Ueber Wachsthumsverschiebungen und ihr Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems.

Von

G. Schwalbe.

Hierzu Tafel IX.

In der vorstehenden Arbeit des vorliegenden Heftes der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft hat Herr Roux einige allgemeine Regeln aufgestellt, welche sich auf Richtung und Gestaltung der Blutgefässverzweigungen beziehen. Für letztere, sofern sie sich an den Gefässen der verschiedensten Provinzen in übereinstimmender Weise wiederholen, hat der genannte Autor mit höchster Wahrscheinlichkeit als causales Moment hydrodynamische Kräfte in Anspruch genommen; jedenfalls liegt in ihnen auch die Ursache der so constant an den differentesten Stellen wiederkehrenden Ablenkung der Gefässbahn aus der ursprünglichen Richtung bei Abgabe von genügend starken seitlichen Zweigen.

Es ist durch diese sorgfältigen Untersuchungen von Roux zum ersten Male der Versuch gemacht, den Gesetzen der Gefässverzweigungen nachzuforschen, die Ursachen ihrer Richtung und Gestaltung kennen zu lernen und in hydrodynamischen Kräften eine wichtige Ursache specieller Richtungs- und Gestaltungsverhältnisse nachgewiesen worden. Der Autor hat sich dabei glücklich vor zu weit gehenden Verallgemeinerungen bewahrt. Mit Recht führt er aus (§. 69 und 81), dass an einem durchflossenen Rohre allein aus hydrodynamischen Kräften ein vollkommen rechtwinkliger Astursprung (geschweige denn ein stumpfwinkliger, wie bei rückläufigen Arterien) auch beim stärksten Drucke nicht vorkommen kann. Nun finden sich aber derartige Astursprünge nicht nur nicht selten, ja sogar häufig, allerdings in den meisten

Fällen, wenn ich mich so ausdrücken darf, mit hydrodynamisch gestaltetem Ursprungskegel. Es fragt sich, durch welche Ursachen kommt der rechtwinklige, durch welche Ursachen der stumpfwinklige (rückläufige) Astursprung zu Stande. Es würde vermessen sein, schon jetzt, nachdem kaum erst der Anfang zu einer Erklärung des Modus der Gefässverzweigungen gemacht ist, diese Frage in ihrem vollen Umfange beantworten zu wollen. Handelt es sich doch zunächst darum, überhaupt festzustellen, welche Winkel bei der primären Anlage der Gefässverzweigungen angelegt werden, und dies ist von mir noch nicht geschehen. Nur so viel kann man wohl ohne Weiteres zugeben, dass stumpfwinklige (rückläufige) Gefässverzweigungen nicht der ersten Anlage entsprechen werden, wie sie ja auch nicht hydrodynamisch bedingt sein können. Dennoch finden wir derartige Gefässverzweigungen durchaus nicht selten, und die Lehre von den Arterien des menschlichen Körpers, an die ich mich hier, als an die bekannteste, ausschliesslich halten will, weiss von einer ganzen Reihe recurrirender Arterien zu berichten. Ich will hier nur der auffallendsten gedenken und in den nachfolgenden Zeilen versuchen, eine Erklärung ihrer auffälligen Verlaufsrichtung zu geben.

Aus dem Gebiete der Carotis externa gehört hierher die A. thyreoidea superior. Das Gebiet der Armarterie, sowie der Arterie der unteren Extremität ist repräsentirt durch die A. recurrens radialis, ulnaris und interossea, durch die A. recurrens tibialis posterior und anterior; überdies sind aus dem Bereich der Extremitätenarterien diejenigen Zweige hier ganz besonders zu berücksichtigen, welche in aufsteigende Ernährungskanäle führen, also die des Radius und der Ulna, sowie des Femur. Ich werde diese rückläufigen Ernährungsarterien in der Folge als Aa. recurrentes ossium bezeichnen. Auffallende Beispiele rückläufiger Arterien sind auch die oberen Aa. intercostales aorticae, deren Ursprungswinkel indessen, wie ich gleich hier bemerken will, bei verschiedenen Individuen ein sehr verschiedener sein kann. — Von wichtigeren Arterien gehören endlich hierher die Aa. epigastricae inferiores und spinales anteriores und posteriores. [1])

---

[1]) Ueber die Entstehung der Richtungen dieser letztgenannten Arterien habe ich noch keine Erfahrungen gesammelt. Für die A. epigastrica inferior liegt die Erklärung wohl in dem Verhalten der embryonalen Bauchwand; für die

Sehen wir nun zunächst ab von den unteren epigastrischen, sowie von den Spinalarterien, so werden wir für die rückläufige Richtung der übrigen namentlich aufgeführten Gefässe ein gemeinsames Erklärungsprincip aufzustellen haben, das ich das Princip der Wachsthumsverschiebungen nennen will. Es ist dies keineswegs ein neues Princip, von dem nicht hin und wieder schon Gebrauch gemacht wäre, um zum Verständniss einiger Formverhältnisse zu gelangen. So erklärt man ja beispielsweise schon lange die verschiedene Lage des Rückenmark-Endes bei Kindern und Erwachsenen, sowie die daraus resultirende schief absteigende Richtung der unteren Spinalnerven aus einem ungleichmässigen Wachsthum der Länge von Wirbelsäule und Rückenmark, und Ravenel hat kürzlich die zur Begründung nothwendigen Messungen publicirt.[1]) Ebenso anerkannt ist, dass der eigenthümliche Verlauf des Nervus laryngeus inferior vagi ebenfalls durch eine Wachsthumsverschiebung, durch das Herabsteigen der beiderseitigen vierten Kiemenarterien-Bogen bedingt ist. Freilich fehlen hier noch genauere Zahlen-Ermittelungen. Auf eine eigenthümliche Umkehr der ursprünglichen Verlaufsrichtung habe ich sodann in meinem Aufsatze „Ueber die Ernährungskanäle der Knochen und das Knochenwachsthum“[2]) die Aufmerksamkeit gelenkt, nämlich auf die Umkehr der ursprünglichen Verlaufsrichtung der Aa. nutritiae radii, ulnae und femoris. Ich zeigte dort, dass der Ernährungskanal in Radius und Ulna, sowie der obere canalis nutritius femoris anfangs in absteigender Richtung verlaufen, mit zunehmendem Alter aber durch Vorgänge des Knochenwachsthums, die ich wohl mit Fug und Recht ebenfalls als Wachsthumsverschiebungen bezeichnen kann, zu einer aufsteigenden Richtung gezwungen werden. Was dem Kanale widerfährt, erleidet auch sein Inhalt: Die anfangs unter spitzem Winkel vom Stamm entspringende A. nutritia der genannten Knochen

---

Aa. spinales entsteht die Vermuthung, dass ihre Bahnen est secundär sich ausbilden, während die primären Gefässbahnen des Rückenmarks in den spinalen Aesten der Vertebralis, Intercostales und Lumbales zu suchen wären. Es würden in diesem Falle ursprünglich schwache Anastomosen zwischen A. vertebralis und den segmentalen Spinalarterien zur stärkeren Ausbildung gelangen und die Aa. spinales formiren.

[1]) Die Massverhältnisse der Wirbelsäule und des Rückenmarkes beim Menschen. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgesch. II, S. 352, 354.

[2]) Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsgesch. II, S. 308 ff.

wird später zu einer recurrens, deren Richtung demnach einen stumpfen Winkel mit der Fortsetzung des Stammes bildet.

Diese Erfahrungen, an den recurrirenden Ernährungsarterien der Knochen gesammelt, legten mir schon damals den Gedanken nahe, dass ähnliche Ursachen auch für die Richtung der anderen rückläufigen Arterien bestimmend sein möchten. In wie weit diese Vermuthung bei genauerer Prüfung der thatsächlichen Verhältnisse ihre Bestätigung gefunden hat, werden die folgenden Zeilen lehren. Ich werde in denselben jedoch die Frage allgemeiner stellen und nicht blos auf die rückläufigen Arterien Rücksicht nehmen, sondern auch anderer gedenken, soweit ihre Richtung durch Wachsthumsverschiebungen beeinflusst wird.

Zuvor werden wir uns aber darüber klar zu machen haben, in welcher Weise überhaupt eine Wachsthumsverschiebung im Gebiete des Arteriensystems stattfinden kann. Offenbar muss man in dieser Beziehung 2 Hauptfälle unterscheiden.

1) Es kann das Eigenwachsthum der Arterien zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung an den verschiedenen Stellen ihres Verlaufes ein verschiedenes sein. Dass dies schon genügt, eine Veränderung der Astrichtung zu bewirken, geht aus dem Schema Fig. 1 mit aller Deutlichkeit hervor. Es ist in demselben angenommen, dass beim Anwachsen der Stamm-Arterie ab zu der Grösse AB die Unterlage resp. Umgebung der Arterie cd genau ebensoviel wachse, dass also CD=AB. Wachsen nun die einzelnen Strecken von ab: 0—1, 1—2, 2—3 in gleichem Verhältniss, so wird keine Veränderung der Richtung der Seitenzweige m und n eintreten; wenn dagegen 1—2 beispielsweise um das 4fache wächst, während 0—1 und 2—3 sich nicht verlängern, so muss die in der Figur dargestellte Veränderung der Richtung eintreten, da ja die Enden der Seitenzweige an der Unterlage resp. Umgebung fixirt sind. Die Linien 1′—1″ und 2′—2″ geben jetzt die Richtungen an.

2) Eine zweite Möglichkeit ist die, dass die Stamm-Arterien in allen ihren Stücken gleichmässig zunehmen, also so zu sagen ein proportionales inneres Wachsthum, ein gleichmässiges interstitielles Wachsthum besitzen, dass sie aber im Verhältniss zu den umgebenden Theilen langsamer oder rascher wachsen. Geht man beispielsweise bei der Betrachtung der hier vorkommenden Fälle von einem Stammgefäss aus, von welchem in regelmässigen Intervallen unter rechten Winkeln Seitenzweige entspringen (Fig. 2 u. 3 in a b bei 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6),

so wird die Richtung dieser seitlichen Zweige sofort alterirt werden, sobald Störungen im proportionalen Wachsthum der Stammarterie einerseits, ihrer Unterlage oder Umgebung andererseits eintreten. Es sind hier wieder 2 Fälle für die Gestaltung des Arteriensystems von Bedeutung:

a) Die Stamm-Arterie ab wächst langsamer als die Unterlage cd resp. die Umgebung, in welcher die Enden der Seitenzweige enthalten sind, so dass also CD>AB wird. In diesem Falle (Fig. 2) werden die Endpunkte der Seitenzweige (0' 6') aus einander rücken, es wird also ein ganz ähnliches Bild entstehen, wie es der Längsschnitt eines Röhrenknochens im embryonalen Alter nach meinen Ermittelungen zeigt.[1]) Wie in letzterem Falle die Gefässkanäle von einem neutralen Punkte[2]) aus nach beiden Enden divergiren, so wird hier eine analoge Divergenz der seitlichen Zweige stattfinden; dieselben müssen nothwendiger Weise ihre Richtung verändern in der aus dem Schema Fig. 2 ersichtlichen Weise.

b) Die Stamm-Arterie wächst rascher als ihre Unterlage resp. Umgebung. Dann muss man natürlich als Endresultat in dem von mir angenommenen Falle convergirende Seitenzweige erhalten (Fig. 3, in welcher AB>CD geworden ist).

Bei der Annahme der eben erwähnten Fälle 1) und 2) a und b wurde noch vorausgesetzt, dass für die Verschiebungen der Arterien auf ihrer Unterlage nirgends ein Hinderniss existire, dass die Verschiebungen vollständig frei erfolgen können. Dies ist nun natürlich in Wirklichkeit fast niemals der Fall und so entstehen weitere Modificationen. Man kann die jedesmal resultirenden Richtungen der Seitenzweige sehr leicht durch analoge Constructionen wie die der Figuren 2 und 3 erfahren. Ich begnüge mich hier nur noch 2 specielle Fälle besonders hervorzuheben. Wenn man in Fig. 2 das untere Ende von a b in b fixirt denkt, so werden die Wachsthumsverschiebungen alle in der Richtung nach a erfolgen; es wird also der in b entspringende Seitenzweig

[1]) L. c., Fig. 2, Taf. XIV.

[2]) Ich benutze hier die Gelegenheit, eine ungenaue Angabe des Referates, welches Löwe über meine Arbeit im medicinischen Centralblatt 1876, S. 497 bis 498 gegeben hat, zu berichtigen. Ich habe den Ausdruck: „neutraler Punkt" nur von einem Punkte auf der Oberfläche des Längsschnittes gebraucht, nicht „von einer Stelle an der Peripherie des Röhrenknochens". Die Löwe'sche Verbesserung: „neutrale Zone" ist nicht neu, sondern in derselben Arbeit, über die Löwe referirt, von mir da, wo sie wirklich hinpasst, gebraucht, z. B. bei der Erklärung der Figuren auf Taf. XVI, S. 352.

horizontal bleiben, alle höher gelegenen aber unter immer grösserem Winkel nach oben divergiren. Das Umgekehrte erhält man, wenn man b in Fig. 3 fixirt denkt. Es bleibt dann ebenfalls der unterste Seitenzweig horizontal; alle oberhalb gelegenen werden aber in der Richtung nach unten convergiren, und zwar wird der Neigungswinkel gegen ab um so spitzer sein, je näher an a der Zweig entspringt.

Die im Vorstehenden erörterten verschiedenen Fälle von Wachsthumsverschiebungen bezogen sich vorzugsweise auf Stammarterien und deren parietale Zweige. Ich habe dabei besonders an die Aorta und die aus ihr entspringenden Intercostal- und Lumbal-Arterien gedacht, wie ich unten des Weiteren ausführen werde. Für die visceralen Aeste der Aorta kommt aber noch eine Möglichkeit in Betracht: die Abgangstelle von der Aorta kann im Wesentlichen ihre Lage zum Skeletsystem beibehalten, während das Ende des Seitenzweiges mit dem durch ihn versorgten Eingeweide eine wesentliche Lageveränderung im Laufe der Entwicklung durchmacht und dadurch modificirend auf die Astrichtung einwirkt. Das auffallendste Beispiel dieser Art ist das Verhalten der Arteria spermatica interna, die mit dem fortschreitenden Descensus testiculorum immer mehr verlängert und zu einem zunehmenden spitzwinkligen Ursprunge aus der Aorta gezwungen wird. Ein anderes Beispiel werden wir in dem Verhalten der A. thyreoidea superior und inferior kennen lernen. Beide werden in ihrer Richtung durch das Herabsteigen der Glandula thyreoidea beeinflusst.

In der Arteria spermatica interna haben wir zugleich ein frappantes Beispiel von ungleichmässigem Längenwachsthum im Gebiete des Arterienbaumes. Es ist schon aus den Thatsachen des Descens testiculorum selbstverständlich, dass die A. spermatica interna in dem Masse, als der Hoden herabsteigt, im Längenwachsthum bedeutend das unterhalb ihres Ursprungs gelegene Stück der Aorta abdominalis überflügeln muss: sie nimmt in derselben Zeiteinheit um ein grösseres Stück der Länge nach zu, als die Aorta descendens. Es ergiebt sich demnach schon aus dieser einen Thatsache, dass die Längenzunahme der Arterien durchaus nicht überall eine gleichmässige ist.

Für eine andere Stelle habe ich ein ungleichmässiges Längenwachsthum durch Messungen festgestellt. Vergleicht man die Gesammtlänge der Carotis communis dextra + A. anonyma mit der Gesammtlänge der Aorta descendens, so ergibt sich (vergl.

Tabelle I), dass die Länge der ersteren Arterien während des fötalen Lebens relativ bedeutender ist als wie nach vollendetem Wachsthum. Es folgt daraus, dass die Aorta descendens als Ganzes bedeutender an Länge zunimmt, wie A. anonyma und A. carotis communis.

Tabelle I.

Relatives Wachsthum der Carotis communis und Aorta descendens.[1])

Alter.	Länge der Aorta descendens.	Länge der Carotis communis + Anonyma.	Aorta = 100. Länge der Car. comm. + Anonyma.
Fötus 13 Wochen	23	12,5	54,3
Fötus 18 Wochen	50	26,5	53
Kind 10 Tage	111	41,5	37,3
22 Tage	127	57	44,8
20 Wochen	124	62,5	50,4
Erwachsene:			
1) 22 J.	383	143	37,3
2) 25 „	385	147	38,1
3) 37 „	350	130	37,1
4)	310	131	42,2
5)	390	160	40,7
6)	390	144	36,9

Wir ersehen aus vorstehender Tabelle, wenn die Aorta descendens = 100 gesetzt wird, dass die Carotidenlänge (carotis comm. dextra + anonyma) während des fötalen Lebens (13 resp. 18 Wochen) mehr als die Hälfte der Aortenlänge beträgt (53 resp. 54,3), während das Mittel aus den 6 aufgeführten Messungen bei Erwachsenen (38,7) sich weit unterhalb der halben Aortenlänge befindet. Ich gebe gern zu, dass die wenigen Zahlen, welche ich hier und in der Folge bis jetzt mittheilen kann, noch nicht zur definitiven Feststellung der Wachsthumsverhältnisse genügen, da ja der durch die individuellen Verschiedenheiten bedingte Fehler immer nur durch grössere Reihen von Messungen auszugleichen ist. Indessen dürfte auf einem Gebiete, das noch gänzlich unbearbeitet ist, jede Mittheilung von Material und die sich auf dieses allerdings noch unvollständige Material stützenden Folgerungen mittheilenswerth sein, um so mehr, als sie andeuten, worauf die

[1]) Maasse hier und in den folgenden Tabellen in Millimetern.

Arbeit innerhalb dieses Gebietes zunächst zu richten ist. Das Arterienwachsthum resp. Gefässwachsthum ist nun ein solches Feld, auf dem wir noch nicht einmal den Modus kennen. Wir nehmen nach Allem an, dass die Gefässwandungen interstitiell wachsen; über die Vertheilung dieses interstitiellen Wachsthums haben wir aber noch durchaus keine Erfahrungen. Dies ist es, was mich ermuthigt, die gelegentlich dieser Arbeit über das Arterien-Wachsthum gesammelten Thatsachen, so unvollständig sie sind, mitzutheilen, sei es auch nur, um durch sie zu einer genauen Erforschung dieses Gebietes weitere Anregung zu geben.

Meine vorläufigen Untersuchungen über die Vertheilung des interstitiellen Wachsthums auf einzelne Strecken der Arterienbahn haben ferner ergeben, dass an anderen Orten eine gleichmässige Längenzunahme zu erfolgen scheint. Vergleichen wir z. B. die Längen der Aorta thoracica und Aorta abdominalis unter einander in den verschiedenen Altern, so ergibt sich, wie Tabelle II zeigt, kein wesentlicher Unterschied.

Tabelle II.

Relatives Wachstsum der Aorta thoracica und Aorta abdominalis.

Alter.	Absolute Länge der Aorta thoracica	Absolute Länge der Aorta abdomin.	Ganze Aorta descendens = 100 Aorta thoracica	Ganze Aorta descendens = 100 Aorta abdomin.
Fötus 11 Wochen	12,5	10	55,5	44,5
Fötus 16 Wochen	21,5	13	62,3	37,7
Fötus 18 Wochen	34	16	68	32
Fötus 18 Wochen	32,5	17,5	65	35
Kind 10 Tage	72	38	65,5	34,5
Kind 20 Wochen	73	51	58,8	41,2
Erwachsene:				
1) 22 J.	238	145	62,1	37,9
2) 25 „	240	145	62,3	37,7
3) 27 „	205	150	57,7	42,3
4) 37 „	220	130	62,8	37,2
5) 50 „	245	145	62,8	37,2
6) 58 „	230	160	58,9	41,1
7)	238	142	62,7	37,3
8)	246	164	60	40
9)	220	133	62,3	37,7
10)	235	115	67,1	32,9

Zur Erläuterung bemerke ich, dass als Aorta thoracica ein für alle Mal der Abstand zwischen Mitte des Ursprungskreises der A. subclavia sinistra und der entsprechenden Stelle des Ursprungs der Art. coeliaca gemessen wurde. Die Messungen an 10 Erwachsenen ergaben, wenn die gesammte Aorta descendens = 100 gesetzt wird, für die Aorta thoracica im Mittel 61,8, für die Aorta abdominalis im Mittel 38,2; und um diese Zahlen herum gruppiren sich auch die 6 an Föten und Kindern gefundenen Werthe. Ich muss mich demnach vorläufig für eine gleichmässige Längenzunahme der Brust- und Bauch-Aorta erklären. Dagegen scheint nach den bis jetzt vorliegenden Zahlen sich das innere Wachsthum der Aorta abdominalis complicirter zu gestalten. Dasselbe wurde dadurch gemessen, dass die Abstände zwischen den Ursprungsmitten 1) der A. coeliaca und mesenterica superior, 2) der A. mesenterica superior und inferior und 3) der letzteren von der Gabelungsstelle der Aorta bestimmt wurden. Es sind dies diejenigen Aeste der Aorta abdominalis, welche wohl den constantesten Ursprung besitzen.

Tabelle III.

Relatives Wachsthum der einzelnen Strecken der Aorta abdomin.

Alter	Absolute Werthe des Abstands			Aorta abdominalis = 100		
	d. A. coeliaca von mesent. superior = a	d. A. mes. sup. von A. mes. inf. = b	d. A. mes. inf. von Theilung = c	a	b	c
Fötus						
16 Wochen	2	6,75	4,25	15,3	51,9	32,8
18 Wochen	2,5	9,5	4	15,6	59,3	25,1
18 Wochen	2	9	3,5	13,7	62	24,3
Kind						
10 Tage	6	19	13	15,7	50	34,3
20 Wochen	4,5	24	17	9,8	52,7	37,5
2 Monat (?)	6	27	15	12,5	56,2	31,3
6 Monat	7,5	25,5	10	17,4	59,3	23,3
Erwachsene:						
1)	15	71,5	56	10,5	50,1	39,4
2)	13	69	57	9,3	49,6	41,1
3)	14	87	40,5	9,8	61,4	28,8
4)	12	79	42	9,0	59,4	31,6
5)	27	95	42	16,4	57,9	25,7

Ich will aus den wenigen in vorstehender Tabelle mitgetheilten Zahlen noch keinen sicheren Schluss ziehen. Da auch unter den 5 Erwachsenen Zahlen vorkommen, wie bei den gemessenen Föten und Kindern, so könnte man es hier mit blossen individuellen Verschiedenheiten zu thun haben; das Wachsthum der Aorta abdominalis wäre dann ein gleichmässig interstitielles. Andererseits kann man sich nicht verhehlen, dass bei Erwachsenen für den Abstand von Coeliaca und Mesenterica superior die niedrigeren Zahlen, für das Endstück der Aorta, obwohl weniger ausgesprochen, die höheren Zahlen überwiegen, so dass die Vermuthung nahe liegt, als wachse das Endstück der Aorta mit fortschreitendem Körperwachsthum rascher, das Anfangsstück der Bauch-Aorta langsamer, während das mittlere ein mehr gleichmässiges Tempo einhält. Wir hätten dann, wenn wir das oben geschilderte Wachsthum der Carotis hinzunehmen, ein vom oberen Ende des Carotiden-Aortenstammes nach unten sich allmählig steigerndes Wachsthum, also ein analoges Verhältniss wie beim Skelet, wo ja auch die Theile des oberen Körperabschnittes vor denen des unteren begünstigt sind, während später der untere Körperabschnitt durch ein gesteigertes Wachsthum dies wieder ausgleicht. [1])

Nach diesen gelegentlichen Bemerkungen über Gefässwachsthum wende ich mich nunmehr zum eigentlichen Gegenstand meiner Aufgabe. — Ueber die Verlaufsverhältnisse der A. recurrens tibialis posterior habe ich einige Erfahrungen gesammelt, die mir überhaupt von Bedeutung erscheinen für die Erklärung der Richtung der rückläufigen Arterien am Ellenbogen- und Kniegelenk. Bei einem 20 Wochen alten Kinde fand ich die genannte kleine Arterie nicht rückläufig, sondern rechtwinklig sich abzweigend. Damit hängt zusammen, dass die Theilungsstelle der A. poplitea in die A. tibialis antica und postica relativ höher liegt beim Kinde, wie beim Erwachsenen. Während bei dem untersuchten Kinde die genannte Theilungsstelle 6,5 mm. unterhalb der durch den obersten Theil des Capitulum fibulae

---

[1]) Diese Verschiedenheit zwischen oberen und unteren Körpertheilen spricht sich auch in den Lumen-Verhältnissen der Aorta beim Kinde und beim Erwachsenen aus. Ich fand, dass die Aorta abdominalis beim Kinde unmittelbar hinter der Abgangsstelle der Nierenarterien eine bedeutende Verengerung ihres Lumens erkennen lässt, während beim Erwachsenen mit mächtig entwickeltem Becken und unteren Extremitäten diese plötzliche Verengerung fehlt.

gelegten Horizontalebene sich befindet und zur Gesammtlänge des Arterienstammes des Unterschenkels (das genannte Stück der Poplitea und A. tibialis postica bis zum unteren Ende der Tibia), die 89 mm. beträgt, sich wie 1 : 13,7 verhält, ist das Verhältniss-Mittel aus Messungen an 6 verschiedenen Erwachsenen (38 : 340) 1 : 8,9. Daraus würde hervorgehen, falls sich aus weiteren Messungen an Embryonen und Kindern eine der oben vom Kinde angeführten entsprechende Mittelzahl ergeben sollte, dass im Laufe des Wachsthums die Theilungstelle der A. poplitea herabrückt.[1]) Ist dies aber wirklich der Fall, so muss die in ihrer peripheren Ausbreitung fixirte A. recurrens tibialis posterior wirklich rückläufig werden. Ich zweifle um so weniger an dem thatsächlichen Bestehen dieses ursächlichen Verhältnisses, als noch ein anderes Moment hinzukommt, welches eine derartige Verschiebung unbedingt erfordert. Bekanntlich sind bei Embryonen die im Hüftgelenk, Kniegelenk und im Ellenbogengelenk in Contact tretenden Knochen ungefähr rechtwinklig zu einander fixirt. Ich will diese Stellung der Extremitäten die fötale nennen. Eine Arterie, die auf der Beugeseite so disponirter Gelenke verläuft, muss nothwendiger Weise Dehnungen erfahren, sobald die gebeugte Stellung in die gestreckte übergeht, und es verlohnte sich wohl der Mühe, einmal zu untersuchen, ob nicht das Nachtheilige der bei der späteren Streckung der Glieder eintretenden Dehnung zuvor dadurch ausgeglichen wird, dass noch während des embryonalen Lebens das der Beugeseite des Gelenkes anliegende Stück stärker wächst. In der That scheint das oben von der A. poplitea mitgetheilte Messungsresultat für diese Auffassung zu sprechen. Wie dem aber auch sein mag, es findet beim Uebergang der gebeugten Stellung in die gestreckte nothwendiger Weise eine Verschiebung der Arterie auf ihrer Unterlage statt. Nun sind wir aber daran gewöhnt, die Extremitäten-Arterien in gestreckter Stellung der Glieder darzustellen; in dieser ist natürlich die recurrirende Richtung am schärfsten ausgeprägt. Wenn wir dagegen mit dem fertigen Präparat eine Beugung vornehmen, so wird die Richtung eine mehr rechtwinklig zur Radialis resp. Ulnaris geneigte. Dasselbe schien mir nun auch

[1]) Selbstverständlich dürfen nur solche Fälle verglichen werden, wo die erwähnte Theilungsstelle gleich unterhalb des unteren Randes vom Musc. popliteus liegt, nicht aber jene Varietäten, wo die Theilung schon am oberen Rande des genannten Muskels oder erst weit unten in der Mitte des Unterschenkels stattfindet.

in fötal gebeugter Stellung der Gelenke der Fall zu sein, so dass erst die Richtung rückläufig wird mit der Streckung der Extremitäten und der dadurch bedingten Abwärtsschiebung der Theilungsstelle ihrer Arterie (Brachialis resp. Poplitea). Schwer verständlich bleibt bei dieser Betrachtung allerdings noch das Verhalten der auf der Streckseite der Gelenke sich abzweigenden Recurrentes, wie der A. recurrens interossea am Unterarm und der A. recurrens tibialis anterior am Unterschenkel.

Viel befriedigender lässt sich der Einfluss von Wachsthumsverschiebungen auf die Richtung von Arterien an dem Verhalten der Art. thyreoidea superior verfolgen. Ueber den Verlauf dieser Arterie beim Erwachsenen finden sich in den Lehrbüchern der Anatomie die verschiedensten Angaben, die man in 3 Abtheilungen bringen kann.

1) Die A. thyreoidea superior geht rückläufig, also unter stumpfem Winkel direct nach unten und vorn. Dieser Verlauf ist in den Abbildungen Fig. 59, 60 und 61 der Henle'schen Gefässlehre dargestellt, ebenso Tafel VI bei Tiedemann (Tabulae arteriarum corporis humani), bei Aeby Fig. 255.

Von den bekannteren Lehrbüchern legen dieses Bild der Beschreibung zu Grunde oder erwähnen wenigstens keinen anderen Verlauf die Lehrbücher von Hyrtl, Langer, H. Meyer, M. J. Weber, Quain (8. Auflage), Hoffmann (2. Auflage).

2) Die A. thyreoidea superior geht in einem stark nach oben convexen Bogen nach vorn und abwärts: Meckel, C. Krause, Luschka, Aeby.

3) Die A. thyreoidea superior geht zunächst, spitzwinklig von der Carotis externa entspringend, eine kurze Strecke nach aufwärts, um dann erst im Bogen nach unten umzubiegen: Weber-Hildebrandt, Arnold, Theile (in Sömmering's Anatomie, Gefässlehre). Auch die Beschreibung von Henle gehört hierher, obwohl die Abbildungen einen anderen Verlauf anzeigen.

Es fragt sich, wie diese verschiedenen Angaben zu erklären sind. Nach meinen Ermittelungen kommen bei Erwachsenen alle 3 beschriebenen Bilder vor. Ich will sie als Verlaufstypen unserer Arterie bezeichnen und ihnen in der Reihenfolge, wie sie oben angeführt wurden, die Namen: absteigender, bogenförmiger und aufsteigender Verlauf geben. Am seltensten ist der reine rückläufige Verlaufstypus. Die beiden anderen Fälle: der bogenförmige und aufsteigende Verlauf, sind wohl, streng betrachtet, nicht von einander zu sondern, da ja der bogenförmige Verlauf auch ein

aufsteigendes spitzwinklig von der Carotis externa entspringendes Arterienstück voraussetzt. Es fallen deshalb diese beiden Kategorien unter einen Gesichtspunkt. Sie sind die gewöhnlichen Verlaufstypen der A. thyreoidea superior, der bogenförmige Verlauf gewissermassen die Uebergangsform zwischen den beiden extremen Gestaltungen.

Eine weitere Untersuchung ergibt nun, dass im fötalen Leben und bei Kindern diese Verlaufsrichtung die typische ist. Bei einem Foetus von 18 Wochen besteht die A. thyreoidea superior noch aus 2 gleich langen Abschnitten, einem aufsteigenden Ursprungstheile und einem absteigenden Drüsentheile. Beide sind durch einen sanften Bogen verbunden. Bei einem Kinde von 20 Wochen ist dieser Unterschied noch schärfer ausgeprägt, indem der Uebergang beider Abschnitte in einander bereits eine stärkere Knickung zeigt (Fig. 8). Der absteigende übertrifft jetzt bedeutend an Länge den aufsteigenden Ursprungsabschnitt. Wenn man bedenkt, dass die Glandula thyreoidea im Laufe ihrer Entwicklung eine allmählige Lageveränderung der Art eingeht, dass sie von ihrer ursprünglichen Lagerung eine Strecke weit am Halse herabrückt, bis sie (bei Säugethieren) ihren Platz unterhalb der Anlage des Kehlkopfs einnimmt [1]), so ist es ziemlich selbstverständlich, dass die A. thyreoidea aus ihrer ursprünglich aufsteigenden Verlaufsrichtung in eine absteigende Bahn übergeleitet wird. Die definitive Lage der Schilddrüse am Halse wird aber zu einer späteren Zeit des Lebens, zur Pubertätszeit, noch durch ein anderes Moment bestimmt. Es ist dies, wie schon von Allan Burns [2]) hervorgehoben wurde, die rapide Zunahme des Kehlkopfs zur Zeit der Pubertät. Der Abstand zwischen unterem Rande der Glandula thyreoidea und dem Brustbeine wurde von Burns bei einem zweijährigen Kinde gleich dem entsprechenden bei Erwachsenen gefunden, so dass demnach die Schilddrüse beim Kinde relativ bedeutend höher oben am Halse gelegen ist. Es wird dies Moment natürlich nicht ohne Einfluss bleiben auf den absteigenden Verlauf der oberen Schilddrüsen-Arterie. Denn es ist leicht ersichtlich, dass beim fortschreitenden Herabrücken der Schilddrüse ein immer längeres Stück der A.

[1]) Vergl. W. Müller, Ueber die Entwickelung der Schilddrüse. Diese Zeitschr. VI. Bd., S. 450.

[2]) Bemerkungen über die chirurgische Anatomie des Kopfes und Halses. Aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von Georg Eduard Dohlhoff. Halle 1821. S. 352 ff.

thyreoidea superior nach unten herabgezogen wird, ja dass schliesslich, wenn die relative Lagerung der Carotis externa erhalten bleibt, das Gefäss vollständig rückläufig werden muss, wie es in der That in vielen Fällen beobachtet wird. Unten werde ich zeigen, dass die vorausgesetzte Fixirung der Carotis thatsächlich nicht vorhanden ist, dass auch hier Wachsthumsverschiebungen stattfinden, welche ihrerseits wieder auf die Verlaufsrichtung der oberen Schilddrüsen-Arterie einwirken.

Aehnliche Betrachtungen wie für die A. thyreoidea superior gelten für den Verlauf der A. thyreoidea inferior. Man betrachte nur den Verlauf dieser Arterie in Fig. 8. Beim weiteren Herabsteigen der Schilddrüse wird derselbe, da ja das Anfangsstück t r durch die A. cervicalis ascendens (c. a.) in aufsteigender Richtung fixirt ist, der Art umgeändert, dass das Drüsenende der Arterie immer mehr horizontal wird, ja sogar absteigend werden kann, wie wir dies bei Erwachsenen häufig treffen.

Am interessantesten und von den weitreichendsten Folgen sind aber die Verschiebungen der Aorta descendens. Ein auffallendes Beispiel rückläufiger Arterien bieten hier stets die oberen Aa. intercostales aorticae dar. Der Winkel, welchen dieselben mit der Aorta descendens bilden, beträgt sehr gewöhnlich bis 120° und mehr und ist selbstverständlich, falls auch für den 2. Intercostalraum eine Arterie direct von der Aorta abgegeben wird, in diesem Falle ein noch grösserer. Von der ersten Intercostalis an nimmt der Ursprungswinkel mit jeder folgenden allmählig ab. Bei einem 20 Wochen alten Kinde betrug beispielsweise der Winkel der Intercostalis I mit der Aorta descendens 120°, der Intercostalis II 110°, der III. 99°, der IV. bereits 90°. Von der 4. Intercostalis an bis zur 3. Lumbalis erhielt sich dann der rechtwinklige Ursprung, um für die unterste Lumbal-Arterie der Aorta spitzwinklig zu werden. Diese, die Lumbalis IV [1]), entsprang

[1]) Ich habe mich hier und in der Folge der älteren gewöhnlichen Zählung angeschlossen, welche 10 Intercostales und 4 Lumbales aorticae unterscheidet. Es ist allerdings nicht ganz logisch, die dem unteren Rande der 12. Rippe folgende Arterie eine Intercostalis zu nennen, aber ebenso wenig dürfte sie eine Lumbalis genannt werden (Henle), da sie ja dem 12. Brustwirbel und nicht dem 1. Lendenwirbel entspricht. Da wir es in beiden Reihen von Arterien mit segmentalen Arterien zu thun haben, so ist jedenfalls die Bezeichnung, welche die Beziehung zu den Wirbelsegmenten wiedergibt, die rationelle. Für die Lumbalarterien muss dennoch die ältere Nomenclatur entschieden beibehalten werden. Will man die 10te Intercostalis aortica nicht als intercostalis bezeichnen, so empfiehlt sich vielleicht der Name Aa. thoracicae posteriores.

unter einem Winkel von 60°. Wir haben hier also ein Verlaufsschema der segmentalen Arterien der Körperwandungen vor uns, welches mit den Linien des oben mitgetheilten Schemas Fig. 2 viele Aehnlichkeit besitzt. In anderen Fällen entspringen die untersten Lumbalarterien rechtwinklig, während die oberen Lumbales und die Intercostales ganz allmählig, je weiter nach oben, um so mehr rückläufig werden. Es kann endlich auch die unterste Lumbalarterie ein wenig aufsteigend werden. Als Beispiel führe ich hier die Winkel an, welche ich bei einem Erwachsenen, dessen Aorta sich am oberen Rande des 5. Lendenwirbels theilte, gefunden habe. Es entsprang hier die oberste Intercostalis (für 3. Intercostalraum) unter einem Winkel von 140°, die 5. unter einem Winkel von 122°, die 10. von 112°, die 3. Lumbalis von 105°, während die 4. Lumbalis unter 95° vom Stamme der Aorta sich entwickelte.

Es ergibt sich aus dieser kurzen Aufzählung der verschiedenen Vorkommnisse, dass von den 14 segmentalen Arterien, um die es sich hier handelt (10 Intercostales, 4 Lumbales[1]), im Allgemeinen die untersten Intercostales und oberen Lumbales rechtwinklig verlaufen, die obersten Intercostales constant aufsteigend sind, während die unterste Lumbalarterie absteigend, horizontal oder aufsteigend sein kann. Von den obersten Intercostalarterien ist das beschriebene Verhalten längst bekannt. Es gedenken dieses Verlaufes von den neueren Lehrbüchern die von Hyrtl, Luschka und Henle, von älteren Weber-Hildebrandt, und zwar soll bald nur die oberste A. intercostalis aortica rückläufig sein (Henle), bald dieser Verlaufstypus mehrere Intercostales (die 4 bis 5 oberen, Theile) umfassen. In den Lehrbüchern von Meckel und M. J. Weber findet sich sogar die Angabe, dass alle Interrostales aorticae schräg nach hinten oben und aussen verlaufen. Diese Differenzen erklären sich auch hier wieder, wie bei der A. thyreoidea superior, aus individuellen Verschiedenheiten. Wir haben gesehen, dass Beides vorkommt. Wodurch das eine oder das andere Verhalten bedingt ist, wird sich gleich ergeben. Ich will zuvor nur soviel bemerken, dass nach meinen bisherigen Untersuchungen bei Kindern der erstbeschriebene Typus, den ich, weil die oberste Intercostalis aufsteigt, die unterste Lumbalis absteigt, den fächerförmigen Typus nennen will, überwiegt, bei Erwachsenen der zweite Typus mit horizon-

---

[1]) Auf das Verhalten der Lumbalis V aus der Sacralis media habe ich nicht geachtet.

taler oder aufsteigender Lumbalis (einseitig divergirender Typus). Bei jüngeren Foeten (18 Wochen) fand ich die obersten Intercostales horizontal verlaufend, also rechtwinklig sich von der Aorta abzweigend, nie aber bei Kindern nach der Geburt und Erwachsenen. Die Angaben der Lehrbücher von Arnold und Krause über einen horizontalen Verlauf der oberen Intercostales aorticae entsprechen demnach nicht der Wirklichkeit. Es können hier für die richtige Beurtheilung aber leicht Irrthümer vorkommen; die aufsteigende Richtung wird nämlich jedesmal, wenn die Arterie an ihrem unteren Rippenrande angelangt ist, in eine demselben entsprechende umgewandelt. Man muss also stets die Winkel zu Grunde legen, welche das auf den Wirbeln gelegene Ursprungsstück der Intercostales mit der Aorta bildet. Die oben mitgetheilten Winkelmessungen beziehen sich auch stets auf dieses.

Ueber den Verlauf der Lumbalarterien habe ich in den von mir oben aufgezählten Lehrbüchern entweder gar keine bestimmte Angabe gefunden oder die, dass sie rechtwinklig entspringen (Krause). Nur Theile erwähnt ausdrücklich, dass die oberen Lumbales etwas aufsteigend seien, die unteren dagegen quer verlaufen, und Henle gibt in seiner vortrefflichen Gefässlehre in Fig. 86 eine Abbildung in welcher die 4. rechte Lumbalarterie sogar eine absteigende Richtung einschlägt. Ich muss vor Allem die Abhängigkeit betonen, in welcher die Intercostales und Lumbales von einander in ihrer Verlaufsrichtung stehen. Ist die unterste Lumbalis absteigend, so ist der Winkel, den die oberste Intercostalis mit der Aorta bildet, kleiner, als in dem anderen extremen Falle, wo die Lumbalis IV eine schwach aufsteigende Richtung besitzt. Alle diese Richtungsverhältnisse müssen also eine gemeinschaftliche Ursache haben und diese Ursache ist in einfachster Weise gegeben in den Verschiebungen der Aorta auf der vorderen Fläche der Wirbelsäule während ihres Wachsthums. Die Intercostales sind dabei von der Stelle an, wo sie den unteren Rand der Rippe erreichen, fixirt, in analoger Weise auch die Lumbales. Dann ergibt sich aber mit Nothwendigkeit, dass beim Herabsteigen der Aorta in der Richtung von oben nach unten die obersten Intercostales immer mehr rückläufig werden müssen und dass diese Umbiegung in die aufsteigende Richtung um so weiter nach unten übergreift auf die unteren Intercostales und Lumbales, je mehr die Aorta herabrückt, je näher also ihre Theilungsstelle dem Promontorium liegt. Es müsste also bei dieser Erklärung einmal der Uebergang

des Arcus aortae in die Aorta descendens im Laufe des Wachsthums immer mehr nach abwärts rücken, andererseits aber die Theilungsstelle der Aorta abdominalis um so tiefer liegen, je älter ein Individuum ist. Wir wollen nun zunächst untersuchen, wie weit diese Voraussetzungen mit den wirklichen Thatsachen übereinstimmen.

Anfang des Aorta descendens. Ich bezeichne als solchen hier die Stelle, wo der Aortenstamm in feste Berührung tritt mit der hinteren Brustwand, wo er sich anlagert an die linke Seite der Wirbelsäule. Diese Stelle liegt nach den gewöhnlichen Angaben der Lehrbücher bei Erwachsenen vor der linken Seite des 3 Brustwirbelkörpers (Langer, Hoffmann, Luschka). Nach anderen Lehrbüchern (Quain 8. Auflage, Arnold) findet die Anlagerung im Bereich des 3. und 4. Brustwirbels statt, während wieder andere den 3. oder 4. Brustwirbel als die entsprechende Localität anführen (Theile, Arnold, Krause). Nur wenige Forscher reden von einem tieferen Stande. Nach M. J. Weber ist der Anfang der Aorta descendens vor dem 4. Brustwirbel, nach E. H. Weber in Hildebrandt's Anatomie vor dem 5. Brustwirbel gelegen. Auf Tafel X des Braune'schen Atlas ist endlich ein Horizontalschnitt durch den Thorax dargestellt, welcher den 4. Brustwirbel etwas unter seiner Mitte getroffen hat. An demselben sieht man den Uebergang des Arcus aortae in die Aorta descendens, so dass die Anlagerungsstelle der Aorta sich hiernach als am unteren Rande des 4. Brustwirbels befindlich herausstellen würde. Zu ganz demselben Resultate bin ich durch Untersuchung einer Serie von Horizontalschnitten durch den Thorax eines gefrorenen männlichen Körpers, die in hiesiger Anatomie angefertigt wurden, gelangt. Es ergab sich hier mit aller Bestimmtheit die untere Fläche des 4. Brustwirbels als Anlagerungsstelle. Weitere Ermittelungen wurden an einer Reihe nicht gefrorener Leichen gemacht. Unter einer Zahl von 8 Leichen Erwachsener ergab sich der Anfang der Aorta descendens einmal als vor der Mitte des 3. Brustwirbels gelegen, einmal am unteren Rande des 3. Brustwirbels, zweimal im Gebiete des 4., dreimal an der Grenze zwischen 4 und 5 und einmal am unteren Rande des 5. Brustwirbels. Rechnen wir den zuvor beschriebenen Befund an Querschnitten mit hinzu, so ergibt sich abweichend von den gewöhnlichen Annahmen als häufigste Anlagerungsstelle der Aorta die Grenze zwischen 4. und 5. Brustwirbel. Nach den wenigen Erfahrungen, die ich an kindlichen

Leichen gesammelt habe, scheint hier der Ort der Anlagerung nicht sehr wesentlich verschieden zu sein. Ich fand bald das untere Ende des 3., bald das obere oder auch wohl das untere Ende des 4. Brustwirbels durch den Anfang der Aorta descendens bezeichnet. Bei 5 Föten aus dem Alter von 11 bis 18 Wochen lag der Anfang der Aorta descendens einmal am oberen Rande des 2. Brustwirbels, zweimal am unteren Ende des 2. Brustwirbels, zweimal vor der Bandscheibe zwischen 2. und 3. Brustwirbel. Es geht aus den hier mitgetheilten Befunden jedenfalls mit Sicherheit hervor, dass noch nach der Mitte des Fötallebens ein Herabrücken des Anfangstheils der Aorta vor der Wirbelsäule erfolgt. Die Grösse, um welche die Aorta nach abwärts rückt, würde nach den oben mitgetheilten Beobachtungen in maximo 2 bis $2^1/_2$ Wirbelkörperhöhen entsprechen. Weniger deutlich sind die Unterschiede bei der Vergleichung Erwachsener mit Kindern; die bei letzteren gefundenen Verhältnisse entsprechen aber doch mehr den hohen Lagen bei Erwachsenen, als der tiefen Anlagerung, so dass mir nach Allem ein allmähliges Herabrücken der Anlagerungsstelle der Aorta im Laufe des Wachsthums bewiesen zu sein scheint.

In Betreff der Bestimmung der Lage, welche die Theilungsstelle der Aorta zu den Wirbeln einnimmt, sind meine Beobachtungen etwas zahlreicher. Nach Luschka soll diese Stelle für gewöhnlich vor der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel des 4. Lendenwirbels gelegen sein. Auch in anderen Lehrbüchern wird der 4. Lendenwirbel als Endstation der Aorta angeführt. Einige Autoren erwähnen indessen, dass die Theilung zuweilen auch erst am 5. Lendenwirbel erfolge (M. J. Weber). Wie für die Lagerung des Anfanges der Aorta descendens existiren auch hier viele individuelle Verschiedenheiten. Unter 9 Leichen Erwachsener fand ich nur einmal die Theilungsstelle vor dem oberen Ende des 4. Lendenwirbels. Vor dem unteren Ende des 4. Lendenwirbels lag sie 3 mal, vor dem oberen Ende der Bandscheibe zwischen 4. und 5. Lendenwirbel einmal. Die 4 übrigen Fälle fallen auf den 5. Lendenwirbel, darunter einmal nahe am unteren Ende desselben. In diesem letzteren Falle betrug der Abstand vom oberen Rande des 1. Sacralwirbels, nur 26,5 Mm., von denen 18,5 Mm. auf die zwischen letztem Lumbal- und erstem Sacral-Wirbel gelegene Bandscheibe kamen. Fiel die Theilung in das Gebiet des 4. Lendenwirbels, so ergab sich als Abstand der Theilungsstelle vom Promontorium 54 bis 75 Mm.,

wovon letztere Zahl natürlich der höchstgelagerten Aortentheilung zukam.[1]) Es war bei diesen Untersuchungen auffällig, dass der tiefe Stand der Gabelungsstelle der Aorta besonders bei älteren Individuen (über 50 Jahr) beobachtet wurde, während 4 Leichen aus dem Alter von 22 bis 37 Jahren nie die Theilungsstelle unterhalb des oberen Randes der Bandscheibe zwischen 4. und 5. Lendenwirbel zeigten. Bei 3 Kindern im Alter von 22 Tagen bis 20 Wochen nach der Geburt fand sich die Theilungsstelle zweimal vor der Mitte, einmal vor dem oberen Drittel des 4. Lendenwirbels, bei einem Foetus von 19 Wochen am oberen Rande des 4. Lendenwirbels. Man würde also auch hier von einem allmähligen Herabrücken der Theilung reden können, welcher Vorgang sogar bis in das Alter hinein sich erstreckt, wenn nicht eine Beobachtung an einem anderen Fötus (Alter $4^1/_2$ Monat) ganz abweichende Resultate ergeben hätte, indem hier die Theilung vor der Bandscheibe zwischen 4. und 5. Lumbalwirbel stattfand. Diese individuelle Verschiedenheit verwischt wieder alle vorhin aufgezählten Unterschiede. Derselbe Fötus lehrt aber noch eine andere Thatsache, dass nämlich einem tiefen Stande der Aorten-Theilungsstelle keineswegs ein tiefer Stand des Anfanges der Aorta descendens entspricht und umgekehrt. Denn jener Embryo zeigt bei tiefem Stande der Theilung eine hohe Anlagerungsstelle, nämlich an der Grenze zwischen 2. und 3. Brustwirbel, während umgekehrt ein Kind von 20 Wochen mit tiefem Anfange der absteigenden Aorta (unteres Ende des 4. Brustwirbels) eine hohe Theilung (Mitte 4. Lendenwirbels) vereinigte.

Wenn wir nun auch annehmen, dass das Herabrücken der Anlagerungsstelle der Aorta ganz allmählig im Laufe der Entwicklung erfolgt aus denselben Ursachen wie in der frühen Zeit des embryonalen Lebens, Ursachen, die ich hier nicht näher untersuchen will, die aber jedenfalls auf Wachsthumsdifferenzen hinauskommen werden, so muss doch für die Lage der Theilungsstelle noch etwas Anderes bestimmend sein, als das allgemeine Herabrücken der Aorta.

Es ist dies das Verhältniss des Längenwachsthums von Aorta und Wirbelsäule. Nach den wenigen Zahlen, die ich

[1]) Es sei hier gelegentlich bemerkt, dass die Dicke der erwähnten Bandscheibe, an der vorderen Fläche gemessen, höchst variabel ist. Sie beträgt 13 bis 25 Mm., wobei die geringen Dicken keineswegs etwa auf die alten Individuen fallen.

bisher in dieser Richtung ermittelt habe und die in nebenstehender Tabelle mitgetheilt sind, gestaltet sich der Gang des Wachsthums von Aorta und Wirbelsäule von der 11. Woche des intrauterinen Lebens an bis 20 Wochen nach der Geburt im Allgemeinen der Art, dass die Wirbelsäule in rascherem Verhältniss wächst, als die Aorta, so dass also am Ende dieser Periode die absteigende Aorta eine relativ kleinere Strecke der vorderen Fläche der Wirbelsäule bedeckt, als in früher embryonaler Zeit.

Tabelle IV.

Länge der Aorta descendens und Wirbelsäule bei Embryonen und Kindern.

Alter	Länge der Aorta descendens	Länge der Wirbelsäule bis zum Promontorium	Verhältniss beider. Aortenlänge = 1	Bemerkungen.
Fötus 11 Wochen	22,5	34	1 : 1,51	Als Länge der Wirbelsäule wurde hier und unten stets nur die Strecke vom oberen Rande des Tuberculum anterius atlantis bis zum Promontorium in Rechnung gebracht. — Als Länge der Aorta descendens wurde der Abstand zwischen Mitte des Ursprungs der A. subclavia sinistra und Theilungsstelle der Aorta abdominalis bestimmt.
Fötus 13 Wochen	23	39	1 : 1,69	
Fötus 16 Wochen	23,5	41	1 : 1,74	
Fötus 18 Wochen	50	88	1 : 1,7	
Fötus 19 Wochen	48,5	92	1 : 1,89	
Kind 10 Tage	111	186	1 : 1,67	
Kind 22 Tage	127	229	1 : 1,80	
Kind 20 Wochen	124	237	1 : 1,91	

Die Zahlen wurden hier und in der Folge mittelst Anlagerung eines Bandmasses an die vordere Fläche der Aorta resp. Wirbelsäule gewonnen. Denn diese Fläche der Wirbelsäule ist es ja, welcher sich die Aorta unter allen Umständen anschmiegt und zwar so genau, dass sie nicht nur den normalen Krümmungen sich anpasst, sondern den pathologischen Krümmungen folgt, wie sie bei Skoliose und Kyphose auftreten. In dieser Hinsicht betrachte man nur die vortrefflichen Abbildungen, welche Watzel[1]) von dem Verhalten der Aorta descendens bei Kyphose (Tab. 1 u. 3) und bei Skoliose

[1]) De efficacia gibbositatis in mutandis vasorum directionibus. Dissert. Trajecti ad Viadrum 1778.

(Tab. 2) gibt, ferner Tafel 1 Fig. 1 in der Abhandlung von Vrolik.[1]) Nur bei Kyphose im Gebiete der Lendenwirbelsäule wird die Anlagerung aufgegeben. Es kommt zu spitzwinkligen Knickungen (Vrolik Taf. 2) oder spiraligen Biegungen (Watzel Taf. 4). Wenn wir absehen von diesen letzteren Fällen, so ist demnach die Aorta an der vorderen Fläche der Wirbelsäule der Art in ihrer Lage gesichert, dass sie seitliche Verschiebungen nicht eingehen kann, ferner viel leichter die Biegungen der Wirbelsäule mitmacht, als sich von deren vorderer Fläche abhebt. Verweilen wir zunächst noch kurz bei den Ursachen dieser Fixation. Luschka sagt darüber in seiner Anatomie der Brust S. 430 Folgendes: „In ihrem Lagerungsverhältnisse zur Wirbelsäule wird die abwärtssteigende Brustaorta nicht allein durch die von ihr ausgehenden Arteriae intercostales und durch gewöhnlichen Zellstoff gesichert, sondern es existiren auch noch eigene, jedoch nicht immer gleich stark entwickelte fibröse Haltbänder, die aus dem Gewebe des Lig. longitudinale anticum der Wirbelsäule abstammen und sich in der Adventitia verlieren. Vom Körper des vierten Brustwirbels aus begeben sich gewöhnlich zwei platte Bündel da zur Gefässwand, wo der Arcus aortae eben im Begriffe ist, in die Aorta descendens überzugehen. Ein stärkerer Bandstreifen entspringt meist in der Höhe des siebenten Brustwirbels und zieht in schiefer Richtung zum linken Umfange der Aorta descendens herab, um in fächerartiger Ausstrahlung dieselbe theils schleuderähnlich zu umfassen, theils in der Richtung nach abwärts in den das Gefäss mit seiner Nachbarschaft verbindenden Zellstoff überzugehen.“ Ich selbst habe ebenfalls an der von Luschka bezeichneten Stelle, am 4. Brustwirbel, vom Lig. longitudinale anticum platte fibröse Faserbündel zur Aorten-Adventitia ausstrahlen sehen, anstatt des von Luschka beschriebenen vom 7. Brustwirbel sich entwickelnden grösseren Bündels aber mehrere kleinere zerstreute und inconstante. Der Fixation durch die Intercostalarterien lege ich einen Hauptwerth bei; sie verhindert das seitliche Ausweichen und gestattet der Aorta nur Verschiebungen nach oben oder unten, deren Grösse jedoch durch die Länge der Anfangsstücke der Intercostalarterien limitirt wird. Zu diesen Befestigungsmitteln muss ich endlich noch ein weiteres rechnen, welches dem Verschieben der Aorta nach oben eine bestimmte Grenze setzt. Der den

[1]) Dissertatio anatomico-pathologica de mutato vasorum sanguiferorum decursu in scoliosi et cyphosi. Amstelodami 1823.

Hiatus aorticus formirende sehnige Abschnitt der medialen Lumbalschenkel des Diaphragma entsendet nämlich rechts und links von seiner inneren Seite sehnige Streifen zur Adventitia der vorderen Fläche der Brust-Aorta, also in der Richtung nach oben. Hierdurch ist demnach den Verschiebungen nach dieser Richtung von vornherein eine Grenze gesetzt und es werden dieselben somit vorzugsweise in der Richtung nach unten erfolgen können. In der Bauchhöhle ist die Aorta durch die Lumbalarterien fixirt; aber selbstverständlich werden diese bei weitem nicht so sehr die Lage sichern, als die Intercostalarterien. Die Aorta abdominalis ist somit viel leichter verschieblich, als die Brustaorta, und hierin dürfte zum Theil der Grund liegen, weshalb sie bei Kyphose der Lendenwirbelsäule so leicht von dieser abgehoben wird, wie die oben citirten Figuren von Watzel und Vrolik beweisen.

Fassen wir kurz das über die Befestigung der Aorta Gesagte mit seinen Consequenzen zusammen, so ergibt sich, dass sie im Brusttheile gegen laterale, sowie dorsoventrale Verschiebungen gesichert ist, wegen der Richtung der Luschka'schen Haltbänder, die etwas von oben nach unten verlaufen, axialen Verschiebungen leichter nach oben, als nach unten nachgeben kann. Anders die Bauchaorta. Diese ist zwar gegen laterale Verschiebungen genügend gesichert, weniger aber, wie die citirten Fälle beweisen, gegen dorsoventrale. Die axialen Verschiebungen werden hier wegen der aufsteigenden Richtung der von mir beschriebenen Ligamenta phrenico-aortica vorzugsweise nach unten erfolgen. Den geringsten Lageveränderungen wird aber die Gegend in der Höhe des 8. und 9. Brustwirbels ausgesetzt sein und somit ein grösseres Stück der Aorta nach abwärts, ein kleineres nach aufwärts verschiebbar sein.

Oben wurde schon darauf hingewiesen, dass von der 11. Woche des embryonalen Lebens bis zum ersten Lebensjahre eine ziemlich gleichmässige Abnahme der Aortenlänge im Verhältniss zur Länge der Wirbelsäule constatirt werden kann. Beim Fötus von 11 Wochen werden demnach etwa $^2/_3$, beim Kinde von 20 Wochen nur etwa die Hälfte der Wirbelsäule von der Aorta bedeckt. Da hierbei die Halswirbelsäule ganz abzurechnen ist, so wird die Retraction der Aorta auf Brust- und Lendenwirbelsäule sich beschränken. Es ergibt sich daraus nun sofort die Lösung der oben bei der Annahme eines einfachen Herabsteigens der Aorta hervorgehobenen Widersprüche. Es findet allerdings während des embryonalen Lebens und nach der Geburt ein Herabsteigen der

Anlagerungsstelle der Aorta vor der Wirbelsäule statt, aber diesem entspricht, wie nunmehr leicht ersichtlich, da die Aorta etwa in ihrer Mitte fixirt ist, nicht ein Herabsteigen der Theilungsstelle der Aorta, sondern ein Heraufsteigen. Demnach liegt, wie wir es fanden, die Theilungsstelle der Aorta beim Kinde höher wie beim Fötus, die Anlagerungsstelle dagegen niedriger, von individuellen Varietäten natürlich abgesehen. Wahrscheinlich erklärt sich das Herabrücken der ganzen Aorta in frühster embryonaler Zeit ebenfalls aus einer Wachsthumsdifferenz, aus dem relativ starken Wachsthum der Halswirbelsäule während des frühen embryonalen Lebens.

Wenn somit die Veränderung der Lage, welche Anfangs- und Endpunkt der Aorta im Laufe des Wachsthums zeigen, nunmehr verständlich sein dürfte, so ergibt sich auch leicht die oben beschriebene Anordnung der Intercostalarterien. Nehmen wir, wie in dem Schema Fig. 2 als Ausgangspunkt der Betrachtung einen rechtwinkligen Ursprung der Intercostales, wie er ja von mir beim Fötus thatsächlich beobachtet wurde, so wird bei Ueberwiegen des Wirbelsäule-Wachsthums über das Aorten-Wachsthum nach den oben gegebenen Ausführungen, wie im Schema Fig. 2, eine Divergenz der Aa. intercostales + lumbales eintreten der Art, dass die oberen Arterien aufsteigend, die unteren absteigend werden.

Man sollte nun denken, dass mit fortschreitender Entwicklung das Verhältniss zwischen dem Wachsthum der Aorta und der Wirbelsäule in demselben Masse zu Gunsten letzterer zunimmt, wie bis zur 20. Woche post partum. Dem stehen aber meine an 11 Leichen Erwachsener gesammelten Erfahrungen gegenüber, die, wie nebenstehende Tabelle 5 zeigt, wieder eine relativ längere Aorta besitzen. Das Verhältniss-Mittel aus den 11 Fällen beträgt 1 : 1,68; am häufigsten (7 mal) ist das Verhältniss 1 : 1,7 repräsentirt und trifft vorzugsweise jüngere Individuen, während die langen Aorten (1 : 1,48—1 : 1,57) Individuen über 50 Jahren angehören. Leider fehlte mir das so wichtige Material aus der Zeit vom 1. bis 22. Lebensjahre, so dass der Gang der Wachsthumscurven von Aorta und Wirbelsäule nicht zu verfolgen ist. Aus dem Endresultat können wir jedoch wohl den Schluss ziehen, dass innerhalb jener wichtigen Wachsthumsperiode das Aortenwachsthum wieder Raum gewinnt über das Wirbelsäulewachsthum, so dass der Erwachsene wieder eine relativ längere Aorta besitzt.

Tabelle V.

Länge der Aorta descendens und Wirbelsäule bei Erwachsenen.

Alter.	Länge der Aorta descendens	Länge der Wirbelsäule	Verhältniss beider. Aortenlänge = 1	Bemerkungen
1) 22 J.	383	672	1 : 1,75	Vergleiche Tabelle IV in Betreff des Modus der Messungen.
2) 25 J.	385	661	1 : 1,71	
3) 27 J.	355	618	1 : 1,74	
4) 37 J.	350	628	1 : 1,79	
5) 70 J.	353	647	1 : 1,83	
6)	310	530	1 : 1,71	
7)	350	596	1 : 1,70	
8) 50 J.	390	681	1 : 1,74	
9) 58 J.	390	615	1 : 1,57	
10) 74 J.	380	565	1 : 1,48	
11) 70 J.	410	630	1 : 1,53	

Wahrscheinlich betrifft diese Zunahme vorzugsweise die Bauchaorta und erklärt zugleich das Herabrücken der Theilungsstelle, welche demnach im höheren Alter, wo die Aorta wieder eine ähnliche relative Länge zeigt, wie beim Fötus, am tiefsten liegen muss. Ich will hier noch ganz kurz die Frage berühren, wie es komme, dass bei alten Leuten die Aorta so auffallend lang erscheint. Man kann wohl nicht an ein weiteres Längenwachsthum der Aorta denken, zu einer Zeit, wo das der übrigen Körpertheile längst aufgehört hat. Es bleibt also weiter nichts übrig, als in einer Verkürzung der Wirbelsäule, wie sie durch stärkere Zunahme der Krümmungen, durch Abnahme der Höhe der Bandscheiben denkbar ist, die Erklärung jener relativen Längenzunahme der Aorta zu sehn.

Wir verstehen nun auch, wie es kommt, dass bei Erwachsenen die Lumbalarterien meist horizontal verlaufen oder sogar aufsteigend sein können: es wird dies durch das Herabsteigen des Aortenendes bedingt. Die Verschiebungen der Aorta sind also die gemeinsame Ursache der Anfangsrichtung, welche die Arteriae lumbales und intercostales einschlagen; die Richtung dieser Arterien ist andererseits gewissermassen ein empfindliches Reagens für die Beurtheilung stattgehabter Verschiebungen, für die Beurtheilung der Längenverhältnisse der Aorta. Einer kurzen Aorta entspricht eine fächerförmige Stellung der segmentalen Arterien, einer langen dagegen eine einseitig nach oben divergirende. Es

ist deshalb selbstverständlich, dass sich auch die individuellen Verschiedenheiten, die hier, wie überall, eine grosse Rolle spielen, in analoger Weise ausprägen, dass verschiedene Individuen sich durch eine wesentlich verschiedene Richtung des Blutstromes in derselben Arterienbahn unterscheiden können.

Wachsthumsverschiebungen im Gebiet des Aortensystems haben aber noch weitere Consequenzen. Es ist bekannt, dass die Nieren bei Kindern einen relativ bedeutenderen Raum an der hinteren Bauchwand einnehmen, als bei Erwachsenen. Ihre Arterien entspringen beim Kind unter spitzen Winkeln, sind absteigend. Da die Nieren ihre Lage zum Zwerchfell erhalten, die Aorta aber mit ihrer Theilungsstelle herabrückt, so ergibt sich daraus von selbst die Umwandlung des spitzwinkligen Ursprunges der Aa. renales in einen nahezu rechtwinkligen, wie wir ihn bei Erwachsenen finden. [1])

Von hohem Interesse sind endlich die Wirkungen der Aortenverschiebungen auf die Gestaltung des Arteriensystems am Halse. Hier ist es die Theilungsstelle der Carotis communis, sowie der Verlauf der A. thyreoidea superior, welche individuell durch die Längenverhältnisse der Aorta in ihrer Gestaltung und Lage beeinflusst werden.

Ueber die Lage der Theilungsstelle der Carotis communis findet man in der Literatur ziemlich übereinstimmend die besonders auch durch Luschka's Autorität gestützte Angabe, dass dieselbe sich in der Höhe des oberen Randes der Cartilago thyreoidea befinde (Meckel, Krause, Hyrtl, Quain, Henle). Luschka definirt diese Stelle etwas genauer, indem er die Arterie in der Höhe des erhabensten Punktes vom oberen Rande des Schildknorpels, dessen Cornu superius ausgenommen, sich theilen lässt, welcher Punkt bei gewöhnlich aufrechter Haltung des Kopfes etwa der oberen Verbindungsfläche vom Körper des vierten Nackenwirbels entspräche. [2]) Nach Theile und Arnold liegt die Theilungsstelle der Carotis communis in der Höhe des oberen Randes des Schildknorpels oder des grossen Zungenbeinhorns. Gegen diese ver-

---

[1]) Ich will hier noch erwähnen, dass eine relativ lange Aorta auch auf die Gestalt der Aa. iliacae communes nicht ohne Einfluss zu sein scheint. Dieselben werden bei tiefem Stande der Aortentheilung leicht sanfte Biegungen in ihrem Verlauf zeigen, weil nun der Raum zwischen ihrem Anfang und Ende zu klein geworden ist.

[2]) Anatomie des Halses. S. 314.

breiteten Anschauungen wendet sich G. Simon.[1]) Derselbe „fand bei speciell auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen, welche er in 10 Fällen vornahm, die Theilungsstelle immer höher, als den oberen Schildknorpelrand". Selbstverständlich sind damit nur normale Fälle gemeint, in welchen die Carotis communis keine nennenswerthen Gefässe entsendet, nicht aber solche, wie der von Burns[2]) beschriebene Fall, in welchem die unteren Zweige der Carotis externa aus der Carotis communis entsprangen, die sich dann erst in der Höhe des oberen Endes vom Griffelfortsatze theilte. Für eine normale hohe Theilung im Simon'schen Sinne spricht sich, soweit mir die einschlägliche Literatur bekannt ist, nur noch Bell[3]) aus. Nach demselb entheilt sich die gemeinschaftliche Carotis, wenn sie den Winkel der Kinnlade erreicht hat, wo sie tief und sicher, gleichsam in einer Grube (axilla) liegen kann. Nach Allan Burns[4]) ist eine so hohe Theilung beim Erwachsenen selten, beim Kinde ereignet sie sich niemals. Bei alten und jungen Subjecten liege vielmehr die Bifurcation der gemeinschaftlichen Carotis gewöhnlich dem unteren Rande der Cartilago thyreoidea gegenüber (also noch tiefer, wie nach der verbreiteten Annahme). Wenn nun auch Allan Burns die Theilungsstelle in Rücksicht auf den Kehlkopf bei alten und jungen Individuen nicht verschieden findet, so ist doch im Verhältniss zum Unterkiefer eine grosse Differenz vorhanden, indem beim Kinde der Abstand zwischen Kieferwinkel und Carotistheilung relativ grösser ist, als beim Erwachsenen. Burns erklärt dies wohl mit Recht aus der Entwicklung der Alveolarfortsätze und Zähne, in Folge dessen der herabsteigende Rand des Unterkiefers beim Erwachsenen Theile des Halses deckt, die beim Kinde frei liegen. Auf individuelle Verschiedenheit ist, so viel mir bekannt, bisher wenig Rücksicht genommen. Hervorzuheben wäre in dieser Beziehung nur eine Aeusserung in Weber-Hildebrandt's Anatomie, dass nämlich die Theilung der Carotis an der nämlichen Stelle liege, ein Mensch mag einen langen oder einen kurzen Hals haben.

In Betreff des Modus der Carotis-Theilung wird allgemein angeführt, dass dieselbe spitzwinklig erfolge oder, was das-

---

[1]) Ueber die Zerreissung der inneren Häute der Halsarterien bei Gehängten. Virchow's Archiv Bd. XI. 1857. S. 313 Anmerkung.

[2]) Diseases of the heart, p. 287. Vergl. auch Dubrueil, Des anomalies artérielles. Citirt nach W. Krause in Henle's Gefässlehre, 2. Auflage. S. 245.

[3]) Anatomy, Vol. 2.

[4]) l. c., p. 88.

selbe heisst, dass dieselbe eine gabelförmige sei. Ausserdem wird erwähnt, dass an der Theilungsstelle sich eine Anschwellung (Theile, Arnold, Henle) oder Auftreibung (Luschka) bemerklich mache.

Meine Beobachtungen über Lage der Carotis-Theilung sprechen entschieden zu Gunsten von Simon, zugleich aber auch für das Vorhandensein individueller Verschiedenheiten. In der Mehrzahl der von mir untersuchten Fälle (15) fand ich die Theilungsstelle höher, wie der obere Rand der Cartilago thyreoidea, gelegen, ferner im Allgemeinen einen deutlichen Unterschied zwischen kurz- und langhalsigen Individuen. Bei ersteren liegt die Bifurcationsstelle gewöhnlich höher, im Niveau des Kieferwinkels (Fig. 4), so dass sie sogar bei seitlicher Betrachtung ein wenig von demselben verdeckt sein kann, während bei langhalsigen Individuen sie zuweilen sogar dem unteren Rande des Schildknorpels entsprechend gefunden wird. Zwischen beiden Extremen finden sich zahlreiche vermittelnde Lagen; wie gesagt, sind aber die Theilungen zwischen Schildknorpel und Kieferrand häufiger, als in der Höhe des oberen Randes der Cartilago thyreoidea oder gar unterhalb desselben.

Wenn nun auch im Allgemeinen die Feststellung der Lagebeziehungen der Bifurcationsstelle zu Schildknorpel und Unterkiefer für den Chirurgen genügen, so sind dies doch für eine genaue Bestimmung viel zu unsichere Localitäten, da dieselben bei Beugung und Streckung des Halses ansehnliche Verschiebungen erleiden. Zweckmässiger ist es, die Lage der Theilungsstelle, wie dies auch schon Luschka gethan, auf die Halswirbelsäule zu beziehen. Es stellte sich heraus, dass zwischen dem unteren Rande des Körpers vom 5. Halswirbel und dem unteren Rande des Körpers vom 2. Halswirbel, das Gebiet eingeschlossen liegt, innerhalb dessen die Carotistheilung erfolgt, am häufigsten im unteren Gebiete des 3. Halswirbels, bei kurzhalsigen Individuen im Allgemeinen höher, bei langhalsigen tiefer.

Sehr bemerkenswerth ist, dass die Theilungsstelle linkerseits gewöhnlich um die Höhe eines halben oder ganzen Halswirbelkörpers tiefer steht, als rechts. Es ist dies selbst bei der in den Lehrbüchern verbreiteten Angabe, das die linke Carotis communis so lang sei wie Anonyma und Carotis dextra zusammen, selbstverständlich, da ja gewöhnlich die Ursprungsstelle der linken Carotis aus dem Aortenbogen etwas tiefer gelegen ist, als

die des Truncus anonymus. Nun sagt freilich Luschka [1]), dass die linke Carotis nicht allein um so viel länger sei, als die Höhe des Truncus anonymus beträgt, sondern auch um so viel, als die Stelle des Aortenbogens, aus welcher sie hervorgeht, tiefer liegt, als jene, an welcher die A. innominata entspringt. Wenn dies richtig wäre, so würde sich stets links und rechts die Carotis in derselben Höhe theilen. Dies ist aber ebenso wenig richtig, wie die Luschka'sche Angabe oder die Angabe der Lehrbücher, dass Carotis dextra + Anonyma stets = Carotis sinistra. Bei 5 hierauf gerichteten Untersuchungen fand ich nur einmal die linke Carotis mit 130 Mm. Länge gleich der Anonyma und Carotis dextra zusammen (30 + 100 Mm.).

Die Zahlen der 4 anderen Fälle waren folgende (Masse in Millimetern):

Alter	Länge der Anonyma (a)	L. d. Carotis dextra (b)	L. d. Carotis sin. (c)	Summa von a + b
1) Mann 27 J.	33,5	98	125	131,5
2) Mann Alter unbek.	41	120	145	161
3) Mann 22 J.	38	105	133	143
4) Kind 22 Tage	17	40	48	57

Wie man sieht, betragen die Differenzen zwischen Anonyma + Carotis dextra und Carotis sinistra in diesen 4 Fällen 6,5, ferner 16, 10 und 9 Mm., um welche demnach die linke Carotis kürzer ist, als Anonyma und Carotis dextra zusammen. Es wird daraus wohl selbstverständlich, dass die Theilungsstelle der linken Carotis communis in der Mehrzahl der Fälle tiefer liegen muss, als die der rechten. Aus einer näheren Würdigung der entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse ergibt sich dies ebenfalls als nothwendige Folgerung. Die A. anonyma ist ja nicht etwa ein Ergänzungsstück der rechten Carotis, sondern ist ein Bestandtheil eines rechten Aortenbogens. Es sind also, wie die Betrachtung einer jeden schematischen Darstellung der embryonalen Kiemenarterien ergibt (vergl. z. B. W. Krause in Henle's Gefässlehre Fig. 105), die Anfänge beider Carotiden gleichwerthig.

---

[1]) Anatomie des Halses. S. 314.

Da nun der Ursprung der linken Carotis sehr bald tiefer rückt, so kann ein gleiches Verhalten der oberen Enden beider gemeinschaftlicher Carotiden nur durch ein stärkeres Längenwachsthum der Carotis sinistra ausgeglichen werden. Dass dies wirklich erfolgt, beweist die bedeutendere Länge der letzteren. Es ist aber begreiflich, dass dies nur in seltenen Fällen zu einer vollständigen Ausgleichung der am Halse gelegenen Strecken beider Carotiden führen wird, wie wir dies ja auch thatsächlich gesehen haben.

Die Lagerungsverhältnisse der Carotidentheilung gewinnen nun ein erhöhtes Interesse, wenn man sieht, dass sie gewissermassen bestimmend sind für die Form der Theilung. Der allgemein beschriebene spitzwinklige oder gabelförmige Typus bezeichnet nur eine Form, unter der die Theilung erscheint. Es wird aber nothwendig, beim Erwachsenen 2 Hauptformen zu unterscheiden, von denen die eine, welche ich die spitzwinklige nennen will, vorzugsweise für langhalsige Individuen charakteristisch ist und einer tiefen Lage entspricht (Fig. 6), während die andere, für die ich die Bezeichnung kandelaberartig wähle, mit hoher Theilung und kurzem Halse gewöhnlich zusammen gefunden wird (vergl. Fig. 4 u. 5). Das Wesen dieser beiden Theilungsformen, von denen ich sonderbarer Weise stets nur die spitzwinklige abgebildet gefunden habe, ist aus den Abbildungen der Tafel IX leicht zu verstehen. Bei der spitzwinkligen Form liegen beide aus der Theilung der Carotis communis hervorgegangenen Gefässe mit ihren einander zugewandten Seiten dicht neben einander und verlaufen sofort parallel der Art, dass die Carotis interna anfangs hinter der externa, später mehr medianwärts von derselben gelegen ist. Dabei ist eine leichte Auftreibung oder Anschwellung an der Theilungsstelle unverkennbar. Man überzeugt sich aber bald, dass diese fast ausschliesslich demjenigen Abschnitte des Endes der Carotis communis angehört, aus welchem sich die Carotis interna entwickelt, und ferner dem Anfangstheile dieser letzteren. Eine weitere Eigenthümlichkeit, die constant bei spitzwinkliger tiefer Theilung der gemeinschaftlichen Carotis sich findet, ist die, dass die Arteria thyreoidea superior ein ansehnliches aufsteigendes Anfangsstück besitzt.

Der zweite Typus der Theilung, den ich den kandelaberartigen genannt habe, ist aus Figur 4, 5, 7 und 8 ersichtlich. Er entspricht einer hohen Theilung am Kieferwinkel und stellt sich besonders schön an injicirten oder Corrosionspräparaten dar

(vergl. Fig. 4 u. 7). Während im vorigen Falle die Theilung unter einem ausserordentlich spitzen Winkel erfolgte und jedes der beiden Gefässe als in der Fortsetzung der Carotis communis liegend mit gleichem Rechte betrachtet werden konnte, liegt in diesem jetzt zu beschreibenden 2. Falle die Carotis externa in der Verlängerung der Richtung der gemeinschaftlichen Carotis, während die Carotis interna sich ziemlich plötzlich unter einem Winkel, der zwischen 50° und 90° liegt, also einem rechten sich sehr nähert, nach hinten wendet, um nach Verlauf von etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Cm. wieder unter einem Winkel von 120° bis 130° in aufsteigender Richtung umzubiegen und aus letzterer erst allmählig zur medialen Seite der Carotis externa sich zu wenden. Die Aenderungen der Richtung erfolgen dabei aber nicht unter scharf geknickten Winkeln, sondern bogenförmig. Die Carotis interna besitzt demnach hier eine Anfangsbiegung, die ich bisher nirgends beschrieben gefunden habe. Dieselbe ist um so ausgeprägter, je höher die Theilungsstelle liegt, verwischt sich um so mehr, je tiefer am Halse wir letztere antreffen. Es finden sich also zwischen beiden extremen Formen allmählige Uebergänge, und man wird nun leicht das Wesen der Anschwellung bei spitzwinkliger Theilung verstehen. Dieselbe entspricht der gewissermassen ausgeglichenen verstrichenen Anfangsbiegung der inneren Carotis. Wir können die spitzwinklige Theilung an nicht injicirten Präparaten mit kandelaberartiger Theilung sofort herstellen, wenn wir die Carotis communis nach unten ziehen. Es legen sich dann beide Carotiden wie bei spitzwinkliger Theilung an einander und die Anfangsbiegung der Carotis interna bildet die von früheren Autoren erwähnte Anschwellung. — Die kandelaberartige Theilung kann auch an nicht injicirten Präparaten mit Leichtigkeit erkannt werden. Nur prägen sich dann die Uebergangswinkel des einen Verlaufsstücks in das andere nicht mit solcher Bestimmtheit aus, wie an Injections- oder Corrosionspräparaten. An letzteren (Fig. 7) erscheint der gesammte Anfangsverlauf der Carotis interna bei kandelaberartiger Theilung bis zur medialen Seite der Carotis externa in Form einer leichten Spirale. — Mit Rücksicht auf den Verlauf der Thyreoidea superior ist als charakteristisch für die kandelaberartige Theilung noch besonders hervorzuheben, dass hier das aufsteigende Stück der Thyreoidea superior fehlt, dieselbe also gleich von Anfang an absteigend ist.

Wir haben im Vorstehenden höchst bemerkenswerthe Beziehungen zwischen Form der Carotistheilung, Lage der Theilungs-

stelle und Verlauf der A. thyreoidea superior kennen gelernt, Beziehungen, die auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sind, wie ich gleich zeigen werde.

Zuvor muss jedoch noch hervorgehoben werden, dass bei Kindern und Föten die kandelaberartige Theilung die vorherrschende zu sein scheint, obwohl namentlich bei ersteren die Knickungen der Carotis interna nicht so stark ausgeprägt erscheinen, die einzelnen Verlaufsstücke mehr in Bogen in einander übergehen. Betrachtet man nun beispielsweise das Bild, welches die Carotistheilung beim Kinde in unseren Figuren 7 und 8 gewähren, so fällt sofort in die Augen, dass hier noch ein Verhalten deutlich ausgeprägt ist, welches auf die erste embryonale Entwicklung der grossen Gefässe hinweist. Das quere Anfangsstück der Carotis interna entspricht unzweifelhaft dem Bilde, welches Rathke von der Carotis interna bei Embryonen entwirft, es entspricht der 3. Kiemenarterie und hat sich in analoger Anordnung noch bis in's kindliche Alter erhalten. Es dürfte deshalb wohl gerechtfertigt erscheinen, den queren Verlauf des Anfangstheils der Carotis interna als den primären zu bezeichnen und die Form der spitzwinkligen Theilung, wie wir sie beim Erwachsenen finden, daraus abzuleiten. Es ist dann aber nicht ohne Weiteres daraus zu schliessen, dass die kandelaberartige Theilung bei Erwachsenen der kandelaberartigen Theilung bei Kindern entspreche. Vielmehr findet sich zwischen beiden ein bemerkenswerther Unterschied. Bei Erwachsenen ist die kandelaberartige Theilung auch durch einen rein absteigenden Verlauf der A. thyreoidea superior ausgezeichnet (Fig. 4), während bei Kindern die A thyreoidea superior stets ein aufsteigendes Verlaufsstück hat (Fig. 8). Es muss also hier jedenfalls etwas Anderes vorliegen, was alsbald seine genügende Erklärung finden wird.

Sehen wir von der A. thyreoidea zunächst vollständig ab, so ist es klar, dass die Anfangskrümmung der Carotis interna sich ausgleichen wird, einmal sobald die Halswirbelsäule schneller wächst, als die Carotis communis, zweitens aber auch, wenn ceteris paribus die Aorta descendens relativ kurz bleibt. Es wird also mit anderen Worten einerseits ein langer Hals, andererseits eine relativ kurze Aorta aus der kandelaberartigen Theilung eine spitzwinklige machen. Es wirkt die Kürze der Aorta wie ein Zug, der auf die Carotis communis ausgeübt wird, woraus sich dann wieder ergibt, dass die Lage der Theilungsstelle eine tiefe wird.

Ich will nur einige Beispiele zur Illustration dieser Verhält. hältnisse hier anführen. In der Leiche eines Erwachsenen betrug die Länge der Brust- und Lendenwirbelsäule zusammen 455 Mm., die Länge der Aorta descendens 353 Mm., das Verhältniss der Aorta zur Brust- und Lendenwirbelsäule ist also 1 : 1,33, demnach die Aorta relativ kurz. Gefunden wurde, wie erwartet, tiefe Lage der Theilungsstelle und spitzwinklige Theilung. Bei einem anderen Erwachsenen war das Verhältniss von Aortenlänge zur Länge von Brust- und Lendenwirbelsäule 410 : 490 = 1 : 1,19. Da hier die Aorta relativ lang war, wurde kandelaberartige und hohe Theilung gefunden.

Dass nun aber die Aortenlänge nicht das einzige Moment ist, welches die beschriebenen Formverhältnisse beherrscht, geht aus weiteren Beispielen hervor. Bei einem Kinde von 20 Wochen wurde das Verhältniss der Länge der Aorta descendens zur Länge der Brust- und Lendenwirbelsäule zu 124 : 180, also = 1 : 1,45 gefunden. Es ist demnach hier die Aorta auffallend kurz und man sollte eine spitzwinklige Theilung erwarten; allein die Theilung erfolgte kandelaberförmig. Es ergab sich aber, dass hier die Halswirbelsäule verhältnissmässig kurz war; ihre Länge verhielt sich zur Gesammtlänge der Wirbelsäule wie 57 : 237, also wie 1 : 4,15, während bei Langhälsen das Verhältniss zwischen 1 : 2,48 — 1 : 3,5 schwankt. Ein kurzer Hals und lange Aorta werden demnach die kandelaberartige Form in exquisitester Weise zur Folge haben, während bei kurzer Aorta und langem Halse spitzwinklige Theilung das Resultat ist. Combinirt sich ein langer Hals mit langer Aorta oder ein kurzer Hals mit kurzer Aorta, so werden wir Uebergangsformen zwischen den beiden Typen der Theilung finden.

Wenn wir nunmehr auch das auf die Carotis selbst Bezügliche bequem auf dieselben ursächlichen Verhältnisse, auf Aortenverschiebungen zurückführen können, wie die Richtungsänderungen der Intercostal- und Lumbalarterien, so fehlt doch noch die Erklärung dafür, dass die Thyreoidea superior bei kandelaberartiger Theilung der kindlichen Carotis ein aufsteigendes Stück besitzt, das der analogen Form Erwachsener fehlt. Die Erklärung hierfür ist einfach genug. Das Herabsteigen der Schilddrüse in Folge der Vergrösserung des Kehlkopfes (s. oben) geschieht unabhängig von den Aortenverschiebungen. Es kann also zu einer vollständigen recurrirenden Richtung der A. thyreoidea superior führen, sobald nur die Theilungsstelle der Carotis communis nicht

auch zu gleicher Zeit nach unten geschoben wird. Dies ist der Fall bei der kandelaberförmigen Theilung, wie sie Erwachsene zeigen. Findet aber die zu einer spitzwinkligen Form führende Verschiebung der Theilungsstelle nach unten statt, so wird natürlich das aufsteigende Stück sich erhalten (Fig. 6).

Es sei mir hier zum Schluss unserer Betrachtung über die Art der Carotis-Theilung noch eine kurze Bemerkung physiologischen Inhalts gestattet. Es ist auffällig, dass gerade die Arterien, welche das Blut dem Gehirne zuführen, die A. carotis interna und A. vertebralis durch eine Anzahl bestimmter scharf ausgeprägter Biegungen vor ihrem Eintritt in das Hirn charakterisirt sind, Biegungen, welche grösstentheils durch knöcherne Begrenzungen in ihrer Lage fixirt werden. Es ist nun klar, dass in diesen Biegungen ebenso viel Hemmungen für die Geschwindigkeit des Blutstroms gegeben sind, deren Bedeutung für die Versorgung des Gehirns mit arteriellem Blute wohl auf der Hand liegt, wenn man bedenkt, eine wie geringe Strecke zwischen Herz und Hirn beispielsweise in der Bahn der Carotis communis und interna gegeben ist. Hier fehlen bei vollständigem Mangel an erheblichen Seitenästen alle Momente, die schon innerhalb des entfernteren Verlaufs die Gewalt der Strömung beeinträchtigen. In den constanten Biegungen der Carotis haben wir nun einen Ersatz für den Mangel an stärkeren Seitenästen und zu den bekannten Krümmungen gesellt sich nach den in diesem Aufsatze mitgetheilten Beobachtungen noch eine neue, die Anfangsbiegung der Carotis interna. Aber interessant genug: sie ist um so stärker ausgeprägt, je kürzer die Strecke zwischen Hirn und Herz bei den einzelnen Individuen abgemessen ist; sie tritt bei Kurzhälsen demnach vielleicht als eine, wenn auch ungenügende, compensatorische Einrichtung auf, während sie mit der Verlängerung des Abstandes von Centralorgan des Kreislaufs und Centrum des Nervensystems allmählig ausgeglichen wird.

In den Verschiebungen der Aorta und ihren Consequenzen haben wir zugleich ein ausgezeichnetes Beispiel aus der Reihe der von Darwin unter dem Namen: „Correlation des Wachsthums“ oder correlative Variabilität zusammengefassten Erscheinungen, nur dass wir hier in befriedigendster Weise den Zusammenhang der einzelnen Form-Erscheinungen verstehen. Spitzwinklige Theilung der Carotis, tiefe Lage der Theilungsstelle, ein aufsteigendes Anfangsstück der A. thyreoidea superior, relativ kurze Aorta, lange Wirbelsäule und absteigenden Verlauf

der untersten Lumbalarterie, scheinbar sehr verschiedene Dinge, haben wir zusammen gefunden, ebenso kandelaberartige Theilung der Carotis, hohe Lage der Theilungsstelle, direct absteigende A. thyreoidea superior, relativ lange Aorta und kurze Wirbelsäule, horizontalen oder gar schwach aufsteigenden Verlauf der A. lumbalis IV. Alle diese correlativen Veränderungen sind zurückzuführen im Wesentlichen auf Wachsthumsdifferenzen zwischen Aorta und Wirbelsäule, sind das Resultat von Wachsthumsverschiebungen. Eine einzige individuelle Verschiedenheit führt also eine ganze Reihe weiterer Differenzen herbei, und da diese sich im Wesentlichen auf veränderte Richtung der Arterienbahnen beziehen, die Richtung letzterer für den Modus der Ernährung der Organe jedenfalls nicht gleichgültig ist, so werden jedenfalls diese individuellen Verschiedenheiten im Arteriensystem von entsprechenden Verschiedenheiten in den einzelnen Organen begleitet sein können Ich habe wohl nicht nöthig, hervorzuheben, wie ähnliche Untersuchungen, auf die gesammte Morphologie des Gefässsystems der Wirbelthiere ausgedehnt, eine reiche Ausbeute versprechen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IX.

Fig. 1. Schema zur Demonstration der Richtungsänderungen, welche seitliche Zweige m, n eines arteriellen Gefässstammes ab bei ungleichmässigem interstitiellen Wachsthum des letzteren erleiden. Erklärung s. im Text.

Fig. 2. Schema zur Demonstration der Richtungsänderungen der seitlichen Zweige eines Arterienstammes ab bei Annahme eines rascheren Wachsthums der Unterlage cd, so dass $CD > AB$. Genaueres im Text.

Fig. 3. Aehnliches Schema wie Fig. 2; nur ist hier angenommen, dass der arterielle Stamm ab die Unterlage cd im Wachsthum überholt, so dass $CD < AB$.

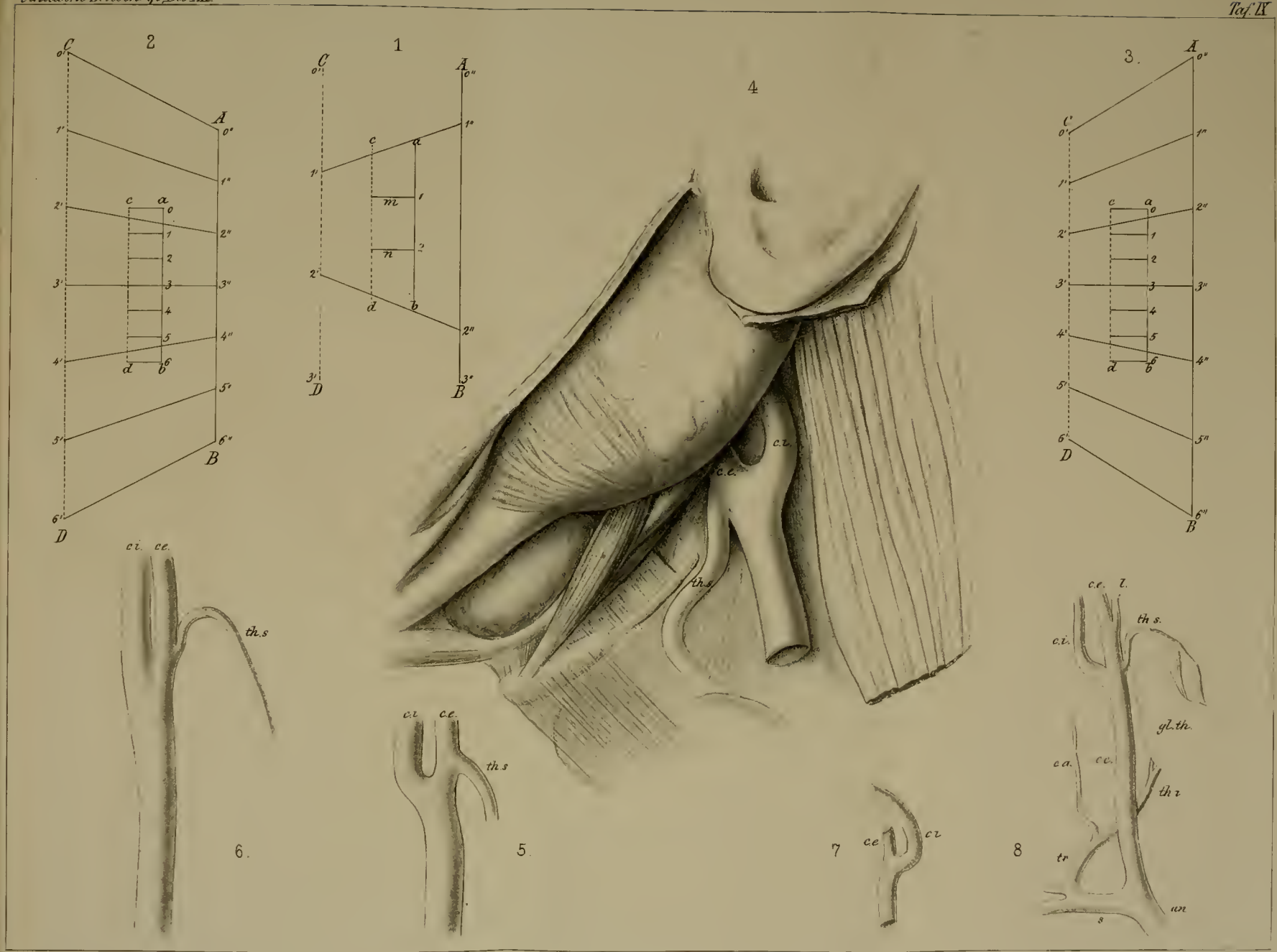
Fig. 4. Kandelaberartige Theilung der Carotis communis am Kieferwinkel. Sternocleidomastoideus ein wenig nach hinten zurückgebogen. A. thyreoidea superior absteigend.

Fig. 5. Kandelaberartige Theilung der Carotis von einem anderen Erwachsenen. ci Carotis interna, ce Carotis externa, th. s Thyreoidea superior.

Fig. 6. Spitzwinklige Theilung der A. carotis communis vom Erwachsenen. ci Carotis interna, ce Carotis externa; th. s. A. thyreoidea superior mit aufsteigendem Verlaufsstück.

Fig. 7. Theilung der Carotis communis in der Carotis externa (c. e.) und interna (c. i.) beim neugebornen Kind. Corrosionspräparat.

Fig. 8. Kind 20 Wochen. an A. anonyma; s A. subclavia, tr truncus thyreocervicalis, ca A. cervicalis ascendens, th. i. A. thyreoidea inferior. Die Carotis communis cc theilt sich kandelaberförmig: ci Carotis interna. Die A. thyreoidea superior (th. s.) hat ein aufsteigendes Ursprungsstück. gl. th Schilddrüse; l. A. lingualis.



G. Schwalbe del

Verl. v Gustav Fischer, Jena

Lith. Anst v E. Giltsch, Jena

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: NF_5

Autor(en)/Author(s): Schwalbe G.

Artikel/Article: Ueber Wachsthumsverschiebungen und ihr Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems. 267-301