

XVI.

Experimentelle Untersuchungen über Thrombose.

Von Prof. J. C. Eberth und C. Schimmelbusch
in Halle.

(Hierzu Taf. XI—XII.)

II. Die Entstehung von Thromben in grösseren Gefässen von Säugethieren.

In dem 103. Bande dieses Archivs haben wir Untersuchungen über Thrombose mitgetheilt, welche die Entstehungsweise von Thromben beim Warmblüter durch directe Beobachtung des circulirenden Blutes am Hund, Kaninchen und Meerschweinchen zu ermitteln suchten. Zu diesem Zweck wurden die Thiere laparotomirt und das Omentum oder eine Mesenterialplatte hervorgezogen und diese gegen Kälte und Trockenheit sehr empfindlichen Membranen mittelst einer verhältnissmässig einfachen Methode einer stundenlangen Beobachtung zugänglich gemacht und dann der Effect sehr verschiedener chemischer und mechanischer Eingriffe auf die Gefässse studirt. Die Resultate dieser Versuche führten uns zu einer Auffassung von der Bildungsweise der Thromben, die von den herrschenden Anschauungen in vieler Beziehung abweicht. Zunächst brachten wir den Nachweis, dass an dem Aufbau des Thrombus nicht, wie man nach den Arbeiten von Zahn u. A. annahm, die weissen Blutkörper in einer ganz hervorragenden Weise betheiligt sind, sondern vielmehr die Blutplättchen, dass die weissen körnigen Massen, die man bei Untersuchung von Thromben so vielfach findet, nicht Trümmer von Leucocyten, sondern Massen veränderter Blutplättchen sind, und dass bei der Ppropfbildung auf verletzten Gefässwänden nur die Plättchen in grossen Mengen sich ansammeln und fest unter einander verkleben. Es wurde dann gezeigt, dass diese Blutplättchenhaufen gewissen mechanischen Vorgängen im circu-

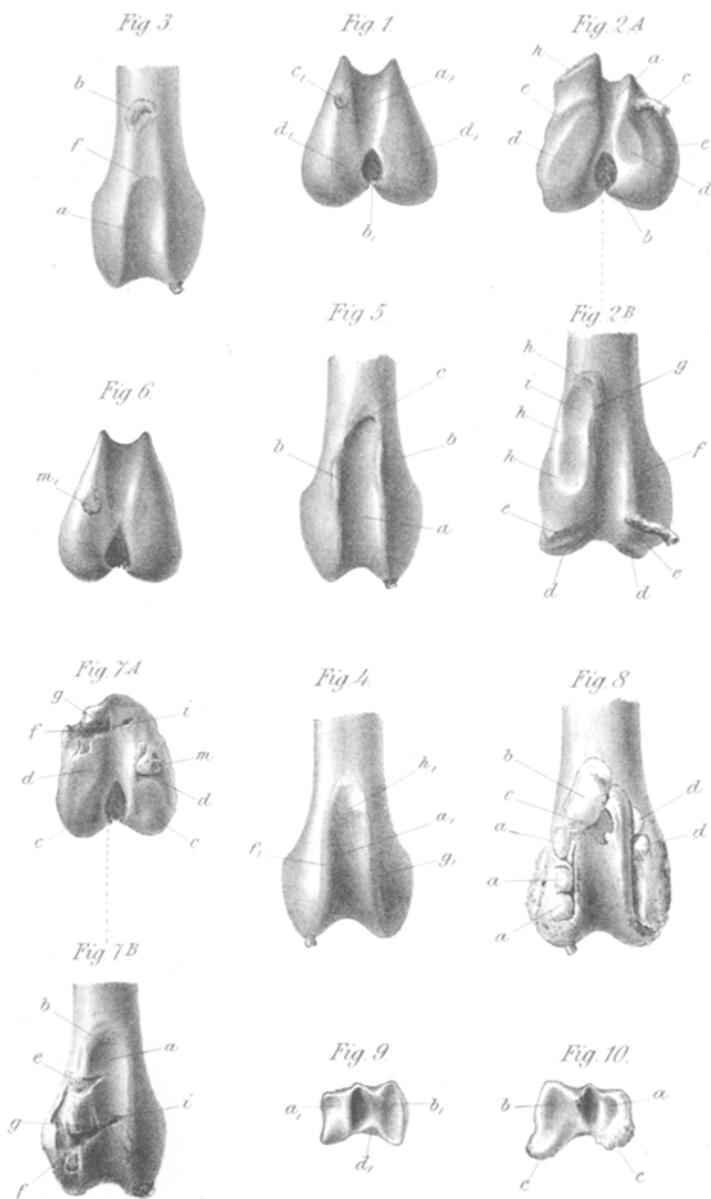
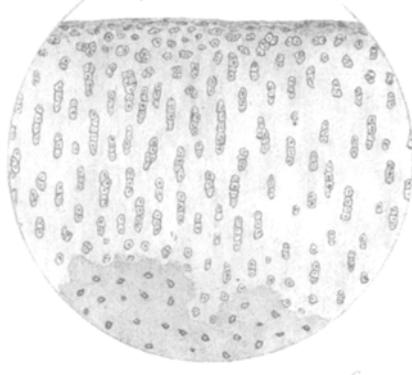
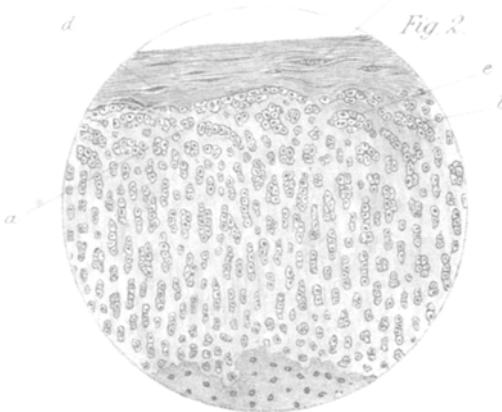


Fig. 1



c

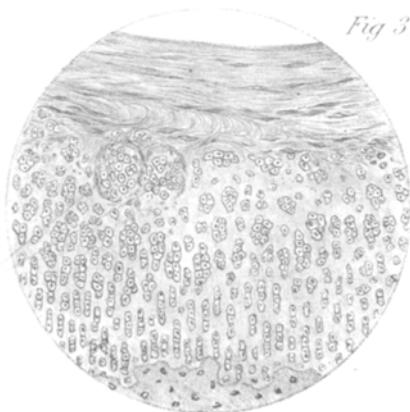
Fig. 2



a

b

Fig. 3



lirenden Blute ihre Entstehung verdanken, dass im normalen Blutstrom diese Elemente, wie die rothen Blutkörper im Gefäss einen mehr axialen Fluss innehalten und mit den Wänden desselben nicht in Berührung kommen, dass aber bei einer Verlangsamung oder Wirbelbildung des Stromes, wie sie nach gewissen Gefässverletzungen etc. entstehen, die Blutplättchen aus dem axialen Strome abgelenkt werden und haufenweise sich an den Wänden ansammeln. Wir constatirten ferner, dass zur definitiven Bildung eines Blutplättchenpropfes eine Veränderung der angesammelten Blutplättchen nöthig sei, die wir nach der hervorragendsten Erscheinung derselben als visköse Metamorphose bezeichneten. Es wurde schliesslich auch schon darauf aufmerksam gemacht, dass durch Anhäufung und Verschmelzung der Blutplättchen entstandene Thrombenbildung nicht als „Blutgerinnung“ bezeichnet werden könne, sondern dass zwischen der Verschmelzung präformirter Blutbestandtheile und einer Faserstoffabscheidung aus dem Blutplasma eine principielle Differenz walte, die es rechtfertige, den ersten Vorgang als Conglutation dem letzteren als Coagulation direct gegenüberzustellen.

Es lässt sich nicht leugnen, dass für das Studium von Circulationsstörungen im Gefässapparat die directe Beobachtung des strömenden Blutes die ideale Methode der Forschung ist. Hier war sie dies um so mehr, als die Blutplättchen bekanntlich ausserordentlich hinfällige Elemente sind, die sich mit gewöhnlichen Mitteln nur schwer conserviren und in ihren ursprünglichen Verhältnissen sich eigentlich nur im strömenden Blute beobachten lassen. Die Circulationsbeobachtung würde die Frage nach der Entstehung von Thromben auch abschliessend beantwortet haben, wenn nicht neben den Vortheilen, die sie besitzt, gewisse Nachtheile ihr zukämen, die sie in einigen Beziehungen als einseitig erscheinen lassen. Es sind dies Nachtheile, die dem Experimentator zum Theil durch die ausserordentliche Zartheit und Kleinheit der Gefässer des Mesenterium erwachsen. Ist es schon nicht leicht auf eine mikroskopisch in's Auge gefasste Capillare, Arterie oder Vene einen mechanischen oder chemischen Insult zu appliciren, so ist es überaus schwierig, diesen Insult so gelinde ausfallen zu lassen, dass nicht gleich Stase eintritt. Eine nicht unwichtige Gruppe von Versuchen, die Einführung

von Fremdkörpern in das Gefässlumen, verbietet sich wegen des geringen Gefässkalibers von selbst. Dann ist aber auch für gewisse Versuche die grosse Zahl der corpusculären Blutelemente beim Säugethier der Beobachtung hinderlich. So gelang es uns z. B. nicht, die hämorrhagische Thrombose bei unseren Circulationsbeobachtungen zu studiren. Beim Frosch konnten wir wie Zahn mit einer Nadel ein Gefäss anstechen und dann den thrombotischen Verschluss der Wunde verfolgen, aber beim Warmblüter wird bei dieser Gefässverletzung das Gesichtsfeld so mit rothen Blutkörpern überschwemmt, dass die weitere Beobachtung dadurch bald unmöglich wird. Alles dies sind Momente, die es nöthig machten, zur Ergänzung der Circulationsbeobachtungen eine Reihe weiterer Versuche an grösseren Gefässen folgen zu lassen.

I. T e c h n i k.

Bewegten wir uns bei unseren Circulationsbeobachtungen am Säugethier auf einem noch wenig betretenen Gebiete, so gelangten wir hier zu einem um so häufiger schon in Angriff genommenen; zahlreiche Forscher haben sich schon bemüht, in den grösseren Arterien und Venen von Säugern Thrombose künstlich zu erzeugen und so das Genauere über die Bedingungen und näheren Umstände dieses Prozesses zu ermitteln. Im Gegensatz zu den erheblichen technischen Schwierigkeiten bei den Versuchen am strömenden Blute, sind im Allgemeinen die Experimente an sich hier ja leicht auszuführen. Es handelt sich nur darum, das Gefäss freizulegen und einen bestimmten Insult, z. B. eine Cauterisation, auf dasselbe zu appliciren. Die Schwierigkeit liegt hier in der weiteren Untersuchung des Gefässes, in der Prüfung des Gefässinhaltes, in der günstigen Conservirung der Lage- und Formverhältnisse eines entstandenen Thrombus, Umstände, welche leider nicht immer hinreichend berücksichtigt wurden. So hat man die Gefässse geätzt, gebrannt, umschnürt oder gequetscht und verschiedene Zeit nach einem solchen Insulte einfach aufgeschnitten und nachgesehen, ob das Blut in denselben noch flüssig oder „geronnen“ sei. Wenn man nun bedenkt, wie wenig Garantie diese makroskopische Prüfung des bei der Oeffnung sich schnell entleerenden Gefässinhaltens und der blutbedeckten Ge-

fässwand dafür bietet, dass kleinere Pfröpfe nicht übersehen werden, wird man dieser Art der Untersuchung wenig Genauigkeit zuerkennen müssen. Besser ist schon eine Methode, die seinerzeit von Pfitzner¹⁾ und neuerdings von S. Lubnitzky²⁾ angewandt worden ist, um den Verschluss von Arterienschnittwunden zu studiren. Das Gefäss wurde hier nach Anlegen einer centralen, den Blutfluss aufhebenden Ligatur excidirt, in eine Härtungsflüssigkeit eingetragen und später in Serienschnitten untersucht. Dies Verfahren hat den Nachtheil, dass das Gefäss beim Herausschneiden sich entleert und stark collabirt, zwei Momente, die zu Täuschungen Veranlassung geben können. Wir zogen es darum vor, sowohl central wie peripherisch von der in's Auge gefassten Strecke des Gefäßes je zwei circa 1 cm von einander abstehende ganz lose Ligaturen anzulegen, die dann bei der Excision alle vier rasch festgeknüpft wurden. Das zwischen den mittleren Ligaturen befindliche Gefässstück, welches dem Versuch gedient hatte, wurde dann herausgeschnitten und sofort in die Härtungsflüssigkeit eingetragen. Vor der Excision hat man besonders Sorge zu tragen, dass alle Collateralen unterbunden sind, was zumal bei den Femoralgefässen oft nicht geringe Schwierigkeiten bereitet. Gelingt dies aber, so bleibt der normale Füllungszustand des Gefäßes vollkommen erhalten und Lageveränderungen des Inhaltes sind so gut wie ganz vermieden. Als Härtungsflüssigkeiten haben wir uns sehr verschiedener Agentien bedient. Im Anfang unserer Versuche benutzten wir vielfach ein von Flesch angegebenes Gemisch von Chrom- und Osmiumsäure. Die Präparate wurden hierin ein bis zwei Tage gelassen, dann gut mit Wasser ausgewaschen und in 90prozentigen Alkohol völlig gehärtet. Die Conservirung der Blutelemente gelingt hiermit verhältnismässig gut; besonders die der Leucocyten. Die Tinctionsfähigkeit der Gewebeelemente leidet aber durch die Chrom-Osmiumsäure derart, dass wir später von diesem Conservirungsmittel bald abgingen. Härtungen in 1 prozentiger Osmiumsäure oder in Osmiumsäuredämpfen, die wir dann versuchten, beeinträchtigen in der gleichen Weise die Färbung. Ein mehrtägiges Einlegen der Gefässer in Müller'sche Flüssigkeit mit

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 72.

²⁾ Archiv für experimentelle Pathologie Bd. 19.

folgender Härtung in Alkohol giebt in Bezug auf Conservirung und Färbung recht gute Resultate. Wenn wir dennoch dies Verfahren nicht empfehlen können, so liegt dies daran, dass die rothen und die farblosen Blutkörper sich dabei zu eigenthümlichen Haufen im Gefässen gruppiren und gegen das Blutplasma absetzen. Diese Erscheinung, die zum grössten Theile offenbar von der langsamen Erhärtung des Blutes und den dabei eintretenden Senkungen der Blutkörper im Plasma, abhängig ist, kann leicht Irrthümer herbeiführen. Nach diesen nicht befriedigenden Resultaten haben wir uns ausschliesslich der reinen Alkoholhärtung bedient. Die Gefässen wurden erst einige Tage in 60procentigen, dann 8 Tage in 90procentigen Alkohol conservirt. Um die Präparate schnittgerecht zu machen, wurden sie darauf sorgfältig in Celloidin eingebettet. Hierzu entwässert man das betreffende Gefäss erst ein bis zwei Tage vollkommen in Alcohol absolutus und trägt es dann in eine dünne Lösung von Celloidin in gleichen Theilen von Aether und Alkohol ein. Damit die Imbibition eine vollkommene wird, muss man das Gefäss vor dem Eintragen in Celloidin anschneiden und circa 8 Tage unter Luftabschluss darin ruhen lassen; erst dann kann man die Luft zutreten, den Aether und Alkohol verdampfen und damit das Celloidin erhärten lassen. So präparirt wurde nun ein Gefässstück in einer grossen Anzahl, oft in mehreren hunderten von Serienschnitten untersucht und dabei die Schnitte durchweg mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt. Die Blutplättchen und deren Haufen zeigen bei dieser Tinction eine violette Färbung, welche sie scharf von den diffus hellroth erscheinenden rothen Blutkörpern und den mit tiefblauen Kernen versehenen farblosen sich abheben lässt.

Als Versuchsthiere gebrauchten wir bei diesen Experimenten mittelgrosse Hunde und kräftige Kaninchen. Bei der Operation narkotisirten wir die letzteren durch subcutane oder intraabdominale Injection mehrerer Centigramm Morphium hydrochloricum, bei den ersten wandten wir die schon bei den Circulationsbeobachtungen benutzte combinierte Morphium-Chloralnarkose an. Die Thiere wurden dann mit dem Rücken auf ein Brett gelagert und die ausgestreckten vier Extremitäten durch Schlingen nach den vier Ecken des Brettes ausgespannt. Eine fünfte Schlinge,

die hinter den Eckzähnen um die Schnauze greift und an der entsprechenden Kante des Brettes befestigt ist, zieht dann noch den Kopf herunter und hält dadurch den Hals gestreckt. In dieser Weise sind die Hals- und Schenkelgefässe des Thieres dem Experimentator bequem zugänglich gemacht.

II. Versuche.

Am 31. März 1885 fesselten wir auf die oben beschriebene Art einen kräftigen Jagdhund. Es wurde die Arteria femoralis des einen Schenkels freipräparirt und mit einem Seidenfaden an einer Stelle fest umschnürt. Hierbei füllte sich das central von der Ligatur gelegene Stück derselben prall an, während das peripherische collabirte. Nachdem die Ligatur dann eine Viertelstunde lang gelegen hatte, wurde sie sorgfältig durch Schnitte gelöst und in demselben Moment erlangte die Arterie auch wieder ihren normalen Füllungszustand. Die Stelle, an welcher der Seidenfaden umschnürt hatte, zeigte sich deutlich in Form eines helleren weisslichen Ringes, der um das Gefäss verlief. Dasselbe wurde so $\frac{3}{4}$ Stunden der Blutcirculation überlassen, nachdem die Operationswunde, um ein Eintrocknen zu verhüten, provisorisch geschlossen war, und wurde dann in der oben beschriebenen Weise herausgeschnitten und in Chrom-Osmiumsäure eingetragen. In den Längsschnittpräparaten, die dann später angefertigt wurden, sieht man, wie Fig. 3 Taf. XI dies zeigt, die Zerstörung, welche die Umschnürung in den inneren Schichten der Arterienwand hervorgebracht hat. Die sehr dünne Intima ist völlig zerrissen, die Media zerquetscht und die an diese angrenzende, zahlreiche elastische Fasern enthaltende Schicht der Adventitia in ihrem Zusammenhang etwas gelockert. Die auseinandergedrängten Massen der circulären Muskelschicht haben sich zu zwei Wülsten (A A) aufgethürmt, die circulär auf beiden Seiten die Umschnürungsstelle (B) einfassen und ungefähr um $\frac{1}{10}$ des Gefässdurchmessers in das Lumen prominiren. Auf dem central gelegenen Wulste liegt die Intima (c) zum Theil noch an, auf dem peripherischen aber ist sie eine Strecke weit ganz abgeblättert und die Elastica flottirt frei im Strome. Zwischen die Muskelemente der Wülste, die, wie Figur es zeigt, eine radiäre Richtung angenommen haben (b''), sind hie und da

grössere und kleinere Mengen rother Blutkörper eingepresst. Von der Spitze des central gelegenen Wulstes hängt nun ein Thrombus (d) herab, der in seiner grössten Ausdehnung, auf der einen Seite des Gefässes bis in die Mitte des Lumens hineinragt. Anderen Stellen dieses circulären Wulstes sitzen, wie dies in weiteren Längsschnitten zu sehen ist, etwas kleinere Ballen auf, die zum Theil blos in die durch die Umschnürung erzeugte Rinne zwischen beiden Wülsten herabhängen. Auf der Spitze des peripherischen Wulstes fehlen Thrombenmassen oft ganz oder sie sind wenigstens weit geringer als auf dem centralen. Fast constant ist die Lamina elastica interna, wo sie abgelöst frei in das Lumen ragt mit einem haubenartigen Pfröpf bedeckt. Kleinere Pfröpfe in wechselnden Dimensionen sitzen ferner an einzelnen Stellen der Rinne und der Wülste auf. Auch die ganze Furche ist manchmal continuirlich mit einem Saume von Thrombenmassen überzogen, s. Fig. 3; an anderen Orten ist dieselbe völlig frei von Pfröpfen. Die Thromben bestehen fast ausschliesslich aus Blutplättchen, die zu einer feinkörnigen bis homogenen Masse verschmolzen sind. In grösseren Ballen treten dunklere und hellere Partien auf, die denselben ein wolkiges Aussehen geben, ein Befund, der wohl auf gewisse Unregelmässigkeiten der Bildung, auf dichteres und lockeres Zusammenschweissen der Blutplättchenhaufen zurückzuführen ist. Einzelne, der Form nach gut differenzirte, Blutplättchen sind in diesen Haufen kaum zu erkennen. Es ist dies in den mittleren und also älteren Partien der Pfröpfe auch nicht wunderbar, wohl aber an der Peripherie, an den zuletzt abgelagerten Plättchenmassen. Es erklärt sich dies aus dem verhältnissmässig langsamem Eindringen der Härtungsflüssigkeit durch die dicke Gefässwand, wodurch den, im Moment der Excision nur wenig veränderten Gebilden Zeit zu weiteren Alterationen vor der Fixirung gelassen wurde. Rothe Blutkörper sind nur an wenigen Stellen und in geringer Zahl in diesen Pfröpfen eingeschlossen und ebenso findet man weisse Blutkörper in ihnen nur spärlich vor, während auf einem solchen Thrombus, besonders wenn dessen Oberfläche sehr unregelmässig und wellig ist, ab und zu mehr weisse Blutkörper liegen (Taf. XII. Fig. 3b). Immerhin sind diese anderen Blutelemente gegen die enorme Anzahl von Blutplättchen, die hier

verschmolzen sind, gering an Zahl. Hier und da sieht man dagegen grössere Mengen von Leucocyten in den auseinander gedrängten und radiär gestellten Muskelfasern der Media, die hierhin immigrirt sein müssen, nachdem sie an den rauhen Flächen der verletzten Stelle hängen geblieben.

Bei einem zweiten ganz analogen Versuche umschnürten wir die Arteria femoralis eines Hundes zweimal, so zwar, dass wir zuerst central eine Ligatur anlegten und dann 2 Minuten später peripherisch von dieser und im Abstand von ungefähr 1 cm eine zweite. Beide Ligaturen wurden dann gleichzeitig gelöst und das Gefäss noch 20 Minuten lang bis zur Excision dem Blutstrom überlassen. Der Effect der Zerquetschung der Media und der Zerreissung der Intima ist hier ganz derselbe, wie in dem vorhergehenden Versuche; die Grösse der Thrombenmassen bleibt im Ganzen etwas unter derjenigen im oben geschilderten Versuch, im Uebrigen aber zeigen die Dimensionen und Formen der Ballen in verschiedenen Längsschnitten grosse Abweichungen unter einander, ebenso wie dort.

Drei Versuche haben wir an den Jugularvenen von Hunden gemacht, um den spontanen Verschluss einer Venenschnittwunde zu studiren. Der Schnitt wurde hierbei mit einem spitzen und scharfen Lanzenmesser ausgeführt und hatte eine ungefähre Länge von 1—2 mm. Um die Blutstillung zu begünstigen, wurde die Gefässscheide beim Einstechen des Messers verschoben und beim Zurückziehen desselben wieder in ihre frühere Lage gebracht. Die Blutung ergiesst sich hierbei in die Scheide, füllt diese prall an und findet dabei einen solchen Widerstand, dass sie in wenigen Minuten sistirt. In dem ersten Versuche war die spontane Blutstillung schon nach 1 Minute eingetreten, in dem zweiten nach 2 und in dem dritten nach 5 Minuten. Beim ersten Versuch verunglückte das Gefäss bei der Excision, bei den anderen Versuchen aber erhielten wir einen Befund, wie ihn Fig. 2 Taf. XII zeigt. Nachdem die Blutung stand, blieb das Gefäss noch 5 Minuten dem Blutstrom überlassen; es wurde dann in 1procentige Osmiumsäure einmal eingetaucht, 36 Stunden in Osmiumsäure-dämpfen suspendirt und nach Auswaschen in Wasser in Alkohol gehärtet. Eine grössere Anzahl von Querschnitten durch die Stichwunde zeigen die dünne Muscularis und ziemlich dicke Ad-

ventitia hier glatt durchschnitten; das lockere Gewebe der Scheide ist stark mit Blut durchsetzt (c). Den Stichkanal selbst verschliesst ein Plättchenpfropf (b), der nach aussen vom Gefäss an das geronnene, die Scheide erfüllende Blut (c) anstösst, nach innen in das Gefässlumen aber als kuglige Masse (d) sich fortsetzt. Gegenüber der weitesten Oeffnung des Stichkanals, wie sie in der Figur wiedergegeben ist, hat dieser Pfropf auf dem Querschnitt eine rundliche Gestalt (d) und übertrifft an Durchmesser etwa um das Doppelte die Gefässwand. Er bedeckt nicht nur den ganzen Stichkanal der Länge und der Breite nach, sondern ragt allseitig um ein Beträchtliches über die Ränder desselben. In der Längsrichtung des Schnittes spitzt er sich dabei central wie peripherisch etwas zu. Dieser Thrombus besteht nur aus Blutplättchen und schliesst keines der anderen Blutelemente ein; er zeigt ebenfalls jenes wolkige Gefüge, von dem bereits die Rede war.

Bei Schnittwunden von Arterien wie der Carotis oder Femoralis tritt eine Blutstillung ohne weitere Eingriffe nicht ein. Man muss zum mindesten die Arterie central etwas comprimiren um den Blutdruck in derselben herabzusetzen und inzwischen die Wunde fest vernähen. In dieser Weise hat S. Lubnitzky Op. cit. den Verschluss von Schnittwunden der A. cruralis von Kaninchen studirt. Lubnitzky kommt hier schon zu dem Resultate, dass Blutplättchen durch ihre Anhäufung die Wunde verstopfen. In Arterien setzt sich der Thrombus des Schnittkanals nicht wie in den Venen als knopfartiger Pfropf mehr oder weniger weit in das Lumen fort, sondern er überspannt als einfacher Streif die Lücke in den Gefässwänden. Ein sehr schönes Bild des Wundverschlusses in seinem Entstehen liefert Fig. 5 Taf. XII.

Dieses Präparat wurde bei Gelegenheit eines Cauterisationsversuches erhalten. Wir hatten die Absicht, die Carotis eines Hundes der Länge nach mit einer glühenden Nadel zu brennen, als an einer Stelle die Cauterisation zu tief ging, die Gefässwand durchgebrannt wurde, dass das Blut lebhaft spritzte. Wir unterbanden sofort das Gefäss, unter dem, wie wir das ja immer thaten, die Ligaturfäden bereits durchgezogen waren, schnitten es heraus und trugen es in 60procentigen Alkohol. Die Figur zeigt den Querschnitt der durchbrannten Stelle. Die Media ist hier tief bis auf einen dünnen Streifen verbrannt und an ihren Rändern mit Schorfen bedeckt. Der

dünne Streifen der noch übrig gebliebenen Media und der Intima hat dem hohen Blutdruck in dem Gefäss dann nicht mehr Widerstand leisten können und ist durchbrochen worden. An der Durchbruchstelle sind die beiden Membranen (f) nach aussen gebogen. Zwischen diesen und in dem keilförmigen Spalt der Media sitzt der Plättchenpfropf (c). Gerade in diesem Präparate sind in selten schöner Weise die Plättchen erhalten, so dass man deutlich die einzelnen Elemente erkennen kann. Dies mag eintheils davon herrühren, dass dieser mehr aussen auf der Gefässwand aufsitzende Pfropf direkter der fixirenden Wirkung des Alkohols ausgesetzt war, als andere Thromben, die grösstenteils im Lumen sich befinden, anderentheils aber auch davon, dass hier die Blutplättchen gerade in den allerersten Anfängen ihrer Veränderung fixirt wurden. Den Plättchenhaufen sind weisse Blutkörper (e), deren Kerne intensiv gefärbt sind, spärlich eingelagert und zwischen die mehr nach aussen gelegenen Thrombusmassen schieben sich auch Streifen rother Blutkörper (d).

Ein ähnliches Resultat, wie bei den Schnittverletzungen erzielt man bei Stichwunden. Wir haben dieselben in der Weise vorgenommen, dass wir das freigelegte Gefäss mit einer spitzen Nadel viele Male, 20 bis 30 mal acupunctirten. Aus jedem Stichkanal tritt ein kleines Blutropfchen aus, aber dies gerinnt bald und es kommt zu keiner grösseren Blutung. Von einer Jugularvene eines Hundes, die wir nach der Acupunctur noch 25 Minuten der Blutcirculation überliessen, erhielten wir von den zahlreichen Stichkanälen eine ganze Reihe von Bildern. Die Gefässwand ist durch den Stich meist glatt durchtrennt, selten sind die Gefässwände dabei stark zerfasert. Die lockeren äussersten Schichten der Adventitia finden sich in der Regel etwas mit Blut infiltrirt und die Aussenfläche der Gefässwand ist mit einem Faserstoffgerinnsel bedeckt. Der Stichkanal ist wieder mit einem Blutplättchenpfropf ausgefüllt, der in das Gefässlumen sich fortsetzt und auf dem Längsschnitt bei den verschiedenen Stichkanälen sehr wechselnde Gestalt besitzt. Meist ist es ein langer sehr unregelmässig gestalteter, traubenartiger Pfropf, wie in Fig. 1 und 2 Taf. XI, der fast nur aus Blutplättchen besteht. Einschlüsse von rothen und farblosen Blutkörpern (Fig. 1c) sind sehr spärlich und nur da wo die Oberfläche des Pfropfes sehr zackig und höckerig ist, liegen in den kleinen Lücken und Buchten ab und zu Gruppen von Leucocyten. Wie verschieden diese Thromben in ihrer Gestalt, so sind sie es auch in der Grösse. In der queren Richtung zur Gefässaxe wird der Durch-

messer von zwei bis drei Wanddicken selten überschritten, aber der Wand entlang hängen die Pfröpfe am Stichkanal in das Lumen oft in grösserer Ausdehnung herab.

Bei einer energischen Aetzung eines Gefässes mit Lapis tritt die zerstörende Wirkung des Causticums merkwürdigerweise viel stärker auf den inneren Gefässschichten, besonders auf der ganzen Intima hervor, als auf den äusseren Partien der Media und Adventitia, die doch zunächst getroffen wurden. Ein Vorzug der Höllensteinätzung ist es, dass die reducierten Silberkörnchen durch die schwarze Färbung in dem geätzten Gewebe einen ungefährten Anhalt in Betreff der Ausdehnung des Eingriffes geben. Als wir die freigelegte Jugularvene eines Hundes wiederholt mit einem Lapisstift touchirten, dann mit einer Kochsalzlösung äusserlich abspülten und nach 24 Minuten langem Warten herausschnitten, fanden wir auf Querschnitten des in Alkohol gehärteten Präparates im Lumen desselben einen erheblichen Aetzschorf. Dieser hat sich zum grössten Theile von der Gefässwand abgelöst, flottirt im Lumen und haftet nur an einigen peripherisch und seitlich gelegenen Stellen noch an der Gefässwand fest. Der dunkle Aetzschorf schliesst das Endothel, sowie die Elastica ein, so dass an den Stellen der Gefässwand, wo derselbe losgelöst ist, die Intima fehlt und die Muscularis gegen den Blutstrom frei liegt¹⁾. An anderen Orten im Aetzbezirk ist die abgetötete und schwarzgefärbte Intima bloss hie und da etwas abgeblättert oder liegt sogar noch glatt der Gefässwand an, und hier ist das versilberte Endothel oft auch noch völlig in seiner Lage.

Der abgelöst und im Lumen flottirende Aetzschorf ist nun der Ausgangspunkt sehr zahlreicher und verschieden gestalteter Blutplättchenthromben. Die eine Seite des Schorfes, die besonders weit in den Binnenraum des Gefässes ragt, ist der Sitz der ausgedehntesten Pfröpfe. Von hier hängt eine klumpige vielfach gegliederte Masse bis in die Mitte des Gefässrohres. Kleinere, bald runde, bald längliche Thromben sitzen auf der Breitseite des Schorfes auf und sind besonders auf den der Lichtung zugekehrten Partien desselben sehr zahlreich. Wieder

¹⁾ Die Elastica interna dieser Gefässse entbebt einer Bekleidung von faseriger Intima.

andere erscheinen frei im Lumen und sind wohl theils als die Durchschnitte herabhängender Zapfen, theils als abgerissene Stücke, die fortzuschwimmen im Begriffe sind, aufzufassen. Alle diese Thromben bestehen wieder in der Hauptsache aus compacten feinkörnigen, zum Theil wolkigen Massen von Blutplättchen, die in Lücken und Buchten farblose und rothe Blutkörper hie und da einschliessen. Bei genauer Prüfung bemerkt man aber, dass zu diesen drei Elementen sich noch ein viertes gesellt, welches diese hier entstandenen Thromben von den bisher betrachteten wesentlich unterscheidet. Zwischen den Plättchenballen und besonders dort, wo recht starke Schorfe diesen zum Ursprung dienen, sieht man dünne Fäden von Faserstoff sich ausspannen. Diese Fäden sind ausserordentlich fein und werden nur da deutlich sichtbar, wo sich ihrer mehrere zu einem kleinen Strange vereinigt haben. Ab und zu ist der, übrigens sehr spärliche fädige Faserstoff zu feinen Netzen angeordnet und an diesen Stellen liegen dann auch mehr farblose und rothe Blutkörper, die naturgemäss hier durch die Fäden festgehalten wurden. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Contouren der einzelnen Leucocyten sich auch hier sehr deutlich erkennen lassen und die Kerne äusserst scharf gefärbt sind. Bei der Lapis-Aetzung der Arterie femoralis eines Hundes und einem halbstündigen Warten bis zur Excision war der Effect ein sehr ähnlicher. Querschnittsbilder des Gefäßes liefert Fig. 5 und 6 Tafel XI und Fig. 6 Taf. XII; einen Längsschnitt stellt Fig. 4 Taf. XI dar.

Letzterer ist ganz besonders dazu geeignet, die eigenthümliche Zerstörung der innersten Schichten der Gefässwand zu demonstrieren. Hier sieht man beim Vergleich mit der gegenüberliegenden unverletzten Seite, die geätzte Intima stark gefaltet. Ein continuirlicher Aetzschorf kleidet diese Stelle des Rohres aus und einzelne Theile desselben sind hie und da bereits abgeblättert (d). Diese ganze Wandseite ist der Ausgangspunkt sehr mächtiger Blutplättchenthromben, die an einzelnen Orten bis über die Mitte des Gefäßrohres hinausragen und in besonderer Grösse auf den losgelösten und den am meisten hervorragenden Schorfpartien aufsitzen.

Hält man diesem Längsschnittsbild das des Querschnittes gegenüber, so ist man wohl im Stande sich eine sehr klare Vorstellung von dem Effect der Lapistouchirung zu machen. An zwei nahe aneinander liegenden Stellen (g' und g'') springen

hier (Fig. 5 Taf. XI) zwei spitze Aetzschorfe vor und dienen dem Thrombus zum Ursprung; der Plättchenpropf sitzt hier gewissermaassen mit zwei Schenkeln diesen Prominenzen auf. Man sieht hier auch, wie die Aetzung noch ausserhalb der eigentlich direct betroffenen Stelle zerstörende Wirkungen ausüben kann. So fehlt in Fig. 5 Taf. XI von d bis e, in Fig. 6 Taf. XI und in Fig. 6 Taf. XII von d' bis d'' die Intima vollständig und eine nicht unbedeutende Strecke, die in Fig. 6 sogar weit über ein Drittel der ganzen Wand einnimmt, ist völlig des Endothels und der Elastica beraubt. Hier sind offenbar Schorfe von dem kräftigen Blutstrom abgerissen worden und haben noch Stücke der noch gesunden und intacten Intima mitgenommen. Jede durch Ablösung eines Schorfs gesetzte Unterbrechung der Intima wird aber schon an und für sich durch die Retraction der noch restirenden Elastica zu einer verhältnissmässig stärkeren Entblössung der Media führen. So findet man im Umkreis verschorfter Partien die Media auf grosse Strecken nackt und diese von der retrahirten gefalteten Intima eingefasst, die besonders am Rand des Defects grössere Wülste bildet (Fig. 6 Taf. XII). Wir kommen auf diese Befunde im weiteren noch zu sprechen, wir wollen aber jetzt schon darauf aufmerksam machen, dass nirgends diese Endothel beraubten Partien des Gefässinnern Ausgangspunkt von Thromben sind.

Die Thromben auf den verschorften und zum Theil abgeblätterten Partien der Intima sind Blutplättchenballen, die wie im eben beschriebenen Präparate neben Leucocyten und rothen Blutkörpern auch Fibrinfäden zwischen sich erkennen lassen. Dünne und spärliche Fäden sind es, die hier zwischen den einzelnen isolirteren Ballen der Pfröpfe sich ausspannen (Taf. XI Fig. 5i), die von Zacke zu Zacke ziehen und in deren dünnem Netzwerk viele rothe und farblose Elemente sowie auch kleinere Pfröpfe von Blutplättchen sich gefangen haben.

Nie fehlt der fädige Faserstoff in den Thromben, die sich um Fremdkörper gebildet haben, welche in das Gefässlumen eingeführt wurden. Die Bilder dieser Thromben bekommen durch die Beimengungen des Faserstoffs etwas Eigenartiges, von den Eingangs geschilderten Pfröpfen Abweichendes. Blutplättchenhaufen bilden zwar auch ihre Hauptmasse, aber zwischen

den einzelnen Ballen spannt sich hier oft ein enges Maschenwerk von Fibrinfäden aus, in dem dann naturgemäss auch weisse und rothe Blutkörper in grösserer Anzahl hängen. Nur in den allerersten Stadien der Bildung dieser Thromben um Fremdkörper, in den ersten Minuten, scheint der Faserstoff zu fehlen und nur Blutplättchen sich wie sonst an den Rauhigkeiten anzusetzen. Im Anfang unserer Experimente, als wir uns eine einheitliche Untersuchungsmethode noch nicht ausgebildet hatten, haben wir mehrere Versuche in dieser Richtung so ausgeführt, dass wir einen dünnen Zwirnsfaden durch ein Gefäss zogen, nach einer gewissen Zeit das Gefäss central und peripherisch von der betreffenden Stelle ligation und dann der Länge nach aufschnitten. Um morphologische Alterationen der Blutelemente von vorneherein möglichst zu vermeiden, gebrauchten wir hierbei die Vorsicht, das Gefäss vor dem Aufschneiden mit einer, die Blutelemente gut conservirenden Flüssigkeit, z. B. mit Methylvioletkochsalzlösung oder 1 procentiger Osmiumsäure mittelst Pravazspritze auszuspritzen. Die Zwirnsfäden mit den Thromben, die nach der Eröffnung des Gefässes behutsam herausgehoben wurden, fanden ihre mikroskopische Untersuchung in dem gleichen Conservirungsmittel. Diese Untersuchungsweise, die, wie wir bereits in I erwähnten, den Nachtheil hat, dass der Thrombus und seine einzelnen Theile nicht in der Lage bleiben, in welcher sie im Gefässen sich befanden, genügt immerhin, um sich über die Anwesenheit von fädigem Faserstoff zu orientiren. Hier ergaben nun die Versuche, bei welchen der Faden 4 bis 6 Minuten dem Blutstrom im Gefässen ausgesetzt war, das Fehlen des Fibrins, während in späterer Zeit z. B. in 10 Minuten die Abscheidung desselben stets zu constatiren war. Wir verfügen hier übrigens auch über ein in Schnitten untersuchtes Präparat, welches dieselben Befunde ergiebt. Dasselbe wurde so gewonnen, dass wir vier dünne Zwirnsfäden mit einem Zeitintervall von je 3 und 3 Minuten quer durch die Femoralvene eines Hundes zogen und weitere 3 Minuten nach Durchziehen des letzten Fadens gleich excidirten. An den beiden zuletzt eingeführten Fäden, die also die jüngsten Thromben, von 3 und 6 Minuten gebildet haben, hängen nur Blutplättchenhaufen. Ein Schnitt aus diesem Präparat zeigt uns auch das Bild der durch den Faden verur-

sachten Gefässperforation. Die Wandung ist hier etwas zerfasert und gegen das Lumen durch den Zwirn kegelförmig eingestülpt. Die Lücken, die zwischen Gefässwand und Faden vorhanden waren, erblickt man ausgefüllt mit Blutplättchenmassen; mehr nach aussen sitzt ein gewöhnliches Blutgerinnel auf, welches auffallend viel weisse Blutkörper einschliesst. Man muss hier wohl annehmen, dass die an der Gefässwand herabgleitenden Leucocyten, vom rauhen Zwirne angehalten wurden und nun in grösserer Anzahl theils durch den Blutdruck, theils durch spontane Locomotion das Gefäss durch die Zwischenräume der Fadenfasern verliessen.

Fig. 1 Taf. XII giebt einen Längsschnitt der rechten Vena femoralis eines Hundes wieder, durch die kurz hintereinander drei Zwirnsfäden in nur geringen Abständen von einander quer gezogen und darauf $\frac{3}{4}$ Stunden dem Strom ausgesetzt wurden. Das Uebersichtsbild bei Lupenvergrösserung zeigt die um die drei Fäden d', d'' und d''' gebildeten Thromben (b) sehr vielgestaltig, wenn auch die Masse der einzelnen ungefähr gleich gross ist. Vom Faserstoff sieht man unter der Lupe, mit der die Zeichnung aufgenommen wurde, natürlich nichts, aber bei stärkerer Vergrösserung findet man ihn in grösserer Menge. Er umspinnt und verbindet mit seinen Fäden die einzelnen Blutplättchenmassen sehr innig und ist auch der Grund, weshalb in diesen Thromben ziemlich viele farblose und rothe Blutkörper zwischen den Plättchenballen eingeschlossen sind.

Ein sehr anschauliches Bild bei stärkerer Vergrösserung von einem Faden-Thrombus ist Fig. 4 Taf. XII.

Hier wurde ein ganz dünner Zwirnsfaden nicht quer wie in den schon beschriebenen Versuchen, sondern der Längsrichtung nach durch eine Jugularvene gezogen. Nach Einführung des Fadens blieb dies Gefäss noch $\frac{1}{2}$ Stunde dem Blutstrome überlassen. Der Querschnitt des erhärteten Gefässes (Fig. 4 Taf. XII) zeigt im Lumen auf der einen Seite, der Wand nahe, den quer durchschnittenen Faden (d). Man sieht bier recht deutlich, wie zuerst Blutplättchen an diesen Faden sich angesetzt haben und wie von diesem einhüllenden Plättchenthrombus vielgestaltige Plättchenballen (g) herabhängen, die zum Theil bis über die Mitte des Lumen hinüberreichen. Serienschnitte liefern von diesen Blutplättchenpröpfen so verschiedene Bilder, dass kaum zwei auf einander folgende Schnittpräparate sich völlig gleichen. Die Plättchenballen (g), die in ihren compacteren Partien wieder jenes uns schon bekannte wolkige Ansehen bieten, sind hier durch eine ganz beträcht-

liche Masse fäden Faserstoff eingehüllt. Gewissermaassen in Kreisen ziehen diese, ziemlich intensiv mit Hämatoxylin gefärbten Fibrinfäden (f) um den Zwirnsfaden als einen excentrisch gelegenen Punkt herum. Diese Fäden sind hier aber wieder der Ausgangspunkt neuer kleiner Blutplättchen-thromben und halten zahlreiche rothe und farblose Blutkörper in ihren Netzen fest.

Die Einführung eines anderen Fremdkörpers in die Jugular-vene eines Hundes, nehmlich die eines Hollundermarkpfropfes gab uns ein ganz analoges Resultat, wie die der Fäden.

Wir schnitten hier einen prismatischen Pfropf aus trockenem Hollundermark, der ungefähr 4 cm lang war und $\frac{1}{2}$ cm in der Seite maass. Dieser Pfropf wurde an seinem Ende mit einem Faden am Gefäss fixirt. Bei der Einführung desselben benutzten wir nun den Umstand, dass beim Hund die Jugularis externa sich aus zwei starken Gesichtsvenen, einer Vena facialis antica und postica sammelt. Während wir den Strom durch Compression aller drei Aeste dieser Gabel aufhoben, eröffneten wir die Vena facialis postica und schoben den Hollundermarkpfropf durch diese Oeffnung in die Vena jugularis vor. Central von dieser Einführungsstelle wurde darauf die Vena facialis postica abgebunden und da in dieser Ligatur auch der angeschlungene Faden mit dem Hollundermark eingeknüpft ward, so hing das-selbe beim Wiederfreigeben der Circulation in dem Blutstrom, der durch die Vena facialis antica und durch die Jugularis abfloss. Der Pfropf blieb 30 Minuten lang in dieser Lage. Darauf wurde das Gefäss excidirt und in der bekannten Weise behandelt. Bei der Excision zeigte sich die Vena facialis oberhalb des Hollundermarkpfropfes durch dunkelrothe Thrombenmassen verstopft. Das Hollundermark war, wie es eingeführt wurde, völlig ausgetrocknet und so kann es nicht auffallen, dass zunächst eine starke Infiltration desselben mit Blut eintrat und zwar nicht blos mit Blutplasma, sondern auch mit corporusculären Elementen. Ganz hervorragend sind hierbei die rothen Blutkörper betheiligt, die zum Theil recht wohlerhalten die Pflanzenzellen am Rande des Pfropfes und hie und da selbst in der Mitte erfüllen. Aeussentlich, d. h. dem Blutstrom zugekehrt, ist der Pfropf ganz ähnlich wie die Zwirnsfäden mit Blutplättchenmassen und Fibrinfäden bedeckt, die ab und zu grössere Mengen rother und farbloser Blutkörper einschliessen. An verschiedenen Stellen haben diese umhüllenden Thromben den Zwischenraum zwischen Pfropf und Gefässwand schon ausgefüllt und wenn an anderen Stellen, wo keine Thromben sind, noch Circulation bis zuletzt bestanden hat, so kann es sich hier blos um einen beschränkten Zufluss aus Collateralen gehandelt haben, da, wie erwähnt, bei dem Herausschneiden die Vena facialis sich durch Thromben bereits verschlossen zeigte.

Bei den bisher mitgetheilten Versuchen haben wir als ein allen gemeinsames Resultat zu verzeichnen, dass nach dem Insult der Gefässen in denselben Thrombose eintrat. In den fol-

genden Experimenten blieb trotz der Verletzung der Gefässwand dieselbe aus.

Bei einem Pinscher wurde die linke äussere Jugularvene freigelegt, die Gefässscheide eröffnet und das Gefäss nun mit dem Galvanocauter in der Längsrichtung energisch cauterisiert, so dass ein ansehnlicher Schorf sich auf demselben zeigte. Das Gefäss, welches 2 Stunden nach der Verbrennung herausgeschnitten wurde, härteten wir erst in Chrom-Osmiumsäure, später in Alkohol. In den sehr zahlreichen Serienschnitten dieser Vene fand sich nirgends auch nur eine Spur eines Thrombus. An der äusseren Circumferenz der Gefässwand erblickt man an einer Stelle schwärzliche Schorfe und einen geringen Defect im adventitialen Gewebe, aber dies ist auch das einzige Zeichen des bei der Ausführung so energisch erscheinenden Eingriffes. Die Media, die Intima, das Endothel zeigen nicht die geringsten Texturveränderungen.

In zwei weiteren Versuchen bemühten wir uns, die oberflächliche Cauterisation noch zu verstärken; einmal brannten wir die Vena femoralis eines Hundes mit dem Galvanocauter, ein anderes Mal die Arteria carotis mit einer glühenden Nadel. In beiden Fällen gelang es uns aber nicht bei der oberflächlichen Verletzung zu bleiben, sondern es kam trotz grosser Vorsicht zur Perforation. Das Präparat der perforirten Arteria carotis ist bereits oben besprochen worden.

Am 16. Juli 1885 klemmten wir die eine Jugularvene eines Jagdhundes mit einer Schieberpincette an zwei wenig von einander entfernten Stellen seitlich ein, so dass etwa die Hälfte der Gefässwand in den gerieften Branchen der Pincette gequetscht wurde. Nach 5 Secunden langer Quetschung wurden die Pincetten abgenommen und das Gefäss noch 10 Minuten der Circulation überlassen. Deutlich markirten sich die geklemmten Stellen als weisse Flecke, die in dünnen Streifen die Eindrücke der gerieften Branchen aufwiesen. In ganz ähnlicher Weise wurde bei einem anderen Hunde eine Jugularvene an vier dicht hinter einander gelegenen Punkten seitlich 2 bis 3 Secunden lang mit der geschlossenen Schieberpincette geklemmt und gleichfalls 10 Minuten nach der Verletzung bis zur Excision liegen gelassen. Auch hier sah man gut die weiss verfärbten Klemmstellen. In beiden Fällen war aber bei der späteren Untersuchung in hunderten von Serienschnitten weder eine Gefässalteration noch ein Thrombus mikroskopisch aufzufinden.

Zweimal versuchten wir durch Auflegen von Krystallen von Kochsalz auf ein Gefäss, einen Thrombus zu erzeugen, wir bekamen aber beide Male ein negatives Resultat. Der erste Fall betraf die linke äussere Jugularvene eines Kaninchens, der zweite die rechte desselben Thieres. Die Kochsalzkrystalle blieben auf der ersten 10, auf der zweiten Vene 20 Minuten bis zur Excision liegen und erzeugten eine weissliche Verfärbung an den Stellen, wo sie durch die Feuchtigkeit des Gewebes allmählich zu schmelzen begannen. Die beiden Gefässse wurden erst in Osmiumsäuredämpfen, später in Alkohol erhärtet.

Wir haben schliesslich noch über eine Aetzung mit Salzsäure und eine mit Lapis zu berichten. Die Salzsäureäetzung betraf die beiden Schenkelgefäßse, die Vena und Arteria femoralis, eines Hundes. Wir verwandten concentrirte rauchende Salzsäure zu diesem Versuche und trugen dieselbe zu wiederholten Malen mit einem Wattebüschchen auf die Gefässse, so dass diese in einer Länge von ca. 2 cm völlig weiss verfärbt, nekrotisch aussahen. Diesem so energischen Insulte entsprach der mikroskopische Befund wieder in keiner Weise. Nicht nur dass in mehr als 300 Serienschnitten auch nichts von einem Thrombus zu finden war, die Gefässwände selbst waren in allen Theilen so vorzüglich erhalten, die Zellcontouren und Kernfärbungen überall so scharf zu sehen, dass man auch nicht den geringsten Anhaltspunkt bei den Präparaten hatte, welche Stellen der Gefässwände etwa von der Aetzung betroffen waren, obgleich deren Effect sich makroskopisch während des Versuches so deutlich erkennen liess.

Zwei Lapisätzungen, die sehr energisch ausgeführt worden waren und zu ausgedehnten Zerstörungen und Verschorfungen der inneren Gefässwände mit nachfolgender Thrombose Veranlassung gegeben hatten, sind oben bereits geschildert worden. Bei einer dritten Lapistouchirung fiel der Eingriff nicht so verletzend aus. Das geätzte Gefäss war die Carotis eines Hundes, die nach dem Insult noch 16 Minuten lang der Circulation ausgesetzt blieb und später in Alkohol erhärtet wurde. Die schwarze Silberfärbung verräth, wie weit das Aetzmittel vorgedrungen ist und die Gefässwand abgetödet hat. An einer Stelle geht die Grenze der Aetzung nur bis zur Elastica intimae, aber an

einer anderen, recht ausgedehnten hat der Silbersalpeter auch das ganze Endothel getroffen und schwarz gefärbt. Ein Bild eines solchen Präparates giebt Fig. 7 Taf. XI. Von e' bis e'' reicht hier die Zerstörung und Schwärzung des Endothels, von d' bis d'' die des adventialen Gewebes. Im Lumen des Gefäßes ist nirgends ein Thrombus zu finden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

- Fig. 1. Längsschnitt durch die Vena jugularis eines Hundes. Das Gefäß wurde oberflächlich freigelegt und mit einer feinen Nadel 20mal gestichelt. Nach der Stichelung blieb es noch 25 Minuten dem Blutstrom überlassen und wurde dann excidirt. Zweitägige Härtung in Chrom-Osmiumsäure, dann in Alkohol. a Blut. b Thrombus aus Blutplättchen. c Leucocyten. d Gefässwand. e Stichkanal. f Aeusseres, dem Gefäß aufliegendes Blutgerinnsel. Hartnack I, Oc. 3.
- Fig. 2. Wie in Fig. 1. Lupenvergrösserung. a Ausfüllende Blutmenge. b Thrombus. c Gefässwand. d Stichkanal.
- Fig. 3. Umschnürte Arteria femoralis eines Hundes, $\frac{2}{3}$ Stunden nach der Umschnürung excidirt und in Chrom-Osmiumsäure eingetragen. Später in Alkohol gehärtet. a Adventitia. b' Ringmuskelschicht. b'' Radiär gestellte Muskelfasern. c Lamina elastica interna. d Blutplättchenthromben. e Leucocyten. Hartnack 2, Oc. 2.
- Fig. 4. Längsschnitt von der Arteria femoralis eines Hundes. Aetzung mit Lapis. Excision nach $\frac{1}{2}$ Stunde. 2 Tage in 60prozentigen, 8 Tage in 90prozentigen Alkohol gehärtet. a Adventitia. b Media. c Intima. d Abgelöste Theile der Intima (verschorft). e Blutplättchenthromben. f Ausfüllende Masse des Blutes. g Leucocyten. Hartnack 2, Oc. 3.
- Fig. 5. Wie Fig. 4. Querschnitt durch ein mit Höllensteine geätztes Gefäß. a Adventitia. b Media. c Intima. Von d bis e ist die Elastica Intimae abgerissen. Von f' bis f'' reicht der dunkle Contour der Aetzung. g' und g'' in das Lumen vorspringende Aetzschorfe, auf denen Blutplättchenthromben h, mit ihrer Basis aufsitzen. i Spärliche Fibrinfäden. l Leucocyten. k Ausfüllende Blutmenge. Hartnack 2, Oc. 2.
- Fig. 6. Wie Fig. 4. Querschnitt durch eine mit Höllensteine geätzte Arterie. a Adventitia. b Media. c Intima, dunkel gezeichnet. Von d' bis d'' fehlt die Intima. Von f' bis f'' reicht der dunkle Contour der Aetzung. g Blutplättchenthromben. Hartnack 2, Oc. 2.
- Fig. 7. Längsschnitt von einer mit Lapis geätzten Carotis (Hund). Erst in 60prozentigen, dann in 90prozentigen Alkohol gehärtet. a Adven-

titia. b Media. c Ausfüllende Blutmasse. Von e' bis e'' schwarz verfärbtes Endothel. Von d' bis d'' Grenzen der Aetzung auf der Adventitia. Loupenvergrösserung.

Tafel XII.

- Fig. 1. Längsschnitt der Vena femoralis eines Hundes. Nach Freilegen des Gefäßes wurden drei dünne Zirrnsäden in kurzen Abständen von einander quer durch dasselbe gezogen. Das Gefäß blieb so $\frac{3}{4}$ Stunden der Blutcirculation überlassen. Excision, sofortiges Eintragen in Chrom-Osmiumsäure. Nach 2 Tagen Erhärtung in Alkohol. a Masse des ausfüllenden Blutes. b Thromben. c Gefässwand. d', d'', d''' Die Querschnitte der drei durchgezogenen Zirrnsäden. Loupenvergrösserung.
- Fig. 2. Querschnitte von der Jugularvene eines Hundes. Incision mit einer spitzen Lancette nach Verschieben der Gefässscheide. Beim Zurückgleiten der letzteren trat nach 2 Minuten spontane Blutstillung ein. In 10prozentige Osmiumsäure eingetaucht und 36 Stunden in deren Dämpfen suspendirt. Später in Alkohol gehärtet. a Gefässwand. b Schnittkanal mit Thrombus. c Aeusseres Blutgerinnsel. d Innerer Blutplättchenpropf. Hartnack VII, Oc. 2.
- Fig. 3. Wie Fig. 3 Taf. XI. a Ausfüllende Blutmenge. b Leucocyten. c Blutplättchenthrombus. Hartnack IV, Oc. 2.
- Fig. 4. Querschnitt der Vena jugularis eines kleinen Pinschers. Durch das Gefäß wurde der Länge nach ein dünner Zirrnsäden gezogen. Excision nach 30 Minuten; sofort in Chrom-Osmiumsäure eingetragen und später in Alkohol erhärtet. a Adventitia. b Media. c Intima. d Zirrnsäden. e Ausfüllende Masse des Blutes. f Faserstoffäden. g Blutplättchenthromben. h Leucocyten. Hartnack 2, Oc. 2.
- Fig. 5. Querschnitt der Carotis eines Hundes. Das Gefäß wurde an einer Stelle mit einer glühenden Nadel durchgebrannt. Erst in 60prozentigen und später in 90prozentigen Alkohol gehärtet. a Media und Adventitia. b Elastica intima. c Blutplättchenthromben. d Ausfüllende Blutmasse. e Leucocyten. f Umgeschlagene Streifen der Intima und Media. Hartnack 8, Oc. 2.
- Fig. 6. Querschnitt durch ein geätztes Gefäß wie Fig. 4 Taf. XI. a Adventitia. b Media. c Intima (dunkel gezeichnet). Von d' bis d'' fehlt die Intima. Hartnack 2, Oc. 2.