(Aus dem Anatomischen Institut der Kgl. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden, Medizinalrat Prof. Dr. Baum.)

Ueber den histologischen Bau der Arterien in der Brust- und Bauchhöhle des Pferdes, mit besonderer Berücksichtigung der Anpassung dieser Gefässe an die Umgebung etc.

Von

Max Bärner,

Oberveterinär in Leipzig.

Hierzu Tafel IX—XI und 2 Figuren im Text.

Bei der histologischen Betrachtung des arteriellen Gefäßsystems treten große Verschiedenheiten im Bau der einzelnen Gefäße hervor, und Ranvier trifft sogar auf Grund dieser Wahrnehmung seine Einteilung der Arterien. Er gruppiert sie in solche des muskulösen und solche des elastischen Typus, je nachdem die Hauptschicht dieser Gefäße, die Media, vorwiegend glatte Muskelzellen oder elastische Fasern enthält.

Zu denen des elastischen Typus rechnet er im allgemeinen die großen Gefäße, zu denen des muskulösen die mittleren und kleinen. Zu dieser Einteilung konnte und mußte man vielleicht kommen, solange das Studium des Gefäßsystems ein allgemeines blieb. Bei genauerem Zusehen und unter vergleichender Betrachtung aller benannten Arterien verschiedener Tierarten vermag man aber diesen Standpunkt nicht mehr innezuhalten, denn man sieht bald, daß das Kaliber einer Arterie den Bau ihrer Wand nicht bestimmt, und daß nicht einmal die dem Kaliber annähernd Schritt haltende Wanddicke dabei ausschlaggebend ist. So geht z. B. aus Untersuchungen Baums und seiner Schüler hervor, daß in der Media der großen Gefäße des Beckens und auch des Endstückes der Aorta abdominalis von Pferd und Rind die Muskulatur über das elastische Gewebe bei weitem überwiegt, während auf der anderen Seite mittlere und kleine Arterien, wie die A. subscapularis, zum elastischen Typus gerechnet werden müssen. Ebenso fand ich selbst die Bauchaorta des Pferdes mit ihren großen Aesten zum muskulösen Typus gehörig.

Die maßgebenden Faktoren für den Bau der Arterienwand sind also nicht das Kaliber oder die Wanddicke, sondern offenbar äußere und innere mechanische Verhältnisse: der Druck von außen, Druck von Nachbarteilen, besonders von Knochen und Muskeln, denen die Arterien an- oder eingelagert sind, der Blutdruck und seine Verstärkung und Abschwächung durch die Schwerkraft, Zug und Dehnung bei Bewegungen der Gelenke, die Intensität der Bewegungen überhaupt und die Bewegbarkeit der betreffenden Körperteile. Mittelbar durch diese Faktoren wirken individuelle Verhältnisse, Rasse und Temperament der Tiere, ihr Alter und das davon beeinflußte Herz und seine Tätigkeit. Hierin liegen die wahren Gründe für die Bauart der einzelnen Arterie, wie sie dieselbe im Laufe des individuellen Daseins oder des Daseins der Art erhalten mußte. Nun ist allerdings dieser Zusammenhang nicht überall nachgewiesen, wenn es aber gelänge, die Beziehungen zwischen dem morphologischen Aufbau und der physiologischen Funktion festzulegen, so wäre die Basis zur mechanischen Erklärung der vorhandenen Form oder — wenn man so sagen darf — zur Erklärung der Architektonik der Blutgefäße geschaffen, ohne daß man eine teleologische Erklärung brauchte. Wenn auch das Endresultat eines zweckmäßig schaffenden Willens dasselbe sein wird wie das blinde Walten physikalischer und chemischer Kräfte, so können wir mit Bardeleben hierbei doch auch von einer blinden oder unbewußten Zweckmäßigkeit reden. Eine solche waltet beispielsweise im Knochen, wo sich nach allgemeinen mathematisch-physikalischen Gesetzen nur dort Knochensubstanz bildet, wo die Druck- und Zugkurven es verlangen. Ebenso drängt sich die Annahme auf, daß in den Gefäßen die muskulösen und elastischen Elemente für sich oder in wechselndem Grade gemischt entwickelt, bald verstärkt und bald vermindert auftreten werden, wie die mechanischen Verhältnisse diese **Anpassung** erfordern.

Um diesen Nachweis zu erbringen, sind bis ins einzelne gehende, vergleichende Untersuchungen des gesamten Gefäßgebietes und eine Würdigung aller äußeren Faktoren in Bezug auf die gefundenen, morphologischen Bilder nötig. Auf diesem Wege entstanden unter Leitung des Herrn Medizinalrat Prof. Dr. Baum im anatomischen Institut der Kgl. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden einige neuere Arbeiten, welche den mikroskopischen Bau der Blutgefäße der Haussäugetiere zum Gegenstand haben. Nach den vergleichenden Untersuchungen Thienels über die Gefäße der Schultergliedmaße, Busses über die des Beckens und der Beckengliedmaße, sowie Reissingers über die Arterien von Kopf und Hals der meisten Haustierarten

blieb zum Abschluß der Gesamtaufgabe noch die Untersuchung der Aorta und der Gefäße der Brust- und Bauchhöhle übrig. Mit dieser Arbeit, und zwar der Untersuchung der betreffenden Gefäße vom Pferde betraute Herr Medizinalrat Prof. Dr. Baum mich.

Dem liebenswürdigen Entgegenkommen meines hochverehrten Lehrers danke ich es, daß mir die Bearbeitung meiner Aufgabe ermöglicht wurde, indem er mir nicht nur sämtliche technischen und literarischen Hilfsmittel seines Institutes bereitwilligst zur Verfügung stellte, sondern indem er mir auch in wohlwollendster Weise mit seinem wertvollen Rate gern und dauernd zur Seite stand. Ich benutze mit Freuden die Gelegenheit, um ihm an dieser Stelle von Herzen meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Zu meinen Untersuchungen fertigte ich von den benannten Arterien der Brust- und Bauchhöhle des Pferdes in kurzen Zwischenräumen Präparate an, wobei ich es insbesondere nicht unterließ, von solchen Stellen Proben zu entnehmen, welche durch ihre Lage und Umgebung in irgend einer Weise ausgezeichnet waren, sei es, daß Lumenveränderungen vorlagen oder Zweiggefäße abgegeben wurden, sei es, daß Richtungswechsel eintrat, oder daß Eigentümlichkeiten in der Lagerung, bezw. in der An- oder Einlagerung vorwalteten. Die gewonnenen Bilder versuchte ich dann in Einklang zu den vorhandenen mechanischen Verhältnissen zu bringen.

Bereits beim Beginn meiner Arbeit traten aber beim Präparieren der Aorta für meine Zwecke an diesem mächtigsten Gefäße des Körpers einige so bemerkenswerte Befunde schon makroskopisch hervor, daß ich nicht umhin kann, deren Beschreibung der eigentlichen mikroskopischen Bearbeitung voranzustellen, zumal da diese Befunde für die in der Einleitung genannten Theorien sprechen.

Zur Anatomie der Aorta.

Die Aorta des Pferdes steigt als Aorta ascendens in kranio-dorsaler Richtung auf und wendet sich dann nach Abgabe des Truncus brachiocephalicus communis mit einem schwach konvexen Bogen in Form des Arcus aortae rück- und aufwärts zur Wirbelsäule, welcher sie sich am 7. bis 8. Rückenwirbel nähert, um dabei als Aorta descendens weiter kaudal zu verlaufen. Eine innige Befestigung an der Wirbelsäule erfolgt jedoch erst etwa vom 12. Rückenwirbel ab, d. h. in einer Entfernung von etwa 40 cm vom Herzen, bei einer durchschnittlichen Länge der Brustaorta von 55 cm. Von hier ab sind Brust- und Bauchteil der Aorta fest mit der Wirbelsäule verbunden.

Wenn nun die eingangs erwähnten Faktoren, äußere Druckverhältnisse u. s. w., bestimmend auf die Gefäßwand wirkten, so müßte bei der Brustaorta eine günstige Gelegenheit gegeben sein, diese Wirkung nachweisen zu können, denn während sie in ihren ersten beiden Dritteln (abgesehen von der Befestigung am Herzen und durch den Trunc. brachioceph. com.) fast frei am Mittelfell und an den Zwischenrippenarterien im Brustraum aufgehängt ist, liegt ihr letztes Drittel fest an der Wirbelsäule, und gelegentlich des Durchtrittes durch das Zwerchfell ist sie von den Pfeilern desselben sogar rings wie von einem Gurt umschlossen. Fertigt man nun von verschiedenen Stellen der Aorta Querschnitte an und mißt dieselben aus, so ergeben sich, ohne daß die Lichtenweite entsprechend abnimmt, tatsächlich große Verschiedenheiten betreffs der Wandstärke, und zwar sowohl unter den einzelnen Querschnitten, wie auch an verschiedenen Stellen desselben Querschnittes.

Dabei muß ich aber vorausschicken, daß die im folgenden angegebenen, absoluten Maße natürlich nur annähernde sein können, denn die Messungen werden stellenweise durch die Umkleidung der Aorta mit Fett erschwert. Es gilt dies besonders vom Aortenstamm in der Herzgegend und von der Bauchaorta, welche bei manchen Pferden im Fett vergraben sind. Beim unumgänglich notwendigen Freipräparieren ist es nicht zu vermeiden, daß bindegewebige Teile, welche zur Adventitia gehören, gleichzeitig mit dem Fett entfernt werden. Ferner muß ich betonen, daß die absoluten Maße bei den einzelnen Pferden verschieden sind, denn einerseits kommen sehr verschieden große Pferde zur Untersuchung, und andererseits scheint auch das Gefäßsystem individuell verschieden entwickelt zu sein. Die relativen Zahlen dagegen bleiben konstant.

Gelegentlich solcher Messungen fand ich nun, daß bei einem mittelgroßen, eben getöteten Pferde die Wand des Truncus aorticus sowie des ersten Drittels der Brustaorta einen Maximaldurchmesser von 7 mm besaß (bei einem anderen Pferde sogar 10 mm). Bereits hier war aber die Wand nicht rundum gleichstark, sondern ihre Dicke bewegte sich in Grenzen von 5—7 mm. Eine Regelmäßigkeit hinsichtlich des Auftretens dünnerer und dickerer Stellen vermochte ich jedoch nicht festzustellen. Bei dem in Rede stehenden Pferde lag die dickste Stelle des Trunc. aortic. auf der rechten Seite, die dünnste auf der linken nach der Vorderwand zu.

Ungefähr von der Mitte der Brustaorta an wurde die Wand allmählich dünner und maß am Ende des zweiten Drittels, ungefähr am 12. Brustwirbel, mit geringen Schwankungen nur noch 3 mm, während sie beim Zwerchfellseintritt an der ventralen Partie am

Boden und den Seitenwänden nur 2,5 mm, am dorsalen Teile, am Dach sogar nur noch 1 mm Durchmesser hatte. Dieses letzte Maß steht in auffälligem Gegensatz zu den Maßen der Seitenwände und des Bodens, besonders aber zu den Maßen der vorhergehenden und auch der folgenden Strecken. Zwar zeigt der Anfang der Bauchaorta ebenfalls zunächst noch das dünne Dach, nach Abgang der A. coeliaca hingegen ist der Unterschied verschwunden, und die Bauchaorta behält fast durchgängig eine Wanddicke von 2—3 mm bis zu ihrem Ende im Becken, wo sie eine solche von gleichmäßig 3 mm erreicht.

Das Ende der Brustaorta weist also im Hiatus aorticus eine Dicke von dorsal 1 mm und ventral 2,5 mm auf, eine gewiß erhebliche und offenbar auch begründete Differenz. Diese wird jedoch noch beachtenswerter, wenn man weiter erwägt, daß die dickste Stelle der Aorta bei diesem Pferde überhaupt 7 mm gemessen hatte. Es stehen sich mithin dickste (Trunc. aortic.) und dünnste Stelle (dorsale Partie der Aorta im Zwerchfell) in Verhältnissen gegenüber wie der Durchmesser eines Bleistiftes und der starken Kartonpapiers. Dabei sind diese beiden Stellen nur etwa $^1/_2$ m voneinander entfernt, und die dünnste Partie liegt noch vor Abgang der großen Arterien der Baucheingeweide.

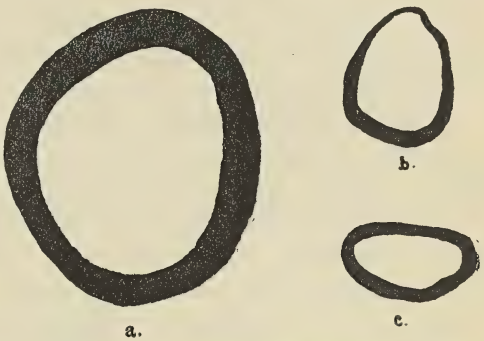


Fig. 1a—c. a Truncus aorticus, b Aorta im Hiatus aorticus, c Ende der Aorta abdominalis. ($^2/_3$ der natürl. Größe.)

Diese Verhältnisse sind keine zufälligen, und sie können nicht allein mit der durch Abgabe von Gefäßen in der Brusthöhle verbundenen Kaliberänderung begründet werden, denn wenn auch die Zwischenrippenarterien eine beachtenswerte Blutmenge wegnehmen, so bleibt doch der Bauchaorta noch zu reicher Inhalt, als daß theoretisch eine Wand von 1 mm Stärke an sich genügen würde, zumal außerdem mit der Abnahme der Wandstärke keine auch nur annähernd entsprechende Abnahme des Gefäßlumens einhergeht.

Zwei Punkte sind es also, die uns hier als auffällige Erscheinungen entgegentreten:

1) die verschiedenen Wandstärken im ganzen Verlauf der Brustaorta: die starke Wand, soweit das Gefäß frei aufgehängt ist, und die bedeutende Verdünnung derselben Wand, soweit es der Wirbelsäule sich nähert und ihr anliegt, sowie

2) die verschiedenen Wandstärken, soweit das Gefäß der Wirbelsäule anliegt und besonders beim Durchtritt durch das Zwerchfell.

Um die Notwendigkeit einer starken Wand an der freihängenden Aorta zu verstehen, stelle man sich zum Vergleich ein Gefäß von gleicher Lichtenweite, aber von viel dünnerer Wand vor. Der gleiche Blutstrom trete unter gleichem Druck in beide Gefäße ein. Dabei wird sich das dünnwandige Gefäß natürlich mehr erweitern als das dickwandige, und die Fortbewegung des Blutes wird im ersteren eine geringere an Schnelligkeit sein als im letzteren. Im starkwandigen Gefäß dagegen ist die seitliche Ausdehnung der Wände viel geringer.

Die Verhältnisse ändern sich aber, wo die Aorta der Wirbelsäule fest anliegt. Die Arbeit, welche vorher die dicke Gefäßwand leisten mußte, um periphere Kraftverschwendung zu verhüten, ersetzt jetzt der Widerstand der Wirbelsäule. Wenn derselbe auch an sich zunächst nur von oben her wirkt, so strahlt doch seine Wirkung durch die innige Befestigung auf die übrige Wand der Aorta aus. Das Verhältnis zwischen der sonst notwendigen Kraftaufwendung der Wand und dem nunmehrigen Widerstand des Knochens wird durch die Veränderungen der Wanddicke veranschaulicht.

Im Aortenschlitz selbst wird dies ganz besonders deutlich. Hier kommen zu dem Widerstand der Wirbelsäule am Dach des Gefäßes noch die Zwerchfellspfeiler als ringförmiger Gurt für die übrigen Wände hinzu. Wahrscheinlich gestattet aber dieser Gurt ventralwärts ein Ausweichen der Aorta, und deshalb ist ihr Boden dicker als das Dach, welches nicht ausweichen kann.

Die geringere Dicke des Daches hat aber noch andere Gründe. Das Dach liegt dem Knochen an und wird bei Kontraktionen der Zwerchfellspfeiler gegen diesen gepreßt. Wie Baum-Thienel von Gefäßen, welche direkt dem Knochen anliegen, beschreiben, ist dabei die Möglichkeit einer Druckatrophie vorhanden, einer Atrophie aber, welche die Arterie in ihrer Leistung wenig herabsetzt; denn wenn auch schließlich die Kontraktilität an Kraft einbüßen mag, so leidet doch die Widerstandsfähigkeit an dieser Stelle nicht. Sie wird im Gegenteil sogar relativ erhöht; man muß

es wenigstens daraus schließen, daß dieser Punkt weder als Prädestinationsstelle für Zerreißungen bekannt ist, noch daß in irgend einer Weise Gegenmaßregeln des Körpers gegen diesen Angriff angedeutet sind. Es wäre das aber sicher der Fall, wenn die Erscheinung eine Gefahr, und sei es auch nur hinsichtlich richtigen Funktionierens bedeutete.

Die geringere Dicke der Aortenwand innerhalb des Zwerchfellsschlitzes hat also zunächst denselben Grund wie beim letzten Drittel der Brustaorta überhaupt: ihre feste Anlagerung an den Knochen, die ein peripheres Ausweichen erschwert. Wenn auch dieses ursächliche Moment das einflußreichste sein mag, so ist aber doch zur Ergänzung noch eine andere Erklärung heranzuziehen. Wir finden immer, daß nur dort Gewebe entwickelt werden, wo sie notwendig sind. Es entspricht ganz und gar der haushälterischen Weise des Körpers, auch hier mit der Gewebsbildung in der Wand sparsam zu sein, wo diese Gewebe nicht gebraucht werden, da ihre Arbeit durch andere, zufällig vorhandene getan wird.

Nach diesen mir notwendig erscheinenden Auseinandersetzungen über die makroskopische Anatomie der Aorta trete ich in die mikroskopische Bearbeitung dieses Gefäßes und seiner Brust- und Bauchäste selbst ein.

Technik.

Das zu meinen Untersuchungen benutzte Material entnahm ich dem Tierkörper unmittelbar nach der Tötung, wobei ich besondere Aufmerksamkeit darauf verwendete, die frühere Lage des entnommenen Gefäßstückes an diesem selbst genau zu bezeichnen, so daß sie während der ganzen Weiterbehandlung ersichtlich blieb. Es war das durch Anbringen von Kerben am Rande, eventuell in verschiedener Anzahl, Einstechen von Stecknadeln, Einziehen von Fadenenden mit einem oder mehreren Knoten, Aufreihen der einzelnen Stücke auf Fäden etc. leicht zu bewerkstelligen. Proben aus Gefäßen kleinen Kalibers konnten im ganzen verarbeitet werden so daß ich auch mit dem Mikrotom Querschnitte durch das ganze Gefäß erhielt. Querringe aus großen Gefäßen hingegen mußten in vier (Dach, zwei Seitenwände, Boden) oder mehr Teile zerlegt werden. Die Fixierung und Härtung geschah teils nur mit Alkohol, teils mit Zenkerscher Flüssigkeit und Alkohol in bekannter Weise. Als Durchtränkungsmasse benutzte ich Paraffin von 56—58° Schmelzpunkt.

Hinsichtlich des Schneidens der Gefäße boten sich mannigfache Schwierigkeiten, und zwar besonders bei der Aorta und den anderen großen Gefäßen. Während von den kleineren Arterien Schnitte von

5—6 μ erzielt wurden, war das bei genau ebenso vorbehandelten großen Gefäßen nicht möglich, wenigstens gelang es bisweilen nicht, Schnitte unter 10 μ herzustellen, in welchen eine bestimmte Stelle der Gefäßwand von innen nach außen im Zusammenhang zu übersehen war. Aehnlich verhielt es sich dann mit dem Aufkleben der Schnitte auf den Objektträger. Diejenigen kleinerer Gefäße hielten tadellos fest, während die aus großen Gefäßen oft beim Trocknen absprangen und von neuem geschnitten, frei gefärbt werden mußten.

Als Färbemittel habe ich nach mannigfachen Versuchen und Kombinationen schließlich durchgehends benutzt: Delafields Hämatoxylin in starker Verdünnung zur Kernfärbung und damit zum Studium der glatten Muskulatur, Weigerts Resorcin-Fuchsin und daneben Orcein nach Unna zur Darstellung der elastischen Elemente, sowie endlich Hansens Säurefuchsin-Pikrinsäurelösung und die ähnliche Methode nach van Gieson zur Bindegewebsfärbung. Besonders die Weigertsche, die van Giesonsche und die Hansensche Methode sind für die vorliegende Zwecke sehr gut geeignet und verhältnismäßig wenig zeitraubend. Die Hämatoxylinfärbung von Schnitten aus großen Gefäßen bietet allerdings manche Schwierigkeiten und liefert nur wenig gute Präparate.

Allgemeines.

Zur Festlegung der im folgenden benutzten Nomenklatur und zur Vermeidung von Wiederholungen sei eine kurze Uebersicht über die Histologie des arteriellen Gefäßsystems vorangestellt.

Allen Gefäßen gemeinsam ist eine innere Auskleidung mit Endothel, welches bei den Kapillaren überhaupt die ganze Wand bedeutet. Mit zunehmender Größe der Gefäße legen sich dieser feinen Haut Elemente des Muskel- und Bindegewebes in wechselnder Menge von außen an.

Diese Außenhaut, Membrana accessoria, besteht aus einer bindegewebigen Grundlage mit eingebetteten, elastischen Fasern und glatten Muskelzellen und paßt sich in ihrem Aufbau den jeweiligen Erfordernissen als Schutz-, Stütz- und Verbindungsschicht an. Sie zeigt im allgemeinen eine Neigung zur konzentrischen Schichtung derart, daß die innersten und äußersten Lagen dabei longitudinal, die mittleren zirkulär angeordnet sind. Es ist selbstverständlich, daß sie die Bahnen für die Ernährungsflüssigkeiten und die Nerven enthält.

Aus den angedeuteten Gründen ergibt sich mit Leichtigkeit eine Scheidung der Accessoria in drei Schichten, eine innere, mittlere und äußere: Tunica intima, media und adventitia.

Die auf das Endothel nach außen folgende Tunica intima besteht aus einer bindegewebigen Grundlage, in welche mehr oder weniger reichlich elastische und Bindegewebsfasern in der Längsrichtung eingelagert sind. Da der Querschnitt dieser Längsfaserschicht die quergetroffenen elastischen Fasern als Körnchen

zeigt, wird dieser Bestandteil der Intima auch als Körnchenschicht (Baum-Thienel) bezeichnet. Sie ist in verschiedenem Maße entwickelt und fehlt zuweilen ganz. Endlich findet man hier Anhäufungen verschiedener Zellen (Virchow, Langhans, Key-Åberg).

In vielen Arterien besitzen Intima und Media eine scharf ausgeprägte Grenzlamelle zwischen sich, welche am leeren Gefäß kontrahiert und deshalb auf dem Querschnitt krausenartig gefältelt erscheint. Diese Tunica elastica interna ist gefenstert und meist einschichtig. Ihre Zugehörigkeit zur Intima oder Media ist strittig.

Die Tunica media ist eine Ringfaserhaut, welche bei den kleinsten Arterien aus Muskelzellen besteht, bei größeren sind elastische Fasern beigemengt, und bei den größten verdrängen diese beinahe das Muskelgewebe, aber niemals geschieht dies völlig. In den größten Arterien bilden die elastischen Fasern dicke, konzentrisch verlaufende Platten, deren Zahl 100 und mehr beträgt.

Die Abgrenzung der Media nach der Adventitia hin kann durch eine Tunica elastica externa geschehen.

Die Tunica adventitia besteht aus Bindegewebe, längsverlaufenden, elastischen Fasern, Muskelzellen, Gefäßen und Nerven.

Nach dieser Darstellung würden an der Arterienwand zu betrachten sein:

1) Endothel.
2) Intima.
3) Tunica elastica interna.
4) Media.
5) Tunica elastica externa.
6) Adventitia.

Spezielles.

An der Wand des

Truncus aorticus

prägt sich die Schichtenbildung nur mangelhaft aus, denn eine Grenze zwischen Adventitia und Media ist überhaupt nicht nachweisbar, und auch die Intima ist infolge Fehlens einer Tun. elast. int. nicht deutlich abgegrenzt. Von der Gesamtwand wäre auf die Intima etwa $^1/_{15}$ zu rechnen. Bei einer Gesamtstärke der Wand von 5,8 mm fand ich sie 0,4 mm[1]) dick. Die Intima besteht nur aus der Längsfaserschicht, deren innere Begrenzung grobe Falten zeigt. Die Schicht selbst ist reich an elastischen Fasern von der verschiedensten Dicke. Ebenso ist ihre Richtung verschieden, und nur etwa die reichliche Hälfte verläuft längs. An einzelnen Stellen, besonders dicht unter dem Endothel legen sie sich in verschiedenen Mengen zu Platten oder zu dichten Netzen aneinander. Eine Tun. elast. int. fehlt. Es findet vielmehr ein allmählicher, aber vollkommener

1) Die hier und im folgenden angegebenen, absoluten Maße sind sämtlich von Arterien desselben Pferdes genommen.

Uebergang aus der Intima in die Media statt, derart daß zunächst die Fasern beider gemischt auftreten, weiter nach außen nehmen die Längsfasern an Zahl ab und fehlen schließlich ganz. Die Media zeigt eine ganz bedeutende Menge elastischer Ringfasern, welche in verschiedener Stärke und meist in Platten bis zu 0,01 mm Dicke auftreten. Solcher Platten kommen auf einem Querschnitt 100 und mehr umeinandergelegt vor. Unmittelbar an der Intima sind sie im allgemeinen am stärksten, liegen am dichtesten und sind gewellt. Nach außen hin werden die Zwischenräume zwischen ihnen größer und ihre Wellungen flacher, bis sie unter der Adventitia fast gerade verlaufen. Die Zwischenräume enthalten feine und feinste, den Platten abgezweigte und sie verbindende, elastische Fasern und sind im übrigen mit Bindegewebe und Kreismuskulatur angefüllt. Die Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia ist nur durch wenig lockeres Bindegewebe angedeutet. Ihre geringe Entwicklung ist auch ganz natürlich, denn das Gefäß steht fast frei im Brustraume, so daß eine Befestigung durch die Adventitia an der Umgebung überflüssig wird.

Der Trunc. aortic. ist somit von rein elastischer Bauart.

An seine Beschreibung soll sich nun zuerst diejenige des Trunc. brachiocephalicus com. und seiner Aeste anschließen. Er entspringt etwa 7 cm vom Bulbus aortae entfernt aus der Konvexität des Aortenbogens und teilt sich in die schwächere A. subclavia sinistra und die stärkere A. brachiocephalica (A. anonyma). Letztere gibt den Trunc. bicaroticus ab, verhält sich aber sonst wie die A. subclav. sin. Da die Carotiden von Reissinger untersucht worden sind, genügt es für die vorliegenden Zwecke, wenn ich die A. subclav. sin. und ihre Zweiggefäße beschreibe: 1) A. costocervicalis, 2) A. cervicalis profunda, 3) A. vertebralis, 4) A. thoracica interna, 5) Truncus omocervicalis mit seinen Aesten (A. cervicalis ascendens und A. transversa scapulae), 6) A. thoracica lateralis und 7) A. axillaris.

Der

Truncus brachiocephalicus communis

ist eine große Arterie, deren Wand im Durchschnitt 5 mm mißt. Histologisch springt die Aehnlichkeit mit dem Aortenstamm ins Auge, denn auch hier findet man eine völlige Vermischung der Schichten der Gefäßwand.

Dicht unter dem Endothel tritt eine bindegewebige Lage auf, welche stellenweise feine, elastische Lamellen regellos im Innern zeigt, und welche von verschiedener Dicke, meist aber sehr dünn ist. Hierauf folgt nach außen eine 10—20 mal so starke Zone aus elastischen Längs- und Schrägfasern (Fig. 1), welche relativ stark

sind und innen enger als außen liegen. Weiter nach außen findet man bald Kreisfasern in großer Zahl, die sich innig mit den Schräg- und Längsfasern vermengen. Durch dieses Zusammentreffen der Fasern und Platten unter den verschiedensten Winkeln entstehen komplizierte Netze. Weiter peripher nehmen die Schräg- und Längsfasern an Menge ab und die Kreisfasern zu. Schließlich fehlen die ersteren ganz und die Kreisfasern bleiben allein übrig. Ihre Gesamtzahl beträgt etwa 60 und die äußersten verlaufen gestreckter als die mehr nach innen liegenden, welche im allgemeinen stärker gewellt sind als im Trunc. aorticus. Dieser Faserverlauf ist im wesentlichen rundum derselbe, nur muß hervorgehoben werden, daß sich an der konkaven Seite des Gefäßes eine Anzahl Längsfasern nahe dem Lumen des Gefäßes zu einer Platte ansammelt, welche bei schwacher Vergrößerung einer Tun. elast. int. ähnelt. Die Platte verdient aber diese Bezeichnung nicht, denn erstens kann man stellenweise deutlich erkennen, daß sie nur aus dicht aneinander gelagerten, nicht aber verschmolzenen Längsfasern besteht, und zweitens stellt sie nicht die äußere Grenze der Zone der Längsfasern dar. Die Muskelfasern verhalten sich hinsichtlich ihres Verlaufs analog den elastischen Elementen, d. h. sie besitzen in den inneren Schichten verschiedene Richtungen, in den äußeren dagegen vorwiegend die zirkuläre. Sie liegen meist einschichtig zwischen den Platten und sind an Menge weit in der Minderzahl gegenüber den elastischen Fasern. Insbesondere sind sie nach dem Lumen hin seltener als außen.

Nach dieser Darstellung ist es wohl begreiflich, daß eine scharfe Trennung der Intima von der Media nicht möglich ist. Eine Tun. elast. int. ist zudem nicht vorhanden, und die innige Vermischung von Längs-, Schräg- und Kreisfasern bildet mit ihren mannigfachen Netzformationen eine breite Uebergangszone an Stelle einer präzisierten Grenzlamelle. Schätzungsweise könnte man das Dickenverhältnis der Intima zu dem der Media auf 1 : 10 angeben, wenn man die Zone, welche vorwiegend Längs- und Schrägfasern umfaßt, als Intima, diejenige, welche vorzugsweise Kreisfasern enthält, als Media betrachtet. Eine Tun. elast. ext. fehlt, und man kann auch von einer Adventitia kaum reden, wenn man nicht einige an die Media außen angelagerte Bindegewebszüge dafür ansprechen will.

Der Trunc. brachioceph. com. ist also ein Gefäß des reinsten, elastischen Typus. Der durch die Beimischung schräg verlaufender Elemente bedingte komplizierte Faserverlauf

ist eine Folge der Abzweigung vom Stammgefäß, wobei Fasern von einem zum andern übergehen.

Auch in der

A. subclavia sinistra

ist die Trennung der Wandschichten nur wenig fortgeschritten, und selbst gegen das Ende hin wird sie keine vollkommene. Die Wandstärke nimmt von etwa 3 mm im Anfang bis auf 1,5 mm am Ende ab.

Geht man von dem beim Trunc. brachioceph. gewonnenen Bilde aus, so bemerkt man, daß die elastischen Längsfasern der Intima hier ganz allmählich nach dem Lumen hin und dabei enger zusammenrücken, so daß die ganze Schicht schmäler wird. Die Dicke der Intima sinkt von etwa $^1/_8$ der Wandstärke am Gefäßanfang auf $^1/_{20}$ am Ende. Eine elastische Grenzlamelle in Gestalt einer Tun. elast. int. fehlt durchgehends. Die Media zeigt die größten Verschiedenheiten. Anfänglich gewährt sie Bilder wie im gemeinsamen Kopfarmstamme, d. h. die äußeren Intimafasern mischen sich mit den zirkulären Mediafasern unter Beteiligung von Schrägfasern. Nach außen zu gewinnen dann die zirkulären Mediafasern das Uebergewicht. Nähert sich das Gefäß seinem Ende, so verschwinden Längs- und Schrägfasern mehr und mehr, und es kommen fast nur noch Zirkulärfasern vor. Im Verlauf der A. subclav. sin. herrscht demnach ein großes Durcheinander hinsichtlich der Richtung und Stärke der elastischen Fasern, sowie hinsichtlich des Vorkommens, der Menge und Richtung der Muskelzellen. Die Zahl der elastischen Ringplatten der Media dürfte ungefähr 40—50 am Anfang und etwa 35 am Ende betragen. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia ist am Anfang des Gefäßes spärlich entwickelt und besteht nur aus Bindegewebe. Erst nach dem Abgange der A. cervic. prof. finden sich elastische Längsfasern und Muskelzellen ein, welche aber verhältnismäßig gering an Zahl bleiben. Die Dicke der Adventitia wechselt derart, daß man keine Zahlen festlegen kann.

Die A. subclav. sin. ist also ein Gefäß von rein elastischem Typus. Wir finden diesen Typus aber nicht regelmäßig entwickelt, weil der Faserverlauf kein regelmäßiger ist. Diese Erscheinung kann nicht befremden, wenn man erwägt, daß die Arterie auf der kurzen Strecke ihres Verlaufs, und zwar eines gewundenen Verlaufs viele große Gefäße dicht nebeneinander abgibt, daß diese Gefäße sowohl aus der dorsalen wie aus der lateralen Wand abzweigen, und daß dies unter verschiedenen Winkeln geschieht. Bei jeder Abzweigung gehen aber Wandbestandteile des Stammgefäßes in das Zweiggefäß über, und dadurch dürfte

der ungewöhnliche Faserverlauf in der Media dieser Arterie seine Erklärung finden.

Die

A. anonyma

weicht von der A. subclav. sin. kaum ab, nur daß sie infolge einer stärkeren Media etwas dicker in der Wand (3,5 mm) ist als diese.

Von den Aesten der A. subclav. sin. ist 1) die

A. costocervicalis

ein mittleres Gefäß von etwa Bleistiftstärke. Sie steigt an der Luftröhre kopfwärts und gibt im zweiten Intercostalraum die A. intercostalis suprema ab. Der fortlaufende Stamm tritt als A. transversa colli durch den zweiten, bisweilen dritten Intercostalraum aus der Brusthöhle. Die Wand der A. costocerv. ist rundum nicht gleich dick. Im Anfang mißt sie an der stärksten Stelle 1,9 mm, an der schwächsten 1,2 mm. Die letztere befindet sich an der Seite des Gefäßes, mit welcher es der Luftröhre anliegt.

Die Intima ist anfangs mit 0,12 mm an der Wanddicke beteiligt und nimmt im weiteren Verlauf des Gefäßes und seiner Aeste ab, so daß sie in letzteren nur noch 0,03 mm mißt, das ist ca. $^1/_{20}$ der Wandstärke. Im Anfang des Hauptgefäßes besteht die Intima mangels einer Tun. elast. int. nur aus der Längsfaserschicht. Diese zerfällt wieder in eine innere außerordentlich verschieden breite, an manchen Stellen ganz oder fast ganz fehlende Lage aus reinem Bindegewebe und in eine nach außen davon befindliche Anhäufung von starken, elastischen Längsfasern, welche 8- bis 10fach übereinander und dicht an den innersten elastischen Platten der Media anliegen. Eine augenfällige, besondere Anordnung, etwa Platten- oder Netzbildung, liegt nicht vor, auch tritt im allgemeinen keine Vermischung mit den zirkulär verlaufenden Mediafasern ein, so daß die Grenze zwischen Intima und Media relativ deutlich ist (Fig. 2).

Im weiteren Verlaufe des Gefäßes verliert sich nun die bindegewebige Längsfaserschicht sehr bald ganz, und nur der elastische Anteil bleibt übrig. Jedoch auch dieser zeigt bald einen deutlichen Rückgang. Nach Abzweigung der A. intercost. sup. sehen wir z. B. durchschnittlich 5 Reihen, im Intercostalraum noch 2—3, im Endstück der A. transv. colli nur noch eine Lage Fasern, die aber ziemlich dicht liegen und infolgedessen eine Tun. elast. int. formal und funktionell darstellen; nur möchte ich noch nicht direkt von einer solchen sprechen, weil die Querschnitte der einzelnen Fasern bei starker Vergrößerung als Körnchen sichtbar bleiben, während man von einer echten Tunika eine vollkommene

Verschmelzung der Längsfasern fordert und deshalb auch auf dem Querschnitt keine Reihe von Körnchen wie im vorliegenden Falle, sondern eine scharf begrenzte Linie erwartet. Auch Muskelfasern sah ich relativ häufig in der Bindegewebslage und vereinzelt zwischen den elastischen Fasern. Sie liegen meist longitudinal, doch finden sich auch Schrägfasern. Die Media macht zwei Drittel der Wandstärke aus und zeigt, obgleich es sich nur um ein mäßig starkes Gefäß handelt, einen rein elastischen Charakter. Ihre elastischen Platten sind durch Abfaserungen etc. nicht so innig verbunden wie in den großen Arterien und sind sämtlich gleichmäßig gefältelt. Dabei sind sie fast gleich stark und liegen im allgemeinen gleich weit voneinander, während sie sonst häufig in der äußeren Hälfte der Media in flacheren Bögen verlaufen und weiter voneinander entfernt sind als innen. Im Verlauf der Arterie sinkt die Zahl der elastischen Platten von ca. 30 auf 12. Zwischen den Platten liegen die Muskelfasern meist einschichtig und im allgemeinen zirkulär. Nach der Peripherie hin kommen auch Schrägfasern vor. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia ist aber auch ohnedies scharf abgegrenzt. Ihre rundum fast gleichmäßige Dicke beträgt durchschnittlich ein Drittel der Gesamtstärke. Sie besteht aus vielem Bindegewebe und elastischen Längsfasern, die teils in 8—12 Platten, teils als Einzelfasern dazwischen gelagert sind. Im ganzen nehmen die Längsfasern im Verlaufe des Gefäßes an Menge zu und liegen dichter. Im Endstück kommen auch Schrägfasern vor. Eine mäßige Menge von Muskelzellen verläuft zirkulär, längs und schräg zwischen den elastischen Elementen.

Die A. costocervicalis besitzt also rein elastischen Typus. Auffällige Veränderungen im Lumen und in der Struktur treten nach dem Abgang der A. intercost. sup. ebensowenig wie während oder nach dem Durchtritt durch den Zwischenrippenraum ein.

2) Die

A. cervicalis profunda

verläßt durch den ersten oder zweiten Zwischenrippenraum den Brustkorb. Es interessiert uns hier ähnlich wie bei der vorigen Arterie die Beschaffenheit der Gefäßwand am Ursprung des Gefäßes und vor dem Herantritt an die Rippen, sowie bei und nach dem Durchtritt durch den Zwischenrippenraum.

Von einer durchschnittlichen Gesamtwandstärke von 0,8 mm im Anfang des Gefäßes entfällt auf die Intima etwa $^1/_{12}$, am Ende aber nur noch $^1/_{20}$. Sie besteht anfangs nur aus der Längs-

faserschicht, in welcher auf das Endothel zunächst eine Bindegewebslage von verschiedener Stärke, aber durchschnittlich ungefähr halber Dicke der Intima folgt. Stellenweise werden hier eine und auch zwei feine, elastische Lamellen sichtbar, welche sich bald weiter voneinander entfernen, bald zu verschmelzen scheinen. Dieses Bild tritt aber nicht rundum gleichmäßig hervor und verschwindet schließlich im weiteren Verlauf des Gefäßes mehr oder weniger. Nach außen davon liegen in 4—5 gewellten Reihen elastische Längsfasern unmittelbar an den innersten Mediaschichten. Im weiteren Verlauf des Gefäßes nimmt die Zahl dieser Reihen ab. Im Intercostalraum sehen wir nur noch zwei. Dafür rücken die Fasern aber immer enger zusammen, und schließlich entsteht oberhalb des Intercostalraumes eine Platte, welche Aehnlichkeit mit einer Tunica gewinnt. Wir befinden uns hier demnach in einer Gegend, welche den Uebergang zu dem von Reissinger beschriebenen Zustande darstellt. R. untersuchte die Arterie in ihrem Endstück und fand, „daß eine Intima so gut wie nicht vorhanden ist; unmittelbar an das Endothel schließt sich die Tun. elast. int. an". Eine echte Tun. elast. int. fehlt also in den proximalen Partien des Gefäßes und ist nur in den distalen (Reissinger) vorhanden. In den ersteren sind die Intima und die Media durch den Verlauf ihrer Fasern charakterisiert und damit getrennt. Die Media hat fast durchgehends einen Durchmesser von drei Viertel der Gefäßwand. Ihr Hauptbestandteil wird in der von mir untersuchten Strecke aus ca. 20 elastischen Platten gebildet. Anfangs sind sie dick und liegen eng. Distalwärts werden sie dünner und liegen stellenweise etwas weiter voneinander entfernt, so daß größere Zwischenräume entstehen, in denen sich Muskulatur meist in einschichtiger Lage vorfindet. Auch hierin sehe ich einen Uebergang zu dem von R. beschriebenen Zustande, welcher die Media des Endstücks reich an Muskulatur schildert. Anordnung und Richtung der Muskelzellen bieten nichts Besonderes. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia ist in einer Dicke von etwa einem Viertel der Wandstärke entwickelt. Sie wird aus Bindegewebe und vielen elastischen Längsfasern aufgebaut, welche durchschnittlich in acht Platten dicht aneinander gereiht verlaufen. Die in mäßigen Mengen vorhandenen Muskelfasern liegen meist längs und nur zu einem kleinen Teile schräg. Sie scheinen distal an Menge abzunehmen.

Die A. cervicalis prof. ist also eine Arterie, welche im Anfangsteil dem elastischen, im Endstück dem muskulösen

Typus angehört. Besondere Eigenheiten, in Bezug auf Lumen, Wanddicke und Wandstruktur, welche auf ihren Verlauf in der Brusthöhle, im Zwischenrippenraum oder oberhalb desselben zurückgeführt werden könnten, sind nicht gefunden worden.

3) Bei einer Beschreibung des Anfangsteiles der

A. vertebralis

kann ich mich — bis auf die Intima — der Darstellung Reissingers anschließen, welcher die Arterie in ihrem Verlaufe im Querfortsatzkanal untersuchte.

Hinsichtlich der Intima jedoch sah ich einige kleine Abweichungen von seinen Befunden. Er beschreibt nämlich, auf das Endothel folgend, eine deutliche Tun. elast. int., von welcher er die Einschichtigkeit hervorhebt, da er keine Spaltung in Blätter beobachtete. Diese Angabe ist richtig, wie ich mich selbst an den Reissingerschen Präparaten überzeugte. Im Anfang des Gefäßes habe ich jedoch diese Tunica vollständig vermißt und eine Längsfaserschicht ohne scharfe Grenze gegen die Media gefunden. Im zentralen Teil der Längsfaserschicht liegt bisweilen eine feine elastische Lamelle, welche eine Tun. elast. int. vortäuschen könnte, und im peripheren Teil befinden sich zahlreiche starke, längsverlaufende, in 3—4 Schichten geordnete, elastische Fasern, welche auf dem Querschnitt als Körnchen erscheinen und sich mit den elastischen Fasern im inneren Teil der Media vermischen. Diese Längsfasern rücken im weiteren Verlaufe des Gefäßes zur wirklichen Tunica zusammen. Hieraus geht die Entstehungsart der Tun. elast. int. aus Längsfasern und damit ein gewisser Antagonismus zwischen dem Entwickelungsgrade beider hervor. Die Media fand ich in Uebereinstimmung mit R. außerordentlich reich an elastischen Elementen, welche hier zahlreicher und häufiger als in irgend einem anderen Gefäß gleichen Kalibers auftreten. Man zählt auf einem Querschnitt 20—30 kräftige elastische Platten, von denen die innere Hälfte enger liegt als die äußere. Dementsprechend sind die Muskelzellen schwach und gering an Zahl. Die Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia dürfte ungefähr ein Drittel so stark sein als die Media. Die A. vertebralis zeigt also den elastischen Typus in ausgeprägtem Maße.

4) Die

A. thoracica interna

ist ein Gefäß von relativ dünner Wand. Der dem Brustbein aufliegende Teil der Wand ist viel dünner und zwar durchschnittlich nur den dritten Teil so stark wie der gegenüber freiliegende, dorsale.

Von der Intima ist wieder nur die Längsfaserschicht vorhanden. Diese ist durchgehends sehr dünn (im Anfang $^1/_{20}$ der Wanddicke) und wird im Verlaufe des Gefäßes schwächer. Sie besteht im wesentlichen aus Bindegewebe. In diesem markiert sich unter dem Endothel stellenweise eine elastische Lamelle, welche den Eindruck einer Tun. elast. int. hervorrufen kann. Im Anfang der Arterie, wo die Längsfaserschicht noch deutlich hervortritt, sind außerdem 2—3 Lagen einzelner elastischer Längsfasern an der Grenze gegen die Media hin zu bemerken. Muskelfasern habe ich mit Sicherheit nicht nachweisen können. Eine Tun. elast. int. als scharfe Grenzmembran zwischen Media und Längsfaserschicht fehlt. Die Media nimmt im Verlaufe des Gefäßes vom Ursprung bis zum Zwerchfell um die Hälfte an Dicke ab. Die Zahl ihrer elastischen Platten geht dabei von ca. 20—25 auf 10—15 herunter. Die einzelnen Platten oder Fasernetze liegen annähernd gleich weit voneinander entfernt. Die oben beschriebene Verdünnung der nach dem Brustbein liegenden Wand ist neben einem mäßigen Rückgänge der Adventitia am meisten an der Media zu sehen. Die Muskelfasern liegen einschichtig in zirkulärer Richtung zwischen den elastischen Platten. Trotzdem eine Tun. elast. ext. fehlt, ist die Adventitia an den meisten Stellen deutlich abgetrennt. Ihre Dicke wechselt. Im Anfang beträgt sie $^1/_5$, später durchschnittlich $^1/_3$ und an dünnen Stellen der Wand sogar bis zur Hälfte der Wandstärke. Sie besteht aus reichlichen Mengen Bindegewebe und beträchtlichen Mengen einzelner und in Platten vereinigter, elastischer Längsfasern, denen sich im Anfang des Gefäßes außen sogar Zirkulärfasern zugesellen. Im weiteren Verlauf (am dritten Brustbeinwirbel) zeigen sich die letzteren als Schrägfasern und nehmen schließlich gegen das Ende des Gefäßes meist wieder die Längsrichtung an.

Die

A. epigastrica cranialis

wird anatomisch als fortlaufender Stamm der A. thorac. int. bezeichnet, im histologischen Sinne jedoch nicht mit vollem Rechte, denn sie verliert bald den elastischen Typus des Stammgefäßes. Insbesondere finden wir in der Media der dem Brustbein abgekehrten, dorsalen Wand kurz nach dem Anfang des Gefäßes beträchtliche Mengen von Kreismuskulatur in Bündeln, die nur wenige und dünne elastische Fasern zwischen sich zeigen. An den Seitenwänden sind weniger Bündel vorhanden, sie liegen mehr getrennt und sind nur auf die äußere Hälfte der Media verteilt, während

die innere, wie in der A. thorac. int., beinahe völlig von elastischen Platten erfüllt ist. Die dem Brustbein anliegende Wand zeigt den rein elastischen Typus des Stammgefäßes. Dieser Umstand ermöglicht es, daß man in demselben Querschnitt Partien von deutlich elastischem Typus nachweisen kann und solche, die zum muskulösen neigen (Fig. 16 u. 17). Hinsichtlich der Intima und der Tun. elast. int. bietet die Arterie nichts Besonderes gegenüber dem Ende der A. thorac. int. Dagegen ist die Adventitia etwas reicher an elastischen Fasern als dort.

Die beiden Aeste der A. thorac. int., die

A. pericardiacophrenica

und die

A. musculophrenica

ähneln sich sehr. Ueber ihre Intima gilt das bei der A. thorac. int. Gesagte. Auch hier ist es schwer nachzuweisen, ob eine Tun. elast. int. vorhanden ist, da das ihr ähnelnde Gebilde dicht an den äußersten, elastischen Platten der Media liegt. Auffälligerweise sind die elastischen Platten der letzteren weit nach innen gedrängt, während die an Masse überwiegenden Muskelzellen mit wenigen feinen, elastischen Fasern nach außen davon liegen. Die Richtung der Muskeln ist verschieden. Wenn auch die größte Menge Kreisrichtung besitzt, so treten doch reichlich Schräg- und Längsfasern auf. Die Muskelzellen sind teils bündel-, teils lagenweise geordnet. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia weist reichlich elastische Längsfasern in Platten und mäßige Mengen ebenso gerichteter Muskelzellen auf.

Die A. thorac. int. ist also, wie sich aus den vorstehenden Befunden ergibt, ein Gefäß von rein elastischem Typus und zwar von ihrem Ursprung bis zum Zwerchfell. Die als ihr fortlaufender Stamm zu bezeichnende A. epigastr. cran. zeigt unmittelbar nach dem Abgange eine Mischung der muskulösen und elastischen Elemente derart, daß die freie Wand vorwiegend Muskelfasern, die dem Brustbein zugekehrte vorwiegend elastische Fasern aufweist (Fig. 16 u. 17). Die beiden Zweige der A. thorac. int. zeigen in noch höherem Grade als die A. epigastr. cran. den muskulösen Typus.

5) Der

Truncus omocervicalis

teilt sich nach seinem Austritt aus der Brusthöhle in die A. cervicalis ascendens und die A. transversa scapulae. Diese drei Gefäße sind sämtlich von mittlerer Größe. Das Durchschnittsmaß der Wand

des Stammes beträgt etwa 0,8 mm. Seine Intima ist 0,02 mm stark und fast überall gleichmäßig dick. Sie besteht nur aus einer doppelreihigen Platte elastischer Längsfasern von mittlerer Stärke, welche unmittelbar den Mediafasern anliegt. Ihr innerer Rand ist stark in Falten gelegt. Eine Tun. elast. int. fehlt zwar, sie kann aber durch die eben beschriebenen Platten vorgetäuscht werden. Die Media nimmt $^2/_3$ der Wandstärke ein und enthält ca. 18 elastische Platten mittlerer Stärke. Die innere Hälfte derselben liegt enger zusammen als die übrigen, und da die ersteren mit ihren Wellen ungefähr der inneren Gefäßbegrenzung folgen, sind auch sie stark in Falten gelegt. Die äußeren Lamellen sind mehr gestreckt. Die Muskelfasern findet man meist zirkulär, seltener schräg angeordnet und zwar in der inneren Hälfte einschichtig, weiter nach außen mehrschichtig und zwischen den äußersten, elastischen Platten sowie vor allem direkt unter der Adventitia sogar in dünnen Bündeln, welche nicht selten in diese ausstrahlen. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia umfaßt durchschnittlich $^1/_3$, an manchen Stellen bis zur Hälfte der Wanddicke. Sie besteht aus Bindegewebe und elastischen Längsfasern in konzentrischen Platten von verschiedener Dicke. Die Verschiedenheiten entstehen dadurch, daß sich die Fasern ein- oder mehrschichtig zu Platten vereinigen. Auch glatte Muskelzellen finden sich hier und zwar sind sie ziemlich reichlich eingestreut. Sie verlaufen in zirkulärer, longitudinaler und schräger Richtung.

Die

A. cervicalis ascendens

zeigt im allgemeinen das Aussehen ihres Stammgefäßes, ihre Wanddicke beträgt etwa 0,6—0,7 mm im Anfang. Die Intima ist etwas dicker wie im Stammgefäß und weist stellenweise 4—5 Reihen elastischer Fasern auf (Fig. 3). Diese stellen in derselben Weise wie dort die ganze Intima vor. Der bindegewebige Anteil der Längsfaserschicht fehlt fast ganz und dient nur als Bindemittel der elastischen Elemente. Ebenso fehlen Muskelzellen. Die Tun. elast. int. ist nicht vorhanden, trotzdem ist auch hier durch den Faserverlauf die Grenze zwischen Intima und Media scharf gekennzeichnet. Die Media bildet $^3/_4$ der Wandstärke, und läßt 12—15 elastische Platten erkennen, welche sich hinsichtlich ihrer Lagerung wie im Stammgefäß verhalten. Es ist aber auffällig, wie viel mehr die Muskulatur hier entwickelt ist als im Stammgefäß, und man könnte beinahe von einer äußeren muskulösen und einer inneren elasti-Hälfte der Media reden. Wenn man die Anordnung der Muskel-

zellen von innen nach außen gehend mustert, so sieht man, daß sie anfangs einschichtig, später mehrschichtig zwischen den elastischen Lamellen liegen und schließlich in dünneren Zügen und Bündeln auftreten. Ihre Richtung ist durchgehends die zirkuläre. Die Tun. elast. ext. fehlt. Die Elemente der Schichten, welche sie zu scheiden hätte, mischen sich vielmehr in geringem Grade miteinander. Die durchschnittlich $^1/_3$—$^1/_4$ der Wand einnehmende Adventitia läßt im Bindegewebe eingebettet 6—8 Platten elastischer Längsfasern und eine relativ große Menge glatter, einzeln liegender Muskelzellen erkennen, die in den verschiedensten Richtungen verlaufen.

Die

A. transversa scapulae

hat in ihrem Bau mit der vorigen große Aehnlichkeit. Ihre Wand ist verschieden dick. Es gibt Stellen von 0,4 mm Durchmesser, aber auch solche von beinahe 1 mm.

Abgesehen davon, daß die einzelnen Reihen der Längsfasern stellenweise etwas auseinander rücken, gleicht die Intima der des vorigen Gefäßes. Eine Grenzlamelle in Gestalt einer Tun. elast. int. mangelt auch hier. In der Media herrschen jedoch besondere Verhältnisse und zwar hinsichtlich der Lagerung der elastischen Platten. An dünnen Stellen liegen etwa 18 eng aneinander gedrängt und verlaufen innen gewellt und außen flacher. An dicken Wandstellen finden wir das gewöhnliche Bild der geschlängelten, elastischen Platten nur bei den 8—10 innen liegenden. Der übrige Raum ist von Kreismuskulatur erfüllt, in welcher kurze elastische Fasern in allen möglichen Richtungen sichtbar sind. Die glatten Muskelzellen bilden hier wirkliche Gruppen. An den oben erwähnten dünnen Wandstellen hingegen liegen sie nur einschichtig zwischen den Platten. Es ist mithin die größere Dicke der Wand in erster Linie durch die Anhäufung der glatten Muskulatur bedingt. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia ist von sehr verschiedener Dicke. Ihre elastischen Fasern zeigen nicht rundum den regelmäßigen Verlauf wie sonst. Während sie an einer Stelle längs liegen und Platten bilden, sehen wir sie an anderen die schräge Richtung annehmen. Außerdem mischen sich noch elastische Mediafasern hinein, so daß das Bild sein sonstiges Ansehen verliert. Ebenso verhält es sich mit den Muskelfasern.

Der Truncus omocervicalis stellt also eine mittlere Arterie von elastischem Typus dar. Es sind nur schwache Andeutungen vorhanden, welche für eine Neigung zum Uebergang

zum muskulösen Typus sprechen. Seine Aeste, die A. cervic. asc. und A. transv. scap. entwickeln diese Neigung etwas deutlicher.

6) Die

A. thoracica externa

ist ein mittelgroßes Gefäß, welches eine durchschnittliche Wanddicke von 0,8 mm besitzt. Seine Intima ($^1/_{20}$ der Wandstärke) besteht nur aus der Längsfaserschicht, und zwar aus einer dünnen Bindegewebslage dicht unter dem Endothel und elastischen Fasern. Dieselben liegen in ein bis zwei konzentrischen Schichten, dicht aneinander gereiht unmittelbar der Media an, so daß man sie in ihrer Gesamtheit für eine Tun. elast. halten möchte, zumal da diese Platte etwas dicker ist, als die benachbarten, elastischen Mediaplatten und deshalb gegenüber diesen im Gesichtsfeld hervorspringt. Es geschieht das um so mehr, als sie sich auch stärker färbt als diese. Als echte Tunica kann man aber diese Ansammlung elastischer Elemente wiederum nicht bezeichnen, weil man hier Reihen feiner, dicht gedrängter Körnchen sieht an Stelle des in solchem Falle nötigen Querschnitts in Form einer Linie. Der bindegewebige Anteil der Intima enthält eine beträchtliche Menge glatter Muskelfasern in der Längsrichtung. Eine selbständige Tun. elast. int. fehlt. Die Media nimmt etwa die Hälfte der Wanddicke ein und zeigt ein total anderes Bild als die des Stammgefäßes. Die Zahl ihrer elastischen Platten wechselt etwas, und die einzelnen Platten verlaufen nicht als Ganzes rundum. Manchmal sind sie unterbrochen oder schieben sich durcheinander. Auch ist der konzentrische Verlauf nicht streng gewahrt. Immerhin läßt sich die Zahl der Platten auf etwa 10 schätzen. Sie sind dünner als die Platten des Stammgefäßes. Die innersten 2 oder 3 bleiben noch einigermaßen in gleichen Zwischenräumen und der Lumenbegrenzung parallel gerichtet. Die Hauptmenge der übrigen, nach außen davon liegenden tut dies nicht mehr. Der Grund ist leicht zu ersehen, wenn man das Gefäß auf den Gehalt an Muskulatur untersucht, bezw. mit entsprechenden Farben behandelt. Wie in den vorher beschriebenen, großen Gefäßen die elastischen Elemente die muskulösen erdrücken, so geschieht dies hier im umgekehrten Maßstabe. Die Muskelfasern sind relativ sehr reichlich vorhanden, sie liegen zu 4—5 zwischen den elastischen Platten und in der äußeren Hälfte der Media sogar in dünnen Zügen. Meist ist ihre Richtung die zirkuläre, in der äußeren Hälfte jedoch fehlt es nicht an Schrägfasern, mit einem Worte, der Uebergang vom elastischen zum muskulösen Typus ist bei diesem Gefäße vollendet. Eine

Tun. elast. ext. fehlt. Es erfolgt im Gegenteil ein gegenseitiger Uebergang der Elemente beider angrenzenden Schichten. Die Adventitia nimmt die zweite Hälfte der Gefäßwand ein. Sie zeigt auffallend zahlreiche, elastische Längsfasern in viel Bindegewebe eingebettet. Die Fasern liegen in dichten Reihen, von denen ich 18—20 zählte. Die Lagerung der Fasern ist innen dichter als außen. In mäßiger Menge, aber in den verschiedensten Richtungen findet man die Muskelfasern.

Die A. thoracica externa ist demnach ein Gefäß von überwiegend muskulösem Typus. Interessant ist gerade hier das antagonistische Verhalten der elastischen Fasern der Media und der Adventitia. Beim Schwinden der Fasern in der ersteren steigt deren Menge in der letzteren.

7) Die

A. axillaris

stellt eine Arterie größeren Kalibers dar. Ihre Wanddicke am Ursprung wechselt und mißt durchschnittlich 1,5 mm. An der Intima vermochte ich die an den vorhergehend beschriebenen Gefäßen sichtbaren Besonderheiten nicht zu unterscheiden. Sie wird einzig und allein aus elastischen Längsfasern gebildet, welche ziemlich stark sind und sich dicht zu 4—5 konzentrischen Platten zusammenlagern. Die Dicke dieser Schicht beträgt etwa 0,04 mm, das ist ca. $^1/_{40}$ der Gesamtstärke. Sowohl ihr Aufbau wie auch ihre Dimensionen bleiben rundum gleich. Die Beteiligung des Bindegewebes an der Bildung der Intima ist gering und nur dazu angetan, die elastischen Elemente zusammenzuhalten. Muskulöse Elemente habe ich in Uebereinstimmung mit Thienel deutlich nachweisen können, und zwar verlaufen sie in longitudinaler Richtung. Eine Tun. elast. int. fehlt gänzlich. Die Media wechselt in ihrer Dicke sehr. Während sie an der kaudodorsalen Wand bis zu 1 mm beträgt, geht sie an der gegenüberliegenden auf 0,3 mm zurück. Ebenso zeigt auch ihr histologischer Bau Verschiedenheiten. Die Zahl der elastischen Platten beläuft sich zwar beinahe ringsum gleichmäßig auf 30, jedoch ist das Verhalten derselben sehr abweichend. An starken Wandstellen des Gefäßes sehen wir kräftige elastische Platten in gleichmäßigen Abständen und in engen Falten liegen, an dünnen Stellen hingegen sind die Platten nur in der inneren Hälfte der Media stark gewellt, in der äußeren verlaufen sie mehr gestreckt, liegen aber sämtlich sehr eng. Die Seitenwände zeigen natürlich Uebergänge zwischen Dach und Boden. Zwischen den Platten liegen die glatten Muskelzellen meist in einer, selten in

2—3 Schichten und meist zirkulär. Die von Thienel beschriebenen longitudinalen Muskelzellen sind am Ursprung des Gefäßes verhältnismäßig selten, aber immerhin nachweisbar. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Ganz auffällig verhält sich nun die Adventitia. Wenn man auch ihre Dickenverhältnisse wegen der Beschaffenheit der Adventitia überhaupt und wegen der beim Präparieren leicht vorkommenden Unregelmäßigkeiten schwer angeben und beurteilen kann, so läßt sich doch jedenfalls soviel festlegen, daß die Adventitia der kaudodorsalen Wand viel schwächer ist als die der oroventralen. An letzterer Gegend habe ich Stellen gesehen, wo sie die sechsfache Dicke hat wie die Media (Fig. 18). Allerdings ist sie dann von lockererem Gefüge als sonst. Die elastischen Fasern der Adventitia sind überall in Platten geordnet, von denen ich an dünnen Stellen des Daches ca. 8, am Boden aber bis 30 zählte. Dabei besitzen etwa die inneren 10 Schichten die Längsrichtung, und der Rest verläuft schräg. Die ganze Adventitia ist dabei reich an Bindegewebe und auch verhältnismäßig reich an Muskelfasern in verschiedenen Richtungen.

Die A. axillaris stellt also ein Gefäß von rein elastischem Typus vor. Interessant ist es für unsere Betrachtungen, zu sehen, daß die Adventitia einer besonderen Entwickelung bedurfte. Es liegt nahe, wenn man dies mit ihrem Hauptzweck in Verbindung bringt, nämlich mit ihrer Aufgabe, das Gefäß an der Umgebung zu befestigen. An dieser Körperstelle wird eine ganz besondere Leistung von der Adventitia in dieser Hinsicht verlangt, da es gilt, das Gefäß vom Brusteingang nach der Schultergegend hinüber zu geleiten.

Die Schichtung der Wand in der

Aorta thoracica

ist im Anfangsteil beinahe ebenso undeutlich wie im Truncus aortae. Intima und Media sind hier kaum schärfer geschieden wie dort, nur die Adventitia hebt sich ein wenig prägnanter von der Media ab.

Die Intima schwindet relativ und absolut etwas. Ihr Durchmesser betrug bei einer Wanddicke von 5,8 mm nur noch 0,3 mm. Die Dimensionen der Adventitia sind nicht genau anzugeben, weil eine deutliche innere Grenze fehlt. Ebenso ist die Grenze gegen die Umgebung nicht scharf zu bestimmen. Auch hängt dies, wie bemerkt, von der Art des Herauspräparierens aus dem Körper ab.

Im weiteren Verlaufe nach dem Zwerchfell hin ändert sich das Bild aber bald wesentlich. In der zweiten Hälfte und besonders vom Anfang des letzten Drittels der Brustaorta an wird die Längs-

faserschicht der Intima allmählich immer dünner, dafür aber immer deutlicher gegen die Media abgegrenzt, weil die Fasern sich nicht mehr miteinander vermischen. An einer Stelle von 2 mm Wanddicke maß die Längsfaserschicht 0,05 mm, das ist $^1/_{40}$ der Wandstärke. Ebenso wird die Grenze der Adventitia gegen die Media allmählich deutlicher, und die erstere wird auch dicker. Sie maß am Beginn des letzten Drittels der Brustaorta 0,1 mm.

Endlich finden wir am Ende der Brustaorta, da wo dieselbe sich im Zwerchfellsschlitz befindet, bei einer Wanddicke von 1,6 mm folgende Maße: Intima 0,04 mm, Adventitia 0,3 mm, d. h. der Durchmesser der Intima mißt $^1/_{40}$, derjenige der Adventitia $^1/_5$ der Wandstärke. Beide Häute sind aber ganz scharf von der Media geschieden.

Die Intima im Anfangsteil der Brustaorta besteht fast durchgehends aus dicken und dünnen elastischen Fasern. Sie liegen unter dem Endothel dicht aneinander und fast alle in der Längsrichtung, nach der Media hin lockerer und zuweilen auch schräg gerichtet. Unter dem Endothel sind sie am feinsten, und ihre Querschnitte findet man in mehrere fein gefältelte Linien geordnet, welche der Lumenbegrenzung ungefähr parallel laufen. Diese Erscheinung tritt besonders am Boden des Gefäßes hervor, wo die Intima etwas dünner als am Dach ist. Mit dem Dünnerwerden der Intima im weiteren Verlaufe der Aorta wird auch die Zahl der elastischen Fasern der Körnchenschicht geringer. Sie rücken dabei mehr nach dem Gefäßlumen zu und enger zusammen. Am Beginn des letzten Drittels der Brustaorta besteht die Längsfaserschicht nur noch aus einer 4- bis 5-fachen Lage eng aneinander gedrängter, feiner Fasern dicht am Lumen des Gefäßes. Auf diese folgen nach außen noch wenige vereinzelte Fasern. Die Verbindung besorgen geringe Mengen Bindegewebe, in welchem einzelne Längsmuskelzellen vorkommen. Am Zwerchfell endlich wird die Intima außen durch eine elastische Platte begrenzt, welche besonders am Dach, weniger am Boden des Gefäßes einer Tun. elast. int. täuschend ähnlich sieht. Bei stärkeren Vergrößerungen erkennt man aber, daß es sich um Querschnitte elastischer Längsfasern handelt, die zwar eng beieinander, aber doch nicht so dicht liegen, daß eine scharf begrenzte Lamelle entstände, wie es die Tun. elast. int. sein soll. Inmitten der Intima, d. h. inmitten des bindegewebigen Anteils der Längsfaserschicht befinden sich außerdem noch 1—2 ähnliche, aber schwächere Gebilde. Einzeln liegende Längsfasern fehlen hier fast gänzlich. Dagegen kommen noch vereinzelte glatte Muskelzellen längsliegend vor.

Die Media der Brustaorta zeigt anfangs ein mächtig entwickeltes, elastisches Fasersystem, welches an Masse zwar nicht

ganz das des Truncus aortae erreicht, aber ihm nahekommt und in vieler Beziehung komplizierter gebaut ist als dieses. Abgesehen von der dort ebenfalls vorhandenen und die Reinheit des Bildes störenden Vermischung der Mediafasern mit denen der Intima und Adventitia erschweren hier besonders die vielen Ab- und Verzweigungen der Kreisfasern und das Auftreten der zahlreichen schräg verlaufenden, elastischen und muskulösen Elemente das Verständnis des Aufbaues. Wenn ich angebe, daß die Zahl der Mediafasern etwa 80 beträgt, so ist diese Zahl nur annähernd, und sie begreift in sich die zahllosen, nicht kreisförmig verlaufenden Elemente nicht, welche im Querschnitt auftauchen, eine mehr oder weniger lange Strecke sichtbar bleiben und wieder verschwinden, um anderen Platz zu machen.

Der Grund für dieses eigentümliche Bild im Anfang der Brustaorta liegt erstens an ihrer Krümmung und zweitens darin, daß beim Abgang des Trunc. brachioceph. comm. wechselseitig die Elemente des einen Gefäßes in das andere übergehen. Für die Richtigkeit dieser Gründe sprechen zweierlei Beobachtungen. Erstens besteht der außerordentlich verschiedene Faserverlauf besonders an der zur Wirbelsäule gekehrten Wand, und in dieser wiederum in der äußeren Hälfte, also an Partien, welche die größte Krümmung erleiden, und welche beim Austausch der Elemente mit dem Trunc. brachioceph. com. am meisten beteiligt sind.

Allmählich nehmen nun sämtliche Mediafasern die zirkuläre Richtung an, und man findet bereits am Ende des ersten Drittels einigermaßen das schematische Bild großer Arterien. Die Faserzahl nimmt bis hierher nur wenig ab, dafür geschieht dies um so mehr im Laufe des zweiten Drittels, an dessen Ende man nur noch 40—50 elastische Platten genau zirkulär geordnet bemerkt. Die äußersten zehn liegen etwas enger aneinander. Wenn auch die Dickenverhältnisse der einzelnen Fasern unter sich bis zu dieser Stelle der Arterie sehr verschiedene gewesen sind, so behielten doch die stärksten ihren Durchmesser ungefähr bei. Im letzten Drittel der Brustaorta nimmt derselbe aber stark bis auf etwa die Hälfte ab. Wir finden dann am Ende der Brustaorta im Zwerchfell am Dach ca. 35, am Boden ca. 50, mittelstarke, konzentrische Fasern oder Faserplatten, welche außen etwas enger liegen, sonst aber relativ nicht unbedeutende, mit Kreismuskeln gefüllte Zwischenräume zwischen sich lassen.

Eine Tunica elastica externa fehlt selbstverständlich. Von einer Adventitia kann man aus oben angegebenen Gründen

erst in der zweiten Hälfte der Brustaorta sprechen. Mit einigen Bindegewebszügen beginnend, weist sie kaudal von der Mitte bald elastische Längsfasern auf, welche in dicht gefältelten Reihen oder Platten und je nach der Dicke der Adventitia in verschiedener Zahl auftreten. Am Beginn des letzten Drittels gibt es 12—15 solcher Reihenplatten, wobei ich hervorheben möchte, daß sich darunter an den Seitenwänden auch Schrägfasern finden, welche ganz spitze Winkel mit der Gefäßachse bilden. Am Ende der Brustaorta, also im Hiatus aortic. steigt die Zahl dieser Platten stellenweise auf 20. Jedoch ist die Anordnung hier nicht gleichmäßig. Man findet neben der beschriebenen Lagerung in einfache Reihen, bezw. Platten bald Anhäufungen der letzteren übereinander, bald eine regellose Verstreuung der Einzelfasern. Was endlich die Muskelfasern der Adventitia betrifft, so habe ich mit Sicherheit solche in der zweiten Hälfte der Brustaorta beobachtet.

Die Brustaorta ist nach dem Vorhergehenden ein Gefäß von rein elastischem Typus. Nur im äußersten Endstück findet man eine nennenswert reichere Einlagerung glatter Muskelzellen in die Media.

Die einzigen Aeste der Brustaorta, die

Aa. intercostales,

sind kleine Gefäße von der Stärke eines Gänsekiels. Sie treten bis an die Brustwirbel heran und teilen sich in einen dorsalen und ventralen Ast. Der letztere, der Hauptast, schlägt sich um und verläuft im Zwischenrippenraum, bezw. Sulcus intercost. ventralwärts. Es entsteht nun die Frage, ob bei diesem eigentümlichen Verlaufe Besonderheiten vor allem zwischen dem aufsteigenden und dem absteigenden Aste bemerkbar werden (Fig. 13 u. 14).

Die Intima der Intercostalarterie besteht am Ursprung nur aus einer dünnen Längsfaserschicht, in welcher man an einzelnen Stellen unmittelbar unter dem Endothel eine geringe Bindegewebsanhäufung mit verstreuten glatten Längsmuskelzellen erkennen kann. Nach außen davon liegt eine einschichtige, an manchen Stellen sogar zweischichtige Platte aus starken, elastischen Längsfasern. Im weiteren Verlauf verschwindet bald die bindegewebige Schicht, und es bleibt nur die elastische Platte übrig, welche im absteigenden Teile schließlich ganz und gar den Charakter einer Tun. elast. int. erhält. Die Media nimmt im aufsteigenden Teil die Hälfte bis zwei Drittel der Wandstärke ein, im absteigenden dagegen bis zu vier Fünftel. Sie ist auch im Anfang nicht rundum gleichmäßig dick. Es gibt vielmehr Partien von 0,3—0,6 mm

Durchmesser. An dünnen Stellen sieht man ca. 16 verschieden dicke, zirkulär verlaufende, elastische Platten eng aneinander gedrängt und gleichmäßig über die Media verteilt. An der dicken Partie dagegen fallen zwei verschieden gebaute Mediahälften auf. Die innere besteht aus etwa 8 relativ dünnen und voneinander entfernt gelagerten Faserplatten, die äußere dagegen aus ca. 15 dicken, eng gelagerten und stark gewellten (Fig. 13). Die Zwischenpartien zwischen den dünnen und den dicken Stellen enthalten die Uebergänge. Diese Differenz in der Wanddicke bleibt bis zur Umschlagsstelle der Arterie am Wirbel bestehen, nur gleicht sich die Verschiedenheit unter den Lamellen aus, und man findet am Umschlag der Arterie 12—15 gleichmäßig entwickelte und verlaufende Platten. Gleichzeitig treten die äußersten ein wenig auseinander und lassen Raum für glatte Muskulatur. Während nämlich dieselbe sich bisher in einfachen Schichten zwischen den elastischen Platten vorfand, bemerkt man nun eine Ansammlung derselben in Bündeln. Nachdem aber die Arterie den Umschlag vollendet hat, ergibt sie auch, und zwar fast mit einem Male ein ganz anderes Bild (Fig. 14). Die vorher vorhandenen elastischen Fasern sind verschwunden. Nur wenige feine Fäserchen durchziehen noch den Raum, der im übrigen ganz von Muskulatur ausgefüllt wird. Sämtliche Muskelzellen verlaufen genau zirkulär und zeichnen sich durch ihre langgestreckten, fein geschlängelten Kerne aus. Die Arterie hat damit im absteigenden Aste den muskulösen Typus angenommen, während sie im aufsteigenden Teile den elastischen in ausgesprochener Weise zeigte. Am absteigenden Aste können Differenzen in der Wanddicke zwar nicht nachgewiesen werden, jedoch fällt es auf, daß ein Teil der Gefäßwand (etwa ein Viertel derselben) beinahe gestreckt verläuft. Das Gefäß erhält dadurch auf dem Querschnitt ein Aussehen, als sei es an dieser Stelle von der Seite her komprimiert, und tatsächlich ist dies die Partie, mit welcher es der Rippe anliegt.

Die Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia ist nicht überall gleich stark. Ihre Dicke beträgt im Anfang $^1/_2$—$^1/_3$ der Wandstärke, am Ende $^1/_5$. Ihre elastischen Längsfasern sind in etwa 8 Reihen, anfangs weniger regelmäßig als später, angeordnet. Es scheint, als ob die Fasern gegen das Ende der Intercostalarterie hin an Stärke und Zahl zunähmen. Die Muskelzellen liegen fast sämtlich in der Längsrichtung und sind in nur mäßiger Anzahl vorhanden.

Die Intercostalarterien gehören also bis zur Umschlagsstelle dem elastischen Typus, im absteigenden Ast hingegen dem rein muskulösen Typus an. Die Anlagerungsstelle des letzteren an die Rippe ist etwas abgeflacht.

Nach dieser Abschweifung gelegentlich der Beschreibung der Aa. intercost. kehre ich zur Schilderung der Aorta desc. zurück und komme nunmehr zu derjenigen der

Aorta abdominalis.

Sie bietet in ihrem Verlaufe eine ganze Menge bemerkenswerter Momente für die vorliegenden Betrachtungen, besonders deshalb, weil sie trotz ihrer Größe keineswegs den Charakter einer Arterie des elastischen Typus wahrt.

Die Bauchaorta zeigt ganz ähnlich wie das Ende der Brustaorta eine ziemlich genaue Trennung ihrer Schichten. Ihre Intima mißt am Ende der Brustaorta etwa $^1/_{40}$ der Gesamtstärke, und dieses Verhältnis verändert sich auch durch die ganze Bauchaorta hindurch kaum. Bei der Beschreibung des inneren Baues der Intima kann ich auf die Brustaorta zurückgreifen, wenn auch das Bild im Laufe der Bauchaorta etwas wechselt. Im allgemeinen verläuft die innere Begrenzung der Intima in flachen Wellenlinien. Doch gibt es auch Stellen mit starker, tief einschneidender Faltung, an welcher sich manchmal sogar die Media beteiligt. Gewöhnlich wird aber nur die Längsfaserschicht davon betroffen. Irgendwelche Gründe für diese Verschiedenheiten in der Fältelung der Lumenbegrenzung sind ohne weiteres nicht einzusehen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich um Zufälligkeiten handelt, es ist ebenso gut aber auch möglich, daß diese Bildung eine charakteristische ist, eine Bemerkung, welche nicht nur für das in Rede stehende, sondern für alle Gefäße gilt. Meist sieht man unter dem Endothel eine Schicht von Bindegewebe liegen, in welchem zuweilen und an einzelnen Stellen feine, elastische Lamellen hervortreten. Nach außen wird dieser bindegewebige Anteil der Längsfaserschicht der Intima durch eine meist ein-, höchstens zweischichtige, gefaltete Lage elastischer Längsfasern begrenzt. Die von dieser Regel vorkommenden Abweichungen bestehen darin, daß einerseits der bindegewebige Anteil an Dicke wechselt und andererseits sich die elastischen Längsfasern verschieden dicht aneinander lagern, wie ich dies anderweit des öfteren beschrieben habe. In der Brustaorta kommt aber nun hinzu, daß durch das enge Aneinanderliegen der Längsfasern nicht

nur bei schwachen Vergrößerungen auf dem Querschnitt eine Tun. elast. int. vorgetäuscht wird (Fig. 4), sondern daß in diesem Gefäß tatsächlich stellenweise eine solche deutliche und einwandsfreie Grenzlamelle auftritt. Merkwürdigerweise ist sie aber gerade am Beckenende des Gefäßes nicht entwickelt, eine Beobachtung, die ich auch bei Busse finde. Des weiteren habe ich auch bei der Untersuchung dieses Gefäßbezirkes Busses Bemerkung über individuelle Verschiedenheiten in der Entwickelung elastischer Elemente, besonders in der Intima bestätigt gefunden, welche er seinerseits mit dem reichlicheren Vorhandensein elastischer Fasern bei einem Anatomiepferde gegenüber einem Pferde belgischer Abkunft illustriert.

Abgesehen von individuellen Verschiedenheiten im Bau der Intima treten aber in diesem und dem anliegenden Gefäßbezirk außerordentlich häufig pathologische Prozesse auf, welche die hier beabsichtigten Untersuchungen stören. Bekanntlich sind mindestens 94 Proz. aller Pferde mit Wurmaneurysmen der Baucharterien behaftet, und diese Erkrankung führt unter anderem zu Veränderungen der Intima. Die von mir untersuchten Pferde zeigten dies außerordentlich häufig. Ohne dieselben hier schildern zu wollen, da sie nicht in den Rahmen der Arbeit gehören, sei nur erwähnt, daß die Intima der Bauchaorta um so mehr Verdickungen aufweist, je näher man der Abgangsstelle der am häufigsten erkrankten A. mesent. cran. kommt. Naturgemäß ist der Grad solcher Veränderungen und damit ihre räumliche Ausdehnung verschieden. Man kann sie aber unter Umständen auf dem ganzen Querschnitt der Bauchaorta herz- und beckenwärts verfolgen.

Ganz abweichend von den bisherigen Befunden gestalten sich nun die Bilder, welche man von der Media der Bauchaorta erhält. Im Anfang derselben sieht man auf Querschnitten bis 50 elastische Fasern bezw. Platten, die jedoch weniger dick sind als die der Aorta thorac. Sie bilden, und das ist besonders bemerkenswert, nicht immer genau konzentrische Ringe, sondern zeigen eine gewisse Regellosigkeit im Verlauf und liegen in recht wechselnden Abständen. Außerdem findet man anfangs dicht an der äußeren Grenze der Media etwa 15 ganz eng aneinander gedrängte, elastische Lamellen (Fig. 11). Dieses Bild bleibt in der ersten Hälfte der Bauchaorta am Dach und an den Seitenwänden des Gefäßes annähernd gleich. Am Abgang der A. coeliaca jedoch stellen sich am Boden der Aorta eine größere Zahl von Muskelfasern ein, und besonders am Abgang der A. mesent. cran. treten die elastischen Elemente der Media sehr zurück, während die von ihnen frei gelassenen großen Lücken sich mit Muskelzellen füllen. Dies geschieht

vorzugsweise und zunächst in der äußeren Hälfte der Media. Nach dem Abgange der vorderen Gekrösarterie geht die Beteiligung der Muskulatur am Aufbau der Media des Gefäßbodens wieder etwas zurück, erreicht aber denselben Standpunkt von neuem am Abgang der A. mesent. caud. Von hier ab neigt die ganze Bauchaorta rundum direkt zum muskulösen Typus (Fig. 12). Vor allem tritt dies in den äußeren und mittleren Mediaschichten hervor, während innen noch etwas mehr elastische Elemente verbleiben.

Die glatten Muskelzellen finden sich demnach in reichlicher Anzahl in der Bauchaorta vor. Im Anfang sind sie wie gewöhnlich schichtenweise zwischen die elastischen Fasern eingeschoben, und zwar je nach dem vorhandenen Raume in ein- oder mehrfacher Lage. In geringem Maße bereits am Abgange der A. coeliaca, ganz auffällig aber am Abgange der beiden Aa. mesent. und vor der Teilung in die Beckenäste bilden sie hingegen Bündel, und zwar führt die Anordnung der elastischen Fasern an diesen Stellen und die Gestaltung ihrer Zwischenräume dazu, daß wir in den inneren Zonen der Gefäßwand dünne, flache und außen dicke, runde Bündel finden. Hinsichtlich der Richtung der Muskelzellen gilt als Grundsatz, daß dieselbe in der Regel diejenige der elastischen Fasern ist, d. h. im allgemeinen die zirkuläre. Ausnahmsweise kommen aber auch in den Bündeln der Peripherie am Beckenende der Aorta und an den Abgangsstellen der großen Gefäße glatte Muskeln schräger Richtung vor, von welchen nebenbei bemerkt sei, daß sie zuweilen in die Adventitia ausstrahlen. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Scheidung der Media von der Adventitia erfolgt jedoch sehr deutlich durch den verschiedenen Faserverlauf ihrer Elemente. Die Adventitia der Bauchaorta ist verschieden stark. Man dürfte aber annähernd das Richtige treffen, wenn man ihre durchschnittliche Dicke auf $^1/_5$ der Wandstärke schätzt. Sie besteht aus viel Bindegewebe und elastischen Längsfasern, welche sich in bekannter Weise in 10 und mehr Reihen legen. Die Fasern im Endstück sind dicker als die Kreisfasern der Media aus derselben Gegend. Hinsichtlich der Muskelfasern komme ich auf das weiter oben Gesagte zurück. Man findet in der Adventitia des Endstückes eine beträchtliche Menge von Muskelbündeln, welche aus der Media herübergekommen sind und nicht selten schräge Richtung annehmen. Es spricht nichts dagegen, wenn man annimmt, daß die einzeln hier vorkommenden Muskelzellen von diesen Bündeln abgezweigt sind. Die Muskelkerne in der Bauchaorta überhaupt sind geschlängelt und gezackt und wesent-

lich kleiner als diejenigen kleiner Gefäße, ein Umstand, auf den auch Busse aufmerksam macht.

Die Bauchaorta ist also ein großes Gefäß, welches in seinem ersten Anfangsteil den elastischen (Fig. 11), im Endstück den muskulösen (Fig. 12) Typus besitzt. Im Verlaufe des Gefäßes vollzieht sich der Uebergang von ersterem zu letzterem. Die Abzweigungsstellen der beiden Gekrösarterien sind in hervorragendem Maße mit Muskulatur ausgestattet.

Das Gefäßgebiet der Bauchaorta läßt sich am besten nach ihren Hauptästen folgendermaßen gliedern: 1) A. coeliaca, 2) A. mesent. cran., 3) Aa. renales, 4) A. mesent. caud., 5) Aa. spermaticae internae. Hieran anschließend sind 6) die Aa. lumbales behandelt.

1) Die

A. coeliaca.

Genaue Maße ihrer Schichten kann man kaum angeben, aus Gründen, welche ich bei der A. mesent. cran. erörtern möchte.

Die Intima ist hinsichtlich ihres bindegewebigen Anteils meist sehr reichlich entwickelt, und in der Faltungsart ihrer Innenbegrenzung waltet die größte Verschiedenheit. Inmitten des Bindegewebes finden sich massenhaft Zellen, unter anderen auch solche mit großer Aehnlichkeit von longitudinal gelagerten, glatten Muskelzellen, sowie feine und gröbere, elastische Lamellen in unbestimmter Anzahl. Die Tun. elast. int. ist typisch entwickelt und liegt in hohen Falten. Die Media ist in den inneren zwei Dritteln rein muskulös gebaut ohne besondere Eigentümlichkeiten. Das periphere Drittel enthält starke, elastische Fasern, welche zwar im allgemeinen die Zirkulärrichtung verfolgen, jedoch auch zahlreiche Schrägfasern unter sich erkennen lassen. Es hat mir sogar den Eindruck gemacht, als ob die letzteren spiralig in der Gefäßwand verliefen, wodurch die Gefäßwand sicherlich eine größere Festigkeit erhalten würde. Die Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia zeigt im Bindegewebe eingelagert eine größere Anzahl ungeschichteter, elastischer Längsfasern und verhältnismäßig viele Längsmuskelzellen.

Die A. coeliaca ist also eine große Arterie des muskulösen Typus.

Ihr Magenast, die

A. coronaria sinistra,

ist ein mittleres Gefäß von ca. 1,2 mm Wanddicke. Seine Intima besteht aus einer stark ausgeprägten Längsfaserschicht und ist stark

in Falten gelegt. Auf dem Querschnitt sieht man deshalb die innere Begrenzungslinie auf- und absteigen, einerseits tiefe Einschnitte, andererseits warzenförmige Erhabenheiten bildend. Ich maß solche Erhabenheiten von 0,06—0,4 mm Höhe. Die Falten betreffen nur die Längsfaserschicht der Intima und reichen stellenweise fast bis zu ihrer äußeren Grenze. Die Längsfaserschicht besteht zum größten Teile aus Bindegewebe. Meist dicht unter dem Endothel findet man verschieden viele feine Fasern und Platten elastischer Natur, welche der inneren Intimabegrenzung mit ihren Buchtungen folgen. An einzelnen Stellen scheint es sogar zu einer elastischen Basallamelle für das Endothel gekommen zu sein. Im äußeren Teile der Intima hingegen überwiegt vollständig das Bindegewebe, denn es treten nur vereinzelte elastische Fasern auf, die man auf dem Querschnitt durch das Gefäß meist schräg trifft. Desgleichen kommen einzelne wenige Kerne zur Beobachtung, welche große Aehnlichkeit mit den Kernen quergetroffener, glatter Muskelzellen besitzen. Die Tun. elast. int. ist sehr deutlich entwickelt. Die Media ist annähernd rundum gleichdick und nimmt etwa $^3/_4$ der Wandstärke ein. Sie baut sich aus einem dünnen, bindegewebigen Gerüstwerk, reichlichen Mengen glatter, zirkulär verlaufender Muskulatur mit feinen, langgestreckten und geschlängelten Kernen und feinsten, elastischen Fäserchen auf. Letztere durchziehen die Media nach allen Richtungen und sind den Muskelzellen gegenüber bedeutend in der Minderzahl. Eine Tun. elast. ext. als solche fehlt. Zuweilen tritt allerdings eine der noch zu schildernden Membranen der Adventitia für sich in einem gewissen Selbständigkeitsverhältnis auf. Man kann sie aber nicht als Tunica bezeichnen. Die Adventitia mißt etwa $^1/_5$ der Wandstärke und setzt sich aus Bindegewebe und zur Hauptsache aus 12—15 konzentrischen, auf Querschnitten durch das Gefäß in mehr oder weniger flachen Wellen verlaufenden Platten elastischer Längsfasern zusammen. Diese Fasern sind in den inneren Schichten dünner als in den äußeren, wo sie mindestens die vierfache Dicke wie die benachbarten Fasern der Media haben. Außerdem liegen die Fasern der inneren Schichten weiter auseinander als die der äußeren, so daß die Plattenbildung mehr gewahrt ist. Diese ziemlich starke Entwickelung der elastischen Elemente in der Adventitia zeigt den Antagonismus derselben zu den hier mangelhaft hervortretenden elastischen Fasern der Media. Deutliche Züge von Muskelfasern strahlen von der Media herüber, wodurch gleichzeitig die Grenze zwischen Media und Adventitia an diesen Stellen verwischt wird.

Die beiden Aeste der A. coron. sin., der

Ramus anterior und posterior,

sind sich so ähnlich, daß man sie zusammen beschreiben kann. Ihre Wanddicke ist rundum nicht gleichmäßig und beträgt etwa 4 cm von der Abzweigung durchschnittlich 0,6 mm. Von einer selbständig hervortretenden Längsfaserschicht der Intima ist hier keine Rede. Der bindegewebige Anteil der Intima, wie er in der A. coron. sin. vorhanden war, ist verschwunden, und dicht unter dem Endothel findet man nur eine deutliche, kräftig gezeichnete Tun. elast. int. mit vielen Fältelungen. Die Media in einer Dicke von $^3/_4$—$^4/_5$ der Gefäßwand ist reich mit glatten Muskelzellen ausgestattet, zwischen denen nur feine, zirkulär verlaufende, elastische Fäserchen in geringer Anzahl liegen. Besonderheiten oder Ausnahmen in Richtung und Anordnung bestehen gegen sonst nicht. Die oben erwähnte Verschiedenheit in der Wanddicke beruht auf einer Verschiedenheit der Mediadicke, und zwar tritt diese Differenz nicht etwa regellos hervor, sondern wir bemerken, daß, von kleinen Schwankungen abgesehen, die Magenwand etwa um $^1/_4$—$^1/_3$ dünner ist als die andere freiliegende. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Trotzdem sind Media und Adventitia durch den Charakter und Verlauf ihrer Fasern scharf geschieden. Die Adventitia ist rundum annähernd gleichdick und mißt etwa $^1/_5$—$^1/_4$ der Wandstärke. Sie enthält in wenig Bindegewebe eingebettet bis 15 in stark gewellten Platten liegende, starke, elastische Längsfasern, denen sich nach außen noch einige unregelmäßig gelagerte Einzelfasern anschließen. Auch hier kommt das antagonistische Verhältnis der elastischen Fasern der Media zu denen der Adventitia sehr zum Ausdruck. Glatte Muskelfasern schieben sich von der Media ein, wobei sie zuweilen von der Zirkulärrichtung zur schrägen übergehen.

Die A. coronar. sin. ist also samt ihren Aesten ein Gefäß des muskulösen Typus. Die Magenwand der Aeste ist etwas dünner als die freiliegende.

Die

A. hepatica,

der zweite Ast des Tripus Halleri, ist ein gleichmäßig starkwandiges Gefäß. Ihre Intima habe ich bei verschiedenen Pferden von sehr verschiedener Dicke gefunden, so daß ich kaum Maße dafür angeben kann. Die Längsfaserschicht ist immer in beträchtlicher Stärke entwickelt, zuweilen aber stellt sie überhaupt die stärkste Schicht der Gefäßwand dar und bildet leistenartige Erhabenheiten, welche nach

dem Tode beinahe das ganze Lumen des Gefäßes ausfüllen. Die dazwischen liegenden Furchen schneiden tief in die Intima ein. Die Längsfaserschicht der letzteren besteht aus einem stark entwickelten, zellreichen Bindegewebsgerüst, in welches elastische Längsfasern und Muskelzellen in Menge eingelagert sind. Die ersteren findet man in mehr oder weniger feinen und feinsten Platten vor. Besonders nahe der Lumenbegrenzung liegen sie eng aneinander und verlaufen dieser parallel. 2—3 von den Platten sind stärker als die anderen, sie bilden gewissermaßen Basalmembranen für das Endothel und können rund um das ganze Gefäß verfolgt werden. Im übrigen Teile der Längsfaserschicht tritt die Plattenbildung nur streckenweise hervor, und die elastischen Fasern liegen meist einzeln, bezw. in lockeren Netzen. Jedoch habe ich auch an manchen Stellen mitten in der Längsfaserschicht eine zusammenhängende, elastische Faserplatte beobachtet, welche annähernd wie eine Tun. elast. aussah. An Serienschnitten läßt sich aber erkennen, daß auch diese scheinbar als zusammenhängende Haut auftretende Verbindung elastischer Fasern vielfach unterbrochen, bezw. stark gefenstert ist. Hinsichtlich der Anordnung der bindegewebigen Elemente der Längsfaserschicht sei bemerkt, daß sie unter dem Endothel die Plattenbildung der elastischen Fasern deutlich wiederholen und ebenfalls konzentrische Schichten bilden. Interessant ist das reichliche Vorkommen glatter Muskelzellen in der Intima der A. hepat., und zwar findet man sie im inneren und äußeren Drittel der Länge nach, im mittleren zirkulär gelagert vor. Auf den großen Muskelreichtum dürfte wohl die starke, postmortale Verengerung des Gefäßes hinauszuführen sein. Die Tun. elast. int. ist typisch entwickelt. Spaltungen in zwei Blätter kommen nicht vor, wohl aber nähern sich ihr hier und da elastische Kreisfasern der Media, so daß bei oberflächlicher Betrachtung eine Spaltung vorgetäuscht werden kann. Die Media ist rein muskulöser Natur. Die glatten Muskelzellen haben die genaue Kreisrichtung und besitzen dicke, stäbchenförmige Kerne. Die wenigen elastischen Fasern sind sehr fein und zeigen Verbindungsfäden durch die Muskelschichten hindurch. Lediglich in unmittelbarer Nähe der Tun. elast. int. finden sich einige wenige stärkere, elastische Fasern, deren oben bereits Erwähnung getan wurde. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia bietet wenig Besonderes. Ihre Dicke beträgt etwa $^1/_4$ der Media. Die Hauptmenge der starken, elastischen Längsfasern liegt in ca. 20 gewellten Reihen. Außerdem aber kommen un-

mittelbar an der Media 2—5 Reihen, oder besser gesagt, Platten von elastischen Fasern vor, welche schräg bezw. spiralig verlaufen.

Von den beiden Aesten der A. hepat. ist die

A. hepatica propria

der größere. Sie ähnelt den Aesten der Magenarterie. Von der Wand entfallen $^3/_4$ auf die Media und $^1/_4$ auf die Adventitia. Eine Längsfaserschicht der Intima ist nicht vorhanden. Die Tun. elast. int. hebt sich schön hervor, während die Tun. elast. ext. fehlt. Media und Adventitia bieten keinerlei Besonderheiten.

Der zweite Ast, die

A. gastroduodenalis,

hat im Anfang etwa nur $^1/_3$ von der Größe des ersten. Er ist ebenfalls von muskulösem Typus ohne weitere Eigentümlichkeiten im Bau, als daß bei ihm eine Längsfaserschicht der Intima, ähnlich wie im Stammgefäß, aber nicht in derselben Stärke entwickelt ist. Im Vergleich zur A. hepat. propria sind die elastischen Fasern der Media etwas stärker.

Die A. hepatica ist also mit ihren Zweiggefäßen eine Arterie des muskulösen Typus.

Der dritte Ast der A. coeliaca, die

A. lienalis,

ist nach dem Ursprung ein größeres Gefäß, nimmt aber sehr rasch an Stärke ab. Ihre Wand zeigt auffallende Unregelmäßigkeiten in der Dicke, welche besonders hervortreten, nachdem das Gefäß eine Strecke im Milzhilus verlaufen ist. Die diesem anliegende Wandpartie ist bedeutend dünner als die freien Seiten, und ich sah Querschnitte, in denen sich die fraglichen Partien wie 1:5 verhielten.

Die Intima ist im Anfang des Gefäßes ziemlich dick. Maße, selbst relative, lassen sich aber schwer angeben, weil die zum großen Teile aus Bindegewebe bestehende Längsfaserschicht an und für sich sehr verschieden dick ist und außerdem in hohen Falten mit tiefen Furchen dazwischen liegt. Dicht unter dem Endothel bemerkt man stellenweise 4—5 von den oft beschriebenen, feinen, unregelmäßigen, elastischen Lamellen. Auch sonst sind da und dort elastische Elemente in der Längsfaserschicht verteilt. Muskelzellen kommen zwar vereinzelt in verschiedenen Richtungen auch hier vor, jedoch weder in der Menge noch Anordnung wie z. B. in der A. hepat. Mit dem weiteren Verlaufe des Gefäßes nimmt die Längsfaserschicht an Dicke rapid ab. Interessant ist das Verhalten der Tun. elast. int. Im Anfang des Gefäßes

sieht man auf dem einzelnen Querschnitt nur einige Bruchstücke von ihr, und es erweckt den Anschein, als ob sie gerade dort vorhanden wären, wo die feinen Lamellen der Längsfaserschicht weniger entwickelt sind. Etwa von der Mitte des Gefäßes an tritt die Tunica als zusammenhängende Schicht auf. Im ganzen Verlauf des Gefäßes jedoch springen ihre hohen Falten ins Auge, von denen ich solche über 0,1 mm Höhe gemessen habe. Diese Faltung ist nicht überall gleich, sondern wechselt sehr, meist nimmt aber die ganze Intima daran teil. Die Media bietet wenig Besonderes. Im Anfang des Gefäßes mögen wohl etwas mehr elastische Kreisfasern vorhanden sein, als man bei ähnlichen Gefäßen des muskulösen Typus zu finden gewöhnt ist. Im weiteren Verlauf verschwindet aber diese Erscheinung. Die Anordnung der Muskulatur geschieht meist bündelweise, und ihre Richtung ist im allgemeinen die zirkuläre. Die Dicke der Media ist auch hier wie gewöhnlich $^3/_4$—$^4/_5$ der Wandstärke. Eine Tun. elast. ext. fehlt, wohl aber hebt sich die Adventitia deutlich von der Media ab. Sie macht etwa $^1/_5$—$^1/_4$ der Wanddicke aus und besteht aus zahlreichen elastischen Längsfasern, die aber nur selten in ihrer Anordnung das gewohnte Bild der Plattenformation geben. Meist sind sie dicht aneinander gedrängt und liefern auf dem Querschnitt eine „Körnchenschicht", wie sie von Baum-Thienel als solche treffend bei der Intima beschrieben wurde.

Die A. lienalis ist also eine Arterie des muskulösen Typus. Im Anfang zeigt sie zwar noch schwache Anzeichen des Uebergangs vom elastischen, und zwar in der mangelhaften Entwickelung der Tun. elast. int. und in der etwas stärkeren Beimengung elastischer Fasern zur Media. Die der Milz anliegende Wand ist dünner als die anderen Wände.

2) Die

A. mesenterica cranialis.

Ihr Studium ist sehr erschwert, weil es selten möglich ist, vollständig normales Material zu erhalten. Insbesondere ist diejenige Partie der Arterie, welche als A. iliocoecocolica bezeichnet wird, fast immer pathologisch verändert, und zwar durch die Anwesenheit oder wenigstens frühere Anwesenheit der Jugendform von Strongylus bidentatus. Durch Untersuchung vieler Gefäße der in Rede stehenden Art mit sehr verschiedengradig entwickelten Aneurysmen, sowie der Gefäße verschieden alter Tiere ist es mir indes gelungen, ein allgemeines Bild vom normalen Zustande dieser Arterie durch Kombination zu erhalten.

Ueber die absolute Wanddicke dieses Gefäßes können keine Angaben gemacht werden, da dieselbe schwankt. Die Media ist etwa 5- bis 6mal so dick wie die Adventitia. Die Stärke der Intima wechselt außerordentlich.

Der Bau der Längsfaserschicht der Intima ist nun etwa folgender: Inmitten eines mehr oder weniger stark entwickelten, zellreichen Bindegewebsgerüstes liegen dünne elastische Längsfasern in lockeren Netzen, welche auf dem Querschnitt verschwommen hervortreten und der inneren Grenzlinie ungefähr parallel laufen. Die Zahl dieser Schichten ist ganz verschieden je nach der jeweiligen Dicke der Intima, welche ebenso wie die Faltung der inneren Begrenzungslinie augenscheinlich häufig unter pathologischen Einflüssen steht und deshalb sehr schwankt. Unter den zahlreichen Zellkernen sind auch solche mit großer Aehnlichkeit von Muskelkernen. Die Tun. elast. int. ist deutlich entwickelt. Sie spaltet sich stellenweise in zwei und auch drei Blätter. An einzelnen Punkten konnte ich sogar noch ihre Zusammensetzung aus Längsfasern erkennen. Die Media bietet insofern ein kompliziertes Bild, als sie erstens ohne Konstanz in ihrer Dicke wechselt, und zweitens weil nur etwa die inneren drei Viertel der Media den muskulösen Charakter besitzen, der Rest jedoch ausschließlich elastische Fasern aufweist. Auch der innere, muskulöse Teil der Media der vorderen Gekrösarterie ist nicht rundum genau gleichartig. An einer Stelle sind zwischen die Muskelzellen wie gewöhnlich feinste, kurze, elastische Fäserchen ziemlich regellos eingestreut, an einer anderen hingegen verraten die Fasern eine Neigung zur Anordnung in konzentrische Lamellen, von denen ich bis 20 zählte. Der äußere, elastische Teil der Media endlich zeigt bis zu 30 eng liegende, stark gewellte, elastische Kreisfasern ohne dazwischen liegende Muskelzellen. Diese Kreisfasern gehen nach der Adventitia hin auffälligerweise in Schräg- bezw. Spiralfasern über und haben noch weiter nach außen die deutliche Neigung zur Annahme der Längsrichtung. Durch diesen Uebergang zu den Längsfasern der Adventitia und die dabei auf engem Raume stattfindende Vermengung von Fasern der Kreis- und Schräg-, Spiral- und Längsrichtung entsteht eine schmale, nach Weigert intensiv färbbare Zone aus dichtem Fasergewirr, welches bei seiner immerhin eingehaltenen Schichtung in konzentrische Röhrenplatten der Gefäßwand eine ungemeine Kräftigung verleihen muß (Fig. 10). Eine sichtbare Abgrenzung der Media gegen die Adventitia hin fällt dadurch naturgemäß weg, zumal da auch eine wirkliche Tun.

elast. ext. fehlt. Es löst sich zwar an manchen Punkten die innerste der Kreisfasern von ihrer Umgebung los und erscheint wie eine Tunica gefaltet; sowohl der Aufbau dieser Platte aus Kreisfasern, als auch ihre Lage — nicht außerhalb, sondern innerhalb der übrigen Kreisfasern —, sowie endlich ihr nur stückweises Vorkommen gestatten nicht, sie als Tunica zu bezeichnen. Aus den geschilderten Gründen ist es auch schwer, die Adventitia genau abzugrenzen. Die Menge ihrer echten Längsfasern wechselt ebenfalls an verschiedenen Partien der Gefäßwand. Sie liegen teils ungeschichtet eng aneinander, teils in gewellten Platten, deren ich bis 20 sah. Glatte Muskelzellen treten in mäßiger Menge und wie die ihnen benachbarten, elastischen Elemente gerichtet auf.

Die A. mesent. cran. stellt somit ein Gefäß von überwiegend mukulösem Typus dar. Nur die äußeren Mediaschichten lassen eine starke Ansammlung elastischer Elemente erkennen. Das Vorkommen und die Richtung dieser Mediaelemente, sowie ihre innige Vermischung mit den ebenfalls reichlich entwickelten, elastischen Adventitiafasern gibt dem Gefäße große Festigkeit, deren es bei seiner frei hängenden Lage und als Befestigungsapparat für große Darmpartien wohl bedarf (Fig. 10).

Die

Aa. jejunales

sind kleinere Arterien und zeigen, wie zu erwarten, unter sich gleiche Bilder. Verschiedenheiten in der Wanddicke sind hier kaum nachweisbar, jedenfalls sind sie, von kleinen Differenzen abgesehen, nicht in dem Maße vorhanden wie z. B. in der A. lienal.

Die Intima ist am Anfang des Gefäßes ziemlich dick und erreicht zuweilen fast ein Viertel der Wandstärke. Später nimmt ihre Längsfaserschicht bedeutend ab und verschwindet schließlich ganz. Sie besteht anfangs aus einem Bindegewebsgerüst, in welches die elastischen Längsfasern nicht geschlossen in Platten, sondern in lockeren Netzen eingebettet sind, so daß man die Querschnitte der letzteren als verschwommene, wenig scharf gezeichnete Linien sieht, welche der in groben Falten liegenden, inneren Begrenzung parallel laufen. Ihre Zahl ist verschieden, sie dürfte im Durchschnitt auf 8 anzugeben sein. In dem zellreichen Bindegewebe finden sich auch Zellen, deren Kerne trotz geringerer Größe als die entsprechenden der Media große Aehnlichkeit mit Muskelkernen haben. Eine Tun. elast. int. findet man im ganzen Gefäßverlauf gut ausgeprägt. Von der eine echte Muskelhaut

darstellenden Media ist wenig Besonderes zu sagen. Sie macht etwa die reichliche Hälfte der Gefäßwand aus. Ihre elastischen Fasern sind im Anfang ziemlich fein, späterhin etwas stärker, und ihre mit dünnen, langen Kernen versehenen Muskelzellen liegen zum größten Teil, aber nicht sämtlich zirkulär. Besonders in der zweiten Gefäßhälfte gibt es auch Schrägfasern ohne besondere Anordnung. Die Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia zeigt im Anfang eine beträchtliche Stärke, und zwar bis zu einem Viertel der Gefäßwand, das ist hier beinahe die Hälfte der Mediadicke. Später nimmt sie zwar an absoluter Stärke etwas ab, an relativer aber in Bezug auf die nunmehr schwindende Media zu. Die Adventitia ist wie gewöhnlich durch ihren Faserverlauf deutlich abgegrenzt. Ihre sehr zahlreichen, elastischen Fasern liegen eng, sind aber nicht allzu stark. Die inneren sind etwas dünner als die äußeren. Die Anordnung in konzentrische Platten fand ich weniger ausgeprägt, so daß auch deren Zahl nicht präzis anzugeben ist. Sie dürfte bis zu 20 im Anfang betragen. Muskelzellen habe ich nur wenige angetroffen.

Die Dünndarmarterien sind also muskulös, mit relativ starker Entwickelung der elastischen Elemente in der Adventitia.

Die

A. colica media

(Fig. 15) ist eine mittlere Arterie, anfangs von annähernd gleicher Wanddicke ringsum. Im weiteren Verlauf tritt aber eine gewisse Ungleichheit hervor, und die dem Darm anliegende Wandpartie verhält sich zur freien wie 2:3. Im wesentlichen finden wir den Bau der vorigen Arterien hier wieder. Nur scheint es mir, als ob die Längsfaserschicht der Intima während des Gefäßverlaufes schneller verschwände als dort.

Ohne weiteres kann ich unter die gegebene Beschreibung noch die

A. colica dorsalis und ventralis

fassen, denn sie ähneln einander und der A. colica med. sowie, abgesehen von Größenunterschieden, auch den Arterien des dünnen Darmes derart, daß man sie zusammen schildern kann. Hinsichtlich der Größenverhältnisse im Anfang möchte ich hinzufügen, daß die A. colica ventr. eine Gefäßstärke von ca. 5 mm, die A. colica dors. und med. von 4 mm und die Aa. jejunales von 2 mm besitzen.

Im

Ramus iliacus

ist die Verdünnung der dem Darm anliegenden Wand ebenfalls zuweilen bemerkbar, und es gibt Wandpartien, die in ihren Dicken-

verhältnissen wie 1:4 sich gegenüberstehen. Eine Längsfaserschicht der Intima in den bekannten Falten kommt anscheinend nur im Anfangsteil und an der der Anheftung am Darme gegenüberliegenden Wand vor. Die Media ist echt muskulös. Ihre glatten Muskelzellen zeigen die Kreisrichtung und entbehren jeder Besonderheit. Die Tun. elast. int. ist gut entwickelt, die Tun. elast. ext. fehlt. Der Reichtum der Adventitia an feinen und groben, eng liegenden, elastischen Fasern ist besonders im weiteren Verlaufe auffallend. Die relative Dicke der Adventitia wächst dabei fast bis zur Hälfte der Media. Muskelzellen habe ich hier nicht gesehen.

Auch die

A. coecalis

schließt sich den übrigen Gefäßen an. Die Dimensionen ihrer Schichten sind die gleichen wie bei diesen. Von der Adventitia treten häufig elastische Fasern in die Media herüber und umgekehrt. Auch hier ist die Adventitia reich andicht, aber nur anfangs regelmäßig in Platten gelagerten, elastischen Fasern, welche sich intensiv färben.

Sämtliche Colonarterien, die Blinddarm- und Hüftdarmarterie repräsentieren also den muskulösen Typus. Ihre Adventitia ist ausgeprägt elastisch charakterisiert. Dort, wo die Gefäße dem Darme anliegen, ist die Wand, und insbesondere die Media, manchmal dünner als sonst, ohne daß im übrigen die Bauart dieser dünnen Stelle eine andere als die der dickeren wäre (Fig. 15). Wie bemerkt, gibt es in der A. colica med. Partien, die sich wie 2:3 und in der A. iliaca sogar wie 1:4 verhalten. Diese Verdünnungen erstrecken sich etwa auf $^1/_3$ des Gefäßumfanges und sind zuweilen am toten Gefäße, vermutlich durch postmortale Muskelkontraktion, nach außen oder innen gedrückt. Es entspricht wiederum der haushälterischen Sparsamkeit des Organismus, wenn er die dem Darm anliegende Gefäßwand weniger stark entwickelt, da dieselbe ohnehin den Schutz der Darmwand genießt. Es ist auffällig und spricht für diesen Satz, daß zwar die Hüftdarmarterie jene Erscheinung zeigt, nicht aber die Dünndarmarterien, denn erstere verläuft am Darm, letztere liegen zum größten Teil im Gekröse. Wo aber die Dünndarmarterien dem Darme anliegen, sind sie so dünn, daß etwaige Wanddifferenzen unauffällig werden.

3) Die

Aa. renales

sind mittelgroße Gefäße mit einer durchschnittlichen Wanddicke von über 1 mm.

In der Intima ist die Längsfaserschicht in wechselndem Grade entwickelt. Wo sie vorhanden ist, sehen wir das bekannte Bild: viel zellreiches Bindegewebe und in diesem feine, elastische Längsfasern in lockeren Netzen. Muskelzellen konnte ich einwandsfrei nicht nachweisen. Ebenso wie die Dicke der Längsfaserschicht ist auch ihre Faltung bezw. Leistenbildung recht verschieden, und man findet beinahe alle Phasen der Entwickelung, wie ich sie bei anderen Gefäßen beschrieb. Die Tun. elast. int. ist sehr gut entwickelt und häufig in Blätter gespalten (Fig. 5). Die Media nimmt den breitesten Raum ein. Ihre Muskelzellen folgen der Kreisrichtung, und die Kerne derselben sind ziemlich lang und stark geschlängelt. Die elastischen Fasern treten zwar nicht bedeutender als sonst in einer muskulösen Media hervor, sie sind aber etwas stärker und stehen mannigfach durch Zweige miteinander in Verbindung. Der Uebergang von Fasern in die Adventitia ist zweifellos nachweisbar. Die Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia beteiligt sich an der Bildung der Gefäßwand mit einem Fünftel. Ihre elastischen Längsfasern sind sehr fein und liegen in etwa 20 gewellten Reihen dicht aneinander. Nur an wenigen Stellen ist der Zusammenhang lockerer. Muskelzellen sind sehr selten.

Die Nierenarterien sind somit Arterien des muskulösen Typus. Die Adventitia besitzt relativ etwas weniger elastische Elemente, dafür finden wir dieselben in der Media etwas stärker als sonst in Gefäßen gleicher Größe und Beschaffenheit.

4) Die

A. mesenterica caudalis.

Ihre Wand ist rundum annähernd gleichdick und mißt anfangs etwa 1,8 mm. Die Längsfaserschicht der Intima ist verhältnismäßig stark und wechselt in ihrer Dicke. Sie ähnelt darin Arterien, wie z. B. der A. coron. sin., d. h. sie zeigt Einbuchtungen und Vorwulstungen in Form von Leisten, deren Querschnitte als Höcker sichtbar werden. Die Intima baut sich aus einem dichten, zellreichen Bindegewebsgerüst auf, in welches relativ wenig elastische Elemente, diese aber vorzugsweise in der Längsrichtung, eingebettet sind. Die feinen, elastischen Membranen, welche sonst zuweilen vorkommen und parallel der Innenbegrenzung verlaufen, treten hier nicht oder

nur wenig hervor. Trotz des Zellreichtums der Intima sind glatte Muskelzellen an ihren Kernen einwandsfrei kaum nachzuweisen. Die Tun. elast. int. ist deutlich als Grenzlamelle entwickelt und liegt in hohen Falten. Die Media nimmt $^3/_4$ der Wanddicke ein und besteht zum überwiegenden Teile aus glatten, zirkulär verlaufenden Muskelzellen. Die elastischen Fäserchen sind fein und verlaufen ebenfalls zirkulär. Außerdem kommen in der äußeren Hälfte der Media einzelne stärkere Fasern vor, welche deutlich in die Adventitia übertreten. Schon daraus geht hervor, daß eine Tun. elast. ext. fehlt. Stellenweise aber, und zwar da, wo aus der Adventitia in die Media übertretende Fasern eine Strecke an der äußeren Grenze der letzteren verlaufen, gewinnt es den Anschein, als ob eine Grenzmembran vorhanden wäre. Es bezieht sich diese Wahrnehmung aber nur auf einzelne Strecken. Die Adventitia bietet wenig Besonderes. Ihre verschieden starken, elastischen Längsfasern liegen wie gewöhnlich in 15—20 gewellten Platten, eingebettet in wenig Bindegewebe und begleitet von wenigen, schräg verlaufenden Muskelzellen.

Von den beiden Aesten der A. mesenterica caudalis liefert die

A. colica sinistra

im inneren Bau ungefähr das nämliche Bild wie ihr Stammgefäß. Auch hier tritt eine Verschiedenheit in der Wanddicke deutlich hervor, und es gibt in einzelnen Querschnitten Wandstellen, deren Durchmesser sich zueinander wie 1:2 verhalten. Die dünne Partie ist wieder die der Darmwand anliegende. Da die Anlagerung an den Darm aber nur auf einem schmalen Streifen erfolgt, so ist es erklärlich, daß die dünne Strecke der Gefäßwand auf dem Querschnitt kurz ist. Die Differenzen in der Wanddicke beruhen auf ebensolchen der Media. An der Intima konnte ich nur im Anfang und auch da lediglich an einzelnen Stellen eine Längsfaserschicht unterscheiden, deren elastische Elemente sich manchmal zu feinen Lamellen sammeln. Solche Lamellen kommen an demselben Orte sogar in doppelter Anordnung vor, die eine unter dem Endothel, die andere in der Mitte der Längsfaserschicht. Hinsichtlich weiterer Einzelheiten in der Struktur kann auf das Stammgefäß verwiesen werden. Die Tun. elast. int. ist im ganzen Gefäß deutlich entwickelt und liegt beim Fehlen der Längsfaserschicht (im weiteren Verlaufe ist das letztere die Regel) unmittelbar unter dem Endothel. Auch die Media ist nach der Art ihres Aufbaues als Fortsetzung der entsprechenden Schicht des Stammgefäßes zu betrachten. Das bei diesem vorkommende Ueber-

treten von elastischen Mediafasern in die Adventitia habe ich hier nicht beobachtet, obgleich eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia mißt anfangs $^1/_8$ der Wanddicke. Bei Abnahme des Gefäßdurchschnittes nimmt sie zwar gleichzeitig ab, jedoch nicht in gleichem Maße, so daß sie später im Verhältnis zur Media etwas dicker erscheint. Im Anfang des Gefäßes liegen ihre elastischen Fasern sehr eng und rein längs in gewellten Platten, später lockert sich ihr enger Zusammenhang, und auch die reine Längsrichtung geht verloren, so daß gegen das Ende des Gefäßes die schräge Richtung vorherrscht. Zahlen- und Maßangaben, insbesondere absolute, haben bei Gefäßen wie dieses wenig Wert, da die Resultate bei der großen Gefäßlänge je nach der untersuchten Stelle verschieden sind.

Der zweite Ast der hinteren Gekrösarterie, die

A. haemorrhoidalis superior,

weicht wenig vom Schwestergefäß ab. Auch im inneren Bau vermochte ich keine Abweichungen festzustellen.

Die A. mesent. caud. repräsentiert also mit ihren Hauptzweigen den muskulösen Typus. Die schmale Anlagerungsstelle der letzteren am Darm ist zuweilen durch eine Verminderung der Wanddicke gekennzeichnet.

5) Die

Aa. spermaticae internae

entnahm ich von Stuten. Es sind kleinere Arterien, deren Wanddicke rundum annähernd gleich ist und ca. 1 mm beträgt (Fig. 6). Die Längsfaserschicht der Intima fehlt als solche zumeist und nur stellenweise sieht man einzelne bindegewebige Reste von ihr. Bei einzelnen Pferden ist die innere Begrenzung des Gefäßes glatt, bei anderen hingegen zeigt sie auf dem Querschnitt tiefe Einbuchtungen und hohe Hervorragungen, an deren Bildung sich auch die Media beteiligt. Die Tun. elast. int. ist kräftig entwickelt und liegt in hohen Falten. Bisweilen spaltet sie sich in zwei und auch mehrere Blätter. Die Media enthält zwar in überwiegendem Maße glatte Muskelzellen in zirkulärer Richtung. Jedoch sind auch elastische Elemente in beträchtlicher Menge eingestreut, und sie haben manchmal einen größeren Durchmesser als gewöhnlich. Sie sind dabei stärker gefältelt und halten den konzentrischen Verlauf nicht immer regelmäßig inne. Eine Tun. elast. ext. fehlt. Die Adventitia ist kräftig, aber verschieden stark entwickelt. Sie besitzt an

manchen Stellen nahezu $^1/_3$ der Mediadicke, an anderen weniger. Ihre Fasern liegen in fein gewellten Platten, deren Zahl bis 18 beträgt. Es scheint mir, als ob durchgehends nur wenige und zwar die zu äußerst liegenden, elastischen Fasern eine genaue Längsrichtung, die inneren einen mehr schrägen Verlauf hätten. Muskelfasern sind nur in geringer Zahl vorhanden.

Die inneren Samenarterien sind somit Gefäße des muskulösen Typus. Auffällig ist ihre verhältnismäßig dicke Wand, besonders im Vergleich zu den im folgenden beschriebenen Lendenarterien. Nun ist es wohl möglich, daß die Wand deshalb dicker erscheint, weil die reichlich vorhandenen Muskelzellen das Gefäß postmortal stark kontrahieren, so daß es anscheinend für sein dadurch verringertes Kaliber eine relativ dickere Wand erhält. Neben der kräftig muskulösen Media an sich springt der Gehalt der Samenarterien an elastischen Fasern und besonders der Reichtum der Adventitia an denselben ins Auge. Ich glaube deshalb nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Bau der inneren Samenarterien in Verbindung mit der physiologischen Funktion der von ihnen versorgten Organe, Uterus und Ovarien, bringe. Zur Zeit der Menstruation und Gravidität erfordern jene Gefäßbezirke eine weit stärkere Blutversorgung als sonst, und wir sehen deshalb auch das Gefäß in seinem Bau hierauf vorbereitet. Während es für gewöhnlich nur als nutritives Gefäß vorhanden ist, dient es dann gewissermaßen auch als funktionelles. Da seine Wand bereits das für eine Erweiterung erforderliche Baumaterial besitzt, ist sie sowohl erweiterungsfähig wie geeignet, einen höheren Blutdruck auszuhalten.

6) Die

Aa. lumbales

sind sehr einfach gebaut. Von der 0,4—0,6 mm betragenden Wandstärke nimmt die Media etwa $^3/_4 - ^5/_6$ ein und die Adventitia den Rest, da die Intima keine selbständig hervortretende Schicht darstellt. Die ganze Wand rundum annähernd gleich dick. Von der Intima sind nur an einzelnen Stellen kleine, leistenförmige Hervorragungen als Reste einer Längsfaserschicht bemerkbar. Die Tun. elast. int. ist deutlich entwickelt und manchmal in zwei Blätter gespalten. Ihre Falten sind fein und eng. Rein muskulösen Typus weist die Media auf, an welcher sonst nichts Bemerkenswertes in Erscheinung tritt. Obgleich eine Tun. elast. ext. fehlt, hebt sich die Adventitia mit ihren

mittelstarken in 5—8 Platten geordneten, elastischen Längsfasern gut ab. Glatte Muskelzellen sind nur in geringer Anzahl und zwar in der Längsrichtung vorhanden.

Die Aa. lumbales repräsentieren also den muskulösen Typus ohne erwähnenswerte Besonderheiten.

Anhangsweise möchte ich hier eine kurze Schilderung der

A. pulmonalis

anfügen. Sie stellt eine große Arterie dar, deren Wand rundum ungleich stark ist und durchschnittlich etwa 3—4 mm mißt. Die Lichtenweite des Gefäßes ist dabei dieselbe wie beim Trunc. aortic.

Die Intima (ca. $^1/_4$ der Wanddicke) besteht nur aus der Längsfaserschicht und diese wieder besitzt neben wenig Bindegewebe eine reichliche Menge mittelstarker, elastischer Längsfasern, welche ziemlich gleichmäßig über die Intima verteilt sind. Muskelfasern kommen dazwischen in der Längsrichtung vor. Die innere Grenze der Intima ist fast glatt. Die äußere wird dadurch verwischt, daß die Längsfasern sich mit den Kreisfasern der Media mischen und solchergestalt eine Uebergangszone bilden. Die Tun. elast. int. fehlt. Die Media baut sich aus 40—50 kräftigen, gleichmäßig verteilten, elastischen Lamellen auf. Die Richtung sowohl der elastischen wie der lagenweise dazwischen liegenden muskulösen Elemente ist keine rein zirkuläre, selbst nicht gegen die Peripherie hin. Sie ist vielmehr eine schräge, vielleicht spiralige. Es scheint, als ob die zwischen den elastischen Fasern befindlichen und mit Muskulatur und Bindegewebe ausgefüllten Schichten breiter wären als in ähnlichen Arterien des Körperkreislaufes. Die Tun. elast. ext. fehlt. Von der Adventitia sind nur unbedeutende Bindegewebszüge bemerkbar.

Die A. pulmonalis stellt damit eine große Arterie von echt elastischem Typus dar. Interessant ist es, ihre Wanddicke (3—4 mm) mit derjenigen der Aorta (7—10 mm) zu vergleichen. Beide Gefäße empfangen die gleiche Blutmenge unmittelbar vom Herzen. Es ist einleuchtend, daß die Wanddifferenzen Folgezustände der gewaltigen Druckunterschiede bei der Arbeit des linken und rechten Herzens und der ganz verschiedenen Arbeitsleistung beider Gefäße sind.

Zusammenfassung.

Bei einer zusammenfassenden Betrachtung der vorstehenden histologischen Ergebnisse muß ich vorausschicken, daß vom kinderarmstarken Trunc. aortic. distalwärts Arterien beinahe jeder Größe bis herab zu etwa 1 mm Totaldurchmesser zur Untersuchung gekommen sind. Die erhaltenen Bilder sind dementsprechend sehr vielfältig.

Eine Trennung der einzelnen Schichten der Gefäßwand ist in der Regel nur in kleinen und mittleren Arterien möglich, in sehr großen hingegen nicht immer, insbesondere sind Intima und Media bei letzteren sehr häufig nicht zu sondern, während die Adventitia in großen Arterien oft sogar ganz fehlt. Deshalb sind bei diesen Arterien die Grenzen, in welchen sich die Dimensionen der einzelnen Wandschichten bewegen, vielfach nur mangelhaft anzugeben. Jedoch kann man wohl sagen, daß die Media, abgesehen von den feinsten Arterien, stets die Hauptmasse der Gefäßwand ausmacht, ferner, daß der Durchmesser der Intima mit dem Gefäßkaliber abnimmt, und die Dicke der Adventitia dabei wächst. Die untere Intimagrenze dürfte $^1/_{30}$—$^1/_{40}$ der Wanddicke betragen. Die obere Adventitiagrenze hingegen macht einen viel größeren Bruchteil aus. In der A. thorac. int. fand ich sie von halber Dicke der Gefäßwand, und die stärkste Adventitia überhaupt sah ich bei der A. axill., wo sie in einem Falle den sechsfachen Durchmesser der Media besaß (Fig. 18).

Was nun die einzelnen Wandschichten der untersuchten Gefäße selbst anbetrifft, so dürfte die

Intima

in ihrem Aufbau die wechselvollsten Bilder geliefert haben (Fig. 1—5 u. 7—9), und das kann eigentlich nicht auffallen. Abgesehen davon, daß schon normalerweise die Intima verschiedener Gefäße große Schwankungen betr. Stärke und Aufbau aufweist, worüber die reichlich vorhandene Literatur, insbesondere die Arbeiten Baums und seiner Schüler Aufschluß geben, ist sie auch diejenige Schicht, welche vor allen anderen am leichtesten und umfangreichsten auf pathogene Reize reagiert und die Einflüsse des Alters zeigt. v. Ebner bemerkt deshalb, daß man kaum andere als Gefäße des frühesten Lebensalters zum Studium normaler Zustände benutzen könne.

Die Punkte, in welchen die Intima in besonders hohem Maße Verschiedenheiten zeigt, sind das Aussehen ihrer inneren Be-

grenzung (Fig. 7—9), sowie Art und Grad der Entwickelung des bindegewebigen und des elastischen Anteils ihrer Längsfaserschicht oder der Längsfaserschicht überhaupt.

Die Bilder, welche man hierbei gewinnt, sind nicht nur bei verschiedenen Pferden verschieden, sondern sie sind auch innerhalb desselben Gefäßes dem Wechsel unterworfen, wie man an Serienschnitten sehen kann. Ich hatte selbst Gelegenheit, Verdickungen der Intima am Boden der Bauchaorta zu beobachten, welche am Dach desselben Querschnittes fehlten. Wenn aber die innere Intimabegrenzung und die Dicke der Intima sich in gewissen Gefäßen so häufig und hochgradig auf kurzen Strecken verändern, so möchte ich daraus schließen, daß alle vom Durchschnittsaussehen abweichenden Bilder überhaupt keine normalen Zustände darstellen, und da eine postmortale Entstehung dieser Gebilde ausgeschlossen ist, so bleibt nur übrig anzunehmen, daß sie entweder pathologischer Natur oder Folgen des Alters sind. Nun waren zwar die meisten der von mir untersuchten Pferde in höheren Lebensaltern. Wenn man jedoch die Differenzen an den Intimae l e d i g l i c h als Alterserscheinungen ansprechen soll, so steht dem entgegen, daß erstens nur verhältnismäßig wenige Gefäße wirklich hochgradige Veränderungen dieser Art zeigen und zweitens, daß solche Gefäße eigentlich nur im Bezirke der Bauchaorta vorkommen. Ferner fällt auf, daß die stärksten Veränderungen in der A. mesent. cran. auftreten, und daß sie von hier sowohl distal in deren Aeste, als auch proximal in die Aorta abdom. bis zum Zwerchfell und bis zur Beckenteilung und in die A. coeliaca und A. mesent. caud. mit deren Aesten, sowie auch in die Aa. renales ausstrahlen, dabei aber zuweilen an Intensität abnehmen. Es liegt darnach wohl näher eine pathologische Ursache der Intimabildungen anzunehmen als den Einfluß des Alters in den Vordergrund zu bringen. Wenn ich auch diesen von vielen Autoren hervorgehobenen Einfluß durchaus nicht leugnen oder ausschließen will, so erscheinen mir doch hier die so außerordentlich häufigen, entzündlichen Veränderungen der vorderen Gekrösarterie, welche durch Strongyliden hervorgerufen werden, mit ihren Ausstrahlungen auf das Gebiet der Bauchaorta als wahrscheinlichere Ursache für die eigentümlichen Intimabildungen, wenigstens für die hochgradigen.

In der Literatur sind ähnliche Angiiten wie sie infolge Gegenwart des Strongylus bidentatus in der A. mesent. cran. selbst vorkommen, auch bei deren Nachbargefäßen beschrieben, und über die Art ihrer Entstehung findet man bemerkt, daß der entzündliche Prozeß entweder von der erkrankten A. mesent. cran. ausgestrahlt ist, oder aber daß die Würmer selbst sich in anderen Gefäßen, wie z. B. in der A. coeliaca festsetzten. Arteriiten überhaupt findet man bei den hier in Frage kommenden Arterien beschrieben in der Brust- und Bauchaorta, den Gekrös-, Nieren- und Lendenarterien, ferner bei der A. vertebr., axill. und carotis. Als Ursachen sind bekannt außer „Traumen im weitesten Sinne, Parasiten tierischer

und pflanzlicher Natur, Muskelrheumatismus, Erysipel, Pneumonie, Uterinalleiden, Reibung des Blutes an Gefäßbiegungen und -teilungen, allgemeine Asthenie und Alter". Nimmt man das Alter als Ursache an, so ist zu bedenken, daß es eben manche der vorher genannten Ursachen im Gefolge hat.

Da alle Veränderungen der Intima, sei es durch pathologische Vorgänge, sei es als Folge des Alters, auf eine Verdickung oder Faltenbildung derselben hinauslaufen, so trifft man wohl das Richtige, wenn man von einer in Bezug auf die Intima verschiedengradig entwickelten Gefäßstrecke die schmalste Stelle als die normale ansieht. Unter Berücksichtigung dieses Punktes, durch Studium des ganzen Gefäßes und durch Untersuchung der Gefäße vieler Pferde ergaben sich die folgenden Resultate.

In manchen Gefäßen kann man von einer Intima beinahe nichts anderes nachweisen als eine der Tun. elast. int. anliegende Endothelmembran. Bei anderen ist eine Längsfaserschicht zwischen beide eingeschoben, welche bald leistenförmig oder nur auf einer Seite (Fig. 7), bald rundum in gleicher oder verschiedener Stärke auftritt (Fig. 8). Schließlich begegnet man hohen warzigen Erhabenheiten an der Oberfläche der Intima (Fig. 9).

Hinsichtlich ihres Baues erweist sich die Intima entweder nur als einfache Bindegewebslage mit mehr oder weniger zahlreichen Bindegewebs- und Muskelzellen ausgestattet, oder man erblickt inmitten dieser Masse außerdem feine oder gröbere, längsverlaufende, elastische Fasern in verschiedener Menge und Anordnung. Sind die Fasern sehr stark, so erscheinen sie auf dem Querschnitt als Körnchen, so daß Baum-Thienel die Längsfaserschicht treffend als Körnchenschicht bezeichnen konnten. Diese elastischen Längsfasern können nun einzeln liegen; sie sind stellenweise aber auch so eng aneinander gedrängt, daß sie geradezu Lamellen oder gefensterte Membranen bilden, welche auf Querschnitten durch das Gefäß verschiedengradig deutliche, meist mehr oder weniger gewellt verlaufende Linien bilden (Fig. 8). Bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen kann man aber meist erkennen, daß diese Linien aus aneinander gereihten Körnchen (den Querschnitten der elastischen Längsfasern) bestehen. Es kommt vor, daß sich diese Lamellen in zwei oder mehrere Lagen spalten oder gar wieder in Fasern auflösen. An den Stellen, wo man ihre Zusammensetzung aus Längsfasern erst mit stärkeren Vergrößerungen erkennen kann, wo sie also dichte Netze darstellen, ähneln sie zuweilen einer Tun. elast. int. außerordentlich, und zweifelsohne entsteht auch diese

Grenzlamelle durch noch engeres Zusammenlagern der elastischen Längsfasern der Längsfaserschicht (s. weiter unten).

In den größten Arterien (Fig. 1) besteht die Längsfaserschicht zum überwiegenden Teile aus elastischen Längsfasern, welche ziemlich dicht liegen und meist mehr oder weniger zu Reihen geordnet sind. Kommt hier eine Platten- oder Lamellenbildung vor, so ist sie undeutlich und die Fasernetze, welche die Platten aufbauen, sind jedenfalls sehr locker. Mit Abnahme des Gefäßlumens rücken die Einzelfasern zusammen (Fig. 2—4), schließlich entweder zu einer Tun. elast. oder zu den geschilderten Lamellen, inmitten der Intima oder subendothelial. Eine deutliche Körnchenschicht haben wir deshalb nur dort, wo die Tun. elast. int. nicht oder nur schwach entwickelt ist.

Bei Beschreibung der glatten Muskelzellen muß vorausgeschickt werden, daß es bekanntlich an sich sehr schwer ist, in jedem Falle das Wesen der vorhandenen Zellen, insbesondere einzeln liegender, am Verhalten ihrer Kerne genau zu erkennen. Dazu kommt, daß die Muskelzellen und mit ihnen ihre Kerne bei weitem nicht sämtlich rein längs oder rein zirkulär, sondern vielfach schräg verlaufen, so daß man ihre typischen Bilder nur selten im Präparat erhält, und zweitens gibt es Elemente anderer als muskulöser Natur, welche Muskelzellen, bezw. -kernen sehr ähneln. Diesen Punkt hebt auch v. Ebner hervor und betont gleichzeitig, daß man bei Beurteilung der Lage von Muskelzellen überhaupt vorsichtig sein müsse, da dieselbe nach seinen Erfahrungen durch postmortale Kontraktionen verändert werde. Wenn nun auch mit Hilfe der modernen Färbemethoden (van Gieson) die Muskelzellen sich besser differenzieren lassen, so bleiben doch noch viele Fälle übrig, wo sich kaum mit Sicherheit entscheiden läßt, ob es sich um vereinzelte, glatte Muskelzellen oder um andere Gewebselemente, z. B. Bindegewebszellen handelt. Nach meinen Befunden kommen in der Intima der Arterien von Brust- und Bauchhöhle glatte Muskelzellen in geringer Zahl vor, welche zwar meist, aber nicht immer längs verlaufen. An Gefäßbiegungen z. B. beobachtet man vielfach schräg verlaufende Fasern.

Zu Studien über das Vorkommen und die Entwickelung der

Tunica elastica interna

habe ich reichlich Gelegenheit gehabt. Hinsichtlich des Vorkommens derselben konnte ich feststellen, daß eine typische Tunica in Form einer scharf begrenzten, auf dem Querschnitt wellig er-

scheinenden Grenzplatte zwischen Intima und Media nur in mittleren und kleinen Arterien auftritt, während sie in den großen und größten fehlt. Dafür kommt in diesen eine deutliche Längsfaserschicht der Intima vor, welche mit der Kaliberabnahme immer schwächer und undeutlicher wird, je deutlicher eine Tunica hervor-

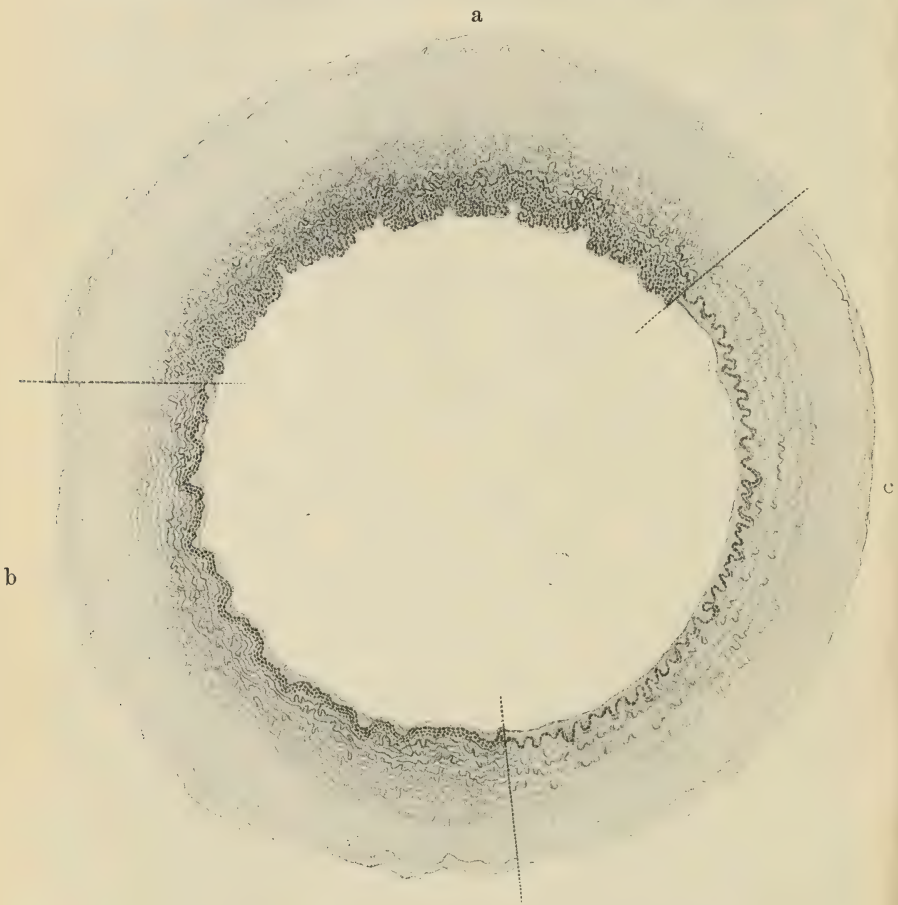


Fig. 2. a vielreihige Längsfaserschicht, b dreireihige Längsfaserschicht, c einreihige Längsfaserschicht, im Uebergang zur Tunica elast. int. begriffen.

tritt. Es besteht also ein antagonistisches Verhältnis (Fig. 1—4) zwischen beiden, und schon dieses deutet darauf hin, daß die Tun. elast. int. durch eine Zusammenlagerung der elastischen Längsfasern der Längsfaserschicht entsteht.

Von den größten zu mittleren und kleinen Gefäßen fortschreitend sah ich die anfangs weit verstreuten Längsfasern

(Fig. 1) allmählich zusammenrücken, und zwar zu einer lockeren vielreihigen Platte (Fig. 2), deren Reihenzahl nach und nach auf 2—3 sinkt (Fig. 3). Schließlich entsteht ein Gebilde, welches bei schwacher Vergrößerung mit großer Deutlichkeit eine Tunica vortäuscht. Bei stärkerer Vergrößerung jedoch ist immer noch die Zusammensetzung aus elastischen Längsfasern erkennbar (Fig. 4), bis endlich eine typische Tunica als wirkliche Membran entstanden ist (Fig. 7—9, s. a. Textabbild.). Umgekehrt kann man aber auch nicht selten beobachten, daß sich solche Grenzplatten wiederum spalten. Wenn Grünstein bei dieser Gelegenheit nur von einer Zweispaltung in eine innere und äußere Lamelle beim Menschen spricht, so kann ich hinzufügen, daß beim Pferde sicher Spaltungen in mehr als zwei Blätter vorkommen (Fig. 5). Ich glaube, diese meine Beobachtungen, daß die elastischen Längsfasern der Intima sich zu einer Lamelle oder zu mehreren und schließlich zur Tun. elast. int. zusammenfügen, als Beweis für die Herkunft und Zugehörigkeit der Tunica zur Intima ansehen zu können, und sie stammt entschieden von Intima- und nicht von Mediaelementen, wie andererseits behauptet wird. Auch die feinen, elastischen Lamellen inmitten der bindegewebigen Längsfaserschicht (Fig. 8) dicker Intimae betrachte ich gewissermaßen als Uebergangsstadien zur Tunica.

An der mechanisch wichtigsten und für den Bau der Gefäße am meisten typischen Schicht, der

Media,

ist beim Vergleich durch das untersuchte Arteriensystem hindurch für unsere Betrachtungen hauptsächlich ihre Dicke und ihr allgemeiner Charakter wichtig.

Die Dickenverhältnisse der Media sind sehr verschieden und bei den einzelnen Gefäßen näher angegeben. Da die Media fast immer die dickste Schicht der Wand bildet, bestimmt sie die Wandstärke überhaupt. Selten aber ist die Media rund um das ganze Gefäß gleich dick, und es kommen beinahe an jedem Gefäßquerschnitt geringfügige Schwankungen des Mediadurchmessers vor. Diese Differenzen gewinnen an Bedeutung für unsere Zwecke, wenn sie auffällig werden und in offensichtlicher Beziehung zur Umgebung des Gefäßes etc. stehen.

Dabei erinnere ich an das bei der Anatomie der Aorta geschilderte Bild derselben im Hiatus aorticus, ferner an die Wandverdünnungen in der A. costocervicalis, A. lienalis, A. iliaca, in

den Colonarterien etc. (Die Lesarten über das Zustandekommen dieser Wanddifferenzen s. S. 324).

Den allgemeinen Charakter der Media der von mir untersuchten Gefäße schilderte ich bei deren Einzelbeschreibung. An dieser Stelle interessiert nun der Uebergang von einem Bautypus zum andern. Derselbe erfolgt bei verschiedenem Gefäßquerschnitt und in ganz verschiedener Entfernung vom Herzen. Bald sehen wir, daß Gefäße bei Abgabe großer Aeste den muskulösen Charakter gewinnen, wie in der Aorta abdom., bald bleibt das Stammgefäß selbst elastisch, und der Ast wird sofort beim Abbiegen muskulös, wie bei der A. thoracic. int., bald stellen Umbiegungen und Richtungsänderungen die Grenzen beider Typen dar, wie in der A. intercostal.

Wenn nun auch manchmal mit den genannten Umständen zufällig eine Kaliberverminderung des Gefäßes zusammentreffen mag, so sind doch als Hauptfaktoren für den Typuswechsel Hindernisse und Störungen für den Blutlauf besonders in Gestalt von Gefäßab- und -umbiegungen, sowie Richtungsänderungen, insbesondere Uebergang aus der Horizontal- in die Vertikalrichtung und Wechsel im Auf- und Abstieg in der Vertikalebene ersichtlich geworden. An jedem Grenzpunkte des elastischen Typus war ein derartiger Faktor zu finden, welcher die Druckwelle des Blutes minderte und dadurch das Eingreifen aktiver Kraft seitens der Gefäßwand notwendig machte.

Hinsichtlich der Art und Weise, in welcher sich der Uebergang von einem zum anderen Typus vollzieht, ließ sich folgendes festlegen. Bei den großen, echt elastischen Gefäßen, z. B. der Brustaorta, sehen wir die ganze Masse der Media von elastischen Kreisfasern durchsetzt, welche zum größten Teile in ziemlich dicht gefügten Platten liegen und also gewissermaßen ineinander steckende Röhrenlamellen darstellen. Die Zwischenräume sind mit Bindegewebe und 1—2, höchstens 3 Lagen glatter Muskelzellen angefüllt. Kommt man nun in die Gegend, wo das Gefäß seinen elastischen Typus ablegt, so rücken die elastischen Lamellen um Platz für die Muskulatur zu machen auseinander und werden selbst schwächer. Selten geschieht dieses Auseinanderrücken gleichmäßig. Vielfach erfolgt es nur an einzelnen Stellen der Gefäßwand, insel- oder ringförmig, bald mehr nach innen, bald mehr nach außen. Ueber den Ort der anfänglichen Einlagerung der Muskelzellen in die Media kann man kaum eine Regel aufstellen, denn ich habe an Serienschnitten gesehen, daß die Ansiedlung der

Muskelzellen bald in den inneren, bald in den äußeren Schichten erfolgt, und ich glaube deshalb Grund zu der Annahme zu haben, daß dies weder Bedeutung hat, noch im ganzen Gefäße, geschweige denn bei verschiedenen Tieren gleichmäßig geschieht.

Die Strecke, auf der sich der Uebergang von einem zum anderen Typus vollzieht, ist verschieden lang, je nach der Art und Weise wie die den Typuswechsel bestimmende Ursache wirkt. Sie ist kurz, wenn die Ursache plötzlich wirkt, wie an der Gefäßumbiegung in der A. intercost., sie ist dagegen lang, wenn dies allmählich geschieht, wie z. B. gelegentlich der Abnahme des Blutdrucks in der A. cervical. prof.

Eine günstige Gelegenheit zur Beobachtung des Ueberganges von einem Typus zum anderen bietet die Aorta abdom. (Fig. 11 und 12) in ihrem Verlaufe. Die Einlagerung der Muskulatur beginnt hier am Anfang der A. coeliaca und der beiden Gekrösarterien.

Was die Richtung der Bauelemente der Media sowohl derjenigen elastischer wie muskulöser Natur anbetrifft, so herrscht im großen und ganzen die Kreisrichtung vor. An Gefäßkrümmungen und Gefäßabzweigungen treten jedoch in demselben Querschnitt Kreis-, Schräg- und Längsfasern nebeneinander auf und machen das Bild kompliziert. Als hervorragende Beispiele dafür gelten die Aorta desc. im Arcus aortae und noch mehr die A. subclav. sin. In ersterer mischen sich zu den reinen Kreisfasern der Media solche schräger Richtung und bei der fehlenden Abgrenzung gegen Intima und Adventitia auch die Fasern longitudinalen Verlaufes aus diesen Schichten bei. In letzterer, der A. subclav. sin., zweigen sich unmittelbar nebeneinander eine ganze Menge Aeste ab. Bei dieser Gelegenheit gehen Wandbestandteile vom Stamm- auf das Zweiggefäß über, und da sich dieser Uebergang nicht ohne Richtungsänderung ermöglichen läßt, sehen wir an Gefäßabgängen oft ein wirres Durcheinander von Fasern. Vielfach werden bei solchen Uebergängen vom Stamm- zum Zweiggefäß die Kreisfasern des ersteren zu Längsfasern des letzteren und umgekehrt.

Aber auch die Faserelemente, welche von einer Schicht in eine andere, z. B. von der Media zur Adventitia treten, müssen bei diesem Uebertritt und dem damit verbundenen Uebergang von der Kreis- zur Längsrichtung an einer gewissen Stelle als Schrägfasern erscheinen.

Uebrigens illustriert die Möglichkeit dieses Uebertritts nebenbei ohne weiteres den Mangel einer Tun. elast. ext. an der betr. Stelle. Wäre diese als trennende Membran vorhanden, so könnte der Uebertritt nicht stattfinden.

Eine Tunica elastica externa

fehlt in den Arterien des Pferdes. Es findet, wie bemerkt, häufig ein Uebergang von Mediafasern in die Adventitia statt. Die bei manchen Arterien scheinbar vorhandene Tunica läßt sich bei näherem Zusehen als Kreisfaserlamelle der Media diagnostizieren, welche zufällig und einzeln von den anderen ab- und an die Peripherie herangedrängt worden ist. Gegen das Wesen einer solchen Membran als Tunica spricht aber vor allem ihr Aufbau aus Kreisfasern und ihre häufig unvollkommene Entwickelung.

Zwischen den elastischen Fasern der Längsfaserschicht der Intima einerseits und der Tun. elast. int. andererseits (Fig. 1—4) besteht mit Sicherheit ein antagonistisches Verhältnis, und die Tunica ist nur bei mangelhafter Entwickelung der elastischen Fasern gut ausgeprägt. In Bezug auf die Tun. elast. ext. würde beim vorauszusetzenden Bestehen eines ähnlichen Antagonismus in analoger Weise der Entwickelungsgrad der elastischen Fasern der Adventitia in Frage kommen. Da nun bei den von mir untersuchten Gefäßen die Adventitia, abgesehen von den wenigen Fällen, wo sie ganz fehlte, reich an elastischen Fasern ist, dürfte der Mangel der Tun. elast. ext. schon aus Rücksicht auf diesen Antagonismus erklärlich sein.

Die Adventitia

ist in den großen und freiliegenden Gefäßen nur sehr wenig entwickelt, zeigt dafür aber in den kleineren um so beträchtlichere Dimensionen. Ihr Durchschnittsmaß dürfte $^1/_5$ der Wandstärke betragen. Doch gibt es auch weit dickere Adventitien (Fig. 18).

Die Abgrenzung der Adventitia gegen die Media hin ist trotz fehlender Tun. elast. ext. meist sehr deutlich, da sich ihre Längsfasern gut von den Kreisfasern der Media abheben. An den Stellen, wo Fasern von einer Schicht zur anderen gehen, ist die Grenze natürlich verwischt.

Die Adventitia besteht aus Bindegewebe, das vielfach sogar in reichlichen Mengen vorhanden ist, und in welches fast immer elastische Fasern verschiedener Dicke eingelagert sind. Die Stärke derselben nimmt mit Abnahme des Gefäßkalibers zu und in den Arterien des muskulösen Typus sind sie sogar stärker als die Mediafasern. Dabei sind sie daselbst in reichlicherer Menge vorhanden, als in Gefäßen des elastischen Typus, so daß man mit Recht von einem Antagonismus der elastischen Adventitia- und Mediafasern reden kann.

Geht mit der Abnahme des Gefäßkalibers eine Abnahme der elastischen Elemente der Media einher, so wird dafür die Adventitia breiter und reichlicher mit elastischen Fasern ausgestattet. Enthält

aber die Media eines kleinen Gefäßes, wie der aufsteigende Ast der A. intercost., ausnahmsweise noch viele elastische Fasern, so ist die Adventitia entweder verhältnismäßig schmal, oder aber sie ist bei gewöhnlicher Breite wenigstens relativ arm an elastischen Elementen, und ihre Breite wird dann meist durch bindegewebige Einlagerungen bedingt.

Die Lagerung der elastischen Adventitiafasern geschieht zumeist in der Längsrichtung und zwar häufig, ohne daß sich aber eine Regel darüber aufstellen ließe, in lockeren Röhrenlamellen, deren Querschnitte mehr oder weniger gewellt sind. Es kommen jedoch auch Adventitien zur Untersuchung, welche die Längsfasern ungeordnet neben und übereinander gedrängt zeigen. Gerade in der Adventitia findet man auch sehr häufig andere Faserrichtung als die longitudinale und zwar sind dann Schräg- bezw. Spiralfasern entweder regellos unter die Längsfasern gemischt, oder sie bilden eigene Schichten. Das Vorkommen von Schrägfasern ergibt sich auch, wie bemerkt, aus dem beobachteten Uebertreten von Mediafasern, welche allmählich von ihrer Kreis- in die Längsrichtung übergehen und dabei den Schrägverlauf durchmachen müssen.

Bei den Muskelfasern, hinsichtlich deren Lagerung und Richtung dieselben Verhältnisse bestehen, beweist dieses Uebertreten schon theoretisch das Vorkommen von glatten Muskelzellen in der Adventitia, was Stöhr nur von Tieren erwähnt. Denn wenn bei Arterien beider Typen Muskelzellen von der Media in die Adventitia überstrahlen, so ist es natürlich, wenn man sie dort auch frei vorfindet. Ich sah solche Muskelzellen bei allen Arterien, welche eine einigermaßen entwickelte Adventitia besitzen.

Wenn ich nun die Arterien der Brust- und Bauchhöhle zum Schluß daraufhin übersehe, ob aus ihrem Aufbau eine Anpassung an die innerhalb und außerhalb des Gefäßes waltenden, mechanischen Verhältnisse und an die jeweilige physiologische Funktion zu erkennen ist, so bietet sich eine reiche Menge von Gesichtspunkten, welche gegen die Ranviersche Theorie sprechen. Daß eine solche Anpassung überhaupt stattfindet, ist zweifellos und wird eigentlich durch das Vorhandensein der beiden Bautypen allein schon bewiesen. An gewissen Stellen vermag eben das Gefäß seiner Aufgabe lediglich mit Hilfe seiner elastischen Elemente gerecht zu werden, an anderen müssen Muskeln mitarbeiten. Dort, wo der Typuswechsel sich vollzieht, werden notwendigerweise auch die Umstände, welche die Anpassung diktieren, eine Veränderung erfahren haben.

Ersichtlich wird die Anpassung im Gefäßsystem nicht nur aus der Bauart der Wand, sondern auch aus ihrer wechselnden Stärke. Aenderungen hierin erstrecken sich teils auf die Gesamtwand in der ganzen Rundung oder an einzelnen Stellen, teils betreffen sie nur eine gewisse Schicht.

Als einer der wichtigsten Faktoren wirkt für die **Anpassung der Arterie der Blutdruck.** Soweit wie der vom Herzen herrührende Druck ausreichend zur Blutbewegung ist, besitzen die Arterien nur relativ wenige, selbständig das Gefäß kontrahierende, muskulöse Elemente, sie zeigen also den elastischen Typus. Läßt der Druck nach, so stellen sich alsbald die aktiv tätigen Muskelzellen ein, und das Gefäß erhält mehr oder weniger schnell muskulösen Charakter. Der Nachlaß des Blutdruckes kann Gründe zweierlei Art haben. Er kann an und für sich wegen großer Entfernung vom Herzen abnehmen, oder es können sich Hindernisse für die Blutbewegung einstellen, wie Gefäßumbiegungen und -abzweigungen. Letztere sind von besonderem Einfluß, wenn die Richtung des Astes stark von der des Stammgefäßes abweicht.

Die erstgenannten Bedingungen liegen im allgemeinen bei allen kleinen Gefäßen vor und ebenso bei allen Bauchgefäßen. Als Beispiel für den Einfluß der Abzweigung und des Richtungswechsels mag die muskulöse Beschaffenheit der Zweige der A. thorac. int. gegenüber dem elastischen Charakter des Stammgefäßes selbst gelten. In der A. intercost. hingegen vollzieht sich der Typuswechsel erst an der Umbiegungsstelle an der Wirbelsäule, aber noch nicht an der Abzweigungsstelle. Der aufsteigende Ast hat hier nicht muskulösen Charakter wie im vorigen Falle, denn er steht beinahe unter Aortendruck. Erst nach der Umbiegung sind anscheinend trotz abwärts gerichteten Blutlaufes die Widerstände so groß geworden, daß die Wand Muskulatur braucht.

Gerade an dieser Stelle möchte ich aber den Hinweis darauf nicht unterlassen, daß der Zusammenhang zwischen Blutdruckabnahme und Typuswechsel nicht in allen Fällen derart einfach erklärbar sein wird. Ganz gleichmäßig tritt der Typuswechsel schon bei derselben Tierart nicht ein, noch viel weniger aber bei verschiedenen Tierarten. Sicherlich kommt dabei neben Gründen individueller Natur auch ein Zusammen- oder Mitwirken anderer Faktoren ebenfalls zur Geltung.

Ein zweites nicht minder wichtiges Moment beim Aufbau der Gefäßwand ist die **Anpassung derselben an die Umgebung.** Was diesen Punkt betrifft, so haben bereits Baum und seine Schüler nachgewiesen, daß dem Knochen anliegende Arterien Wandverdünnungen an der Anlagerungsstelle zeigen. Ich selbst hatte Gelegenheit, Beispiele sowohl für Wanddifferenzen infolge der Nachbarschaft von Knochen als auch anderer Organe zu beobachten.

Zunächst weise ich nochmals auf das auffällige Verhalten der Aorta desc. im Hiatus aortic. hin, welches bereits bei Betrachtung mit bloßem Auge sichtbar ist (s Abbild. S. 323). Die am Ursprung 7 mm starke Wand der Aorta ist im Zwerchfellsschlitz am Boden 2,5 mm und am Dach gar nur noch 1 mm stark. Diese eminente Verdünnung der Wand bedeutet aber jedenfalls keine Gefahr, denn die Widerstandsfähigkeit der Arterie wird durch die unmittelbar anliegenden Wirbel eher erhöht als gemindert. Der Organismus verfuhr sparsam, als er die Wand nicht stärker werden ließ, da ihre etwaige Minderleistung vom Knochen ergänzt wird.

Aehnliche Verminderungen der Wanddicke kommen vor in der A. thorac. int. und der A. epigastr. cran. (Fig. 16 u. 17) dort, wo diese Gefäße dem Brustbein anliegen. Desgleichen sind hier zu nennen die Verdünnung der Wand an der Luftröhrenseite der A. costocerv., an der Milzseite der A. lienal., an der Magenseite der Magenarterien und an der Darmseite der Hüft- und Dickdarmarterien.

Nächst den im Blutdruck und in den mechanischen Verhältnissen in der Umgebung des Gefäßes gegebenen Faktoren für den Gefäßbau läßt sich aus der Histologie der Arterie aber auch noch eine **Anpassung an gewisse, dem Einzelgefäß zufallende Sonderaufgaben** herauslesen. Der Vielseitigkeit der letzteren entsprechend sind auch die entstandenen Bilder verschieden. Hierbei verweise ich auf die A. axillaris, A. spermatica etc.

Schlußsätze.

Die wichtigsten Ergebnisse meiner Untersuchungen sind in kurzen Worten etwa folgende:

1) Die Wanddicke der Aorta desc. des Pferdes nimmt während des Verlaufs in der Brusthöhle stetig ab und darauf in der Bauchhöhle wieder etwas zu. Während sich die dickste Wandstelle naturgemäß im Trunc. aortic. befindet, liegt die dünnste innerhalb des Hiatus aortic. des Zwerchfells, und zwar ist hier die dorsale Wand des Gefäßes schwächer als die ventrale. In der Bauchhöhle gleicht sich die letztgenannte Differenz wieder aus und die durchschnittliche Wandstärke wächst sogar noch etwas. Setzt man die Dicke der dorsalen Aortenwand im Zwerchfellsschlitz gleich 1, so würde für die ventrale Wand daselbst $2^1/_2$, für die Wanddicke im Aortenanfang 7 und für die am Ende 3 zu setzen sein.

2) In den großen Gefäßen der Brust- und Bauchhöhle sind die einzelnen Schichten der Gefäßwand wegen inniger Verschmelzung

ihrer Bauelemente nicht scharf zu trennen. Im allgemeinen gilt, daß die Grenzen der Gefäßschichten um so verwischter sind, je ausgeprägter elastisch der Typus ist.

3) In mittleren Gefäßen wird die Trennung der Intima von der Media deutlich, auch wenn keine Tun. elast. int. vorhanden ist.

4) Die Tun. elast. int. fehlt großen Gefäßen immer, bei mittleren ist sie manchmal unvollkommen entwickelt, bei kleinen Gefäßen findet man sie stets gut ausgeprägt.

5) Die Tun. elast. int. ist ein Bestandteil, wenigstens ein Abkömmling der Intima. Sie entsteht durch Zusammenrücken von Längsfasern der Intima (Fig. 1—4).

6) Die Entwickelung der Tun. elast. int. steht im antagonistischen Verhältnis zu derjenigen der Längsfaserschicht der Intima. Eine deutliche Längsfaser- (Körnchen-)schicht ist nur dort vorhanden, wo die Tunica nicht oder nur schwach entwickelt ist.

7) Die Tun. elast. ext. fehlt beim Pferde.

8) Die Adventitia fehlt den größten Gefäßen oder ist nur gering entwickelt.

9) Die Entwicklung der elastischen Fasern der Adventitia steht im antagonistischen Verhältnis zu derjenigen der elastischen Fasern der Media, d. h. Gefäße mit ausgeprägt muskulösem Typus haben reichlich entwickelte, elastische Fasern in der Adventitia.

10) Eine Trennung der Adventitia von der Media ist in großen Gefäßen unmöglich und auch in kleinen nicht immer scharf, da hier sehr häufig ein gegenseitiger Austausch beträchtlicher Mengen der aufbauenden Elemente statthat.

11) Von den Arterien der Brust- und Bauchhöhle tragen den sog. elastischen Typus: Trunc. aortic., Trunc. brachioceph. com., A. subclav. sin., A. anonyma, A. costocervic., der Anfangsteil der A. cervic. prof., A. vertebral., A. thorac. int. bis zum Zwerchfell, Trunc. omocervic., A. axillaris, Aorta thorac., die aufsteigenden Teile der Aa. intercostales (Fig. 13) und der Anfang, bezw. die dorsale Wand des Anfangsstückes der Aorta abdomin. (Fig. 11), sowie endlich die A. pulmonalis.

12) Muskulösen Typus findet man bei den Arterien der Brust- und Bauchhöhle im distalen Teil der A. cervic. prof., der A. epigastric. cran., A. pericardiacophrenica, A. musculophrenica, A. cervic. ascend., A. transversa scap., A. thorac. lat., den absteigenden Teilen der Aa. intercostales (Fig. 14), der ventralen Partie und dem Endstück der Aorta abdomin. (Fig. 12) und in sämtlichen Aesten der Bauchaorta.

13) Der Uebergang vom elastischen zum muskulösen Typus findet also statt: bei der Aorta im Verlaufe der Bauchaorta, bei den Intercostalarterien an der Umbiegungsstelle an der Wirbelsäule, bei den Aesten der A. thorac. int., denen des Trunc. omocervic. und bei der A. thorac. lat. am Ursprung, bei der A. epigastric. cran. ungefähr am Zwerchfell und bei der A. cervic. prof. etwa in der Mitte ihres Verlaufs.

14) Die Bauart der Arterien von Brust- und Bauchhöhle steht in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Blutdruck, den mechanischen Verhältnissen der Umgebung und der physiologischen Aufgabe des Gefäßes.

15) Eine Anpassung der Arterien an den Blutdruck, und zwar hauptsächlich an dessen Abnahme ist zu erblicken:

1. in der Abnahme der Wanddicke. Es verhält sich z. B. die Wand des Aortenstammes am Anfang einerseits zu der am Beckenende und zu der der A. pulmonalis andererseits etwa wie 7:3;

2. im Auftreten des muskulösen Typus. Derselbe stellt sich ein:

a) bei größerer Entfernung vom Herzen, z. B. im allgemeinen in kleinen Arterien und im Gebiete der Bauchaorta;

b) beim Auftreten von Hindernissen für den Blutlauf. Solche Hindernisse sind unter anderem Gefäßabzweigungen und Richtungsänderungen (z. B. bei den Aesten der A. thorac. int.), sowie Gefäßumbiegungen (z. B. bei den Aa. intercost.).

16) Eine Anpassung der Arterien an die mechanischen Verhältnisse ihrer Umgebung ergibt sich aus den Wandverdünnungen der Aorta im Zwerchfellsschlitz (s. S. 323),

besonders an der dem Knochen anliegenden Seite des Gefäßes, sowie an der Knochenseite der A. thorac. int. und der A. epigastric. cran. (Fig. 16 und 17), der Luftröhrenseite der A. costocerv., der Milzseite der A. lienal., der Magenseite der Magenarterien etc. Auch bei Dickdarmarterien kommt es vor, daß die dem Darm anliegende Wand dünner ist (Fig. 15), während Dünndarmarterien immer rundum gleiche Wanddicke besitzen.

17) Eine Anpassung der Arterien an ihre physiologische Funktion, an Sonderaufgaben oder Sonderverhältnisse liegt vor z. B.

bei der Aorta abdomin., insofern als sich am Abgang ihrer großen Aeste Muskelbündel einfinden, wo sie vielleicht das Zurückströmen von Blut aus diesen verhüten sollen;

bei der A. mesent. cran., insofern als die elastischen Randfasern der Media in der Längs-, Spiral-, bezw. Schräg- und Kreisrichtung dicht durcheinander verlaufen und dadurch das Gefäß bei seiner Aufgabe unterstützen, große Darmpartien zu tragen (Fig. 10);

bei der A. axillar., insofern als ihre außerordentlich starke Adventitia das Gefäß bei seinem Uebertritt vom Brustkorb zum Schenkel festzulegen vermag (Fig. 18);

bei der A. spermat. int., insofern als ihre kräftig muskulöse, dicke Wand vorbereitet ist, bei Gravidität und Menstruation periodisch größere Blutmengen zu transportieren (Fig. 6);

bei der A. vertebr., insofern als der durchgehends elastische Charakter der Arterie einerseits den ausgiebigen Bewegungen des Pferdehalses (Reissinger) Rechnung trägt, und andererseits das Ausbleiben muskulöser Elemente den Einfluß der Anastomose mit der A. occipital. beweist.

Literatur.

Bardeleben, Ueber den Bau der Arterienwand. Sitzungsber. der Jenaer Gesellsch. f. Med. u. Naturwissensch. v. 10. Mai 1878. Jen. Zeitsch. f. Naturwiss., 1879.

Baum-Thienel, Ueber Besonderheiten im Bau der Blutgefäße. Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entwickelungsgesch., Bd. LXIII.

Thienel, Vergl. Untersuchungen über den mikrosk. Bau der Blutgefäße der Schultergliedmaße etc. In.-Diss. Bern, 1902.

Busse, Vergl. Untersuchungen über den mikrosk. Bau der arteriellen Blutgefäße des Beckens und der Beckengliedmaße etc. In.-Diss. Zürich, 1903.

Reissinger, Vergl. Untersuchungen über den mikrosk. Bau der arteriellen Blutgefäße des Kopfes und Halses der Haussäugetiere. In.-Diss. Bern, 1904.

Sussdorf, Der Zirkulationsapparat. Vergl. Histol. d. Haussäugetiere von Ellenberger.

Ellenberger-Günther, Grundriß der vergl. Histol. der Haussäugetiere, 1901.

Ellenberger-Baum, Topogr. Anat. des Pferdes, Bd. II u. III.

Henle, Allgemeine Anatomie.

Stöhr, Lehrb. der Histologie, 7. Aufl.

Köllicker, Handb. der Gewebelehre des Menschen.

Szymonowicz, L., Lehrb. der Histol. und der mikrosk. Anat. Lemberg 1901.

Ranvier, Le système vasculaire. Journ. de Micrographie, Année XV, No. 10—11; Année XVI, No. 1, 2 et 5.

— Recherches microscopiques sur la contractilité des vaisseaux sanguins. Compt. rend., T. XVI, No. 3.

Gimbert, Mémoire sur la structure et la texture des artères. Journ. de l'Anat. et de la Phys. par Ch. Robin, 1865.

Eberth, Von den Blutgefäßen. Strickers Handb. der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere, Bd. I, 2, Kap. VIII.

Remak, Histol. Bemerk. über die Blutgefäßwände. Müllers Arch. f. Anat. u. Physiol., 1850.

Key-Aberg, Algot, Ueber den Bau der Tunica intima der Aortenwand bei dem erwachsenen Menschen. Biolog. Unters. von Retzius, 1881.

Schiefferdecker, P., Ueber den Bau der Wandung der Blutgefäße. Sitzungsber. der Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde, Bonn 1896, Bd. I.

Grünstein, Histol. Untersuchungen über den Bau der menschlichen Aorta in versch. Altersstufen. In.-Diss. Bonn, 1895.
— Ueber den Bau der größeren menschlichen Arterien in versch. Altersstufen. Arch. f. mikrosk. Anat., 1896.
v. Ebner, Ueber den Bau der Aortenwand, bes. der Muskelhaut derselben. Untersuch. a. d. Institut f. Physiol. u. Histol. in Graz (Rollet), 1870.
Bonnet, R., Ueber den Bau der Arterienwand. Deutsche med. Wochenschr., 1896.
Anacker, Gefäßhautentzündung. Kochs Encyklopädie, Bd. III.
Bollinger, Die Kolik der Pferde und das Wurmaneurysma der Eingeweidearterien, München 1870.
— Adams Wochenschr., 1873.
Birch-Hirschfeld, Lehrb. d. path. Anatomie.
Kitt, Lehrb. der path. Anat.
Böhm und Oppel, Taschenb. der mikrosk. Technik, 1900.
Hansen, Eine zuverlässige Bindegewebsfärbung. Anat. Anz., Bd. XV.
Weigert, Ueber eine Methode zur Färbung elast. Fasern. Centralbl. f. allgem. Path., Bd. IX.
Unna, Notiz betr. die Tänzersche Orceinfärb. des elast. Gewebes. Monatsh. f. prakt. Dermat., Bd. XII.
v. Kahlden, Technik der histol. Unters. path.-anat. Präparate, 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

Entwicklung der Tun. elast. int. aus den Längsfasern der Intima. Antagonismus zwischen Tunica und Längsfasern (Fig. 1—5).

Fig. 1. Vielreihige Längsfaserschicht aus dem Trunc. brachioceph. com. Vergr. 200fach.

Fig. 2. Mehrreihige Längsfaserschicht aus dem Anfang der A. costocervic. Vergr. 200fach.

Fig. 3. Dasselbe aus der A. cervic. asc. Vergr. 240 fach.

Fig. 4. Einreihige Längsfaserschicht im Uebergang zur Tunica begriffen, aus der Seitenwand der Aorta abdom. Vergr. 240fach.

Fig. 5. Spaltung der Tun. elast. int. in mehrere Blätter, aus der A. renalis. Vergr. 60fach.

Fig. 6. A. spermatica int. Vergr. 25fach.

Tafel X.

Verschiedenheiten in der inneren Begrenzung und in der Entwicklung der Intima.

Fig. 7. Ende der A. colica dors. Vergr. 60fach.

Fig. 8. Anfang der A. coecalis. Vergr. 60fach.

Fig. 9. Anfang der A. hepatica. Vergr. 60fach.

Vermischung von Kreis-, Längs- und Schrägfasern an der äußeren Grenze der Media.

Fig. 10. A. mesent. cran. Vergr. 60fach.

Typuswechsel in der Aorta abdominal.

Fig. 11. Anfang der Aorta abd. Vergr. 60fach.

Fig. 12. Ende der Aorta abd. Vergr. 60fach.

Tafel XI.

Anpassung von Arterien an den Blutdruck (Fig. 13 u. 14), an die Umgebung (Fig. 15—17) und an besondere Aufgaben (Fig. 18 [u. 6]).

Fig. 13. Aufsteigender Teil der A. intercostalis. Vergr. 60fach.

Fig. 14. Absteigender Teil der A. intercostalis. Vergr. 60fach.

Fig. 15. Aus der A. colica media (die dem Darm anliegende Wand ist dünner als die freie). Vergr. 60fach.

Fig. 16. Dorsale, nach dem Brustraume freiliegende Wand der A. epigastrica. cran. (Fig. 16 u. 17 entstammen demselben Querschnitt). Vergr. 60fach.

Fig. 17. Ventrale, dem Brustbein anliegende Wand der A. epigastrica. cran. Vergr. 60fach.

Fig. 18. Starke Adventitia aus der A. axillaris. Vergr. 60fach.

Die Photogramme geben nach Weigert gefärbte Präparate wieder und sind unter dankenswerter Beihilfe des Herrn städt. Tierarztes Voigt-Leipzig mit dem großen Zeissschen Apparat für Mikrophotographie im Veterinär-Institut der Universität Leipzig aufgenommen. Für die gütige Erlaubnis zur Benutzung dieses ausgezeichneten Apparates spreche ich Herrn Prof. Dr. Eber meinen herzlichsten Dank aus.

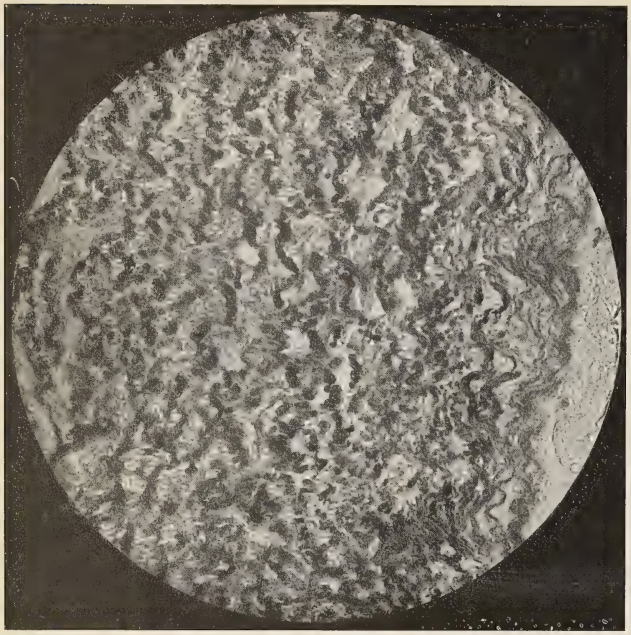
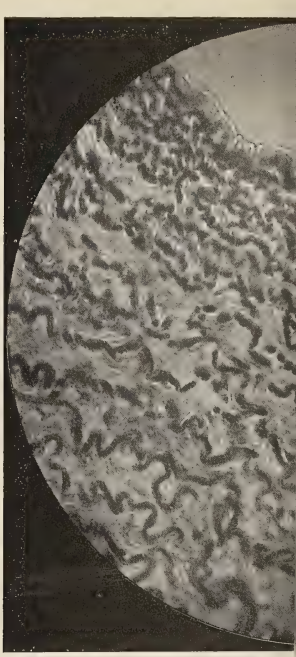


Fig. 1.



F

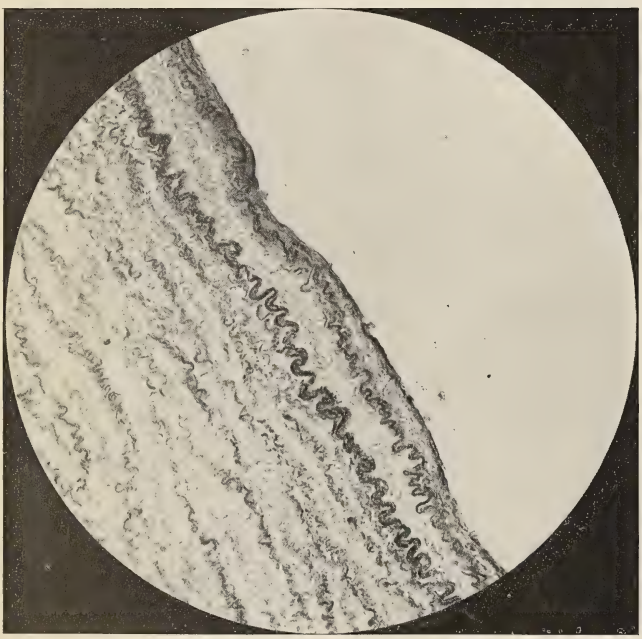
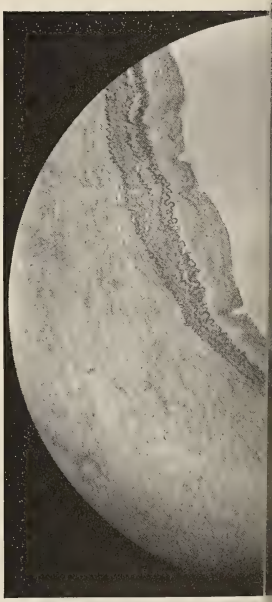


Fig. 4.



Fi

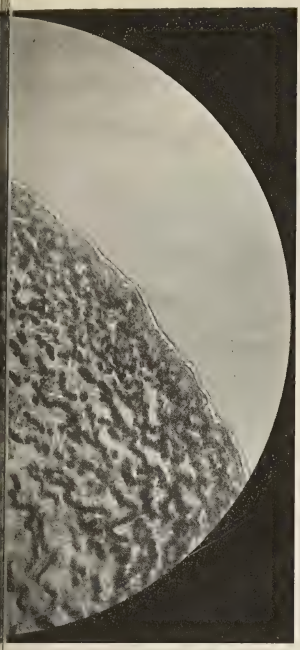
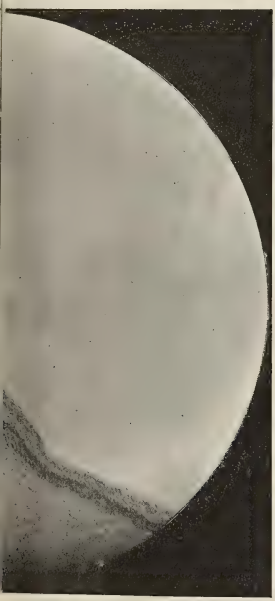


Fig. 3.



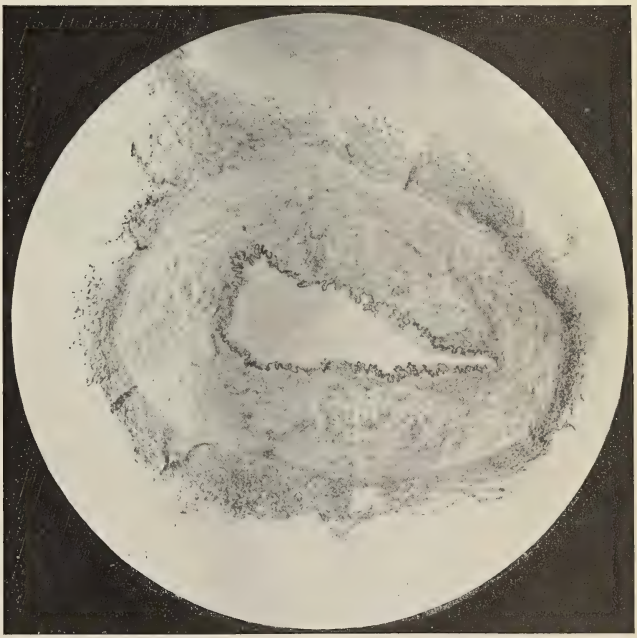


Fig. 6.

Fischer in Jena.

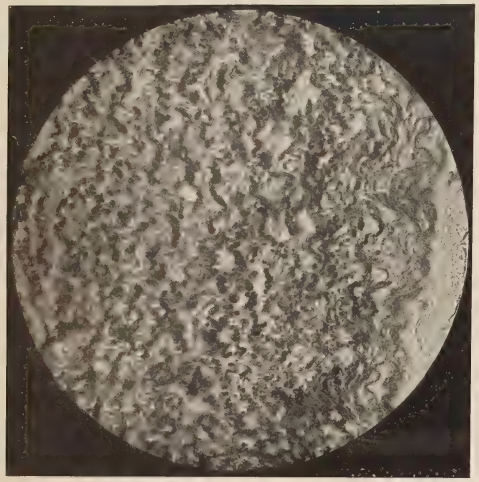


Fig. 1.

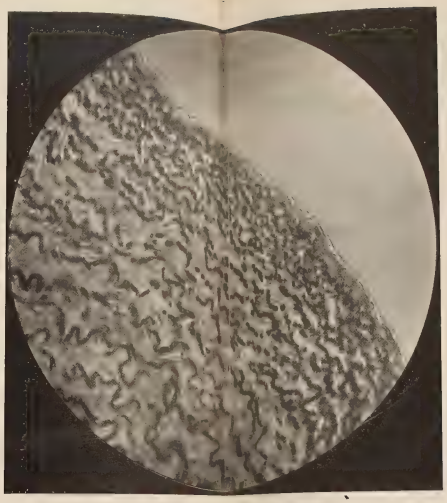


Fig. 2.

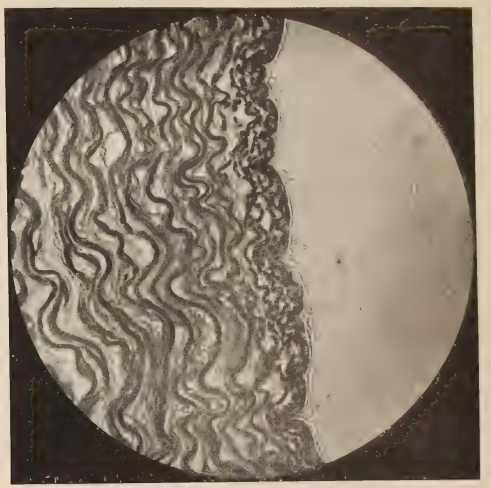


Fig. 3.

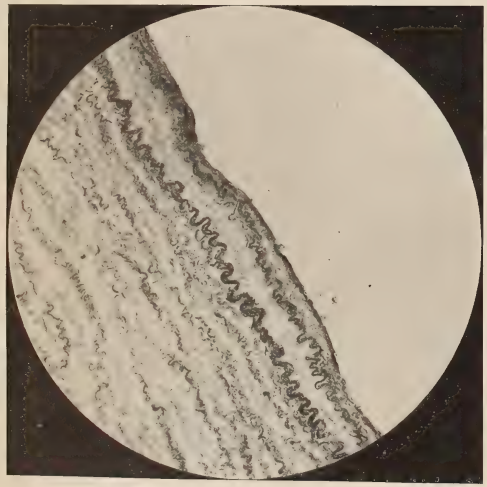


Fig. 4.

Fig. 5.

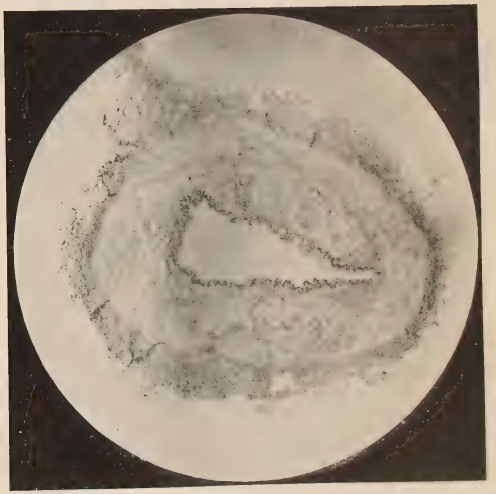


Fig. 6.

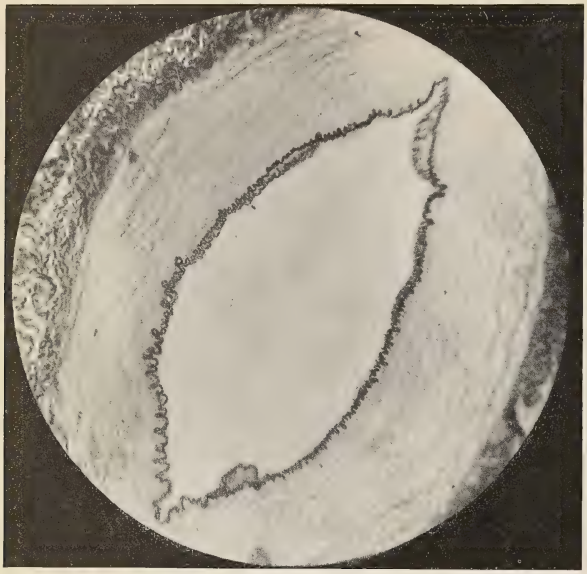
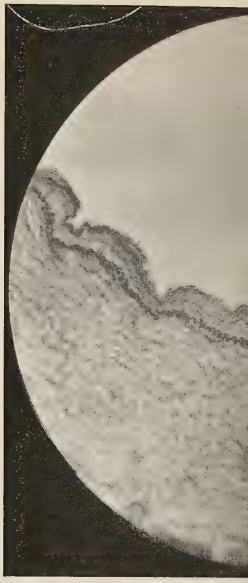
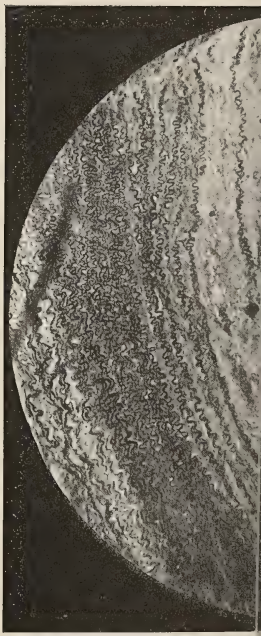


Fig. 7.



F

Fig. 10.



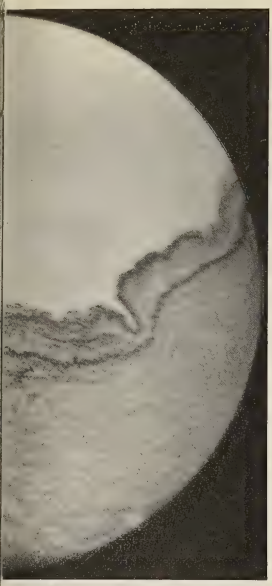
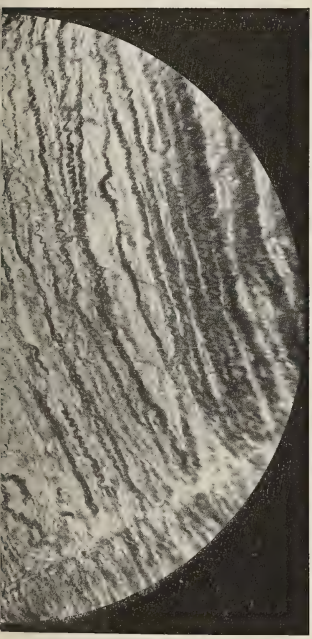


Fig. 9.



. 11.

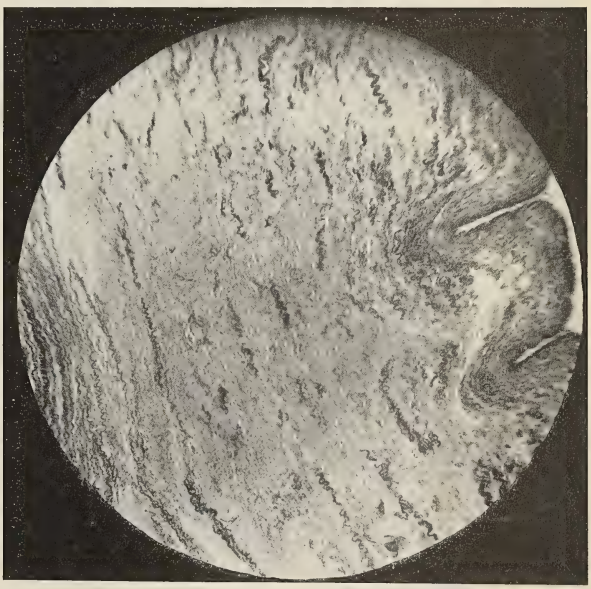


Fig. 12.

Fischer in Jena.

Fig. 7.

Fig. 8.

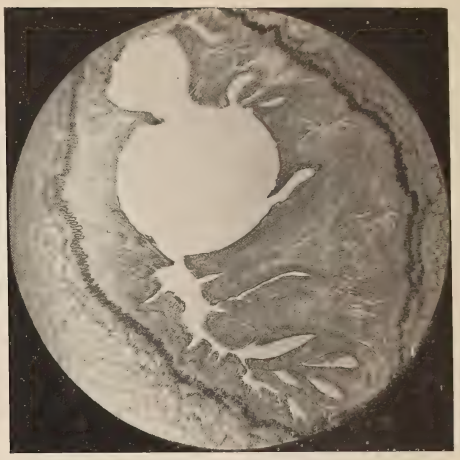


Fig. 9.

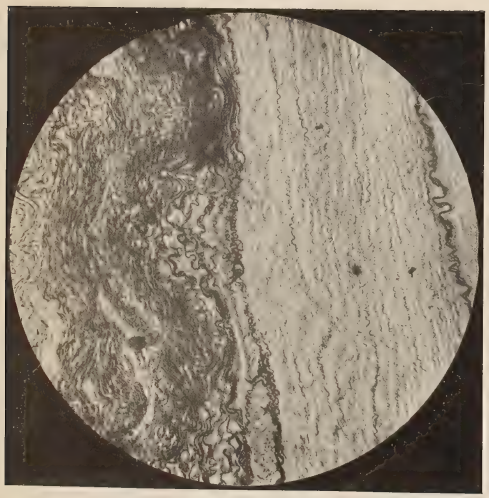


Fig. 10.

Fig. 11.

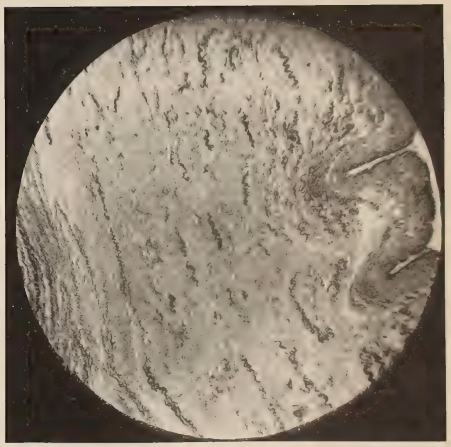


Fig. 12.

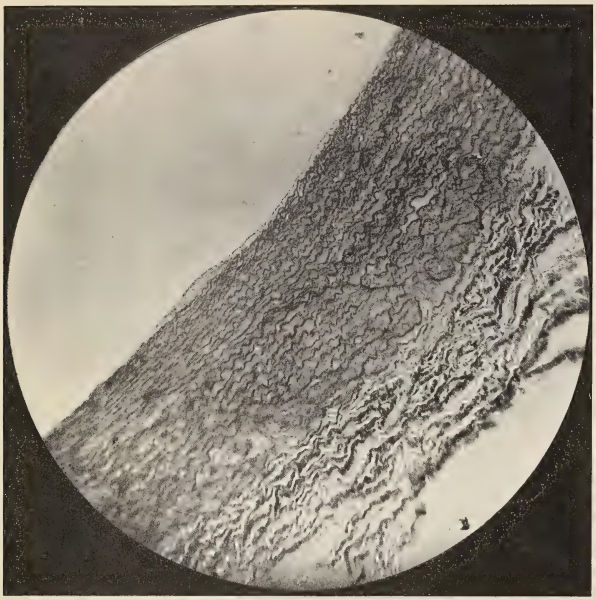


Fig. 13.

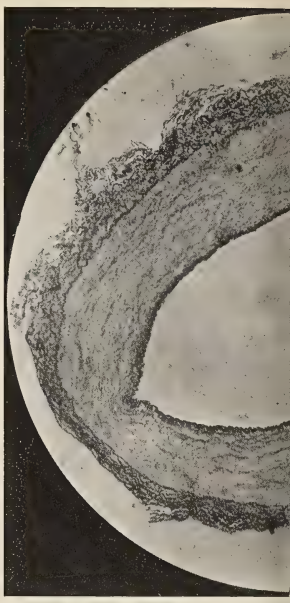


Fig.

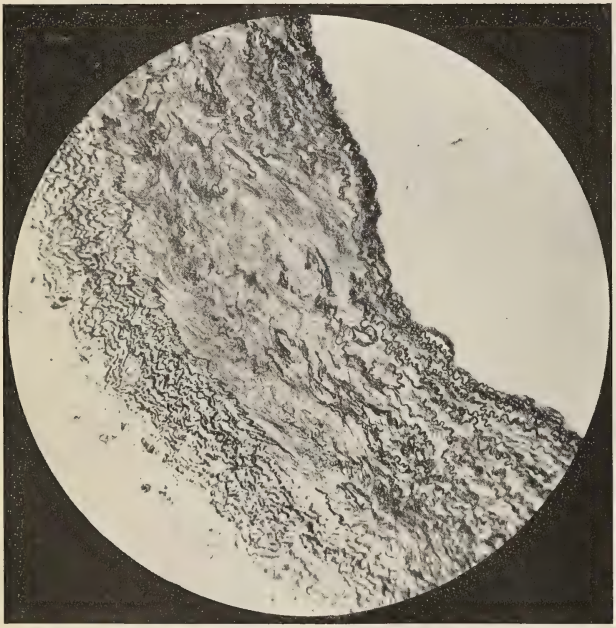
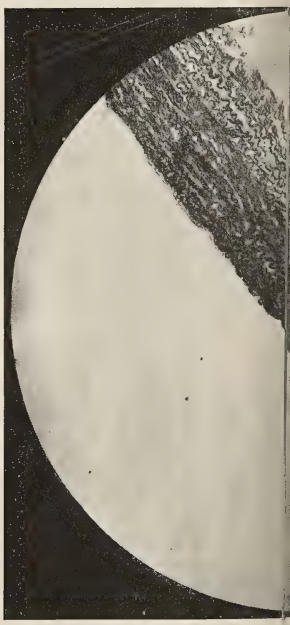
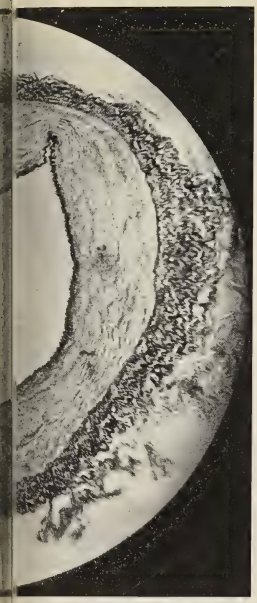


Fig. 16.



Fig



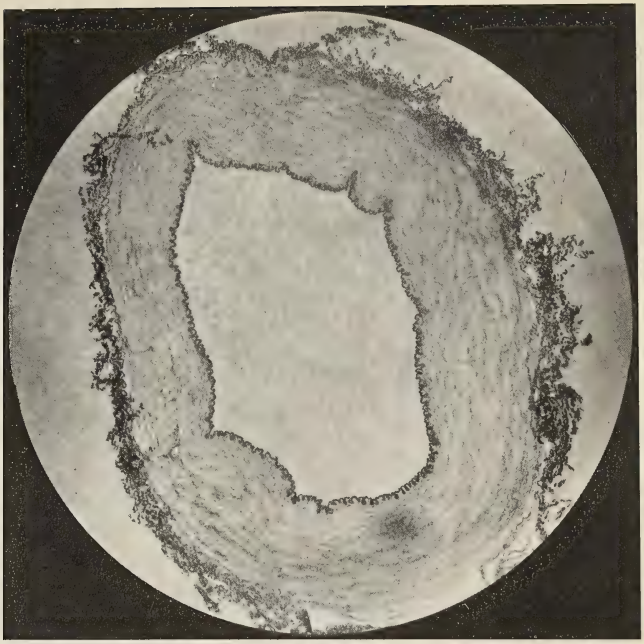
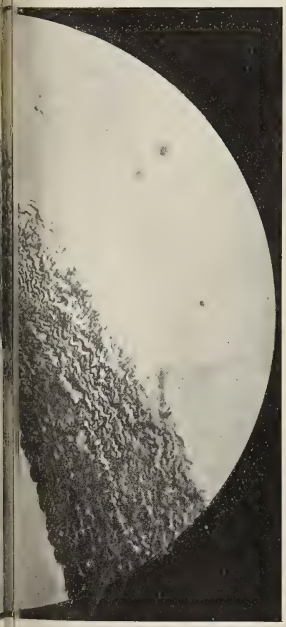


Fig. 15.



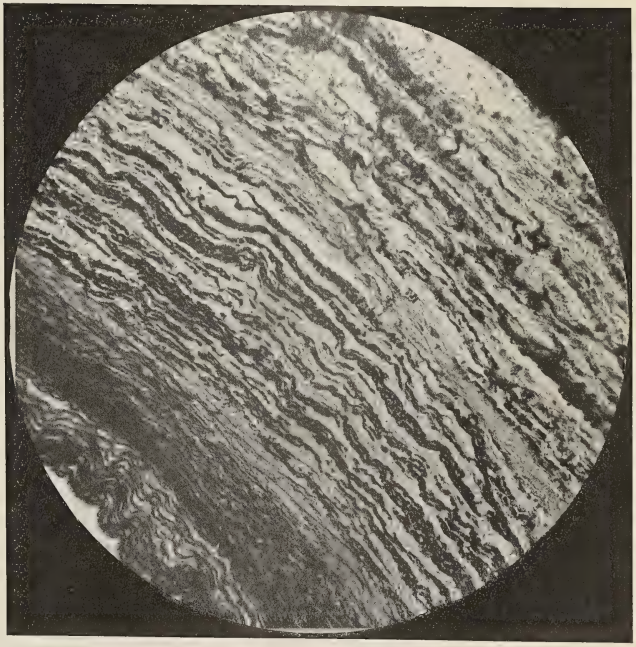


Fig. 18.

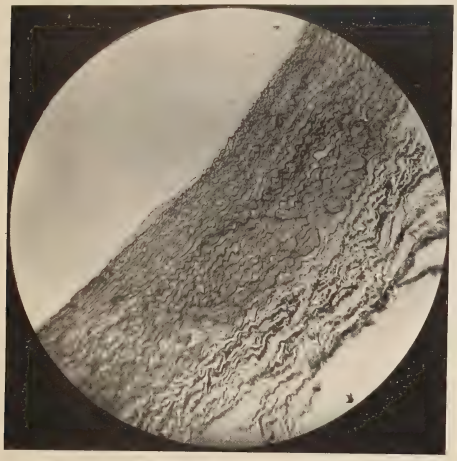


Fig. 13.

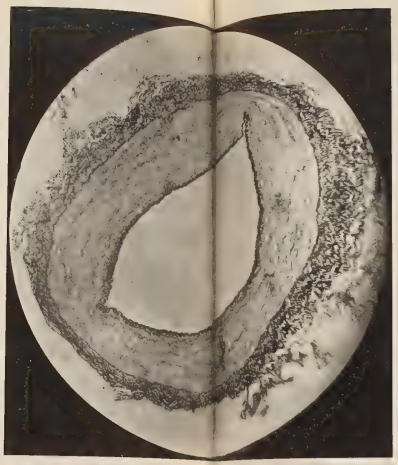


Fig. 14.

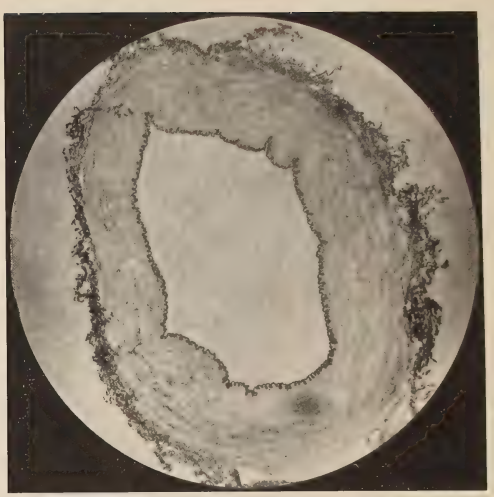


Fig. 15.

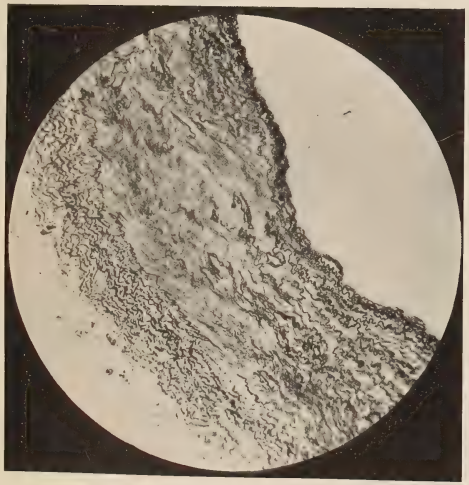


Fig. 16.

Fig. 17.

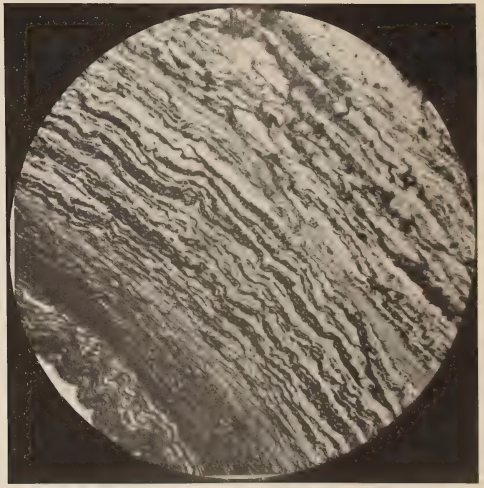


Fig. 18.