

A r c h i v
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

Bd. CIV. (Zehnte Folge Bd. IV.) Hft. 2.

XVII.

Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Arterienintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes.

Von Prof. Dr. R. Thoma,
Director des pathologischen Instituts in Dorpat.

Dritte Mittheilung.

Die diffuse Arteriosclerose.

(Hierzu Taf. VII.)

Mit dem Namen der Arteriosclerosis oder der Endarteriitis chronica deformans sive nodosa bezeichnen Lobstein¹⁾ und Virchow²⁾ eine ausserordentlich häufig vorkommende, chronische Erkrankung der Arterien, welche ausgezeichnet ist durch eine sehr weite Verbreitung über alle oder doch über die meisten Abschnitte des Aortensystemes. Die Erkrankung charakterisirt sich dem unbewaffneten Auge vorzugsweise durch das Auftreten zahlreicher, umschriebener, hügel förmiger Hervorragungen der Intima, welche aus weicherem oder härterem Bindegewebe bestehen, und eine grosse Neigung zu regressiven Umwandlungen darbieten. Namentlich die Verfettung, die Athe-

¹⁾ Lobstein, Lehrbuch der pathol. Anat. Deutsch von Neurohr. Bd. II. S. 472.

²⁾ Virchow, Gesammelte Abhandlungen. S. 492.

rombildung und die Verkalkung werden als häufige oder regelmässige Formen dieser Rückbildungen genannt. Doch hatte schon Hope¹⁾ bemerkt, dass neben diesen mächtigeren, aber umschriebenen, bindegewebigen und knorpelähnlichen Platten auch noch andere Veränderungen bestehen, welche sich nach den eingehenderen Untersuchungen von Virchow²⁾ und Langhans³⁾ als eine diffuse bindegewebige Verdickung der Intima bezeichnen lassen.

Die weitere Forschung hat eine grosse Reihe ätiologischer Momente aufgedeckt, welche in näherer oder entfernterer Beziehung zu dieser Erkrankung stehen. Quincke⁴⁾, welcher unlängst die Erkrankungen des Gefässsystemes einer monographischen Bearbeitung unterzogen hat, nennt als solche, besser beglaubigte ätiologische Momente der Arteriosclerose: chronischen Alcoholismus, chronische Bleivergiftung, Gicht, Rheumatismus, Syphilis, chronische Nephritis und functionelle Anstrengung der Arterien. Namentlich aber wird von sehr vielen Seiten anerkannt, dass das höhere Lebensalter in besonderem Maasse als ein disponirendes Moment für die in Rede stehende Erkrankung anzusehen sei.

Ungeachtet dieser vielfachen Anhaltspunkte blieb jedoch eine volle Einsicht in die Genese der Erkrankung verschlossen, weil die Beziehungen jener ursächlichen Momente zu den anatomischen Veränderungen nicht hinreichend verständlich waren. Es geht dies schon aus dem Umstande hervor, dass die Erklärungen, welche die pathologischen Anatomen über die Entwicklung der Veränderungen aufstellten, in der Regel nicht bis zu jenen empirisch gefundenen Causalmomenten zurückreichten.

Rokitansky⁵⁾ dachte sich, dass die Zusammensetzung des Blutes, namentlich sein Gehalt an Sauerstoff ein wesentlicher

¹⁾ Hope, Von den Krankheiten des Herzens und der grossen Gefässe. Deutsch von Becker. Berlin 1833. S. 138.

²⁾ Virchow, l. c. S. 497.

³⁾ Langhans, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Arterien. Dieses Archiv Bd. 36. S. 201.

⁴⁾ Quincke, Krankheiten der Gefässe in v. Ziemssen's Handbuch der speciellen Pathologie u. Therapie. Bd. VI. S. 344.

⁵⁾ Rokitansky, Ueber einige der wichtigsten Krankheiten der Arterien. Wien 1852. S. 3, 11, 15.

Factor sei, und diese seine Meinung stand in näherer Beziehung zu seiner Auffassung der histogenetischen Vorgänge. Das sauerstoffreiche arterielle Blut sollte unter gewissen Bedingungen an der Innenfläche der Arterien Abscheidungen von Faserstoff erzeugen, welche nachträglich den Charakter eines weicheren oder härteren, knorpelähnlichen, zellenführenden Gewebes annehmen, und auf diese Weise die bekannten Hügel auf der Intima bilden. Diese Meinung von Rokitansky ist in allen Punkten von Virchow¹⁾ in glänzender Weise widerlegt worden. Dieser zeigte in Anlehnung an die Arbeit von Risse²⁾, dass die genannten Hügel als eine Wucherung des Bindegewebes der Aortenintima zu betrachten sind, wobei nachträglich verschiedenartige regressive Metamorphosen eintreten und die Erscheinungen compliciren. Diese Lehre Virchow's steht unbestritten da und bildet den Grundstock unserer theoretischen Anschauungen über diese Erkrankung, welche in der Folge namentlich durch die Arbeiten von Langhans³⁾, Koester⁴⁾, Friedländer⁵⁾ und Heubner⁶⁾ vielfache Ergänzungen erfuhren.

Von erheblicher Bedeutung sind jedoch auch die übrigen einschlägigen Ergebnisse der Forschungen Virchow's. Die Endarteriitis chronica deformans wurde von ihm als eine Entzündung bezeichnet, die abhängig sei von einem Reize, der die Wandung des Gefäßes treffe. Dieser Reiz aber sei in manchen Fällen gegeben durch den Einfluss des Blutes auf den Grund kleiner

¹⁾ Virchow, l. c. S. 505 u. ff.

²⁾ Risse, *Observat. quaedam de arteriarum statu normali atque pathologico*. Regiomont. 1853. Zu demselben Ergebnisse hatten schon früher die sorgfältigen Untersuchungen von Crisp und Rainy geführt. cf. Crisp, *Die Krankheiten und Verletzungen der Blutgefäße*. Deutsche Uebersetzung. Berlin 1849. S. 76.

³⁾ Langhans, l. c.

⁴⁾ Koester, Ueber die Entstehung der spontanen Aneurysmen und die chronische Mesarteriitis. *Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn*. 19. Januar 1875. — Ueber die Structur der Gefäßwände und die Entzündung der Venen. Ebenda. 15. März 1875. — Ueber Endarteriitis und Arteriitis. Ebenda. 20. Dec. 1875.

⁵⁾ Friedländer, Ueber Arteriitis obliterans. *Centralbl. für die med. Wissensch.* 1876. No. 4.

⁶⁾ Heubner, *Dieluetische Erkrankung der Hirnarterien*. Leipzig 1874.

Substanzverluste, welche an der Innenfläche der Arterien gelegentlich durch fettige Degeneration der Endothelzellen entstehen. In anderen Fällen sei der Reiz jedoch bedingt durch eine mechanische Dehnung und Zerrung der Gefässwand, wodurch es sich erkläre, dass gerade diejenigen Stellen der Blutbahn, welche durch ihre Lage, oder durch ihre Befestigung an der Umgebung vorzugsweise solchen mechanischen Insulten ausgesetzt seien, die Ursprungsstellen der intercostalen und lumbalen Arterien und die Theilungsstellen der Arterien im Allgemeinen, auch vorzugsweise den Boden für die Entwicklung der in Rede stehenden Krankheit abgeben. Virchow hat die Bedeutung dieser, auch schon von Rokitansky und Crisp berührten, mechanischen Momente durch eine lange Reihe interessanter Erfahrungen an Arterien und Venen der verschiedensten Gefässprovinzen des kleinen und des grossen Kreislaufes, einschliesslich des Portalgefässsystemes nachgewiesen. Wenn damit der ätiologischen Forschung weitere Gebiete erschlossen wurden, so blieben doch noch zahlreiche Einzelheiten in der Entwicklung und der Localisation der Erkrankung völlig unerklärt. Namentlich war es in keiner Weise möglich die Beziehungen zu deuten, welche zwischen der Arteriosclerose und den oben genannten, allgemeineren ätiologischen Momenten, dem Lebensalter, gewissen chronischen Vergiftungen und allgemeinen Ernährungsstörungen bestehen. Die Thatsachen jedoch, welche die Forschungen Virchow's klar gelegt haben, der histologische Charakter der Störung und die Localisation der Erkrankungsheerde an gewissen, durch besondere mechanische Bedingungen ausgezeichneten Abschnitten des Arterienrohres, bilden grundlegende und werthvolle Errungenschaften, an welchen die spätere Forschung mit Erfolg weiterzuarbeiten im Stande ist.

Bei der Inangriffnahme der vorliegenden Untersuchungen gewann auch ich alsbald die Ueberzeugung, dass für ein Organsystem, das wie die Arterien so ausschliesslich mechanischen Aufgaben zu dienen hat, ein Verständniss der pathologischen Vorgänge nur zu erwarten sei aus einer genauen Kenntniss der Beziehungen, welche zwischen den mechanischen Leistungen und dem anatomischen Baue bestehen. Ich wendete mich daher zunächst zu dem Studium der normalen Verhältnisse, und speciell der Folgen des Verschlusses des Ductus Botalli und der Nabel-

arterie. Der Inhalt der ersten Mittheilung¹⁾ zeigt, dass bereits bei dieser Gelegenheit eine wichtige Beziehung zwischen der Function und der anatomischen Structur gewonnen wurde. Diese Ergebnisse fanden in der zweiten Mittheilung²⁾ eine vollkommene Bestätigung durch die Structurveränderungen, welche sich in den Arterien von Amputationsstümpfen einstellen. Die Resultate sprachen mit der Schärfe des willkürlich herbeigeführten Experimentes, dass eine dauernde Verlangsamung des Blutstromes in einer Arterie zur Folge hat eine Verengung ihrer Lichtung, welche in gesetzmässiger Weise einerseits durch eine Contraction der Tunica media, andererseits durch eine Bindegewebsneubildung in der Intima herbeigeführt wird.

Die Verlangsamung des arteriellen Blutstromes ist aber sowohl im Gebiete der Nabelblutbahn unmittelbar nach der Geburt, als in den Arterienstämmen eines Amputationsstumpfes unmittelbar nach der Operation Folge des Umstandes, dass die vollkommen normal gebaute Arterie relativ viel zu weit ist im Verhältnisse zu der Menge des durchströmenden Blutes. Letztere erleidet in den genannten Fällen eine wesentliche Verminderung durch den Wegfall eines beträchtlichen Theiles des Capillarbezirkes, der ursprünglich von der Arterie gespeist wurde. Man ist daher berechtigt, die relative Erweiterung der Arterie, welche in diesen Fällen aus der Beschränkung des Capillarbezirkes hervorgeht, aufzufassen als die Störung, welche die Verlangsamung des arteriellen Blutstromes zur Folge hat. Diese Störung wird compensirt durch die Contraction der Tunica media einerseits und durch die Bindegewebsneubildung in der Intima andererseits, und in diesem Sinne bezeichnete ich die beiden letztgenannten Vorgänge als compensatorische Prozesse. In dem Arterienstamme eines Amputationsstumpfes kommt ihnen zugleich der Charakter eines pathologischen Vorganges zu. Specieell die Bindegewebsneubildung in der Intima des Arterienstammes eines

¹⁾ Erste Mittheilung. Die Rückwirkung des Verschlusses der Nabelarterien und des arteriösen Ganges auf die Structur der Aortenwand. Dieses Archiv Bd. 93. 1883.

²⁾ Zweite Mittheilung. Das Verhalten der Arterien in Amputationsstümpfen. Dieses Archiv Bd. 95. 1884.

Amputationsstumpfes kann man daher als eine compensatorische Erkrankung der Intima, als eine compensatorische Endarteriitis bezeichnen. Und diese dritte Mittheilung wird die Berechtigung eines solchen Vorgehens noch weiter erhärten.

Die weitere Verfolgung dieser Ergebnisse an typischen Fällen von Arteriosclerose zeigte, dass auch hier die Bindegewebswucherung in der Intima von den gleichen Bedingungen bestimmt wird, und ich habe dieses Resultat bereits in seinen allgemeinsten Umrissen an einem anderen Orte¹⁾ zur allgemeineren Kenntniss gebracht. Allein, wie sich das aus den früher genannten, complicirten ätiologischen Momenten der Arteriosclerose erwarten liess, war hier die Erscheinung wesentlich mannichfaltiger, so dass eine Gliederung nicht nur der Untersuchung, sondern auch der Darstellung sich als wünschenswerth ergab. Indem ich daher die Erörterung der Beziehungen, welche zwischen den früher angeführten Allgemeinerkrankungen einerseits und der Arteriosclerose andererseits bestehen, vorläufig verschiebe, will ich zunächst einiger Thatsachen gedenken, welche für die Anordnung des Inhaltes dieser Mittheilungen maassgebend waren.

Wie bereits oben kurz erwähnt wurde, findet sich bei der Arteriosclerose neben den auffälligen hügelartigen Verdickungen der Intima häufig oder immer auch eine diffuse bindegewebige Verdickung derselben, welche sich mindestens über sehr grosse Abschnitte des Aortensystemes in mehr gleichmässiger Weise verbreitet. Diese diffuse Form der Erkrankung scheint mir nun gegenüber der hügelartigen oder knotigen Form eine gewisse Selbständigkeit in dem Sinne zu besitzen, dass in manchen Fällen die Erscheinungen der diffusen Endarteriitis in auffälliger Weise vorwiegen, während in anderen Fällen die knotige Form der Endarteriitis die maassgebende Veränderung darstellt. Wenn nun auch eine Combination beider Erkrankungsformen den gewöhnlichen Befund bei der Arteriosclerose bildet, so geht aus den später mitzutheilenden Erfahrungen hervor, dass die Bedingungen für das Eintreten der einen und der anderen Form etwas verschiedene sind. Aus diesem Grunde erscheint es zweckmässig,

¹⁾ Thoma, Ueber einige senile Veränderungen des menschlichen Körpers und ihre Beziehungen zur Schrumpfniere und Herzhypertrophie. Antrittsvorlesung gehalten an der k. Univ. Dorpat. Leipzig 1884.

die beiden Erkrankungsformen mit verschiedenen Namen zu belegen, mit dem Namen der Arteriosclerosis nodosa einerseits, und mit dem Namen der Arteriosclerosis diffusa andererseits. Beide Veränderungen, in wechselnder Weise combinirt, entsprechen sodann dem Begriffe der Arteriosclerosis Lobstein's, oder der Endarteriitis nodosa sive deformans von Virchow¹⁾.

Die gegenwärtige Mittheilung beschäftigt sich in diesem Sinne mit der Arteriosclerosis diffusa. Eine nächste Mittheilung wird sodann die Aufgabe haben, die Arteriosclerosis nodosa einer genaueren Prüfung zu unterziehen.

Das Studium der Arteriosclerosis diffusa macht eine sehr genaue Kenntniss der Structurverhältnisse der normalen Gefäßwand wünschenswerth. Diese Kenntniss kann aber nicht in erschöpfender Weise gewonnen werden, wenn man sich damit begnügt, die Gefäßwand in entspanntem Zustande, wie man sie nach dem Tode antrifft zu untersuchen. Durch die Entspannung einer Membran, welche aus verschiedenartigen und ungleich-

¹⁾ Ich wähle für die Bezeichnung der in Rede stehenden Erkrankung im Allgemeinen den Ausdruck „Arteriosclerose“, weil es sich ergeben wird, dass es sich hier nicht sowohl um eine isolirte oder doch primäre Erkrankung der Intima, als vielmehr um eine Organerkrankung der ganzen Arterie, beziehungsweise ihrer drei Häute handelt, wobei die Veränderungen der mittleren Haut als die primären zu betrachten sind. Spätere Untersuchungen werden zeigen, dass die der Arteriosclerose zu Grunde liegende Erkrankung immer auch mit Erkrankungen der Capillaren und der Venen verknüpft ist. Dagegen bezeichne ich mit den Ausdrücken der Endarteriitis, Mesarteriitis und Periarteriitis die Erkrankungen der einzelnen Häute der Arterien, also der Intima, beziehungsweise der Media und der Adventitia. Auch muss ich von der Frage, ob dabei eine Entzündung vorliegt oder nicht, absehen, da meines Erachtens ein so schwankender, und schwer definirbarer Begriff, wie derjenige der Entzündung nicht zur Grundlage einer inductiven Untersuchung dienen kann. Ich bitte daher bei vorliegenden Untersuchungen „Endarteriitis“ zu übersetzen mit „Erkrankung der Intima“ und ebenso „Mesarteriitis“ mit „Erkrankung der Media“, und endlich „Periarteriitis“ mit „Erkrankung der Adventitia“. Doch behalte ich mir vor, dieses Vorgehen, seine Voraussetzungen und Consequenzen noch ausführlicher zu begründen.

mässig elastischen Bestandtheilen sich aufbaut, wird nothwendiger Weise die Configuration der Membran in einer vollkommen willkürlichen Weise verändert. Ich liess es mir daher angelegen sein, eine Methode zu finden, welche gestattete, die Arterienwand annäherungsweise in demjenigen Spannungszustande zu untersuchen, welcher ihr intra vitam zukommt. Freilich hat man hierbei zu befürchten, dass die mehr oder weniger leichenstarre Musculatur der Gefässwand eine Störung herbeiführe. Allein es ergab sich, dass diese Befürchtung nicht gerechtfertigt ist, dass vielmehr eine geeignete Spannung der Gefässwand den Effect der Leichenstarre in einfachster Weise eliminirt. Auch nach dem Tode ist, wie schon Crisp¹⁾ und nach ihm viele andere Untersucher nachwiesen, die Elasticität der Gefässwand eine sehr vollkommene. Wenn man sich daher die Aufgabe stellt, die Gefässe in dem Grade zu spannen, dass die Fältelungen der elastischen Lamellen gerade ausgeglichen sind, findet man, dass dieses sehr genau erreicht wird durch eine Spannung der Gefässwände, welche annähernd genau den physiologischen Spannungen entspricht.

Die Herstellung einer solchen physiologischen Spannung der Gefässwand verlangt etwas verwickeltere Methoden, und deswegen schien es zweckmässig, den Schwerpunkt der Untersuchung vorläufig auf einen bestimmten Abschnitt des Aortensystemes zu concentriren. Es wäre nun unzweifelhaft sehr wünschenswerth gewesen, den Arcus aortae und vielleicht noch die Aorta thoracica descendens zu diesem Zwecke zu wählen, weil erfahrungsgemäss in diesen Abschnitten des arteriellen Systemes die der Arteriosclerose eigenartigen Veränderungen häufig ganz besonders stark ausgeprägt sind. Allein ich fand mich darauf angewiesen, meine specielleren Untersuchungen jeweils erst zu beginnen, nachdem ich die Obduction der betreffenden Leichen vorgenommen hatte. Aus diesem Grunde musste ich zunächst auf ein genaueres Studium der Aorta thoracica verzichten. Ich wählte somit die Aorta abdominalis und die Arteriae iliacae zur Ausführung der genaueren Untersuchungen, indem ich allerdings in jedem Falle zugleich auch die übrigen Abschnitte des Aorten-

¹⁾ Crisp, l. c. S. 6.

systemes nach den bisher allgemein gebräuchlichen Methoden prüfte. Die Aorta abdominalis besitzt noch ein so beträchtliches Caliber, dass genaue Messungen ein sicheres und zuverlässiges Resultat versprechen. Ihre Wand ist reich an elastischen Elementen, deren Elasticität auch nach dem Tode in ungeschwächtem Maasse fort dauert. Und zugleich muss es für die gesammte Untersuchung als ein Vorzug bezeichnet werden, dass eine genaue Section vor der Einleitung der specialisirten Untersuchung vorgenommen wurde. Man erhält auf diesem Wege einen unbehinderten Einblick in die pathologischen Veränderungen der übrigen Organe, und gewinnt zugleich die nöthigen Anhaltspunkte zur Auswahl des geeigneten Materiales.

I. Technik der Untersuchung.

Die Wandungen der Arterien werden in einfachster Weise durch den Seitendruck einer Injectionsflüssigkeit in Spannung versetzt. Als solche Injectionsflüssigkeit schien geschmolzenes Paraffin von nicht allzu niedrigem Schmelzpunkte besonders geeignet, weil es jederzeit leicht durch Abkühlung zum Erstarren gebracht werden kann. Das geschmolzene Paraffin wurde bei constantem Drucke von 16 cm Quecksilber und bei einer Temperatur von 40—50° C. in peripherischer Richtung in das untere Ende der Aorta thoracica injicirt, nachdem vorher die Art. renales, coeliaca, mesenterica sup. und inferior unterbunden waren. Wenige Secunden nach dem Beginne der Injection wurden sodann durch Sperrpincetten die beiden Art. iliacae externae in der Gegend des Lig. Poupartii verschlossen. Einige Minuten später konnte sodann eine einprocentige, stark mit Eis abgekühlte Kochsalzlösung vorsichtig über die Gegend der Iliacae, sodann auch über die Aorta abdominalis ausgegossen werden. Dabei erstarrte allmählich das Paraffin, während der Druck der Injectionsflüssigkeit ohne Unterbrechung auf 16 cm hg. gehalten wurde. Dieser Injectionsdruck blieb sodann noch 15—20 Minuten lang bestehen, bis man annehmen durfte, dass die Injectionsmasse in ihrer ganzen Dicke vollständig erstarrt sei.

Vor dieser Injection war Magen, Darm, Leber und Nieren entfernt worden. Dagegen blieben das Gekröse, das Peritoneum parietale sowie die Organe des kleinen Beckens erhalten. Wenn ausserdem auf eine gerade, horizontale Lagerung der Leiche Bedacht genommen war, so durfte man erwarten, dass bei einer solchen Injection die Aorta abdominalis und die Arteriae iliacae eine Gestaltung annehmen mussten, welche annähernd dem Verhalten intra vitam entsprach. Das Paraffin zieht sich allerdings bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand erheblich zusammen. Allein bei dem angewendeten Verfahren musste entsprechend dieser Zusammenziehung neue Paraffinmasse aus der Injectionsflasche in die Arterie nach-

rücken, so dass diese Fehlerquelle jedenfalls auf ein Minimum reducirt war. Nur hat man darauf zu achten, dass die Injectionsmasse in dem unteren Ende der Aorta thoracica und in der Kanüle zuletzt gerinnt, nachdem die in der Aorta abdominalis und in den Art. iliacae befindliche Paraffinmasse schon fest geworden ist. Die Injection gelingt im Uebrigen ziemlich leicht, nur in wenigen Fällen blieben einige Luftblasen in der Aorta abdominalis zurück, wodurch die Präparate allerdings unbrauchbar wurden.

Nachdem die Injectionsmasse vollkommen erkaltet war, wurden Aorta und Iliacae im Zusammenhange und ohne die Masse zu zerbrechen freipreparirt und durch Zerschneiden der Art. phrenicae und lumbales und der übrigen Seitenzweige losgelöst. Die durchschnittenen Enden der Iliacae, sowie das Ende der Aorta thoracica konnten dann durch einige kreuzförmig über den Querschnitt der Paraffinmasse gelegte Fadenschlingen genau in ihrer ursprünglichen Lage fixirt werden, was für das Gelingen der weiteren Operationen unerlässlich ist. Die so zubereiteten Präparate der Aorta abdominalis wurden endlich in Weingeist (95° Tralles) gehärtet. Da letzterer eine geringe Menge Paraffin zu lösen geeignet ist, hat man dabei die Vorsichtsmaassregel zu üben, den Weingeist zuvor durch Schütteln mit einem Ueberschusse von feingeschabtem Paraffin zu sättigen. Die Paraffinmassen der Arterien erleiden dann durch die Härtingsflüssigkeit keine Veränderung. Löst man, um sich davon zu überzeugen, an irgend einer Stelle das Gefässrohr von dem Paraffinausgusse ab, so zeigt letzterer glatte und spiegelnde Oberflächen, auch nach jahrelanger Aufbewahrung in paraffingesättigtem Spiritus.

Bei diesem Verfahren wird die in physiologische Spannung gesetzte Gefässwand durch Alkohol erhärtet. Sie wird dabei starr, die elastische Spannung verliert sich; man kann sich davon überzeugen, wenn man einen kleinen Arterienzweig opfert und abschneidet um den Paraffinausguss herauszuschieben. Nicht nur dass die Arterie dabei nicht collabirt, sie zieht sich auch nicht weiter zusammen, so dass man im Stande ist den Paraffinausguss wieder ohne Schwierigkeit einzuführen. Die Arterie behält ihre bei der Härtung erlangte Form bei. In diesem Zustande ist aber die mit Paraffin erfüllte Arterie zu topographisch-histologischen Untersuchungen und zu Messungen ganz vorzüglich geeignet, vorausgesetzt allerdings, dass der Paraffinausguss zuvor nicht in dem Gefässlumen verschoben und auch nicht unsanft berührt wurde.

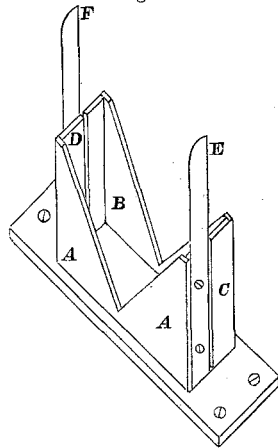
Vor Allem wird durch solche Vorbereitungen eine Bedingung, die auf anderem Wege gar nicht beherrscht werden kann, die Spannung der Gefässwand für jeden Gefässabschnitt in genau vergleichbarer Weise bestimmt. Ueberall entspricht, im Momente der Härtung, die Wandspannung einem hydrostatischen Drucke von 16 cm hg. Erstere, die Wandspannung, ist somit in jedem Gefässabschnitte proportional dem Radius der Gefässlichtung, was genau den Verhältnissen entspricht, unter welchen die Arterie am lebenden Körper sich befindet. Es wird aber durch diese Vorbereitungen, wie mikroskopische Querschnitte lehren, die Gefässwand straff gespannt in dem

Grade, dass die elastischen Lamellen der Intima und Media vollständig oder nahezu vollständig ihre Fältelung verlieren. Daraus ergibt sich auch, dass die Leichenstarre der Gefäßmuskulatur überwunden wird, so dass diese keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die Lichtung des Gefäßes ausübt. Wenn es somit auch nicht gelingt, dem Gefässe vollkommen seine physiologische Gestaltung zu verleihen, so wird dies doch annähernd erreicht, so weit dies überhaupt am todtten Object möglich erscheint.

Der weitere Gang der Untersuchung machte es nun wünschenswerth, durch die injicirte und erhärtete Arterie an passenden Stellen Querschnitte zu legen, welche genau senkrecht zu der Axe des Gefäßes orientirt sind. Es ist die Lösung dieser Aufgabe wesentlich dadurch erschwert, dass die Axe der Arterie eine krumme Linie ist; sie wird aber erleichtert oder ermöglicht durch den Umstand, dass die Lichtung der Arterie im Bereiche des Zwischenraumes zwischen zwei Verzweigungen annähernd gleiche Durchmesser und gleiche Querschnittsfläche besitzt, wenn man von der unmittelbaren Nachbarschaft der Astabgänge absieht. Und das Gleiche gilt auch im Allgemeinen für kürzere Strecken der Arterien, in deren Bereich nur relativ sehr kleine Seitenzweige abgehen.

Auf Grund dieser Voraussetzungen ist das kleine Instrument, der Sägebock, construiert, den ich zum Anlegen senkrecht zur Gefäßaxe orientirter Querschnitte benutzte. Derselbe trägt auf einer metallenen Grundplatte zwei parallele, senkrecht stehende Messingplatten AA und B, welche oben zwei gleichgrosse, schwalbenschwanzförmige Ausschnitte besitzen. (Vergleiche nebenstehenden Holzschnitt, welcher den Sägebock in verkleinertem Maassstabe 2 : 5 wiedergibt.) Der Winkel, welchen die Ränder dieser Ausschnitte bilden, beträgt 75° . Die beiden Metallplatten A und B lassen zwischen sich einen Zwischenraum von 2 cm Breite. Seitlich sind diese Metallplatten durch zwei senkrechte Wände C und D verbunden, welche in der Mitte eine schmale, zur Grundplatte genau senkrechte Spalte besitzen. An diese Spalten sind zwei geradlinige Stahlspangen E und F befestigt. Legt man durch die langen Ränder dieser Stahlspangen eine Ebene, so halbirt diese genau den freien Zwischenraum zwischen den Platten A und B, und sie steht ausserdem genau diesen Platten parallel. Die Arterie wird nun, gefüllt mit ihrer Paraffinmasse, in die schwalbenschwanzförmigen Ausschnitte der Platten A und B eingelegt, so zwar dass sie nach Augenmaass annähernd symmetrisch liegt, oder dass die Krümmungsebene der Axe des Gefäßlumen vertical steht. Auch wenn diese Bedingung nur annäherungsweise erfüllt wird, steht dann eine Sägefläche, welche entlang den freien Rändern der Stahl-

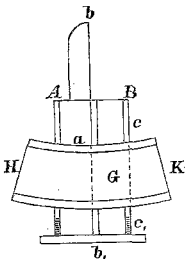
Fig. 1.



platten E und F durch das Gefäss geführt wird, genau senkrecht auf der Axe des Gefässlumen. Freilich wird hierbei vorausgesetzt, dass diese Gefässaxe nur in einer Ebene gekrümmt sei. Sowie diese Axe eine doppelte Krümmung aufweist, ist das Resultat relativ ungenau, so z. B. bei spiraligen Krümmungen der Arterien, die unter pathologischen Bedingungen nicht allzu selten vorkommen. Immerhin ist aber auch in diesem Falle das Ergebniss in der Regel noch hinreichend brauchbar, da der gegenseitige Abstand der Platten nur 2 cm beträgt und da innerhalb dieser Länge die Krümmung der Gefässaxe, ohne allzugrossen Fehler als einfache, in einer Ebene gelegene Krümmung betrachtet werden kann. Nur für kleinere Gefässe, welche sehr stark verkrümmt sind, würde es sich empfehlen, den Apparat in allen Dimensionen proportional verkleinern zu lassen.

Um auch nach dem Durchsägen noch eine vollkommene Orientirung zu behalten, verfährt man in der Weise, dass man, vor dem Durchsägen, mit Hülfe einer groben Reissfeder und einer Lösung von Berlinerblau auf der Oberfläche der Arterie, z. B. der Aorta abdominalis, einen der Axe annähernd parallelen Strich zieht, der etwa der Vorderfläche der Arterie entspricht. Sodann kann man mit Carminlösung noch über die Stellen der grössten Krümmung Längsstriche ziehen, welche also die Punkte annähernd bestimmen, wo die Krümmungsebene der Axe der Arterie die Gefässoberfläche schneidet. Endlich kann man noch die Stellen markiren, wo später die Sägeflächen angelegt werden sollen. Dann wird das Gefäss in einer flachen, mit Alkohol gefüllten Wanne passend aufgestellt und mit Hülfe des von Schröder¹⁾ verbesserten Lucae'schen Zeichnungsapparates (Dioptrograph) gezeichnet. Dabei werden auch die blauen und rothen Linien, und die Stellen der anzulegenden Querschnitte wiedergegeben. Zweckmässig ist es, sodann noch die Arterie um ihre Axe um 90° zu drehen, und von Neuem in gleicher Weise zu zeichnen.

Fig. II.



Vertikaler Durchschnitt durch den Sägebock. A und B = Projection der verticalen, mit Ausschnitt versehenen Metallplatten. HGK = Arterie im Längsschnitt gezeichnet.

Nachdem diese Vorbereitungen getroffen sind, bringt man das injicirte Gefäss auf den Sägebock, wie der nebenstehende Holzschnitt zeigt, indem man dasselbe durch einen leichten Fingerdruck bei a festhält. In diesem Holzschnitte entspricht die Ebene der Zeichnung der Krümmungsebene der Gefässaxe. Alsdann sägt man mit einer feinsten Uhrfedersäge (Laubsäge) auf der Platte B nach unten, wobei sich der Schnitt cc₁ ergibt. Ehe man aber die Arterie verrückt, folgt sogleich der Schnitt bb₁, welcher durch den Schlitz hindurch, entlang den Stahlbügeln geführt wird. Man erhält auf diesem Wege einen Gefässabschnitt G, der durch zwei ebene Sägeflächen cc₁ und bb₁ begrenzt ist. Die Ebene bb₁ steht senkrecht zur Gefässaxe; die Ebene cc₁ ihrerseits ist parallel bb₁ (jedoch nicht senkrecht zur Axe des Gefässes an dieser Stelle).

¹⁾ Schröder, Mechaniker in Frankfurt a. M.

Es ergibt sich nun die Aufgabe den Arterienquerschnitt $b b_1$ und speciell die Begrenzung des Gefässlumen zu zeichnen, ohne zuvor den im Lumen liegenden Paraffinblock zu verschieben. Denn nur die ununterbrochene Anwesenheit dieses Paraffinklotzes bietet volle Gewähr dafür, dass der Gefässquerschnitt seine ursprüngliche Gestalt beibehalten habe. Zu diesem Zwecke wird diese Sägefläche $b b_1$ vorsichtig mit paraffingesättigtem Wein- geiste abgewaschen, und sodann das Präparat für einige Augenblicke in eine alkoholige, mit Paraffin gesättigte Eosinlösung gebracht. Diese lässt das Paraffin unverändert, färbt dagegen die Gefässwandungen deutlich rosaroth. Alsdann legt man den Gefässabschnitt C mit der Fläche $b b_1$ nach oben in eine kleine, flache Wanne, deren Boden vollkommen eben, deren Seitenwände etwa 9 mm hoch sind. Diese Wanne wird sodann nahezu bis zum Rande mit paraffingesättigtem Spiritus gefüllt. Der Gefässabschnitt steht dann, da er 10 mm hoch ist, über den Rand der Wanne um ein Geringes vor. Die nach oben gekehrte Fläche $b b_1$ wird endlich mit einem grossen Deckglase bedeckt.

Als Deckglas verwendet man eine planparallele Glasplatte von 1 mm Dicke, an deren Unterfläche zwei Kreuze mit der Diamantfeder eingeritzt sind. Wenn man diese Kreuze, die etwa 10 mm Abstand haben, mit Graphit einreibt, so kann man sie, wenn man nun den Apparat unter das Mikroskop bringt und mit ganz schwacher Vergrösserung betrachtet, genau sehen, und zwar gleichzeitig mit dem Bilde des Gefässquerschnittes, da sowohl die Kreuze als der Gefässquerschnitt in derselben Ebene liegen. Mit Hilfe der Camera lucida (von Abbé) zeichnet man sodann das Bild des Gefässquerschnittes und gleichzeitig die beiden schwarzen Kreuze, sowie die am Gefässrande liegenden blauen und rothen Marken, welche von den Strichen herrühren, welche mit der Reissfeder auf der Gefässoberfläche gezeichnet wurden. Hat man also zuvor mit einem Objectiv-Schraubenmikrometer den wirklichen Abstand der beiden schwarzen Kreuze gemessen = n , so findet man durch genaue Messung des Abstandes der beiden Kreuze in der Zeichnung = N , die lineare Vergrösserung der Zeichnung = $\frac{N}{n}$. Die blauen und rothen Marken aber ergeben die Orientirung des Gefässquerschnittes zu den Totalansichten der Arterie, die früher mit dem Lucae-Schröder'schen Apparate gewonnen wurden.

Es wird nun zweckmässiger Weise zunächst in der Zeichnung des Gefässquerschnittes ein Punkt gesucht, der so gelegen ist, dass er annähernd alle durch ihn gelegte Gefässdurchmesser halbirt. Es geschieht dies mit einem Zirkel, dessen einer Arm ein Bleistift trägt. Man öffnet die Arme des Zirkels so weit, dass der Abstand ihrer Spitzen etwas kleiner ist, als die Hälfte des kleinsten Durchmessers des Gefässlumen. Sodann beschreibt man, indem man in der Zeichnung des Gefässquerschnittes die Stahlspitze des Zirkels successive an viele Punkte der Peripherie des Gefässlumen ansetzt, eine grosse Anzahl kleiner Kreisbögen in der Nähe der Gefässmitte. Alle diese kleinen Kreisbögen durchschneiden sich, und lassen in der Mitte

des Gefässquerschnittes eine kleine, meist unregelmässig elliptisch gestaltete Fläche frei, in deren Mitte man nach Augenmaass einen Punkt bezeichnet. Ich will diesen den Mittelpunkt des Arterienquerschnittes nennen. Er hat die Eigenschaft alle durch ihn gelegten Durchmesser des Gefässlumen annähernd zu halbiren. Nunmehr wird von der blauen Marke, welche die vordere Mittellinie der Arterie bezeichnet, durch den Mittelpunkt eine gerade Linie gezogen. Diese liegt demnach parallel der Sagittalrichtung des Körpers und bestimmt die Orientirung „vorne“ und „hinten“. Ferner legt man senkrecht zu dieser Sagittallinie durch den Mittelpunkt derselben eine zweite Linie, die somit die frontale Richtung besitzt und die Orientirungen „rechts“ und „links“ bestimmt. Ungenauigkeiten schleichen sich hierbei leicht ein, wenn die blaue Marke nicht genau der vorderen Mittellinie entspricht. Es ist dieses aber leicht mit der Totalansicht des Gefässes, welche mit Hülfe des Lucae-Schröder'schen Apparates gewonnen wurde, zu controliren, eventuell zu corrigiren, da in jener Totalansicht die blaue Linie nothwendiger Weise in der Mitte der Arterie verlaufen muss, vorausgesetzt dass die letztere auf eine frontale Ebene projicirt wurde.

Die beiden zu einander senkrechten Linien auf dem Querschnittsbilde stellen den sagittalen und den frontalen Durchmesser der Arterie, beziehungsweise der dieser Beschreibung zu Grunde gelegten Aorta abdominalis dar. Es läge nahe, diese sagittalen und frontalen Durchmesser direct zu messen. Allein es ist dies nur empfehlenswerth, wenn der Querschnitt der Arterie, was im Allgemeinen selten ist, kreisrund erscheint. In der Regel wird das Arterienlumen einen annähernd elliptischen Querschnitt besitzen. In diesem Falle ist es offenbar zweckmässiger, die grosse und die kleine Axe der Ellipse zu messen. Um diese Ellipse zur Anschauung zu bringen, zieht man um den Mittelpunkt des Arterienquerschnittes als Centrum mit dem Zirkel einen Kreis, welcher den elliptischen Querschnitt des Lumen von innen her an zwei Punkten berührt, und als ein in die Ellipse eingeschriebener Kreis erscheint. Die Berührungspunkte entsprechen alsdann den Stellen, wo die kleine Axe der Ellipse die letztere schneidet. Eine durch den Mittelpunkt des Arterienquerschnittes, senkrecht auf diese kleine Axe errichtete Linie ergiebt sodann die grosse Axe der Ellipse. Beide Axen des Lumen werden auf der Zeichnung gemessen und durch die Vergrösserungsziffer getheilt, so folgen sehr genau die wahren Durchmesser des Lumen.

Diese Operationen leiden nur an dem Umstande, dass in der Regel die Gefässlumina nicht ganz genaue Ellipsen sind. In Folge dessen bilden die beiden Radien, die vom Mittelpunkte des Arterienquerschnittes nach den Punkten gezogen werden, an denen der in das Gefässlumen eingezeichnete Kreis die Gefässwand berührt, zusammen keine gerade Linie, sondern zwischen beiden besteht ein kleiner Winkel. Ich habe nun diese kleinen Winkel unberücksichtigt gelassen, weil die mathematische Untersuchung auf lange hinaus keine Einsicht in die Krümmungsverhältnisse der Gefässwände erhoffen lässt. Die kleine Axe wurde demnach immer so gezeichnet, dass sie den Mittelpunkt des Arterienquerschnittes traf, und von den beiden, soeben ge-

nannten Radien etwa gleichviel Abweichung zeigte. Es ist dies ein Annäherungsverfahren, welches gelegentlich sich noch etwas beeinflussen lassen kann durch die allgemeine Gestalt des Gefässlumen. Trotzdem ist zuzugeben, dass diese Methode der Ausmessung einen sehr hohen Grad von Genauigkeit erreicht, wie er nur für solche Untersuchungen erwartet werden kann.

Man gewinnt endlich auf sehr einfachem Wege eine Controle der Zeichnung des Gefässquerschnittes, wenn man mit Hülfe des verschiebbaren Objectives a^* von Zeiss und unter Benutzung des Tubusauszuges des Mikroskops eine Vergrösserung sucht, bei welcher der Durchmesser des Gesichtsfeldes genau gleich wird der grossen Axe der Ellipse in dem mikroskopischen Bilde des Gefässquerschnittes. Der Rand des Gesichtsfeldes bietet in diesem Falle einen Kreis, in welchen das elliptisch gestaltete Gefässlumen eingeschrieben ist; und man kann nun ohne Schwierigkeit die Gestalt des Gefässlumen mit dem Kreise vergleichen. Nur hat man sich zuvor zu vergewissern, dass die Oeffnung des Oculardiaphragma kreisrund ist, wobei man zugleich die Abwesenheit von Astigmatismus in den Objectiven nachweisen kann. Dies geschieht am einfachsten, indem man auf weissen Carton mit einem guten Zirkel einen Kreis zeichnet, diesen unter das Mikroskop legt, und sein schwach vergrössertes Bild im Ocular zur Deckung bringt mit dem Rande des Oculardiaphragma.

Schliesslich wird es noch wünschenswerth, die Lage der Ellipsenaxen zur Sagittallinie kennen zu lernen. Ich habe den Winkel zwischen der kleinen Axe und der Sagittallinie einfach mit einem getheilten Kreise (Transporteur) gemessen, so zwar dass ich die Grade von dem vorderen Ende der Sagittallinie nach rechts zählte und mit $+$ bezeichnete, oder nach links, wobei ich das Vorzeichen minus beisetzte. Dadurch vermeidet man in den Tabellen Winkel die mehr als 90° betragen, was zur Uebersichtlichkeit des Resultates wesentlich beiträgt. Die Winkel selbst bezeichnete ich mit dem Namen „Azimuth der kleinen Axe“. Sie werden indessen erst in einer späteren Mittheilung genannt werden.

In dieser Weise gelangt man zu einer genauen Kenntniss der Durchmesser einer Arterie und zugleich auch zu einer Kenntniss ihrer Lage zu der Sagittal- und Frontalebene, da sich natürlich aus dem Azimuth der kleinen Axe alle übrigen Winkel ableiten lassen, indem ja die grosse und die kleine Axe senkrecht auf einander stehen. Für gewisse Zwecke ist indessen noch die Ausmessung der Querschnittsfläche des Arterienlumen wünschenswerth. Man bedient sich hierzu des Amsler'schen Planimeters. Mit diesem Apparat bestimmt man zunächst die Querschnittsfläche des Lumen auf der früher gewonnenen vergrösserten Zeichnung des Querschnittes, und theilt das Resultat durch das Quadrat der linearen Vergrösserungsziffer.

Nach diesen Untersuchungen entfernte ich die Paraffinausgüsse aus den Gefässquerschnitten. Behufs Herstellung topographischer Schnitte wird es nun aber zunächst nothwendig, etwa vorhandene Kalkconcretionen aufzulösen. Dabei ist eine Methode der Entkalkung zu empfehlen, welche

auch bei allen anderen Geweben ganz vorzügliche Dienste leistet. Die Gefäßabschnitte kommen zunächst in eine Mischung von 5 Raumtheilen Alkohol (95° Tralles) und 1 Raumtheil concentrirter reiner officineller¹⁾ Salpetersäure. Diese ist täglich zu erneuern, sie entkalkt in wenigen Tagen vollständig, weil der gebildete salpetersaure Kalk in Spiritus ziemlich leicht löslich ist. Nach der Entkalkung werden die Präparate mit Spiritus abgewaschen und in ein neues Gefäß verbracht, welches ausser Spiritus (95° Tralles) noch einen Ueberschuss von officinellem, präcipitirtem kohlen-sauren Kalk enthält. Auch diese Flüssigkeit ist wiederholt zu erneuern. Sie entzieht den Präparaten in 8—14 Tagen jede Spur der Säure, so dass diese wieder ebenso leicht sich färben, wie vor der Entkalkung, was bekanntlich bei anderen Methoden nur sehr unvollkommen erreicht wird. Endlich werden die Präparate mit einem feinen Strable von Spiritus abgespült, um das Kalkpulver zu entfernen. Dies ist indessen in der Regel nicht vollkommen zu erreichen, doch sind die Reste von Kalkpulver in den mikroskopischen Präparaten nicht sichtbar, weil sie einerseits zu spärlich sind, und andererseits namentlich in Canadabalsam überhaupt nicht leicht wahrgenommen werden können.

Weiterhin wurden die Gefäßabschnitte mit absolutem Alkohol entwässert, mit Aether und Collodium durchtränkt und in Celloidin eingebettet, wobei sie etwas einschrumpfen, indessen ihre Gestalt nicht bemerklich ändern. Die eingebetteten Präparate konnten dann auf dem von mir construirten Mikrotom in Stufenschnitte zerlegt werden, um schliesslich nach den in der ersten Mittheilung gegebenen Methoden gefärbt und untersucht zu werden. Wenn nun hierbei auch das Gefäßlumen keine wesentliche Verzerrung erfährt, so sind doch solche Schnittpreparate zu Messungen der Gefäßlichtung weniger verwendbar als die mit Paraffin ausgegossenen Sägeflächen der Arterien, welche die volle Gewähr für eine Beibehaltung der ursprünglichen Grössen- und Gestaltsverhältnisse bieten. Dagegen wird nun in diesen mikroskopischen Schnitten die histologische Structur der Arterienwand und ihre pathologischen Veränderungen in vorzüglicher Weise klar gelegt. Und die Vergleichung der Mikrotomdurchschnitte mit den Zeichnungen, welche von der ganzen Arterie und von ihren Sägeflächen gewonnen wurden, gestattet alle Verhältnisse genau zu controliren. Dies gilt namentlich dann, wenn man mit Hilfe drehbarer Klammern das eingebettete Gefäßstück auf dem Mikrotom so eingestellt hatte, dass der erste Schnitt genau in die zur Gefässaxe senkrechte Sägefläche fällt, was ohne erhebliche Schwierigkeiten erreicht werden kann. Die ersten Schnitte müssen dann in allen Einzelheiten den Zeichnungen der Sägeflächen entsprechen. Und ihnen kommt noch die Eigenschaft zu, dass sie gleichfalls als Schnitte bezeichnet werden dürfen, die senkrecht auf der Gefässaxe stehen, was auf anderem Wege wohl nicht allzuleicht zu erreichen wäre. An diesen Schnitten aber kann man endlich auch die Dicke der drei Gefäßshäute messen, was am Paraffinpräparat nicht angeht.

¹⁾ Pharmacopoea germanica.

II. Allgemeines über die Gestalt des Arterienlumen.

Ehe sich die Betrachtung der Arteriosclerose zuwendet, erscheint es angezeigt, einige allgemeinere Ergebnisse mitzuthellen, welche mit Hülfe der soeben geschilderten Untersuchungsmethoden gewonnen wurden. Dieselben beziehen sich allerdings zunächst nur auf die Gestaltung der Aorta abdominalis, der Arteriae iliacae und femorales, sowie der Wurzeln der grossen Seitenzweige dieser Arterien. Allein eine genauere Prüfung dürfte es kaum als zweifelhaft erscheinen lassen, dass auch in den übrigen Arterien ähnliche Verhältnisse zu erwarten sind, wofern nicht äussere Einflüsse und Besonderheiten der embryonalen Entwicklung und des physiologischen Wachsthum, auf welche bereits Roux¹⁾ und Schwalbe²⁾ bei Gelegenheit ähnlicher Untersuchungen aufmerksam machten, Abweichungen bedingen.

Zunächst ist die Thatsache zu erwähnen, dass ein zur Axe senkrechter Querschnitt des Lumen einer Arterie die Gestalt eines Kreises besitzt, wenn die Arterie auf längere Strecken annähernd geradlinig verläuft, und keine grösseren Seitenzweige abgiebt. Diese Bedingungen sind offenbar nur selten verwirklicht. Doch ist zur Erläuterung zu bemerken, dass beispielsweise die intercostalen und lumbalen Arterien in dieser Beziehung zur Aorta nur als kleinere Arterien zu betrachten sind. Dem entsprechend ist nicht selten das Lumen der normalen Aorta kreisrund, an Stellen welche in der Mitte zwischen den Ursprungskegeln der grossen visceralen Zweige liegen. So namentlich eine Strecke weit oberhalb des Ursprungs der Mesenterica inferior, wenn letztere ungewöhnlich tief entspringt.

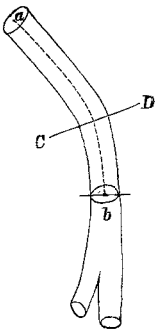
Wenn dagegen die Arterie einen gebogenen Verlauf besitzt, gewinnt der Querschnitt ihres Lumen annähernd die Gestalt einer Ellipse. Die kleine Axe dieser

¹⁾ Roux, Ueber die Verzweigungen der Blutgefässe. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XII. N. F. Bd. V. 1878. — Ueber die Bedeutung der Ablenkung des Arterienstammes bei der Astabgabe. Ebenda Bd. XIII. N. F. Bd. VI. 1879.

²⁾ Schwalbe, Ueber Wachsthumverschiebungen und ihr Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems. Ebenda Bd. XII. N. F. Bd. V. 1878.

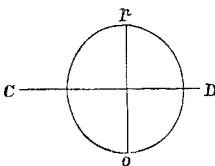
Ellipse liegt in der Krümmungsebene der Arterienaxe. Dieser Satz gilt vor Allem für pathologische Krümmungen der Arterien, und für die normalen Krümmungen der Iliaca communis und externa und femoralis sowie der grossen visceralen Zweige der Aorta abdominalis. Dagegen ist es fraglich, in wie weit alle normalen Krümmungen der Arterien dieser Regel folgen. Namentlich der Arcus aortae, an dem übrigens besondere Verhältnisse sich leicht erklären, scheint ihr nicht immer zu entsprechen. Zur Erläuterung können die Verhältnisse dienen, welche an der Hauptarterie der unteren Extremität in der Gegend des Ligamentum Poupartii normaler Weise beobachtet werden. Die Arterie beschreibt hier eine nach hinten concave Krümmung, die im Holzschnitt Fig. III in halber natürlicher Grösse gezeichnet ist. In die Mitte des Lumen der Arterie ist die punctirte Linie ab eingetragen, sie soll die Axe des Lumen der Arterie vorstellen, welche somit bei CD eine Krümmung erleidet, während sowohl bei a, als bei b der Verlauf der Arterie nahezu geradlinig erscheint. Legt man also bei a oder bei b Querschnitte durch die mit Paraffin injicirte Arterie und zwar senkrecht zu den betreffenden Abschnitten der Gefässaxe, so ist auf diesen Querschnitten das Lumen kreisförmig. Ganz verschieden verhält sich dagegen ein solcher zur Axe senkrechter

Fig. III.



Querschnitt bei CD. Der Querschnitt des Arterienlumen stellt hier eine Ellipse dar. Die Ebene der Zeichnung fällt aber mit der Krümmungsebene der Axe der Arterie zusammen. Und in dieser Ebene liegt auch die kleine Axe der Ellipse, deren Richtung mit der Linie CD zusammenfällt. Die grosse Axe dieser Ellipse steht senkrecht auf der Ebene der Zeichnung in Fig. III.

Fig. IV.



Zeichnet man diesen Querschnitt des Lumen in doppelter natürlicher Grösse, so ergibt sich Fig. IV, in welcher die Linie CD die Projection der Krümmungsebene der Axe der Arterie vorstellt. Und in dieser Linie CD liegt zugleich die kleine Axe der Ellipse, während die senkrechte Linie op die grosse Axe der Ellipse vorstellt.

Dieses Verhältniss kehrt in gleicher Weise wieder bei allen pathologischen Krümmungen der arteriellen Bahn. Je stärker die Krümmung der Arterienaxe ist, desto mehr tritt die elliptische Gestalt des Arterienlumen hervor, desto grösser ist der Unterschied in der Länge der grossen und der kleinen Axe der Ellipse. Da nun aber die meisten Arterien bei genauer Betrachtung mehr oder weniger starke Krümmungen und vielfache Seitenzweige aufweisen, so kann man auch durch die gegebenen, ziemlich genauen technischen Hilfsmittel fast überall in der Arterienbahn elliptische Querschnitte des Lumen nachweisen, wenn auch die Ellipse sich häufig nur wenig vom Kreise unterscheidet. In diesem Sinne darf man sagen, dass der Querschnitt der Arterien fast überall elliptisch erscheint. Für die in Figur III und IV gezeichnete vollkommen normale Arteria iliaca externa und femoralis ergab beispielsweise die Messung folgende Resultate.

	Querschnittsfläche des Lumen in qmm	Kleine Axe des Lumen mm	Grosse Axe des Lumen mm
Arteria iliaca dextra, 34 mm oberhalb des Lig. Poupartii . . .	42,1	7,2	7,4
Art. femoralis dextra am Lig. Poupartii	44,2	6,7	8,3
Art. femoralis dextra, 21 mm unterhalb des Lig. Poupartii . . .	48,3	7,2	8,5

Bei sehr sorgfältiger Betrachtung zeigt sich, dass diese Arterie an keiner Stelle vollkommen geradlinig verläuft. Allein diese Abweichung von dem vollkommen gestreckten Verlaufe ist an der obersten Messungsstelle nur sehr unbedeutend, und dem entsprechend erweist sich hier der Querschnitt nahezu kreisförmig. Die Differenz in der Länge der grossen und der kleinen Axe liegt in der That nicht ganz ausserhalb der Fehlergrenzen der Messung. An der Krümmungsstelle, am Lig. Poupartii ist dagegen das Lumen von ausgesprochen elliptischer Gestalt, welche sich nach unten zu allmählich verliert, ohne jedoch an der untersten Messungsstelle vollkommen geschwunden zu sein.

Es fragt sich nun, wodurch diese elliptische Gestalt des Lumen gekrümmter Arterien bedingt sei. Zunächst könnte man denken, dass die Spannung der Arterienwand dem Lumen diese Gestalt verleiht. Nimmt man einen Kautschukschlauch von rundem Querschnitt und giebt ihm die Biegung der in Fig. III

gezeichneten Arterie und injicirt ihn sodann bei einem Drucke von 16 cm Quecksilber mit Paraffin, so erhält man ähnliche Verhältnisse. Soweit der Kautschukschlauch einen geradlinigen Verlauf besitzt, erscheint der Querschnitt seines Lumen annähernd kreisrund. An der Krümmungsstelle dagegen ist sein Querschnitt elliptisch gestaltet. Diese Gestaltung ist aber einfach abhängig von der Spannung der Wand, da der Kautschukschlauch ursprünglich kreisrunden Querschnitt hatte und da der Seitendruck der Injectionsflüssigkeit in allen Richtungen gleich gross war, nachdem die ursprüngliche, strömende Bewegung der letzteren wenige Augenblicke nach dem Beginn der Injection vollkommenem Stillstande Platz gemacht hatte.

Wenn es nun auch denkbar ist, dass analoge Bedingungen, also ungleiche Spannungen in der Wand gekrümmter Arterien diesen Erfolg auch in dem gewählten Beispiele, der Hauptarterie der unteren Extremität, herbeiführten, so ist dies doch nicht die einzige mögliche Erklärung. Denn wenn man einem frei ausspringenden Wasserstrahl die Richtung schräg nach aufwärts giebt, so zwar, dass er eine kurze Strecke von der Ausflussöffnung entfernt durch die Schwerkraft in der Richtung nach abwärts abgelenkt wird, so kann man sich leicht davon überzeugen, dass auch an der Umbiegungsstelle des frei ausspringenden Strahles der Querschnitt desselben annähernd elliptische Gestalt besitzt. Es wäre somit auch denkbar, dass die elliptische Form des Querschnittes gekrümmter Arterien bedingt sei durch die Gestalt des Blutstromes, indem sich die Gefässwand dem Blutstrom angepasst hätte. Solche Anpassungserscheinungen hat Roux für andere Formeigenthümlichkeiten des Gefässlumen wahrscheinlich gemacht, und die beiden ersten Mittheilungen haben sowohl in der Intima, als in der Media der Arterien ähnliche Vorkommnisse nachgewiesen.

Welche von diesen beiden Erklärungen im Allgemeinen für normale Gefässe als zutreffend zu bezeichnen ist, lässt sich gegenwärtig nicht bestimmt entscheiden. Wahrscheinlicher Weise kommen beide Bedingungen gleichzeitig in Betracht. Für die pathologischen Verkrümmungen der Arterien wird man mit Recht die Formeigenthümlichkeiten des Lumen, also seine elliptische Gestalt zunächst auf die ungleiche Spannung der Gefässwand zu

beziehen haben, da die zuvor gestreckt verlaufende Arterie ebenso wie der Kautschukschlauch im Momente der Verkrümmung einen elliptischen Querschnitt annehmen muss. Mit der Verkrümmung tritt aber, wie sich später ergeben wird, ausnahmslos eine Erweiterung des Lumen und in der Folge eine compensatorische Endarteriitis ein, welche die Lichtung von Neuem verengt. Auch in diesem Falle, selbst bei sehr mächtiger Entwicklung der Bindegewebslagen in der Intima, resultirt wieder ein elliptisches Lumen. Man darf daher den Schluss ziehen, dass auch ein gebogener, in einer Arterie eingepresster Flüssigkeitsstrom einen elliptischen Querschnitt bevorzugt, beziehungsweise den elliptischen Querschnitt mit einem Minimum von Reibung durchfließt. Die compensatorische Endarteriitis erscheint in diesem Falle als ein evidenter Anpassungsvorgang, als eine Bildung, welche dem bei der Verkrümmung zugleich erweiterten Gefässlumen die Form des Blutstromes verleiht. Und in diesem Falle bestimmt offenbar die Gestalt des Blutstromes den Bau und die Formen der Gefässinnenfläche. Wenn man dabei die Vermuthung aufstellt, dass die elliptische Gestalt des gekrümmten Blutstromes einem Minimum von Reibung entspricht, so mag dies durch die oben erwähnten Beobachtungen an dem frei ausspringenden Wasserstrahl gerechtfertigt sein. Eine präzise Beweisführung ist aber erst aus späteren Untersuchungen zu erwarten, da die Strömungsverhältnisse eines gespannten Blutstromes und eines frei ausspringenden Wasserstrahles doch mancherlei Verschiedenheiten aufweisen, über welche man nicht ohne Weiteres hinwegsehen kann.

Es lag nun auch die Frage nahe, ob die Gefässwände an den Stellen solcher Krümmungen nicht noch Besonderheiten in ihrer Structur nachweisen lassen. In der ersten Mittheilung wurden in der Wand des Aortenbogens Längsmuskelfasern beschrieben. Allein es muss doch vorläufig noch als wahrscheinlich bezeichnet werden, dass diese in näherer Beziehung zu den Ursprüngen der grossen Halsgefässstämme stehen. Jedenfalls fehlen solche Längsmuskelfasern der Media an der Krümmungsstelle der Arteria iliaca externa. Auch die Intima besteht hier unter normalen Verhältnissen einfach aus dem Endothel und den beiden Blättern der *Elastica interna*, welche in der ersten Mit-

theilung erwähnt wurden. Ebenso zeigt auch die Adventitia keine besonderen Structurverhältnisse, welche nicht überall in der ganzen Länge der Arteria iliaca externa und femoralis comm. getroffen würden. Nur genaue Messungen der Gefässwände machten auf einen Befund aufmerksam, der sich kurz dahin ausdrücken lässt, dass die Tunica media, die hier wesentlich aus Ringmuskelfasern besteht, an der concaven Seite des Bogens der Arterie am dicksten, und an der convexen Seite am dünnsten ist. Die übrigen Krümmungsstellen von Arterien, welche ich untersuchte, liessen etwas Derartiges nicht mit Bestimmtheit erkennen. Dabei muss indessen bemerkt werden, dass in diesen Fällen die Krümmung der Arterienaxe eine weniger starke war.

Weitere Untersuchungen zeigten, dass auch in der Nähe der Verzweigungsstellen das Lumen der arteriellen Bahn regelmässig Abweichungen von der reinen Kreisform darbietet. Man kann das Ergebniss dahin zusammenfassen, dass der zur Axe senkrechte Querschnitt des Lumen einer Arterie, unmittelbar unter einer Verzweigungsstelle annähernd elliptische Gestalt besitzt. Die kleine Axe der Ellipse liegt in der Theilungsebene der Arterie, das heisst in der Ebene, welche durch die Axe des Stammes und durch den Mittelpunkt der Ursprungsfläche des Astes gelegt werden kann (Stammmaxenradialebene von Roux). Auch diese Ellipsen weichen in der Regel nicht sehr erheblich vom Kreise ab. Unmittelbar unterhalb des Ursprunges der Coeliaca zeigt dem entsprechend die Aorta abdominalis einen elliptischen Querschnitt, und auch die Wurzel der Coeliaca ist in gleicher Weise elliptisch gestaltet. Die kleinen Axen dieser Ellipsen liegen, conform obiger Formulirung, ungefähr in der Sagittalebene des Körpers, die hier annähernd mit der Theilungsebene zusammenfällt. Aehnlich gestalten sich die Verhältnisse am Ursprunge der Renales, der Mesenterica superior und inferior, an der Theilungsstelle der Aorta, der Iliacae communes und der femorales. Nur die Art. mesenterica inferior ist zuweilen von so geringem Caliber, dass sie auf die Gestalt des Aortenquerschnittes keinen sehr bemerkbaren Einfluss ausübt. Desgleichen sind die intercostalen und lumbalen Arterien zu schwach, um den mächtigen Stamm der Aorta umzugestalten.

Die Einflüsse, welche die Krümmungen der Gefäßaxe auf die Gestalt des Arterienquerschnittes ausüben, können gleichzeitig in Wirkung treten mit den Einflüssen, welche durch die Verzweigung bedingt sind. Wenn sodann die beiden genannten Einflüsse in verschiedenen Richtungen wirksam werden, beziehungsweise wenn sie das Bestreben haben, die kleine Axe der Ellipse in verschiedener Richtung zu drehen, stellt sich der Erfolg in einer Mittellage der kleinen Axe der Ellipse dar. Es liegen in diesem Falle indessen die Verhältnisse offenbar so complicirt, dass man die Lage dieser Ellipse, und die Richtung ihrer kleinen Axe eines Genaueren vorher nicht bestimmen kann. Uebrigens habe ich diesen Satz nur aus Befunden an kranken Arterien erschlossen, doch scheint es sehr wahrscheinlich, dass er auch unter normalen Verhältnissen sich bewähren wird.

Dieses sind die wesentlichsten Resultate allgemeineren Charakters, die in Beziehung auf die Gestalt des Arterienquerschnittes gewonnen werden konnten. Sie wurden hier vorangestellt, weil die Kenntniss derselben wesentlich die Deutung der arteriosclerotischen Veränderungen erleichtern wird.

III. Die Arteriosclerosis diffusa.

Wenn man sich die Aufgabe stellt, die Arteriosclerose und die Bedingungen ihrer Entwicklung einer genaueren Prüfung zu unterziehen, erscheint es zweckmässig, neben den ausgeprägten Fällen dieser Erkrankung auch die ersten Anfänge derselben zu berücksichtigen. Diese sind nun in der Regel nicht ohne weitere Vorbereitung mit dem unbewaffneten Auge sicher zu erkennen, und aus diesem Grunde ergab sich zunächst die Nothwendigkeit, neben Fällen mehr oder weniger hochgradiger Arteriosclerose auch eine Anzahl von Gefässsystemen in Bearbeitung zu nehmen, bei welchen die Diagnose zweifelhaft war. Die oben geschilderten, ungewöhnlich zeitraubenden Untersuchungsmethoden gestatteten indessen vorläufig nicht mehr als 13 Fälle in allen Einzelheiten zu untersuchen. Es ist dies gewiss eine sehr beschränkte Zahl; allein es ist zu hoffen, dass die Genauigkeit und Sorgfalt der einzelnen Untersuchungen einen Ersatz biete

für den geringen Umfang des verwendeten Materials. Auch habe ich mir angelegen sein lassen, die gewonnenen Ergebnisse, soweit dies möglich war, sowohl makroskopisch am Sections-tische, als mikroskopisch mit Hülfe der einfacheren, in den früheren Mittheilungen erwähnten Methoden in einer viel grösseren Anzahl von Fällen zu bestätigen. Indessen werde ich über diese letzteren Beobachtungen erst in einer späteren Mittheilung zu berichten Gelegenheit haben.

Zunächst lege ich die mit dem Lucae-Schroeder'schen Apparate angefertigten Umrisszeichnungen der Aorta abdominalis von diesen 13 Fällen vor. Dieselben sind in Tafel VII in zwei Fünftel der natürlichen Grösse wiedergegeben. Nur wenige dieser Figuren (Fig. 8, 9 u. 11) erstrecken sich auch noch über das untere Ende der Aorta thoracica descendens. Fast alle umfassen aber noch das Gebiet der Iliaca communis, sowie die Anfangsstücke der Iliacae internae und externae. Bei der Gruppierung der Figuren auf der Tafel wurden dieselben nach der Dicke der Intima geordnet. Zu diesem Behufe mussten an jedem Gefässbaume einige senkrechte Durchschnitte hergestellt werden, und zwar einer in der Mitte zwischen den Art. renales und der Arteria mesenterica inferior durch die Aorta, ein zweiter ebenfalls durch die Aorta in der Mitte zwischen der Arteria mesenterica inferior und der Stelle, wo die Aorta sich zur Theilung anschickt, und ein dritter und vierter Schnitt endlich durch die Art. Iliaca comm. dextra und sinistra. Auf jedem Querschnitte konnte sodann die Intima an vier, um 90° von einander abstehenden Stellen des Umfanges der Arterie¹⁾ gemessen werden. Das arithmetische Mittel solcher vier Messungen wurde alsdann für den betreffenden Gefässabschnitt als die mittlere Dicke der Intima bezeichnet. Es ergeben sich somit für jeden Gefässbaum vier Mittelzahlen für die Dicke der Intima. Diese wurden summiert, und nach diesen Summenzahlen die Reihenfolge der Figuren bestimmt. Dem entsprechend enthielten die in Figur 1, 2 und 3

¹⁾ Bei kreisförmigem Querschnitte des Arterienlumen wurde die Dicke der Intima an denjenigen Stellen gemessen, an welchen der frontale und der sagittale Durchmesser die Gefässwand schneidet. Bei elliptisch geformtem Lumen wurden dagegen die Messungsstellen bestimmt durch die Endpunkte der grossen und der kleinen Axe der Ellipse.

abgebildeten Gefässramificationen nur eine sehr dünne Intima, während die Mächtigkeit der letzteren in der gegebenen Ordnung zunimmt, und entsprechend Fig. 13 ihren höchsten Werth erreicht. Nur bezüglich der Gruppierung der Figuren 1, 2 und 3 unter sich fand eine Ausnahme statt. Die Summenzahl für die durchschnittliche Dicke der Intima ist für diese drei Fälle nicht erheblich verschieden. Allein die fernere Untersuchung zeigte in der Arteria femoralis bei Fall 3 eine deutlich ausgesprochene, wenngleich nur geringgradige diffuse Endarteriitis fibrosa, und bei Fall 2 einzelne allerdings sehr zarte bindegewebige Einlagerungen in die Intima der peripherischen Arterien, während diese bei Fall 1 vollkommen fehlten. Dadurch wurde ich bestimmt, die Arterien 1, 2 und 3, deren Intima durchschnittlich gleiche Dicke besitzt, in der gegebenen Reihenfolge zu ordnen.

Diese Gruppierung der Gefässbäume nach zunehmender Dicke der Intima ist in vielen Beziehungen als eine sehr sachgemässe zu bezeichnen. In erster Linie ist sie voraussetzungslos und bietet daher fernerer Erörterungen vollkommen festen Untergrund. Weiterhin aber zeigt sich, dass diese Anordnung der Gefässbäume auch annähernd entspricht dem Grade ihrer Erkrankung an Arteriosclerose. Die Aorta der Fig. 1 ist im strengen Sinne als normal zu bezeichnen. Ihre Structur entspricht vollkommen den Schilderungen der ersten Mittheilung; namentlich zeigt ihre Intima nur im Gebiete der Nabelblutbahn eine Bindegewebsschichte. Dabei sieht man allerdings ab von den Erscheinungen, welche sich direct auf die Spannung der Gefässwand beziehen. Diese durch die Paraffinjection herbeigeführte Spannung bedingt nicht nur, dass alle drei Häute der Arterienwand sich dünner darstellen, sondern sie bewirkt auch eine Geradestreckung fast aller Fältelungen der elastischen Membranen. Auch die Aorta Figur 2 entfernt sich in Beziehung auf ihre Structur nicht wesentlich von der Norm; wenigstens stellen die bereits erwähnten Bindegewebssflecken in der Intima der zugehörigen Arteria femoralis räumlich sehr beschränkte Veränderungen dar, die allerdings unzweifelhaft schon das Gebiet der Arteriosclerose berühren. Dem entspricht aber die für das Verständniss der Arteriosclerose sehr wesentliche Thatsache, dass in Fig. 2 bereits eine deutliche Verkrümmung der Aorta ange-

deutet ist. Uebrigens fanden sich in den beiden Fällen 1 und 2 keinerlei wesentliche Veränderungen in den Nieren oder im Herzen.

Die folgenden drei Fälle dagegen (Fig. 3, 4, 5) gestatten die Diagnose der Arteriosclerosis incipiens. Die Bindegewebslagen der Intima im Gebiete der Nabelblutbahn sind hier noch nicht auffällig vermehrt. Nur in den Summenzahlen tritt die grössere Dicke der Intima deutlicher hervor. Auch lässt sich nunmehr eine allerdings nur dünne Bindegewebsschicht in der Intima fast aller grösseren Arterien nachweisen. Gleichzeitig finden sich mehr oder weniger ausgedehnte ödematöse Ergüsse im Unterhautzellgewebe und in den serösen Höhlen, Erkrankungen des Myocard, in zwei Fällen zugleich Klappenfehler am Herzen, die durch chronische Endocarditis bedingt sind, und endlich allerdings geringfügige Erkrankungen der Nieren. Hier handelt es sich um jene ersten Entwicklungsstadien der chronischen interstitiellen Nephritis, welche ich früher ¹⁾ eingehend geschildert habe. Sie sollen mit dem Namen der Nephritis chronica interstitialis incipiens bezeichnet werden. Die Nieren erscheinen dabei nur wenig verändert; auch die Farbe des Parenchyms weicht vielfach nicht erheblich von der Norm ab, wenn nicht etwa durch Unregelmässigkeiten in der Blutvertheilung bestimmte Abänderungen der Farbe gegeben sind. Dagegen haftet die Kapsel etwas fester an der Oberfläche des Organs und letztere lässt nach ihrer Freilegung zahlreiche aber kleine Einziehungen erkennen. Dabei ist das Gewebe der Niere auffallend zähe, die Rinde nicht selten etwas verschmälert. Die mikroskopische Untersuchung aber ergiebt in der Nierenrinde, namentlich in der Nähe ihrer Oberfläche eine sehr grosse Zahl kleinster Bindegewebsheerde, in denen atrophische Glomeruli und Harnkanäle, zuweilen auch kleine Cysten sich finden. Weiterhin trifft man constant zarte Bindegewebslagen in der Intima der kleineren und kleinsten Nierenarterienzweige. Das Epithel der Harnkanäle dagegen ist sehr häufig vollständig normal, ja man kann nicht selten in solchen Nieren, die behufs rascher und vollkommener

¹⁾ Thoma, Zur Kenntniss der Circulationsstörung in den Nieren bei chronischer interstitieller Nephritis. Zwei Mittheilungen. Dieses Archiv Bd. 71. 1877.

Erhärtung mit absolutem Alkohol oder mit einer 5procentigen Lösung von wasserfreiem, geglühtem Chlorcalcium in starkem (95° Tralles) Weingeist injicirt wurden, die radiäre Streifung des Nierenepithels, wie sie von Heidenhain beschrieben wurde, nachweisen.

Diese Veränderungen erscheinen, wie ich seinerzeit ausführlicher begründet habe, als die Vorstufen der primären chronischen interstitiellen Nephritis. Durch die inzwischen erschienenen Untersuchungen von Ziegler¹⁾ und Leyden²⁾ findet dieses Ergebniss in manchen Punkten eine erwünschte Bestätigung. Namentlich die ätiologischen und klinischen Erörterungen Leyden's dürften meine frühere Darstellung der Genese der in Rede stehenden Erkrankung rechtfertigen. In den vorliegenden Fällen aber bezeugt die Coincidenz einer beginnenden chronischen interstitiellen Nephritis mit einer diffusen, wenngleich relativ wenig ausgiebigen Bindegewebsneubildung in der Intima der verschiedensten Arterienzweige, dass letzterer Vorgang als ein pathologischer aufgefasst werden muss, als ein frühes Stadium der Arteriosclerose bezeichnet werden kann. Und diese Schlussfolgerung, die sich nicht nur auf die hier mitgetheilten Fälle, sondern auch auf eine viel grössere Anzahl analoger Beobachtungen stützt, wird weiterhin bestätigt durch die erwähnten Befunde an den Herzklappen und am Myocard. Herz, Aortensystem und Nieren erscheinen, wie das namentlich Leyden und früher Buhl³⁾ ausgesprochen hat, als die drei Angriffspunkte einer einheitlichen Erkrankung, welche sich bald mehr an den Herzklappen, bald mehr an den Arterien, bald mehr in den Nieren localisirt. Die Erkrankung führt aber in der Regel unter den Erscheinungen mehr oder weniger hochgradiger Oedeme zum Tode, so dass schon aus dieser Erfahrung sich mit einer gewissen

¹⁾ Ziegler, Ueber die Ursachen der Nierenschrumpfung nebst Bemerkungen über die Unterscheidung verschiedener Formen der Nephritis. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XXV. 1879.

²⁾ Leyden, Klinische Untersuchungen über den Morbus Brightii. Zeitschr. für klinische Medicin. Bd. II. 1881.

³⁾ Buhl, Ueber Bright's Granularschwund der Nieren und die damit zusammenhängende Herzhypertrophie. Mittheilungen aus dem pathologischen Institute in München. Stuttgart 1878.

Wahrscheinlichkeit die gleichzeitige Erkrankung der Capillarbahn ergibt, die als viertes Glied in der Erkrankung in einer späteren Mittheilung genauer geprüft werden soll.

Die dritte Gruppe umfasst die Aortensysteme Fig. 6, 7 und 8. Es handelt sich hier um ausgeprägte Fälle von Arteriosclerose, die combinirt sind mit Hypertrophie des linken Ventrikels, mit beginnender oder mit hochgradiger interstitieller Nephritis (Fall 7), zum Theil auch mit Klappenfehlern des Herzens nebst entsprechenden compensatorischen Hypertrophien des Myocard. Zugleich finden sich ödematöse Zustände im Unterhautzellgewebe und hydropische Ergüsse in die serösen Höhlen, einmal auch (Fall 7) fibrinöse Pericarditis. Somit trifft man hier im Ganzen das gleiche Krankheitsbild wie in der vorhergehenden Gruppe; allein dieses ist in allen seinen Theilen stärker ausgeprägt. In dem einen Falle (7) hat sich der Krankheitsprozess in den Nieren mit einer albuminösen und fettigen Trübung des Epithels der gewundenen Harnkanäle und der Schleifenkanäle combinirt, die unzweifelhaft als Folge der Circulationsstörungen zu betrachten ist. Welcher Art diese Circulationsstörung sei, habe ich in dem oben erwähnten Aufsätze näher geprüft. Dass aber die Behinderung des Blutumlaufes gelegentlich zu einer Trübung oder Degeneration des Nierenepithels führen muss, ist begreiflich, wenn man erwägt, wie empfindlich nach allen einschlägigen Erfahrungen das Epithel der Harnkanäle ist. Speciell in Beziehung auf die Wandung der Aorta und der Iliacae constatirt man in allen diesen Fällen eine wesentliche Zunahme der Dicke der Intima, die ganz ausschliesslich durch eine Zunahme der bindegewebigen Schicht derselben bedingt ist. Aber ausserdem tritt hier noch stellenweise eine erhebliche diffuse Bindegewebswucherung in der Intima der übrigen Zweige des Aortensystems hervor, und zuweilen stellen sich auch jene eigenartigen, circumscripten, hügel-förmigen, bindegewebigen Verdickungen der Intima mit und ohne Verfettung, Verkalkung und Atherombildung ein. Die Diagnose der Arteriosclerose ist somit für diese dritte Gruppe ausser Frage.

In die vierte Gruppe sollen endlich die nun übrig bleibenden Aorten Fig. 9—13 eingereiht werden. Sie zeigen hochgradige Arteriosclerose mit diffuser und hügel-förmiger Verdickung der

Intima, Kalkplatten und Atheromheerde. Ausserdem sind auch die übrigen, für die dritte Gruppe besprochenen Krankheitsprozesse in diesen Fällen stärker ausgeprägt. Der specielle Nachweis dieser Befunde ist in folgender Uebersicht geführt, bezüglich welcher zu bemerken ist, dass die einzelnen Fälle dieser Uebersicht die gleichen Nummern tragen, wie die zugehörigen Abbildungen der Tafel.

Uebersichtliche Zusammenstellung der untersuchten Fälle.

Fall 1.

Mann von 35 Jahren. Starke Abmagerung, nirgends Oedeme. Geringe Mengen klarer Flüssigkeit in den serösen Höhlen.

Arteriensystem und Herz normal. Nieren und Unterleibsorgane zeigen frische venöse Hyperämie.

Tuberculöse Geschwüre im Kehlkopf. Chronische ulceröse Pneumonie. Disseminirte miliare Tuberkel in den serösen Häuten. Myxom der ersten linken Stirnwindung des Gehirns.

Fall 2.

Frau von 32 Jahren. Mittlerer Ernährungszustand. Nirgends Oedeme, nirgends Ergüsse in die serösen Höhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliaca annähernd normal. In der Intima der Art. femoralis Spuren von Bindegewebe.

Trübung des Myocard. Nieren annähernd normal. Versuch der Exstirpation eines Carcinoma thyreoideae. Metastatische Krebsknoten in Lunge und Pleura. Lungenödem.

Fall 3.

Frau von 51 Jahren. Geringer Ernährungszustand, Oedem der Malleolen, seröse Ergüsse in Pericardial-, Pleura- und Peritonäalhöhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliacae zeigen Spuren von Arteriosclerosis diffusa. Im Arcus aortae ein kleiner Atheromheerd. Spuren von Bindegewebe in der Intima der Art. renales, mesenterica inferior und femorales.

Endocarditis chronica. Stenosis mitralis. Hypertrophie und Dilatation des linken Vorhofes und des rechten Ventrikels des Herzens.

Nephritis interstitialis chronica incipiens.

Braune Induration und Oedem der Lungen.

Fall 4.

Frau von 31 Jahren. Mittlerer Ernährungszustand. Leichtes allgemeines Hautödem. Reichliche Ergüsse in die serösen Höhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliacae zeigen Arteriosclerosis diffusa incipiens. Arteriosclerosis diffusa und nodosa und Atherom der Aorta thoracica

Endocarditis chronica, Insuff. valv. aortae et mitralis. Hypertrophie und Dilatation aller Herzabtheilungen.

Nephritis interstitialis chronica incipiens.

Braune Induration und Oedem der Lungen.

Erweichungsheerd im Gehirn.

Fall 5.

Mann von 52 Jahren. Mässige Abmagerung. Oedem der Malleolen. Spärliche Transsudate in den serösen Höhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliaca zeigen Arteriosclerosis diffusa incipiens. Arteriosclerosis diffusa und Fettflecken im Arcus aortae. Geringe Arteriosclerose der Art. femoralis.

Braune Atrophie des Herzmuskels, Klappen des Herzens normal.

Nephritis interstitialis chron. incipiens.

Schiefriige Induration der Lungenspitzen, vesiculäres Lungenemphysem. Bronchiectasien und Lungenödem.

Fall 6.

Mann von 46 Jahren. Abmagerung. Oedem der Malleolen. Geringe Ergüsse in die serösen Höhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliaca zeigen Arteriosclerosis diffusa et nodosa und Atherom. Arteriosclerosis und Atherom der Aorta thoracica. Beginnende Arteriosclerose der Nierenarterien, der Art. mesent. superior.

Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels des Herzens. Fettdegeneration des Myocard. Herzklappen unverändert.

Lobuläre Pneumonien. Lungenödem.

Syphilis. Narben an der Glans penis und am Gaumen. Encephalomeningitis chronica.

Fall 7.

Mann von 33 Jahren. Guter Ernährungszustand. Starkes Oedem der Extremitäten. Hydrops ascites. Pericarditis fibrinosa.

Aorta abdominalis und Art. iliaca zeigen Arteriosclerosis diffusa. Arteriosclerosis und Atherom der Aorta thoracica, der Art. coeliaca und mesent. sup. und der Art. femorales. Endarteriitis der Arteriolen der Leber.

Chronische Endocarditis. Insuff. valv. mitralis mässigen Grades. Hypertrophie und Dilatation beider Herzabtheilungen. Trübung des Myocardium.

Nephritis chronica interstitialis und parenchymatosa.

Braune Induration und Oedem der Lungen.

Fall 8.

Mann von 63 Jahren. Mittlerer Ernährungszustand, kräftiger Knochenbau. Oedem der Unterschenkel. Reichliche Transsudate in die serösen Höhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliaca zeigen Arteriosclerosis diffusa et nodosa, und Atherom. Arteriosclerose, Verkalkung, Atherom und atheromatöse Geschwüre der Aorta thoracica. Arteriosclerose der Coronararterien des Herzens, der Carotiden, der Art. femorales. Fibröse Endarteriitis der Arteriolen des Pericardium und der Leber.

Chronische Endocarditis, Insuff. et Stenosis mitralis. Hypertrophie und Dilatation beider Herzabtheilungen. Fettdegeneration des Myocardium.

Nephritis interstitialis chronica incipiens.

Emphysem und Oedem der Lungen.

Fall 9.

Mann von 60 Jahren. Abmagerung. Oedem der Malleolen. In den serösen Höhlen nur Spuren von Flüssigkeit.

Aorta abdominalis und Art. iliaca zeigen hochgradige Arteriosclerosis diffusa et nodosa. Arteriosclerosis diffusa et nodosa der Aorta thoracica, Arteriosclerosis diffusa der Art. coeliaca, renales, mesenterica inferior und femorales.

Herzklappen unverändert. Hypertrophie des linken Ventrikels des Herzens.

Nephritis chronica parenchymatosa et interstitialis. Amyloid der Nieren.

Carcinom der Zunge. Schluckpneumonien und Oedem der Lungen.

Fall 10.

Frau von 71 Jahren. Starke Abmagerung. Reichliche Transsudate in den serösen Höhlen, namentlich in der linken Pleurahöhle. Eitrige Pericarditis.

Aorta abdominalis und Art. iliaca zeigen hochgradige diffuse und knotige Arteriosclerose, Verkalkung und Atherombildung. Arteriosclerose und Atherom der Aorta thoracica. Die Atheromherde der Aorta ascendens, soweit diese dem Pericardium anliegt, enthalten zahlreiche Eiterzellen. Hochgradige Arteriosclerose der Carotiden und der Art. femoralis.

Diffuse Verdickung der Herzklappen. Hypertrophie des linken Ventrikels des Herzens.

Nephritis interstitialis chronica incipiens.

Emphysem und Oedem der Lungen. Dermoid des rechten Ovarium.

Fall 11.

Mann von 36 Jahren. Guter Ernährungszustand. Kräftiger Knochenbau. Starkes allgemeines Hautödem. Reichliche Transsudate in allen serösen Höhlen.

Aorta abdominalis und Arteriae iliaca zeigen ausgeprägte diffuse und knotige Arteriosclerose. Arteriosclerosis diffusa et nodosa der Aorta thoracica, der Carotiden, der Hirnarterien. Fibröse Endarteritis der Arteriolen der Leber.

Relative Insuff. mitralis. Hypertrophie und Dilatation aller Herzabtheilungen, namentlich des linken Ventrikels. Trübung des Herzfleisches.

Nephritis interstitialis chronica.

Emphysem, Hyperämie und Oedem der Lungen.

Multiple Erweichungsheerde im Linsenkern des Gehirns, beiderseits.

Fall 12.

Mann von 63 Jahren. Guter Ernährungszustand. Oedem der Malleolen. Geringe Mengen von Transsudat in den serösen Höhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliacae zeigen ausgesprochene diffuse Arteriosclerose. Arteriosclerosis diffusa et nodosa der Aorta thoracica und der femoralis.

Endocarditis chronica. Insuff. mitralis. Hypertrophie und Dilatation beider Herzabtheilungen.

Nephritis interstitialis chronica incipiens mit einigen Cystenbildungen. Infarcte der Nieren.

Emphysem, braune Induration und Oedem der Lungen.

Alter Erweichungsheerd im Gehirn. Arcus senilis.

Fall 13.

Frau von 72 Jahren, Geringer Ernährungszustand. Hautödeme. Reichliche Transsudate in beiden Pleurahöhlen.

Aorta abdominalis und Art. iliacae zeigen hochgradige diffuse und knotige Arteriosclerose. Ebenso die Aorta thoracica, die Art. femoralis und Art. fossae Sylvii beiderseits. Arteriosclerosis diffusa der Art. mesent. superior und inferior.

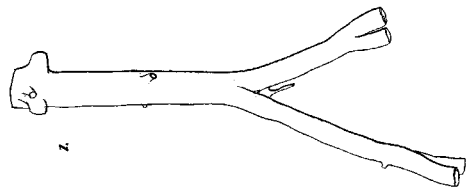
Herzklappen ohne auffällige Veränderungen. Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels des Herzens.

Nephritis interstitialis chronica incipiens.

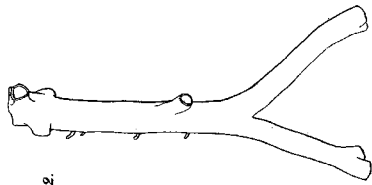
Emphysem und Oedem der Lungen.

Strahlige Narbe der Magenschleimhaut. Erweichungsheerd im linken Linsenkern des Gehirns.

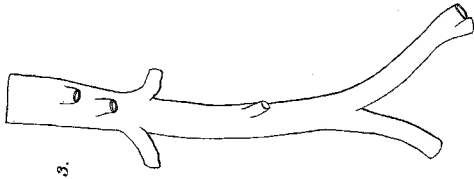
Die Vergleichung dieser Uebersicht des Beobachtungsmaterials mit den Abbildungen der Taf. VII zeigt in evidenter Weise, dass der arteriosclerotische Prozess verknüpft ist mit einer Verkrümmung der Arterien, die im Ganzen und Grossen proportional der Verdickung der Intima erscheint. Es ist dies ein Ergebniss, welches sich enge anschliesst an die klinische Erfahrung, dass bei bestehender Arteriosclerose die äusserlich sichtbaren Arterien, namentlich die Temporalarterien eine stärkere Schlingelung aufweisen. Jedoch kann eine genauere Kenntniss der gesetzmässigen Beziehungen zwischen der Arteriosclerose und der Verkrümmung erst durch eine specialisirtere Untersuchung erzielt werden. Denn nach dem Tode zieht sich mit dem Schwinden des Blutdruckes die Arterienwand nicht nur in querer, sondern auch in longitudinaler Richtung zusammen, so dass es einer sehr aufmerksamen Untersuchung bedarf, um bei nicht sehr hochgradiger Erkrankung ohne vorgängige Injection von den pathologischen Krümmungen der Arterien etwas nachzuweisen. Nur sehr starke Difformitäten, wie sie in Fig. 9,



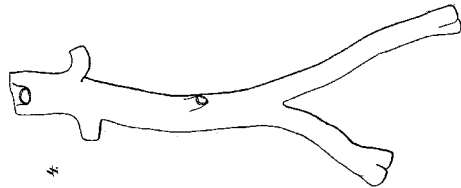
1.



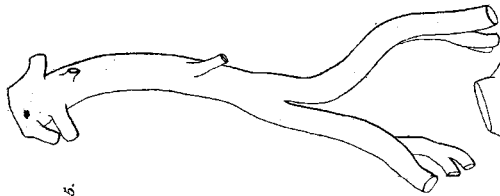
2.



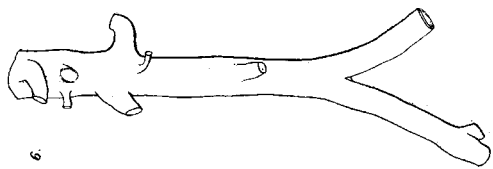
3.



4.



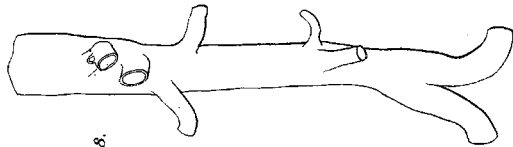
5.



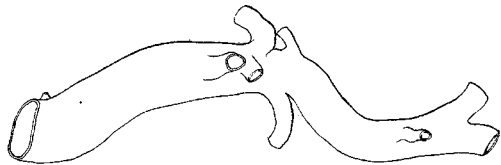
6.



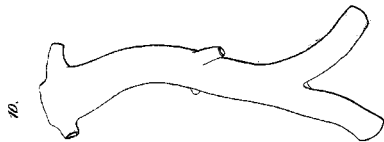
7.



8.



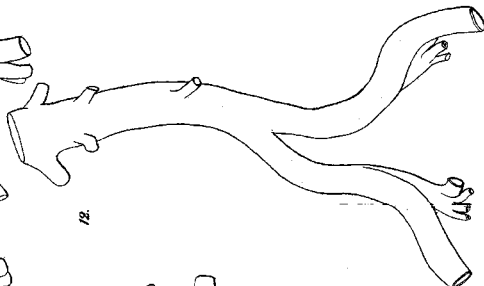
9.



10.



11.



12.



13.

10 und 13 wiedergegeben sind, werden ohne weitere Vorbereitungen bei der Section leicht wahrnehmbar.

Indessen ist die erwähnte Proportionalität zwischen der Verkrümmung der Arterien und der Ausbildung des arteriosclerotischen Prozesses doch nicht ganz bedingungslos anzuerkennen. Die drei Aortenstämme, welche in Fig. 6, 8 und 11 wiedergegeben sind, zeichnen sich vor ihren Nachbarn in auffälliger Weise aus durch einen mehr oder weniger gestreckten Verlauf und durch geringere Difformität. Es handelt sich aber in diesen drei Fällen nicht um annähernd normale Aorten, deren physiologische Bindegewebslage etwa ungewöhnlich dick, aber nicht gerade erkrankt ist. Denn abgesehen davon, dass sich in diesen Fällen mehrfach circumscribed Verdickungen der Intima nebst Verkalkung und Atherombildung im Gebiete der Aorta abdominalis vorfindet, zeigt auch die mikroskopische Untersuchung, dass die Bindegewebsneubildung in der Intima weithin die physiologischen Grenzen, also das Gebiet der Nabelblutbahn überschreitet, und in allen untersuchten peripherischen Arterien auftritt. Hat man es aber hier mit Fällen legitimer Arteriosclerose zu thun, so wird man daraus zunächst den Schluss ziehen müssen, dass jene Beziehung der Arteriosclerose zu der Verkrümmung des Gefässrohres nicht in allen Fällen besteht. Der Schlüssel zum Verständnisse dieser Ausnahmen kann aber erst bei einer weitergehenden Prüfung der einzelnen Fälle gewonnen werden.

(Schluss folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Die Taf. VII enthält die Abbildungen von 13 Präparaten der Aorta abdominalis und der angrenzenden Abschnitte der arteriellen Bahn. Die Präparate sind in situ bei einem constanten Drucke von 16 cm Quecksilber und bei einer Temperatur von 40—50° C. mit Paraffin injicirt. Nach der Entfernung aus der Leiche wurden diese Aorten in einer mit Spiritus gefüllten Wanne in geeigneter Weise aufgestellt und mit Hilfe des Lucae-Schröder'schen Diopetrographen in natürlicher Grösse gezeichnet. Diese Zeichnungen konnten endlich unter Benutzung eines Pantographen mit einer Verkleinerung von 2:5 auf den lithographischen Stein übertragen werden.

Die Nummern der Figuren entsprechen der Numerirung in der Uebersicht des Beobachtungsmaterials und in den Tabellen, welche im Text nachzusehen sind.