

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

---

Bd. CVIII. (Zehnte Folge Bd. VIII.) Hft. 3.

---

**XIX.**

**Ueber Thrombose beim Kaltblüter.**

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

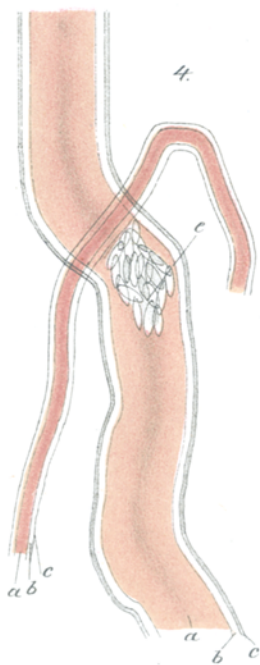
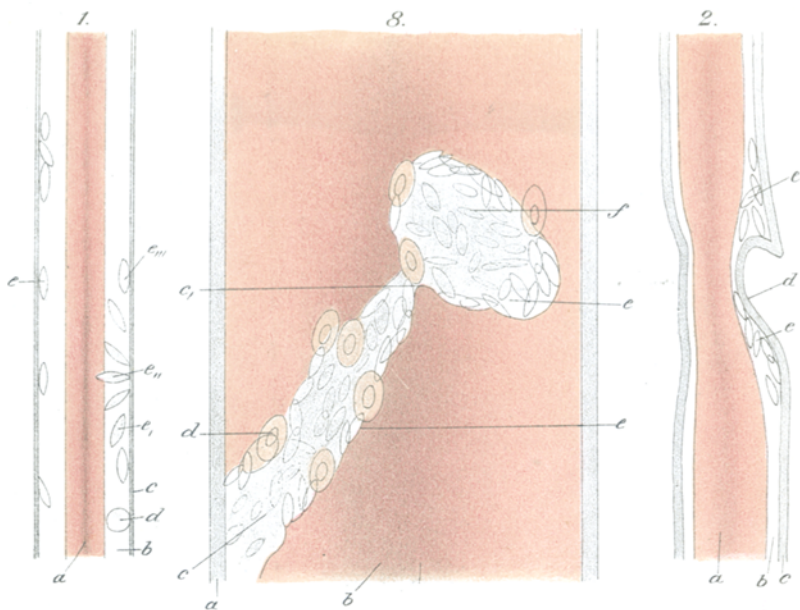
(Hierzu Taf. X—XI.)

---

Die folgenden Zeilen bringen die Resultate von Beobachtungen des strömenden Blutes beim Frosch, sowie Ergebnisse localer Wandverletzung des Herzens und der grösseren Arterien bei diesem und der Schildkröte.

**I. Circulationsbeobachtungen.**

Können wir auch die Technik dieser Versuche als bekannt voraussetzen, so wollen wir dennoch nicht unterlassen einige Einzelheiten anzugeben, welche uns speciell bei der hier berührten Frage als beachtenswerth erschienen sind. Es ist hier zunächst darauf hinzuweisen, dass für eine detaillirte Beobachtung morphologischer Veränderungen des Gefässinhaltes nur das Mesenterium als Object zu gebrauchen ist und man gut thut, von der in mancher Beziehung bequemer verwendbaren Zunge ganz abzusehen. Da es ferner darauf ankommt verschiedene Insulte (Compressionen, Aetzungen, Ueberstreichen u. s. w.) auf die Gefässe zu appliciren, ist es auch das Beste, das Mesenterium nicht vertical in einen Rahmen einzuspannen, sondern horizontal auf ein rundes Glasplättchen mit gut abgeschliffenem



Skizze ad nat. vel.

Alle Zeichnungen sind aus.



Rande aufzulegen. Dieses wird dann einem Korkring aufgeklebt und dieser wiederum einer grösseren Glasplatte, der Lagerungsstelle für den Frosch, aufge kittet. Zur Befeuchtung der Membran verwendet man 0,6 pCt. Kochsalzlösung von Zimmertemperatur und zur Immobilisirung des Thieres Curare eventuell Aethernarkose. Bei Aetzungen wird es gewöhnlich nöthig nach der Application des Causticums energisch das Mesenterium mit Kochsalzlösung abzuspiülen und wir haben es deshalb für praktisch befunden, die Glasplatte, auf welche man den Frosch lagert, mit einem erhöhten Rande zu umgeben, damit nicht die Spü lösung direct auf den Tisch des Mikroskopes fliesst. Man kittet zu dem Zwecke einfach Holzleisten auf die Ränder der Platte mit Canadabalsam auf. Die Kochsalzlösung, welche nun auf der Glasplatte stehen bleibt, wird mit Schwämmchen oder Fliesspapier abgesogen. Eine constante Berieselung des Mesenteriums haben wir in sehr einfacher Weise und mit Umgehung complicirter Tropfvorrichtungen uns derart hergestellt, dass wir einen mehrfach zusammengefalteten Streifen Fliesspapier in ein erhöht (ca. 1 dm) über dem Frosch befindliches, Kochsalzlösung enthaltendes Schälchen mit dem einen Ende eintauchen liessen und das andere Ende an das Mesenterium anlegten. Dieser Streifen saugt langsamer oder schneller, je nach seinem Volumen, die indifferente Kochsalzlösung aus dem Uhrsälchen und ergiesst sie auf das Gefässgebiet. Ein gleiches, oder besser voluminöser construirtes Fliesspapierstück kann man von der Glasplatte, auf welcher der Frosch liegt, die überschüssige Flüssigkeit absaugen und in eine auf dem Arbeitstisch stehende Schale entleeren lassen.

Zur genauen Beobachtung feiner morphologischer Verhältnisse, wie sie hier in Frage kommen, ist eine stärkere Vergrösserung nicht zu missen. Man kann nun etwa Hartnack Obj. VII Oc. 3 oder 2 in Anwendung ziehen und dann die Linse in die bespiülende Kochsalzlösung immergiren lassen, bequemer aber ist es, eine schwächere Linse mit weiterem Focus und stärkerem Ocular zu wählen und sich z. B. des Obj. IV mit dem Oc. 5 zu bedienen.

Ist ein Frosch frisch gefangen und die Curareintoxication nicht zu hochgradig, so gelingt es bei der nöthigen Vorsicht in

der Regel, das Mesenterium so herzurichten, dass fast in allen Gefässen das Blut mehr oder weniger schnell circulirt<sup>1)</sup>). In den Gefässen mit sehr schnellem Blutfluss, welche besonders die grösseren arteriellen Stämmchen sind, kann man deutlich den axialen rothen Strom und die plasmatische Randzone erkennen, im ersteren wird man auch nicht eine Andeutung eines differenzirten einzelnen Elementes wahrnehmen, in letzterer ab und zu, aber spärlich, ein farbloses rundes Blutkörperchen herabgleiten sehen. Die Differenzirung in Axen- und Randstrom erscheint auch in jenen Gefässen noch deutlich, in welchen die Circulation abgeschwächt ist und der axiale Blutstrom bald mehr bald weniger deutlich einzelne rothe Blutkörper erkennen lässt, oder wenigstens der rothe Strom nicht mehr homogen und gleichförmig erscheint. Eine schnell vorübergehende Abschwächung der Stromenergie verändert in den Gefässen das Bild nicht wesentlich, dauert aber die, wenn auch geringe Stromverlangsamung längere Zeit, Minuten lang, so häufen sich allmählich farblose Blutkörper in der plasmatischen Randzone an, sie rollen statt einzeln und hie und da, nun dicht hinter einander und kleiden förmlich das Gefäss an der Innenwand aus. Achtet man genauer auf die einzelnen Elemente, so sieht man die weitaus grösste Zahl sich langsam rollend fortbewegen und nur wenige hie und da festhaften. Die letzteren sind die Körper, welche im Begriff sind zu emigriren. Die einzelnen Leucocyten sind kugelförmig und nur an jenen wenigen emigrirenden bemerkt man Abweichungen von der Kugelform, vielgestaltige Fortsätze etc. Die Grösse der Leucocyten differirt nicht gering; viele sind klein, andere oft 2 bis 3mal grösser. Einzelne erscheinen farblos homogen, andere grobkörnig, wieder andere enthalten dunkles Pigment<sup>2)</sup>).

Hält man sich an die Bilder dieser Gefässe mit schneller und mässig verlangsamter Circulation, so gewinnt man den Eindruck, als ob im Blute des Frosches zwei verschiedene Ele-

<sup>1)</sup> Frisch gefangene Frösche vertragen Curare sehr gut; aber längere Zeit schon ihrer Freiheit beraubte Thiere sind sehr widerstandslos dagegen. Schon nach geringen Gaben erlahmt bei den letzteren die Circulation und das vorgezogene Mesenterium zeigt überall Stase.

<sup>2)</sup> Es handelt sich hier um frisch gefangene Frösche im Frühjahr und Sommer.

mente sich vorfinden, die elliptischen rothen Blutkörper und die in ihrer Grösse und der Zusammensetzung ihres Protoplasmas mehrfach von einander verschiedenen runden Leucocyten.

Versucht man nun mit einer nicht allzu spitzen Präparirnadel eines der im Gesichtsfeld befindlichen Gefässe zu comprimiren, so wird man ausser diesen beiden schon lange bekannten Elementen noch ein drittes auftreten sehen. Bei der Compression weicht das Gefäss meist seitlich etwas aus, und wenn man dann niederdrückt, so erhält die Arterie oder Vene eine mehr oder weniger tiefe Einbuchtung, wie das die Fig. 2 zeigt. Ist diese Einbuchtung nicht allzu tief, so dass die Blutmasse, welche das Gefäss passirt, sich durch die gesetzte Verengerung des Lumens gut noch hindurchdrängen kann, so sieht man nun an Ort und Stelle einen Wirbel im Blutstrom entstehen, die Plasmazone dasselbst verschwinden und anscheinend spindelförmige farblose Zellen aus dem Axenstrom im Wirbel herausfliegen und an die verletzte Wandstelle antreiben. Sie bleiben dort zum Theil an der Wand und untereinander kleben und bilden einen weissen Pfropf, einen Thrombus. Wer sich auch vorher nie mit diesen Gebilden näher beschäftigt hat, dem fällt doch sogleich ihre eigenthümliche Gestalt auf, die sie von allen anderen Blutelementen, besonders den kugelrunden Leucocyten gut unterscheidet. Man mag die Compression an noch so vielen Gefässen in dieser Weise wiederholen, stets wird man da, wo es zur Bildung eines Thrombus kommt, diese spindelförmigen Gebilde aus dem Blutstrom herausfliegen, sich anhäufen und verkleben sehen.

Will man sich über die feineren Formverhältnisse der Spindeln genauer orientiren, so wird man bald einsehen, dass man an grösseren Gefässen hier schlecht zum Ziele kommt, wenn man auch auf das Deutlichste das einzelne Element beobachten kann, wie es angeflossen kommt, an das Hinderniss bzw. den werdenden Pfropf anfliegt und verklebt. Es eignen sich hierzu die kleinsten Capillargefässe am besten, jene, die so eng sind, dass sie gerade noch ein Blutkörperchen passiren lassen. Ist in diesen Gefässen die Blutströmung noch etwas verlangsamt und sistirt ab und zu, so ist die beste Gelegenheit gegeben die einzelnen Blutelemente mit Muse eingehend zu studiren. Bei

der geringen Anzahl von Körpern, die diese Capillaren passiren, kann es allerdings vorkommen, dass es lange Zeit dauert, bis endlich nach vielen rothen und farblosen Blutkörpern einmal eine solche Spindel erscheint, obwohl, wie wir im weiteren noch sehen werden, die absolute Zahl derselben im Froschblute eine sehr grosse ist. Das erste, was man nun an ihnen erkennt, ist ein grosser, ovaler, feinkörniger Kern, den ein an den Seiten schmaler, an den Polen sich verbreiternder Saum homogenen Protoplasmas umgiebt. Für gewöhnlich machen diese Körper, wie gesagt, den Eindruck von Spindeln, aber es ist fraglich, ob sie in Wirklichkeit dies sind. Sicher ist, dass sie an beiden Polen spitz zulaufen können, dass sie aber auch vielfach mehr oval sich abrunden. Wir sind auch geneigt, sie nach wiederholter Beobachtung als etwas abgeplattet und nicht als ganz rund im Querschnitt anzusehen. In einem Tropfen Froschblut, den man auf dem Objectträger einer mikroskopischen Untersuchung unterwirft, kann man sich über diese Verhältnisse leider nicht näher orientiren, da es eine ganz charakteristische Eigenschaft dieser Blutbestandtheile ist, sich ausserordentlich schnell zu verändern und da, wo es eben ist, am Deckglas oder Objectträger festzukleben. Die ausserordentliche, so eigenartige Klebrigkeit kann es verursachen, dass man bei Untersuchungen des Aderlassblutes vom Frosch sie ganz vermisst; es ist das eben dann der Fall, wenn das Blut vor der mikroskopischen Besichtigung mit ausgedehnten Wundflächen oder Glasstäben und sonstigen Instrumenten wiederholt in Berührung gekommen ist. Wenn man vorsichtig das Herz eines Frosches durch theilweises Abtragen des Schultergürtels freilegt, am Pericard mit der Pinzette etwas heraushebt, mit einem Scheerenschlag die Herzspitze abschneidet und auf das herausquellende Blut das Deckgläschen aufpufft, so ist man sicher die Spindeln in grosser Menge zu sehen. Die Vernachlässigung dieser minutiösen und vorsichtigen Präparation ist die einzige Ursache, warum man bisher den dritten Blutbestandtheil des Frosches bei den so zahlreichen Blutuntersuchungen in der Regel ganz vermisst hat.

Die Veränderungen, die eine solche Spindel im Blut auf dem Objectträger erleidet, bestehen zunächst in einem Zackigwerden der äusseren Contouren. Alsdann quillt das Protoplasma

etwas, die Grenzen desselben gegen das Blutplasma werden undeutlich und der Zelleib scheint zu zerfliessen. Liegen, wie das am häufigsten der Fall, drei, vier oder ein ganzes Häufchen von Spindeln zusammen, so verschmilzt das Protoplasma zu einer hellen bis feinkörnigen Masse. Die Kerne sind in dieser zunächst noch gut zu erkennen und es dauert viel länger, bis sie einem erst grobkörnigen, später feinkörnigen Zerfall unterliegen. Bis dies eintritt, sind gewöhnlich schon die Gerinnungserscheinungen eingetreten und feine zarte Faserstoffäden hie und da sichtbar. Wie diese an alle festen Punkte in der Flüssigkeit sich ansetzen, so auch an die verschmolzenen Spindelhäufchen. Es ist die Faserstoffabscheidung beim Frosch aber nur mit Schwierigkeit zu erkennen und bietet lange nicht das in das Auge fallende Bild, wie beim Warmblüter. Dafür aber tritt hier eine andere auffallende Erscheinung hervor, nemlich eine eigenthümliche strahlenförmige Gruppierung der rothen Blutkörper um die Spindelhaufen. Es soll dies übrigens nur erwähnt werden, um die Idee von der Hand zu weisen, als liege hier in diesem ziemlich auffallenden Phänomen eine räthselhafte Fähigkeit der Spindeln vor; diese Gruppierung rother Blutkörper im Froschblut tritt um alle Hervorragungen z. B. auch um zufällige Verunreinigungen des Deckglases ein.

Man kann die Veränderung der Spindeln durch die bekannten conservirenden bzw. fixirenden Lösungen hintan halten. So haben wir sowohl 0,6 pCt. Kochsalzlösung, wie auch 1 pCt. Osmiumsäure mit Erfolg angewandt. Man lässt am besten einen Tropfen Herzblut des Frosches direct nach Abtragung der Herzspitze in ein Uhrschildchen mit der Flüssigkeit fallen. Nach Bizzozero's Methode kann man zu der Kochsalzlösung dann einen blauen Anilinfarbstoff, Methyl oder Gentianaviolett zusetzen und dadurch die Kerne der Spindeln schön gefärbt erhalten. Nach einer Weile, oft schon nach 5 bis 10 Minuten beginnen aber auch hier Veränderungen vor sich zu gehen. Besonders eigenthümlich sind diejenigen in 1 pCt. Osmiumsäure. Entnimmt man einem Uhrschildchen voll dieser Säure, versetzt mit ein bis zwei Tropfen Blut, einen Tropfen, so wird man trotz der grossen Verdünnung des Blutes doch immer eine ganze Anzahl von Spindeln auffinden. Hat man geschickt bei dem Auffangen der



Blutropfen manipulirt und durch Schütteln des Schälchens für eine rasche Vertheilung in der Osmiumsäure gesorgt, so findet man die Spindeln alle isolirt. Unterbleiben diese Maassregeln, so ist den Spindeln die Möglichkeit zur Veränderung gegeben und man wird dieselben dann zu Häufchen vereinigt finden. Nach 10 Minuten beginnen die Kerne der Spindeln zu quellen und in dem Grad schwindet das Protoplasma bis auf einen schmalen feinkörnigen Saum. Allmählich verwischen sich die Unterschiede von Kern und Protoplasma immer mehr und das ganze Element erscheint wie eine zarte runde feinkörnige Scheibe. Unter dem Deckglase gehen übrigens diese Veränderungen bedeutend schneller vor sich als in dem grösseren Flüssigkeitsquantum des Uhrsälchens. Nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden waren hier die Spindeln noch ganz unversehrt und nach 8 Stunden erst zeigten sich leichte Quellungserscheinungen am Kern.

In Trockenpräparaten des Froschblutes, bei deren Herstellung man den Blutropfen unter den beschriebenen Vorsichtsmaassregeln auffängt und am besten durch eine Schleuderbewegung mit dem Gläschen ausbreitet, findet man die Spindeln ebenfalls in grosser Menge.

Mit Hämatoxylin, mit Methyl- und Gentianaviolett färben sich die Kerne der Spindeln intensiv blau, während das Protoplasma durch Eosin schön rosa gefärbt wird. Uebrigens sind nicht alle Spindeln in einem Trockenpräparate gut conservirt, es sind im Gegentheil nur vereinzelte, welche noch einen scharf contourirten Zelleib zeigen. Die meisten lassen bereits grössere Veränderungen erkennen, die sie während des Prozesses des Antrocknens der dünnen Blutschicht erlitten haben und die jedenfalls diesem Prozess selbst zuzuschreiben sind, nicht etwa blos der Berührung mit dem Deckgläschen. Diese Veränderungen sind nicht ganz gleichmässig bei allen Gebilden; sie bestehen vorzüglich in einem Quellen des Kerns und einer Abnahme des Tinctonsvermögens. Die rothen Blutkörper zeigen übrigens sehr ähnliche Zerfallsarten und es ist oft bei diesen zerstörten, vertrockneten Elementen schwer zu entscheiden, was sie in der That sind, Spindeln oder rothe Blutkörperchen.

Wenn man diese Eigenschaften der Spindeln näher ins Auge fasst, so lässt sich nicht leugnen, dass sie sehr viel mit

den Blutplättchen der Säuger gemein haben. Jene charakteristische schnelle Alteration auf geringfügige Anlässe, besonders auf die Berührung mit Fremdkörpern oder verletzten Geweben hin, die ausserordentliche Klebrigkeit nach dieser Veränderung und schliesslich das Verschmelzen zusammenliegender Zellkörper, die Quellungserscheinungen, der körnige Zerfall — das alles sind Vorgänge, die wir in ganz ähnlicher Weise bei den Blutplättchen der Warmblüter auftreten sehen. Allerdings bestehen dann auch wieder Differenzen; aber diese beschränken sich eigentlich nur auf zwei Punkte und zwar: auf die äussere Gestalt und auf den Kern. Die Säugethierplättchen sind rund, platt und besitzen keinen Kern, die Froschspindeln sind mehr oval, länglich und zeigen einen unzweifelhaften Kern. Wir glauben aber, dass man gerade diese beiden Momente mit wenig Erfolg gegen eine Identificirung der Spindeln mit Blutplättchen wird geltend machen können, weil analoge Structurdifferenzen, ja fast ganz dieselben bei einem anderen Blutbestandtheil, nemlich den rothen Blutkörpern sich vorfinden. Diese sind ja beim Säuger platte biconcave, kernlose Scheiben, während sie beim Batrachier elliptisch und kernhaltig uns entgegentreten.

Es ist an der Präformation der Säugethierblutplättchen trotz aller Momente die für diese sprechen, gezweifelt worden, man hat die Plättchen trotz ihrer typischen Gestalt etc. für Gerinnungsproducte, speciell für Globulin erklärt [Löwit<sup>1)</sup>]. Gerade für diese Frage der Präformation ist es aber von entscheidender Bedeutung, dass sich bei niederen Wirbelthieren Elemente vorfinden, welche in allen wesentlichen Verhältnissen mit den Plättchen der Säuger übereinstimmen, aber als Stempel eines Gewebsbestandtheils den Kern tragen. Wenn, wie gesagt, Forscher darüber in Zweifel waren, ob die Plättchen normale Blutbestandtheile sind, so hat doch Niemand ihr ausserordentlich häufiges Erscheinen und ihre grosse Zahl bei Blutuntersuchungen, z. B. in vorsichtig angefertigten Präparaten des Aderlassblutes oder bei Circulationsbeobachtungen gezeugnet. Nimmt man aber an, dass die Spindeln etwas anderes als die Plättchen des

<sup>1)</sup> Sitzungsber. der math.-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserl. Academie zu Wien. Abth. III. 1885.

Frosches sind, so wüssten wir in der That nicht, welches Element man dann als jene ansprechen sollte. Es ist zwar von Löwit<sup>1)</sup> die Aufmerksamkeit auf gewisse Zerfallsproducte farbloser Blutkörper gelenkt worden, aber nach eingehender Beschäftigung mit diesem Gegenstand haben wir die Ueberzeugung gewonnen, dass diese nichts mit Plättchen zu thun haben. Löwit schreibt, dass die absterbenden Leucocyten des Frosches bläschenförmige Gebilde austreten liessen, die alsbald in der Flüssigkeit verschwänden, sich auflösten. Nun sind die Leucocyten des Frosches überhaupt sehr dauerhafte Gebilde, sie halten sich Tage lang zwischen Deckglas und Objectträger im Blutstropfen lebendig und man hat nur selten Gelegenheit bei gewöhnlichen Temperatur- und Präparationsverhältnissen einen schnellen und massenhaften Untergang von Leucocyten zu sehen. Die Erscheinung, die Löwit beschreibt, konnten auch wir an einzelnen weissen Blutkörpern beobachten. Es treten an den Rändern helle homogene, blasse, kugelige Gebilde hervor, die sehr ungleich gross sind, oft lange unverändert bleiben können, unter Umständen aber auch von den Leucocyten abgeschwemmt werden. Die Erscheinung ist schon Ranvier<sup>2)</sup> aufgefallen und wie er angiebt, vor ihm bereits von Dujardin beschrieben worden, der diese Fortsätze als „excroissances sarcodiques“ bezeichnet. Wir können in diesen Gebilden, die wir für gequollene Protoplasmatheile der abgestorbenen Zelle halten, auch nicht die geringste Aehnlichkeit mit Blutplättchen finden. Die „excroissances sarcodiques“ sind kugelig, verändern sich trotz der meist innigen Berührung mit dem Deckglas und Objectträger selbst während stundenlanger Beobachtung absolut nicht, kleben nirgends an Fremdkörper oder untereinander Haufen bildend an, kurz, zeigen auch nicht in einer Beziehung die so charakteristischen Eigenschaften der Säugethierplättchen. Wenn man Fäden von Glaswolle in das Blut eines Hundes oder eines Kaninchen taucht, während dies im Strahl die Arterie verlässt und die Glasfäden dann schnell in einer indifferenten Lösung abspült, so bemerkt man, dass die Blutplättchen in Folge ihrer grossen

<sup>1)</sup> Op. cit.

<sup>2)</sup> Traité technique d'histologie. p. 156.

Klebrigkeit massenhaft hängen geblieben sind und in einer förmlichen Schicht den Faden überziehen, während von anderen Blutbestandtheilen gar keine oder sehr spärliche sich darunter finden. Wiederholt man denselben Versuch beim Frosch, so wird man nie etwas Aehnliches wie etwa die „*excroissances sarcodiques*“ an den Glasfäden hängen, dafür aber diese in derselben Weise wie beim Säuger mit Plättchen, so hier mit Spindeln überzogen sehen.

Es sind die hier als Spindeln beschriebenen Elemente des Frosches schon von Hayem<sup>1)</sup> und Bizzozero<sup>2)</sup> in ihren ersten Untersuchungen als die Plättchen des Frosches angesprochen worden. Aber schon früher, bevor man über die Existenz der Blutplättchen beim Säuger im Klaren war, haben Forscher, die sie im Froschblut antrafen, in richtiger Würdigung ihrer Eigenart dieselben für etwas Besonderes erklärt. Wiederholt begegnen wir in älteren mikroskopischen Untersuchungen des Froschblutes der Auffassung, dass es Gefässendothelien seien [Ranvier<sup>3)</sup>, Zahn<sup>4)</sup>]. Andere Autoren und darunter auch neuere haben sie dann aber auch theils zu den rothen theils zu den farblosen Blutkörpern gerechnet.

Es lässt sich ja nicht leugnen, dass die Spindeln sowohl mit den rothen als mit den farblosen Blutkörpern Berührungspunkte haben. Mit den rothen den Kern und die ungefähr elliptische Gestalt, mit den farblosen die Farblosigkeit und scheinbar auch die sog. Klebrigkeit. Ganz wesentlich differiren sie aber von den rothen Blutkörpern durch den Mangel des Hämoglobins, ein Umstand, welcher besonders drastisch dadurch illustriert wird, dass selbst grosse Haufen und Pfröpfe zusammenliegender Plättchen nur weiss erscheinen, ohne den geringsten Schimmer eines gelblichen Tones. Mit der Klebrigkeit ist es eine eigene Sache. Sie ist eine ganz hervortretende Erscheinung der veränderten Spindeln. Die rothen Blutkörper sind gar nicht klebrig, aber auch die Leucocyten verdienen, wie wir in früheren Arbeiten schon auseinanderzusetzen Gelegenheit hatten, dies

<sup>1)</sup> Archives de phys. norm. et pathol. 1879.

<sup>2)</sup> Ueber einen neuen Formbestandtheil des Blutes. Dieses Archiv Bd. 90.

<sup>3)</sup> Traité technique d'histologie. p. 192.

<sup>4)</sup> Dieses Archiv Bd. 62.

Attribut im Grunde nicht. Die Leucocyten haften mit ihren Protoplasmafortsätzen in Folge eines vitalen Actes am Fremdkörper fest. So grosse und so eng verschmolzene Haufen wie die Spindeln im extravasculären Blute und bei der Thrombose formiren, bilden sie fast nie und vor Allem, gewöhnlich nicht auf die Dauer, denn sie können früher oder später wieder fortwandern und sind nicht festgeklebt in Folge einer irreparablen Alteration ihrer Constitution, wie die Plättchen.

Es würde uns zu weit führen, in einer Untersuchung, die mehr der Thrombose beim Frosch als der Beschreibung von dessen Plättchen gewidmet sein soll, eine Parallele zwischen den Spindeln und den zahlreichen morphologisch so verschiedenen Leucocytenarten zu ziehen. Wir haben dies aber auch gar nicht nöthig, denn die Spindeln differiren in einigen so wesentlichen Punkten von allen diesen farblosen Zellen, dass man sie bei genauer Betrachtung mit keiner, weder mit einer kleinen noch mit einer grossen, einer poly- oder mononucleären wird verwechseln können. In erster Linie ist hier der Kern der Spindeln in's Auge zu fassen, welcher gross ist und ovale Gestalt besitzt, wie man sie bei den Leucocytenkernen, die entweder rund oder sehr mannichfach zerklüftet sind, nicht findet. Dann ist die geringe Widerstandsfähigkeit und die Klebrigkeit der Spindeln zu beachten, der eine grosse Widerstandsfähigkeit und Lebensenergie der Leucocyten gegenübersteht. (Wir erinnern nur an den Kampf gegen Fremdkörper und Bakterien.) Ferner ist die Spindel- oder Keulenform für die Froschplättchen charakteristisch, die bei den Leucocyten nur durch besondere Momente hervorgerufen werden kann und in der Ruhe nie vorhanden ist. Schliesslich wäre noch als ein sehr wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Umstand anzusehen, dass den Spindeln die spontane Locomotion, das Emigrationsvermögen völlig abgeht. Man wird in den höchsten Graden der entzündlichen Zellinfiltration niemals eine Spindel im Mesenterialbindegewebe vorfinden.

Wie beim Frosch die Spindeln als in den hauptsächlichsten Eigenschaften mit den Blutplättchen der Säuger völlig analoge Gebilde sich zeigen, so giebt es ähnliche oder fast ganz gleiche Spindeln auch in der ganzen Klasse der niederen Wirbelthiere. Bei Tritonen, Kröten und Fischen haben wir sie

eingehender studirt und ebenso bei der Schildkröte, von der im weiteren noch die Rede sein wird. Es sind bei allen diesen Thieren Spindeln, die selbst in ihrer Grösse nur wenig von denen des Frosches abweichen, vorhanden.

Jeder Zweifel an der Richtigkeit der Auffassung, dass die Spindeln die Blutplättchen des Frosches sind, wird aber durch ihr Verhalten zur Thrombose beseitigt, bei welcher sie, wie wir oben sahen, die Hauptrolle spielen. Wie beim Säuger die Plättchen zusammengetrieben werden und zu Pfröpfen verkleben, Conglutinate bilden, ebenso conglutiniren hier beim Frosch die kernhaltigen Spindeln. Die Aehnlichkeit ist ausserordentlich überraschend und lässt sich bis in die feinsten Details verfolgen. Es zeigt sich hier, dass wie bei der entzündlichen Leucocyten-emigration, so auch bei der Thrombose die Verhältnisse beim Kalt- und Warmblüter dieselben sind.

Beim Frosch ist ebenso wie beim Warmblüter der normale Blutstrom durch den axialen Fluss der rothen Blutkörper, der Spindeln und einer Anzahl von Leucocyten charakterisirt und durch eine mehr oder weniger breite Zone von Plasma, in welcher ausser langsamer dahinrollenden Leucocyten kein anderes Element sichtbar wird. Bei einer Stromverlangsamung wie sie bei der Entzündung ja jedesmal eintritt, treten grössere Massen von farblosen Elementen aus dem axialen Strom heraus und rollen in gedrängter Reihe oft übereinander gewälzt an der Gefässwand dahin, hie und da sich festhaltend und emigrirend. Zum Austritt der Spindeln aus dem axialen Strom braucht es aber beim Frosch ebenso wie beim Säuger einer grösseren Circulationsstörung und zwar entweder einer hochgradigen Stromverlangsamung oder einer Wirbelbildung, wie sie durch Unregelmässigkeiten im Lumen, durch Verengerungen und Erweiterungen, sowie durch Prominenzen und sonstige Hindernisse verursacht wird. Wie beim Säugethier sind aber beim Frosch die Veränderungen im Strömungscharakter des Blutes und seiner corpusculären Elemente überaus mannichfach und verlangen oft ein eingehendes Studium zu ihrer richtigen Deutung.

Das einfachste Mittel, um sich die Plättchen sichtbar zu machen, ist die oben beschriebene Alteration des Stroms durch Wandveränderung an den Gefässen, wie man sie durch mecha-

nische Insulte, Compressionen und Ueberstreichungen erreicht. Ein Beispiel dieser Art bietet Fig. 2. Sie zeigt ein kleines Gefäss, welches seitlich mit der Präparirnadel eingedrückt wurde. Hier findet sich ein kleiner, mit einer stumpfen Spitze nach innen gerichteter Vorsprung der Gefässwand: die comprimirte Partie. An dieser Verengung ist der Plasmastrom fast verschwunden, während er unmittelbar darüber und darunter die normale Breite hat. Dicht über der Druckstelle ist das Gefäss leicht ausgebuchtet. In dieser Ausbuchtung fangen sich die Spindeln und bleiben mehrere Minuten an der Gefässwand haften. Dieselben werden erst unmittelbar vor dem erwähnten Gefässvorsprung im Blutstrom sichtbar, in dessen Randzone sie in diesem Augenblick parallel mit der Gefässwand und dicht an der Grenze des Axenstroms fliessen. Auch unterhalb der comprimierten Stelle, dort, wo sich das Gefässlumen plötzlich wieder erweitert, sieht man spindelige Körper den Axenstrom verlassen und mit ihrer Breitseite der Gefässwand sich anlegen. Auf diese Weise entstehen Häufchen von 5 bis 6 solcher Spindeln, die theils einzeln, theils en masse nach einem Aufenthalt von ein oder mehreren Minuten durch den vorbeischiessenden Strom wieder entführt werden. Dieser ist sehr lebhaft, rothe Blutkörper sind einzeln nicht zu erkennen und eine Randstellung von Leucocyten ist nirgends in dem Gefäss zu sehen. Die Circulationsstörung ist in diesem Fall so beschränkt und gering, dass es über die Ansammlung der Plättchen nicht hinauskommt und ein definitiver, an der Gefässwand adhärenter Pfropf gar nicht entsteht.

Etwas bedeutender hat sie sich in einem Fall gestaltet, dessen Bild Fig. 5 wiedergiebt. Mit einer stumpfen Nadel wurde hier der Druck mitten auf eine Arterie ausgeübt, die einen sehr schnellen Strom ohne jede Randstellung zeigte. Die Gefässwände wurden völlig durchgedrückt, verklebten aber an Ort und Stelle, so dass eine Hämorrhagie nicht erfolgte. Die Circulation sistirte für den Augenblick, stellte sich aber in einigen Secunden langsam wieder her. Sobald aber der Blutstrom mit Kraft wieder an das Hinderniss anprallte, entstand auch in seiner Mitte ein deutlicher Wirbel und Spindeln flogen hier in grosser Menge an die runde Compressionsstelle und blieben vornehmlich an den

Seiten und dem vom Strom abgekehrten Rande der Druckstelle hängen. Wie die Abbildung zeigt, hing ein ganzes Zäpfchen von Spindeln flottirend in den Blutstrom. Dasselbe hielt sich eine ganze Zeit lang in der angegebenen Grösse, da zwar immer einzelne Spindeln und Spindelhäufchen vom lebhaften Strom abgerissen wurden, dafür aber stets neue wieder antrieben und anklebten. Nach etwa einer Stunde wurde der Strom wieder sehr rapide und damit die Pfropfbildung geringer. Es waren von da ab nur wenige Spindeln, nur etwa 10 noch, fest angeklebt zu zählen.

War die Compression oder die Ueberstreichung eingreifender, ist es dabei zu einem Zerquetschen eines grossen Theiles des Gefässes gekommen, haben Hämorrhagien, also Gefässrupturen dabei stattgefunden etc., so wird der Vorgang der Conglutination viel lebhafter und eine Bildung grösserer obturirender Thromben bleibt dann nicht aus. Die sehr festen, durch den Blutstrom zusammengedrückten Spindelmassen erfüllen das Gefäss vollkommen und buchten oft dasselbe durch ihre Masse seitlich aus.

Ausser den mechanischen Gefässverletzungen haben wir chemische Mittel, Lapis, Kochsalz, Sublimat etc., angewandt. Oft erhält man auch ganz hübsche Bilder, wenn man einfach von jeder Schonung des Froschmesenterium absieht, auf Zerrungen nicht weiter achtet und es ruhig etwas verdunsten lässt. Das Bild eines so entstandenen Thrombus liefert die Fig. 6. Er besteht aus mehreren Ballen von Spindeln, die das Gefäss obturiren, so dass das Blut oberhalb und unterhalb unbewegt erscheint. Der Blutstrom versucht aber sich wieder Bahn zu brechen, indem er einzelne rothe Blutkörper (c) zwischen die Ballen einpresst und hier und da sich Wege durch die Pfröpfe furcht.

Von den Gefässinsulten mit chemischen Mitteln wollen wir nur derer mit Aether erwähnen, weil sie das Studium der Plättchenrandstellung, das massenhafte Ansammeln derselben in der Randzone des Blutstroms besonders gut zeigen. Man applicirt den Aether, indem man mit einem Glasstab zwei Tropfen auf das gut feucht gehaltene Mesenterium fallen lässt. Der Eingriff ist nicht immer von ganz gleicher Wirkung, aber in der Regel



sind nur die kleinsten Gefässe so heftig betroffen, dass Stase und ausgedehnte Thrombose in ihnen Platz greift. In den grösseren Gefässen, besonders den Arterien, zeigten sich hie und da starke Contractionen der Gefässwand. Dies ist z. B. in der Arterie, die in Fig. 3 dargestellt ist, der Fall. Hier fliesst zunächst in dem centralen und weiten Theile des Gefässes ein Strom mit breiter plasmatischer Randzone. In diesem Bezirk, dessen Blutstrom derartig verlangsamt ist, dass einzelne Blutkörper unterschieden werden können, erscheinen im Randstrom nicht nur vereinzelte Spindeln, die vorübergehend an der Gefässwand haften, aber alsbald um ihre Queraxe sich drehend fortgetrieben werden, sondern auch kleinere Gruppen solcher. Diese bestehen meist aus vier bis fünf Individuen, die längere Zeit an der Innenfläche des Gefässes haften bleiben. In der contrahirten Partie, durch welche das Blut so beschleunigt strömt, dass einzelne Körper nicht zu unterscheiden sind, gleiten die Plättchen meist in der Längsrichtung, aber auch häufig um ihre Queraxe sich drehend. Jenseits der verengten, contrahirten Partie, also peripherisch, ist der Strom wieder mehr verlangsamt, so dass hier wieder einzelne Körper im Axenstrom gesehen werden können. Hier findet annähernd dasselbe Verhalten statt wie in dem centralen Abschnitt vor der Verengerung. Auch hier gleiten wieder in der verbreiterten Plasmazone einzelne und Gruppen von Spindeln dahin. Leucocyten rollten hier anfangs nicht sehr häufig an der Gefässwand entlang, später aber beschleunigte sich der Blutstrom im Ganzen etwas, die Gefässcontraction liess auch etwas nach und hiermit machte die Randstellung der Plättchen einer Leucocytenrandstellung mehr und mehr Platz.

Auch eine Folge von Aetherapplication stellt die Fig. 7 dar. Es handelt sich hier um eine Vene, die nach der Verdunstung des aufgeträufelten Aethers zwar keine localen Contractionen oder Dilatationen, wohl aber eine allgemeine Dilatation und dadurch Stromverlangsamung zeigte. In den Venen, ebenso wie in den Arterien sah man zahlreiche Spindeln an der Gefässwand dahintreiben. Während es aber in den Arterien ebenso wie in dem oben beschriebenen Fall der Fig. 6 nicht zu wirklichem Ankleben der Plättchen kam, sah man, wie die Figur es zeigt, die Innenwand der Vene mit Spindeln hie und da ganz belegt. Eigenthüm-

lich strahlenartig, meist in einschichtiger Lage sassen sie fest und verliessen in stundenlanger Beobachtung ihren Platz nicht. Es ist wohl dieser Unterschied zwischen Arterien und Venen so zu deuten, dass die dünnere Venenwand bis auf ihr Endothel von dem Aether getroffen wurde und nun an dem lädirten oder zerstörten und abgetödteten Endothel den Spindeln Gelegenheit zum Ankleben gegeben war, während die mächtigere Arterienwand gegen so tiefes Eindringen des Aethers geschützt hatte.

Wenn die Spindeln zu einem festen Pfropf zusammenkleben, so ist anfänglich, d. h. in den ersten 5—10 Minuten ihr Contour und Form so leidlich noch zu erkennen. Ueberaus schnell aber verschmelzen ihre Zellleiber und sehr bald sieht man eine feinkörnige Masse, in welcher die einzelnen Kerne zunächst noch deutlich sind. Aber auch die Kerne sind nur von kurzem Bestand und, wenn auch ihre Contouren undeutlich werden, so hat man dann einen gleichmässig feinkörnigen Pfropf vor sich, dem man seine Entstehung aus einzelnen Zellen nicht ansieht. Bei der Verfolgung dieser Veränderung, die, wie wir sehen, gleiche Verhältnisse zeigt, wie die der Spindeln im Aderlassblut, kommt es darauf an, Thromben in dünnwandigen Gefässen vor sich zu haben. In dickwandigen erkennt man schon kurz nach der Bildung des Thrombus keine Details mehr in ihm. Je mehr der Verklebungsprozess fortschreitet, um so compacter wird der Thrombus und um so seltener hat man das Schauspiel, dass dann noch einzelne Spindeln oder kleine Häufchen vom lebhaften Blutstrom abgerissen und fortgeschwemmt werden.

Aber nur nach gröberen verletzenderen Eingriffen kommt es zu diesen dauernden und festen Pfropfbildungen, nach kleineren Verletzungen ist oft ausserordentlich früh der Insult überwunden. Besonders überraschend ist dies bei kleinen Stichverletzungen und leichten Compressionen, wie eine in Fig. 5 wiedergegeben ist. In solchen Fällen wird bei lebhaftem Strom sehr bald, oft in einer halben Stunde schon die Pfropfbildung immer geringer, es werden mehr und mehr Spindeln von einem kleinen Pfropf abgebröckelt, während immer weniger antreiben. Schliesslich wird der ganze Thrombus so successive gewissermaassen abgeschliffen, dass oft nur ein schmaler Saum körniger Spindelreste, oft kaum noch etwas an der verletzten Gefässwand zu erkennen

ist. An diesen Stellen streicht dann der schnelle Strom stundenlang, ja einen Tag lang haben wir in einem Fall das Gefäss verfolgt, vorüber, als wenn dort nichts geschehen wäre. Bei Stichverletzung schleift sich auch der innere Thrombus, wenn das Loch klein ist, sehr bald glatt. Nach längerer Beobachtung aber hat man des öfteren Gelegenheit, dann an der Stelle der Gefässperforation eine lebhafte Diapedese rother Blutkörper zu sehen. Dieselben sitzen oft in grösserer Anzahl in dem Stichkanal und bilden in der Mitte mit einem Ende eingeklemmt eine rosettenartige Figur.

## II. Wandverletzungen grösserer Gefässe.

In einer früheren Arbeit über Wandläsionen grösserer Arterien und Venen von Säugern<sup>1)</sup> haben wir die Technik der Präparationsweise des weiteren erörtert. Um Verletzung und Folgen genau zu übersehen, ist es vor allen Dingen nöthig starke Dislocationen des Gefässinhaltes, Collabiren des Gefässes etc. zu verhindern. Man erreicht dies am besten, indem man das normal prall gefüllte Gefäss ober- und unterhalb der in's Auge gefassten Partie unterbindet und dann dies von den beiden Ligaturen eingefasste Stück excidirt. Besser noch ist es, wenn man vor der Excision unter das Gefäss ein Korkplättchen schiebt und auf diesem die Ligaturenden mit Nadeln befestigt, so dass nach dem Herausschneiden das Gefäss gleich aufgespannt ist. Die Härtung erfolgte in allmählich verstärktem Alkohol von 60 pCt. anfangend. Gefärbt wurde mit Eosin und Hämatoxylin.

Wir versuchten zuerst Umschnürungen mit Seidenfäden an den Aorten von Fröschen vorzunehmen, laparotomirten zu dem Zwecke die Thiere, schoben die Eingeweide zur Seite und drangen auf die grossen Gefässe vor, um die wir für einige Minuten die Ligatur festschlangen. Dann wurde die Ligatur wieder gelöst und die Circulation für eine gewisse Zeit frei gegeben, worauf wir excidirten. Da unsere Frösche mit wenigen Ausnahmen sehr klein waren, hatten wir mit dieser an sich ja einfachen Operation Schwierigkeiten, die besonders darin bestanden, bei den Manipulationen die sehr zarten kleinen Aorten nicht an anderen

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 103.

Stellen und tiefer zu verletzen und durch Perforationen blutleer zu machen. Doch erhielten wir von kräftigen Fröschen recht schöne Präparate, von denen eines die Fig. 10 zeigt. Man sieht hier, dass der Effect der Umschnürung ein ganz ähnlicher ist, wie an Arterien von Säugern, z. B. der Femoralarterie des Hundes, die wir in der schon erwähnten Abhandlung beschrieben haben. Die inneren Schichten der Gefässwand sind hier besonders schwer verletzt. Das Endothel ist eine ganze Strecke weit abgerissen und die Media stark zerquetscht. Die Gewebsschichten der Adventitia sind gelockert. Auf diesen zerstörten Wandtheilen, besonders auf den spitzen Hervorragungen der verletzten Intima sitzen nun genau wie beim Säuger die Plättchenhaufen, so hier die Spindeln auf. Der Pfropf ist 5 Minuten alt und entsprechend diesem frühen Stadium sind die Kerne der Spindeln ausgezeichnet deutlich und intensiv gefärbt zu erkennen.

Die Präparationsschwierigkeiten an den kleinen Froschaorten liessen uns verschiedentlich den Aortenbulbus dieser Thiere zur Operationsstelle wählen. Wir legten dann um die Vorhöfe eine Ligatur, die einige Minuten liegen blieb und dann wieder entfernt wurde. Einmal gaben wir dann die Circulation eine, dann 3 und 5 Minuten lang bis zur Excision frei.

Auch hier fanden sich an den zerquetschten Gefässwänden auf den Längs- und Querschnitten Haufen von Spindeln; nur ist die Orientirung an diesen Herzschnitten, die durch Bulbus, Vorhöfe, Klappen etc. gehen, nicht leicht.

Sehr schöne Bilder haben wir bei der Schildkröte erhalten, deren Aorta und Aortenbögen durch ihre Grösse und leicht zugängliche Lage die Operation sehr erleichtern. Man geht hier so vor, dass man durch Schnitte das Bauchschild in seinen Bandverbindungen mit dem Rückenschild löst und dann von den Weichtheilen abtrennt. Die Aorta ist unschwer zu finden. Nach der Operation bindet man mit Fäden die Bauchplatte wieder auf. Das Bild in Fig. 11 ist von einer Schildkrötenaorta, die wir etwa 10 Minuten lang ligirten, worauf wir sie dann für 2 Stunden der Circulation freigaben. Die Zerstörung der Intima und Media ist auch hier sehr intensiv und vor Allem die Media eine ganze Strecke weit von der Adventitia abgelöst. Auf den rauhen und prominenten Wandtheilen sitzen hier analog wie beim Frosch

wieder die Haufen von Spindeln mit ihren deutlichen und gut gefärbten Kernen auf.

Des weiteren haben wir noch Stichverletzungen angelegt und zwar beim Froschherzen, weil die grösseren Gefässe ihres Calibers halber sich wenig hierzu eigneten. Diese wurden so ausgeführt, dass wir das Herz freilegten, aus dem aufgeschlitzten Pericard durch Druck auf den Thorax hervordrängten und dann mit einer Irislancette anstachen. Aus diesen Stichwunden liessen wir die Frösche langsam verbluten und schnitten dann die Herzen heraus. Die Stichverletzung drang gewöhnlich bis in die Mitte des Ventrikels vor; viele Muskeln der Trabekel waren zerquetscht oder durchschnitten. An diesen durchtrennten Trabekeln sah man nun überall Häufchen und Haufen von Spindeln, die wieder durch ihren Kernreichthum sich gut aus der umgebenden Blutmasse abhoben. Die äussere, d. h. an der Aussenwand des Herzens gelegene Oeffnung der Wunde ist völlig bedeckt mit Schichten von Spindeln und auf diesen Spindelthromben sitzt dann noch eine Blutmasse auf, die wieder einzelne Ballen von Spindeln erkennen lässt.

Wir haben auch Fäden von Zwirn durch Froschherzen gezogen und auch an diesen Fäden Haufen von Spindeln hängen gesehen.

### III. Schlussbemerkungen.

Aus den beschriebenen Circulationsbeobachtungen und den Präparaten erhellt, dass wie beim Säuger das Plättchen, so auch beim Frosch ein drittes Formelement, die Spindel existirt und dass die letztere in ganz hervorragender Weise an der Thrombenbildung theilhaftig ist. Die Ansicht, dass die Leucocyten die Hauptrolle bei der Thrombose spielen, die sich bisher allgemeiner Geltung erfreute, hat sich nun gerade auf die Verhältnisse beim Frosch gestützt und es ist bekannt, dass die Arbeiten Zahn's, welche den Grundstein zu dieser Ansicht gelegt haben, sich wesentlich mit dem Frosch, in Bezug auf Circulationsbeobachtung sogar nur mit diesem sich beschäftigten. Es wird sich daher zunächst fragen, wie sich eine derartige Abweichung unserer Untersuchungsergebnisse von den älteren erklärt. Die Beantwortung dieser Frage ergiebt eine eingehendere Lectüre der Zahn's-

schen<sup>1)</sup> Arbeit. Die ganze Mittheilung Zahn's ist getragen von dem Gedanken, dass die farblosen Blutkörper die Hauptrolle bei der Thrombose spielen, dass sie bei hochgradiger Randstellung sich zusammenballen etc. Aber vereinzelte Beobachtungen und zwar, was besonders betont werden muss, gerade jene, in denen Zahn von Anfang an den Insult der Gefässe verfolgte, haben ihm etwas anderes gezeigt. So z. B. beschreibt er S. 88 den Effect einer Ueberstreichung eines Gefässes mit einer Nadel und sagt dabei: „Fast augenblicklich nachher nimmt man innerhalb dieser Partie farblose spindelförmige Zellen mit deutlich ovalem Kern und einer bis zwei kleinen Vacuolen wahr, die anfangs der Gefässwand parallel gerichtet sind und der Wand anhaften, bald jedoch ihre Lage etwas verändern und zum Theil vom Strom losgerissen und fortgeführt werden.“ Zahn ist sich über die Bedeutung dieser Zellen unklar; nach ihrem Erscheinen und Aussehen möchte er sie für gelockerte Gefässendothelien halten. Bei der Stichverletzung von Gefässen hat er mehrfach gesehen, wie „ausser um die Oeffnung ein wallartiger Wulst von weissen keulenförmig ausgezogenen, über einander liegenden farblosen Zellen“ (S. 92) erscheint, wie sich „an den Rändern der Schnittwunde weisse Blutkörper anlegen, die dann von dem über sie hinwegwirbelnden Strom ganz in die Länge gezogen werden, so dass sie eine exquisite Keulenform annehmen“ S. 93. Diese spindelförmigen und keulenförmigen farblosen Zellen sind unsere Spindeln. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass Zahn ähnliche Erscheinungen gesehen hat, wie wir sie beschrieben haben, nur dass er sie eben anders deutete und die Spindeln zum Theil für Gefässendothelien, zum Theil für deformirte Leucocyten hielt. Bei dem damaligen Stand der histologischen Kenntnisse des Blutes, zu einer Zeit, als man von der Existenz eines dritten Blutbestandtheils noch gar nichts wusste, ist diese Auffassung leicht begreiflich. Gefördert wird die Ansicht, dass Leucocyten wesentlich Thromben bilden noch durch zwei Momente. Das erste ist die spätere Veränderung des Pfropfes, der, wie wir gesehen haben, sehr bald keine Zellencontouren und später auch

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 62.

keine Zellkerne mehr deutlich erkennen lässt. Befindet sich ein derartig körnig veränderter Spindelthrombus in einem Gefäss, in welchem die Randstellung der Leucocyten stark ausgeprägt ist und zahlreiche dieser farblosen Elemente über ihn hinweg- oder an ihn heranrollen, so liegt es ja ausserordentlich nahe, seine Bildung aus diesen an ihn heranfliegenden Elementen anzunehmen. Das zweite Moment ist noch viel verführerischer. Wie beim Säuger farblose Blutkörper sich als gelegentliche und oft auch massigere Einschlüsse der Plättchenthromben finden, so auch beim Frosch in den Spindelhaufen. Es kommt dies am leichtesten bei starker entzündlicher Leucocytenrandstellung in den Mesenterialgefässen vor. Man kann sich ja nicht wundern, dass von den massenhaft hier über den Pfropf hinweggeschobenen Leucocyten ab und zu zahlreiche eingeschlossen werden.

Hayem<sup>1)</sup> und Bizzozero<sup>2)</sup>, die zuerst den dritten Formbestandtheil des Blutes sowohl bei höheren, wie bei niederen Wirbelthieren eingehend studirten, haben auf eine hervorragende Rolle desselben bei der Thrombose schon hingewiesen. Es ist ihnen auch gelungen bei Circulationsbeobachtungen am Froschmesenterium die spindelförmigen kernhaltigen Elemente als die Bestandtheile des weissen Thrombus zu erkennen. Hlava<sup>3)</sup>, der in einer Abhandlung über den dritten Formbestandtheil des Blutes auch einige Circulationsbeobachtungen am Frosch mittheilt, glaubt zwar eine hervorragende Bethheiligung der Leucocyten hier gesehen zu haben. Wir müssen jedoch ganz besonders hervorheben, indem wir uns nicht nur auf sehr zahlreiche Circulationsbeobachtungen, sondern auch auf Schnittpreparate an grösseren Thromben (Frosch und Schildkröte) berufen, dass Leucocyten an der Thrombose sich beim Kaltblüter ebensowenig wie beim Warmblüter wesentlich betheiligen, dass vielmehr nur Blutplättchen bzw. Spindeln es sind, welche den Aufbau des Thrombus besorgen und die anderen corpusculären Elemente nur secundäre und zufällige Einschlüsse repräsentiren wenn sie auch zahlreich vorhanden sind. Es giebt genug Pfröpfe beim Frosch, die nur aus Spindeln bestehen und in unseren

<sup>1)</sup> Comptes rendus. 1882.

<sup>2)</sup> Dieses Archiv Bd. 90.

<sup>3)</sup> Archiv für experimentelle Pathol. u. Pharmakologie Bd. 17,

Versuchen, in welchen wir starke entzündliche Erscheinungen des Froschmesenteriums mit starker Leucocytenansammlung der Reinheit des Versuchs halber möglichst vermieden und vorläufig nur die ersten Stadien der Pfropfbildung beachteten, sind diese reinen Spindelthromben uns fast ausschliesslich entgegengetreten. Auch Fibrinablagerungen haben wir in diesen jungen Thromben nicht beobachtet, wenigstens in jenen nicht, die in Folge rein mechanischer Wandverletzungen, Umschnürungen, Stichverletzungen, Compressionen u. s. w. entstanden waren. Es lässt sich demnach wohl annehmen, dass es sich wie beim Säuger auch beim Frosch und der Schildkröte in den ersten Bildungsphasen des Thrombus meist um reine Conglutinate von Spindeln handelt. Wie die Verhältnisse sich in älteren Thromben (in solchen, die Tage und Wochen alt sind) gestalten, das sollen weitere Untersuchungen zeigen.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel X — XI.

- Fig. 1. Gefäss mit Stromverlangsamung und Randstellung der Spindeln. a Strom der rothen Blutkörper, die einzelnen Blutkörper sind nicht eingezeichnet. b Plasmatische Randzone. c Gefässwand. d Leucocyt. e Spindeln. e, e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub> zeigt die verschiedenen Bewegungsphasen, die eine Spindel durchmacht, wenn sie in der Queraxe sich überschlagend an der Gefässwand herabrollt.
- Fig. 2. Kleines arterielles Gefäss, mit der Präparirnadel bei d eingedrückt. a Strom der rothen Elemente. b Plasmatische Randzone. c Gefässwand. d Druckstelle. e Spindeln die sowohl vor als hinter der Druckstelle d lose antreiben.
- Fig. 3. Arterie, Aetherapplication. Bei d stark contrahirt. a Strom der rothen Blutkörper. b Plasmatische Randzone. c Gefässwand. e Spindeln. f Leucocyten.
- Fig. 4. Kleines arterielles Gefäss, von einer Capillare gekreuzt. a Strom der rothen Blutkörper. b Plasmatische Randzone. c Gefässwand. e Haufen von Spindeln.
- Fig. 5. Arterie, bei d mit einer Präparirnadel durchgedrückt. a Strom der rothen Blutkörper. b Plasmatische Randzone. c Gefässwand. e Lose verklebte Spindeln.
- Fig. 6. Grösseres venöses Gefäss mit Spindelthromben nach Trockenwerden des Mesenterium. a Gefässwand. b Ausfüllende Masse des stagni-



renden Blutes. c Vereinzelte rothe Blutkörper. d Blutplättchenhaufen. Einzelne Spindeln noch gut zu erkennen.

- Fig. 7. Vene nach Aetherapplication. a Gefäßwand. b Sehr langsam circulirendes Blut. c Leucocyten. d Rosettenartige Häufchen von Spindeln.
- Fig. 8. Arterie, bei c mit einer Präparirnadel comprimirt. a Gefäßwand. b Langsam strömendes Blut. c Comprimirte Gefäßsstelle. c<sub>1</sub> Spitze derselben mit einem Thrombus versehen. d Einzelne rothe Blutkörper. f Spindelthrombus, im Innern zu einer körnigen Masse zerfallen. e Vereinzelte noch gut erkennbare angeklebte Spindeln.
- Fig. 9. Kleine Capillare mit langsam bewegtem Inhalt. a Plasma. b Gefäßwand. c Rothcs Blutkörperchen. d und e Keulenförmige, f spindelförmige Blutplättchen vom Frosch. g Kern. h Protoplasma des Zelleibes.
- Fig. 10. Aorta vom Frosch, bei e mit einem Seidenfaden vorübergehend ligirt. Nach 5 Minuten excidirt. Längsschnitt. a Blutmasse. b Gefäßwand. c Zerstörte Theile der Gefäßwand. d Spindelthrombus.
- Fig. 11. Aorta descendens einer Schildkröte, mit einem Seidenfaden vorübergehend umschnürt und danach 2 Stunden der Circulation überlassen. Längsschnitt. a Ausfüllende Blutmasse. b Gefäßwand. c Abgelöste Theile der Circulärmusculatur. d Endothel. e Spindelthromben.
- Fig. 12. Von demselben Object ein Tangentialschnitt der Gefäßwand. a Blutmasse. b Media. c Adventitia. d Zerstörte Media. e Spindelthromben.