

- s. z.* Sinneszellen
c. p. Cutispapille. Zeiss Ocul. 2, Obj. DD.
- Fig. 8. Sinnesorgan aus der Lippenhaut. Der Schnitt wurde parallel der Hautoberfläche geführt.
s. z. Sinneszellen
C. Zellen des Stratum Malpighii. Zeiss Ocul. 2, Obj. DD.
- Fig. 9. Haut der Hohlhand, mit Berlinerblau injicirt. Das Capillarnetz der blossgelegten Papille von der Oberfläche der Haut gesehen.
cp., cp., cp. drei benachbarte Cutispapillen
bl. Gefässstamm in der Tela subcutanea. Leitz Ocul. 1, Obj. 3.
- Fig. 10. Senkrechter Durchschnitt der mit Berlinerblau injicirten Haut der Hohlhand.
ep. Epidermis
e. Bindegewebsschicht der Cutis
bl. Blutgefässstämme in der Tela subcutanea. Leitz Ocul. 1, Obj. 3.

(Aus dem anatomischen Institut zu Bonn.)

Ueber den Bau der grösseren menschlichen Arterien in verschiedenen Altersstufen.

Von

Dr. **N. Grünstein** aus Trischki (Russland).

Hierzu Tafel XXX und XXXI.

Nachdem die embryonale Entwicklung der Arterien von *A s c h o f f* (92)¹⁾ in seinem „Beitrage zur Entwicklungsgeschichte der Arterien beim menschlichen Embryo“ eine eingehende Besprechung gefunden hatte, lag es nahe, auch das Wachsthum der Gefässe während des extrauterinen Lebens genauer, als es bis jetzt geschehen, zu verfolgen. Diese Aufgabe habe ich auf

1) Die neben den Autorennamen stehenden Zahlen bedeuten die Jahreszahlen unter Fortlassung von 1800 und beziehen sich auf das am Ende der Arbeit befindliche chronologisch geordnete Literatur-Verzeichniss.

Anrathen meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Schiefferdecker, übernommen und theile hier die Resultate meiner bisherigen Untersuchungen mit, die sich vorderhand auf die 4 grösseren Arterien: Aorta, Subclavia, Carotis und Iliaca comm. beschränken.

Die Methoden, die ich bei meinen Untersuchungen angewandt habe, sind in kurzem folgende: Die aus möglichst frischen Leichen herauspräparirten Arterienstücke wurden in steigendem Alkohol gehärtet und theils zwischen zwei Hollundermarkstückchen, theils nach Einbettung in Paraffin geschnitten. Die letzteren Schnitte wurden mittels Wassers auf dem Objectträger, der vorher mit einer 3%igen Lösung von Salzsäure (Ph. G. III.) in Alcohol absolutus gereinigt worden war, aufgeklebt. Die Färbungen, die zur Anwendung kamen, waren neben der Kernfärbung mit Hämatoxylin oder Carmin-Pikrin-Säure im Wesentlichen die folgenden:

1. Orceinmethode von T ä n z e r für das Studium der elastischen Fasern.
2. Polychromes Methylenblau nach U n n a zur Färbung der später genauer zu besprechenden Elacinfasern.
3. Säurefuchsinpikrinsäuremethode nach U n n a zur Darstellung von Bindegewebe und Musculatur.

Statt dieser wandte ich in letzterer Zeit die v a n G i e s o n -sche Methode an: dieselbe ist einfacher als die U n n a'sche und giebt bei weitem schönere Bilder. Die Eingangs erwähnten Arterien wurden folgenden Individuen entnommen:

1. einem Neugeborenen,
2. einem 16jährigen Knaben,
3. einem Erwachsenen (Mitte der Dreissiger),
4. einem 50jährigen Manne und
5. einer 70jährigen Frau.

An allen diesen Arterien waren keine pathologischen Veränderungen zu finden. Es wurden zur Untersuchung immer die entsprechenden Stellen des Gefässes bei den verschiedenen Individuen verwendet.

Die von mir benutzte Nomenclatur ist diejenige, welche Herr Professor Schiefferdecker (96) vor kurzem mitgetheilt hat. Zur besseren Uebersicht will ich sie hier kurz vorausschicken:

Die Gefässwand besteht aus dem Endothelrohr und der dasselbe umhüllenden *Membrana accessoria* = *Accessoria*. Die letztere kann bei den grösseren Arterien in die folgenden Schichten zerfallen:

I. *Tunica intima* = *Intima* = *Int.*

1. Stratum subendotheliale = *S. s.* (Figg. 1, 3, 5).
2. *Elastica interna* = *El. i.* (Figg. 3).
 - a) Innere Lamelle = *El. i. i.* (Figg. 1, 4, 5).
 - b) Aeussere Lamelle = *El. i. e.* (Figg. 1, 4, 5).
 - c) Stratum interlamellare = *S. i.* (Figg. 1, 4, 5).

II. *Tunica media* = *Media* = *Med.*

1. Musculatur = *M.* (Figg. 3, 4, 5).
2. Elastisches Gewebe.
 - a) concentrische Fasern resp. Fasernetze = *El. c. F.* (Figg. 3, 4).
 - b) concentrische Lamellen = *El. c. L.* (Figg. 5).
 - c) Verbindungsfasern:
 - α) Querverlaufende Fasern (d. h. solche, die ungefähr in der Querschnittsebene des Gefässes verlaufen). Diese zerfallen in radiäre Fasern = *El. r. F.* (Figg. 3, 4) und schräg verlaufende Fasern = *El. s. F.* (Figg. 4, 5).
 - β) Längsfasern (d. h. solche, die ungefähr parallel zur Längsachse des Gefässes gerichtet sind) = *El. l. F.* (Figg. 4, 5).

3. Bindegewebe.

- a) Stratum subelasticum = *S. s. el.* (Figg. 3, 4).
- b) Stratum submusculare = *S. s. m.* (Figg. 3).
- c) Intermusculäres Bindegewebe = *i. B.* (Figg. 3, 5).
 - α) interfasciculäres Bindegewebe.
 - β) interlamelläres Bindegewebe.

III. *Tunica adventitia* = *Adventitia* = *Adv.*

1. *Elastica externa* = *El. e.* (Figg. 3, 5).
2. Stratum elasticum longitudinale = *S. el. l.* (Figg. 1, 3, 4, 5).
3. Stratum elasticum circulare = *S. el. c.* (Figg. 2, 4, 5).

Die Lage und Anordnung dieser einzelnen Schichten sind theils aus den Abbildungen zu ersehen, theils werden sie sich aus dem Text ergeben, sodass ich von einer detaillirten Beschreibung derselben absehen will.

I. Aorta.

1. Die embryonale Entwicklung derselben.

Nur wenige Autoren haben sich damit beschäftigt, den Entwicklungsgang der Arterien zu verfolgen. Aschoff (92) und Thoma (83) sind die einzigen, die hier in Betracht kommen können. Ich werde in Folgendem hauptsächlich die Untersuchungen des Ersteren berücksichtigen, da er über ein grösseres Material verfügt hat und dadurch in der Lage war, die Sache eingehender zu untersuchen; die Thoma'schen Untersuchungen, die sich bloss auf das Aortensystem von einem 20—24 Wochen alten Embryo und von zwei 30 bis 33 Wochen alten beschränken, werde ich nur insofern berücksichtigen, als sie von den Aschoff'schen abweichen.

Das Endothelrohr, welches die erste Anlage aller Gefässe darstellt, beginnt bei der Aorta verhältnissmässig frühzeitig, sich in eine Arterie mit complicirterer Wandung umzuwandeln. Dieses geschieht zunächst durch eine concentrische Anordnung der embryonalen Bindegewebszellen. Beim jüngsten von Aschoff untersuchten Embryo, dessen Gesamtlänge 4,3 cm betrug (der also ca. 3 Monate alt war), zeigte die Aorta schon eine deutliche Differencirung in zwei Schichten: das mit meist noch kernhaltigen Blutkörperchen gefüllte Lumen war von einer in unregelmässige Windungen gelegten Schicht von dunkeln, dicht an einander gereihten, runden Kernen umgeben, die zweifellos das abgehobene Endothel der Aorta darstellten. Ihm folgten, durch einen kleinen Spaltraum getrennt, zwei Reihen dicht gedrängter runder oder eckiger Kerne; die weiter aussen stehenden Kerne hatten eine längliche Form und lagen in einer leicht gestreiften Grundsubstanz. Gegen das lockere, kernarme Gewebe der Umgebung war diese Schicht deutlich abgegrenzt. Ob aus diesem ganzen Theile nur die Media hervorgeht, oder ob in den beiden erwähnten Anordnungsarten der Kerne die Anlage der Media und Adventitia zu suchen ist, konnte Verfasser noch nicht entscheiden.

Erst bei einem Embryo von 5,6 cm Länge (also noch immer dem dritten Schwangerschaftsmonate angehörend), bei dem

die Befunde der Querschnitte durch Längsschnitte vervollständigt werden konnten, tritt das Verhältniss dieser beiden Schichten besser hervor. Die innere Schicht ist bedeutend reicher an Kernen, als die äussere, und im Verhältniss zur letzteren stärker entwickelt, als beim vorhergehenden Embryo; sie zeigt auf dem Längsschnitte deutlich quergetroffene Mediakerne, die, in zwei Schichten angeordnet, meist von rundlicher Gestalt sind. Die äussere Schicht — die Adventitia — ist etwa 4—5 mal dicker, als die Media und zeigt grösstentheils parallel zur Achse des Gefässes gerichtete Kerne, die im inneren Theile eine mehr concentrische Stellung haben, während sie nach aussen hin seltener werden.

Dass die zwei eben beschriebenen Schichten wirklich Media und Adventitia darstellen, zeigt die Untersuchung der Aorta eines Embryo von 6,4 cm Länge (Scheitel bis Steiss 4,5 cm). Die Intima besteht hier aus den langgestreckten Endothelkernen, die von einer glashellen Membran — wohl der ersten Anlage der Membrana elastica interna — begrenzt werden. Der übrige Theil der Wandung stellt eine um das Lumen fest geschlossene Schicht von Kernen dar. Der innere etwas schmalere Theil derselben, zeigt auf dem Längsschnitt runde oder ovale Kerne, die in einer grauen Substanz eingebettet liegen. Der äussere lässt, wie beim vorigen Embryo, eine innere kernreichere und eine äussere kernärmere Zone erkennen. Beide enthalten längliche Kerne, sodass die Adventitia hier noch hauptsächlich aus parallel zur Achse des Gefässes gerichteten Elementen besteht. Dieselben Verhältnisse finden sich auch in der Aorta eines Embryo von der Gesamtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm).

Wenn es Aschoff, wie oben dargelegt wurde, möglich war, eine scharfe Differencirung der Aortenwandung schon im dritten Monat des embryonalen Lebens deutlich nachzuweisen, so fand er doch das charakteristische Bild der Aortenwandung erst bei einem Fötus von vier Monaten, von der Gesamtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm).

Neben dem Endothel zeigt die Intima eine glänzende, vielfach gefaltete Elastica interna. In der Media finden sich ca. 10 Reihen von nebeneinander geordneten, unregelmässig geformten (besonders in der Nähe der Intima) Kernen, die nach aussen hin eine längliche Gestalt annehmen. Zwischen diesen liegen bald dickere, bald zartere elastische wellenförmige Streifen, die un-

unterbrochen das ganze Lumen des Gefässes umgeben und durch zahlreiche Fortsätze mit den benachbarten in Verbindung treten. — In der aus fibrillärem Bindegewebe bestehenden Adventitia überwiegt noch die longitudinale Richtung der Kerne und der Streifung der Grundsubstanz.

Während bisher Media und Adventitia fast gleich reich an Kernen waren und sich nur durch die Anordnung ihrer Elemente sowie durch das Auftreten elastischer Züge unterschieden, fand Verfasser beim folgenden Embryo von der Gesamtlänge von 18,5 cm (Scheitel bis Steiss 10,0 cm) die Adventitia so arm an Kernen, und aus so lockerem Bindegewebe zusammengesetzt, dass sie nur mit Mühe von dem umliegenden Bindegewebe abgegrenzt werden konnte. Schon in diesem Stadium tritt die Adventitia vollkommen zurück gegenüber der Media, von welcher sie auch nicht scharf abgegrenzt werden kann. Zahlreiche Vasa vasorum durchziehen in diesem Stadium die Adventitia. — Die Media zeigt noch immer in ihrer inneren Grenze unregelmässig geformte Kerne, die Aschoff nicht als longitudinal gerichtete Muskelkerne auffassen konnte, da er an der entsprechenden Stelle des Längsschnittes keine länglichen Kerne fand. Am inneren Rande der Media tritt bei diesem Embryo zum ersten Male eine zarte sich mit Fuchsin nur blass färbende Schicht auf, die er als bindegewebige Schicht der Aortenintima auffasst. Bei einem Embryo von 28,0 cm Gesamtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) zeigen die Mediakerne noch immer ihre unregelmässige Gestalt; sie treten erst im folgenden Monat, bei einem Embryo von der Gesamtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) in eine neue Phase der Entwicklung. Sie zeigen hier überall eine längliche Gestalt. Der *Elastica interna* liegt eine rein muskulöse Schicht an: sie besteht aus zwei Reihen dicht an einander gedrängter Kerne, zwischen denen keine elastischen Elemente sichtbar sind. Letztere treten an allen anderen Stellen der Media sehr scharf hervor, sind in den äusseren Partien dicker als in den der Intima benachbarten und fehlen, wie erwähnt, ganz in der muskulösen Schicht. Eine deutliche Grenze in Form einer *Elastica externa* existiert zwischen Media und Adventitia nicht: Von den letzten elastischen Lamellen der Media gehen einige elastische Streifen ohne bestimmte Anordnung in das Bindegewebe der Adventitia hinein, die noch keine

eigenen elastischen Elemente besitzt. Sie ist sowohl hier als auch beim folgenden Embryo von der Gesamtlänge von 41,0 cm (Scheitel bis Steiss 20 cm) etwas breiter als die Media, während bei einem Embryo von 46,0 cm, die Media 302,79 μ breit ist, die Adventitia 257,55 μ . Die gleichen Verhältnisse finden sich auch bei dem letzten von Aschoff (92) untersuchten Embryo, der 48,0 cm lang war (Scheitel bis Steiss 27,0 cm).

Was nun die Untersuchungen von Thoma (83) anlangt, so stimmen sie im Grossen und Ganzen mit den Aschoff'schen überein. Auch er konnte bei einem 29,0 cm langen Embryo (20—24 Wochen alt) eine Differencirung der Aortenwandung in 3 Schichten: Intima, Media und Adventitia nachweisen. Die Verhältnisse in denselben sind jedoch sehr einfach und in allen Abschnitten der Aorta gleich. Im Gegensatz zu Aschoff findet er in der Media neben zahlreichen, circular angeordneten Muskelkernen auch solche von schräger und longitudinaler Richtung, ohne jedoch eine Gesetzmässigkeit in ihrer Vertheilung angeben zu können. Ferner fand er noch bei einem dreissigwöchentlichen Embryo die Intima der Bauchaorta nur aus Endothel und *Elastica interna* zusammengesetzt. Zuweilen trat zwischen diesen beiden Lamellen eine feine Gewebsschicht auf, die aus elastischen Lamellen und glatten Muskelfasern zusammengesetzt zu sein schien; dieser Befund konnte von Aschoff ebenfalls nicht bestätigt werden.

2. Aorta eines Neugeborenen¹⁾.

Die Intima besteht vorwiegend aus der *Elastica interna*, die sich wenig vor den concentrischen elastischen Lamellen auszeichnet. An einzelnen Stellen finden wir jedoch auch Andeutungen des *Stratum subendotheliale* in Gestalt einer äusserst zarten Bindegewebsschicht. Dass es sich hier bloss um eine bindegewebige Schicht und nicht um eine elastische handelt, sieht man am schönsten an Präparaten, die mit Orcein gefärbt sind, indem diese Stellen keine Farbe aufnehmen. Zwischen der *Elastica interna* und den concentrischen Lamellen der Media finden sich feine Verbindungsfasern, die schräg und quer nach

1) Die Aorta dieses und der anderen Individuen habe ich zum Theil in meiner Inaugural-Dissertation (95) beschrieben.

allen Richtungen hin verlaufen. Desgleichen findet man solche Fasern zwischen je zwei concentrischen Lamellen, so dass auf diese Weise zwischen denselben ein dichtes elastisches Netz entsteht, das sowohl die Muskulatur als auch das hier noch sehr zarte intermuskuläre Bindegewebe durchsetzt. Letzteres findet sich jedoch in der ganzen Media, und ist in den äusseren Partien derselben mächtiger entwickelt als in den inneren, wo es in Form feiner Bindegewebsstreifen den concentrischen Lamellen anliegt. Letztere sind in einer Anzahl von 38—44 in der Media vorhanden. Die ganze Dicke der Media beträgt 650—676 μ , während die Dicke der Intima nur ca. 6 μ beträgt. (Gemessen wurden stets 8—12 Schnitte und aus den erhaltenen Zahlen das Mittel gezogen. Winkel'sches Mikroskop, Winkel'sches Ocularmikrometer). Was die Muskulatur der Media anlangt, so besteht sie hauptsächlich aus circular verlaufenden Muskelfasern. Doch zeigt die Kernfärbung auf dem Querschnitte neben den schmalen, länglichen Kernen auch solche von runder und ovaler Form, die hier und da zu kleineren Gruppen vereinigt sind. Der Längsschnitt stellt das umgekehrte Bild dar: zahlreiche runde und ovale Kerne und dazwischen solche von länglicher und runder Gestalt. Daraus geht hervor, dass, wie schon erwähnt, die Hauptmasse der Muskelfasern in der Aortenmedia des Neugeborenen eine circular Richtung besitzt. Doch weichen einige Muskelbündel von dieser Richtung ab und je nachdem sie mit derselben sich im spitzen oder rechten Winkel kreuzen, treten sie als schräg oder longitudinal verlaufende Muskelbündel auf. Nirgendwo ist aber eine longitudinale Muskelschicht zu sehen.

Vergleichen wir einen mit Orcein gefärbten Querschnitt mit einem ebenso behandelten Längsschnitt, so fällt uns bei dem letzteren das Verhalten des elastischen Gewebes auf: während auf dem Querschnitte deutliche elastische Züge zu erkennen sind, die, nur selten unterbrochen, durch die ganze Länge des Schnittes verlaufen, zeigt der Längsschnitt kurze, stäbchenförmige oder punktförmige Segmente, die theils unregelmässig, theils in Reihen angeordnet sind. Dieses verschiedenartige Verhalten des Quer- und Längsschnittes weist darauf hin, dass das elastische Gewebe der späteren concentrischen Lamellen in der Aortenmedia des Neugeborenen noch ein Netz bildet von vorwiegend

circulär verlaufenden Fasern. Dadurch, dass dieses Netz immer dichter wird, die Maschen immer kleiner, entstehen im Laufe der Zeit die bekannten concentrischen elastischen Lamellen, wie wir sie beim Erwachsenen finden.

Die *Adventitia* ist ziemlich dick ($1485\ \mu$) und besteht aus dicht gewebtem Bindegewebe, das in den inneren Partien von vorwiegend parallel zur Längsachse des Gefässes gerichteten elastischen Fasern durchzogen wird und das *Stratum elasticum longitudinale* bildet, in den äusseren von vorzugsweise circulär verlaufenden (*Stratum elasticum circulare*). Eine scharfe Trennung der *Adventitia* in diese zwei Schichten (also je nach der Richtung ihrer elastischen Fasern), wie dies z. B. bei der *A. iliaca communis* des Neugeborenen der Fall ist, ist hier unmöglich. Glatte Muskelfaserbündel konnte ich in der *Adventitia Aortae* des Neugeborenen nicht nachweisen.

Vasa vasorum finden sich in grosser Anzahl in der ganzen Aortenadventitia. Sie erstrecken sich auch bis in den äusseren Theil der *Media* hinein und werden wohl auch weiter gehen, was jedoch nur an Injectionspräparaten sich mit genügender Schärfe feststellen lassen dürfte.

Auch Nerven konnte ich in der *Adventitia* beobachten; einige waren von ganz feinem Caliber, andere jedoch hatten einen beträchtlichen Durchmesser ($225\ \mu$).

3. Aorta eines 16jährigen Knaben (Fig. 5 Taf. XXXI).

Im Gegensatz zur *Intima* des Neugeborenen, die ja sehr einfach gebaut ist, finden wir bei der des 16jährigen eine äusserst complicirte Structur. Zunächst sehen wir, dass die ganze *Intima* (*Int.*) im Verhältniss zu der des Neugeborenen bedeutend dicker ist, sie misst $54\ \mu$. Diese Dickenzunahme ist hervorgerufen durch das Vorhandensein einer subendothelialen (*S. s.*) und interlamellären Schicht (*S. i.*). Erstere ist bindegewebiger Natur und zeigt theils circulär verlaufende, theils längsgerichtete feine elastische Fasern, letztere enthält ausser diesen Bestandtheilen, die hier in reichlicherer Menge vorhanden und dicker sind als in der subendothelialen, noch longitudinale Muskelbündel, die dicht an der *Lamina externa* (*El. i. e.*) der *Elastica interna* liegen. Dass es sich hier wirklich um longitudinal gerichtete Muskelbündel han-

delt, ergibt sich aus dem Vergleich von Präparaten, welche nach der Säurefuchsin-Pikrinsäuremethode gefärbt sind und solchen, welche eine Kernfärbung zeigen. Bei den ersteren finden wir die ganze Intima mit Ausnahme der erwähnten Stelle roth gefärbt; diese allein zeigt gelbe Farbe. Bei den letzteren sehen wir in der ganzen Intima grosse, theils ovale, theils rundliche Kerne, die zweifellos bindegewebiger Natur sind, während an der bezeichneten Stelle die charakteristischen im Querschnitt getroffenen runden Muskelkerne deutlich zu erkennen sind. Die innere Lamelle der *Elastica interna* (*El. i. i.*) bildet keine zusammenhängende Membran, sondern ist in 2—3 Reihen längsverlaufender elastischer Fasern zerfallen, die auf dem Querschnitte punktförmig erscheinen und so auf der Figur dargestellt sind. Die *Lamina externa* der *Elastica interna* ist den concentrischen elastischen Lamellen der *Media* durchaus ähnlich.

Die etwa 856 μ dicke *Media* (*Med.*) besitzt den typischen Bau einer Aortenmedia: sie besteht aus 64—68 concentrischen elastischen Lamellen (*El. c. L.*), welche im intermuskulären Bindegewebe (*i. B.*) liegen. Zwischen den Lamellen sieht man zahlreiche Verbindungsfasern, welche theils als querverlaufende Fasern, d. h. solche, die ungefähr in der Querschnittsebene liegen, theils als längsverlaufende Fasern, d. h. solche, die ungefähr parallel zur Längsachse des Gefässes gerichtet sind, sich erkennen lassen. Das intermuskuläre Bindegewebe zeigt hier überall die interlamelläre Form, so dass je zwei Muskelschichten (*M.*) durch eine Schicht Bindegewebe von einander getrennt sind. Infolgedessen ist die Anordnung der Gewebe in der *Media* folgende: Muskulatur, interlamelläres Bindegewebe, durch dessen Mitte eine concentrische elastische Lamelle verläuft, Muskulatur u. s. w. Oder: Concentrische elastische Lamelle, Bindegewebe, Muskulatur, Bindegewebe, concentrische elastische Lamelle etc. (vergl. auch die Figur).

Diese Reihenfolge in der Anordnung der Gewebelemente konnte ich in allen von mir untersuchten Aorten mit grosser Regelmässigkeit auffinden. Die Muskelkerne der *Media* sind durchweg von länglicher und ovaler Gestalt (auf dem Querschnitte), so dass die Muskulatur circulär oder annähernd circulär verläuft. Von longitudinalen Muskelbündeln war nichts zu finden.

Was nun die *Adventitia* anlangt, so ist sie ausschliess-

lich bindegewebig elastischer Natur. Die elastischen Fasern sind relativ spärlicher, als in der Adventitia des Neugeborenen und bald circulär, bald parallel zur Längsachse des Gefässes gerichtet, indessen lässt sich doch, wenn auch nicht scharf, das Stratum elasticum longitudinale (*S. el. l.*), welches nach innen liegt, von dem äusseren Theile, dem Stratum elasticum circulare (*S. el. c.*) unterscheiden.

Glatte Muskelfasern lassen sich nicht nachweisen. Vasa vasorum sind nicht so häufig, wie in der Adventitia des Neugeborenen; ebenso, wie bei diesem erstrecken sie sich bis in die Media hinein.

Die Dicke der Adventitia beträgt ca. 688 μ .

4. Aorta eines Erwachsenen (Mitte der Dreissiger).

Die Intima ist etwa 124 μ dick und zeigt im Wesentlichen denselben Bau wie die des vorigen Falles: ebenso wie dort finden wir die *Elastica externa* in zwei Lamellen gespalten, deren innere in eine deutliche Schicht längsverlaufender Fasern aufgelöst ist. In der subendothelialen Schicht finden sich fast ausschliesslich circulär verlaufende elastische Fasern, in der interlamellären longitudinale. — Die Media ist 996 μ dick und besteht aus 56—60 concentrischen elastischen Lamellen, die durch viele schräg- und querverlaufende Fasern miteinander in Verbindung stehen. Zwischen den Lamellen liegen vorzugsweise circulär verlaufende Muskelfasern in derselben Anordnung wie in der Media des 16jährigen. Nur sehen wir hier bei der Kernfärbung einige Gruppen von runden und ovalen Kernen, so dass hier ebenso, wie beim Neugeborenen, angenommen werden muss, dass diese Bündel von der circulären Richtung abgewichen sind und je nach dem Grade der Abweichung entweder eine schräge oder sogar eine longitudinale Richtung erhalten haben. Ziemlich weit von der Adventitia finden sich in der Media feine Vasa vasorum.

Der Bau der etwa 1013 μ dicken Adventitia entspricht vollkommen dem des 16jährigen Knaben: Dichte Massen von Bindegewebe mit elastischen Fasern, welche in den inneren Partien longitudinal gerichtet sind und hier die Schicht der längsverlaufenden elastischen Fasern bilden, in den äusseren circulär

und das Stratum elasticum circulare darstellen. Eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Schichten lässt sich ebenfalls nicht ziehen. Zahlreiche Vasa vasorum in der ganzen Adventitia, welche man zum Theil direkt in die Media verfolgen kann, keine Längsmuskulatur.

5. Aorta eines 50jährigen Mannes.

Die Intima ist noch breiter als die des vorigen und misst 181,5 μ . Das Stratum subendotheliale zeigt vorzugsweise circumläuferverlaufende elastische Fasern, das Stratum interlamellare longitudinale. Die innere Schicht der Elastica interna ist auch hier in eine Anzahl longitudinal gerichteter elastischer Fasern aufgelöst.

Die Media ist 1075 μ dick und hat keinen von den vorigen abweichenden Bau. Sie besteht aus 70—78 concentrischen elastischen Lamellen, die ziemlich dick sind und miteinander vielfach anastomosiren. Dadurch entsteht ein enges Netz aus elastischen Fasern, das Muskulatur und Bindegewebe durchzieht. Vereinzelte Längsmuskelbündel finden sich auch hier neben den, den weitaus grössten Theil der Mediamuskulatur bildenden, circumläufer verlaufenden Muskelfasern. In den äusseren Partien der Media scheint das intermuskuläre Bindegewebe stärker gegenüber der Muskulatur hervortreten, als bei den vorigen Fällen.

Die Adventitia unterscheidet sich nicht von der in den vorhergeschilderten Fällen. Ihre Dicke konnte nicht genau bestimmt werden, da das Stück zwischen zwei Hollundermarkstückchen geschnitten wurde und nur die innere Partie der Adventitia auf dem Schnitte erhalten blieb.

6. Aorta einer 70jährigen Frau.

Die Intima ist 190 μ dick. Die innere Lamelle der Elastica interna ist wieder in einige Reihen longitudinaler elastischer Fasern aufgelöst. Die äussere Lamelle der Elastica interna hebt sich ziemlich scharf von den concentrischen Lamellen ab. Die interlamelläre Schicht weist neben dem Bindegewebe und den feinen, vorzugsweise longitudinal gerichteten elastischen Fasern auch vereinzelt Bündel parallel zur Längsachse des Gefässes gerichteter Muskelfasern auf.

Die Media ist 1111 μ dick und weicht in Bezug auf ihr elastisches Gewebe insofern von den vorher beschriebenen ab, als ihre 68—72 concentrischen Lamellen bedeutend dünner sind als bei jenen und die Verbindungsfasern nicht so zahlreich sind. Auch werden die Lamellen häufig unterbrochen und lassen sich nicht auf weitere Strecken genau verfolgen.

Auch in Bezug auf ihre Muskulatur zeigt die Media eine Abweichung von den vorher geschilderten: während in der Aortenmedia aller anderen von mir untersuchten Individuen nirgendwo sich eine Zone längsgestellter Muskelfasern nachweisen liess, sehen wir hier dicht hinter der Lamina externa der Elastica interna eine mit wenigen Unterbrechungen fast durch den ganzen Schnitt hindurchziehende Schicht von longitudinalen Muskelfasern, deren Kerne auf dem Längsschnitt langgestreckt erscheinen. Diese Schicht wird von feinen quer- und schrägverlaufenden elastischen Fasern durchzogen. Das Verhalten der übrigen Muskulatur dieser Media entspricht vollkommen dem der anderen untersuchten Aorten: vorwiegend circulär oder annähernd circulär gerichtete Muskelfasern, zwischen welchen hier und da auch solche von schräger und longitudinaler Richtung zu sehen sind.

Das Bindegewebe dieser Media zeigt nichts Besonderes.

Auch die Adventitia bietet nichts von dem Vorhergehenden Abweichendes dar: von vorwiegend bindegewebiger Natur zeigt sie nur wenige elastische Fasern, welche in den inneren Partien hauptsächlich longitudinal gerichtet und in den äusseren Partien von circulärer Richtung sind. Longitudinale Muskelfasern besitzt sie nicht. Vasa vasorum finden sich hier in grosser Menge; sie gehen begleitet von Bindegewebszügen bis an das innere Drittel der Media hinein.

Bei den beiden letztgenannten Individuen, bei dem 50jährigen Manne und der 70jährigen Frau, findet sich eine Veränderung des elastischen Gewebes, die darin besteht, dass das Elastin sich zum Theil in Elacin umwandelt. Ausserdem bemerkt man bei der Färbung mit polychromem Methylenblau, dass eine Partie, vorzugsweise in der Nähe der Intimagrenze, den Farbstoff gieriger aufnimmt, als die benachbarten Stellen. Ich werde auf diese beiden Veränderungen an anderer Stelle noch eingehend zurückkommen.

Wir wenden uns nun der Besprechung der einzelnen Schichten

der Aorta und deren Verschiedenheiten bei verschiedenen Altersstufen zu. Zuvor müssen wir aber die wichtige Frage über die Grenzen der einzelnen Schichten erledigen, hauptsächlich über die Grenze zwischen Intima und Media, da nach aussen die Grenze der mittleren Schicht durch das Aufhören der Ringfasern und der circulären elastischen Lamellen scharf gekennzeichnet ist. Die Grenze der Intima ist bei den mittelgrossen und kleinen Arterien durch die scharf ausgebildete *Elastica interna* gegeben; darüber sind alle Forscher einig, dass alles, was nach aussen von derselben liegt, der *Tunica media* angehört, sie selbst und Alles nach innen von ihr liegende der *Tunica intima*. Anders aber steht es mit der Begrenzung der Intima Aortae und der ihr ähnlich gebauten grösseren Arterien: durch das Fehlen der elastischen Innenhaut ist das wichtigste Merkmal genommen und die Begrenzung, wie es schien, eine willkürliche geworden. Die verschiedenen Autoren gingen bei der Beurtheilung dieser Frage von den verschiedensten Gesichtspunkten aus. So waren *Donders* und *Jansen* (48) der Ansicht, dass alle diejenigen Theile der Gefässwandung, die glatte Muskulatur besitzen, zur Media gerechnet werden sollen. Dieser Ansicht schloss sich auch von *Ebner* (70) an, der noch darauf hinwies, dass eine eigentliche Grenze zwischen der Intima und Media Aortae nicht existire, dieselbe aber mit dem Auftreten der ersten inneren Muskelzelle als erzielt anzusehen sei. Diese Ansicht ist schon aus rein praktischen Gründen unannehmbar, da, wie *Key-Åberg* (81) ganz treffend bemerkt, es durchaus nicht leicht ist, die anfangs sparsam zerstreut liegenden Muskelzellen zu erkennen. *Remak* (50) legte bei der Begrenzung der Media den Hauptwerth auf die Richtung ihrer Elemente und fasste sie ausschliesslich als Ringfaserhaut auf.

Key-Åberg (81) nimmt zwischen Media und Intima keine Grenze, sondern nur eine Uebergangsschicht an, die er folgendermaassen beschreibt:

„Nach aussen von der Zone, in welcher man auf dem senkrechten Längsschnitte zahlreicher als sonst quer- und längsgeschnittene elastische Fasern trifft, sieht man in einem solchen Schnitte meistens 3—4, zuweilen 2, aber auch bis 5 glänzende Stränge, welche sich wie die elastische Lamellen repräsentirenden Stränge der Media ausnehmen. Sie liegen jedoch hier

viel näher aneinander, sind schmaler und geben zahlreiche, in spitzem Winkel abgehende Verbindungsstränge an die Nachbarstränge ab. Die Lücken zwischen ihnen werden von dicht liegenden, durchschnittenen elastischen Bildungen, von ein wenig homogener Bindesubstanz und von hier und da befindlichen, an gefärbten Präparaten wahrnehmbaren, langen, stabähnlichen Körperchen angefüllt. Der senkrechte Querschnitt, bei dem es im Allgemeinen viel schwerer ist, sich genauer zu orientiren, zeigt in der fraglichen Region Stränge, obwohl oft unterbrochen und streckenweise durch glänzende Körperchen ersetzt. Wenn man nun diese Bilder zusammenstellt, so findet man, dass der Uebergang zwischen Intima und Media in der Regel von einer mehrschichtigen Zone gebildet wird, in welcher die elastischen Elemente theils in Gestalt hauptsächlich längsgehender Fasern, theils in Gestalt von Lamellen auftreten, die sich bei näherer Untersuchung fenestriert zeigen. Beide Elemente kommen nebeneinander in einer und derselben Schicht vor. Die nach aussen voneinander liegenden elastischen Fasernetze und Lamellen stehen unter sich in innigster Verbindung und in den Interstitien zwischen ihnen trifft man längsgehende Muskelzellen an. Dass die hier auf dem Querschnitt sowohl als auch auf dem Längsschnitt hervortretenden betreffenden Körperchen wirklich solche Zellen sind, scheint mir ganz sicher zu sein. Die glatten Muskelzellen bilden jedoch in dieser Partie der Aortenwand, soweit ich finden konnte, nie eine zusammenhängende Schicht, sondern kommen nur gruppenweise in einer oder ein paar Lagen vor.

Obwohl ich auf Grund des unzweifelhaft am meisten an die Media erinnernden Baues dieser Partie mehr geneigt war, dieselbe histologisch zur Media zu nehmen, so konnte ich jedoch keine Bedenken dagegen finden, sie als eine Uebergangsschicht von dieser Haut zur Intima zu schildern, um so viel mehr, als man sich erst nach Uebersteigen dieser Schicht — sie könnte gewissermaassen als eine mehrschichtige „*Membrana (Lamina) elastica interna*“ genannt werden — auf dem gut charakterisirten Gebiete, welches *Tunica media* heisst, vollkommen zu Hause findet.“

Ich habe absichtlich die Beschreibung dieser Uebergangsschicht wörtlich citirt, um zu zeigen, wie schwer es fallen dürfte, sie bei ihrer grossen Aehnlichkeit mit der Media herauszufinden,

wollte man sie als Grenzmal zwischen den beiden inneren Aortenschichten beibehalten, ganz abgesehen davon, dass es nicht consequent erscheint, bei einem Gefäss eine Uebergangsschicht anzunehmen und bei allen anderen eine Grenze.

Ranvier (75), Kölliker (67) und Eberth (71) haben eine solche Uebergangsschicht ihrerzeit nicht angenommen, sondern eine Eintheilung gegeben, welche erlaubte, eine, wenn auch vielleicht schwer zu begründende, so doch einfache und für die Orientirung bequeme Grenzbestimmung zu verwenden. Nach Ranvier soll man in denjenigen Arterien, in welchen keine ausgesprochene *Elastica interna* vorhanden ist, als solche die erste elastische Lamelle der Media ansehen, und alles, was nach innen von dieser Lamelle liegt, zur Intima rechnen, sie selbst und alles nach aussen Liegende zur Media. Doch wies schon Westphalen (86) darauf hin, dass es zweckmässiger sei diese Lamelle der Intima zuzurechnen, und, wenn sie in mehrere Blätter gespalten ist, auch alle diese Unterabtheilungen folgerichtig zu derselben zu zählen. Ich schloss mich in meiner Inaugural-Dissertation (95) dieser Ansicht an mit dem Vorbehalt, darüber noch nähere Angaben machen zu dürfen, die diese Annahme eventuell begründen würden. Ich habe mich nun in letzter Zeit mit dieser Frage beschäftigt und die Resultate, die ich bei meinen diesbezüglichen Untersuchungen gewonnen habe, scheinen mir in vollkommener Uebereinstimmung zu stehen mit der oben gemachten Annahme.

Dem Vorschlage des Herrn Prof. Schiefferdecker Folge leistend, zerlegte ich die Aorta, *Iliaca communis* und *Iliaca externa* in eine Reihe von Längsschnitten, um diejenige Stelle zu finden, wo die bei der letzteren Arterie so schön entwickelte, zweiblättrige *Elastica interna* sich in das bei der Aorta beobachtete elastische Netz auflöst, und dadurch diejenigen Theile, welche aus der inneren und äusseren Lamelle hervorgehen, klar und sicher zur Anschauung zu bringen. Auf diese Weise habe ich die genannten Arterien eines 17jährigen Mädchens behandelt.

In der *A. iliaca externa* ist die Intima, wie erwähnt, aus zwei Lamellen zusammengesetzt. Diese liegen sehr nahe beieinander, so dass sie sich an manchen Stellen berühren. Die äussere Lamelle ist bedeutend feiner als die innere. Zwischen beiden befindet sich eine sehr zarte Bindegewebsschicht, die

jedoch nicht überall sichtbar ist, so dass an Schnitten, die nach der van Gieson'schen Methode behandelt sind, roth gefärbte Parteen zwischen ungefärbten liegen. Auch scheinen nur sehr wenige elastische Verbindungsfasern zwischen den beiden Lamellen vorhanden zu sein, wie man sich auf mit Orcëin behandelten Präparaten überzeugen kann. So bleibt die Intima auch in dem untern Theile der Iliaca communis gebaut, vielleicht nur mit dem Unterschiede, dass die beiden Lamellen sich etwas weiter voneinander entfernen, und dass hier und da sich vereinzelte deutlichere elastische Fasern von denselben abspalten. Ungefähr in der Mitte dieses Gefässes tritt eine Aenderung in dem Bau der inneren Schicht ein (Fig. 1): wir sehen nämlich, dass die beiden Lamellen sich von einander entfernen und zwischen sich eine mit der Entfernung von der A. iliaca externa immer breiter werdende Bindegewebsschicht aufnehmen. Sowohl die äussere wie die innere Lamelle kommen mit fortschreitender Veränderung der Intima durch die wachsende Ausbildung der inneren Schichten (Stratum subendotheliale und Stratum interlamellare) mehr und mehr in die Tiefe zu liegen. Dabei sendet die innere Lamelle sowohl nach aussen wie nach innen zahlreiche weiterhin ihr fast parallel verlaufende Zweige ab; zu diesen kommen noch einige ebenso verlaufende Zweige, welche von der äusseren Lamelle nach innen abgehen: so entstehen die im Stratum subendotheliale und Stratum interlamellare zahlreich auftretenden Längsfasern, von denen die letzteren gemäss ihrem Verlaufe zwischen den beiden Lamellen als longitudinale Verbindungsfasern aufzufassen sind. Im weiteren Verlaufe des Gefässes (weiter als die Abbildung, die nur gerade die Uebergangsstelle darstellt, es zeigt) sieht man nun, wie die Lamina interna mehr und mehr als selbständiges Gebilde zurücktritt, indem sie sich in eine Anzahl stärkerer Fasern auflöst, während die Lamina externa, trotzdem sie eine ganze Anzahl von Zweigen nach innen abgegeben hat, sich doch immer als eine der Media dicht anliegende deutliche, starke Linie auf dem Längsschnitte verfolgen lässt.

Aus der eben gegebenen Beschreibung geht klar hervor, dass an dieser Stelle, an der eine so wesentliche Aenderung in der ganzen Beschaffenheit der *Elastica interna* eintritt, sich keine Spur von einer „Manschettenbildung“ im Sinne von Bonnet

(96) auffinden lässt. Die elastischen Lamellen gehen im Gegentheile durchaus continuirlich in die ihnen entsprechenden elastischen Netze über.

Früher noch als in der Intima tritt eine Umänderung in der Media ein. Derselbe lässt sich vor allem an mit Orcein behandelten Längsschnitten ausgezeichnet beobachten, wo das Verhalten der elastischen Fasern studirt werden kann. Die A. iliaca externa erinnert noch durch den Bau ihrer Media vollkommen an die mittelgrossen Arterien von dem Caliber der Lingualis, denn sie weist fast ausschliesslich quergetroffene Muskelbündel, welche von feinen, interfasciculär angeordneten Bindegewebsschichten umgeben sind, auf. Dagegen sind die elastischen Fasern hier noch relativ spärlich. Nur in den äusseren Partien der Media sehen wir, wie von den longitudinalen elastischen Fasern der Adventitia Zapfen in die Media hineinragen, um sich durch feine, bogenförmige, elastische Fasern miteinander zu verbinden. Dadurch werden gewissermaassen die in der Nähe der Adventitia liegenden Muskelgruppen durch elastische Scheidewände von den benachbarten abgegrenzt (vgl. Fig. 1 Taf. XXX). Diese eigenthümlichen Bildungen finden sich in der ganzen Iliaca externa und im untern Theile der Iliaca communis dieses Individuums und werden uns noch bei Schilderung des Baues der letzteren Arterie beim 50jährigen Manne wiederbegegnen. Der linke Rand der Fig. 1 Taf. XXX stellt den beginnenden Uebergang der Media dar, der sich kund giebt in einem plötzlichen, stärkeren Auftreten der elastischen Fasern. Diese bilden anfangs unregelmässig gelagerte Netze, die sowohl Muskulatur als auch Bindegewebe umfassen. Später erhalten sie dadurch, dass ein Theil ihrer Fasern sich mehr circulär anordnet und zugleich an Dicke gewinnt, den charakteristischen Typus der Media der grösseren Arterien (Aorta, Carotis, Subclavia). Diesen Bau besitzt schon die obere Hälfte der A. iliaca communis. Gleichzeitig mit der Aenderung in der Anordnung der elastischen Fasern tritt auch eine Aenderung im Verhalten der Muskulatur und des Bindegewebes ein. Aus der in Bündeln angeordneten Muskulatur werden, je weiter wir uns von der A. iliaca externa entfernen, immer mehr zusammenhängende Schichten, und das in der eben erwähnten Arterie noch interfasciculäre Bindegewebe wird naturgemäss interlamellär. Auf diese Weise entsteht dasjenige Bild,

das wir als Typus für die der Aorta ähnlich gebauten Arterien in der Fig. 5 Taf. XXXI abgebildet haben.

Im Gegensatz zu den zwei inneren Schichten ändert sich der Bau der äusseren Schicht — der Adventitia — ziemlich spät. Nicht nur in der Iliaca externa, sondern auch durch die ganze Iliaca communis hindurch können wir dicht hinter den auf dem Längsschnitt besonders schön hervortretenden elastischen Faserzügen des Stratum elasticum longitudinale zahlreiche im Längsschnitte getroffene, von Bindegewebe umgebene Muskelbündel beobachten, die sich erst da, wo die Iliaca communis in die Aorta übergeht, verlieren. Nach aussen von dieser Schicht liegen die quergetroffenen Fasern der Schicht der circulär verlaufenden elastischen Fasern.

Wir ersehen daraus, dass der Uebergang des einen Typus in den anderen etwa in der Mitte der Iliaca communis stattfindet, und zwar tritt derselbe am allerfrühesten in der Media ein, in den der Intima benachbarten Partien, dann etwas näher der Aorta liegt der Uebergang der Intima und erst in dem Anfange der letzteren Arterie der der Adventitia. Ferner sehen wir aus dieser Untersuchung, dass auch die grössten Arterien zwei Lamellen in der elastischen Innenhaut aufweisen, nur wird die innere von einigen Reihen längsverlaufender elastischer Fasern gebildet, während die äussere durch die erste innere concentrische Lamelle dargestellt wird. Zwischen beiden Lamellen findet sich die interlamelläre Schicht, vor der inneren die subendotheliale. Nachdem wir nun eine Grenze zwischen Intima und Media gefunden haben, können wir zur Betrachtung der Dickenverhältnisse übergehen. Ich will aber im Voraus schon bemerken, dass aus dem kleinen Material, welches mir zur Verfügung stand, keine absolut sicheren Schlüsse in Bezug darauf sich machen lassen, ob die später zu erwähnenden Verschiedenheiten individueller Natur sind oder auf den Altersunterschieden beruhen, doch scheint mir letzteres nach Allem wahrscheinlich, zumal da auch andere Autoren, die über ein grösseres Material verfügt haben, zu denselben Resultaten gelangt sind wie ich. Zur bequemeren Uebersicht dürfte es sich empfehlen, die von mir durch wiederholte Messungen (siehe oben) gewonnenen Zahlen für die Dicke der einzelnen Schichten der Aortenwand hier tabellarisch zusammenzustellen.

Alter	Intima	Media	Adventitia
Neugeborener	6 μ	650 μ	1485 μ
16jähriger Knabe	54 μ	856 μ	688 μ
Erwachsener (Mitte der Dreissiger) .	124 μ	996 μ	—
50jähriger Mann	181 μ	1075 μ	—
70jährige Frau	190 μ	1111 μ	—

Nach dieser Tabelle beträgt die Dickenzunahme der Intima:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 48 μ oder 800 %;
2. beim Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) im Vergleich zum 16jährigen Knaben 70 μ oder 129,6 %;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) 57,5 μ oder 46 %;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne 8,5 μ oder 4,9 %;

Desgleichen findet man die Dickenzunahme der Media:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 206 μ oder 31,7 %;
2. beim Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) im Vergleich zum 16jährigen Knaben 140 μ oder 16,3 %;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) 79 μ oder 7,9 %;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne 36 μ oder 3,3 %.

Endlich steht die relative Dickenzunahme der Intima im Vergleich zu der der Media:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen wie 25,2:1;
2. beim Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) im Vergleich zum 16jährigen Knaben wie 7,9:1;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) wie 5,9:1;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne wie 1,5:1.

Aus all dem Gesagten geht somit Folgendes hervor:

1. Die zwei inneren Schichten der Aorta nehmen mit zu-

nehmendem Alter an Dicke zu, ein Vorgang, den wir bereits bei der embryonalen Entwicklung des Gefässes verfolgen konnten, der also als direkte Fortsetzung des letzteren anzusehen ist.

2. Dass die Dickenzunahme der beiden in Rede stehenden Schichten in den ersten Lebensjahren und bis zum erwachsenen Zustande hin stärker ist als später, ist nur natürlich; aber auch im erwachsenen Zustande ist sie zuerst bedeutender als im späteren Alter. So beträgt die Dickenzunahme der Intima beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) 46 %, während die Dickenzunahme der Intima der 70jährigen Frau gegenüber der des 50jährigen Mannes nur 4,9 % ist. Diese geringe Zunahme der Aortenintima bei der 70jährigen Frau könnte allerdings auch dadurch erklärt werden, dass bei Frauen die Gefässwandung, wie dies aus den Untersuchungen von Valerie Schiele-Wiegandt (80) hervorgeht, durch alle Lebensperioden hindurch an Dicke der bei Männern nachsteht, doch würde auch bei einem 70jährigen Manne die Dickenzunahme der Intima gegenüber der des 50jährigen Mannes wahrscheinlich noch immer bedeutend kleiner sein, als beim 50jährigen im Vergleich zum Erwachsenen oder gar beim Erwachsenen im Vergleich zum 16jährigen Knaben.

3. Die Intima nimmt bedeutend mehr an Dicke zu als die Media, und zwar ist entsprechend dem oben Gesagten das Verhältniss in den ersten Lebensjahren grösser als in den späteren.

Was nun die Adventitia anlangt, so konnte, da die äussere Grenze derselben schwer zu bestimmen ist und viele Schnitte dieselbe überhaupt nicht aufwiesen, eine genauere Messung nicht vorgenommen werden.

Dass die Dickenmaasse der Arterienhäute wahrscheinlich in dem oben dargelegten Verhältniss stehen, haben auch andere Autoren gefunden. So sagt Key-Åberg (81) in der citirten Arbeit, dass ihm „ein Zunehmen der Dicke der Intima mit dem Alter Regel zu sein scheint“. Valerie Schiele-Wiegandt (80), welche die Arterien von über 100 männlichen und weiblichen Individuen in Bezug auf die Dicke der einzelnen Schichten untersucht und die gewonnenen Zahlen in grossen Tabellen zusammengestellt hat, sagt Folgendes:

„Wenn wir zu einer genaueren Untersuchung der oberen Tabellen schreiten, so müssen wir die Frage, welche Momente

Einfluss auf die Wanddicke ausüben? folgendermaassen beantworten: Geschlecht und Alter spielen die grösste Rolle. Bei Frauen werden durch alle Lebensperioden hindurch Umfang und Wanddicke des Gefässes, sowie auch naturgemäss der Querschnitt durch kleinere Zahlen ausgedrückt als bei Männern, d. h. es sind die genannten Arterienverhältnisse bei jenen geringer als bei diesen.

In Bezug auf das Alter ergibt sich folgendes Gesetz (!): Sowohl bei Männern als auch bei Frauen nehmen im Grossen und Ganzen, entsprechend den höheren Altersperioden, in allen Arterien Umfang und Dicke, resp. Media und Intima, steigend zu“ (80, S. 36). Ferner sagt sie in Bezug auf das Verhältniss der Intima zur Media: „Von der Intima lässt sich im Allgemeinen sagen, dass sie mit zunehmendem Alter erheblicher an Dicke zunimmt als die Media“ (ibidem p. 37).

Ueber das Verhältniss der Adventitia finden wir auch bei ihr keine genaueren Angaben.

Es drängt sich nun die Frage auf, wodurch kommt denn die Dickenzunahme der einzelnen Schichten zu Stande? — In Bezug auf das Wachsthum der Intima wäre diese Frage dahin zu beantworten, dass in der ersten Hälfte des menschlichen Lebens die Intima durch das Auftreten von neuem Bindegewebe und elastischem Gewebe an Dicke gewinnt; wie wir nämlich gesehen haben, besteht die Intima Aortae beim Neugeborenen zum grössten Theil nur aus der *Elastica interna*; die subendotheliale Schicht ist nur hier und da entwickelt, dabei aber so zart, dass man sie nur als ein schmales Streifchen bezeichnen kann. Den gleichen Bau zeigt die Intima anderer Arterien der Neugeborenen. Beim 16jährigen Knaben dagegen finden wir in der Aorta nicht nur eine ziemlich dicke subendotheliale Schicht, welche von elastischen Fasern durchsetzt ist, sondern bemerken, dass die *Elastica interna* sich in zwei Lamellen aufgelöst, und dass zwischen diesen noch eine neue interlamelläre Schicht sich eingeschoben zeigt. Ebenso, nur entsprechend schwächer ausgesprochen, ist die Intima bei anderen Arterien desselben Individuums. So nimmt die Dicke der Intima vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen immer durch Auftreten von neuen Bindegewebslagen und elastischen Fasern zu. In den späteren Jahren wird das Wachsthum des Bindegewebes naturgemäss schwächer, entsprechend der schwächeren Dickenzunahme der Intima.

Schwieriger ist die Frage zu entscheiden, wodurch die Media an Dicke zunimmt. Eine genaue Zählung der elastischen Lamellen ergibt, dass dieselben sich mit zunehmendem Alter nicht zu vermehren scheinen. In der That finden wir

beim Neugeborenen	38—44	elastische Lamellen
„ 16jährigen Manne	64—68	„ „
„ Erwachsenen	56—60	„ „
„ 50jährigen Manne	60—78	„ „
bei der 70jährigen Frau	68—72	„ „

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass sie wohl grossen, individuellen Schwankungen unterworfen sind, dass aber von einer gesetzmässigen Zunahme derselben, so wie es z. B. bei den Dickenverhältnissen der Schichten der Fall war, keine Rede sein kann. Dieser Befund entspricht auch vollkommen dem, den von Ebner (70) gemacht hat. Auch er ist der Ansicht, dass die Zahl der elastischen Lamellen der Media vom Alter unabhängig sei, und zwar auf Grund wiederholter Zählungen, die er bei verschiedenen Individuen vorgenommen hat und die folgende Resultate ergaben:

Zahl der elastischen Lamellen:

Jahre	Minimum	Maximum	Mittelzahl
0	36	44	40,3
4	39	56	48,6
23	38	54	48,1
30	36	45	39,5

Daraus schliesst er ferner, dass die zur Zeit der Geburt bereits vorhandenen elastischen Lamellen der Aortenmedia eine weitere Entwicklung und Volumzunahme erfahren, eine Thatsache, die Thoma (83) später bestätigt hat.

Dass die Muskulatur der Media vom Neugeborenen bis zum erwachsenen Zustande an Menge erheblich zunimmt, wurde allgemein zugegeben, aber auch das Bindegewebe und zwar, wie man aus der Färbung schliessen kann, das collagene, zeigt ebenfalls ein bedeutendes Wachsthum, wie aus dem Vergleich der Aortenmedia des Neugeborenen und des Erwachsenen hervorgeht: bei dem ersteren ist das intermusculäre Bindegewebe sehr spär-

lich entwickelt, und liegt inform von zarten, schmalen Streifen den concentrischen Fasern an; bei dem letzteren bildet es eine Schicht von ziemlicher Dicke, welche der Muskelschicht an verschiedenen Stellen gleichkommt oder sie sogar übertrifft. Im späteren Alter ist der Unterschied in der Menge des intermuskulären Bindegewebes des einen Individuums im Vergleich zum anderen nicht so auffallend, dafür ist aber auch die Dicken-differenz nicht so gross (beim 50jährigen Manne beträgt die relative Dickenzunahme der Aortenmedia im Vergleich zum Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) nur 7,9%, bei der 70jährigen Frau sogar 3,3% im Vergleich zum 50jährigen Manne).

Dass die Muskulatur der Media mit zunehmendem Alter spärlicher wird, wie dies v. Ebner (70) behauptet, kann ich nach meinen wenigen Fällen nicht ohne Weiteres bestätigen; nur an einzelnen Stellen (worauf ich an einer anderen Stelle zurückkommen werde), schien es mir, als ob dies der Fall wäre.

Ueber die Greisenveränderungen dieser Gefässe siehe weiter unten bei der Carotis.

Gehen wir nun zur Besprechung der Structurverhältnisse der Aortenwand über. Von den drei Bestandtheilen derselben — der Musculatur, dem Bindegewebe, dem elastischen Gewebe — nahm die Muskulatur bisher am meisten das Interesse der Histologen in Anspruch, und will ich deshalb mit ihrer Beschreibung beginnen. Was zunächst das Vorkommen derselben in der Intima Aortae anlangt, so gehen die Ansichten der Autoren darüber noch auseinander. Key-Åberg (81), der die Intima dieser Arterie genau und ausführlich beschrieben hat, spricht sich darüber folgendermaassen aus:

„Im Zusammenhang mit der Beschreibung der verzweigten Bindegewebszellen der Intima werde ich auch die Frage vom Vorhandensein von Muskelzellen in dieser Haut berühren. Solche Zellen sind bis jetzt nicht sicher nachgewiesen. Obwohl ich mehrmals lange, spindelförmige, an glatte Muskelzellen lebhaft erinnernde Zellen mit langem ebenfalls charakteristischem, stabförmigem Kern angetroffen habe, bin ich von ihrer Muskelzellennatur keineswegs überzeugt worden. Die Bindegewebszellen können nämlich solchen Zellen so ähnlich sein, dass eine Differentialdiagnose nur mit Rücksicht auf ihre resp. morphologischen Charaktere mir beinahe unmöglich erscheint. So lange wir kein

ganz sicheres Reagenz für die Entdeckung der glatten Muskelzellen besitzen, dürfte diese Frage auch unentschieden bleiben.“

Während dieser Forscher also die Frage nach dem Vorkommen von glatten Muskelzellen in der Intima Aortae unentschieden lässt, geben andere, so Clavier (76) und Berladsky (78) an, solche in der Intima der Aorta abdominalis gesehen zu haben. Thoma (83) geht in dieser Beziehung noch weiter und giebt an, wie wir bereits gesehen haben, dass spärliche glatte Muskelzellen in der Intima der in Rede stehenden Arterie schon beim Fötus und Neugeborenen vorkommen. Im extrauterinen Leben sollen sie sich sehr stark vermehren. Sie befinden sich hauptsächlich in den der Media benachbarten Partien der Intima und bilden dort zusammen mit den elastischen Fasern, die hier ebenfalls stark entwickelt sind, seine „elastisch-muskulöse“ Schicht der Intima. Diese Schicht soll in allen Arterien der Nabelblutbahn vorkommen, also auch in der Aorta descendens; in der Aorta ascendens sei sie nur schwach entwickelt, mit Ausnahme des Theiles, der oberhalb der Klappen liegt.

Auch Bardeleben (78), der das Vorkommen von glatten Muskelfasern in den menschlichen Gefässen zum Gegenstand einer ausführlichen Untersuchung gemacht hat, beschreibt in der Aorta descendens, in der Nähe der *Elastica externa*, aber auch in den mehr nach innen liegenden Partien der Intima eine innere „Längsmuskelzone“, die theils aus einer, theils aus mehreren Reihen von Längsmuskelfasern besteht.

In der Media besitzt die Muskulatur zum grössten Theil eine circuläre oder annähernd circuläre Richtung, doch findet sich auch solche von longitudinaler und schräger Richtung. Die ersten Angaben über die letzteren verdanken wir, wie Bardeleben (78) mittheilt, Max Schultze (49). von Ebner (70), der den Faserverlauf der Muskulatur in der Media genauer verfolgt hat, findet ebenfalls neben circulären auch schräge und longitudinal verlaufende Fasern. Am zahlreichsten sollen jedoch diejenigen Fasern vertreten sein, die mit der „Querachse“ des Gefässes einen Winkel von 25° — 35° bilden. An der äusseren Grenze der Aortenmedia beobachtete er regelmässig längsverlaufende Muskelfasern. Auch Bresgen (75), der sich mit dem Bau der Adventitia beschäftigt hat und nebenbei auch die Media

berücksichtigt, giebt an, in der letzteren längsverlaufende Muskelbündel gesehen zu haben, wie aus dem Folgenden hervorgeht:

„In der Aorta thoracica sowohl, wie auch abdominalis fand ich in der mächtigen Media neben Ringmuskulatur stets Längsmuskelfasern und auch solche von schräger Richtung in von häutigen elastischen Fasernetzen getrennten Schichten.

Entweder waren die Längs- und Schrägfasern in eigenen Lagen von kleineren oder grösseren Dimensionen oder in einzelnen Fasern zahlreich oder in geringerer Menge eingesprengt. Die Muskelfasern lagen, je nachdem die elastischen Zwischenlagen mehr oder weniger entwickelt sich zeigten, näher oder entfernter beisammen.“ Bardeleben (78) findet ebenfalls in der Media zahlreiche Längsmuskelfasern, die entweder vereinzelt oder zu Bündeln vereinigt hauptsächlich nach beiden Rändern derselben hin auftreten. „Die Grenzen der Media werden durch solche Verhältnisse so undeutlich, dass dieselben oft nur noch künstlich, willkürlich festzustellen sind.“ Diese Angabe wird auch von Thoma (83) bestätigt, der schon in der Aortenmedia eines 5jährigen neben den circulär verlaufenden Muskelfasern auch „vereinzelte oder in kleine Gruppen vereinigte, gleichfalls muskulöse und elastische Längsfasern sah. In grösserer Zahl erscheinen letztere am rechten Umfange des Gefässes, wo durch sie die Grenze zwischen Intima und Media verwischt wird.“

Am meisten widersprechen sich die Ansichten der Autoren über das Vorkommen muskulöser Elemente in der äusseren Schicht der Aorta, in der Adventitia. Der erste, der sie hier gesehen haben will, ist Remak (50). Von Kölliker (67) leugnet ihr Vorkommen in allen Gefässen mit Ausnahme der Gefässe des Ovarienhilus. Berladsky (78) findet in der Adventitia, an ihrer Grenze gegen die Media, longitudinale Muskelbündel, was auch Bardeleben (78) später bestätigt hat. Thoma (83) dagegen konnte sie nur in einigen anderen Arterien nachweisen, so in der A. iliaca communis, externa und interna und in der Umbilicalis; in den anderen Gefässen glaubt er sie deshalb nicht gesehen zu haben, weil er „bei dem Freipräpariren der Gefässe die bindegewebigen Umhüllungen zu scharf abtrennte.“

Ich hatte bei der Stellungnahme zu dieser Frage vor allen erwähnten Autoren den Vorzug, dass ich nicht ausschliesslich auf die Form der Kerne angewiesen war, die, wie Key-

Åberg (81) ganz richtig bemerkt, den Muskelkernen sehr ähnlich sein können und doch Bindegewebszellen angehören: in der Unna'schen (94) resp. van Gieson'schen Methode besass ich ein Mittel, das mir gestattete, schon durch die Farbe alles, was Muskulatur ist, von Bindegewebe trennen zu können. Konnte ich aber in einer gelb¹⁾ gefärbten Partie auch lange, stabähnliche Kerne auf dem Längsschnitte und runde auf dem Querschnitte nachweisen, so war der Muskelcharakter derselben sichergestellt. Durch Combination dieser Methoden ist es mir gelungen, für die Aorta der untersuchten Individuen Folgendes festzustellen:

1. In allen Schichten (mit Ausnahme der inneren Partie der Media bei der 70jährigen Frau, cf. p. 595) ist von einer Längsmuskelzone nichts nachzuweisen.

2. In der Intima finden sich vereinzelte Längsmuskelbündel, welche zerstreut in der interlamellären Schicht in der Nähe der äusseren Lamelle der *Elastica interna* liegen; von einer elastisch-muskulösen Schicht im Sinne Thoma's war nichts zu sehen.

3. In der Media finden sich schräg und longitudinal verlaufende Muskelbündel in allen Schichten; wie sie aufzufassen sind, habe ich wiederholt bei der Beschreibung des Aortenbaues betont.

4. Die Adventitia besitzt keine Muskulatur, weder circular noch längs verlaufende Bündel.

Ebenso unentschieden, wie die Frage nach dem Vorkommen von Längsmuskelbündeln in der Aortenwand zur Zeit ist, war bis -vor kurzem noch die nach dem Vorhandensein von fibrillärem Bindegewebe in derselben.

Was zunächst die Intima anlangt, so erwähnt Henle (41) bei der Schilderung ihres Baues nichts von Bindegewebe und Remak (50) findet es nur bei einzelnen Arterien. Kölliker (67) nimmt an, dass nur in den grössten Arterien Bindegewebe in der Intima nachzuweisen ist. Letztere besteht nach ihm aus dem Epithel (Endothel) und den „streifigen Lagen“, die entweder homogen oder fibrillär sind und am meisten dem Bindegewebe ähnlich sind; sie werden von elastischen Fasernetzen durchzogen,

1) Beide oben genannte Methoden färben Muskulatur gelb, Bindegewebe roth.

die in der Regel von innen nach aussen dichter und in ihren Elementen stärker werden, so dass sie an der Grenze ein Netzwerk bilden, das der elastischen Innenhaut der kleineren Arterien gleichkommt. Risse (53) erklärt jedoch das Bindegewebe für einen normalen Bestandtheil der Intima, was auch Langhans (66), der die Aorta descendens untersuchte, bestätigen konnte. Im Gegensatz zu diesen scheint wiederum v. Ebner (70) nichts von fibrillärem Bindegewebe in der Intima Aortae beobachtet zu haben. Nach Heubner (74) soll die Intima der Aorta aus 6—10 leicht gewellten, streifigen Platten bestehen, die sich verschiedenartig untereinander kreuzen; diese Platten schienen ihm den Bindegewebsbündeln sehr ähnlich zu sein.

Einen bedeutenden Fortschritt zeigen die Untersuchungen von Ranvier (75) in Bezug auf den in Rede stehenden Gegenstand; derselbe fand die Aortenintima aus zwei Schichten zusammengesetzt: einer inneren — von vorwiegend bindegewebigem Charakter und wenigen, longitudinal verlaufenden, elastischen Fasern und einer äusseren — von vorzüglich elastischer Natur und wenigem Bindegewebe. Diese zwei Schichten konnte auch Ehrenreich (80) nachweisen; derselbe beschreibt in der Aorta des Neugeborenen unter dem Endothel eine faserige Bindegewebslage mit ziemlich dicht nebeneinander liegenden Zellen. Durch Entwicklung reichlicher Intercellularsubstanz und Auftreten neuer Bindegewebslamellen soll nach ihm die Intima mit zunehmendem Alter an Dicke gewinnen. Key-Åberg nennt die innere Schicht (die „couche interne“ Ranvier's) „subendotheliale Schicht“. Die äussere Begrenzung dieser Schicht bilden die ersten deutlich longitudinal verlaufenden elastischen Fasern¹⁾.

Eine ganz andere Stellung nimmt zu dieser Frage Thoma (83) ein: ausgehend von dem Standpunkte, dass jede Bindegewebswucherung der Intima dadurch zu Stande komme, dass zwischen der durchfliessenden Blutmenge und dem Gefässquerschnitt ein Missverhältniss eintritt, das entweder durch den Wegfall eines Gefässgebietes oder durch Abnahme der Widerstandsfähigkeit der Gefässwände und die dadurch entstehende Stromverlangsamung hervorgerufen wird, erklärt er das Auftreten von

1) Diese Bezeichnung entspricht der unsrigen, obgleich sie von einem anderen Standpunkte aus aufgefasst wird.

Bindegewebe in der Intima des Neugeborenen als einen ausschliesslich extrauterinen Vorgang, welcher durch den Wegfall des Placentarkreislaufes und die Obliteration des Ductus Botalli bedingt ist. Demgemäss findet er beim Fötus die Intima aller Arterien mit Ausnahme der Theilungsstellen derselben, denen er eine ganz besondere, hier nicht näher zu erörternde Funktion und in Abhängigkeit davon auch einen ganz anderen Bau zuschreibt, nur aus *Elastica interna* und Endothel bestehend. Nach der Geburt tritt in der Intima der Nabelblutbahnarterien die allmähliche Bindegewebsneubildung auf und zwar pflanzt sich letztere von zwei Seiten auf die Aorta descendens fort: von der obliterirenden A. umbilicalis einerseits und dem Ductus Botalli andererseits. Die ausserhalb der Nabelblutbahn liegenden Arterien, also z. B. die Aorta, sollen nach diesem Autor kein Bindegewebe in ihrer Intima besitzen (mit Ausnahme der Region der Seminularklappen); hier soll die „elastisch-muskulöse“ Schicht stark entwickelt sein.

Was nun das Vorkommen von Bindegewebe in der Media anlangt, so leugnet Henle (41) dasselbe, ebenso erwähnen Donders und Jansen (48) Bindegewebe nur in ihrer „*Tunica elastica conjunctiva*“, während dagegen Max Schultze (49) sich von dem Vorhandensein von Bindegewebe auch in den tiefen Schichten der Media überzeugen konnte und Kölliker (67) angibt, dass es sich zwischen den Muskeln und elastischen Fasern in der Media grösserer Arterien vorfinde. Gimbert (65) spricht von einer „*substance amorphe*“, die elastisch sein soll, die jedoch von Kölliker als ganz gewöhnliches Bindegewebe angesehen wird. v. Ebner (70) scheint über das Vorkommen von Bindegewebe in der Aortenmedia des Erwachsenen ebenfalls nicht in's Klare gekommen zu sein: in den äusseren und mittleren Schichten, in welchen auch Gefässe verlaufen, sah er fibrilläres Bindegewebe; in den inneren Schichten fand er zwischen den Muskeln und elastischen Fasern „eine Substanz, die feinkörnig oder fast homogen erscheint, auf Zusatz von Essigsäure aufquillt, abblasst und fast unsichtbar wird, dann mit Natronlauge behandelt wieder zusammenschrumpft und sichtbar wird, um bei Anwendung von überschüssigem Alkali abermals aufzuquellen.“ Eine fibrilläre Structur konnte er in dieser Substanz nicht sehen. „Wenn man von einer gekochten und getrockneten Aorta dünne Querschnitte

anfertigt“, sagt er ferner, „und dieselben mit verdünnter Carminlösung und Pikrinsäure imbibirt, so findet man ausser dem Bindegewebe der Adventitia und den Muskelkernen in der ganzen Media eine Substanz roth gefärbt, welche die Zwischenräume zwischen den blassgelb gefärbten, elastischen Fasern und den dunkelgelben Muskeln ausfüllt. Was es mit dieser Substanz für eine Bewandtniss hat, weiss ich vorderhand nicht anzugeben, doch lässt sich die Aehnlichkeit mit gewissen Formen des embryonalen Bindegewebes nicht verkennen.“ In der Aorta von Kindern konnte v. Ebner aus allen Schichten, wo Muskeln sich finden, wellige Fasern von 2—3 μ Durchmesser isoliren, die etwas blässer als elastische Fasern sind und bald glatt, bald uneben erscheinen. Frisch zeigen sie keine Streifung, durch Behandlung mit Essigsäure und Natronlange quellen sie auf und zeigen dann eine Streifung. Er hält diese Gebilde für Bindegewebsstreifen.

Was mich anlangt, so glaube ich mich auf Grund der erwähnten Methoden von dem Vorkommen von intermuskulärem Bindegewebe in allen Schichten der Aortenwandung überzeugt zu haben. Durch sie konnte ich das Vorhandensein desselben beim Neugeborenen nachweisen. Allerdings war es hier noch in sehr geringer Menge vorhanden und lag in Form von feinen Streifchen den concentrischen Fasern an. Die Menge des Bindegewebes nimmt hier mit der Entfernung von der Adventitia ab. Bei den von mir untersuchten Erwachsenen fand ich sowohl in der Aorta ascendens (also unabhängig von der Nabelblutbahn Thoma's), als auch in der Aorta descendens reichliche Bindegewebsmengen. In der Media liegt dasselbe mit constanter Regelmässigkeit zwischen je zwei Muskelschichten und schliesst eine concentrische elastische Lamelle ein, von der die Verbindungsfasern durch dasselbe hindurch und durch die Muskulatur zu den benachbarten concentrischen Lamellen hinziehen (Fig. 5 Taf. XXXI). In der Adventitia bildet es den hauptsächlichen Bestandtheil.

Nun noch einige Worte über den dritten Bestandtheil der Aorta — über das elastische Gewebe. Dasselbe ist von allen Autoren in übereinstimmender Weise beobachtet worden. So besteht, wie auch ich mich überzeugen konnte, in der Intima ausser der *Elastica interna*, die in zwei Lamellen gespalten ist, von denen die innere ihrerseits in einige Reihen longitudinal

verlaufender Fasern aufgelöst ist, sowohl im Stratum subendotheliale, als auch im Stratum interlamellare ein Netz von feinen Fäserchen. In dem ersteren haben sie vorwiegend eine circuläre Richtung, in dem letzteren eine longitudinale. In der Media sind die elastischen Elemente aus Platten oder Lamellen zusammengesetzt, die ich ihrer charakteristischen Anordnung wegen „concentrische elastische Lamellen“ nennen will. Zwischen denselben befindet sich, wie wiederholt betont wurde, ein Netz von „Verbindungsfasern“, die theils eine zur Längsachse annähernd parallel verlaufende Richtung haben, theils Querfasern sind, d. h. in der zur Längsachse annähernd senkrechten Ebene verlaufen. Letztere Fasern sind bis jetzt, wie mir scheint, nicht scharf genug hervorgehoben worden, obgleich sie vielleicht einen ebenso grossen Bestandtheil des Elastins der Media bilden, wie die concentrischen Lamellen selbst.

In der Adventitia Aortae sind die elastischen Fasern nicht so zahlreich, wie in anderen Gefässen. Sie haben in den inneren Parteen derselben eine mehr longitudinale Richtung (Stratum elasticum longitudinale), in den äusseren eine mehr circuläre (Stratum elasticum circulare). Doch lassen sich, wie bereits mehrfach erwähnt, diese beiden Schichten nicht scharf voneinander trennen, sondern gehen allmählich ineinander über.

Werfen wir einen kurzen Rückblick auf die geschilderten Verhältnisse, so sehen wir zunächst in Bezug auf die Altersveränderungen, dass

1. die Intima und Media mit zunehmendem Alter an Dicke zunehmen;
2. die Dickenzunahme bis zum erwachsenen Zustande am stärksten ist, was ja ganz natürlich ist, dass sie aber auch später weiter geht, wenn auch in weit geringerem Maasse und allmählich immer abnehmend;
3. die Dickenzunahme der Media relativ geringer ist als die der Intima;
4. die Dickenzunahme der beiden Schichten auf ein weiteres Wachsthum der beim Neugeborenen schon vorhandenen Bestandtheile zurückzuführen ist;
5. ein Theil der concentrischen elastischen Lamellen der Media in den späteren Jahren sich in Elacin umwandelt, und
6. in der Media, in der Nähe der äusseren Lamelle der

Elastica interna eine Zone sich in unbekannter Weise verändert, eine Veränderung, die sich durch eine grössere Fähigkeit polychromes Methylenblau aufzunehmen kund giebt (betreffs 5 und 6 siehe „Carotis“).

In Bezug auf die der Aorta speciell zukommenden Structurverhältnisse können wir Folgendes sagen:

1. Dass in keiner Schicht derselben (mit alleiniger Ausnahme der Media der 70jährigen Frau, p. 595) eine Längsmuskelschicht beobachtet werden kann; ebensowenig eine „elastisch muskulöse Schicht“ in der Intima.

2. Dass in der Media neben den vorherrschenden, rein circulären Muskelfasern sich auch vielfach schräg verlaufende vorfinden, die mit den ersteren einen mehr oder minder spitzen Winkel, mitunter sogar einen dem rechten sich nähernden bilden. Solche longitudinale Bündel können in der Media in allen Schichten vorkommen; in der Intima findet man ebenfalls, aber nur in der interlamellären Schicht, in der Nähe der äusseren Lamelle der Elastica interna schräg und longitudinal verlaufende Bündel.

3. Dass in der Adventitia Aortae keine Muskulatur vorzukommen scheint.

4. Dass Bindegewebe schon beim Neugeborenen in allen Schichten der Aortenwandung nachzuweisen ist.

5. Dass dasselbe meist interlamellär ist, d. h. zwischen je zwei Muskellagen eine Bindegewebslage vorhanden ist, durch deren Mitte die concentrische Lamelle verläuft.

6. Dass in der Adventitia ein Stratum elasticum longitudinale — nach innen gelegen und ein Stratum elasticum circulare — nach aussen, wenn auch nicht ganz scharf, unterschieden werden kann.

Wir werden bald sehen, dass alle hier aufgestellten Sätze zum grössten Theil auch für zwei der wichtigsten Aeste der Aorta — die A. subclavia und A. carotis communis beibehalten werden können.

II. A. subclavia.

Im Anschluss an die Aorta will ich nun in wenigen Worten auch den Bau der Subclavia berühren. Diese Arterie verhält sich sowohl während des intra- als auch während des extra-

uterinen Lebens der vorigen äusserst ähnlich. Ueber ihre Entwicklung finden wir nur bei Thoma (83) einige Angaben, da Aschoff bloss die Aorta, Carotis, Brachialis und Femoralis untersucht hat. Ersterer konnte, wie bereits erwähnt, bei dem jüngsten von ihm untersuchten Embryo im Aortensystem die drei Arterienhäute unterscheiden; die Intima bestand bei der in Rede stehenden Arterie ausschliesslich aus einer leicht gefalteten elastischen Membran und einer dünnen Endothelschicht. Während die Media Aortae in diesem Alter nach Thoma's (83) Angaben aus einer grossen Anzahl circular verlaufender elastischer Lamellen zusammengesetzt erschien, waren in den Seitenzweigen derselben die elastischen Lamellen nur wenig zahlreich oder fehlten vollständig. Die Adventitia erscheint als eine dicht gewebte bindegewebige Schicht, die etwa $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ so gross ist, wie die Media. Ihre inneren Schichten sind reich an elastischen Fasern und gehen ohne scharfe Grenze in die äussere Lage der Media über. In der äusseren Partie finden sich Vasa vasorum.

Bei den beiden anderen Embryonen, die Thoma untersucht hat (30—33 Wochen alt) waren die Verhältnisse ebenso, nur stärker ausgesprochen. Die *Elastica interna* fand er häufig in mehrere Blätter aufgelöst.

1. Subclavia des Neugeborenen.

Die Intima ist 5μ dick und besteht aus einer dünnen, sich wenig von den concentrischen Lamellen der Media abhebenden elastischen Innenhaut. Zwischen ihr und dem Endothel findet man, wie bei der Aorta, an einzelnen Stellen Andeutungen einer subendothelialen Schicht: feine Bindegewebsstreifen ohne elastische Fasern. Die Dicke der Media beträgt 306μ . In derselben lassen sich 38—42 elastische concentrische Lamellen erkennen, von welchen die inneren häufig unterbrochen erscheinen und sich schwer durch das ganze Gefässlumen verfolgen lassen, während die äusseren etwas dicker und zusammenhängender sind. Zahlreiche Verbindungsfasern gehen nach den verschiedenen Richtungen hin. Im Verhalten der Muskulatur und des Bindegewebes kann kein Unterschied von dem der Aortenmedia des Neugeborenen beobachtet werden.

Die Adventitia hat denselben Bau, wie die oben beim Fötus beschriebene. Sie besteht hauptsächlich aus der *Elastica*

externa, Bindegewebe und in den inneren Partien aus longitudinal gerichteten elastischen Fasern (Stratum elasticum long.), in den äusseren aus circulär verlaufenden (Stratum elasticum circulare). Vasa vasorum finden sich in der ganzen Adventitia.

2. Subclavia eines 16jährigen Knaben.

Die Dicke der Intima dieser Arterie beträgt $48\ \mu$. Sie hat denselben Bau, wie die der Aorta, nur fehlen ihr die bei letzterer beschriebenen und in Fig. 5 Taf. XXXI abgebildeten longitudinalen Muskelbündel in der Nähe der Lamina externa der elastischen Innenhaut. Die interlamelläre Schicht besteht somit nur aus Bindegewebe mit elastischen Fasern, welche dieselbe Richtung wie bei der Aorta haben.

Dagegen unterscheidet sich die Media bei diesem Individuum von der der Aorta durch eine grössere Anzahl parallel zur Längsachse des Gefässes gerichteter Muskelfasern, welche sich hauptsächlich in der inneren Partie concentriren und hier eine zusammenhängende Schicht bilden. Ausserhalb dieser Schicht tritt keine Abweichung von dem Bau der Aorta auf. Die Zahl der concentrischen elastischen Lamellen beträgt 37. Die Dicke der ganzen Media $510\ \mu$.

Ebenso lässt sich in der Adventitia keine Abweichung von der der Aorta finden.

3. Subclavia eines 50jährigen Mannes.

Die Intima lässt alle die Schichten erkennen, die wir schon häufig erwähnt haben: Unter dem Endothel die subendotheliale Schicht mit vorwiegend circulär verlaufenden elastischen Fasern, dann die in einige Reihen längsgerichteter Fasern aufgelöste innere Lamelle der Elastica interna, hinter dieser die interlamelläre Schicht von bindegewebiger Natur mit longitudinalen elastischen Fasern, endlich die äussere Lamelle der Elastica interna. Die Dicke der Intima ist $165\ \mu$.

In der Media, die $682\ \mu$ misst, finden wir dieselbe Erscheinung wie beim vorher beschriebenen Individuum: in der Nähe der äusseren Lamelle der Elastica interna eine ziemlich dicke Schicht längsgerichteter Muskelfasern. Die Zahl der concentrischen elastischen Lamellen beträgt 48. Dieselben liegen

weiter auseinander, sind viel feiner als die der Aortenmedia desselben Individuums, die Verbindungsfasern liegen ebenfalls nicht so dicht nebeneinander, dadurch entsteht zwischen je zwei concentrischen Lamellen ein ziemlich grossmaschiges Netz, das die Muskulatur und das Bindegewebe durchzieht. Letzteres ist im Vergleich zur Aorta in grösseren Mengen um die Muskelbündel herum gelagert.

Die Adventitia hat den bekannten Aortentypus.

4. Subclavia einer 70jährigen Frau.

Die Intima ist $174,8\mu$ dick und stimmt vollkommen in ihrem Bau mit der vorherbeschriebenen überein.

Die Media ist 711μ dick und hat im Allgemeinen den Aortentypus. Die bei den beiden vorherbeschriebenen Individuen beobachtete Längsmuskelschicht tritt hier nicht so klar als Schicht zu Tage, vielmehr sind es hier einzelne Bündel, die sich in der Nähe der Intima localisiren und eine bald schräge, bald longitudinale Richtung aufweisen. Die 33—36 concentrischen elastischen Lamellen zeigen an verschiedenen Stellen, ebenso wie die des vorher beschriebenen Individuums, eine theilweise Umwandlung in Elacin. Desgleichen treten bei den beiden letztgenannten Individuen bei der Färbung mit polychromem Methylenblau an verschiedenen Stellen der Media die bereits bei der Aorta erwähnten, intensiv blau gefärbten Parteen von Bindegewebe und Muskulatur auf.

Die Adventitia lässt keine Besonderheiten erkennen.

Versuchen wir nun die Veränderungen, welche die einzelnen Schichten mit zunehmendem Alter durchmachen, klar zu legen und beginnen wie beim vorigen Gefässe mit der Betrachtung ihrer Dickenverhältnisse. Eine tabellarische Zusammenstellung der einzelnen Maasse wird auch hier die Uebersicht erleichtern:

Alter	Intima	Media
Neugeborener . .	5μ	306μ
16jähriger Knabe .	48μ	510μ
50jähriger Mann .	165μ	682μ
70jährige Frau . .	$174,8\mu$	711μ

Nach dieser Tabelle beträgt die Dickenzunahme der Intima:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 43 μ oder 860%;
2. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum 16jährigen Knaben 117 μ oder 243,7% (gegenüber 127 μ oder 235,2% der Aorta);
3. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne 9,8 μ oder 5,3%.

Die Dickenzunahme der Media:

1. beim 16jähr. Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 204 μ oder 66%;
2. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum 16jährigen 172 μ oder 34% (gegenüber 219 μ oder 25 % der Aorta);
3. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jähr. Mann 29 μ oder 4,2%.

Endlich verhält sich die Dickenzunahme der Intima im Vergleich zu der der Media:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen wie 13 : 1;
2. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum 16jähr. Knaben wie 7,1 : 1 (gegenüber 9,4 : 1 bei der Aorta derselben Individuen);
3. bei der 70jähr. Frau im Vergleich zum 50jähr. Manne wie 1,26 : 1.

Wir sehen somit aus diesen verschiedenen Berechnungen, dass alle oben bei der Aorta aufgeführten Sätze in Bezug auf Dickenzunahme der einzelnen Schichten auch für diese Arterie Gültigkeit haben, vorausgesetzt wiederum, dass hier keine individuellen Verschiedenheiten im Spiele sind. Ausserdem finden wir, dass die relative Dickenzunahme der Intima im Vergleich zur Media bei der Aorta stets eine grössere ist als bei der Subclavia, was vielleicht mit der Abnahme des Blutdruckes in der letzteren Arterie gegenüber der Aorta in Zusammenhang gebracht werden kann. Auch in Bezug auf das Gewebe, durch dessen Vermehrung die Vergrösserung der einzelnen Schichten zu Stande kommt, stimmt die Subclavia mit der Aorta überein. Auch hier finden wir in der Intima des 16jährigen Knaben sowohl eine subendotheliale, als auch interlamelläre Schicht, die mit zunehmendem Alter auch an Dicke zunehmen, während beim Neu-

geborenen nur Spuren der subendothelialen Schicht zu constatiren sind. Dasselbe gilt auch von der Media, wo das interlamelläre Bindegewebe im höheren Alter (beim 50jährigen Manne und bei der 70jährigen Frau) die Muskulatur an Menge zu überwiegen scheint.

Auch die Zahl der concentrischen elastischen Lamellen verhält sich bei den verschiedenen Altersstufen so, wie bei der Aorta. Wir finden nämlich:

beim Neugeborenen in der Media	38—42	<i>El. c. L.</i>
beim 16jährigen Knaben	" 37—40	" " "
beim 50jährigen Manne	" 48	" " "
bei der 70jährigen Frau	" 33	" " "

woraus geschlossen werden kann, dass auch hier keine gesetzmässige Zunahme der elastischen Lamellen mit zunehmendem Alter stattfindet, sondern bei verschiedenen Individuen verschiedene Mengen sich vorfinden können.

Was nun den speciellen Bau dieser Arterie anlangt, so finden wir in der Litteratur nur wenig Angaben darüber. Thoma (83) beschreibt sie im Zusammenhang mit der Aorta und findet bei ihr, wie bei der letzteren, in der Intima zwischen dem Endothel und der *Elastica interna* elastisch-muskulöse Schichten eingeschoben, die in den ersten zwei Lebensjahren nach der Geburt nicht merklich an Ausdehnung und Mächtigkeit gewinnen, während sie im fünften Lebensjahre schon relativ mächtig sind (namentlich an den Theilungs- und Verästelungsstellen).

Desgleichen giebt Bardeleben (78) an, dass die Subclavia sich durch grossen Reichthum an Längs- und Spiral-muskeln auszeichnet, und beschreibt „nach innen von der Media“ eine Zone von Längsmuskeln, die 3—4 Reihen Muskelfasern enthält, die zwischen 3 elastischen Platten liegen; ausserdem erwähnt er noch eine 0,27 mm breite Schicht in der inneren Längsfaserschicht (innere Theil der Intima). Wie aus der Beschreibung des Baues dieser Arterie bei den einzelnen Individuen hervorgeht, konnte ich nirgends in der Intima Längsmuskelbündel auffinden, dagegen liess sich bei den drei letztbeschriebenen Individuen dicht hinter der ersten concentrischen Lamelle in der Media eine etwa 6 μ breite Schicht von schräg- und längsver-

laufenden Muskeln constatiren, was auch von den beiden oben genannten Autoren erwähnt wird. Bardeleben fand sogar in der Media die Längsmuskulatur stärker entwickelt als die schräg- und querverlaufenden Muskeln. Während die ersteren nach seinen Angaben eine Breite von 0,4 mm besitzt, sind die letzteren nur 0,27 mm breit. Dieses trifft jedoch für die von mir untersuchten Individuen keineswegs zu. Ob in der Adventitia Längsmuskulatur vorhanden ist, kann Thoma nicht angeben, bei allen von mir untersuchten Individuen war eine solche in der Adventitia nicht zu finden.

Aus dieser Schilderung geht somit, kurz zusammengefasst, Folgendes hervor:

1. In Bezug auf die durch das Alter bedingte Dickenzunahme gleicht die Subclavia vollkommen der Aorta, d. h. auch bei ihr nehmen mit zunehmendem Alter die beiden inneren Schichten an Dicke zu und zwar ist auch hier die relative Dickenzunahme der Intima stärker als die der Media.

2. Die relative Dickenzunahme der Intima im Vergleich zur Media ist bei der Subclavia kleiner als bei der Aorta und zwar ist das Verhältniss folgendes:

- a) beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen wie 1:1,93;
- b) beim 50jährigen Manne im Vergleich zum 16jährigen Knaben wie 1:1,32 und
- c) bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne wie 1:1,1.

3. Die Dickenzunahme aller Schichten geschieht durch Wachstum der beim Neugeborenen schon vorhandenen Bestandtheile.

4. Im höheren Alter wandelt sich ein Theil des elastischen Gewebes in Elacin um; ausserdem tritt noch eine andere Veränderung ein, die sich dadurch kennzeichnet, dass einige Stellen der zwischen den elastischen Fasern gelegenen Schichten von Muskulatur und Bindegewebe polychromes Methylenblau stärker aufnehmen als die anderen.

In Bezug auf den Bau können wir zunächst sagen:

1. dass die Subclavia sich im Grossen und Ganzen analog der Aorta gebaut zeigt;

2. dass sie jedoch im Gegensatz zu dieser in der Media, in der Nähe der Lamina externa der Elastica interna eine Zone längsverlaufender Muskelbündeln aufweist, welche sich bei allen Individuen mit Ausnahme des Neugeborenen auffinden lässt;
3. dass die Adventitia keine Muskulatur besitzt.

III. A. carotis communis.

1. Die embryonale Entwicklung derselben.

Dieselbe schliesst sich nach Aschoff (92) in den wesentlichen Punkten dem Entwicklungsgange der Aorta genau an, deshalb kann sich ihre Beschreibung auf einige Entwicklungsstufen beschränken.

Während die Aorta, wie wir oben gesehen haben, beim jüngsten von Aschoff untersuchten Embryo von der Gesamtlänge von 4,3 cm bereits drei Schichten erkennen liess, zeigt die Carotis bei demselben Embryo nur die beginnende Differenzirung ihrer Wandung: das mit Blut gefüllte Lumen ist von einem deutlich erkennbaren Endothel umgeben; nach aussen vom letzteren findet sich eine concentrisch angeordnete Reihe von Kernen; die übrigen Kerne sind unregelmässig in der Umgebung vertheilt. Noch im selben Monat vollzieht sich jedoch die hier begonnene Differenzirung vollständig: bei einem Embryo von der Gesamtlänge von 5,6 cm (Scheitel bis Steiss 4,3) zeigt die Carotis nach aussen vom Endothel eine glashelle Membran, deren Beschaffenheit Aschoff nicht genauer bestimmen konnte. Dann folgen zwei oder drei dichtgedrängte Reihen von runden oder ovalen Kernen, die in einer homogenen Grundsubstanz eingebettet liegen, endlich einige Reihen von verschiedenartig geformten, weiter auseinanderstehenden Kernen. Es lassen sich somit die drei Schichten: Intima, Media und Adventitia schon hier unterscheiden. Das Gleiche findet sich bei den zwei übrigen Embryonen, welche dem dritten Schwangerschaftsmonat angehören. Bei dem letzten von der Gesamtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm) treten in der Adventitia Vasa vasorum auf.

Im vierten Monat, bei einem Embryo von 16,7 cm Gesamtlänge (Scheitel bis Steiss 10,5 cm), ist die hinter dem Endothel

liegende *Elastica interna* scharf ausgebildet, jedoch relativ wenig gefaltet. Die *Media* besteht aus ca. 7 Reihen meist ovaler Kerne; die einzelnen Kernreihen sind durch elastische Lamellen geschieden. Gegen die *Adventitia* hin ist die *Media* meist scharf abgegrenzt, nur sind ihre Kerne grösser als die der *Adventitia*. Letztere haben ebenso wie die Grundsubstanz vorwiegend eine longitudinale Richtung.

Dasselbe Bild, nur schärfer ausgeprägt, zeigt die *Carotis* eines fünfmonatlichen Embryo von der Gesamtlänge von 18,5 cm (Scheitel bis Steiss 10,0).

Beim folgenden Embryo von 28,0 cm Gesamtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0) beobachtete Aschoff eine Veränderung der *Carotisintima*, die darin bestand, dass an einzelnen Stellen zwischen Endothel und *Elastica interna* eine kernhaltige Schicht eingeschoben war, wodurch eine Verdickung eintrat; dieselbe besteht nicht aus elastischem Gewebe, dagegen spricht die von ihm angewandte Fuchsinfärbung. Ob die darin enthaltenen Kerne als Muskelkerne oder Bindegewebskerne aufzufassen sind, konnte er nicht entscheiden.

Das weitere Wachstum der einzelnen Schichten geschieht durch Vermehrung der einzelnen Elemente: Die Kerne und elastischen Lamellen der *Media* nehmen an Zahl und Dicke zu, doch ist diese Zunahme sehr unregelmässig; die elastischen Lamellen sind in den äusseren Partien dicker und dichter als in den inneren. — Auch die *Adventitia* geht Veränderungen ein. So sieht man bei einem Embryo von 28,6 cm Gesamtlänge (Scheitel bis Steiss 17,5) in derselben dicht an der Grenze der *Media* zahlreiche longitudinal verlaufende, feine elastische Fäserchen auftreten, die sich bei den folgenden Embryonen verstärken und deutlicher werden. Die vorhin erwähnte Verdickung der *Intima* findet sich bei einem Embryo von der Gesamtlänge von 46,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm) wieder. Etwa in der Ausdehnung eines Drittels des Gefässumfanges ist sie zu beobachten. Ihre Beschaffenheit ist dieselbe wie bei dem vorigen Embryo, nur liegen in den äusseren Theilen dieser Schicht, dicht an der *Elastica interna*, einige longitudinale, zarte elastische Fäserchen.

Ob diese Schicht die von Thomas angenommene „elastisch.

muskulöse“ Schicht ist oder nicht, lässt A s c h o f f dahingestellt sein. Th o m a (83) selbst beschreibt in der Carotis communis in der Nähe des Aortenbogens resp. der Anonyma einen etwas complicirteren Bau der Intima: die *Elastica interna* ist nach ihm an dieser Stelle in zwei bis drei Lamellen gespalten, „zwischen denen Zellen auftreten, die nach ihrer ganzen Erscheinung sich als glatte Muskelfasern deuten lassen“.

An diese Untersuchungen schliessen sich nun meine Beobachtungen über den Bau der Carotis communis in verschiedenen Altersstufen an. Auch ich werde mich kurz fassen können, da der Bau dieses Gefässes im Grossen und Ganzen demjenigen der Aorta mehr oder weniger entspricht.

2. Die Carotis communis des Neugeborenen.

Die Intima ist ca. 3μ dick und besteht an den meisten Stellen des Gefässumfanges nur aus der dem Endothel unmittelbar aufliegenden einblättrigen *Elastica interna*. Letztere ist überall deutlich zu erkennen und hebt sich durch ihre Dicke von den benachbarten feineren, concentrischen, elastischen Lamellen der Media ab. Sie ist im Vergleich zu den elastischen Innenhäuten anderer Gefässe, z. B. der später zu beschreibenden A. iliaca communis, weniger geschlängelt und nicht so dick wie jene. Wie bei der Aorta und der Subclavia des Neugeborenen, so finden wir auch hier an einzelnen Stellen zwischen dem Endothel und der *Elastica* eine bindegewebige subendotheliale Schicht eingeschoben, die aber sehr zart ist und an keiner Stelle des Gefässumfanges eine beträchtlichere Ausdehnung gewinnt.

Die Media ist etwa 286μ dick und zeigt überall den Aortentypus: sie besteht aus etwa 22—26 concentrisch verlaufenden elastischen Lamellen, zwischen denen Muskulatur und Bindegewebe in der oben beschriebenen Anordnung eingeschlossen sind. Das Bindegewebe ist noch sehr zart und nur an gut gelungenen Präparaten zu erkennen. Zwischen je zwei elastischen Lamellen lässt sich ein Netz von feinen elastischen Verbindungsfasern deutlich erkennen.

Die Adventitia ist ca. 548μ dick und besteht aus collagenem Bindegewebe und elastischen Fasern. Letztere sind vorwiegend longitudinal gerichtet, nur in den äusseren Parteen der Adventitia sind auch solche von circulärer Richtung vor-

handen. Eine scharfe Trennung der Adventitia in zwei Schichten (in das Stratum elasticum longitudinale und circulare) ist auch hier, wie bei der Aorta, nicht möglich. Vasa vasorum und Nerven lassen sich leicht erkennen.

3. Die Carotis communis eines 16jährigen Knaben.

Die Intima ist etwa 34μ dick und besteht aus Bindegewebe und Elastica interna, welche analog der Intima Aortae in zwei Lamellen gespalten ist: in eine in mehrere Reihen longitudinaler Fasern aufgelöste innere und eine äussere Lamelle. Zwischen diesen liegt das Stratum interlamellare mit vorwiegend longitudinal verlaufenden elastischen Fasern, während das Stratum subendotheliale vorwiegend circulär gerichtete aufweist. Im Gegensatz zur Aorta finden wir auch hier wie bei der Subclavia keine Spuren von glatten Muskelfasern.

Die Media ist etwa 490μ dick, besitzt ebenfalls den Aortentypus: sie besteht aus ca. 60—64 concentrischen elastischen Lamellen, die durch Quer- und Längsfasern verbunden sind, welche das zum grössten Theil interlamellär angeordnete, in ziemlicher Menge vorhandene Bindegewebe durchziehen. Die Muskulatur hat dieselbe Anordnung, wie in den vorher beschriebenen Gefässen, d. h. zwischen je zwei Muskelschichten befindet sich eine Bindegewebsschicht, durch deren Mitte die concentrische elastische Lamelle verläuft. Sie ist durchweg circulär gerichtet und sowohl auf den Quer- als auch auf den Längsschnitten lassen sich keine longitudinal gerichteten Muskelbündel erkennen.

Die Adventitia ist 530μ dick und besteht aus Bindegewebe und elastischen Fasern, die in der inneren Partie eine Längsrichtung besitzen, in der äusseren eine circuläre, doch ist der Uebergang sehr allmählich, sodass eine scharfe Eintheilung in ein Stratum elasticum longitudinale und circulare nicht gut möglich ist. Vasa vasorum sind in grosser Menge zu finden.

4. Die Carotis communis eines Erwachsenen.

(Mitte der Dreissiger.)

Eine eigenthümliche, jedoch bereits beobachtete und beschriebene (Aschoff (92), Hilbert (95)) Erscheinung in der Carotisintima tritt besonders schön bei diesem Individuum zu

Tage: wir finden nämlich hier an den gegenüberliegenden Hälften derselben eine ganz verschiedene Dicke der inneren Haut. Während die eine Hälfte sich verhält gegenüber der Aortenintima wie 49:62, steht die gegenüberliegende Hälfte zu derselben im Verhältniss von 1:4¹⁾.

Der Bau dieser Intima ist dem der vorigen ähnlich. Die subendotheliale Schicht ist bindegewebiger Natur und weist longitudinal verlaufende elastische Fasern auf. Etwas näher der *Elastica interna* bilden diese eine zusammenhängende Schicht, die ich als ein Homologon der inneren Lamelle der *Elastica interna* ansehe. Die interlamelläre Schicht, die ebenfalls aus Bindegewebe und longitudinalen elastischen Fasern besteht, ist im Verhältniss zur subendothelialen schmal. Die ganze Dicke der Intima beträgt 98 μ an der einen Hälfte und 496 μ an der entgegengesetzten Hälfte.

Die *Media* und *Adventitia* sehen denen der eben beschriebenen Carotiden so ähnlich, dass auf eine detaillirte Beschreibung derselben verzichtet werden kann. Die Dicke der ersteren beträgt 628 μ , die Zahl der in ihr enthaltenen elastischen Lamellen 46.

5. Carotis eines 50jährigen Mannes.

Die subendotheliale Schicht der Intima ist noch breiter als im vorigen Falle und enthält im Bindegewebe zahlreiche, circulär angeordnete elastische Fasern. Die innere Lamelle der *Elastica interna* ist auch hier durch eine Schicht längsverlaufender elastischer Fasern ersetzt. Ebensolche finden sich in der schmalen interlamellären Schicht, die ebenfalls nur aus Bindegewebe zusammengesetzt ist und keine Muskulatur aufweist. Die Dicke der Intima ist 147 μ .

Die *Media* ist 712 μ dick und hat denselben Typus, wie die Aorta. Nur finden wir hier neben den vorwiegend circulär verlaufenden Muskelfasern auch solche von schräger und longitudinaler Richtung, die zerstreut zwischen den ersteren, vorzugs-

1) Fast genau dieselben Zahlen gibt Hilbert für das Verhältniss der einen Hälfte der Intima zur anderen bei einer 43 Jahre alten Frau (95, p. 229, Fall 8.).

weise aber in den äusseren Parteien der Media liegen. Wie ich schon bei der Aorta betonte, handelt es sich hierbei nicht um eine selbständige Schicht, sondern um zufällige Abweichungen von der circulären Richtung. Die in der Media vorhandenen ca. 30—40 concentrischen elastischen Lamellen sind theilweise in Elacin umgewandelt und weisen die eigenthümliche Schlängelung dieser Fasern auf.

Das Stratum elasticum longitudinale der Adventitia ist stark entwickelt und nicht scharf von dem circuläre Fasern enthaltenden Theile der Adventitia zu trennen. Vasa vasorum finden sich vorzugsweise in der letzteren Abtheilung, doch kann man auch in der ersteren, allerdings etwas feinere, erkennen.

6. Carotis communis einer 70jährigen Frau.

Die subendotheliale Schicht (*S. s.* Fig. 2 Tafel XXX) ist von zahlreichen circulären elastischen Fasern durchzogen; weiter nach aussen finden wir eine aus zarten, elastischen, longitudinal angeordneten Fasern bestehende Schicht, welche als innere Lamelle der *Elastica interna* aufzufassen ist (*El. i. i.*). Nach aussen von dieser finden wir wieder die zarte interlamelläre Schicht (*S. i.*), die im Bindegewebe circulär und längs verlaufende Fasern aufweist. Die *Elastica interna*, äusseres Blatt, ist, wie aus der Figur hervorgeht, zum grössten Theil in Elacin umgewandelt. Die Dicke der Intima beträgt im Durchschnitt 162 μ .

Die Media weist ebenfalls an vielen ihrer elastischen concentrischen Lamellen (die Anzahl derselben beträgt 48—50) Elacinveränderung auf; an anderen Stellen sind die Lamellen unterbrochen, so dass sie das Aussehen grösserer Fasern haben. Die Muskulatur ist im Gegensatz zur Media des vorher beschriebenen Individuums ausschliesslich circulär geordnet. Die Dicke der Media ist 768 μ .

Die Adventitia ist der vorigen vollkommen ähnlich.

Was zunächst die Dickenverhältnisse der einzelnen Schichten der eben bei den verschiedenen Individuen geschilderten Arterie anlangt, so lässt sich folgende Tabelle aufstellen¹⁾:

1) Die hier ausgeführten Zahlen für die Dicke der Intima beziehen sich stets auf die dünnere Hälfte der Carotis.

Alter	Intima	Media	Adventitia
Neugeborener	3 μ	286 μ	—
16jähriger Knabe	34 μ	490 μ	—
Erwachsener (Mitte der Dreissiger). .	98 μ	628 μ	—
50jähriger Mann	147 μ	712 μ	—
70jährige Frau	162 μ	768 μ	—

Daraus folgt, dass die Dickenzunahme der Intima beträgt:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 31 μ oder 1033 $\%$;
2. beim Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) im Vergleich zum 16jährigen Knaben 64 μ oder 188 $\%$;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen 49 μ oder 50 $\%$;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne 15 μ oder 10,2 $\%$;

Die Dickenzunahme der Media beträgt:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 204 μ oder 71 $\%$;
2. beim Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) im Vergleich zum 16jährigen Knaben 138 μ oder 28 $\%$;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen 84 μ oder 13,3 $\%$;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne 56 μ oder 7,8 $\%$;

Somit steht die Dickenzunahme der Intima zu der der Media:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen wie 14,5 : 1;
2. beim Erwachsenen im Vergleich zum 16jährigen Knaben wie 6 : 1;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen wie 3,8 : 1;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne wie 1,3 : 1.

Wir sehen somit, dass die von uns für die zwei oben beschriebenen Gefässe aufgestellten Sätze in Bezug auf die Dickenzunahme der einzelnen Arterien-schichten auch für die Carotis

gelten, nämlich, dass einmal die Intima mit zunehmendem Alter an Dicke gewinnt, zweitens dass dasselbe auch für die Media gilt, und schliesslich, dass die Intima mit zunehmendem Alter relativ stärker an Dicke zunimmt als die Media.

Wenden wir uns nun der Besprechung der zweiten Altersveränderung zu, nämlich der Umwandlung des elastischen Gewebes in Elacin. Wie dies auf dem Präparate erscheint, ist auf Fig. 2 Taf. XXX dargestellt worden. Man sieht hier den grössten Theil der äusseren Lamelle der Lamina elastica interna blau gefärbt, desgleichen auch verschiedene Stellen der concentrischen Lamellen, während die dazwischen liegenden Theile hell geblieben sind. Die blauen Stellen sind die in Elacin umgewandelten elastischen Lamellen, wie sie bei der Färbung mit polychromem Methylenblau zu Tage treten. Das Wort „Elacin“ ist zum ersten Male von Unna gebraucht, der auf S. 993 seiner „Histopathologie der Haut“ Folgendes darüber sagt: „Bei den soeben genannten Doppelfärbungen (Methylenblau-neutrales Orcein; Wasserblau-Safranin) findet man nun aber weiter constant in der mittleren und unteren Cutis ebenfalls basisch (d. h. methylenblau oder safraninroth) gefärbte, geschwungene, stiltrunde, breite Fasern und Bündel solcher, welche gewöhnlichen, dicken, elastischen Fasern täuschend ähnlich sehen. Nun ist aber sonst in diesen Schnitten keine einzige elastische Faser gefärbt, wie denn ja auch eine Tinktion von Elastin in basischen Lösungen basischer Farbstoffe eine unerhörte Sache ist. Wenn man aber derartige Schnitte mit darauf folgenden vergleicht, welche mit saurem Orcein gefärbt sind, so bemerkt man, dass diese Fasern und Faserzüge dennoch dem elastischen Gewebe angehören. Nur entsprechen die dort basisch (blau oder roth) gefärbten Fasern innerhalb der Gesamtdarstellung des Elastins solchen, welche auffallend schwach tingirt sind. Abschwächung der Tingibilität der elastischen Fasern ist auch von Schmidt und Reizenstein notirt. Aber es ist ihnen entgangen, dass hier ein ganz verändertes Elastin, eine basophile Substanz vorliegt. Auch erscheinen die Fasern gewöhnlich etwas schwächer gebogen, manchmal angeschwollen und mögen wohl schon oft bei der gleichzeitigen Abnahme ihrer Tingibilität gegenüber den gewöhnlichen sauren Elastinfärbungen für aufgequollene und dem Zerfall entgegengehende elastische

Fasern gegolten haben. Das sind sie aber keineswegs, sie sind vielmehr sehr dauerhaft, und werden uns bei sehr chronischen Affectionen, nämlich in Narben und bei der colloidnen Degeneration der Haut wieder begegnen. Aus diesen Gründen ist eine eigene Bezeichnung für diese Substanz nothwendig und ich nenne sie im Hinblick auf ihre tinktoriell saure Eigenschaft und um zugleich an ihre Herkunft zu erinnern: Elacin. Ausser durch die genannten Doppelfärbungen wird noch weiter das Elacin vorzüglich dargestellt durch Entfärbung der mit polychromen Methylenblau gefärbten Schnitte mittels Tannin oder einer Mischung von Säurefuchsin und Tannin.“

Auf S. 1013 u. 1014 bei der Besprechung der mechanischen Veränderungen der Schwangerschaftsstriae sagt er Folgendes:

„Ausser diesen mechanischen Veränderungen des elastischen Gewebes gibt es aber auch noch structurelle, welche bei einer specifischen Färbung auf Elacin hervortreten. Alle Striae, die ich untersuchte, enthielten in grösserer oder geringerer Menge elastische Fasern, welche in Elacin umgewandelt waren, sich mit den Elastinfärbungen nur sehr schwach, dagegen mit basischen Farbstoffen stark färbten und ihre scharfen rankenförmigen Krümmungen verloren hatten. Sie entsprachen mithin ganz den Elacinfasern, welche man in seniler Haut findet und allein auf diesen Befund hin kann man die Stria nicht mehr bloss zu den mechanischen Deformationen der Haut stellen, sondern muss sie zu den wahren, regressiven Metamorphosen rechnen. Dass derselbe ein zufälliger sei, erscheint mir deshalb ausgeschlossen, weil es sich um Personen im mittleren Lebensalter handelte und die Striae selbst immer mehr Elacinfasern enthalten als die Randpartieen, in welchen sich die Anhäufung der durchrissenen Elastinfasern befindet. Hin und wieder trifft man in der Mitte der Stria auf sehr dicke, gequollene, aber doch mit basischen Farben stark tingible Elacinfasern und auf kleine Elacinklumpen, gerade so wie neben dem rareficirten Elastinnetz auch einzelne isolirte Elastinklumpen sichtbar werden.

Es ist nun von besonderem Interesse wahrzunehmen, dass die Elacinfasern, welche die Stria durchqueren, sich physikalisch ganz anders verhalten wie die Elastinfasern. Sie sind nicht in der Mitte durchrissen und auseinander gewichen, und demgemäss auch nicht an den Randpartieen zusammengeschneilt und ange-

häuft, sondern — ähnlich wie die collagenen Fasern — einfach gestreckt und im ausgeschnittenem Präparate doch nur wenig wellig gebogen. Es scheint mir hieraus mit Sicherheit hervorzugehen, dass die Elacinfasern gegenüber den Elastinfasern an Elasticität verloren haben, unelastisch, plastisch geworden sind, und wir werden daher auch sonst, wo dieselben reichlich vorhanden sind — in seniler Haut, Narben, bei colloider Degeneration und beim Myxödem — eine Abnahme der Hautelasticität histologisch erkennen können. Vermöge dieser physikalischen Differenz des Elastins und Elacins häufen sich gerade innerhalb der Striae die Elacinfasern, ausserhalb derselben die Elastinfasern an.“

Bis jetzt sind somit Elacinfasern beobachtet worden: in seniler Haut alter, der Witterung stark ausgesetzter Leute, im Narbengewebe, bei colloider Degeneration, Myxödem und Striae. Ich konnte sie in den drei beschriebenen Arterien in grösserer oder geringerer Menge vorfinden. Doch stimmen meine Befunde in Bezug auf Form und Dicke der Elacinfasern mit den Unna'schen nicht ganz überein. Nach ihm sind es, wie aus dem eben Vernommenen hervorgeht, seltener geschlängelte, breitere Fasern, als die elastischen, in den Gefässen schien es mir dagegen, als ob sie sich durch eine ganz charakteristische, häufig wiederkehrende Schlängelung auszeichnen würden, obwohl ich nicht leugnen kann, dass ich auch Elacinfasern von fast ganz geradem Verlaufe gesehen habe. Jedenfalls kann der Verlauf der Fasern keineswegs als irgendwie charakteristisches Merkmal dienen. Auch in Bezug auf die Breite konnte ich keinen Unterschied zwischen den Elacinfasern und den Elastinfasern finden.

Wenden wir die oben aus dem Unna'schen Werke citirten Angaben auf die Arterien an, so müssen wir uns sagen, dass das Auftreten von Elacinfasern in der Arterienmedia, nach Unna die beginnende Elasticitätsabnahme des Gefässes anzeigen müsse, letztere kann aber nicht ohne Folgen für die Arterienwandung sein, denn der Verlust der Elasticität muss eine Verlangsamung des Blutstromes herbeiführen und letztere wiederum steht, wie wir später sehen werden, nach der Ansicht von Thoma (91) in direktem Zusammenhang mit der Entstehung der Arteriosclerosis nodosa und diffusa. Zum besseren Verständniss dieser

Verhältnisse müssen wir jedoch einige allgemeine Bemerkungen über die Ursachen der Arteriosclerose vorausschicken.

Dieselbe ist — ich folge hier im Wesentlichen der Beschreibung von Marchand (94) — früher als eine primäre Erkrankung der Intima aufgefasst worden, nur waren die verschiedenen Forscher verschiedener Ansicht über das Wesen derselben. So fasste Kreysig (15) sowohl die Degeneration, als auch die Ulceration und Verknöcherung der Arterienwände als Folge einer Entzündung auf, während Lobstein (33) die Ansicht vertrat, dass die Verdickung der Intima, die Bildung gelber Platten und weicher gelber Massen zwischen Intima und Media nicht durch Entzündung, sondern durch gestörte Ernährung hervorgebracht sei. Er war es auch, der dieser Erkrankung den Namen „Arteriosclerose“ gegeben hat. Rokitsky (44) liess die Verdickung der Intima durch Auflagerung eines Eiweisskörpers aus dem Blute entstehen; diese Ansicht finden wir noch in den ersten Auflagen seines Werkes über die wichtigen Erkrankungen der Arterien, während in den späteren Auflagen die bald zu erwähnende Virchow'sche Ansicht niedergelegt ist. Donders und Jansen (48) schlossen sich der ursprünglichen Ansicht Rokitsky's an. Sie nahmen als erstes Stadium eine schichtweise Ablagerung auf die innere Oberfläche der Arterien an, welche dann in breiige Erweichung oder in Verknöcherung übergehen, endlich zu allmählicher Zerstörung der inneren und mittleren Haut und zur Aneurysmenbildung führen sollte. Ganz anderer Ansicht war Virchow (56): er betrachtete den atheromatösen Process als eine parenchymatöse Entzündung der Intima, bei welcher das Wesentliche die Wucherung der zelligen Elemente und die Veränderung der Intercellularsubstanz ist, während der fettige Zerfall und die Verkalkung secundäre Erscheinungen sind. Diese Theorie wurde aber dann von Traube (71), Koster (74) und Stroganow (76) widerlegt, die den Nachweis führten, dass die sclerotischen Verdickungen durch Einwanderung von farblosen Blutkörperchen erzeugt werden. Während diese Autoren, wie wir sehen, die Intima als den primären Sitz der Erkrankung ansehen, lieferte zuerst Koester (75) den Beweis, dass jede Wucherung der Intima eingeleitet und hervorgerufen wird durch einen mesarteriitischen Process, d. h. durch eine entzündliche Gewebsneubildung, welche sich von der Adventitia in die Media und

von dieser in die Intima entlang dem Verlaufe der Vasa vasorum fortpflanzt. Er war es auch, der nachwies, dass die Vasa nutritia nicht nur in der Adventitia, sondern auch in den äusseren Parthien der Media schon normalerweise vorhanden sind, bei der Sclerose sogar in den inneren Theilen der letzteren und selbst in der Intima gefunden werden können. Während also Koester der Ansicht ist, dass das Auftreten von neugebildeten Vasa vasorum die Ursache der Arteriosclerose bildet, betrachtet es Thoma (91) und mit ihm seine Schüler Schulmann (92), Mehnert (88), v. Zwingmann (91) als erste pathologische Veränderung der krankhaften Gefässwand und als Ursache die Elasticitätsabnahme der Gefässwand. Sie stellen sich den Vorgang folgendermaassen vor: die Elasticitätsabnahme ruft infolge der stärkeren Dehnung der Gefässwand durch den Blutdruck eine Erweiterung des Gefässlumens hervor, dadurch entsteht eine Stromverlangsamung, welche bei längerer Dauer den Anstoss zu einer Contraction der Media gibt, und wenn diese nicht ausreicht, zur Herstellung der normalen Stromgeschwindigkeit des Blutes, zu einer Bindegewebsneubildung. Diese Bindegewebsneubildung geht nach ihren Untersuchungen so lange vor sich, bis entweder der Blutstrom in seinem Restlumen die normale Geschwindigkeit erreicht hat, oder bis das Lumen völlig geschlossen ist, wenn die Verzögerungen des Stromes so gross sind, dass sie einem völligen Stillstande gleichkommen. Am Schlusse seiner Arbeit (91) stellt Thoma nun den aus dem Dargelegten hervorgehenden Satz auf, „dass die primäre diffuse und knotige Arteriosclerose und Phlebosclerose auf einer durch verschiedenartige allgemeine Ernährungsstörungen veranlassten Schwächung der Gefässwand beruhen, welche sich physikalisch durch eine Elasticitätsabnahme kundgeben“.

Diese Elasticitätsabnahme der Gefässwand, die Thoma auf „allgemeine Ernährungsstörung“ zurückführt, könnte nun — und dies ist der Grund, weshalb ich darauf so ausführlich eingegangen bin, zum Theil hervorgerufen oder verstärkt werden durch die Umwandlung des elastischen Gewebes der Media in Elacin, welches, wie wir oben aus den Unna'schen Auseinandersetzungen gesehen haben, ein minder elastisches Gewebe, als das erstgenannte darstellt. Man würde sich dann die Entstehung der Arteriosclerose, wenigstens derjenigen, die ohne besondere

Ursache im vorgeschrittenen Alter auftritt und klinisch als Altersveränderung der Gefässe aufgefasst wird, folgendermaassen vorstellen können. Zunächst wird ein Theil des elastischen Gewebes in Elacin umgewandelt. Dadurch wird die Elasticität der Media herabgesetzt, der Blutdruck dehnt die Gefässwand aus, das Gefässrohr wird weiter, und die Folge davon ist eine Verlangsamung des Blutstromes. Um die normale Blutstromgeschwindigkeit wieder herzustellen, muss das Gefässlumen verkleinert werden. Das kann geschehen einmal dadurch, dass die Media sich contrahirt, dann aber, wenn diese Contraction nicht ausreicht, dadurch, dass von innen her durch Bindegewebswucherung der Intima die regelmässige Form des Gefässquerschnittes hergestellt wird. — Daraus ersieht man, welche Bedeutung der Nachweis von Elacinfasern in den Gefässen haben könnte. Ich kann mich hier auf den Hinweis der Möglichkeit eines Zusammenhanges der Elacinbildung mit den erwähnten Vorgängen beschränken. Einer späteren, an reicherm und vielseitigerem Material ausgeführten Untersuchung bleibt es vorbehalten nachzuweisen, in wie weit die hier von mir aufgestellten Vermuthungen den wirklichen Thatsachen entsprechen. Vielleicht bietet sich noch mir selbst Gelegenheit, eine solche Untersuchung vorzunehmen, jedenfalls schien es mir wichtig, die Aufmerksamkeit Anderer auf die bis jetzt noch unbekannte Erscheinung zu lenken.

Was nun die zweite von mir beobachtete Veränderung anlangt, die darin besteht, dass bei der Färbung mit polychromem Methylenblau einige Parthien der Media den Farbstoff gierig aufnehmen, wodurch diese Stellen stark blau gefärbt erscheinen, so kann ich darüber nichts Bestimmtes aussagen. In der Aorta liegen diese Parthien stets in der Nähe der Intima und bilden hier eine mit wenigen Unterbrechungen durch den ganzen Schnitt hindurchziehende Zone, in der jedoch Kerne und elastische Fasern sich deutlich erkennen lassen. In der Subclavia und Carotis liegen die blau gefärbten Parthien mehr zerstreut und finden sich sowohl in den inneren, als auch in äusseren Theilen der Media. Einige Male schien es mir, als ob gerade an dieser Stelle eine Zunahme des Bindegewebes auf Kosten der Muskulatur sich constatiren liesse, doch trifft dieses erstens nicht für alle Fälle zu, und zweitens, wenn dieses der Fall wäre, bliebe noch immer räthselhaft, warum gerade dieses Bindegewebe und diese Mus-

kulatur den Farbstoff so gierig aufnimmt, während die anliegenden Theile sich ihm gegenüber so gleichgültig verhalten?

Kehren wir nun nach dieser kleinen Abschweifung zu unserer Carotis zurück und betrachten wir die speciell ihr zukommenden Structureigenthümlichkeiten. Dieselben sind analog der Subclavia nicht zahlreich, da die Carotis communis nach den übereinstimmenden Beobachtungen aller Autoren und nach meinen eigenen Befunden der Aorta sehr ähnlich gebaut ist. Kölliker sagt in Bezug auf die elastischen Platten oder Häute (unsere concentrischen elastischen Lamellen), dass sie in der Carotis communis (neben der Aorta abdominalis und dem Truncus anonymus) am schönsten und regelmässigsten entwickelt seien, fügt jedoch hinzu, dass die Verhältnisse bei verschiedenen Individuen sehr wechseln, was mit dem, was wir oben gesehen haben, völlig übereinstimmt.

Was die Musculatur dieser Arterie anlangt, so giebt Bardeleben (78) an, dass sie in der inneren Längsfaserschicht eine ca. 0,05 mm dicke Längsmusculatur besitzt, ausserdem in der Zwischenzone zwischen ihr und der Media eine ca. 0,06—0,075 mm starke. In der Media bilden nach seinen Angaben die Ringmuskeln die Hauptmasse, doch finden sich auch Reihen von längs- und schiefverlaufenden. Diese Angaben werden auch von Thoma (83) bestätigt. Er giebt an, dass im Verlaufe der Carotis communis, wo diese ohne erhebliche Beugung oder Astabgabe in der Halsregion emporsteigt, schon im fünften Lebensjahr eine nach innen von der *Elastica interna* gelegene, vielfach unterbrochene Zone von längsgerichteten Zellen auftritt, die unzweifelhaft muskulöser Natur sind. In der *Tunica media* soll nach ihm ebenfalls sehr viel Längsmusculatur vorhanden sein. Diesem Befund kann ich nur theilweise zustimmen, indem ich, wie aus dem Obigen hervorgeht, der Ansicht bin, dass es sich hier keineswegs um selbständige Muskelzonen handelt, sondern um eine mehr zufällige Abweichung von der normalen circulären Richtung. Zweitens ist es mir nicht möglich gewesen, letztere in so grosser Menge zu beobachten, wie es den erwähnten Forschern gelungen ist. Vielmehr fand ich nur vereinzelte Bündel ausschliesslich in der Media und auch diese nicht bei allen Individuen, sodass ich mich schon aus diesem Grunde allein zur obigen Annahme berechtigt halte (vergl. auch die Beschreibung

der Carotis bei den einzelnen Individuen). Resumiren wir diese Betrachtung, so sehen wir:

1. dass die Carotis sich in Bezug auf die Altersveränderungen analog den beiden vorher beschriebenen Arterien verhält: die Intima und Media nehmen mit zunehmendem Alter an Dicke zu, erstere stärker als letztere. Die relative Dickenzunahme der Intima zur Media ist bei der Carotis kleiner als bei der Aorta. Das Verhältniss ist:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 1:1,7;
2. beim Erwachsenen (Mitte der Dreissiger) im Vergleich zum 16jährigen Knaben 1:1,3;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen 1:1,28;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne 1:1,08.

Ein bestimmtes Verhältniss zur Subclavia lässt sich nicht nachweisen.

2. Dass diese Arterie auch in Bezug auf ihren Bau keine wesentlichen Unterschiede von der Aorta erkennen lässt, sowohl in Bezug auf die Muskulatur und das Bindegewebe als auch auf die elastischen Lamellen resp. Fasern.

IV. A. iliaca communis (unterer Theil).

Während die bis jetzt beschriebenen Arterien annähernd denselben Bau zeigten, den Ranvier mit dem Namen des „type élastique“ belegte, weicht die nun zu schildernde A. iliaca communis wesentlich von denselben ab. Schon während des intrauterinen Lebens sieht man, wie Thoma's (83) Untersuchungen zeigen, dass bereits an der Theilungsstelle der Aorta abdominalis in die Iliacae communes die Dicke der Tunica media sich etwa um die Hälfte vermindert. Zugleich wird auch die Zahl der elastischen Lamellen erheblich kleiner, sowohl absolut als relativ. Weiter gegen die Peripherie hin schwinden auch die wenigen übrig bleibenden elastischen Elemente, so dass die Media ziemlich rein muskulös erscheint. In diesem Stadium (es handelt sich um Embryonen von 30—33 Wochen) zeigt die Intima eine möglichst einfache Structur, d. h. sie besteht nur aus Endothel und *Elastica interna*.

1. Iliaca communis eines Neugeborenen.

Die Intima ist 6μ dick und besteht nur aus der *Elastica interna*. Diese liegt dem Endothel unmittelbar an und zeichnet sich einmal durch ihre Schlängelung, dann durch ihre Dicke aus; sie ist dicker als die *Elastica interna* der Carotis und Subclavia.

Die Media ist im Verhältniss zur Adventitia äusserst schmal, da sie nur 30μ misst. Sie zeigt 3—4 concentrische elastische Fasern, die durch zahlreiche Verbindungsfasern sowohl unter einander, als auch mit der *Elastica interna* und der *Elastica externa* der Adventitia in Zusammenhang stehen. In den Maschen des auf diese Weise entstandenen Netzes sind Muskelbündel zu sehen und zwischen diesen äusserst feine, kaum zu erkennende Bindegewebsmengen, welche den Charakter des „interfasciculären Bindegewebes“ aufweisen.

Die Adventitia ist, wie erwähnt, gegen die Media durch eine scharf hervortretende *Elastica externa* abgegrenzt. Hinter dieser finden wir eine Schicht longitudinal verlaufender elastischer Fasern, die zum Theil mit der äusseren *Elastica* durch Verbindungsfasern zusammenhängen. Dies ist am schönsten an denjenigen Stellen zu sehen, wo ein grösserer Zwischenraum zwischen der *Elastica externa* und dem *Stratum elasticum longitudinale* auf künstlichem Wege bei der Präparation erzeugt worden ist. Von der Schicht der längsverlaufenden elastischen Fasern hebt sich scharf und klar die der circular verlaufenden ab — das *Stratum elasticum circulare*. In der ganzen Adventitia finden sich *Vasa vasorum* und Nerven. Glatte Muskelfasern konnte ich beim Neugeborenen in der Adventitia nicht finden. Die Dicke der Adventitia ist = 324μ .

2. Iliaca communis eines 16jährigen Knaben.

(Fig. 4 Taf. XXXI).

Die Intima ist 44μ dick. Sie besteht aus der in zwei Lamellen gespaltenen *Elastica interna* (*El. i.*). Zwischen der inneren Lamelle (*El. i. i.*) und der äusseren (*El. i. e.*) sehen wir die aus Bindegewebe und circular und longitudinal verlaufenden elastischen Fasern bestehende interlamelläre Schicht (*S. i.*). Die innere elastische Lamelle ist bedeutend dicker als die äus-

sere, die durch Verbindungsfasern mit den benachbarten concentrischen elastischen Fasern der Media zusammenhängt. Letztere ist $28\ \mu$ dick und enthält mehrere Reihen kürzerer oder längerer concentrischer elastischer Fasern, die durch das intermuskuläre Bindegewebe verlaufen. Sie sind durch andere Fasern verbunden, welche theils in der der Längsachse des Gefässes parallel gerichteten Ebene verlaufen, theils durch solche, welche in der Querschnittsebene liegen. Von den letzteren können wir sehr deutlich zwei Arten unterscheiden: solche, die die nebeneinander liegenden concentrischen Fasern verbinden, und solche welche durch mehrere Schichten hindurch zwei weiter von einander entfernte concentrische Fasern verbinden. Erstere sind die „schräg verlaufenden queren Verbindungsfasern“ (*El. s. F.*), letztere die „radiären Fasern“ (*El. r. F.*). Solche radiäre Fasern sind in grosser Anzahl auf der Fig. zu sehen, in den inneren Partien der Media spärlicher, in den äusseren dagegen dicht gedrängt nebeneinander. An der ersteren Stelle laufen sie zur äusseren Lamelle der *Elastica interna* hin, an der zweiten stehen sie in directem Zusammenhang mit den einzelnen Fasern der Schicht der längsverlaufenden elastischen Fasern der *Adventitia* (*Stratum elasticum longitudinale S. el. l.*). Was die Muskulatur der Media anlangt, so ist sie ausschliesslich circulär verlaufend. Man sieht auf dem Querschnitt schöne grosse manchmal ovale, manchmal stabförmige Kerne, die zwischen zwei Bindegewebsschichten nur je eine einfache Lage bilden, sodass Muskelgewebe und Bindegewebe regelmässig miteinander abwechseln. Das Bindegewebe zeigt zum grössten Theil den interlamellären Typus, doch ist es an einigen Stellen auch interfasciculär, so dass anzunehmen ist, dass es sich hier um die Uebergangsform zwischen dem rein interfasciculären Bindegewebe der kleineren Arterien und dem interlamellären der grossen z. B. der Aorta, Subclavia, Carotis, handelt.

Die *Adventitia* ist im Vergleich zum Neugeborenen bedeutend schmaler: während sie sich dort zur Media verhielt, wie 10:1, ist hier das Verhältniss der beiden Schichten etwa wie 2:1. Auch hier kann die *Adventitia* in 2 Schichten scharf getrennt werden: in eine innere, die nur longitudinal verlaufende elastische Fasern aufweist — *Stratum elasticum longitudinale (S. e. l.)* und eine äussere, die circuläre Fasern besitzt — *Stra-*

tum elasticum circulare (*S. e. c.*). In der letzteren sehen wir auch Vasa vasorum (*V. v.*). Auf Präparaten, die nach der U n n a'schen Säurefuchsin-Pikrinsäuremethode behandelt worden, sehen wir in der vorzugsweise roth gefärbten äusseren Schicht (*Adv.*) auch grosse Parthien von gelber Färbung; vergleichen wir diese Stellen mit den entsprechenden auf dem Lithioncarminpräparate, so sehen wir hier auf dem Querschnitte viele Gruppen von runden Kernen, die zweifellos Muskelzellen angehören, denn auf dem Längsschnitte sind die Kerne langgestreckt, stabähnlich. Wir haben es somit in der Adventitia der *A. iliaca communis* des 16-jährigen Mannes mit einer Schicht längsgerichteter Muskelfasern zu thun, die zu grösseren Bündeln vereinigt sind, welche durch Bindegewebslagen von einander getrennt werden. Diese Muskulatur liegt zum grössten Theil in der äusseren Hälfte des Stratum elasticum longitudinale (*S. el. l.*), hier sind auch die elastischen Fasern viel spärlicher, als in der inneren Hälfte, woselbst sie so dicht gedrängt nebeneinander liegen, dass sie als Homologon der beim Neugeborenen so schön ausgesprochenen *Elastica externa* aufgefasst werden können.

3. *Iliaca communis* des Erwachsenen.

(Mitte der Dreissiger.)

Diese Arterie zeigt in ihrem Bau keine Abweichungen von der ebenbeschriebenen. Die Intima ist 58μ dick, die Media 398μ , die Adventitia dagegen hat an Breite abgenommen, so dass sie bei diesem Individuum nur die Breite der Media besitzt. In allen Schichten sind die Verhältnisse genau wie oben, beim 16-jährigen Manne.

4. *Iliaca communis* eines 50-jährigen Mannes.

Die Intima, die eine Breite von 64μ erreicht hat, besteht aus denselben Bestandtheilen, wie die vorigen, nur finden wir hier die *Elastica interna* in 3—4 Lamellen aufgelöst, an manchen Stellen bildet sie sogar ein ganzes Netz, sodass die interlamelläre Schicht durch diese circulär verlaufenden elastischen Fasern in mehrere Abschnitte getrennt werden kann. Sie ist bindegewebiger Natur und hat ausser den circulären noch longitudinalgerichtete elastische Fasern.

Die Media ist 460 μ dick und zeigt im wesentlichen denselben Bau, wie die der vorhergeschilderten Gefässe. Nur auf dem Längsschnitte finden wir eine Erscheinung, die bei den vorigen nicht beobachtet werden konnte: wir sehen nämlich auf Schnitten, die mit Orcein behandelt worden sind, an vielen Stellen von der Adventitia aus eigenthümliche bald dickere, bald dünnere Zapfen von elastischem Gewebe in die Media hineinragen. Diese Zapfen werden dann durch bogenförmige mit der Convexität nach der Media hin stehende elastische Fasern mit einander verbunden, wodurch die in der Nähe der Adventitia liegende Muskulatur der Media in einzelne Abschnitte getrennt wird. Letztere ist ausschliesslich von circularer Richtung und bildet ebenfalls wie beim 16 jährigen Manne, zwischen zwei Bindegewebslagen je eine Schicht.

Die Adventitia kann wie bei den vorigen in zwei Schichten getrennt werden: in das innere Stratum elasticum longitudinale und das äussere Stratum elasticum circulare. Die Muscularis ist bei diesem Individuum ebenfalls stark entwickelt. Sie besteht aus einzelnen Längsmuskelbündeln, die durch Bindegewebe von einander getrennt, hauptsächlich in der äusseren Hälfte des Stratum elasticum longitudinale liegen.

5. Iliaca communis einer 70jährigen Frau.

Im Gegensatze zu den vorher geschilderten finden wir in der Intima dieser Frau eine ziemlich breite subendotheliale Schicht, die aus Collagen und parallel zur Längsachse des Gefässes gerichteten elastischen Fasern besteht. Die interlamelläre Schicht ist dementsprechend viel schmaler als bei den vorigen, so dass an manchen Stellen die beiden Lamellen der *Elastica interna* ganz nahe an einander kommen. Die Dicke der Intima ist 66 μ .

Die Media ist 482 μ dick und unterscheidet sich in ihrem Bau von der des 50jährigen Mannes nur durch das Fehlen der bei diesem beschriebenen eigenthümlichen bogenförmigen Bildung des elastischen Gewebes.

Der Bau der Adventitia entspricht dem der vorher beschriebenen vollkommen.

Ebenso verschieden wie der Bau dieser Arterie sind

auch die Wachstumsverhältnisse derselben von denen der vorher beschriebenen Arterien. In der That sehen wir, dass die einzelnen Maasse, welche die folgende Tabelle aufzustellen erlauben:

Alter	Intima	Media	Adventitia
Neugeborener	6 μ	30 μ	—
16jähriger Knabe	44 μ	281 μ	—
Erwachsener (Mitte der Dreissiger) .	58 μ	398 μ	—
50jähriger Mann	64 μ	460 μ	—
70jährige Frau	66 μ	482 μ	—

sich wesentlich unterscheiden von denen, die wir für die anderen Arterien erhalten haben. Hier finden wir nämlich, dass die Dickenzunahme der Intima beträgt:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 38 μ oder 633 $^{\circ}$ / $_{100}$;
2. beim Erwachsenen im Vergleich zum 16jährigen Knaben 14 μ oder 31 $^{\circ}$ / $_{100}$;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen 6 μ oder 10,3 $^{\circ}$ / $_{100}$ und
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jähr. Manne 2 μ oder 3 $^{\circ}$ / $_{100}$.

Die Dickenzunahme der Media beträgt dagegen:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen 251 μ oder 840 $^{\circ}$ / $_{100}$;
2. beim Erwachsenen im Vergleich zum 16jährigen Knaben 117 μ oder 42 $^{\circ}$ / $_{100}$;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen 62 μ oder 16 $^{\circ}$ / $_{100}$;
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jährigen Manne 22 μ oder 4,7 $^{\circ}$ / $_{100}$.

Danach verhält sich die relative Dickenzunahme der Intima zu der der Media:

1. beim 16jährigen Knaben im Vergleich zum Neugeborenen wie 1:1,3;

2. beim Erwachsenen im Vergleich zum 16jährigen Knaben wie 1:1,3;
3. beim 50jährigen Manne im Vergleich zum Erwachsenen wie 1:1,5 und
4. bei der 70jährigen Frau im Vergleich zum 50jähr. Manne wie 1:1,56.

Mit anderen Worten: wir finden zunächst, dass bei der A. iliaca wie bei den anderen die zwei inneren Schichten, d. h. Intima und Media, mit zunehmendem Alter an Dicke gewinnen, dass jedoch im Gegensatz zu den bisher geschilderten Arterien, nicht die Intima stärker zunimmt, sondern die Media. Ferner constatiren wir auf Grund der dritten Berechnung, dass das Verhältniss der Dickenzunahme der Intima zu dem der Media in allen Altersstufen annähernd dasselbe ist. Es ist ja möglich, dass es sich bei unserem kleinen Materiale hierbei nur um individuelle Eigenthümlichkeiten handelt, also nur um einen Zufall, doch ist es wohl eher wahrscheinlich, dass diejenigen Gefässe, die einen von dem Aortentypus abweichenden Bau besitzen, auch andere Wachstumsverhältnisse haben; indessen finde ich in der Literatur keine Angaben darüber und auch mir war es nicht möglich, weitere eigene Erfahrungen über diesen Gegenstand zu sammeln, so dass es vorderhand unentschieden bleibt, ob es sich hier um einen blossen Zufall oder um ein mehreren Gefässen zukommendes Wachstumsverhältniss handelt. Diese Frage zu entscheiden muss einer späteren Untersuchung überlassen werden.

Was nun die bei den anderen Gefässen beobachteten Greisenveränderungen anlangt, so war hier nichts davon zu sehen. Weder liessen sich bei der Färbung mit polychromem Methylenblau Elacinfasern nachweisen, noch sah man die tief blau gefärbten Partien.

Ueber den Bau dieser Arterie finden wir in der Litteratur nur wenig Angaben; die meisten Autoren beschränken sich auf den Hinweis, dass diese Arterie einen der Aorta ähnlichen Bau besitzt. Dies gilt jedoch, wie ich hier ausdrücklich betonen will, nur für den oberen Theil; der untere dagegen hat denjenigen Typus, den *Ranvier* (75, 89) mit dem Namen des „type musculaire“, bezeichnete. Er scheint auch diese Arterie ihm zuzurechnen, denn er sagt auf S. 429: „En comparant entre

elles des coupes longitudinales de différentes artères, on arrive à se convaincre d'abord qu'il entre dans toutes les mêmes éléments, et qu'au point de vue de groupement de ces éléments il y a deux types principaux d'artères: le type élastique ou aortique et le type musculaire. Au premier appartiennent l'aorte, les carotides et le tronc de l'artère pulmonaire; à l'autre, les artères des membres jusqu'aux capillaires.“ Dagegen finden wir in der Histologie von B ö h m und D a v i d o f f (95) die allerdings etwas unbestimmte Angabe, dass bei den grössten Arterien, z. B. A. pulmonalis, carotis, iliaca, die Tunica media durch eine Anzahl elastischer Membranen in eine Reihe concentrisch verlaufender Schichten zerlegt wird, welche relativ wenig Muskulatur, dagegen viel elastische Elemente besitzen. — Dieser Widerspruch bezüglich des Baues der in Rede stehenden Arterie lässt sich durch die bereits oben angeführte Thatsache erklären, dass die obere Hälfte derselben den Aortentypus besitzt, während die untere Hälfte den Typus der mittelgrossen Arterien zeigt.

Was zunächst die Intima der Iliaca anlangt, so giebt Thoma (83) an, dass in dem Anfangstheile die Structur derselben in dem ersten Lebensjahr noch sehr einfach sei, d. h. sie besteht noch immer aus Endothel und *Elastica interna*, die relativ dick ist. Allein früher oder später treten zwischen diesen beiden Schichten wieder streifige zellreiche Bindegewebslagen hervor, die zunächst nur als einzelne Flecke erscheinen und noch kein zusammenhängendes Lager bilden, später aber, so z. B. im fünften Lebensjahr, eine deutlich ausgesprochene Schicht bilden. Muskulöse Fasern wären hier nur sehr wenig zu finden. Es scheint, dass in dieser Beziehung grosse individuelle Verschiedenheiten vorkommen, denn ich konnte bei den fünf von mir untersuchten Individuen nur in einem Falle (bei der 70jährigen Frau) eine subendotheliale Bindegewebschicht nachweisen, während bei allen anderen nur eine interlamelläre Schicht vorhanden war. Von glatten Muskelfasern aber konnte ich nirgends eine Spur entdecken, wenn auch Bardeleben behauptet, dass die Iliaca communis eine innere Längsmuskelzone in der Breite von 0,075 mm besitzt, die „aus 3—4 Reihen Muskeln zwischen 4—5 elastischen Platten bestehe“. Auch in der Media findet er Längs- und Schiefmuskeln in einer Stärke von 0,45 mm; die Ringmuskeln betragen nach ihm nur

0,55—0,575 mm. Bresgen (75), der sich hauptsächlich mit dem Bau der A. iliaca beschäftigt hat, sah in einigen Fällen in der Media Ringmuskulatur, in welche entweder vereinzelte Längsmuskelbündel eingesprengt waren, oder die Schichten der ersteren wechselten mit solchen von Längsmuskulatur von gleicher oder halber Dicke ab, so dass er zur Ansicht kommt, dass der Bau des Arterienrohres keineswegs ein durchgehends bestimmtes, sondern mannigfachen Schwankungen unterworfen ist. Dieser Ansicht schliesse ich mich gern an, da ich nur auf diese Weise den Unterschied zwischen meinen Befunden, bei denen sich keine längsgestellten Muskelfasern in der Media ergaben, und denen der angeführten Autoren erklären kann.

Was nun die Muskulatur der Adventitia anlangt, so stimmen die Angaben der Autoren (Bresgen, Bardeleben, Thoma etc.) mit den meinigen vollkommen überein. Auch ich konnte hier eine stark entwickelte Schicht von längsverlaufenden Muskelbündeln nachweisen, die zu grösseren Gruppen angeordnet, von Bindegewebslagen umgeben, in der äusseren Hälfte des Stratum elasticum longitudinale liegen. Sie sind auf Fig. 4 Taf. XXXI dargestellt (*M.*).

In Bezug auf die Details siehe oben.

Fassen wir kurz die Ergebnisse dieser Untersuchung der Iliaca communis zusammen, so sehen wir in Bezug auf die Altersveränderung:

1. dass die beiden inneren Schichten mit zunehmendem Alter an Dicke zunehmen, entsprechend den vorher beschriebenen Gefässen;
2. dass aber im Gegensatz zu diesen hier die Media stärker an Dicke zunimmt als die Intima;
3. dass das Verhältniss der Dickenzunahme der beiden Schichten zu einander in allen Altersstufen annähernd dasselbe ist,
4. dass hier keine Elacinveränderung nachweisbar ist.

In Bezug auf den Bau der Iliaca wäre zu sagen:

1. dass die obere Hälfte mehr der Aorta entspricht, während die untere mehr den mittelgrossen Arterien gleicht;
2. dass in den untersuchten Theilen dieser Arterie in den beiden inneren Schichten keine Längsmuskelfasern gefunden werden konnten;

3. dass dagegen in der Adventitia, in der äusseren Hälfte des Stratum elasticum longitudinale regelmässig eine Schicht längsgestellter Muskelfasern beobachtet werden konnte.

Nachdem wir den Bau und die Wachstumsverhältnisse der einzelnen Arterien kennen gelernt haben, wollen wir einige allgemeine Betrachtungen über die Structurverhältnisse der grösseren Arterien anknüpfen, wie sie sich uns von dem Eingangs erwähnten Standpunkte aus aufgefasst darbieten. Dieser Aufgabe kann ich mich um so leichter unterziehen, als durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Prof. Schiefferdecker, der mir die Abbildung der Arteria lingualis überliess, ich im Stande bin drei charakteristische Arterienbilder beizufügen, die, wie ich hoffe, zur Klärung der gerade bei den Arterien oft so complicirten Verhältnisse beitragen werden.

Ich habe bereits erwähnt, dass ich im Anschluss an die Ansicht des Herrn Prof. Schiefferdecker (96), der sich bei der Aufstellung der Nomenclatur zum Theil auch der vorliegenden Untersuchung bedient hat, jede Arterie als ein Endothelrohr auffasse, welches eine mit mehr oder weniger Einlagerungen muskulöser oder elastischer Natur versehene Bindegewebshülle (*Membrana accessoria*) erhält, und dass ich letztere in 3 Abschnitte: *Intima*, *Media* und *Adventitia* eintheile. Verfolgen wir nun an der Hand der drei beigefügten Abbildungen, die wohl als Hauptrepräsentanten der grösseren Arterien angesehen werden können, den Bau dieser einzelnen Schichten. Wenn wir von der relativ sehr einfach gebauten *A. lingualis* ausgehen (Fig. 3 Taf. XXX), so sehen wir, dass die *Intima* aus der dicken, scharf hervortretenden, stark geschlängelten *Elastica interna* (*El. i.*) besteht, die jedoch nicht unmittelbar unter dem Endothel liegt, sondern zwischen sich und diesem eine Bindegewebsschicht aufnimmt, die ihrer Lage wegen als *Stratum subendotheliale* (*S. s.*) bezeichnet worden ist. Etwas complicirter erscheint nun diese Schicht bei der *A. iliaca communis*, die als Uebergangsform zwischen der relativ einfachen *Lingualis* und der complicirten *Aorta* aufzufassen ist. Hier finden wir die *Elastica interna* in zwei Lamellen gespalten: in eine innere (*El. i. i.*) und eine äussere (*El. i. e.*). Die erstere ist bei weitem stärker, als die letztere und liegt unmittelbar unter dem

Endothel, so dass bei diesem Gefäss das Stratum subendotheliale fehlt. Dafür finden wir aber zwischen der inneren und der äusseren elastischen Lamelle eine stark entwickelte Bindegewebsschicht eingelagert, die zahlreiche, aber sehr feine, circular und longitudinal verlaufende elastische Fasern enthält; letztere stehen zum Theil in directem Zusammenhang mit den elastischen Lamellen, sind als Verbindungsfasern derselben aufzufassen und erweisen sich zum Theil als directe Abspaltungsprodukte jener Lamellen (Fig. 4 Taf. XXXI). Diese Schicht ist Stratum interlamellare genannt worden (*S. i.*).

Am complicirtesten ist der Bau der Intima Aortae (Fig. 5 Taf. XXXI). Hier finden wir die *Elastica interna* in zwei Lamellen aufgelöst: in eine äussere (*El. i. e.*), die die Form einer elastischen Membran noch deutlich erkennen lässt und eine innere (*El. i. i.*), die in eine Anzahl in Reihen angeordneter elastischer Fasern sich aufgelöst hat. Zwischen diesen beiden Lamellen finden wir das Stratum interlamellare (*S. i.*), das hier jedoch nicht bloss bindegewebiger Natur ist, sondern an seinem äussersten Rande auch einige zur Längsaxe des Gefässes parallel gerichtete Muskelbündel enthält. Im Bindegewebe verlaufen vorzugsweise längsgerichtete elastische Fasern, die, wie dies ausgezeichnet auf Längsschnitten zu sehen ist, im wesentlichen als Abzweigungen der äusseren Lamelle aufzufassen sind. Zwischen dem Endothel und der inneren elastischen Lamelle befindet sich die ebenfalls stark entwickelte subendotheliale Schicht (*S. e.*), die aus Bindegewebe und theils circular, theils longitudinal verlaufenden elastischen Fasern besteht. Letztere stehen ebenfalls mehr oder weniger in Zusammenhang mit der inneren Lamelle der *Elastica interna* (*El. i. i.*).

Wir sehen somit, dass es hauptsächlich die *Elastica interna* ist, welche durch die verschiedene Gestalt, die sie annehmen kann, der Intima das eigenartige Gepräge verleiht.

Auch die *Media* ist bei der *A. lingualis* relativ am einfachsten gebaut. Gegen die Intima und Adventitia ist sie durch eine stärker als an anderen Stellen entwickelte Bindegewebsschicht abgegrenzt, durch welche Verbindungsfasern verlaufen, die entfernt liegende concentrische elastische Fasern mit der *Elastica interna* resp. *Elastica externa* in Zusammenhang

bringen. Diese Fasern sind die radiären Verbindungsfasern (*El. r. F.*). Die innere unter der *Elastica interna* liegende Bindegewebsschicht ist das *Stratum subelasticum* (*S. s. el.*), die äussere, vor der *Elastica externa* liegende — das *Stratum submusculare* (*S. sm.*). Zwischen diesen beiden Schichten finden wir eine Anzahl circulär verlaufender Muskelbündel (*M.*), zwischen denen das intermuskuläre Bindegewebe liegt (*i. B.*). Dieses hat hier noch ausschliesslich den Charakter des interfasciculären Bindegewebes. In demselben liegen auch die concentrischen elastischen Fasern (*El. c. F.*), welche auffallend wenig Verbindungsfasern, zwischen sich zeigen.

Die *Media* der *Iliaca communis* (Fig. 4 Taf. XXXI Med.) weist der Hauptsache nach denselben Bau auf. Auch hier finden wir das *Stratum subelasticum* (*S. sel.*) als innere Begrenzung der *Media*. Es ist jedoch nicht so stark entwickelt, wie bei der *Lingualis*, weder absolut noch relativ im Vergleich mit dem intermuskulären Bindegewebe (*i. B.*); hier finden wir eine mässige Anzahl theils longitudinal, theils circulär verlaufender elastischer Fasern, ausserdem aber noch einige, allerdings spärliche, radiäre Fasern (*El. r. F.*) die über mehrere Schichten hinweg concentrische elastische Fasern mit der äusseren Lamelle der *Intima* (*El. i. e.*) verbinden. Dieselben Fasern, nur in weit grösserer Anzahl und viel dichter angeordnet finden wir an der äusseren Grenze der *Media*. Da die *Adventitia* dieses Gefässes keine *Elastica externa* besitzt, sondern direct mit dem *Stratum elasticum longitudinale* (*S. el. l.*) beginnt, so kann man hier die radiären Fasern bis in diese Schicht hinein verfolgen, wo sie sich mit den longitudinal verlaufenden Fasern verbinden, ein Zeichen dafür, dass die inneren Lagen dieser der *Elastica externa* entsprechen. Das *Stratum submusculare* ist nicht scharf ausgeprägt. Hinter dem *Stratum subelasticum* folgt Muskulatur und Bindegewebe sich gegenseitig abwechselnd auf einander. Letzteres ist grösstentheils schon interlamellär, nur an einzelnen Stellen hat es den interfasciculären Typus. Die im Bindegewebe verlaufenden concentrischen elastischen Fasern stehen durch theils schräg, theils quer verlaufende Fasern mit einander in Verbindung; letztere können als Querfasern (s. p. 585), d. h. als annähernd in der senkrecht zur Längsachse des Gefässes liegenden

Ebene verlaufende Fasern bezeichnet werden. Von diesen müssen wiederum die radiären Fasern abgetrennt werden, weil sie einerseits durch ihre Länge, dann aber durch ihren radiusförmigen Verlauf sich vor ihnen auszeichnen. Sie finden sich auch hier, d. h. in der Mitte der Media in grosser Menge vor, und ziehen mitunter über 3 oder 4 Muskel und Bindegewebsschichten hinweg von einer concentrischen elastischen Faser zur anderen. Ausser diesen zwei Arten finden sich noch longitudinal verlaufende Verbindungsfasern. Man hat sich diese vorzustellen als Fasern, welche von oben nach unten etwas schräg, annähernd parallel zur Längsachse des Gefässes verlaufend, zwei concentrische Fasern, die in verschiedener Höhe liegen, verbinden.

Der Bau der Aortenmedia ist ein bedeutend gleichmässigerer als der der eben beschriebenen. Unter der äusseren Lamelle der *Elastica interna* finden wir die subelastische Schicht (*S. sel.*), die sich hier allerdings durch nichts von den übrigen intermusculären Bindegewebsschichten auszeichnet. Darauf folgt Muskulatur (*M*) und Bindegewebe (*i. B.*), beide schichtenförmig angeordnet und sich gegenseitig abwechselnd. Im letzteren verlaufen concentrisch angeordnet elastische Lamellen (*El. c. L.*), die wiederum, wie oben, durch hier sehr stark entwickelte, quer- und längsverlaufende Verbindungsfasern ein zusammenhängendes Ganzes bilden. Es fehlen hier die radiären Fasern, was sich vielleicht erklären lässt, wenn man bedenkt, dass sie doch nicht gut zwei weit auseinander liegende elastische Membranen verbinden können, da sie dann die dazwischen liegenden durchbohren müssten. Gegen die *Adventitia* hin ist die Aortenmedia durch eine vor der *Elastica externa* liegende submusculöse Schicht abgegrenzt, die ebenso wie die oben erwähnte subelastische Schicht sich von den interlamellären Bindegewebsschichten nicht weiter abhebt.

Was nun die *Adventitia* anlangt, so habe ich bereits erwähnt, dass sie mit der *Elastica externa* beginnt; hinter derselben sehen wir bei allen Arterien das *Stratum elasticum longitudinale* (*S. el. l.* Figg. 3, 4, 5). Bei der *Lingualis* und *Iliaca* ist diese Schicht scharf gegen die darauf folgende Schicht der circular verlaufenden elastischen Fasern (*S. el. c.*) abgegrenzt, bei der Aorta dagegen sind beide Schichten relativ schwach entwickelt und lassen sich nicht scharf von einander abgrenzen.

Fehlt die *Elastica externa* als *Membran*, so wird sie wie z. B. bei der *Iliaca* durch die innere Parthie der Schicht der längsverlaufenden elastischen Fasern ersetzt, die dann auch durch radiäre Verbindungsfasern in directem Zusammenhange mit den concentrischen elastischen Fasern resp. Lamellen der *Media* stehen.

Schluss.

Ein Rückblick auf die vorliegende Untersuchung führt uns zu folgenden Schlüssen:

I. In Bezug auf den Bau der Arterien:

1. Jede Arterie ist als ein Endothelrohr aufzufassen, welches eine Bindegewebshülle (*Membrana accessoria* = *Accessoria*) erhält, die mehr oder weniger Einlagerungen aufweist; letzteres hängt von der Art, dem Caliber und der Beziehung der Arterien zu den benachbarten Organen ab.

2. Die *Accessoria* zerfällt in 3 Theile: *Intima*, *Media* und *Adventitia*, sodass der *Intima* alles, was zwischen dem Endothel (das ihr nicht angehört, sondern einen selbstständigen Bestandtheil der Arterienwand bildet) und der äusseren Lamelle der *Elastica interna* inclusive liegt, angehört, der *Media* alles zwischen *Elastica interna* und *Elastica externa* liegende, der *Adventitia* die *Elastica externa* und alles nach aussen von ihr liegende.

3. In der *Intima* kann die *Elastica interna* bloss aus einer Lamelle bestehen (*A. lingualis*) oder in 2 Lamellen gespalten sein: *Lamina interna* und *Lamina externa*. Erstere kann sich dann ihrerseits wiederum in einige Reihen longitudinal verlaufender elastischer Fasern auflösen (*El. i. i.* der *Aorta*).

4. Beide Lamellen fassen zwischen sich die interlamelläre Schicht, welche bald sehr schmal (*Iliaca externa*), bald eine erhebliche Breite erreichen kann (*Iliaca communis*, *Aorta*, *Carotis*, *Subclavia*).

5. Zwischen dem Endothel und der inneren Lamelle kann sich eine subendotheliale Schicht einlagern (*A. lingualis*, *Aorta*, *Carotis*, *Subclavia*).

6. Als innerste Schicht der *Media* ist das *Stratum sub-*

elasticum, als äusserste das Stratum submusculare anzusehen; diese sind mitunter vorzugsweise Träger der radiären elastischen Fasern, die die Elasticae mit den concentrischen Fasern verbinden (*A. lingualis*, *Iliaca*).

7. Zwischen diesen Schichten liegt die Muscularis, die zum weitaus grössten Theil aus ungefähr circulär verlaufenden Muskelbündeln besteht, mitunter aber auch aus zwischen diesen eingelagerten schräg und longitudinal verlaufenden.

8. Zwischen den einzelnen Muskelschichten finden sich regelmässig Bindegewebsschichten; diese können bald interfasciculär sein (*Iliaca communis* stellenweise, *Lingualis*, *Iliaca externa*), bald, wenn die einzelnen Bündel zu grösseren Schichten confluiren, interlamellär (*Aorta*, *Carotis*, *Subclavia*, dann zum Theil *Iliaca communis*).

9. Im intermusculären Bindegewebe liegen concentrische elastische Fasern (*A. lingualis*, *Iliaca communis*) resp. ausgeprägte Fasernetze (*Iliaca externa*) oder concentrische elastische Lamellen (*Aorta*, *Carotis*, *Subclavia*), die durch Querfasern oder Längsfasern mit benachbarten und durch radiäre Fasern mit weiter entfernt liegenden verbunden werden (*Iliaca*, *Lingualis*).

10. Die Adventitia zeigt eine Schicht längsverlaufender elastischer Fasern und eine circulär verlaufender; die Grenze zwischen diesen beiden ist manchmal sehr scharf ausgesprochen (*Iliaca*, *Lingualis*), manchmal aber ist sie undeutlich, weil ein allmählicher Uebergang zwischen ihnen stattfindet (*Aorta*, *Carotis*, *Subclavia*).

11. In der inneren longitudinalen Schicht der Adventitia sieht man mitunter (*Iliacae*) eine schön entwickelte Muscularis, und zwar besteht letztere aus längsverlaufenden Muskelbündeln.

II. In Bezug auf Altersveränderungen:

1. In allen untersuchten Arterien nehmen Intima und Media mit zunehmendem Alter an Dicke zu.

2. Bei der *Aorta*, *Carotis*, *Subclavia* ist die relative Dickenzunahme der Intima stärker, als die der Media, bei der *Iliaca communis* ist das Verhältniss umgekehrt.

3. Bei den erstgenannten Arterien ist die relative Dickenzunahme der Intima im Vergleich zur Media in den ersten Lebens-

jahren bis zum erwachsenen Zustande stärker als nachher; bei der Iliaca bleibt das Verhältniss fast constant während des ganzen Lebens.

4. Ein Theil des elastischen Gewebes wird im höheren Alter in Elacin umgewandelt (Aorta, Subclavia, Carotis); durch diese Umwandlung wird die Elasticität der Arterienwände herabgesetzt (Unna), was vielleicht eine Arteriosklerose hervorrufen kann (Thoma).

5. In den erwähnten Arterien findet man bei der Färbung mit polychromem Methylenblau vereinzelte, Bindegewebe und Muskulatur enthaltende Stellen, die den Farbstoff stärker aufnehmen, als die übrigen. Dies deutet wohl auf eine Veränderung der betreffenden Stellen hin, doch ist die Natur derselben unbekannt.

Zum Schlusse möchte ich sowohl Herrn Prof. Schiefferdecker für die Anregung zur vorliegenden Arbeit und das lebhafteste Interesse, welches er ihr entgegengebracht hat, als auch Herrn Geheimen Medicinalrath Prof. Dr. Freiherr v. la Valette St. George, in dessen Laboratorium sie ausgeführt wurde, auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

Literatur-Verzeichniss (chronologisch geordnet).

- Kreysig (15), Die Krankheiten des Herzens. 1815. II. Berlin.
 Lobstein (33), Traité d'anat. pathol. 1833. II. Paris.
 Henle (41), Allgemeine Anatomie.
 Rokitsansky (44), Handbuch der pathologischen Anatomie. 1844. II.
 Donders und Jansen (48), Untersuchungen über die Natur der krankhaften Veränderungen der Arterienwände, die als Ursachen der spontanen Aneurysmen zu betrachten sind. Arch. f. physiol. Heilkunde. 1848, 7. Jahrgang.
 Max Schultze (49), De arteriarum notione etc. 1849. Diss.
 Remak (50), Histologische Bemerkungen über die Blutgefässwände. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. 1850.
 Risse (53), Observationes quaedam de arteriarum statu normali atque pathologico. Diss. inaug. Regiomont 1853.

- Virchow R. (56), Der atheromatöse Process der Arterien. Wiener med. Wochenschrift. 1856. Nr. 51, 52.
- Gimbert (65), Memoire sur la structure et la texture des artères. Journ. de l'anatomie et de laphysiol. Ed. Robin 2-e année 1865.
- Langhans (66), Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Arterien. Virch. Arch. Bd. 36. 1866.
- Kölliker (67), Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1867. 5. Aufl.
- v. Ebner (70), Ueber den Bau der Aortenwand, besonders der Muskelschicht derselben. Untersuchungen aus dem Institut f. Physiologie und Histologie in Graz, hrsg. von Rollet. 1870.
- Eberth (71), Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. Bd. I. 1871.
- Traube (71), Fall von angeborener Aortenstenose mit Bemerkungen über Sclerose des Aortensystems. Berliner klinische Wochenschr. 1871. Nr. 29—32.
- Koster W. (74), Die Pathogenese der Endarteriitis. 1874, Amsterdam.
- Heubner (74), Dieluetischen Erkrankungen der Hirnarterien. 1874. Leipzig.
- Bresgen (75), Ueber die Muskulatur der grossen Arterien, insbesondere ihrer Tunica adventitia. Virch. Arch. Bd. 65. 1875.
- Koester (75), Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn, 19. Januar 1875 und 20. Dec. 1875.
- Ranvier (75, 89), Traité technique d'histologie. Paris 1875. 1889.
- Stroganow (76), Recherches sur l'origine des éléments cellulaires dans l'endartérite de l'aorte. Arch. de physiol. 1876.
- Trompetter (76), Ueber Endarteriitis. Inaug.-Diss. Bonn. 1876.
- Clavier (76), Essai sur la structure de quelques artères viscérales. Thèse. Paris. 1876.
- Berladsky (78), Etude histologique sur la structure des artères. Thèse. Paris. 1878.
- Bardleben (78), Ueber den Bau der Arterienwand. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1878, Bd. XII. Sitzungsberichte. V. Sitzung am 10. Mai.
- Schiele-Wiegandt, Valerie (80), Ueber die Wanddicke und -Umfang der Arterien des menschlichen Körpers. Virch. Arch. Bd. 82. 1880. H. 1.
- Ehrenreich (80), Ueber den Bau und das Wachsthum der innersten Arterienhaut und die Pathogenese der Endarteriitis chronica. Inaug.-Diss. Berlin. 1880.
- Key-Åberg, Algot (81), Ueber den Bau der Tunica intima der Aortenwand bei dem erwachsenen Menschen. Biol. Untersuchungen von Retzius. 1881.
- Thoma R. (83), Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Arterienintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes. Virch. Arch. Bd. 93, 1883, H. III.
- Plotnikoff (84), Untersuchungen über die Vasa vasorum. Inaug.-Diss. 1884. Dorpat.

- Westphalen, H. (86), Histologische Untersuchungen über den Bau einiger Arterien. Inaug.-Diss. 1886. Dorpat.
- Thoma und Kaefler (88), Ueber die Elasticität gesunder und kranker Arterien. Virch. Arch. Bd. 116, 1888.
- Mehnert, E. (88), Ueber die topographische Verbreitung der Angiosclerose nebst Beiträgen zur Kenntniss der Aeste des Aortenbogens und einiger Venenstämmen. Dorpat 1888. Inaug.-Diss.
- v. Zwingmann (91), Das elastische Gewebe der Aortenwand und seine Veränderungen bei Sclerose und Aneurysma. Inaug.-Diss. 1891. Dorpat.
- Thoma, R. (91), Ueber Gefäß- und Bindegewebsneubildung in der Arterienwand. Beiträge zur pathol. Anat. und allgemein. Pathol. von Ziegler. 1891. Bd. X.
- Schulmann, T., Untersuchungen über die Structur des elastischen Gewebes der gesunden und kranken Arterienwand. Inaug.-Diss. Dorpat 1892.
- Aschoff, A. (92), Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Arterien beim menschlichen Embryo. Morphol. Arbeit, herausgegeben von G. Schwalbe. Bd. II. 1892. H. I.
- Wagner, O. (93), Ueber Lücken und Risse in dem elastischen Gewebe der Aortenwand. Inaug.-Diss. 1893. Dorpat.
- Unna, P. G. (94), Elastin und Elacin. Monatsh. f. pract. Dermatol. Bd. XIX. 1894.
- Marchand (94), Arterien (Eulenburg's Real-Encyclopädie der gesammten Heilkunde. 1894. Bd. II.
- Hilbert, P. (95), Ueber das Vorkommen von Rupturen der elastischen Innenhaut an den Gefäßen Gesunder und Herzkranker. Virch. Arch. Bd. 142. 1895. H. 2.
- Grünstein, N. (95), Histologische Untersuchungen über den Bau der menschlichen Aorta in verschiedenen Altersstufen. Inaug.-Diss. 1895. Bonn.
- Bonnet (96), Ueber den Bau der Arterienwand (Vortrag, gehalten in der Sitzung des medicinischen Vereins zu Greifswald am 30. November 1895). Deutsche medicinische Wochenschrift Nr. 1, 2. Jan. 1896.
- Schiefferdecker, P. (96), Ueber den Bau der Wandung der Blutgefäße (Sitzung der medicinischen Section vom 10. Februar 1896). Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn.

Ferner die Lehrbücher von:

- Schiefferdecker und Kossel (91), Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers. 1891. Braunschweig.
- Böhm und Davidoff (95), Lehrbuch der Histologie des Menschen einschliesslich der mikroskopischen Technik. 1895. Wiesbaden.
- Lawdowsky i Owsjannikow (88), Ossnowanija k isutscheniju mikroskopitschesskoi anatomii tschelowjeka i shiwotnych. 1888. C. Peter-

burg. (Grundlagen zum Studium der mikroskopischen Anatomie des Menschen und der Thiere. 1888. St. Petersburg. II. Bau der Blutgefässe von Hoyer).

Unna, P. G., Die Histopathologie der Hautkrankheiten. Lehrbuch der speciellen pathologischen Anatomie von J. Orth, Ergänzungsband II. Th. 1894.

Birch-Hirschfeld, Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 1895. Leipzig. Bd. II.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXX und XXXI.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

<i>Adv.</i> = Adventitia.	<i>El. s. F.</i> = schräg verlaufende Verbindungsfasern.
<i>E.</i> = Endothel.	<i>i. B.</i> = intermusculäres Bindegewebe.
<i>El. c. F.</i> = concentrische elastische Fasern.	<i>Int.</i> = Intima.
<i>El. c. L.</i> = concentrische elastische Lamellen.	<i>M.</i> = Muskulatur.
<i>El. e.</i> = Tunica elastica externa.	<i>Med.</i> = Media.
<i>El. i.</i> = Tunica elastica interna.	<i>S. el. c.</i> = Stratum elasticum concentricum.
<i>El. i. e.</i> = Lamina externa derselben.	<i>S. el. l.</i> = Stratum elasticum longitudinale.
<i>El. i. i.</i> = Lamina interna derselben.	<i>S. i.</i> = Stratum interlamellare.
<i>El. l. F.</i> = Längsverlaufende Verbindungsfasern.	<i>S. s.</i> = „ subendotheliale.
<i>El. r. F.</i> = Radiäre Verbindungsfasern.	<i>S. sel.</i> = „ subelasticum.
	<i>S. sm.</i> = „ submusculare.

Die Figuren 3, 4, 5 sind combinirt aus Präparaten, die mit Lithioncarmin-Pikrinsäure, mit Säurefuchsin-Pikrinsäure und mit Orcëin gefärbt waren. In den Figg. 4 und 5 sind die Farben so wiedergegeben, wie sie die Originale zeigten, in der Fig. 3 ist das Bindegewebe hell, die Muskulatur dunkeler und das elastische Gewebe ganz dunkel dargestellt.

Fig. 1. Längsschnitt durch den mittleren Theil der Iliaca communis eines 17jährigen Mädchens, Orcëinfärbung. Der Schnitt zeigt gerade die Stelle, wo der Bau der Iliaca in den der Aorta übergeht. Es ist im ganzen Schnitte nur das elastische Gewebe dargestellt. Von der Adventitia ist nur die innerste Schicht zum Theile dargestellt. Das Endothel ist durch einen grauen Strich angedeutet. Vergr. 100.

- Fig. 2. Querschnitt durch die Art. carotis communis einer 70jährigen Frau. Elacinfasern (Polychromes Methylenblau — 33%ige Tanninlösung nach Unna). Vergr. 200.
- Fig. 3. Querschnitt durch die Art. lingualis eines Erwachsenen. Vergr. 100.
- Fig. 4. Querschnitt durch die Art. iliaca communis (untere Hälfte) eines 16jährigen Knaben. Vergr. 200.
- Fig. 5. Querschnitt durch die Aorta eines 16jährigen Knaben. Vergr. 234. Wie auch auf der Figur angegeben, sind in der Mitte der Media 14 cm der Wand bei der Zeichnung fortgelassen worden, um der Figur eine solche Grösse zu geben, dass sie auf die Tafel ging.

Alle Zeichnungen sind mit einem Winkel'schen Zeichenapparate ganz genau der Natur entsprechend ausgeführt worden.
