es mir jedoch niemals gelungen, eine vollständige Injection des Trommelfells herbeizuführen. Einen bessern, wenn auch nicht vollständig sichern Erfolg erzielte ich auf die folgende Weise: Der Hals des Hundes wurde unterhalb der ersten Rippe abgeschnitten, die aus dem Intervertebralcanal



kommanden Stämme beiderseits unterbunden, ein gut schliessen-der Kork in den Wirbelcanal möglichst fest eingetrieben und darauf eine Schlinge von starker Hanfschnur um den untersten Theil des noch mit der Haut bedeckten Halses gelegt. Diese Schlinge wird dann fest zugezogen und zwar am besten mit Hülfe einer starken Schraube. Ich benutzte hierzu, weil mir dieselbe gerade zu Gebote stand, den Zug einer Hobelbank. Unzweifelhaft wird sich aber auch jeder andere kräftigere Schlingenschnürer z. B. ein starkes Tourniquet hierzu gebrauchen lassen. Alsdann wurde durch ein gablig getheiltes Rohr die Injectionsmasse gleichzeitig in die beiden Carotiden geführt und zwar unter einem hohen Druck. In den sorgfältig vorbereiteten Kopf dringt sehr viel Masse ein, ohne dass aus den Venen etwas hervorfliessen, oder, wenn doch, so wenig, dass weitaus der grösste Theil des Zugeflossenen in dem Präparat zurückbleibt. Bei einer längern Fortsetzung der Injection treten oedematöse Anschwellungen verschiedener Weichtheile ein, weil die flüssigen Bestandtheile der Masse durch die Wandungen filtriren; der feinkörnige Farbstoff bleibt jedoch innerhalb der Gefässe zurück.

Unter den aufgezählten Bedingungen füllt sich jeder nicht schon vorher bluthaltige Gefässabschnitt des Kopfes höchst vollständig mit blauer Farbe an; diejenigen Bezirke dagegen, in welchen Blut eingefangen ist, können natürlich keine blaue Masse aufnehmen. Dieses letztere ist leider nicht selten in den Gefässen der Trommelhöhle der Fall, selbst wenn die Thiere durch Verblutung getödtet waren. Aus diesem Grunde bleibt es dem Zufall überlassen, ob die totale Injection innerhalb der uns interessirenden Theile zum gewünschten Ziele führt.

Bevor ich zur Beschreibung der Gefässpräparate übergehe, die ich auf die angegebene Weise erhalten habe, muss ich mich erst kurz über die Gewebe auslassen, innerhalb welcher die Gefässe gelegen sind.

1. Die weiche Bedeckung des Knochens ist am Promontorium und in der bulla ossea des Hundes am dünnsten. Ihre oberste Lage besteht aus einem Epithelium mit kleinen und sehr dünnen Schüppchen; diese hängen zwar auf ihrer Unterlage sehr fest, aber sie lassen sich doch durch Jodserum isoliren. Auf einem Schnitt, der senkrecht gegen die Fläche des Promontoriums gerichtet ist, erscheinen die Schüppchen als eine wohl-

abgegrenzte aber unmessbar feine Linie. — Vom Epithelium bis zum Knochen erstreckt sich ein fasriges netzförmig angeordnetes Bindegewebe, das sich aus zwei Lagen zusammensetzt, die sich öfter leicht von einander trennen lassen. Aus der dem Knochen näheren Lage gehen Fasern in die tunica adventitia der Knochengefässe über. Diese tiefere Bindegewebslage darf deshalb als ein Periost angesehen werden.

2. In der hintern Rinne, durch welche die äussere in die innere Trommelwand übergeht, also an der hintern Wand der Trommelhöhle und ferner auf der äussern Wand hinter und unter dem Trommelfell und von da ab noch bis in die Tuba ist das Epithelium aus Flimmerzellen hergestellt. Die Körper des Flimmerepithels beginnen von hintenher klein und niedrig; gegen die Tuba hin nehmen sie allmählich an Grösse zu, bis sie endlich den Flimmercylindern in der Tubenschleimhaut vollkommen ähnlich sind. Durch Jodserum kann man diese Flimmerzellen isoliren und alsdann ihre Cilien in lebhaftester Thätigkeit sehen. Auf einem Querschnitt gelingt es jedoch ebenfalls leicht sich von der Anwesenheit dieser Gebilde zu überzeugen, welche *Tröltzsch* an den entsprechenden Stellen der menschlichen Pauke zuerst beobachtet hat. — In den Gegenden, welche ein Flimmerepithelium tragen, ist das Bindegewebe wohl doppelt so stark angelegt, als in denen, welche von den Epithel-Schüppchen bedeckt sind.

3. Das Trommelfell ist auf seiner von dem äussern Gehörgang her sichtbaren Fläche von einer Fortsetzung der Cutis überzogen, welche namentlich dem Hammergriff gegenüber stark ist. Dem entsprechend ist die ganze äussere Fläche des Trommelfells von Epidermis überkleidet. — Die tunica propria besteht auch beim Hund aus einer radiären und einer innern circulären Faserung. Nach Innen von dieser letztern trifft man auf ein plattenförmiges, nicht flimmerndes Epithelium. An dem Rand des Trommelfells schiebt sich zwischen das Epithelium und die circuläre Faserung der tunica propria ein schmaler Streifen von Bindegewebe ein, welcher als eine Fortsetzung der sogenannten Schleimhaut der Trommelhöhle anzusehen ist. — Ich will hier gleich bemerken, dass alle Blutgefässe des Trommelfells einerseits nur in der Fortsetzung der Cutis und andrerseits sich nur in der Fortsetzung der Trommelschleimhaut befinden.

Um sich in der nun folgenden Beschreibung der Blutgefässe



und ihrer Vertheilung zurecht zu finden, bitte ich sogleich die Figuren auf Tafel II anzusehen.

Von den in Figur II dargestellten Gefässen geben die rothgefärbten den Bezirk wieder (promontorium), welcher aus der art. carotis interna (*b*) versorgt wird, die blaugefärbten empfangen dagegen ihre Zuflüsse aus einem Aestchen der arteria maxillaris interna. Da die Zeichnung unter der Lupe angefertigt wurde, so ist es nicht möglich, aus einer Zergliederung der Structur zu entscheiden, was Vene und was Arterie sei. Die grössern Stämmchen der beiden Reviere sind jedoch, wie die nachträgliche Untersuchung zeigte, Venen. — Der allgemeine Charakter, nach welchem die Zusammenfassung der kleinern in grössere Venen geschieht, ist in dem rothen Bezirk augenfällig ein anderer als in dem blauen; in dem letztern tritt die gabelige Verästelung mehr in den Vordergrund, so dass aus dem allmählichen Zusammentritt kleinerer Zweige ein grösseres abführendes (*a*) entsteht. Auf dem Promontorium bildet sich dagegen ein reichliches Netz, das aus feinern und stärkern Aestchen besteht, so dass das Blut, welches in einem der feinen Zweige strömt, auf mehreren gleichlangen Wegen in eine grössere Vene übergehen kann. Die grössern Venen sind reichlich vorhanden und so beschaffen, dass keine von ihnen als die angesehen werden kann, welche aus dem Zusammenfluss aller übrigen entstanden ist. Dieses Verhalten lässt darauf schliessen, dass der Abfluss zugleich an mehreren Orten stattfindet, eine Annahme, welche durch die genauere Untersuchung bestätigt wird. An vielen Orten stehen die Venen in unmittelbarem Zusammenhang mit denjenigen des Knochens, an einigen gehen unmittelbar Zweige in den sinus cavernosus über, und endlich geht ein starker Zweig durch die Fenestra rotunda, von dem ich, obwohl ich ihn nicht weiter verfolgt, doch wohl behaupten darf, dass er mit den Labyrinthvenen in Verbindung trete. Wenn man den hier rothgefärbten Venenbezirk vom sinus cavernosus aus anfüllt, während man das Promontorium der Beobachtung zugänglich gemacht hat, so sieht man von einigen wenigen Stellen aus die in der Nähe von *c* gelegen sind das Netz allmählich sich anfüllen, bis zu den Verbindungen hin, die es mit dem blaugefärbten Bezirk eingeht.

Fig. III giebt einen kleinen Theil der Gefässverzweigung auf dem Promontorium wieder, wie er sich bei einer 300fachen Ver-

grösserung ausnimmt. Die rothgefärbten Bahnen stellen Arterienzweige dar, der Nachweis der arteriellen Natur ist hier aus der Structur mit Sicherheit geführt worden. Die blaugefärbten Bahnen sind ihrer Structur nach venöse. Die violetten solche, an welchen die arterielle Structur im Verschwinden begriffen war.

Was an der Vertheilung zuerst in die Augen fällt, sind die langen schwächtigen Arterien, welche bei ihrer Vertheilung in Aeste zerfallen, deren Caliber im Verhältniss zu dem des Stammes ein grosses genannt werden muss. Die letzten Arterienäste laufen öfter weithin, ohne sich zu verzweigen; geschieht dieses, so gehen die entstandenen Zweige sehr rasch in Venen über, so dass von einer Capillarbildung kaum die Rede ist. Sehr häufig stösst sogar unmittelbar ein Gefäss mit arterieller Structur an ein solches mit venöser. — Im vollen Gegensatz zu der arteriellen Verzweigung steht nun die Zusammenfassung der Venen. Die kleinern Gefässe dieser letztern Art treten vielfach in netzförmiger Verbindung zu einander. Aus den Maschen dieser letztern gehen zahlreiche Aestchen in ein zweites Netzwerk über, das aus grössern Venenstämmchen zusammengesetzt ist; dieses letztere Netz verhält sich im Allgemeinen gerade so wie das zuerst beschriebene.

Ueber die Lagerung der Gefässe innerhalb der verschiedenen Schleimhautschichten ist noch zu bemerken, dass die den Capillaren entsprechenden Gefässe zunächst am Epithelium gelegen sind.

Wenn ich nicht irre, so ist das bis dahin geschilderte Verhalten der Gefässe auf dem Promontorium keineswegs diesen letztern allein eigenthümlich, sondern es tragen denselben Charakter die Gefässe des Periostiums überhaupt. An der innern Wand der Hirnschale findet sich, wenigstens wie ich gesehen, ganz dieselbe Anordnung der Gefässe wie am Promontorium.

Um sich eine Vorstellung über den Verlauf des Blutstroms in einem System zu verschaffen, das so eigenartig gebaut ist, wie das unsere, kann man sich der künstlichen Injection bedienen. Da die Gefässe des Promontoriums aus der art. carotis interna hervorgehen, während diese durch den canalis caroticus läuft, so kann man leicht die Zweige des Promontoriums aus der a. carotis interna her und zwar ganz isolirt füllen, und zugleich den Fortschritt des Stroms auf dem freigelegten Pro-

monitorium beobachten. Indem man dieses thut, bemerkt man, dass die Masse, welche in ein Arterienästchen gedrungen, sogleich in die Venen übergeht; darum ist es ganz unmöglich, zuerst sämmtliche arterielle und von hier aus erst nachträglich die venösen Gefässe anzufüllen. Demnach sollte man erwarten, dass eine Füllung sämmtlicher arterieller Bahnen, vorausgesetzt dass der Abfluss aus den Venen nicht gehemmt ist, nur dann möglich sei, wenn gleichzeitig viele kleine Arterien aus der art. carotis entspringen würden, so dass auf dem Ursprungsquerschnitt eines jeden von ihnen der volle Blutdruck des Hauptstammes wirksam wäre. Die thatsächlichen Verhältnisse entsprechen jedoch keineswegs dieser Forderung. Allerdings gehen häufig mehrere selbstständige Zweige aus der art. carotis interna zu dem Promontorium über, aber immer läuft mindestens einer derselben über das Promontorium bis zum runden Fenster. Ausserdem sah ich auch wiederholt ein einziges stärkeres Stämmchen in die Trommelhöhle treten und sich erst dort verzweigen. Will man also nicht annehmen, dass das Blut, welches in den stärkern Stämmchen anlangt, immer auf dem kürzesten Wege in die Vene übergehe, so dass die entferntern Bahnen nur bei venösen Stauungen angefüllt werden, so bleibt nichts anderes übrig, als an einen eigenthümlichen Wechsel in dem Contractionsgrad der einzelnen Arterienzweige zu denken.

Wie dem aber auch sein mag, jedenfalls lernen wir hiermit ein Gefässsystem kennen, in welchem ein Strom mit geringem Druck und grosser Geschwindigkeit geschehen muss; der also in keinem Fall den Eintritt von Exsudationen unterstützen kann.

Bis dahin bin ich noch nicht im Stande, eine ähnliche Zergliederung für den Gefässverlauf in der Abtheilung der Pauke zu geben, welche von der art. maxillaris interna versorgt wird. Es lässt sich voraussehen, dass dieses mit Muskeln versehene Stück einen durchaus andern Gefässbau trägt, und es dürfte nicht bedeutungslos sein, dass die Muskeln, welche in der Paukenhöhle vorkommen, in Knochenkapseln eingeschlossen sind.

Der Verlauf der Gefässe auf dem Trommelfell ist in Fig. IV und V dargestellt. Zum Verständniss der wichtigen Figur IV ist zu bemerken, dass sie einen Ausschnitt des Trommelfells

vom Hammergriff *hh* an und zwar einschliesslich desselben bis zu einem gegenüberliegenden Trommelfellrand *rr* giebt. Da dieser Ausschnitt wegen der hohen Vergrösserung, bei welcher er gezeichnet ist, einen zu grossen Raum einnehmen würde, so ist zwischen *h* und *r* bei *mm* ein breiter Streifen des Trommelfells in der Zeichnung ausgelassen. Die Ansicht giebt das Trommelfell von der dem Gehörgang zugewendeten Fläche.

Figur V stellt das Trommelfell von der innern oder Paukenfläche gesehen dar. Die blaugefärbten Gefässe geben nach einer Lupenvergrösserung die allgemeine Anordnung der Gefässverzweigung wieder, die sich vom Umfang des Handgriffs gegen den äussern Rand des Trommelfells hin erstreckt. — Die rothgefärbten Partien stellen nach einer höhern Vergrösserung das Verhalten der Gefässe dar, welche mit der Schleimhaut der Trommelhöhle über den äussern Rand des Trommelfells hinübergreifen.

Zum Trommelfell des Hundes verlaufen die arteriellen Aeste in ähnlicher Weise, wie es nach *Gerlach* am Trommelfell des Menschen geschieht: sie dringen nämlich von der obern und hintern Wand des Gehörgangs auf den Hammergriff. Hier angelangt, Fig. IV *aa*, schicken sie in der Richtung der radiären Faserung des Trommelfells Aestchen ab, Fig. IV *b*. Diese Aestchen entlassen verschiedene Zweige, die kürzesten derselben *c* bilden Anastomosen mit den benachbarten Arterienästen; die zweite Gattung geht durch kurze netzförmig angeordnete Schlingen *dd* in einen Venenplexus *vv* über, welcher den Umfang des Handgriffs umkränzt; die dritte Gattung endlich läuft geradlinig über das ganze Trommelfell hinweg bis zum äussern Rande desselben. Diese letztern Aestchen schicken theils Zweige in die beiden Venen, welche je ein arterielles Aestchen auf ihrem Verlauf über das Trommelfell begleiten, theils aber münden sie in den Venenkranz *kk* aus, welcher am äussern Umfang des Trommelfells und zwar auf der Cutisfläche desselben gelegen ist. Die Darstellung, welche in Figur IV von dem Verlauf der (rothgefärbten) Arterien gegeben wurde, ist durchweg Portrait, also keineswegs, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, schematisch. Der Structur ihrer Wand nach verdienen die rothgefärbten oder, wie ich sie bisher nannte, die arteriellen Gefässe allerdings nicht überall diesen Namen; denn in ihrer Wand verlaufen in der That nur so lange Muskelfasern, als sie sich auf

dem Hammergriff hin erstrecken. Sowie sie auf das Trommelfell dringen, zeigen sie den Bau von Capillaren, so dass sie nur ihrem Zusammenhang nach als Fortsetzung der Arterie anzusprechen sind.

Die Venen des Trommelfells (die blauen Gefässe in Fig. IV) zeigen eine starke Entwicklung. Die grössern Stämmchen derselben entleeren sich nach zwei Richtungen. Die auf dem Hammergriff neben der Arterie *aa* gelegenen und diejenigen, welche den Plexus rings um den Hammergriff bilden, gehen schliesslich in ein Venennetz über, das die Wand des äussern Gehörgangs auskleidet. — Nach derselben Seite hin entleeren sich auch zum grössten Theil die Venenstämmchen, welche auf der dem äussern Gehörgang zugewendeten Fläche des Trommelfells den Plexus am äussern Rande des letztern bilden. Dieser Plexus steht jedoch auch noch in Verbindung mit den Venennetzen, die in die Schleimhaut der Pauke eingebettet sind, so dass das periphere Geflecht nach zwei Seiten hin Abflüsse besitzt.

Der gegebenen Beschreibung gemäss kann das durch die Trommelfellarterien herandringende Blut auf mehrfachen Wegen in die Venen übergehen. Auf einem kürzern unmittelbar am Rand des Hammergriffs; auf einem längern über das Trommelfell hinaus, und hier zwar so, dass es entweder durch die gestreckten Capillaren zum Venenplexus am Handgriff des Hammers zurückkehrt, oder dass es in den Venenplexus am äussern Rand des Trommelfells einmündet. Welchen der Wege das Blut während des Lebens einschlägt, wird offenbar von der Beschaffenheit der Widerstände abhängen, welche sich in den verschiedenen Bahnstrecken, beziehungsweise in den Venen efinden. Mit Bestimmtheit wird man jedoch sagen können, dass das arterielle Blut jedesmal dann auf dem kürzesten Wege durch die Plexus um den Hammergriff zurückkehrt, wenn keine besondern Widerstände in den Venen bestehen, in welche sich die Gefässe jener Plexus entleeren. Bedürfte es hierfür noch eines besondern Beweises, so würde derselbe durch die Ergebnisse der Injection erbracht sein. Sehr selten gelingt es, das Trommelfell vollständig auszuspritzen; nur wenn der Abfluss aus dem Kopfe im bedeutenden Grade gehemmt wurde, konnte ich das Trommelfell, wenn auch nicht ganz, so doch wenigstens seinem grössten Theile nach injiciren. Es wird

eine in der Zukunft zu lösende Frage sein, ob die Füllung der Blutgefässe des Trommelfells einen Einfluss auf die schallleitenden Eigenschaften desselben ausübt; sollte dieses der Fall sein, so würde es sich der Mühe lohnen, den Bedingungen weiter nachzuspüren, unter welchen sich die gestreckten Maschen des Trommelfells mit Blut füllen.

Eine besondere Erwähnung verdienen endlich noch die Gefässe, welche in dem Streifen der Schleimhaut verlaufen, der sich von der Pauke aus auf die innere Fläche des Trommelfells hinüberzieht. In dieses Stück setzen sich die Capillaren aus den benachbarten Schleimhautpartien fort, so dass dem peripheren (cuticularen) Venenplexus der äussern Trommelfellfläche gegenüber ein kleinerer capillarer auf der Paukenfläche des Trommelfells gelegener gegenübersteht. Die rothe Abtheilung auf Fig. V stellt einen kleinen vergrössert gezeichneten Abschnitt dieses Gefässwerkes dar.

Da, wie früher erwähnt, die Venen des äusseren peripheren Plexus durch einzelne Aeste in Verbindung stehen mit den Venen der Pauke, so wird allerdings auch eine Verbindung der cuticularen Trommelfellgefässe mit denen des Schleimhautringes bestehen. Beträchtlich kann jedoch diese Verbindung nicht sein, da es nur von der Pauke, niemals aber vom Trommelfell aus gelingt, die Gefässe in dem Schleimhautring des Trommelfells zu injiciren.

---

Während des Verlaufs meiner anatomischen Untersuchungen machte mich Herr Professor *Ludwig* darauf aufmerksam, dass es vermöge des eigenthümlichen Baues der pars mastoidea beim Hunde gelingen müsse, einen Einblick in die Pauke des lebenden Hundes zu gewinnen. Diesen Vorschlag habe ich ausgeführt und es ist mir gelungen, die Trommelhöhle durch Wegnahme der bulla ossea, was ohne merkliche und jedenfalls ohne störende Blutung geschehen kann, so weit frei zu legen, dass man unmittelbar das ganze Promontorium und den grössten Theil der obern vordern Paukenwand mit einer starken Lupenvergrösserung betrachten konnte.

Die Hunde, welche ich zum Versuch benutzte, wurden mit Curare vergiftet, auf dem Operationstische waren sie in der Rückenlage mit ausgestrecktem Kopfe befestigt. Um zur bulla



ossea zu gelangen, durchschnitt ich mitten zwischen dem Kehlkopf und dem Winkel des Unterkiefers die Haut und suchte in der Wunde den hintern Ansatzpunkt des musc. digastricus auf. Nach unten und innen von diesem liegen die grossen Venen- und Arterienäste, welche man mit einem Haken nach innen ziehen muss. Unterhalb dieser Gefässe findet sich noch eine beträchtliche Schicht lockern Bindegewebes, welche das Periost der bulla ossea bedeckt. Ist auch diese entfernt und darauf die Blutung vollkommen gestillt worden, so schabt man das Periost von der äussern Knochenfläche ab, mit möglichster Schonung des kleinen hier gelegenen und oben erwähnten Arterienzweiges. Ist dieses geschehen, so wird mittelst eines sehr kleinen Trepanns, der in der Mitte der Bulla aufgesetzt ist, ein rundes Knochenstück herausgeschnitten, das sich ohne Verletzung der locker anhaftenden Schleimhaut entfernen lässt. Mit Hilfe einer kleinen Zange kann dann der Knochen noch so weit entfernt werden, dass bei einem grössern Hund eine Oeffnung von der Grösse eines Silbergrschens entsteht. Darauf schneidet man auch die Schleimhaut ein und klappt ihre Lappen über den Knochenrand. Die Oeffnung in der Trommelhöhle bedeckt man nun mit einem reinen weichen Schwämmchen und stellt sich den Beleuchtungsapparat zurecht.

Ich bediente mich hiezu einer Gaslampe mit Argandbrenner, hinter der ein grosser Reflector aufgestellt war; dieser letztere warf das Licht auf einen kleinen mit centraler Oeffnung versehenen Reflector, welcher unmittelbar über der Wunde stand, und zwar so, dass man, ohne dem Lichteintritt in die Trommelhöhle zu schaden, eine Lupe von *Brücke* oder die grosse Beleuchtungslinie des *Hartnack'schen* Mikroskopes auf die Schleimhaut der Trommelhöhle einstellen konnte. Setzt man in die Trommelhöhle ein erwärmtes Metallspiegelchen, so gelingt es auch, die innere Fläche des Trommelfells zur Anschauung zu bringen.

Da man an der geöffneten und gutbeleuchteten Trommelhöhle die Gefässe deutlich sehen kann, welche aus der carotis interna auf das Promontorium treten, und ebenso diejenigen, welche zum Bezirk des Paukenastes der maxillaris interna gehören, so versuchte ich zunächst die Abhängigkeit dieser Gefässe vom Grenzstrang des n. sympathicus nachzuweisen.

Der Versuch, durch den dieses geschieht, ist ein sehr deli-

cater. Die Arterien, welche hier verlaufen, sind zu klein, um trotz der Lupenvergrößerung mit Sicherheit erkennbar zu sein, man bleibt deshalb vorzugsweise auf die Betrachtung der Venen angewiesen.

Die Venen sind nun aber am lebenden mit Curare vergifteten Thiere keineswegs so strotzend gefüllt, wie sie in Figur II nach einem Injectionspräparat abgebildet sind. Statt der vielen, die dort zu sehen, gewahrt man in der Regel nur einige wenige Stämmchen. Dieses deutet darauf hin, dass der Blutstrom durch die Arterien unter den genannten Umständen schon an und für sich ein mässiger ist. Wenn also auch noch durch Reizung des n. sympathicus eine stärkere Verengerung der Arterie eintritt, so kann diese von keinem grossen Effect auf den Venendurchmesser sein. Will man da zu einer sichern Beobachtung gelangen, so muss man mit aller Ruhe längere Zeit eine ganz beschränkte Stelle unter der Lupe halten und ihre Veränderungen beobachten, welche vor, während und nach der Reizung eintreten. Mit diesen Vorsichtsmassregeln sind die nachstehenden Beobachtungen ausgeführt, aus denen, wie ich glaube, zu schliessen ist, dass der n. sympathicus beziehungsweise der am Hals verlaufende Grenzstrang die Verenger der Arterien auf dem Promontorium beherrscht.

1. Versuch. Mittelgrosser Hund. Nach Eröffnung der Trommelhöhle und darauf folgender Durchschneidung des gleichseitigen Nervenstamms, in welchem Vagus und Sympathicus verlaufen, sind die Gefässe deutlich zu sehen, welche aus art. carotis interna und art. maxillaris interna hervorgehen. Die Beobachtung derselben geschah theils ohne und theils mit Lupe. Die Reizung des mit dem Kopf zusammenhängenden Nervenstumpfs wurde mit dazwischen gesetzten Pausen viermal unternommen; die Dauer je einer Reizung betrug von einer bis zu drei Minuten. Einige Zeit nach dem Beginn der Reizung wurden die Gefässe merklich schmaler und bei der zweiten Reizung waren sie nahezu verschwunden. Einige Zeit nach beendeter Reizung erschienen die Gefässe jedesmal stärker gefüllt, so dass der Unterschied der Gefässfüllung während und nach der Reizung deutlicher war, als vor und während der Reizung.

2. Versuch. Mittelgrosser Hund. Der n. sympathicus wird aus der Scheide des Vagusstammes herauspräparirt und

isolirt durchschnitten. Zum Beweis, dass das durchschnittene Nervenbündel der Grenzstrang des Sympathicus ist, dient die starke Verengung der Pupille, welche nach der Durchschneidung eintritt. Die Gefässe der Trommelhöhle sind sehr deutlich mit und ohne Lupe zu sehen. Die Reizung wurde unter ähnlichen Bedingungen wie im ersten Versuch viermal wiederholt. Mit dem Beginn der Reizung erweitern sich die Gefässe vorübergehend, dann werden sie blässer und verharren in diesem Zustand, solange die Reizung andauert. Nach Beendigung des Reizes werden die Gefässe vorzugsweise deutlich. Die Erweiterung, welche im Beginn der Reizung bemerkbar wurde, lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass die plötzlich contrahirten Arterien ihr Blut in die Venen entleerten, so dass diese durch den plötzlichen Zuwachs an Blut ausgedehnt wurden. Ist diese Annahme haltbar, so ist es auch erklärlich, dass die von uns beobachteten Gefässe im Beginn der Reizung weiter wurden, da, wie schon früher bemerkt, bei schwachen Lupenvergrößerungen, wie wir sie anwendeten, nur die Venen der Trommelhöhle deutlich unterscheidbar sind.

3., 4. und 5. Versuch. Alle Vorbereitungen waren wie beim zweiten Versuch getroffen. Die Reizung geschah ebenfalls in der früher angegebenen Weise. Die Erscheinungen während des 5ten Versuches verhielten sich genau so, wie im zweiten. Im 3. und 4. Versuch trat abweichend von den frühern Beobachtungen nach beendeter Reizung nicht alsbald die Gefässerweiterung ein, sondern sie wurden zunächst noch enger und dann erst einige Zeit nach dem Aufheben der Reizung wieder voll und roth.

Die Erscheinungen, welche während der Reizung eintreten, sprechen dafür, dass die Muskelringe der Paukenarterien von dem n. sympathicus beherrscht werden. Je mehr ich mich durch eine sorgfältige Beobachtung von der Richtigkeit dieser Annahme überzeugt hielt, um so auffallender war es mir, dass die freigelegten Gefässorte nach der Durchschneidung des n. sympathicus keine so auffallende Röthung darboten, wie man sie anderweit nach der Durchschneidung dieses Nerven zu sehen pflegt. Um über die Ursache dieser Erscheinung weiter Aufklärung zu erhalten, unternahm ich noch den folgenden

6. Versuch. An einem grossen Hund war der n. sympathicus am Halse durchschnitten. Am dritten Tag nach dieser

Operation ward erst die Blosslegung der Trommelhöhle vorgenommen; den grössern Zeitraum zwischen den beiden genannten Eingriffen hatte ich in der Hoffnung verstreichen lassen, dass sich während dess eine grössere Erweiterung der Gefässe in der Trommelhöhle ausbilden sollte. Nach der Blosslegung der letztern fand ich mich jedoch in meinen Erwartungen getäuscht: die Gefässflächen erschienen nicht merklich röther als sie es auch in den frühern Beobachtungen gewesen waren. Aus dieser Erfahrung, wie aus dem Vorhergehenden, dürfte also zu schliessen sein, dass die Durchschneidung des Sympathicus für die Arterie der Trommelhöhle nicht in ähnlicher Weise folgenreich ist, wie sie es für diejenigen der übrigen Kopfpatrien zu sein pflegt. Unter der Voraussetzung, dass die Durchschneidung des n. sympathicus eine Lähmung in den uns beschäftigenden Arterien herbeiführt, war zu erwarten, dass eine sehr auffällige Röthung des Promontoriums eintreten müsse, wenn der arterielle Blutdruck beträchtlich erhöht würde. Zur Bestätigung dieser Folgerung benutzte ich noch den Hund, der zu dem vorliegenden Versuche gedient hatte. Der n. splanchnicus einer Seite ward aufgesucht und gereizt, während ich die Gefässe der Trommelhöhle beobachtete. In der That stellte sich während der Reizung des genannten Unterleibsnerven mehrmals eine auffallende Röthung des Promontoriums ein, doch blieb sie auch einige Mal aus. Dieser Versuch kann demnach nicht als ein abschliessender angesehen werden. Eine solche Bedeutung darf ihm um so weniger zugeschrieben werden, als die Reizung des n. splanchnicus nicht jedesmal in gewünschter Vollkommenheit gelang. Ueber diesen Umstand hat man sich bei der tiefen Lage dieses Nerven an einem so grossen Hunde nicht zu verwundern, da die Isolation des Nerven unter den genannten Umständen nur schwierig zu bewerkstelligen ist.

---

1.



