

Über die Blutgefäße der menschlichen Magenschleimhaut, besonders über die Arterien derselben.

Von
Professor Dr. Disse in Marburg.

Hierzu Tafel XXI.

In den bisher gegebenen Beschreibungen des Gefässverlaufs in der Magenschleimhaut sind durchweg die Venen eingehender behandelt als die Arterien. Allgemein wird angegeben, dass die arteriellen Äste, die die Schleimhaut versorgen, fein sind, aus einem in der Submukosa gelegenen arteriellen Geflecht entspringen und sofort nach ihrem Eintritt in die Schleimhaut, dem Grunde der Drüsen entsprechend, sich in ein Netz sehr feiner Kapillaren auflösen. Die Kapillaren umspinnen die Drüsen unter Bildung engmaschiger Netze; sie werden in der Nähe der Magenrübchen, also nahe der freien Oberfläche der Schleimhaut, etwas weiter, und entleeren ihr Blut in ein Netzwerk feiner Venen, das dicht unterhalb des Epithels gelegen ist. Demnach wäre für die Magenschleimhaut charakteristisch, dass die Arterienzweige nur in der Tiefe, nahe der Muscularis mucosae sich vorfinden, die Venenanfänge dagegen subepithelial gelegen sind, und dass in der Drüsenschichte nur Kapillaren angetroffen werden.

Ferner zeigen die Venen ein besonderes Verhalten. Schon J. Gerlach (1) und Frey (2), welche die ersten genauen Schilderungen vom Verhalten der Gefäße des Magens veröffentlicht haben, betonen, dass die oberflächlichen Venen Netze bilden, von denen die Magenrübchen umgeben werden. Während eine Injektion von den Arterien aus zuerst die Blutgefäße in der Tiefe der Schleimhaut anfüllt, bewirken Injektionen von einer Vene aus sofort Füllung eines ganz oberflächlich liegenden Venengeflechts (Frey). Dieses Netz entleert sich durch eine grosse Zahl feiner venöser Stämme, welche, gleichweit von einander entfernt, die Schleimhaut geradlinig durchsetzen; jedes Stämmchen entsteht durch Zusammenfluss von 2—3 kleinen Zweigen, die aus dem oberflächlichen Venennetz herkommen, und es ergiesst sich in ein „weitmaschiges, unregelmässiges Venennetz“. Dieses ist noch innerhalb der Mukosa gelegen, breitet sich auf der Muscularis mucosae aus, und wird als das Geflecht der „Basalvenen“ bezeichnet (Frey).

Die senkrechten Venenstämmchen der Schleimhaut stehen nicht untereinander in Verbindung, sie bekommen keinerlei Zuflüsse aus den Kapillaren, sondern sie verbinden zwei Venengeflechte miteinander, die an den Grenzflächen der Mukosa sich ausbreiten

Die Arterien der Schleimhaut stammen nach Frey aus submukösen, baumförmig zerfallenden Zweigen her, sind sehr fein (0,04 mm) und teilen sich schon „in der Nachbarschaft der Mukosa“ in Zweige von 0,025 mm Durchmesser, die sich alsbald in Kapillaren auflösen.

Dieses doppelte venöse Netz in der Magenschleimhaut hat auch Toldt (3) beschrieben. Das oberflächliche Netz liegt dicht unter dem Epithel, das tiefe „zwischen Muscularis mucosae und Drüsenschicht“; von den Arterien gibt er nur an, dass die in die Schleimhaut gelangenden Zweige sehr fein sind.

Nur Kölliker (4) ist über die Lage des tiefen venösen Geflechts anderer Ansicht, als Frey und Toldt, er findet dasselbe in der Submukosa, also unterhalb der Muscularis mucosae. Die Arterien „zerteilen sich im submukösen Bindegewebe so, dass sie nur mit feineren Ästen zur Schleimhaut gelangen, in der sie, allmählich zu Kapillaren sich verfeinernd, in grosser Zahl senkrecht zwischen den Drüsen aufsteigen“. Die Verästelung der zur Magenschleimhaut ziehenden Arterien gleicht ganz derjenigen, die in der Schleimhaut des Dickdarms gefunden wird; die gegebene Abbildung (4, Fig. 279, S. 404) zeigt mehrere feine Stämmchen, die nicht miteinander in Verbindung stehen, und in je zwei oder drei Äste sich teilen, deren jeder für sich in Kapillaren übergeht.

Von den neueren Untersuchern stimmt Testut (5) mit Kölliker darin überein, dass das tiefe Venengeflecht in der Submukosa sich befindet; dieselbe Angabe findet sich bei Merkel (6, Bd. II, S. 531), v. Ebner (7) hingegen gibt in der 6. Auflage der Gewebelehre von Kölliker eine Abbildung der injizierten Magenschleimhaut vom Kaninchen, die beide Venengeflechte innerhalb der Schleimhaut gelegen zeigt, und beschreibt im Text einen tiefen venösen Plexus der Mukosa. Für den Magen des Hundes bestätigt Mall (8) gleichfalls das Vorkommen von zwei venösen Geflechten innerhalb der Mukosa; er beschreibt auch das Verhalten der Arterienzweige genauer. Zur Schleim-

haut gelangen nur feine Äste; jeder von ihnen zerfällt „sternförmig“ in eine Anzahl feiner Zweige, die horizontal verlaufen, „keinen Plexus bilden“, also nicht miteinander anastomosieren, und sich alsbald in Kapillaren auflösen.

Diese Hinweise auf ältere und neuere Untersuchungen enthalten dasjenige, was an positiven Angaben über die Blutgefäße der Magenschleimhaut vorliegt; während die Venen von denjenigen Forschern richtig beschrieben sind, die einen doppelten Plexus innerhalb der Mukosa schildern, ist das charakteristische Verhalten der Arterien dieses Organs den Untersuchern bisher entgangen. Das liegt meines Erachtens einmal daran, dass den Beschreibungen möglichst vollständig injizierte Präparate zugrunde gelegt wurden, ferner an dem Umstande, dass hauptsächlich feine Durchschnitte zur Untersuchung dienten. Wenn aber die Kapillaren und die Venen der Schleimhaut gefüllt sind, ist es fast unmöglich das Verhalten der arteriellen Zweige klar zu erkennen; es wird durch das ausserordentlich dichte Gefässnetz verdeckt. Ein Durchschnitt zeigt umsoweniger von dem eigenartigen Verhalten der Arterien, je dünner er ist; es sind Flächenansichten erforderlich, die den Verlauf der Arterien zu übersehen erlauben. Am besten ist es Schleimhautpartien zur Untersuchung zu verwenden, die von den Arterien aus unvollständig injiziert sind, so dass die Injektionsmasse nur bis zu den Kapillaren reicht, aber das Kapillarnetz selbst nicht anfüllt; man zieht die Schleimhaut im ganzen ab, entwässert, hellt auf und montiert sie in Balsam so, dass sie von der oberen und von der unteren Fläche her betrachtet werden kann. Man übersieht die Arterienverzweigung innerhalb der Schleimhaut sehr gut; die Beurteilung der Lage der einzelnen Zweige zu einander wird durch Benutzung der neuerdings von Zeiss angefertigten binokularen Mikroskope ausserordentlich erleichtert. Man kann Einzelheiten noch durch Anfertigen von Serien dicker Flächenschnitte, sowie dicker Durchschnitte aufklären; die modernen dünnen Schnitte sind aber ganz ungeeignet.

Ich habe den Gefässverlauf ausschliesslich am menschlichen Magen untersucht und vorwiegend die Mägen Erwachsener benutzt. Die Arterienverzweigung wurde an einer Reihe von Exemplaren durch Corrosion dargestellt; eine Anzahl von Mägen wurde mit Karminleim injiziert und Sorge getragen, dass die Injektion

rechtzeitig unterbrochen wurde. Ich will in dem Nachfolgenden hauptsächlich die Resultate der Injektion besprechen.

Meine Untersuchungen haben ergeben, dass die Arterienzweige, die in die Schleimhaut des Magens eintreten, sämtlich Endarterien sind, die nur durch Vermittlung des Kapillarnetzes miteinander in Verbindung stehen: Dass ferner der Übergang der Arterienzweige in Kapillaren überall innerhalb der Schleimhaut erfolgt, und sich durchaus nicht auf die tiefste Schichte beschränkt: Dass endlich im Verlauf und in der Verästlungsweise der Schleimhautarterien durchweg Besonderheiten vorkommen, die wohl am richtigsten als Einrichtungen für die Regulierung des Blutzufusses aufgefasst werden.

Die Angabe der Autoren, dass nur feine Äste in die Schleimhaut des Magens eintreten, kann ich nur bestätigen. Sämtliche, für die Schleimhaut bestimmten Zweige kommen aus einem engmaschigen, in der Submukosa befindlichen Geflecht her, das durch Anastomosen feiner arterieller Äste gebildet wird. Alle Arterien, die zur Magenwand gelangen, senden ihre Äste in dieses submuköse Geflecht hinein. Die feinsten Äste desselben die zugleich der Schleimhaut am nächsten liegen, besitzen einen Durchmesser von etwa 0,1 mm; erst von ihnen gehen die für die Schleimhaut bestimmten Zweige ab.

Die Schleimhautarterien sind 0,07 bis 0,05 mm dick, so dass sie noch mit freiem Auge sichtbar sind. Sie treten nicht direkt in die Schleimhaut ein, sondern verlaufen, dicht an der äusseren Fläche der Muscularis mucosae anliegend, eine Strecke weit horizontal, und sind besonders bei leerem Magen geschlängelt. Ihre Ursprünge liegen in gleichen Abständen, nahe beisammen (Fig. 4), die Strecke, die jede Arterie bis zum Eintritt in die Mukosa durchläuft, ist 1—3 mm lang.

Das Eindringen der Arterien in die Schleimhaut geschieht in den meisten Fällen unter Bildung einer Spirale (Fig. 2 a, Fig. 4 a und b, Fig. 5). Die Spirale liegt unmittelbar auf der Muscularis mucosae auf, die Ebene, in der sie gewunden ist, liegt parallel der Oberfläche der Schleimhaut, steht auch wohl schräg zu ihr, sodass die Spiralbildungen nur bei Flächenansichten gut hervortreten.

Jede Arterie teilt sich in der Regel dreimal, sodass wir Äste 1., 2. und 3. Ordnung unterscheiden können; aus den Ästen

3. Ordnung gehen die vorkapillaren Arterien hervor. Die Art, wie die Arterie in ihre Äste zerfällt ist verschieden; auch die Zahl der Äste 1. Ordnung ist wechselnd. Während vielfach die Teilungen je zwei Äste liefern, kommt es auch vor, dass aus dem Stamm drei Äste 1. Ordnung entspringen, deren jeder sich dichotomisch weiter verästelt (Fig. 1). Es dürfte sich empfehlen, an der Hand einer Reihe von Teilungsbildern das Charakteristische im Verhalten der Schleimhautarterien vorzuführen.

A. (Fig. 1.) Der Arterienstamm zerfällt dicht oberhalb der Muscularis mucosae in drei Zweige 1. Ordnung, die von der Teilungsstelle aus horizontal verlaufend, radienartig divergieren. Sie verbreiten sich dabei mit ihren Zweigen über eine relativ grosse Fläche, deren Durchmesser 2,5 mm beträgt; nach kurzem Verlauf teilt sich jeder Ast in zwei Zweige 2. Ordnung, deren jeder zwei Äste 3. Ordnung liefert. Aus jedem Zweige 3. Ordnung geht einer Reihe feinsten Arterien zu den Kapillaren (Fig. 1 c.) Die Äste, welche aus dem einfachen Stamm hervorgehen, verlaufen völlig selbständig, und anastomosieren nicht miteinander. Während die gröberen Zweige näher der Muscularis mucosa liegen, nähern sich die feineren in ihrem Verlauf immer mehr dem Epithel, und die Äste 3. Ordnung können die Mitte der Schleimhaut erreichen. Die Arterie versorgt mit ihren sämtlichen Zweigen ein annähernd zylindrisch geformtes Stück der Schleimhaut, dessen Durchmesser 2,5 mm beträgt, wie erwähnt wurde.

B. (Fig. 2.) An diesen Fall einer einfachen Verästelung, der aber selten ist, schliessen sich Befunde an, bei denen die Äste 1. und 2. Ordnung ausgesprochen geschlängelt verlaufen, auch spiralige Windungen beschreiben, und dabei der freien Oberfläche der Schleimhaut näher kommen. Der Arterienstamm gibt, bevor er sich teilt, einen schwächeren Ast ab (Fig. 2x). Die erste Teilung liefert zwei Äste, deren jeder eine Spirale beschreibt. Bei dem einen Ast (Fig. 2a) wird die Spirale von dem Mittelstück gebildet, und liegt gleichweit von dem Ursprunge, sowie von der Teilungsstelle, des betreffenden Astes ab; bei dem anderen Ast 1. Ordnung liegt die Spirale am peripheren Ende (Fig. 2b) sodass die beiden Äste 2. Ordnung aus der Spirale entspringen und diese noch fortsetzen. Die Spirale, die in Figur 2 einfach ist, kann auch komplizierter sein, indem sich ein schleifenförmiges Stück an das spiralig gewundene anschliesst (Fig. 3a);

vermöge der Windungen entfernt sich der Arterienast von der Muscularis mucosae und steigt nach dem Epithel hin auf. Im Flächenbilde erscheint die gewundene Partie des Rohres wie ein Knäuel, der von einem Teilungsast 1. Ordnung gebildet wird, er kann hinreichend nur mit Hilfe des binocularen Mikroskops aufgelöst werden. Da der andere Teilungsast 1. Ordnung dicht an dem Knäuel vorbeizieht, scheint er sich an der Knäuelbildung zu beteiligen.

Da die Achse, um welche die Windungen herumgelegt sind, schräg gegen die Ebene der Schleimbaut gestellt ist, so werden bei Dehnung der Magenwand die Windungen auseinandergezogen, zum Teil auch ganz ausgeglichen werden. Die stark gewundenen Zweige müssen eine mehr geradlinige Richtung bekommen.

C. (Fig. 4, 5, 6). Häufig ist folgendes Verhalten: der Arterienstamm beschreibt nach Durchbohrung der Muscularis mucosae eine Spirale, in deren Bereich die erste und die zweite Teilung fallen; dadurch entstehen Arterienknäuel, die an Nierenglomeruli erinnern können. Wenn auch die dritte Teilung in den Knäuel fällt, und ihre Äste an der Knäuelbildung sich beteiligen, entstehen schwer zu entwirrende, enge Geflechte, von kugliger Begrenzung, von denen aus feinste Arterienzweige nach allen Seiten sich verbreiten.

Die Formen derartiger arterieller Knäuel sind äusserst mannigfaltig; wir können nicht versuchen, unsere sämtlichen Befunde durch Abbildungen wiederzugeben, sondern müssen uns darauf beschränken, an einzelnen ausgesuchten Beispielen das Wesentliche dieser Knäuelbildungen hervorzuheben; es besteht darin, dass die Teilungsäste 1. und 2. Ordnung ganz kurz sind, in die arterielle Spirale des Stammes fallen und diese fortsetzen.

1. (Fig. 4a und b). Aus einer kleinen Arterie des submukösen Plexus kommen zwei für die Schleimhaut bestimmte Endarterien, die einander parallel ziehen, leicht geschlängelt verlaufen und zuerst auf eine Strecke von 2 mm ausserhalb der Muscularis mucosae gelegen sind, dann diese Schicht durchbohren und unmittelbar oberhalb derselben je einen Knäuel bilden. In Fig. 4a entsteht der Knäuel dadurch, dass der Stamm nach einer Schraubenwindung in zwei gleich starke Äste zerfällt (Fig. 4a, 1); der eine davon läuft geradlinig weiter, der

andere beschreibt $\frac{4}{5}$ eines Kreises, um nach einer nochmaligen Schraubenwindung gleichfalls in die gerade Richtung überzugehen. Bei 2 gibt dieser Ast einen ihm an Kaliber gleichen Zweig ab, der spiralig gewunden in das Innere des Kreises tritt und hier in zwei Äste zerfällt.

In Fig. 4b hat der Knäuel eine abweichende Form. Der Stamm der Arterie bildet eine Spirale, an deren Ende die erste Teilung erfolgt (Fig. 4b, 1). Einer von den beiden Zweigen verläuft in der Richtung des Stammes weiter und teilt sich nach ganz kurzem Verlauf wieder in zwei Zweige (Fig. 4b, 2) welche, spitzwinklig auseinander weichend, den Stamm umfassen. Jeder von beiden teilt sich alsbald wieder in zwei Zweige (Fig. 4b, 3) und je einer dieser Äste 3. Ordnung tritt in den Knäuel ein; aus dem Knäuel gehen dann die vorkapillaren Arterien heraus. Es liegen in beiden Knäueln die Arterien 2. und 3. Ordnung näher dem Epithel, als der Stamm selbst; die Knäuel haben annähernd Kugelform, und es mussten die Äste unter stetem Wechsel der Einstellung verfolgt werden, um die Knäuel aufzulösen. Auf einem Durchschnitt hätte man von diesen Bildungen nichts wahrgenommen.

2. Einfacher ist die Knäuelform, die Fig. 5 zeigt. Nach dem Durchtritt durch die Muscularis mucosae beschreibt der Arterienstamm eine Schleife (Fig. 5a) an die sich ein halbkreisförmig verlaufender Arterienabschnitt anschliesst. Dieser gibt bei 1 einen Ast ab, welcher in den Halbkreis eintritt, eine kurze Schleife bildet und bald darauf in zwei Zweige zerfällt; bei 2, am Ende des Bogens teilt sich die Arterie nochmals, und liefert zwei Äste, deren jeder sich nach kurzem Verlauf teilt. Diese beiden Zweige 2. Ordnung laufen, die Krümmung des Stammes fortsetzend, auf den Hauptstamm zu (Fig. 5, 3), und zerfallen in seiner unmittelbaren Nähe in die vorkapillaren Äste. Im Flächenbild entsteht auf diese Weise ein Gefässknäuel, an dem sich auch noch ein schwacher Zweig beteiligt, der bei b aus dem Hauptstamm entspringt.

3. Einen sehr gut entwickelten Knäuel gibt Fig. 6 wieder; sie ist insofern schematisiert, als die Windungen der Gefässe etwas in der Zeichnung auseinandergezogen sind, um den Verlauf der einzelnen Äste darstellen zu können. Der Hauptstamm der Arterie bildet ein Stück eines Kreisbogens; er gibt bei 1 einen

Ast 1. Ordnung ab, der rückläufig wird, während der andere Ast 1. Ordnung, den Stamm fortsetzend, sich alsbald in zwei Äste teilt (Fig. 6, 2).

Daraus entstehen zwei spitzwinklig auseinanderweichende, wellig gebogene Zweige 2. Ordnung; der eine läuft ungeteilt in der Fortsetzung des Stammes weiter, der andere teilt sich (Fig. 6, 3). Die beiden Zweige 3. Ordnung fassen den einen Ast 2. Ordnung zwischen sich, und ziehen dann in der Richtung nach dem Epithel zu weiter; der eine von ihnen tritt aus dem Knäuel heraus, der andere aber durchsetzt, schleifenförmig umbiegend, den Knäuel, und zerfällt zwischen dem Knäuel und dem Epithel in seine Endäste.

Ausser derartigen Knäuelbildungen findet man auch noch Achantouren, die vom Arterienstamm und den Ästen 1. Ordnung gebildet werden (Fig. 7). Die Acht, deren Bildung durch die Figur klar erläutert wird, liegt innerhalb der Schleimhaut auf der Muscularis mucosae; die Teilungsäste 1. Ordnung, welche den Arterienstamm zwischen sich fassen, verlaufen stark geschlängelt, bilden kurze spiralförmige Schleifen, und senden die Äste 2. Ordnung in horizontaler Richtung divergierend aus.

Die Zahl der Endarterien, die für die Schleimhaut bestimmt sind, ist zwar sehr gross, kann aber annähernd bestimmt werden. Zahlreiche Messungen haben mir ergeben, dass der Durchmesser des Verbreitungsgebietes einer Endarterie zwischen 1 mm und 2,5 mm beträgt; danach würde auf nahezu 4 qmm der Magenschleimhaut eine Arterie kommen, und auf den qcm ungefähr 25 Arterien zu rechnen sein. Die Arterienknäuel sind sehr zahlreich; wenn man sie auch nicht an allen Arterien vorfindet, so kommen doch auf jeden qcm der Magenschleimhaut einige Knäuel. Der Durchmesser eines Knäuels schwankt zwischen 0,25 und 0,40 mm, sodass er mit freiem Auge wahrnehmbar ist.

Die Endarterien haben einen Durchmesser von 0,07 bis 0,05 mm; die Äste 1. Ordnung messen 0,045 bis 0,036 mm, die Äste 2. Ordnung 0,032 bis 0,024 mm, die 3. Ordnung sind 0,022 bis 0,018 mm dick. Aus den etwas feineren Vorkapillaren gehen die 0,009 bis 0,007 mm messenden Kapillaren hervor. Alle diese Masse sind an den injizierten Gefässen genommen.

Auf eine Eigentümlichkeit im Bau der Wandung dieser Schleimhautarterien möchte ich noch hinweisen; es ist das Verhalten der Muskulatur.

Schon die feineren Äste des submukösen Plexus, aus denen die Schleimhautarterien entspringen, besitzen ausser einer kräftigen Ringmuskelschicht, die in der Media gelegen ist, eine doppelte Lage von Längsmuskeln. Eine äussere Längsmuskelschicht, aus 2—3 Zellschichten bestehend, liegt in der Adventitia; eine innere Längsmuskelschicht, die durch eine einfache Lage von glatten Muskelzellen gebildet wird, liegt in der Intima des Arterienrohres.

Die zur Schleimhaut des Magens ziehenden Arterienzweige behalten, ausser der Ringfaserschichte, nur die innere Schichte der Längsmuskeln. Diese stellt eine zusammenhängende, überall gleichmässig entwickelte Lage dar, einen muskulösen Hohlzylinder, der unmittelbar unter dem Endothel gelegen ist. Diese Lage von inneren Längsmuskeln kommt auch den Ästen der Schleimhautarterien zu; man findet sie z. B. an Zweigen von 0,054, 0,027, 0,019, 0,013 mm Durchmesser, und kann sie durch Doppelfärbung mit Haemalaun-Eosin gut zur Anschauung bringen.

Die Längsmuskulatur besitzt lange, spindelförmige Kerne, die an längsgetroffenen Arterien sehr deutlich zu sehen sind; war die Arterie injiziert, so scheinen diese spindelförmigen Kerne auf der Injektionsmasse aufzuliegen. Besonders gut ist die Längsmuskelschicht an den Teilungsstellen der Arterien zu erkennen; die Muskelfasern gehen vom Stamm aus in die Teilungsäste hinein. Ihre Richtung ist meist genau parallel der Achse des Gefässes; wenigstens konnte ich nur bei starker Schlingelung des Arterienrohres Andeutungen eines spiralförmigen Verlaufs der Längsmuskelzellen wahrnehmen.

An den feinsten Arterienästen, vom Durchmesser von 0,02 mm und weniger, wird die Zahl der Muskelzellen in der Gefässwand geringer; sie stehen viel weniger dicht, und es erscheint die Ringfaserschicht sowohl als die Längsfaserschicht durchbrochen; statt zusammenhängender Schichten sind nur noch einzelne Muskelzellen vorhanden. Es werden beide Schichten gleichmässig reduziert, und die vorkapillaren Arterien, von ungefähr 0,012 mm Dicke, zeigen nur noch einzelne, bald quer, bald längsgestellte Muskelzellen.

Zwischen den Drüsen der Magenschleimhaut findet man vielfach feine Züge glatter Muskelzellen, die aus der Muscularis

Mucosae herkommen; sie verlaufen bald mit Arterienzweigen, bald unabhängig von ihnen. Wenn derartige Muskelzüge eine Arterie begleiten, so erhält man wohl den Eindruck, als habe das Gefäss eine Lage äusserer Längsmuskeln; man überzeugt sich aber unschwer davon, dass diese Längsmuskeln nicht der Gefässwand angehören, sondern der Propria, und dass sie die Schleimhaut in der Richtung des Dickendurchmessers durchsetzen.

Wenn Einrichtungen, wie die Spiralen, Achtertouren und Knäuel, die an den von Schleimhaut ausgekleideten Organen bisher nicht bekannt geworden sind, an den Arterien der Magenschleimhaut sehr zahlreich sich vorfinden, so ist schwer, anzunehmen, dass sie ganz ohne physiologische Bedeutung wären. Das Kapillargebiet der Magenschleimhaut erhält das Blut aus ausserordentlich vielen, feinen, von einander ganz unabhängigen Arterienästen, den Endarterien; an der Mehrzahl dieser Endarterien sind Spiralen oder Schleifen angebracht, von ihren Teilungsästen werden die Knäuel gebildet. Da nun eine jede Windung eines Gefässes der Widerstand gegen den Blutstrom verstärkt, und da den Widerstand um so grösser ist, je kleiner der Krümmungsradius, so müssen wir die Spiralen und Achtertouren der Endarterienstämme, und die Knäuelbildungen ihrer Äste als Einrichtungen ansehen, die in den zu den Kapillaren fliessenden Blutstrom bestimmte Widerstände einschalten. Die grosse Mehrzahl der Zuflussröhren enthält eine solche Schaltungsvorrichtung. Das so reich entwickelte Kapillarnetz der Magenschleimhaut enthält, so lange die Widerstände für den Blutzufluss wirken, eine geringere Blutmenge, als es aufnehmen könnte. Wir sehen auch an Tieren mit Magen fisteln, dass die Magenschleimhaut blass erscheint, wenn der Magen leer ist. Wird aber die Schleimhaut des leeren Magens durch Einbringen von Nahrung, oder auch nur mechanisch durch Berührung gereizt, so sehen wir, dass die gereizte Stelle augenblicklich sich rötet, während die Drüsen hier anfangen, Sekret austreten zu lassen.

Es beweist die starke lokale Füllung des Kapillarnetzes, dass die Widerstände für den Blutstrom an beliebiger Stelle beseitigt werden können; für gewöhnlich geschieht dieses während der Verdauung, im ganzen Bereich der Magenschleimhaut. Wie kommt nun eine physiologische Hyperaemie der Schleimhaut, eine

starke Füllung des Kapillarnetzes zustande? Es wirken wohl zwei Momente, nämlich die allseitige Dehnung der Magenwände durch Anfüllung des Magens, ferner Erweiterung der zuführenden Gefäße durch Nerveneinfluss. Die Dehnung der Magenwand erfolgt in zwei aufeinander senkrechten Richtungen; in der Richtung von der Cardia zum Pylorus hin, sowie von der grossen zur kleinen Curvatur. Die Windungen der Schleimhautarterien müssen bei dieser Dehnung entweder ausgeglichen werden, oder doch einen grösseren Radius bekommen; auch die Knäuel können sich dabei etwas lockern. Auf diese Weise werden mechanisch die Widerstände für den Blutstrom innerhalb der Endarterien und ihrer Äste vermindert; die Folge davon ist eine stärkere Füllung des Kapillarnetzes der Magenschleimhaut

Eine wichtige Rolle spielt aber auch die aktive Erweiterung der zuführenden Arterien. Es ist bekannt, dass auf Vagusreizung eine Hyperaemie der Magenschleimhaut beobachtet wird, während bei Reizung der nn. splanchnici eine Anaemie der Magenschleimhaut eintritt. Für die Erweiterung kann nur die Längsmuskulatur in Frage kommen; wenn diese sich zusammenzieht, während die Ringmuskulatur erschlafft, müssen die Arterien das an Weite gewinnen, was sie an Länge einbüßen. Es ist aber sehr schwierig, den direkten Beweis dafür zu liefern, dass sich die Längsmuskulatur einer Arterie isoliert kontrahieren kann; die Beobachtungen bei Vagusreizung geben nur den Beweis dafür, dass die Ringmuskulatur der Gefäße erschlafft, aber nicht auch dafür, dass die Längsmuskulatur sich zusammenzieht.

Jedenfalls dürfen wir daran festhalten, dass bei Anfüllung des Magens mechanische und nervöse Einflüsse auf die Schleimhautarterien zusammenwirken, um Widerstände für den Blutstrom zu vermindern und eine starke Füllung der Kapillaren zu ermöglichen.

Die Drüsen der Magenschleimhaut bekommen, so lange sie sezernieren, eine ausreichende Menge von Blut. Wenn die Magenverdauung sich ihrem Ende nähert, und der Mageninhalt in den Darm entleert wird, nimmt die Dehnung der Schleimhaut ab; die Krümmungen der Endarterien treten wieder auf, die Spiralen und die Knäuel werden enger, damit nehmen die Widerstände für den Blutstrom zu, und der Blutgehalt der Kapillaren wird geringer. Wenn der Magen leer geworden ist, finden wir die Schleim-

haut wieder blass und blutarm. Sie ist eben nur blutreich, wenn dieses nötig ist, wenn die Drüsen sezernieren müssen. Erwägen wir, dass die Magenschleimhaut ihr Blut aus einem dichten submukösen Plexus erhält, der von grossen Arterien gespeist wird, so wird das Bestehen regulierender Vorrichtungen für den Blutzufluss an den Schleimhautarterien verständlich. Es scheint, dass der Nerveneinfluss auf die Spannung der Arterienwand und die Weite des Arterienrohrs für sich allein nicht ausreicht, um den Blutzufluss zur ruhenden Schleimhaut zu beschränken, und dass besondere Widerstandsvorrichtungen nötig werden, die in Form eigenartiger Verästelungs- und Verlaufsweise der Schleimhautarterien auftreten.

Diese Widerstandsvorrichtungen funktionieren fortwährend, ohne dass dafür ein Aufwand von Muskelkraft erforderlich wäre; nur um sie zu beseitigen, ist Arbeit erforderlich. In diesem Verhalten liegt ein grosser Unterschied gegenüber den Verschlussvorrichtungen bei den Arterien des Nabelstranges, ferner des Ovariums, des Uterus und der Vagina, wie sie neuerdings durch Bucura (9) beschrieben worden sind; hier werden durch Kontraktion längslaufender Muskelfaserzüge Vorsprünge der Arterienwand in das Lumen hinein gebildet, die das Rohr stark verengern, auch völlig verschliessen können. Der Verschluss tritt nur auf Reiz ein, und die Hemmung oder auch Beschränkung des Blutstromes ist eine vorübergehende; sie lässt nach, wenn die Muskelbündel erschlaffen. Hingegen findet sich eine gewisse Analogie zu dem Mechanismus der Regulierung des Blutzufusses zur Magenschleimhaut in denjenigen Einrichtungen, die an einer Anzahl von Arterien des cavernösen Gewebes durch Johannes Müller (10) entdeckt worden sind. Es handelt sich dort um einen Mechanismus, der die Erektion bewirkt, durch rasche Anfüllung beträchtlicher venöser Hohlräume in Folge einer plötzlich einsetzenden Steigerung der zuströmenden Blutmenge, bei gleichbleibendem, oder vielleicht auch behindertem Blutabfluss. Die Steigerung der Blutzufuhr geschieht dadurch, dass eine grosse Anzahl feiner Arterienzweige, die nicht in Kapillaren übergehen und wie blind geschlossene Anhänge der zuführenden Arterienäste erscheinen, durchgängig werden und ihren Inhalt direkt in die cavernösen Räume einströmen lassen. Diese Arterien, welche J. Müller ihres gebogenen Verlaufs wegen als „Rankenarterien“

(art. helicinae) benannt hat, sind „ganz kurze, 2,5 mm lange, $\frac{1}{5}$ mm dicke Zweige, welche von den grösseren wie von den kleineren Aesten der art. profunda penis meist unter rechtem Winkel abgehen, in die Höhlungen der spongiösen Substanz hineinragen und entweder stumpf endigen oder etwas keulenförmig anschwellen“. Diese Zweige stehen oft einzeln, ein andermal in Gruppen; oft ist ein Stämmchen da, das sich in 3—10 Äste teilt, die sämtlich nahe beieinander entspringen, gebogen verlaufen, und dann kleine Knäuel bilden, die in den Abbildungen (l. c. Tafel III, Fig. 2, 3) sehr deutlich hervortreten.

Der stark gewundene Verlauf dieser Arterien muss dem Blutstrom für gewöhnlich einen hohen Widerstand entgegensetzen; das Lumen ist enge, weil die Wand sehr stark ist. Besonders findet sich, wie Henle (11) und Eckhard (12) betonen, nach aussen von der Ringfaserschicht eine starke Lage von Längsmuskeln, die bis zum Ende der Arterienzweige zu verfolgen ist. Auf dem anscheinend blinden Ende der Zweige der „Rankenarterien“ befindet sich, nach den Beobachtungen von Eckhard, eine feine Öffnung; sie vermittelt die Verbindung zwischen den Arterien und den cavernösen Räumen. Damit das Blut sich aus den Rankenarterien frei in die cavernösen Räume ergiessen kann, bedarf es einer Ausgleichung der Krümmungen, und besonders einer Erweiterung der Kommunikationsöffnung; beides geschieht durch Kontraktion der Längsmuskulatur der Arterienzweige.

Auch bei diesen Arterien ist der Widerstand gegen das Durchströmen einer grösseren Blutmenge durch die Verlaufsweise, und die Kleinheit der endständigen Öffnung bedingt; es bedarf einer Muskelaktion um vorübergehend den Widerstand auszuschalten.

Da das Verhalten der Venen innerhalb der Magenschleimhaut schon von Frey (2) im Wesentlichen richtig geschildert worden ist, und da seine Darstellung schon früher wiedergegeben wurde, so soll hier nur noch ein Punkt besprochen werden, der der Erörterung bedarf. Es handelt sich um die beiden Venennetze der Schleimhaut, das oberflächliche und das tiefe. Das oberflächliche Venennetz bildet sich aus einem Geflecht weiter Kapillaren hervor, die das Blut aus den engen Kapillaren um die Drüsen herum empfangen, und die Drüsenmündungen, sowie die Magengrübchen umgeben. Sie erscheinen

wie Ringe, die mehrfach übereinanderliegend, die Magengrübchen umfassen. Die einzelnen Ringe, die zu je einem Magengrübchen gehören, sind durch zahlreiche kurze Anastomosen verbunden, und hängen mit den Ringen um die benachbarten Magengrübchen herum vielfach zusammen. Dadurch entsteht ein dichtes Gefäßnetz in den obersten Schichten der Schleimhaut, in dem sich das Blut ansammelt, das die engen, für die Drüsen bestimmten Kapillaren passiert hat.

Dieses Geflecht hängt mit einem einfachen Netz grösserer Venen zusammen, die dicht unter dem Epithel gelegen sind; es sitzt das Epithel, besonders bei Neugeborenen, oft der Venenwand unmittelbar auf; ist an anderen Stellen nur durch wenig Bindegewebe vom Epithel getrennt. Jedenfalls befinden sich Lösungen oder auch feste Partikel, die das Epithel durchsetzt haben, z. B. Bakterien, in unmittelbarer Nähe der dünnwandigen Venen, und können von diesen aufgenommen werden. Auch ist durch diese Lage der weitesten Venen ein Austausch von Gasen zwischen dem Blut und dem Inhalt des Magens ermöglicht. Zwischen das Kapillargebiet der Magenschleimhaut einerseits, das Oberflächenepithel andererseits ist ein engmaschiges Venengeflecht eingeschoben, dessen Gesamtdicke ungefähr der Tiefe der Magengrübchen gleich ist.

Beim Menschen ergiessen sich die Venenstämme, die das oberflächliche Venennetz zu entleeren bestimmt sind, und die in geringen Abständen voneinander die Schleimhaut durchsetzen, ohne miteinander in Verbindung zu treten, in tiefe Schleimhautvenen die dicht auf der Muscularis mucosae aufliegen, und horizontal, parallel der Oberfläche der Schleimhaut verlaufen. Diese Venen, die Basalvenen von Frey, anastomosieren an manchen Stellen miteinander, an andern aber nicht; es kommt also nicht überall in der Magenschleimhaut zur Ausbildung eines tiefen Venengeflechts, sondern nur hie und da. Für manche Gegenden der menschlichen Magenschleimhaut trifft also die Angabe von Kölliker (4) und von F. Merkel (6) zu, dass nur ein einziger Venenplexus vorhanden ist, der oberflächliche.

Alle Basalvenen verbinden sich mit einem submukösen Venenplexus, dessen Äste das arterielle Geflecht begleiten.

Da dem zusammenhängenden Kapillarnetze der Magenschleimhaut das Blut durch eine ausserordentlich grosse Zahl kleiner, nicht miteinander in Verbindung stehender Endarterien zugeführt wird, so zerfällt dasselbe in soviel einzelne Bezirke, als Endarterien da sind.

Der Verschluss einer Endarterie ruft in dem von ihr versorgten Kapillarbezirk zunächst Stillstand des Blutes, Stase, hervor. Wenn nun von denjenigen Kapillaren aus, die sich an der Peripherie des stagnierenden Bezirks befinden, ein Zustrom nach dem gesperrten Gebiet sich einstellt, kommt es vielfach zum Durchtritt roter Blutzellen durch die Kapillarwand — Diapedesis — später auch wohl zum Reißen kleiner Gefässe und zum Austritt von Blut in das Gewebe. Das ganze, aus der Zirkulation ausgeschaltete Gebiet erscheint von Blut durchsetzt; es wandelt sich in einen haemorrhagischen Heerd um, der der Nekrose verfallen kann. (Vgl. dazu Cohnheim, Untersuchungen über die embolischen Prozesse, 1872; v. Recklinghausen, Handbuch der allgemeinen Pathologie des Kreislaufs und der Ernährung, Kap. II., III., IV., VI., 1883).

Die haemorrhagischen Heerde entsprechen an Umfang ungefähr dem Verästlungsbezirk der betreffenden Endarterien; sie fallen in der Regel etwas kleiner aus, weil in ihrer Peripherie die Zirkulation erhalten bleibt.

Sind im Magen wirklich Endarterien vorhanden, so muss ihr Verschluss die Bildung haemorrhagischer Heerde innerhalb der Schleimhaut bewirken können. Nun ist bekannt, dass sich innerhalb der Magenschleimhaut haemorrhagische Heerde bilden können, und eine experimentelle Arbeit von Panum (13) hat Aufschluss darüber gegeben wie sie entstehen. Panum brachte bei Hunden eine Emulsion kleiner, schwarzgefärbter Wachskügelchen vermittelst eines langen Katheters von der art. cruralis aus in die Bauchorta, so dass die Wachskügelchen in deren Äste gelangen konnten. Es traten darauf vielfache Embolien in den Gefässbezirken auf, die von der Bauchorta versorgt werden; am Magen war die Schleimhaut „mit vielen kleinen Ecchymosen von der Grösse eines Sandkorns bis zu der eines Hanfsamens übersät.“ Vielfach waren die Ecchymosen in Geschwüre umgewandelt. Nur an den Stellen der Schleimhaut, wo die Ecchymosen auftraten, fanden sich die Wachskügelchen vor; „sie sassen grössten-

teils in den durch die Muscularis aufsteigenden Arterienästen, da wo diese pinselförmig in die Schleimhaut eintreten.“

Bei einem zweiten Versuch, der ebenfalls an einem Hunde angestellt wurde, war die Magenschleimhaut vielfach mit kleinen Geschwüren besetzt; „an der Grenze dieser ulcerierten Stellen gegen die Muskelhaut waren die Gefäße von vielen schwarzen Wachskügelchen verstopft.“

Es bewirkt also der embolische Verschluss von Arterien, die die Magenschleimhaut versorgen, beim Hunde die Bildung zahlreicher kleiner haemorrhagischer Heerde, die sich in Geschwüre umwandeln können. Bedingung dafür ist aber das Eintreten der Emboli in die Schleimhaut selbst. Das Ergebnis des pathologischen Experimentes bestätigt die viel späteren Angaben von Mall (8) nach denen die Arterien der Schleimhaut im Hundemagen nicht untereinander zusammenhängen, dass sie also Endarterien sind.

Es sind klinische Erfahrungen gewesen, welche in neuester Zeit wieder die Aufmerksamkeit auf die haemorrhagischen Heerde im menschlichen Magen gelenkt haben. Im Anschluss an solche Operationen innerhalb der Bauchhöhle, bei denen es zu Gefässunterbindungen im grossen Netz, oder im Mesenterium kommt, besonders aber nach Abbindung grösserer Partien des Netzes, tritt oftmals, wie v. Eiselsberg (14) zuerst beobachtete, Erbrechen von Blut ein. In tödtlich verlaufenen Fällen wurden in der Magenschleimhaut frische Haemorrhagien, und haemorrhagische Erosionen bis zur Grösse eines Zehnpfennigstückes hinauf gefunden. v. Eiselsberg suchte die Ursache derartiger Blutungen in Gefässverstopfungen durch verschleppte Thromben die von den abgebundenen Venen des Netzes oder des Mesenteriums in den Stamm der Pfortader gelangen, und von hier aus rückläufig in die Magenvenen getrieben werden; er hielt auch für möglich, dass ein Thrombus einer unterbundenen Netzarterie sich bis zur art. gastro-epiploica hin fortsetzen könne. Werden von ihm dann Partikel durch den Blutstrom abgerissen, so müssen diese in die Magenarterien gelangen, wo sie sich festkeilen und einen Arterienzweig verstopfen werden. Dass derartige Blutungen nach Operationen am Netz auch bei Säugetieren vorkommen, geht aus einer Beobachtung von Enderlen (15) hervor; er sah bei einer Katze der er einen Magendefekt durch transplantiertes Netz geschlossen

hatte, zahlreiche Haemorrhagien im Magen, und war geneigt, diese auf die „Manipulationen am Netz“ zurückzuführen. Friedrich (16) ist dann zu einer experimentellen Prüfung der Frage geschritten, welche Folgen für die Magenschleimhaut Eingriffe am Netz nach sich ziehen; er fand, dass zwar nicht jedesmal, aber doch in ungefähr einem Drittel der Fälle bei Meerschweinchen auf Abtragungen grösserer Partien des Netzes, und Netzgefässabbindungen in der Magenschleimhaut Haemorrhagie, Epithelnekrose, Geschwürsbildung beobachtet wird, und namentlich dann, „wenn die Abbindungszone sich den Strombahnen der art. epiploica nähert“. Die Geschwüre sitzen meistens im Verästlungsgebiet der art. epiploicae. Zur Erklärung seiner Befunde nimmt Friedrich, mit v. Eiselsberg, Verschleppung von Thromben namentlich in die art. epiploica an; er findet nur in der Embolie von Arterienästen der Magenschleimhaut keinen ausreichenden Grund für das Auftreten von Haemorrhagiën, weil „die Magenarterien keine Endarterien sind.“ Für die Arterien der Submukosa ist dieser Satz zwar zutreffend; er gilt aber nicht für die Arterien der Schleimhaut, welche Endarterien sind.

Die Versuche von Friedrich sind von Engelhardt und Neck (17) wiederholt, und seine Beobachtungen in bemerkenswerter Weise vervollständigt worden. Auch die genannten Autoren finden, dass nicht jede Unterbindung von Netzgefässen Blutungen in die Magenschleimhaut bewirkt; sie beobachteten unter 21 Versuchen nur sechsmal kleine, meist punktförmige Blutergüsse in verschiedenen Gegenden der Schleimhaut. Sie waren ferner in der Lage, die Gegenwart von Thromben in einigen Venen der Schleimhaut, in submukösen Venen und in einer submukösen Arterie des Magens nachzuweisen, und so die Hypothesen der früheren Autoren als begründet hinzustellen. Endlich teilen Engelhardt und Neck eine Beobachtung mit, die erweist, dass der Verschluss submuköser Venen und Arterien keine Blutung in die Magenschleimhaut hervorruft. Wenn auch dieses Verhalten den Untersuchern unverständlich erschien und sie zur Annahme führte, dass eventuell andere Einflüsse, z. B. Bakterieninvasion, bei der Entstehung von Haemorrhagien die wesentliche Rolle spielen müsse, so sind wir jetzt imstande, eine genügende Erklärung aus dem Verhalten der Gefässe abzuleiten. Die sub-

mukösen Arterien sowohl als die submukösen Venen, ebenso die Basalvenen der Magenschleimhaut, gehören einem Geflechte an. Der Verschluss eines oder auch mehrerer Äste eines Plexus kann gar keine erhebliche Zirkulationsstörung bedingen, da zahlreiche kollaterale Bahnen vorhanden sind. Zu einer Ausschaltung eines bestimmten Gefässgebietes aus der Zirkulation, mit allen oben erwähnten Folgen, kommt es nur, wenn eine Arterie der Schleimhaut selbst verschlossen wird; denn hier sind nur Endarterien vorhanden. Der Sitz eines Embolus oder Thrombus ist entscheidend für die Folgeerscheinungen. Für die Magenschleimhaut werden die kleinsten Pfröpfe gefährlich, die nicht im submukösen Geflecht stecken bleiben, sondern in die engen Endarterien gelangen können. Ihre Kleinheit wird sie aber auch oft dem Auge des Untersuchers entziehen. Kommt es zu einer Nekrose des haemorrhagischen Herdes, und Auflösung desselben durch den Magensaft, bildet sich also eine Erosion, so wird, mit dem verstopften Gefässgebiet, wohl auch der Embolus, der den Verschluss bewirkt hat, mit verdaut, und ist dann nicht mehr nachzuweisen.

Nach Kenntnis des Verhaltens der Arterien in der Magenschleimhaut können wir also die Annahme von v. Eiselsberg und von Friedrich, dass das Auftreten von Blutungen in der Magenschleimhaut nach Netzoperationen auf Gefässverstopfungen durch verschleppte Thromben beruhe, nur für begründet halten; wir können das Auftreten von Blutungen aus der Natur der Schleimhautarterien erklären, welche Endarterien sind.

Dagegen können wir für die Pathogenese des runden Magengeschwürs aus den neuen Aufschlüssen über die Schleimhautgefässe keine Aufklärung herleiten. Die Verbreitungsgebiete der Endarterien sind so klein, im Verhältnis zu der Ausdehnung der Magengeschwüre, dass es einer gleichzeitigen Erkrankung vieler benachbarter Endarterien bedürfen würde, um ein Geschwür mittlerer Grösse entstehen zu lassen. Eine derartige multiple Gefässveränderung würde sich aber der Beobachtung bisher gewiss nicht entzogen haben.

Eine vorläufige Mitteilung über die hier mitgeteilten Untersuchungen ist in den Marburger Sitzungsberichten erschienen (18).

In der an den Vortrag sich anschliessenden Diskussion wurde sofort von Herrn Prof. Aschoff die Wichtigkeit der Endarterien für die Erklärung der haemorrhagischen Erosionen der Magenschleimhaut hervorgehoben, und dieser Umstand hat mich veranlasst, an dieser Stelle einen Exkurs auf das Gebiet der Pathologie zu unternehmen.

Literatur.

1. J. Gerlach: Handbuch der Gewebelehre 1848, S. 260.
 2. Frey: Einiges über den Verlauf der Blutgefässe in der Magenschleimhaut. Zeitschrift f. rationelle Medizin, Bd. 9, 1850.
 3. Toldt: Die Blutgefässe des Darmkanals. Strickers Handbuch der Lehre v. d. Geweben, 1872.
 4. Kölliker: Gewebelehre, 5. Aufl., 1867.
 5. Testut: Traité d'Anatomie humaine, Tome IV, 1899.
 6. F. Merkel: Topographische Anatomie, Bd. II, 1899.
 7. v. Ebner: Kölliker's Handbuch der Gewebelehre, Bd. 3, 6. Aufl. 1899.
 8. Mall: The Vessels and Walls of the dog's stomach. The Johns Hopkins Hospital Reports. Vol. I, 1889.
 9. Bucura: Über den physiologischen Verschluss der Nabelarterien. Pflüger's Arch. Bd. 91, 1902. Ferner Zentralblatt für Gynaekologie, 1903, Nr. 12.
 10. Johannes Müller: Entdeckung der bei der Erektion des männlichen Gliedes wirksamen Arterien etc. Müller's Archiv 1835, S. 202.
 11. Henle: Eingeweidelehre, II. Aufl., 1873.
 12. Eckhard: Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Bd. 4. Zur Lehre von dem Bau und der Erektion des Penis, 1867.
 13. Panum: Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Embolie. Virchows Archiv Bd. 25, 1862.
 14. v. Eiselsberg: Über Magen- und Duodenalblutungen nach Operationen. Arch. f. klin. Chirurgie, Bd. 59, 1899.
 15. Enderlen: Über die Deckung von Magendefekten durch transplantiertes Netz. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd. 55, 1900.
 16. Friedrich: Zur chirurgischen Pathologie von Netz und Mesenterium. Verhandl. d. Deutschen Gesellschaft f. Chirurgie, 1900.
 17. Engelhardt und Neck: Veränderungen an Leber und Magen nach Netzabbindungen. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie Bd. 58, 1901.
 18. Disse: Über die Blutgefässe der menschlichen Magenschleimhaut. Marburger Sitzungsberichte 1903, Nr. 6, Juli.
-

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXI.

Sämtliche Figuren sind nach Präparaten gezeichnet, die von dem Magen eines ungefähr 38 Jahre alten Individuums herkommen. Der Magen war von den Arterien aus soweit mit Karminleim injiziert, dass die Masse bis zu den Kapillaren vorgedrungen war. Die Figg. stellen Arterien innerhalb in toto abgezogener und aufgehellter Schleimhautstücke dar, die von der Fläche gesehen sind. Die Figg. wurden bei 50facher Vergrößerung angelegt und mit Benutzung des binokularen Mikroskops ausgeführt; einige sind insofern schematisch, als die Abnahme des Kalibers der Arterienzweige nicht immer genügend berücksichtigt ist, und als bei Darstellung der Knäuel die Abstände der Gefässwindungen voneinander zu gross gezeichnet sind. Es wäre sonst nicht möglich gewesen, den Gefässverlauf im Knäuel klar darzustellen.

- Fig. 1. Eine Enderterie der Magenschleimhaut mit ihrer Verästlung bis zum Beginn der Kapillaren, von der Submukosa her gesehen.
- Fig. 2. Eine andere Enderterie der Schleimhaut mit ihrer Verästlung. Bei a und b spiralförmige Windungen der Zweige 1. Ordnung.
- Fig. 3. Eine Enderterie mit komplizierter spiralförmiger Windung der Teilungsäste 1. Ordnung; a Spirale des einen Teilungsastes, der einen einfachen Knäuel bildet.
- Fig. 4. Ein kurzes Stück einer Arterie des submukösen Plexus, und der sie begleitenden Vene. Von der Arterie gehen zwei für die Schleimhaut bestimmte Enderterien ab, deren jede einen Knäuel (a und b) bildet. Die Ziffern 1., 2., 3. bezeichnen die Abgangsstelle der Äste 1., 2., 3. Ordnung. Die Arterienzweige zu dick gezeichnet.
- Fig. 5. Ein Knäuel einer Enderterie, von der Fläche gesehen. a Spirale, von der ab die Knäuelbildung beginnt. b Abgang eines kleinen Astes. 1., 2., 3. reguläre Teilungen 1., 2., 3. Ordnung.
- Fig. 6. Sehr regelmässiger, dichter Knäuel einer Enderterie, dessen Windungen der Übersicht halber, etwas voneinander abgehend gezeichnet sind 1., 2., 3. Abgangsstellen der Teilungsäste.
- Fig. 7. Achtertour, von dem Stamm einer Enderterie gebildet. Die Pfeile zeigen die Richtung des Blutstroms an. An den Teilungsästen 2. Ordnung treten spiralförmige Windungen auf.
- Jeder Figur ist im Text eine eingehendere Beschreibung gewidmet.
-