

Der Übergang der arteriellen in die venöse Blutbahn bei der Milz.

Von

Kurt Neubert, Tübingen.

(Aus der Anatomischen Anstalt zu Tübingen.)

Mit 7 Textabbildungen.

(Eingegangen am 20. Mai 1922.)

Inhaltsangabe:

1. Einleitung (S. 424).
2. Material und Technik der Untersuchungen (S. 425).
3. Literaturübersicht (S. 427).
4. Eigene Untersuchungsergebnisse:
 - a) Katzenmilz (S. 430).
 - b) Schweinemilz (S. 439).
 - c) Hundemilz (S. 441).
 - d) Zusammenfassung (S. 445).
5. Mechanismus und physiologische Bedeutung der intermediären Blutbahn (S. 446).

1. Einleitung.

Die Untersuchungen *Molliers* über den Bau der capillaren Milzvenen, die zum Nachweis der netzartig gestalteten Sinuswandungen geführt hatten, gaben den Anstoß dazu, daß auch an der hiesigen Anatomischen Anstalt die Milz mehrerer Tiere nach der *Woronin*schen Technik behandelt wurde. Dr. *Baltisberger* durchspülte eine Katzen- und eine Hundemilz, Dr. *Bender* eine Schweinemilz. Die von der Katzenmilz hergestellten Präparate wurden in den histologischen Kursen verteilt. Bei ihrer Durchmusterung fiel es auf, daß die aus den *Schweigger-Seidel* schen Hülsen austretenden arteriellen Capillaren sich nach kurzem Verlauf unter trichterförmiger Erweiterung in das Pulpareticulum auffaserten. Auf diese Beobachtung hin veranlaßte mich Herr Prof. *Heidenhain*, die Frage der intermediären Blutbahn neuerdings zu untersuchen.

Wohl kein Punkt im anatomischen Aufbau der Milz ist soviel umstritten, als gerade der des Überganges der arteriellen in die venöse Blutbahn. Bei der Durchsicht der einschlägigen Literatur stoßen wir immer wieder auf vollständig entgegengesetzte Anschauungen. Die eine Gruppe der Autoren tritt für die offene Blutbahn ein, also für Zwischenschaltung reticulären Parenchyms zwischen Arterien- und Venencapillaren. Hierher gehören u. a.: *W. Müller*, *H. Frey*, *Hoyer*, *Bannwarth* und *Kultschitzky*. Zur anderen Gruppe, die den direkten Übergang der Arterien- in die Venencapillaren annimmt, zählen *Billroth*, *Schweigger-Seidel*, *Retzius*, *Thoma*, *Sokoloff*, *v. Ebner* und besonders *Helly*, der als Gegner *Weidenreichs* bekannt ist. *Weidenreich* gehört mit *Legros* und *Robin* einer dritten Gruppe an, die einen vermittelnden Standpunkt einnimmt und behauptet, daß neben einer Auflösung der Arterien- in die Venencapillaren

im Reticulum auch ein direktes Einnünden derselben in die Venensinus zu beobachten sei. Die Untersuchungen der genannten Autoren stützen sich teils auf Injektionsversuche, teils auf sehr dünne Schnitte unausgespülter Präparate. Die geringe Verwertbarkeit der Injektionsmethode erhellt am besten aus den sich widersprechenden Ergebnissen der einzelnen Autoren und vor allem hat *Molliers* Nachweis der siebartigen Durchbrechung der Capillarwandungen in der Milz dieser Untersuchungsmethode den letzten Halt genommen. Die Verwendung dünner unausgespülter Serienschritte erscheint mir ebenso unzweckmäßig. Es sei nur daran erinnert, wie leicht durch die vielen in das Milzgewebe eingelagerten Blutkörperchen die Auffaserung einer Capillare im Reticulum verdeckt werden kann. Ich habe mich hiervon an der Hand unausgespülter Präparate mehrfach überzeugt. Alle diese Nachteile hat *Mollier* bei seinen Untersuchungen über den Bau der capillaren Milzvenen durch Anwendung der Durchspülung vermieden. Er erhielt hierdurch vollkommen durchsichtige, klare Präparate, die ihm die bedeutsame Feststellung ermöglichten, „daß die Capillarwand in der Milz der Säugetiere und des Menschen keine geschlossene Endothellage besitzt, sondern durchbrochen gebaut ist“. Die alte Streitfrage *Weidenreichs* und *Hellys* jedoch, ob die Kontinuität des capillaren Röhrensystems vorhanden ist oder durch Zwischenschaltung reticulären Gewebes eine Unterbrechung erfährt, hat *Mollier* nicht berührt. Sie wird den Hauptgegenstand unserer Ausführungen bilden.

2. Material und Technik der Untersuchungen.

Ich habe mich bei meinen Untersuchungen vorwiegend ausgespülter Präparate bedient. Die Durchspülung wurde an eben getöteten lebenswarmen Tieren durchgeführt und gestaltete sich etwa folgendermaßen: Während bei der Katze durch Einführung einer Kanüle in die Aorta und durch entsprechende Abbindungen die Spülflüssigkeit in die Milz geleitet wurde, geschah dies bei Hund und Schwein durch direktes Einführen mehrerer Kanülen in die Arteriae lienales. Es durchströmten jeweils 15–20 Liter auf 37° C erwärmter Ringerlösung das Milzgewebe und schwemmten aus dessen Maschenwerk die freien zelligen Elemente heraus. Eine wesentliche Förderung erfuhr die Ausspülung durch abwechselndes Zuklemmen und wieder Freigeben der Vena lienalis. Infolge der durch das Abklemmen bewirkten Stauung, schwoll das ganze Organ jedesmal erstaunlich an. Hierbei wurden natürlich die Venensinus erheblich gedehnt und die Netzmaschen ihrer Wandungen erweitert, so daß die Blutkörperchen ohne Schwierigkeiten aus dem Pulporeticulum in die Sinus gelangen konnten. Zur Vermeidung von Zerreißen wurde das Aufreiben der Milz mit äußerster Vorsicht gehandhabt. Man darf es höchstens zu einer Zunahme auf etwa das Doppelte des ursprünglichen Organvolumens kommen lassen und gibt dann den Abfluß durch die Vene wieder frei. Unter ständigem Wechsel zwischen Stauung und unbehindertem Durchströmen dauerte die Ausspülung etwa 3–5 Stunden (!). Gegen Schluß wurde der Spülflüssigkeit *Heidenhains* Fixiergemisch „Susa“ in stets zunehmender Menge zugesetzt, bis es schließlich rein durchlief. Durch Abklemmen der Vene wurde nun die Milz nochmals aufgetrieben und in diesem Zustande nach Abbinden

der Arterien für 24 Stunden in reine Susalösung eingelegt. Darauf erfolgte vorsichtige Durchspülung mit 6—7 Liter 96proz. Alkohols und schließlich Einlegen in reinen Alkohol. Anschließend Einbettung durch Terpentin in weiches Paraffin (Schmelzpunkt 45°).

Das Endergebnis dieses Verfahrens war in allen Fällen ein befriedigendes: Sämtliche roten und weißen Blutkörperchen mit Ausnahme der der *Malpighi*-schen Körperchen und lymphatischen Scheiden waren aus dem Parenchym herausgeschwemmt, das bindegewebige Gerüst und mit ihm das ganze Maschenwerk der Milz war durch die Flüssigkeitsstauung nicht unbedeutend gedehnt und gelockert worden. Hierdurch wurde erreicht, daß das für gewöhnlich auch auf den dünnsten Schnitten sehr undurchsichtige Milzgewebe in hohem Maße durchsichtig wurde und so äußerst klare und anschauliche Bilder lieferte. Ich konnte infolgedessen Schnitte von 8—30 μ Dicke verwenden. Gerade von den dickeren Schnitten (15—30 μ) erhielt ich die schönsten Bilder, weil auf diesen die arteriellen Enden bzw. die Venenanfänge sich vielfach in ihrer vollen räumlichen Ausdehnung beobachten ließen. Für meine Untersuchungen fertigte ich mehrere Serien an und orientierte sie nach verschiedenen Richtungen: das eine Mal parallel der größten Flächenausdehnung, das andere Mal in einer Richtung senkrecht hierzu, und zwar entweder quer oder parallel zur Längsachse. Zerreißen des Gewebes habe ich nur in wenigen Fällen gefunden; meist waren sie ganz geringfügig und wohl durch das Mikrotommesser verursacht.

Zur Färbung der Schnitte wandte ich die verschiedensten Methoden an; so vor allem die Bindegewebsfärbung mit Anilinblau—Orange mit oder ohne Vorbeizung in Phosphorwolframsäure. Sie lieferte uns sehr schön die aus der Arbeit *Molliers* bekannten Bilder von den netzartig gebauten, capillaren Milzvenen; für dickere Schnitte ist sie jedoch weniger brauchbar. Die für unsere Zwecke geeignetsten Präparate erhielt ich durch Färbung mit Hämatoxylin—Thianzinrot. An der hiesigen anatomischen Anstalt wird seit langem nach einem Verfahren von *Heidenhain* zum Zwecke einer äußerst starken Hervorhebung des Bindegewebes die folgende Farbstofflösung verwendet: Aqua dest. 200 ccm, $\frac{1}{2}$ proz. wässrige Lösung von Thiazinrot 90 ccm, Pikrinsäurelösung konzentriert 10 ccm, 96% Alkohol 30 ccm. Das Verfahren wird hier meist zur Nachfärbung von Präparaten verwendet, die mit *Delafieldschen* Hämatoxylin oder mit Eisenhämatoxylin (nach *Heidenhain*) vorgefärbt worden waren. Nach der Übertragung in Xylol macht man die Schnitte dadurch alkalisch, daß man sie kurze Zeit in ein Gefäß hineinhält, auf dessen Boden sich einige Tropfen Salmiakgeist befinden. Die Schärfe dieser Färbung erreicht sicherlich die der vorhergenannten. Trotz starker Tingierung blieben selbst unsere 30 μ dicken Schnitte vollkommen durchsichtig. Sehr gute Resultate für dünnere Schnitte ergab auch die Färbung mit Eisenhämatoxylin nach *Heidenhain*, die ich insofern etwas modifizierte, als ich nur ganz kurz in stark verdünnter Eisenalaunlösung differenzierte. Die Schnitte bleiben dann tatsächlich überfärbt. Das Protoplasma ist leicht grau tingiert, während alle Kerne und das Bindegewebe vollkommen schwarz erscheinen. Bei dieser Methode kommen die Ringfasern an den Venencapillaren besonders deutlich zum Vorschein. Zur Kon-

trolle verwendete ich auch undurchspülte Schnitte sowie einige Injektionsapparate, die mir *Heidenhain* in dankenswerter Weise aus seiner eigenen Sammlung zur Verfügung stellte. Viele dieser zum Teil bereits sehr alten, jedoch hervorragend schön gefärbten Schnitte bestätigten meine an Hand der ausgespülten Präparate erhaltenen Befunde in ausgezeichnete Weise.

Die Zeichnungen führte Herr Universitätszeichner *Schuler* aus. Sie sind alle bei gleichstarker Vergrößerung (Zeissobjektiv 4, Okular 6 = 450fach) mit dem großen *Abbeschen* Zeichenapparat aufgenommen und eignen sich daher besonders gut für vergleichsweise Betrachtung. Großen Wert legte ich auf ein möglichst plastisches Herausmodellieren der Formen. Daß dies in Anbetracht der reticulären Struktur des Milzgewebes mit erheblichen zeichnerischen Schwierigkeiten verknüpft war, brauche ich wohl kaum zu betonen. Ich hoffe, daß es dem Leser gelingen wird, an Hand der Abbildungen eine gute Vorstellung von der räumlichen Gestaltung des Milzgewebes zu bekommen.

Schließlich habe ich noch zu erwähnen, daß die Durchspülung zweier menschlicher Milzen leider mißlang. Die eine Milz war erst 16 Stunden nach dem Tode in unsere Hände gelangt. Hier hatten sich die Sinuswandungen bereits gelöst, einzelne Teile derselben waren durch die Spülung weggerissen und in das umliegende Gewebe verschleppt worden. Im mikroskopischen Bild lagen Reticulumzellen, Blutkörperchen und losgelöste Endothelien wahllos durcheinander. Es war dieses Präparat also in keiner Weise mehr zu gebrauchen. Die Durchspülung der anderen Milz, die von einem Hingerichteten stammte, konnte sofort post mortem ausgeführt werden. Leider scheint hier das Auftreiben der Milz zu vorsichtig gehandhabt worden zu sein. Wie sich beim Mikroskopieren herausstellte, war die Ausschwemmung der Blutkörperchen unzureichend. Die Venensinus erwiesen sich zwar als annähernd frei von zelligen Bestandteilen, nur an der Peripherie ihres Lumens, also dicht unter dem Endothel, lagen noch vereinzelte Blutkörperchen. Das Pulpareticulum dagegen war noch vollgepfropft mit weißen und roten Blutzellen, da die Netzmaschen der Sinuswandungen nicht genügend erweitert worden waren, um den Blutkörperchen den Durchtritt zu gestatten.

3. Literaturübersicht.

Das auffallende Ergebnis der Durchspülungen, die zu einer nahezu vollständigen Ausschwemmung der körperlichen Elemente aus der roten Pulpa geführt hatten, deutet schon mit großer Wahrscheinlichkeit — und diese Folgerung finden wir bereits bei *Bannwarth* — auf eine offene Blutbahn hin. Nachdem jedoch *Mollier*¹⁴⁾ neuerdings die durchbrochen gebauten Wände der venösen Capillaren beschrieben hat, könnte man versucht sein, sich die Ausspülung der Blutkörperchen so zu erklären, daß diese durch die Lücken der Venenwände hindurch erfolgt, im übrigen aber das Lumen der Arterien durch das Capillargebiet kontinuierlich in das der Venen übergeht. Diese Art der Erklärung ist zweifellos unbefriedigend und keineswegs ausreichend. Ganz besonders gilt dies für solche Tiere, in deren Milz sich nur spärliche, wenig verzweigte Venencapillaren befinden (Katze und Schwein). Wie hier die ungeheure Zahl der Blutzellen aus dem Reticulum in die venöse Blutbahn und

damit zur Ausspülung gelangen sollte, das kann man sich kaum vorstellen. Die relativ sehr geringe Zahl der Gefäßwandlücken dürfte wohl nicht genügen. Nehmen wir dagegen mit den Anhängern der intermediären Blutbahn Kontinuitätsunterbrechung zwischen Arterien und Venen an, dergestalt, daß die Arterien-capillaren im Pulpareticulum ihre Auflösung finden, die Venen-capillaren dagegen dortselbst ihren Ursprung nehmen, so haben wir sicherlich die beste Erklärung für das Durchspülungsergebnis gefunden. Wie meine späteren Ausführungen zeigen werden, habe ich dementsprechend in allen Fällen freie Arterienendigungen und zum Teil besondere Venenanfänge feststellen können.

Wie ich eingangs bereits erwähnte, waren zahlreiche Autoren zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. Ich muß mich darauf beschränken, die wichtigsten Punkte aus deren Arbeiten zu zitieren. Hierbei werde ich vor allem solche Angaben berücksichtigen, die im Hinblick auf unsere Ausführungen von besonderem Interesse sind. *W. Müller*¹⁵⁾ (1865) schreibt in seiner grundlegenden Arbeit „Über den feineren Bau der Milz“ folgendes: „Sämtliche Arterien-capillaren gehen bei den Säugetieren und dem Menschen in die intermediäre Blutbahn der Pulpa über. Die Art des Überganges ist bei allen Capillaren dieselbe. Die Wand des Gefäßes wird äußerst zart, verliert den doppelten glänzenden Kontur und wird fein granuliert; die vorher lang elliptischen Kerne werden breiter, dichter und mit rundlichen Formen untermischt, häufig zeigt das Gefäß an dieser Stelle eine leichte Verbreiterung. Die bis dahin zusammenhängende Wand des Gefäßes spaltet sich nun in eine Anzahl zarter, kurzer, sich verschmälernder Fortsätze, welche je einem Kern anliegen und in das zarte Fasernetz der Milzpulpa kontinuierlich übergehen. In der Wand treten dadurch eine Anzahl rundlicher und spaltförmiger Lücken auf, durch welche das Lumen der Capillare kontinuierlich mit den von den Zellen und Fasernetzen der Pulpa begrenzten Hohlräumen zusammenhängt. Aus den Blutbahnen der Pulpa entwickeln sich die Venen mit gitterförmig durchbrochenen Anfängen, deren Begrenzung von dem anliegenden Pulpagewebe nicht wesentlich verschieden ist.“ In ähnlichem Sinne äußert sich *H. Frey*⁵⁾ (1876): „Der Eintritt des arteriellen Milzblutes in die Venenästchen geschieht beim Säugetier und Menschen mit wandungslosen Strömchen. Es sind dies die intermediären Blutbahnen, welche direkt von den Zellen und dem Fasernetz der Pulpa begrenzt werden. Die Wandungen der arteriellen Haargefäße werden in der Nähe ihres Erlöschens ausnahmslos feiner und dünner, zart granuliert sowie reichlich mit eingebetteten Kernen versehen. Bald bemerkt man auch, wie eine förmliche Auffaserung derselben sich einstellt, in dem die Kerne mit angrenzenden Partien ihrer zarten Membranen in einzelne blasse Balken und Fasern sich trennen, welche kontinuierlich in das Reticulum der Pulpa sich fortsetzen. Aus diesem entstehen die kleinsten Venen mit durchbrochenen Anfängen.“ *Bannwarth*¹⁾ (1891), der eine sehr genaue Untersuchung der Katzenmilz durchführte, „tritt betreffs Beschreibung der arteriellen Capillaren und ihrer Einmündung in das Pulpamaschenwerk“ voll und ganz *W. Müller* bei. Die Venenanfänge stellt er als „plötzliche Übergänge in die Pulpa“ dar. „Es öffnet sich das Lumen des Gefäßes direkt in die Pulpalücken. Die Ausläufer der Pulpazellen stehen in Verbindung mit den letzten Partien der Gefäßwand.

Es wird oft schwer zu entscheiden, wo das Gefäß beginnt und die Pulpazellen aufhören, um so mehr, als das Gefäßlumen gerade etwa die Weite der Maschenräume der Pulpa hat.“ *Hoyer*¹²⁾ (1894) stellte bei den verschiedensten Säugetieren (Rind, Kalb, Schaf, Schwein, Katze und Hund) fest, daß die dünne aus der Hülse heraustretende Capillare sich unter trichterförmiger Erweiterung ihres Lumens im Reticulum auflöst. Weiter fand er, daß „die feinsten Venen sich aus den Hohlräumen des Reticulums entwickeln, indem die Fasern des Netzes sich zu einem Venenrohr vereinigen“. Im wesentlichen die gleichen Befunde erhielt er von der menschlichen Milz. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch *Kultschitzky*¹³⁾ (1895). Er schreibt: „Alle Capillaren münden nach Austritt aus den *Schweigger-Seidelschen* Körperchen frei in die Pulpa, dabei können sie noch eine Strecke weit in derselben einherziehen, sich mehr oder minder bedeutend erweitern oder den Charakter durchlöcherter Gefäße annehmen. Die ersten Anfänge der Venen oder die sogenannten Venencapillaren sind ebenfalls wie die Arterien in die Milzpulpa geöffnet. An den Stellen des Ursprungs besitzen sie nicht selten eine nicht ununterbrochene Wandung, d. h. sie haben wiederum den Charakter durchlöcherter Gefäße.“

Von den Anhängern der vermittelnden Gruppe, die sich für eine doppelte Endigungsweise der Arterien ausspricht, möchte ich hier zunächst *Legros* und *Robin* (1874) anführen. Leider stand mir die Originalarbeit nicht zur Verfügung, ich muß mich daher an die Angaben *Weidenreichs* halten. Darnach beschreiben sie das Ende der Arterien folgendermaßen: „Les penicilli artériels sont tapissés par l'épithélium ordinaire des artères; en suivant les fines artérioles du côté de leur terminaison on les voit augmenter légèrement de diamètre, puis s'évaser; en ce point on reconnaît encore la disposition habituelle de l'épithélium. Mais au delà les parois artérielles se dissocient en réalité: elles forment ainsi des trabécules composées de fibres-cellules, de minces fibres lamineuses et élastiques, sur lesquelles l'épithélium vasculaire s'applique, s'étale, se moule, de sorte qu'il ne présente plus ses caractères ordinaires.“ Schließlich habe ich noch *Weidenreich*¹¹⁾ (1903) zu erwähnen. Bei ihm finden wir für die menschliche Milz folgende zusammenfassende Angaben: „Die arterielle Capillare geht aus der Hülsearterie hervor und stellt ein dünnwandiges leicht dehnbares Rohr dar von wechselnder Weite: ihre Wand besteht aus einer äußeren Schicht, welche aus stark in die Länge gezogenen Hülsenzellen und anscheinend auch wirklich durch eine Fortsetzung der Hülse selbst gebildet wird, und einer inneren Endothellage mit spärlichen großen Kernen. Diese Capillaren münden entweder unter spitzem Winkel direkt in einen Milzsinus ein oder lösen sich durch Auffaserung ihrer Wand in dem Reticulum des Milzparenchyms auf.“ Als „Sinusanfänge“ beschreibt *Weidenreich* „sehr kurze unregelmäßige, wie Seitenausbuchtungen der Sinus aussehende bis zu 10 μ breite Kanäle, die in das Maschenwerk des Reticulums ausmünden“.

Diese kurze, auf Vollständigkeit keineswegs Anspruch erhebende Literaturbetrachtung möge dem Leser beweisen, daß bereits zahlreiche Beobachtungen vorliegen, die eindeutig für eine offene Blutbahn sprechen. Wir konnten uns aber des Eindrucks nicht erwehren, daß die Vorstellungen von den feineren Details bei den genannten Autoren noch recht unvollkommen und mangel-

haft sind. Ihre Beschreibungen muten vielfach wie tastende Versuche an, das Richtige zu treffen, ohne daß dies an ihren ungespülten und daher undurchsichtigen Präparaten hätte vollständig gelingen können. Den Anhängern der offenen Blutbahn stehen die nicht minder zahlreichen Verfechter der geschlossenen Blutbahn gegenüber. Auf deren Ausführungen näher einzugehen, halte ich bei der völligen Sicherheit unserer Befunde nicht für notwendig. Ich möchte hier nur nochmals auf die in der Einleitung angeführten Namen der Autoren verweisen. Sehr auffallend ist, daß in neuerer Zeit die vorher doch so heiß umstrittene Frage des Milzkreislaufes nirgends mehr erörtert wird. Seit *Mollier* die netzförmigen Sinuswandungen beschrieben hat, scheint eine neue rein hypothetische Anschauung sich „stillschweigend“ allgemeine Geltung verschafft zu haben, ohne daß versucht worden wäre, den tatsächlichen anatomischen Sachverhalt nachzuprüfen und sicherzustellen. Wir finden diese Anschauung zuletzt bei *Sobotta*²⁰⁾ (1914). Dieser schreibt: „Die Capillarwand der Milzpulpa gestattet infolge ihres durchbrochenen Baues ihrem Inhalt, dem Blut, eine freie Kommunikation mit den Pulpäräumen. Auf diese Weise erklärt sich auch in durchaus ungezwungener Weise der sogenannte intermediäre Kreislauf in der Milzpulpa. Die Unterbrechung der Blutbahn in der Milz ist also nur durch den unvollständigen Bau der Wand der sogenannten venösen Capillaren bedingt, nicht dadurch, daß eine wirkliche Lücke im Gefäßsystem vorhanden ist.“ Es ist nun an mir, erneut und wie ich hoffe, mit endgültigem Erfolg den Beweis zu führen, daß die Blutbahn in der Milz durch Zwischenschaltung reticulären Gewebes letzten Endes eine Unterbrechung erfährt.

4. Eigene Untersuchungsergebnisse.

a) Katzenmilz.

Da, wie wir sehen werden, die histologische Struktur der Milz bei den einzelnen Tieren erhebliche Unterschiede aufweist, so halte ich es für notwendig, die verschiedenen Untersuchungsobjekte getrennt zu betrachten. Als erstes werde ich jeweils kurz die Eindrücke schildern, die wir bei der Durchsicht der mikroskopischen Präparate von dem gesamten Aufbau des betreffenden Organes erhalten. Im Anschluß daran werden wir uns eingehend mit den Endigungen der beiden Capillarsysteme im Pulpareticulum zu befassen haben. Meine Untersuchungen beginne ich mit dem Organ, das am einfachsten und übersichtlichsten gestaltet ist, mit der Katzenmilz.

Eine mäßig starke Kapsel sowie ein ausgedehntes System von Trabekeln bilden das stützende bindegewebige Gerüst. Wenn man will, kann man gefäßhaltige und gefäßlose Trabekel unterscheiden. Die Gefäßtrabekel entsprechen den Verzweigungen der Gefäßbäumchen, die gefäßlosen Trabekel bilden im ganzen genommen ein Maschenwerk, welches an die Gefäßbäumchen einerseits und die Kapsel andererseits anschließend das derbere Stützgerüst der Milz vervollständigen. In der histologischen Zusammensetzung stimmen Trabekel- und Kapselgewebe im wesentlichen überein. In dem bindegewebigen, viel elastische Elemente enthaltenden Substrat finden wir große Mengen glatter Muskelzellen.

Zwischen das Gerüstwerk der Balken ist die sogenannte „Pulpa“ eingelagert. Um deren Beschreibung möglichst übersichtlich zu gestalten, möchte ich

mit den älteren Autoren zwischen roter und weißer Pulpa unterscheiden. Zur roten Pulpa zählen diese die Blutgefäße nach ihrem Austritt aus den Balken sowie das „intervasculäre Netzgewebe“ (*Billroth*) oder wie wir es kürzer nennen wollen, das *Pulpareticulum*. Die lymphatischen Gewebsteile dagegen, also die lymphatischen Scheiden der Arterien und die *Malpighi* schen Körperchen bilden zusammen die weiße Pulpa. An unseren mit Hämotoxylin—Thiazinrot gefärbten Präparaten heben sich rote und weiße Pulpa scharf voneinander ab. Die rote Pulpa erscheint im mikroskopischen Bild infolge der völligen Ausschwemmung der Blutkörperchen stark aufgehellte, während die von der Spülung nicht betroffenen *Malpighi* schen Körperchen als große dunkle Zellhaufen imponieren.

Gehen wir nun etwas näher auf die verschiedenen Gewebsformationen der roten Pulpa ein. An ersterer Stelle wäre hier das *Pulpareticulum* zu nennen, das bei der Katzenmilz den *umfangreichsten Gewebsteil der gesamten Pulpa* darstellt. Für gewöhnlich sind seine Maschen vollgepfropft mit Blutkörperchen. An unseren Präparaten dagegen sind sämtliche freien Zellen ausgeschwemmt und es liegt nur noch das nackte Reticulum vor. Dieses besteht aus den bekannten Reticulumzellen, deren hier sehr schmale membranartige Ausläufer untereinander zahlreiche Anastomosen eingehen und so ein feines, engmaschiges Netzwerk bilden. Die länglich runden Kerne liegen jeweils in einer größeren Anhäufung von Protoplasma, also vorwiegend an den Knotenpunkten sich kreuzender Fasern. In diese protoplasmatische Grundlage der Reticulumzellen und ihrer Fortsätze sind allerfeinste Bindegewebsfibrillen eingelagert. Sie halten sich in ihrem Verlauf ganz an ihr Substrat, als dessen Differenzierungsprodukte sie anzusehen sind. In das Maschenwerk des *Pulpareticulum*s ist das gesamte System der feineren Gefäßchen und Capillaren gewissermaßen eingebettet. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, die Gefäßverzweigungen in alle Einzelheiten zu verfolgen, ich will mich vielmehr darauf beschränken, die für die Katzenmilz charakteristischen und mir wichtig erscheinenden Punkte hervorzuheben.

Die Arterien verteilen sich in leicht geschlängeltem Verlauf unter reichlicher Verästelung gleichmäßig über das ganze Organ. Sie weisen keine lymphatischen Scheiden auf. Dagegen sehen wir in den Teilungswinkeln der kleinsten Arterien große, kugelförmige „*Malpighi* sche Körperchen“ sitzen, welche bei der Katze den typischen Bau von Lymphfollikeln erkennen lassen. Sie stellen hier den einzigen Bestandteil der weißen Pulpa dar und heben sich, wie gesagt, infolge ihres Zellreichtums deutlich von dem reingefegten *Pulpareticulum* ab. Eine auffallende Erscheinung zeigen an unserem Objekt die meisten Knötchen-capillaren. Sie erweisen sich nämlich als von dem gleichen degenerativen Prozeß befallen, den *v. Schumacher* und neuerdings *Heudorfer* für die Capillaren der Lymphdrüsenfollikel beschreiben. Sie fassen diesen Vorgang als hyaline Degeneration der Blutgefäße auf. In unserem Falle erscheint die Capillarwand stark gequollen, so daß das Lumen wesentlich verringert oder gar vollständig verloren gegangen ist. Da auch das Reticulum, soweit es an die betroffenen Gefäße angrenzt, von dem Prozeß miterfaßt ist, so sehen wir das Innere der Milzknötchen von einem ausgedehnten Netzwerk dicker homogener

Fasern durchsetzt. Trotz dieser degenerativen Vorgänge sind deutliche Keimzentren vorhanden. Wir müssen also annehmen, daß die Knötchenkapillaren als ernährende Gefäße überflüssig geworden sind, wahrscheinlich infolge der reichlichen Blutversorgung durch die von außen herantretenden und in der Knötchenrandzone ihre Auflösung findenden Capillaren der roten Pulpa.

Als besondere Hilfsorgane im peripheren Gebiet des arteriellen Systems sehen wir die *Schweigger-Seidelschen* Hülsen an. Sie sind mit großer Gleichmäßigkeit über das ganze Parenchym verteilt, und zwar sitzen sie *gerade an der Übergangsstelle* der feinsten Arterien in die Capillaren. Bis zum Eintritt in die Hülse konnte ich in der Gefäßwand noch glatte Muskelzellen nachweisen, innerhalb derselben gelang dies nicht mehr. Beim Mikroskopieren mit mittlerer Vergrößerung bieten sich die Capillarahülsen als kleine, schwammartige, stark zerklüftet erscheinende Gebilde dar. Eine durchgehende Übereinstimmung ihrer Form besteht nicht, da das Hülsgewebe die völlig wahllos erfolgende Aufteilung der Arterie in ihre capillären Endäste umschließt und sich gewöhnlich auf die letzteren noch eine kurze Strecke weit überschlägt. Dadurch entstehen natürlich sehr wechselnde Bilder.

Was die histologische Zusammensetzung der Hülsen anlangt, so ist sie bei Milzen, welche im natürlichen Zustand konserviert wurden, soweit meine Erfahrung reicht, kaum erkenntlich. Da jedoch in unserem Falle bei Gelegenheit der Fixation die Milzen durch Auffüllung mit der Konservierungsflüssigkeit von innen heraus aufgetrieben wurden, so gewannen dadurch die histologischen Bestandteile der Hülsen größere Abstände, und indem auf diese Weise die Struktur gewissermaßen auseinandergelegt wurde, wurde sie auch für das suchende Auge erkennbar. Es läßt sich dadurch zeigen, daß die Grundlage des Hülsgewebes lediglich nichts anderes ist als ein verdichtetes Reticulum mit engen Maschen. Glatte Muskulatur ist nicht vorhanden. In dieses Netzwerk sind große, sehr protoplasmareiche Rundzellen eingelassen. Die ebenfalls großen, rundlichen Kerne weisen im allgemeinen ein deutliches Chromatingerüst auf. Wir finden diese Zellen nicht nur hier als Bestandteile des Hülsgewebes, sondern auch vereinzelt im Pulpareticulum, wo sie sich in irgendeinem engen Maschenraum festgesetzt haben. Jedenfalls haben wir in ihnen seßhaft gewordene weiße Blutkörperchen zu erblicken. Im Hülsgreticulum sind diese Zellen in Reihen oder zu kleineren Haufen angeordnet, und zwar derartig dicht aneinander gelagert, daß Zellgrenzen oft nicht nachweisbar sind. Auf diese Weise kommt das Bild von allerhand Zellbälkchen und Zellnestern zustande. An Querschnitten der Hülsen ist häufig eine konzentrische Schichtung von solchen Zellbälkchen um das stets sehr enge Gefäßlumen herum zu erkennen. An Längsschnitten dagegen tritt meist eine bestimmte Anordnung nicht hervor. Hier sehen wir die Zellstränge unter vielfacher Anastomosensbildung völlig regellos durcheinanderlaufen. Dadurch, daß an der Peripherie einzelne Bälkchen in das Pulpareticulum hineinragen, erscheint der Außenkontur der Hülse stark zerklüftet. Ihrem ganzen Aussehen nach läßt sich die Capillarahülse wohl am besten mit einem weitporigen Schwamm vergleichen.

Aus den Hülsen strahlen jeweils etwa fünf bis zwölf feinste Haargefäßchen nach allen Raumesrichtungen in das Pulpareticulum aus, um dort alsbald unter

trichterförmiger Erweiterung ihre Auflösung zu finden. Diese Aufteilung der Endarterie in die arteriellen Capillaren ist derartig konstant und auffällig, daß man ohne weiteres von capillaren Endpinselfen reden könnte. Auf diese Endcapillaren werden wir sogleich ausführlich zu sprechen kommen, ebenso im Anschluß daran auf die Venensinus, die bei der Katzenmilz wegen ihrer geringen



Abb. 1. Milz, Katze. Susa. Hämatoxylin-Thiazinrot. Vergr.: 450 fach. Ende der arteriellen Bahn.
1. Capillarröhre, 2. trichterförmige Arterien-capillare, 3. deren Mündung, 4. Trabekel, 5. Muskelfaser.

Verbreitung nur wenig in die Augen fallen. Das gesamte übrige venöse Gefäßsystem (Pulpa- und Balkenvenen) bietet keine wesentlichen Besonderheiten dar, abgesehen von der enormen Weite seiner Kanäle, besonders der Balkenvenen. Letztere sind an unseren Präparaten vielfach schon makroskopisch als umfangreiche im Pulpa-reticulum gelegene Hohlräume wahrnehmbar.

Wir kämen nunmehr zur Betrachtung der *arteriellen Capillaren*. Oft sehen wir auf einem einzelnen Schnitt gleich fünf und mehr aus einer *Schweig-*

Seidelschen Hülse heraustreten. Ihre Form gleicht der eines Trichters (Abb. 1 und 2), dessen erweiterte Öffnung in das Pulpareticulum übergeht. *Diese Trichter- oder Tubenform ist für die Katzenmilz charakteristisch*, doch finden sich nicht selten Endcapillaren, die mehr einer Keule ähneln. Wahrscheinlich sind alle genannten Formen mit dem Dehnungszustand des Organes veränderlich. Wir werden daher für das normale, durchblutete Gewebe eine weniger stark erweiterte Form annehmen müssen. Häufig ist zu beobachten, daß eine Capillare nach dem Verlassen der Hülse sich in zwei oder drei Endtrichter aufspaltet. Da die meisten Endcapillaren bogenförmig gekrümmt verlaufen, so finden wir sie nur recht selten ihrer ganzen Länge nach im Schnitt liegend. Die Länge eines Trichters vom Austritt aus der Capillarahülse an gerechnet, beträgt etwa 80–140 μ . Das Lumen, das innerhalb der Hülse recht eng ist, erweitert sich im Verlauf der Endcapillare an unseren Präparaten ziemlich gleichmäßig bis auf etwa 50 μ Durchmesser an der weitesten Stelle. Diese Gefäßchen stellen nun keineswegs Röhren bzw. Trichter mit kontinuierlicher Wandung dar, sondern sie besitzen das von *Mollier* für die Venensinus beschriebene, *durchbrochen gebaute Endothel*. Bei der Besprechung desselben werden wir uns im wesentlichen den Ausführungen des genannten Autors anschließen können. Allerdings scheint letzterer nicht erkannt zu haben, daß Arterien- und Venencapillaren beide netzförmige, jedoch verschieden gestaltete Wandungen besitzen, denn er spricht in seiner Arbeit nur von den reticulär gebauten Venensinus der Milz. Meine Untersuchungen haben aber ergeben, daß ein deutlicher Unterschied zwischen den Endothelformen der beiden Capillargebiete vorhanden ist (vgl. Abb. 1 und 4). Auf diese Abweichungen werden wir später bei der Beschreibung der Venencapillaren noch einzugehen haben.

Was den feineren Bau unserer Endcapillaren betrifft, so finden wir diese aus breiten endothelialen Längsleisten und relativ schmalen Querleisten zusammengesetzt (Abb. 1 und 2). Die Aufspaltung des ursprünglich geschlossenen Capillarrohres in diese protoplasmatischen Leisten beginnt meist schon innerhalb der *Schweigger-Seidelschen* Hülse. Die Trichterform wird dadurch hervorgerufen, daß die Längsstreifen, die durch fortgesetzte Aufspaltung an Zahl zunehmen, langsam auseinandertreten. Sie werden durch spärliche Querstreifen miteinander verbunden und begrenzen mit diesen ein ziemlich unregelmäßiges Maschenwerk. In dessen Außenfläche sind wie beim Pulpareticulum feinste Bindegewebsfäserchen eingelagert. Endotheliales Netzwerk und Pulpareticulum stehen miteinander in innigem Zusammenhang. Besonders an den Kreuzungspunkten der Längs- und Querstreifen sehen wir Fortsätze von Reticulumzellen mit dem Endothel sich verbinden. An ihrer Innenseite tragen die Längsleisten in einer starken Anhäufung von Protoplasma große, ovale, in der Gefäßrichtung gelegene Kerne, die auffallend weit in die Lichtung der Capillare hineinragen. Sie erscheinen stets hell gefärbt und deutlich granuliert. Der Übergang des Capillarendothels in das Reticulum erfolgt meist ziemlich unvermittelt. Wir sehen dann das erheblich verdickte, einen Kern enthaltende Ende der Längsleiste plötzlich mit den feinen Maschenfäden des Pulpanetzes in Verbindung treten. Die Querleisten, die ohnehin den Reticulumfasern gleichen, gehen mehr oder weniger unauffällig in dieselben über.

Abb. 1 und 2 zeigen uns die unteren Hälften zweier genau in der Längsrichtung durchschnittener arterieller Enden mit ausgesprochener Trichterform. Auf Abb. 1 ist ein großes Stück der Capillarhülle mitgezeichnet. Wir können hier schön das Wirrsal der Zellbälkchen und -nester (Leukocyten) verfolgen. Durch die Einzwängung in das enge Maschenwerk der Hülle, das übrigens ohne deutliche Grenze in das umliegende Reticulum übergeht, haben die einzelnen Zellen vielfach ihre rundliche Form eingebüßt und erscheinen in vielwinkliger Gestalt. Aus der Hülle sehen wir die bereits aufgespaltene Endcapillare hervortreten. Durch das stete Auseinanderweichen der Längszüge kommt der typische Trichter zustande. Er hebt sich infolge der bedeutenden Stärke der Längsleisten deutlich von dem umgebenden feinmaschigen Pulpareticulum ab. Die dünnen, wenig zahlreichen protoplasmatischen Querbrücken treten nur wenig hervor. Weiter läßt sich an unserer Abbildung sehr gut der unvermittelte Übergang der Capillare ins Reticulum beobachten. Die verdickten, kernhaltigen Enden der Längszüge sind deutlich zu erkennen. Abb. 2 bietet im wesentlichen die gleichen Verhältnisse; ich brauche also kaum etwas hinzuzufügen. Für die Katzenmilz konnten wir somit feststellen, daß die sämtlichen aus den Hüllen austretenden arteriellen Capillaren unter trichterförmiger Erweiterung im Reticulum ihre Auflösung finden.

Ich wende mich nunmehr zur Beschreibung der Anfänge der venösen Blutbahn. Um die hier vorliegenden Verhältnisse leichter verständlich zu machen, gehe ich von den *Venencapillaren* aus. Diese stellen weite, vielfach verzweigte, jedoch *nicht miteinander anastomosierende* Gefäßröhren dar, die in mäßiger Zahl ziemlich gleichmäßig über das ganze Organ verteilt das Reticulum durchziehen. Meist besitzen sie eine recht ansehnliche Länge und lassen sich dann über größere Strecken der Pulpa verfolgen. Ihre Weite ist vom Ursprung im Pulpagewebe an eine beträchtliche; sie wächst natürlich ununterbrochen entsprechend der Einmündung von zuführenden Seitenästen. Das Endothel der Venencapillaren zeigt den von *Mollier* beschriebenen Bau eines „regellosen Netzsyncytiums“ und läßt demnach keine deutliche Anordnung in Längs- und Querleisten erkennen (Abb. 3 und 4). Ohne weiteres in die Augen fallend ist die bedeutende Breite der protoplasmatischen Wandteile, die große rundliche Lücken umschließen. Letztere nehmen in Richtung auf die Venenwurzel an Zahl und meist auch an Größe zu, zentralwärts dagegen ab. Herzwärts sehen wir demgemäß durch das vollständige Verschwinden der Gefäßwandlücken allmählich

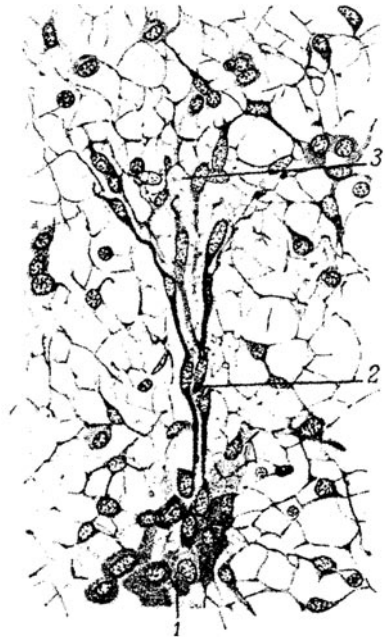


Abb. 2. Milz, Katze. Susa. Hämatoxylin-Thiazinrot. Vergr.: 450 fach. Ende der materiellen Bahn.

1. Capillarhülle, 2. trichterförmige Arterien-capillare, 3. deren Mündung.

ein geschlossenes von einem einfachen Endothel ausgekleidetes Gefäßrohr entstehen: die Pulpavene *Weidenreichs*. Gewöhnlich hat sich diese bereits an einen Balken angelegt, um schließlich von diesem gänzlich eingeschlossen und so zur Balkenvene zu werden. Vergleichen wir Arterien- und Venencapillare der Katzenmilz miteinander, so ist, selbst wenn wir von der Formverschiedenheit absehen,

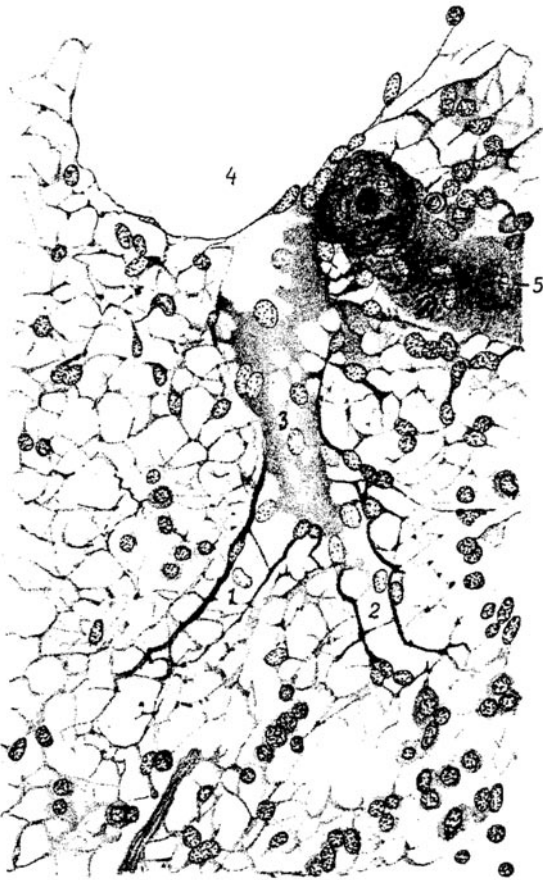


Abb. 3. Milz, Katze. Susa. Häm.-Thiazinrot.
Vergr.: 450 fach. Anfang der venösen Bahn.
1. u. 2. Venenwurzeln (Ansatzröhrchen), 3. Venensinus, 4. Pulpavene,
5. Arterie.

ein deutlicher Unterschied nicht zu verkennen (vgl. Abb. 1 und 3). Das Endothel der Arterien-capillare zeigt eine ausgesprochene Differenzierung in der Längsrichtung durch besonders kräftige Ausbildung der Längsleisten. Bei den Venensinus ist von einer derartigen Differenzierung nichts zu bemerken, denn Längs- und Querstreifen sind hier annähernd gleichstark entwickelt.

Am peripheren Ende der Venencapillare sowie über deren ganze Länge verteilt finden sich die *Venenwurzeln*. Sie stellen gewissermaßen *Ausstülpungen der Sinuswandungen* dar und erscheinen als kurze Gefäßröhrchen, die in wechselnden Abständen bald von dieser, bald von jener Seite in die Venencapillaren einmünden. Auch die Pulpavenen und selbst die Balkenvenen sind häufig Träger derartiger Venenanfänge oder Ansatzröhrchen, wie wir sie nennen wollen. Das Endothel derselben ist wiederum netzförmig gebaut (Abb. 3). Da

es aus dem Endothel der Sinus hervorgeht, sind die protoplasmatischen Netzfäden die gewöhnlich recht große Maschenräume umfassen, an der Einmündungsstelle noch verhältnismäßig breit. Sie werden aber immer schmaler und gehen schließlich ohne scharfe Grenze in die Fasern des Reticulums über. Im allgemeinen sind die Längsleisten etwas stärker entwickelt als die Querleisten, doch ist der Unterschied keineswegs so deutlich wie bei den Arterien-capillaren. Die Kerne der Ansatzröhrchen gleichen durchaus denen der Venensinus. Sie sind meist längsoval und in der Gefäßrichtung liegend. Den Kernen der End-

trichter gegenüber erscheinen sie gedrunken. Mit dem umgebenden Reticulum steht das endotheliale Gitterwerk der Venencapillaren und Ansatzröhrchen wiederum in innigem Zusammenhang. Auch ist wie bei den arteriellen Enden auf der Außenfläche in die endothelialen Bestandteile ein feines oberflächliches Faserwerk eingelagert. Dadurch, daß die Netzmaschen der Venenanfänge langsam Größe und Form der Reticulummaschen annehmen, kommt ein ganz allmählicher Übergang in das Pulpareticulum zustande.

Ich gehe jetzt noch kurz auf unsere Abbildungen ein. Abb. 3 stellt einen Venensinus dar, der mittels zweier Ansatzröhrchen aus dem Reticulum entspringt und nach kurzem Verlauf in eine weite Pulpavene einmündet. Ich muß hier einschalten, daß diese Entstehungsweise mit einem oder mehreren endständigen Ansatzröhrchen die gewöhnliche ist. Doch habe ich in wenigen Fällen auch blind endigende Venencapillaren beobachten können. Diese hatten also keine endständigen, sondern nur seitlich zuführende Venenanfänge. Abb. 4 zeigt uns zwei längsdurchschnittene Venensinus, die unter auffallend spitzem Winkel zusammenfließen und dann in eine Balkenvene einmünden. Sie weisen das charakteristische, breitmaschige, regellose Endothel auf, das gegen die Balkenvene hin immer protoplasma-reicher wird. An dem größeren von den beiden Sinus ist oben ein endständiges und etwas unterhalb davon ein seitlich eintretendes Ansatzröhrchen angeschnitten. Über die seitendständigen Venenwurzeln orientieren wir uns am besten an quergeschnittenen Venencapillaren, wie wir sie auf Abb. 5 dargestellt finden. Die Ansatzröhrchen machen hier deutlich den Eindruck von Ausstülpungen der Capillarwand. Im Vergleich zu der enormen Weite der Sinus erscheinen sie als unverhältnismäßig kleine Gebilde. Sehr gut läßt sich der Übergang der endothelialen in die retikulären Fasern beobachten.

Der Vollständigkeit wegen muß ich mit einigen Worten noch auf die Frage der Lymphröhrchen eingehen. Weidenreich²⁴⁾ äußert sich über diese folgendermaßen: „In den Lymphscheiden- und Knötchen-

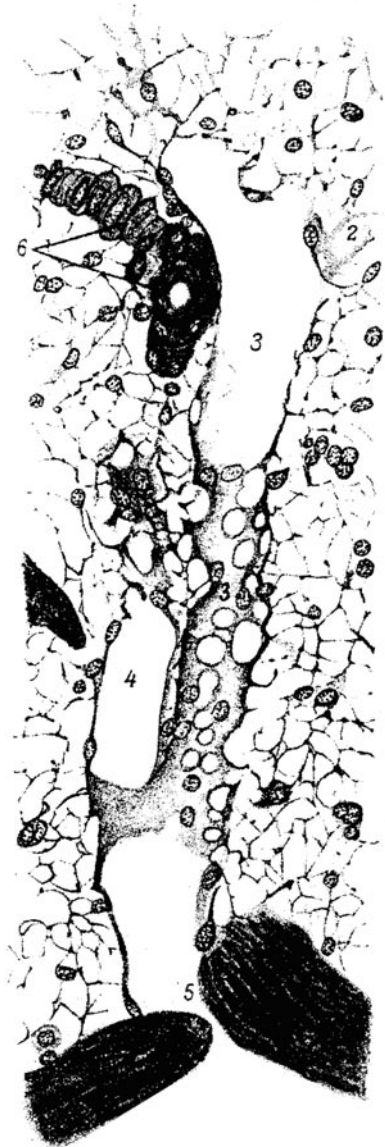


Abb. 4. Milz, Katze. Susa. Häm.-Thiazinrot. Vergr.: 450fach. Anfang der venösen Bahn.

1. u. 2. Venenwurzel, 3. u. 4. Venensinus, 5. deren Einmündung in eine Balkenvene, 6. Arterie.

randzonen entstehen durch Aneinanderlegen der Reticulumaschen geschlossene, vorwiegend mit farblosen Zellen gefüllte, einfache Kanälchen, die in die nächsten Milzsinus einmünden. Diese Lymphröhrchen stellen neben dem Parenchym Abfuhrwege der in der weißen Pulpa gebildeten lymphoiden Zellen dar.“ Auch ich habe vereinzelte derartige Gefäße beobachten können. Das Endothel, das zunächst eine vollständig geschlossene Röhre bildet, fasert sich in der Knötchenrandzone ganz plötzlich auf und geht nach allen Seiten hin ins Reticulum über. Eine besondere Bedeutung kann ich diesen allem Anschein

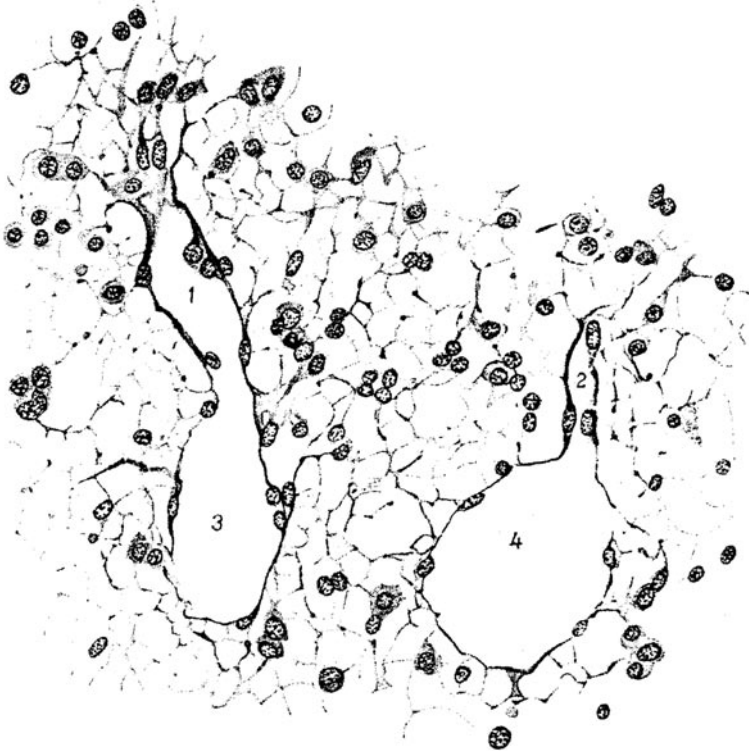


Abb. 5. Milz, Katze. Susa. Häm.-Thiazinrot. Vergr.: 450fach. Anfang der venösen Bahn.
1. u. 2. Venenwurzel, 3. u. 4. Venensinus im Querschnitt.

nach sehr seltenen Kanälchen nicht beimessen, denn viel häufiger sieht man in der Knötchenrandzone Venensinus in der eben geschilderten Weise mittels Ansatzröhrchen entstehen.

Fassen wir das Ergebnis unserer Untersuchungen über die Capillaren der Katzenmilz zusammen, so können wir sagen: *Das arterielle Gefäßsystem findet mit durchbrochen gebauten, trichterförmigen Endcapillaren seinen Abschluß im Pulpareticulum. Aus dessen Maschen nimmt die venöse Gefäßbahn mittels kurzer, aus einem netzförmigen Endothel gebildeter Ansatzröhrchen ihren Ursprung. Es liegt also eine Einschaltung reticulären Gewebes zwischen die beiden Capillargebiete vor.*

b) Schweinemilz.

Wir wenden uns nun der Betrachtung der Schweinemilz zu. Leider handelt es sich hier um ein schwierigeres Objekt. Die Ausspülung der Blutkörperchen war zwar bis auf minimale Reste gelungen, allein die Schnitte ließen sich schwer in hinreichender Weise färben, so daß mancherlei Einzelheiten nicht so schön zum Ausdruck kamen wie bei der Katzenmilz. Dennoch hoffe ich ein genügend klares Bild von dem Aufbau dieses Organes entwerfen zu können. Um Wiederholungen zu vermeiden, werde ich nur solche Punkte hervorheben, die von dem bisher Besprochenen abweichen und als besondere Charakteristika der Schweinemilz gelten können. Von der Kapsel und dem davon ausgehenden Trabekelwerk sei erwähnt, daß sie kolossale Mengen glatter Muskulatur beherbergen. Die bindegewebigen Elemente sind infolgedessen fast vollständig aus ihnen verdrängt.

Der *umfangreichste Teil der gesamten Pulpa* ist wieder das *Reticulum*. Die Fortsätze der Reticulumzellen, die hier auffallend weite Maschenräume umschließen, sind sehr wechselnd gestaltet, bald sind es allerfeinste Fäserchen, bald breite protoplasmatische Membranen. Durch dieses Grundgewebe hin verbreiten sich in massenhafter Weise feinste Bündelchen glatter Muskelzellen, die geflechtartig unter sich und außerdem mit der Kapsel und den Trabekeln zusammenhängen. Die einzelnen Bündelchen besitzen sehr verschiedene Stärke, das einmal sind es nur feine, dünne Bänder, das anderemal dicke Streifen. Die benachbarten Zellen scheinen ohne nachweisbare Grenze ineinander überzugehen. Es liegt also vielleicht ein muskuläres Netzsyncytium vor. Sollten aus diesem Netz Zellen isolierbar sein, so ist es sehr wahrscheinlich, daß sie verzweigte Gestalt haben, indem sie nach den verschiedensten Richtungen hin Fortsätze aussenden, die miteinander in Verbindung treten. Die Kerne weisen die bekannte langgestreckte Form der gewöhnlichen glatten Muskelzellen auf.

Dieses Muskelnetz tritt nun zu allen möglichen Bestandteilen der Pulpa in Beziehung, so vor allem zu dem Reticulum, dessen Faserwerk mit den feinen Umhüllungshäutchen der Muskelzüge in reichlichem Maße verknüpft ist. Außerdem finden wir es in vielfachem Zusammenhang mit den Gefäßwänden. Besonders auffallend ist sein Verhalten zu den Pulpavenen. Vor allem an Querschnitten läßt sich beobachten, wie die Muskelbälkchen von allen Seiten her in radiärer Anordnung gegen das zentralgelegene Gefäß hinzielen, um an dessen Wand ihren Ansatz zu finden. In ähnlicher Weise, wenn auch weniger deutlich ausgeprägt, findet sich diese Erscheinung bei den Venensinus und Balkenvenen. Dieses eigenartige Verhalten der Muskulatur ist für die Herausbeförderung des Blutes aus der Milz von großer Bedeutung. Wir müssen uns vorstellen, daß durch die Kontraktion des Muskelsystems die Venencapillaren und Pulpavenen erheblich gedehnt und so für die Ableitung des Blutes besonders geeignet werden. Zu gleicher Zeit wird das Reticulum zusammengedrückt und sein Inhalt durch die erweiterten Maschen der Sinus in die umfangreichen zurückleitenden Kanäle hineingepreßt. Es ist anzunehmen, daß durch den Muskeltonus der Blutfüllungszustand der Schweinemilz für gewöhnlich auf einer bestimmten Höhe erhalten und durch Änderungen in dem Tonus reguliert werden kann.

In das reticulo-muskuläre Netzwerk ist das Gefäßsystem eingebettet. Die Arterien werden auf größere Strecken von lymphatischen Scheiden begleitet. Letztere nehmen von Zeit zu Zeit größeren Umfang an, so daß länglichrunde, elliptische Bildungen entstehen, die *Malpighischen Körperchen*. Innerhalb derselben findet stets eine Verzweigung der Arterie statt. An unseren Präparaten treten diese lymphatischen Gewebsteile wie bei der Katzenmilz deutlich hervor. Desgleichen die *Schweigger-Seidelschen* Hülsen, die sich hier als auffallend große, spindel- oder birnenförmige, scharf abgegrenzte Gebilde darbieten. Sie sind zwar über die ganze rote Pulpa verteilt, doch ist nicht zu verkennen, daß sie die Umgebung lymphatischen Gewebes entschieden bevorzugen. Als eigentliches Hülsengewebe haben wir ein sehr engmaschiges Reticulum anzusehen, in das vereinzelte weiße Blutzellen eingelagert sind. Es läßt meist eine konzentrische Lagerung in Beziehung auf die zentrale Capillare erkennen. An der Oberfläche ist die Hülse durch eine verdichtete Schicht des Gewebes gut gegen die Umgebung abgegrenzt. Die Hülsen gewinnen dadurch beim Schwein eine sehr bestimmte Formgebung. In ihrem Inneren hat eine reichliche Verästelung der Capillaren statt. Die Lichtung der Hülsengefäße ist wieder sehr eng. Jeder austretende Gefäßast wird noch eine kleine Strecke weit von dem konisch zulaufenden Hülsengewebe begleitet.

Da die übrigen Gefäßbahnen nichts Erwähnenswertes mehr bieten, so hätten wir uns jetzt noch eingehend mit dem Capillarsystem zu befassen. *Im Prinzip finden wir hier die gleichen Verhältnisse wie bei der Katze, nämlich Auflösung der Arterien-capillaren und Entstehen der Venensinus im Pulpareticulum.* Mancherlei Einzelheiten weichen jedoch von den bei der Katze geschilderten Verhältnissen wesentlich ab. Aus den *Schweigger-Seidelschen* Hülsen treten wiederum zahlreiche, auffallend lange Arterien-capillaren nach allen möglichen Richtungen hin aus. Sie durchziehen oft kerzengerade weite Strecken der Pulpa. Ich habe dies vor allem an solchen Gefäßen beobachtet, die auf die Kapsel zu verlaufen. In anderen Fällen, besonders dann, wenn sie in der Umgebung lymphatischen Gewebes ihre Auflösung finden, sind sie kürzer und mehr oder weniger stark gekrümmt. Der Hauptstamm der einzelnen Capillaren gibt von Zeit zu Zeit Seitenäste ab. Meist sind diese klein und gehen bald ins Reticulum über. Zuweilen teilt sich jedoch der Hauptstamm bald nach dem Verlassen der Hülse in zwei annähernd gleichstarke Röhren, die sich ihrerseits weiter verzweigen. Die Teilungsstelle wird dann nicht selten von einer kleinen Capillarhülse zweiter Ordnung umschlossen. Das Lumen des Stammgefäßes, das, wie erwähnt, innerhalb der Haupthülse sehr eng ist, erweitert sich beim Verlassen derselben auf etwa 30μ im Durchmesser. Trotz Abgabe der kleinen Seitenäste verringert sich dieses Kaliber bis zur Auflösungsstelle verhältnismäßig wenig. Das Endothel der Capillaren scheint fast bis zum Ende vollständig geschlossen zu sein. Es besteht aus den uns bekannten endothelialen Längsleisten, die hier offenbar nicht durch bloße Querleisten, sondern durch Quermembranen zu einem geschlossenen Rohr zusammengefügt werden. Die Membran stellt ein äußerst zartes, leicht granuliert erscheinendes Häutchen dar, in welches zahlreiche feinste Bindegewebssäserchen eingelassen sind. Die Auflösung der Capillare vollzieht sich etwa folgendermaßen: In den Quermembranen

entstehen plötzlich Lücken, die durch pinselförmiges Auseinanderweichen der Längsleisten schnell die Größe von Reticulummaschen erreichen. Durch Anschluß an benachbarte Reticulumzellen finden die aufgefasernten, endothelialen Streifen bald ihr Ende.

Was die Entstehung der Venencapillaren anlangt, so finden wir hier, soweit ich dies an unseren Präparaten feststellen konnte, ähnliche Verhältnisse wie bei der Katze. Auch hier geht das endotheliale Gitterwerk der meist gestreckt verlaufend Venensinus ganz allmählich und ohne scharfe Grenze aus dem Reticulum hervor. Die anfangs reiche Lücken umschließenden, sehr dünnen Maschenfäden werden langsam breiter, die Maschenräume infolgedessen enger, und schließlich verdichtet sich das endotheliale Netzwerk zu dem allseits geschlossenen Rohr der Pulpavene. Diese wird bereits von einem dünnen Mantel meist längsverlaufender Bindegewebszüge umschlossen. Im Bau ihrer Wandungen weichen Arterien- und Venencapillaren wiederum deutlich voneinander ab. Wie wir soeben besprochen haben, besteht das Endothel der arteriellen Capillare aus deutlich ausgeprägten Längsleisten, die durch Quermembranen zu einem geschlossenen Rohr zusammengefügt werden. Der Übergang ins Reticulum erfolgt plötzlich durch Auffaserung der Wand. Gänzlich verschieden hiervon ist Bau und Verhalten der Venensinus, deren Endothel von einem regellosen Netzsycytium gebildet wird, das ganz allmählich aus den Maschen des Reticulums hervorgeht.

e) Hundemilz.

Am schwierigsten gestaltete sich die Untersuchung der Hundemilz. Die Ursache hierfür liegt im Aufbau des Organes selbst. Wir können uns hiervon an unseren mit Anilinblau gefärbten Präparaten ohne weiteres überzeugen. Wir finden nämlich die gesamte rote Pulpa von einem dichten Geflecht venöser Capillaren durchsetzt, so daß die Durchsichtigkeit des Parenchyms im Vergleich zur Katzen- und Schweinemilz wesentlich herabgesetzt und dementsprechend das Herausmikroskopieren histologischer Feinheiten bedeutend erschwert wird.

Da wir später im Zusammenhang mit den Arterien-capillaren noch ausführlich auf die Venensinus eingehen werden, so können wir uns sogleich den übrigen Bestandteilen der Pulpa zuwenden. Als solche kommen das Reticulum und der Rest des Gefäßsystems in Betracht. Zuvor sei eingeschaltet, daß Kapsel und Balkenwerk wiederum reichlich Muskelfasern enthalten, jedoch keine derartig großen Mengen, wie wir sie in der Schweinemilz gefunden haben. Das *Reticulum* ist infolge der Mächtigkeit des capillären Venennetzes *stark reduziert*. Es ist gewissermaßen als Füllmaterial in die Zwischenräume der Gefäßbahnen eingelassen. Die einzelnen Gefäße werden also jeweils von einem Mantel retikulären Gewebes umhüllt. Die Dicke dieses Mantels schwankt je nach den Lagebeziehungen der Gefäße zueinander innerhalb weiter Grenzen. Sind größere Zwischenräume vorhanden, so kann die Hülle bedeutenden Umfang annehmen. Meist liegen jedoch die Gefäße, vor allem die Venensinus, derartig dicht nebeneinander, daß das umhüllende Reticulum nur mehr die Dicke einiger weniger Maschenräume aufweist. In gar nicht seltenen Fällen finden wir sogar

ohne Zwischenschaltung reticulärer Substanz Capillarwand direkt an Capillarwand liegen. Wegen der Rundung des Gefäßrohres kann es sich jedoch nur um kleine Teile der Gefäßwand handeln, die so miteinander in Berührung kommen. Vom feineren Bau des Reticulums sei nur erwähnt, daß die Bindegewebsfibrillen, die in das protoplasmatische Netzwerk eingelagert sind, sich bereits zu ansehnlicher Stärke entwickelt haben. Im übrigen weicht das Reticulum kaum von dem der Katzenmilz ab, es ist höchstens etwas weitmaschiger.

Wenn wir vorerst von den beiden Capillargebieten absehen, so erinnert uns das Gefäßsystem der Hundemilz in mancherlei Beziehung an die Verhältnisse, die wir bei den anderen Tieren kennen gelernt haben. Die Arterien weisen wieder breite lymphatische Scheiden auf, die von Zeit zu Zeit zu mäßig großen, runden bis spindelförmigen Milzknötchen anschwellen. Innerhalb derselben findet regelmäßig eine Teilung des Gefäßes statt. Nach reichlicher Verästelung sehen wir schließlich die sehr fein gewordenen Arterien allenthalben in kleine, unregelmäßig gestaltete *Schweigger-Seidelsche* Hüllen eintreten. Hierbei nehmen sie unter Verschwinden der Gefäßwandmuskulatur den Charakter von Capillaren an. Wie bei der Katzenmilz so sind auch hier die Capillarrhüllen sehr gleichmäßig und ohne Bevorzugung bestimmter Gewebsteile über das ganze Organ verteilt. Das Hüllengewebe halte ich für ein außerordentlich dichtes, stark verfilztes Reticulum, in dessen enge Maschen zahlreiche weiße Blutzellen eingelassen sind. Auf Querschnitten zeigt dieser meist dünne Gefäßmantel eine deutliche konzentrische Schichtung. Auch die länglichrunden Kerne sind kreisförmig angeordnet. Die unterschiedlichen Gestaltungen der *Schweigger-Seidelschen* Hüllen kommen dadurch zustande, daß sie die der Form nach wechselnde Endaufteilung der Arteriole in die Capillaren umschließen, wobei das Hüllengewebe sich meist noch eine Strecke weit auf die letzteren fortsetzt. Auf unseren Schnitten weisen die Hüllen vor allem eine langgestreckte, spindel- oder birnenförmige Gestaltung auf, daneben kommen auch kelchförmige oder selbst gelappt erscheinende Figuren vor. Infolge der großen Dichtigkeit hebt sich die Hülle natürlich scharf von der Umgebung ab. Weiterhin möchte ich darauf aufmerksam machen, daß die „geschlossenen, von einem einfachen Endothel ausgekleideten Gefäßröhren“ der Pulpavenen (*Weidenreich*) in der Hundemilz nicht vorkommen. Wir sehen hier vielmehr die zurückleitenden Gefäße bis zu ihrem völligen Einschluß in einen Balken mit dem seit *Mollier* bekannten netzförmigen Endothel, also mit durchbrochen gebauten Wandungen ausgestattet. Dies steht in auffallendem Gegensatz zur Milz der beiden anderen Tiere, besonders zur Schweinemilz, wo die Pulpavenen in ausgedehntestem Maße vertreten sind.

Wir wenden uns nun zur Besprechung der Arterien-capillaren. Wir sehen diese wiederum aus den Capillarrhüllen hervorkommen, je nach deren Größe an Zahl schwankend. Sie durchziehen bald gerade, bald bogenförmig, nach den verschiedensten Richtungen hin ausstrahlend, das Reticulum und teilen sich dabei häufig nochmals in zwei bis vier Endäste. Unter Umständen finden wir ähnlich wie beim Schwein an der Teilungsstelle eine Capillarröhle 2. Ordnung. Die *eigentlichen Endstücke der Arterien* fallen als bedeutende Erweiterungen der ursprünglich sehr engen Gefäßröhrchen ohne weiteres in die

Augen. Sie haben die Gestalt eines langgestreckten Bläschens oder selten die eines Trichters. Nehmen wir den schmalen Anfangsteil der Capillare mit hinzu, so gleicht das Ganze etwa einer Keule (Abb. 6). Die Größe dieser Endkeulen ist sehr unterschiedlich. Die kleinsten dürften etwa 30μ , die größten 100μ lang sein, wobei ich vom Beginn der Erweiterung an rechne. Ebenso schwankend sind die Werte für die Durchmesser; neben recht engbleibenden Bläschen finden sich solche, deren Durchmesser sich auf 50μ und mehr beläuft. Natürlich werden alle diese Maße je nach der Stärke der Aufblähung der Milz in hohem Grade veränderlich sein. Die Wand der Endbläschen ist durchbrochen gebaut. Mit beginnender Erweiterung des Gefäßrohres sehen wir im Endothel zunächst feinste Lücken auftreten. Diese vergrößern sich schnell und können schließlich die Weite von Reticulummaschen erreichen. Meist bleiben sie jedoch kleiner als diese. Die Anordnung der die Lücken umsäumenden, endothelialen Netzfäden ist gewöhnlich sehr unregelmäßig. Die uns bekannten Längsleisten mit ihren in der Verlaufsrichtung des Gefäßes liegenden Kernen können wir meist nur zu Anfang der Erweiterung erkennen und von den Querleisten unterscheiden. Sehr bald pflegt eine derartige Trennung nicht mehr möglich zu sein. Wir haben dann ein völlig regelloses Netzwerk vor uns, das sich von dem weitmaschigeren und räumlich sich ausdehnenden Pulpareticulum nur durch seine flächenhafte, einen rundlichen Hohlraum umschließende Anordnung und seinen größeren Protoplasmareichtum unterscheidet. Dem protoplasmatischen Gitterwerk liegt außen das ebenso unregelmäßige Maschenräume begrenzende Geflecht der Längs- und Querfasern dicht auf. Diese beiden Faserarten sind etwa gleichstark entwickelt und treten gleich ihrer protoplasmareichen Grundlage häufig zu den benachbarten Reticulumzellen in Beziehung. In einigen wenigen Fällen habe ich auch ein ziemlich regelmäßig gefenstertes Endothel beobachten können. Dieses sah dann der Wand eines Venensinus täuschend ähnlich und war nur durch den Mangel an deutlich ausgeprägten Ringfasern hiervon zu unterscheiden. Als besondere Eigentümlichkeiten weisen die Endbläschen nicht selten Ausbuchtungen ihrer Wände auf. Diese erreichten oft eine erhebliche Tiefenausdehnung und bekommen dadurch eventuell selbst die Gestalt eines Bläschens. In einem Falle sah ich eine arterielle Capillare in drei derartige in sich zusammenhängende Gebilde von ansehnlicher Größe übergehen. Die geschilderten, höchst komplizierten Bauverhältnisse vermögen uns sehr wohl erklären, wie es möglich war, daß so zahlreiche Autoren den vermeintlichen direkten Übergang der arteriellen in die

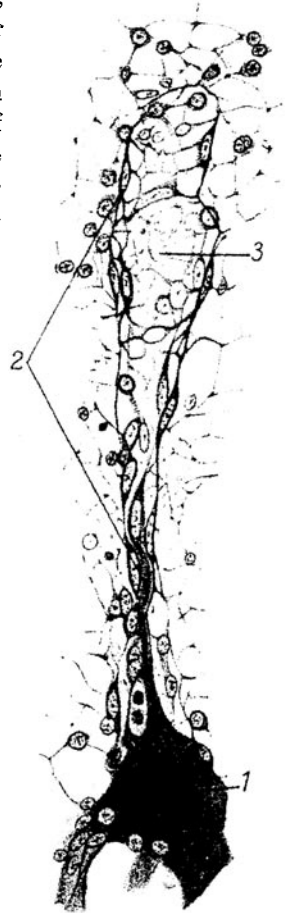


Abb. 6. Milz, Hund. Susa. Häm.-Thiazinrot. Verg.: 450 fach. Ende der arteriellen Bahn.

1. Capillarahülse, 2. keulenförmige Arterien-capillare, 3. Ausbuchtung der Capillarwand.

venöse Blutbahn konstatieren konnten. Ich muß gestehen, daß es mir anfangs ebenso ging. Auch ich hielt zunächst die weiten Hohlräume der Endkeulen für Venensinus, und zwar wurde ich in dieser Meinung durch die netzartig gebauten, vielfach ausgebuchteten Wandungen derselben bestärkt. Erst als ich durch mehrere Schnitte hindurch den weiteren Verlauf der vermeintlichen Venencapillaren verfolgen wollte, wurde mein Irrtum aufgeklärt.

Die Abb. 6 und 7 stellen die unteren Halbschnitte zweier Endkeulen mittlerer Größe dar. Denken wir uns die abschließenden auf Nachbarschnitten gelegenen oberen Wandstrecken hinzu, so sehen wir vor unseren Augen zwar durchbrochen gebaute, jedoch der Form nach abgeschlossene, bläschenförmige Gebilde entstehen, welche als Musterbeispiele der typischen Endstücke der arteriellen Bahn in der Hundemilz gelten können.

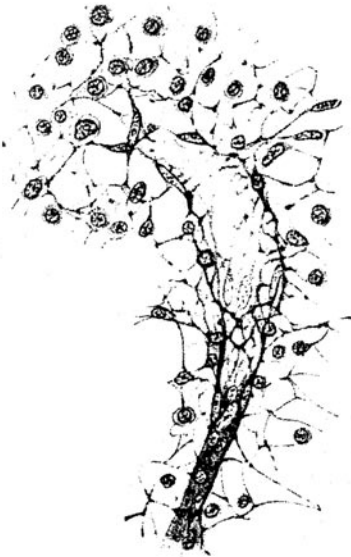


Abb. 7. Milz, Hund. Susa. Häm.-Thiazinrot. Vergr.: 450 fach.
Ende der arteriellen Bahn.

Weiter bekommen wir an der Hand der beiden Zeichnungen eine gute Vorstellung von dem äußerst regellos gestalteten Bau des endothelialen Maschenwerkes. Wir sehen auch, wie dieses allenthalben mit dem umgebenden Reticulum in Verbindung steht. Auf Abb. 6 ist schließlich noch eine seichte, etwa in der Mitte des Bläschens gelegene Ausstülpung der Wand zu erkennen. An der Übergangsstelle sind die Kerne deutlich kreisförmig angeordnet. Ich halte diese Ausbuchtungen für Wachstumsknospen, aus denen schließlich selbständige Capillaren entstehen. Darauf weisen vielfach in den Ausstülpungen gelegene sehr protoplasmareiche Zellen hin, von denen das Wachstum ausgehen dürfte.

Im Gegensatz zur Katzen- und Schweinemilz, wo wir Venenanfänge feststellen konnten, fand ich bei der Hundemilz deren keine. Obwohl ich mehrere Venensinus samt allen ihren Seiten- und Verbindungsästen durch ganze Serien hindurch verfolgte, konnte ich nirgends ein blindes

Ende oder gar die Entstehung einer Capillare aus dem Reticulum beobachten. Ich sehe mich infolgedessen zu der Annahme gezwungen, daß beim Hund das *venöse Capillarsystem ein allerseits in sich abgeschlossenes Anastomosennetz von durchbrochen gebauten Kanälen darstellt*. Seine Abfuhrwege besitzt es in den Balkenvenen. Über die enorme Ausdehnung dieses „Wundernetzes“ *Schweigger-Seidels* habe ich bereits gesprochen. Ich möchte an dieser Stelle noch auf folgende Eigentümlichkeit hinweisen. Oft sehen wir Capillarröhren von einem Geflecht von Venencapillaren mantelartig umschlungen. An Querschnitten ergibt dies zuweilen das eigenartige Bild, daß die Hülse mitten in einem Hohlraum zu liegen scheint. Der Hohlraum ist aber nichts anderes als das im Schnitt liegende Lumen der gürtelförmig umfassenden Capillare, deren Endothel an der Innenseite dem Hülsengewebe dicht aufliegt. Die Weite der capillaren Venen schwankt innerhalb weiter Grenzen, einmal entsprechend der wechselnden Blutfülle des Organes,

dann aber auch entsprechend der verschiedenen Anlage der einzelnen Gefäßröhrchen. Durch den Zusammenfluß mehrerer Sinus von mäßiger Weite sehen wir äußerst geräumige Capillaren entstehen, die schließlich direkt in die Balkenvenen einmünden. Diese Capillaren mittleren und stärksten Kalibers, die untereinander schon vielfach anastomosieren, werden außerdem durch zahlreiche, *auffallend enge Kanälchen* in reichlichster Weise miteinander verknüpft. *Weidenreich* hat sie treffend als Verbindungsröhrchen bezeichnet. Daß die Enge dieser Röhrchen in der Anlage begründet ist und nicht etwa auf zufälliger, mangelhafter Ausdehnung beruht, dafür spricht die Weite ihrer endothelialen Netzmaschen, die häufig diejenige der geräumigsten Sinus übertrifft. Wären die Verbindungsröhrchen wirklich nur schwach gedehnte oder gar kollabierte Gefäße, so würden ohne Zweifel die umgekehrten Verhältnisse vorliegen, es müßten dann sicher die Gefäßwandlücken sehr klein sein.

Was den feineren Bau der capillaren Milzvenen anlangt, so möchte ich mich hier auf das Wichtigste beschränken, im übrigen auf die Arbeit *Molliers* hinweisen, die gerade von den Sinus der Hundemilz eine sehr ausführliche und durch zahlreiche Abbildungen erläuterte Darstellung gibt. Das Sinusendothel wird im allgemeinen von einem ziemlich regelmäßigen protoplasmatischen Gitterwerk gebildet, dessen Längsleisten stets kräftiger entwickelt sind als die Querleisten. Das capillare Netzwerk ist jedoch keineswegs durchgehends regelmäßig gestaltet. Rechtwinklige Kreuzung der Längs- und Querszüge auf größere Strecken zu beobachten, haben wir selten Gelegenheit. In der Mehrzahl der Fälle werden wir kleinere oder größere Abweichungen von dieser Form vorfinden. Doch werden diese niemals zu einer ebenso unregelmäßigen Gestaltung führen, wie wir sie bei der Katzenmilz als Norm kennengelernt haben. Jedenfalls ist beim Hund ein gewisses Hervortreten der Längszüge nicht zu verkennen. Dies gilt nicht allein für die Venensinus, sondern auch für den Anfangsteil der Endkeulen. Die Endstücke der letzteren lassen im Gegensatz zu den Venensinus gewöhnlich jede bestimmte Anordnung ihrer reticulären Leisten vermissen. Ein weiterer Unterschied ist der, daß der Netzfasermantel im venösen Teil der Capillaren dank der größeren Gleichmäßigkeit und Stärke der Ringfasern viel deutlicher hervortritt als im arteriellen. Die große Variabilität des beiderseitigen endothelialen Gitterwerkes erschwert in vielen Fällen die Trennung zwischen Arterien- und Venencapillaren ganz außerordentlich. Beim Durchmustern meiner Präparate konnte ich auf den ersten Blick oft nicht entscheiden, welche Gefäßart vorlag, erst die weitere Verfolgung der Capillare konnte mir darüber Aufschluß verschaffen.

Wir haben also auch beim Hund frei in der Pulpa endigende arterielle Capillaren gefunden. Die Venenanfänge dagegen fehlen. Sie werden ersetzt durch die ungeheuer zahlreichen, endothelialen Lücken des capillaren Venennetzes.

d) Zusammenfassung.

Wenn wir nunmehr das Ergebnis unserer Untersuchungen über die Capillaren der Milz kurz zusammenfassen wollen, so werden wir bei den Säugern am zweckmäßigsten zwischen zwei Gruppen unterscheiden. Bei der einen Gruppe besitzt das *Pulpareticulum* eine sehr *beträchtliche Ausdehnung*. Die

Venencapillaren dagegen sind nur in geringer Zahl vorhanden; sie sind zwar vielfach verzweigt, gehen jedoch *niemals miteinander Anastomosen* ein. Hierher gehören Katze, Schwein, auch Rind, Schaf und Pferd. Bei Katze und Schwein konnten wir feststellen, daß das arterielle Gefäßsystem mit durchbrochen gebauten *Endcapillaren* im Pulporeticulum seinen Abschluß findet, indem die Lichtung der erweiterten capillaren Enden sich *frei in die Maschenräume des Parenchyms eröffnet*. Für die Ableitung des Blutes haben wir besondere Einrichtungen in Gestalt der *Venenwurzeln* kennengelernt. Als dem gleichen Zwecke dienend müssen wir die zahlreichen Lücken in den Sinuswandungen ansehen. Höchstwahrscheinlich liegen bei Rind, Schaf und Pferd die gleichen oder doch sehr ähnliche Verhältnisse vor.

Zur zweiten Gruppe zählen Hund, Nagetiere, Affe und Mensch. Bei diesen allen ist die Milz ausgezeichnet durch die *Mächtigkeit des capillaren Venennetzes*, während das *Pulpareticulum stark reduziert* ist. Es ist anzunehmen, daß auch bei dieser Gruppe ein einheitliches Bauprinzip vorliegt. Leider hatte ich nur von der Hundemilz ausgespülte Präparate und mußte daher auf diese meine Untersuchungen beschränken. Die arteriellen Gefäßbahnen schließen hier mit *keulenförmigen Endcapillaren* ab, durch deren engmaschiges Endothel hindurch das Blut in das Reticulum gelangt. Infolge des massenhaften Vorhandenseins der Venensinus scheinen beim Hunde die *Venenwurzeln* als Sammelapparate des Blutes *überflüssig* geworden zu sein. Ihr Fehlen wird kompensiert durch die enorm vermehrte Zahl der endothelialen Lücken, die für eine reichliche Kommunikation des venösen Gefäßsystems mit den Maschenräumen der Pulpa sorgen.

Unsere Untersuchungen haben also zu dem übereinstimmenden Ergebnis geführt, daß von einem direkten Übergang der Arterien-capillaren in die Venensinus nicht die Rede sein kann, sondern daß die Kontinuität des capillaren Röhrensystems in der Milz durch Zwischenschaltung reticulären Parenchyms eine Unterbrechung erfährt.

5. Mechanismus und physiologische Bedeutung der intermediären Blutbahn.

Nachdem wir hiermit den rein morphologischen Teil unserer Untersuchungen abgeschlossen haben, wollen wir noch in aller Kürze auf den Mechanismus der Blutzirkulation eingehen. Der statische Zustand der Milz ist folgender: Es liegt ein allseits von einer Kapsel abgeschlossenes und von einem Netzwerk von Trabekeln durchsetztes Gewebenvolumen vor. Das gesamte Gefäßsystem, das vom Hilus aus unter reichlicher Verästelung in das Innere des Organes eindringt, ist teils in den Trabekeln, teils im Netzgewebe des Reticulums suspendiert. Arterien wie Venen öffnen sich in ihren Capillargebieten in die Maschenräume der Pulpa. Dadurch, daß in Kapsel und Balken große Mengen von Muskulatur eingeschaltet sind, wird die *Milz zum contractilen Organ*. Ihre Kontraktionsfähigkeit wird deutlich sichtbar nach dem Herausschneiden aus dem lebenswarmen Körper, wo wir unter der Kälteeinwirkung der Luft das Organ immer mehr zusammenschrumpfen sehen. Die Innervation der Muskelfasern wird durch starke sympathische Nervenbündel besorgt. Der Effekt der Muskelkontraktion ist zunächst der, daß innerhalb des Parenchyms ein erhöhter Druck entsteht. Diesem Druck werden die frei im Reticulum gelegenen Blutzellen

ausweichen, indem sie durch die Venenwurzeln und die Lücken der Sinuswandungen hindurch in die ableitenden Strombahnen hineinschlüpfen. Es wird also die Milz durch die Zusammenziehung der Muskulatur, um einen Vergleich zu gebrauchen, wie ein Schwamm ausgedrückt. Eine Zurückstauung des Blutes in die Arterien hinein wird selbst dann, wenn der Druck in der Pulpa den in den Arterien übersteigen sollte, durch die *Schweigger-Seidelschen* Hüllen verhindert. Ich habe schon mehrfach darauf aufmerksam gemacht, daß die Lichtung des Hülsengefäßes stets sehr eng ist. Diese Erscheinung ist nicht nur an Präparaten von durchbluteten Milzen zu beobachten — hier sind die Capillaren häufig vollständig kollabiert —, sondern auch an unseren durchspülten und stark gedehnten Objekten. Wir müssen also annehmen, daß die Hülscapillare ein elastisches Rohr darstellt, dessen spannungsloser Gleichgewichtszustand der kollabierte ist. Der arterielle Überdruck wird für gewöhnlich die Gefäßlichtung offenhalten können; wird er jedoch durch die Kontraktion der Muskulatur aufgehoben, so wird es natürlich zu einem Zusammenfallen und somit zum Verschuß des Gefäßes kommen. Es hat also die Capillarlhülle die Bedeutung eines Ventiles, das dem Blute zwar den Austritt in die Pulpa gestattet, ein Zurückströmen dagegen unmöglich macht. Auf Grund dieser Wirkungsweise hat *Heidenhain* für die Hülse die Bezeichnung Capillarventil vorgeschlagen. Einen sinnfälligen Beweis für unsere Annahme können wir darin erblicken, daß es nach den Angaben *Weidenreichs*²⁴⁾ so gut wie nie gelingt, bei Injektionen von der venösen Seite her die Injektionsmasse bis in die Arterien vorzutreiben.

Der Wirkung der *glatten Muskulatur*, die stets eine *Verkleinerung* des *Organvolumens* hervorruft, steht die Wirkung des *Blutstromes* gegenüber. Dieser wird durch die Überschwemmung des Parenchyms zu einer *Ausweitung des Organes* führen können, besonders dann, wenn die Muskulatur erschlafft. Muskeltonus einerseits und Blutdruck andererseits bestimmen den jeweiligen Blutfüllungszustand und somit die Größe der Milz. Ändert sich einer der beiden Faktoren, so wird dies zu einer Volumenschwankung führen.

Betrachten wir uns die Strömungsverhältnisse etwas näher. Aus den kleinsten Arterien gelangt das Blut in die *Schweigger-Seidelschen* Hüllen, um hier durch die reichliche Verästelung des Hülsengefäßes eine sehr feine Verteilung zu erfahren. Das enge Gefäßrohr des Capillarventils hat jedenfalls auch eine regulatorische Bedeutung, indem es für eine gleichmäßige Zufuhr von Blut sorgt und so eine zu plötzliche Überschwemmung des Parenchyms verhindert. Bei Katze und Schwein gelangen die Blutkörperchen ohne besondere Schwierigkeiten in das Pulpareticulum, da sich die Endcapillaren hier direkt in die Maschenräume des Reticulums eröffnen. Anders ist dies bei der Hundemilz. Hier haben wir bekanntlich die Endbläschen, durch deren engmaschiges Endothel hindurch der Übertritt des Blutes in das Reticulum erfolgen muß. Diesen Vorgang haben wir uns etwa folgendermaßen vorzustellen: Aus der Hülscapillare strömt fortgesetzt Blut in das Endbläschen hinein. Nehmen wir an, dieses sei bisher blutleer und kollabiert gewesen, so werden sich die Blutkörperchen zunächst in dem erweiterungsfähigen Ende ansammeln müssen, da sie nicht ohne weiteres durch die feinen Gefäßwandlücken nach außen gelangen können. Diese Blutanhäufung nimmt natürlich ständig zu. Dadurch wird für

die Endbläschen zweierlei erreicht: 1. Es steigt der Druck in ihrem Innern, eventuell bis zur Druckhöhe in der Hülscncapillare. 2. Ihre Wandungen werden immer mehr gedehnt und dadurch die endothelialen Netzmaschen erweitert. Daß diese Vorgänge tatsächlich statthaben, das ergibt sich aus Injektionsversuchen, die Golz⁶⁾ an der Hundemilz ausgeführt hat. Er beobachtete an seinen Präparaten, daß die letzten Verzweigungen der Arterien kleine bauchige Erweiterungen, „Ampullen“, darstellen, die oft „prall gefüllt sind, ohne daß eine Spur von Farbstoff in das Parenchym oder die Sinus übergeht“. Daneben fand er auch kleinere Extravasate an den Ampullen in Gestalt von dünnen Strömen. Dementsprechend werden wir annehmen müssen, daß die Blutkörperchen erst dann durch die Gefäßwandlücken in die Pulpa hineingepreßt werden können, wenn der Druck eine bestimmte Höhe und die endothelialen Maschen eine bestimmte Weite erreicht haben. Es wird sich dann ein Gleichgewichtszustand einstellen, bei dem ebenso viele Blutzellen aus der Capillare herausbefördert als zugeführt werden. Nachdem das Blut aus den Arterien-capillaren in das Reticulum gelangt ist, sickert es langsam durch dessen Maschenwerk hindurch. Dabei kommt es mit den hier massenhaft vorhandenen freien wie sesshaften Zellen in innige Berührung.

Für die Ableitung des Blutes aus dem Parenchym in die venösen Gefäßbahnen kommen besondere Einrichtungen in Betracht. Es sind dies die offenen Venenwurzeln (nur bei Katze und Schwein) und vor allem die Lücken in dem Endothel der Sinus. An unausgespülten Präparaten kann man jederzeit beobachten, daß beide Abfuhrwege bei kollabierten Milzen ganz außerordentlich eng sind. Dadurch, daß im lebenden Organ der arterielle Überdruck fortgesetzt Blut in die Pulpa wirft, kommt es — angenommen, die Milz sei zunächst kollabiert gewesen — unter stets zunehmender Zellanhäufung zu einer Ausdehnung des Reticulums und der damit zusammenhängenden capillaren Venen (einschließlich der Ansatzröhrchen), d. h. es tritt eine Schwellung der ganzen Milz ein. Diese Auftreibung wird jedoch nur so lange andauern, bis die Sinuswandungen genügend erweitert sind, um den Blutkörperchen unter der Einwirkung des erhöhten Druckes in der Pulpa den Durchtritt durch die vergrößerten Gefäßwandlücken zu gestatten. Ähnlich wie bei den Endcapillaren des Hundes wird sich auch hier ein stationärer Zustand einstellen, bei dem sich Blutz- und -abfuhr das Gleichgewicht halten. Aus den Venencapillaren wird der Blutstrom jedenfalls sehr langsam in die Pulpa- und Balkenvenen weitergeleitet, um schließlich durch die V. lienalis das Organ zu verlassen.

Wir haben uns nunmehr mit der Frage nach der physiologischen Bedeutung der Einschaltung reticulären Gewebes zwischen die beiden Capillargebiete zu beschäftigen. Zweifellos haben wir im *Pulpareticulum* einen *Filterapparat* zu erblicken. Während der stark verlangsamte Blutstrom durch dessen Maschenwerk hindurchsickert, werden blutfremde körperliche Bestandteile der Phagocytose durch die Reticuloendothelien und die hier massenhaft anwesenden weißen Blutzellen anheimfallen und so unschädlich gemacht werden. Die Hauptbedeutung der Milz liegt jedoch in ihrer *Blutkörperchen zerstörenden Tätigkeit*. Solange diese Tatsache auch schon bekannt ist, so ist doch bisher keine befriedigende Erklärung für diesen Vorgang gefunden worden. Ich möchte hier an

folgende Momente erinnern: Die zelligen Bestandteile des Blutes — ich denke jetzt vor allem an die Erythrocyten — werden auf ihrem Wege aus den Endcapillaren in das Reticulum und schließlich in die Venensinus hinein erheblichen mechanischen Insulten ausgesetzt. So müssen sie sich bald durch außerordentlich enge Maschen hindurchzwängen, bald werden sie infolge der allgemeinen Blutstauung, besonders bei Muskelkontraktionen, von allen Seiten zusammengepreßt. Daß dies eine erhebliche mechanische Belastungsprobe darstellt, ist ohne weiteres einleuchtend. Durch Toxine oder sonstwie in ihrer Resistenz geschädigte Blutkörperchen werden dieser Belastung nicht standhalten können und zerfallen. Wir können auf diese Weise die *Hämolysen in der Milz als einen rein mechanischen Vorgang* erklären, eine Annahme, die in der Literatur erst vor kurzem aufgetaucht ist [*A. Schmincke*³⁾]. Eine Bestätigung für diese Annahme glaube ich in den Versuchen *E. Freys*⁴⁾ erblicken zu dürfen. Dieser hatte zunächst durch exakte Zählungen festgestellt, daß beim Hund das Milzvenenblut in der Regel weniger Erythrocyten im Kubikzentimeter enthält als das arterielle Blut bzw. das Ohrvenenblut. Er schreibt weiter: „Dieser Unterschied in der Zahl der Erythrocyten zwischen Arterie und Milzvene wird größer, wenn durch Blutgifte (Äther) die Resistenz der roten Blutkörperchen herabgesetzt wird. Die Differenz nimmt ab bis Null, wenn die Resistenz der Erythrocyten durch Gifte (Phenylhydrazin) erhöht wird.“ Die bei der Hämolysen entstandenen Zerfallsprodukte werden von den Erythrophagen aufgenommen. Als solche kommen wiederum die weißen Blutkörperchen sowie die Reticuloendothelien in Betracht. Endlich sei noch auf die *Produktion von Lymphocyten* in der weißen Pulpa hingewiesen. Die Wegschwemmung dieser Zellen wird durch die zahlreichen, in den Randzonen ihre Auflösung findenden Capillaren begünstigt.

Zum Schluß sei es mir gestattet, meinem hochverehrten, Lehrer Herrn Prof. Dr. *Heidenhain* für die große Unterstützung und Anteilnahme an meiner Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Desgleichen bin ich Herrn Dr. *Baltisberger* und Herrn Dr. *Bender* für die Überlassung der durchgespülten Organe zu großem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

- ¹⁾ *Bannwarth*, Untersuchungen über die Milz. I. Die Milz der Katze. Arch. f. mikr. Anat. **38**. 1891. — ²⁾ *Böhm* und *Oppel*, Taschenbuch der mikroskopischen Technik. 1919. — ³⁾ *v. Ebner*, Köllikers Handbuch der Gewebelehre des Menschen **3**. 1902. — ⁴⁾ *Frey, E.*, Über die Blutkörperchen zerstörende Tätigkeit der Milz. Dtsch. Arch. f. klin. Med. **133**. 1920. — ⁵⁾ *Frey, H.*, Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. 1874. — ⁶⁾ *Golz*, Untersuchungen über die Blutgefäße der Milz. Inaug.-Diss. Dorpat 1893. — ⁷⁾ *Heidenhain, M.*, Struktur der contractilen Materie. II. Histologie des glatten Muskelgewebes und Struktur der glatten Muskelzelle. Im Handbuch der Anatomie des Menschen von K. v. Bardeleben. Bd. VIII. Plasma und Zelle. — ⁸⁾ *Helly, K.*, Zum Nachweis des geschlossenen Gefäßsystems der Milz. Arch. f. mikr. Anat. **59**. 1901. — ⁹⁾ *Helly, K.*, Die Blutbahn der Milz und deren funktionelle Bedeutung. Arch. f. mikr. Anat. **61**. 1903. — ¹⁰⁾ *Helly, K.*, Zur Milzfrage. Anat. Anz. **22**. 1903. — ¹¹⁾ *Heudorfer, K.*, Über den Bau der Lymphdrüsen. Zeitschr. f. d. ges. Anat. Morphol. Arb. **3**. 1894. — ¹²⁾ *Kultschitzky*, Zur Frage über den Bau der Milz. Arch. f. mikr.

Anat. **46**. 1895. — ¹¹⁾ *Mollier*, Über den Bau der capillaren Milzvenen (Milzsinus). Arch. f. mikr. Anat. **76**. 1911. — ¹⁵⁾ *Müller, W.*, Über den feineren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg 1865. — ¹⁶⁾ *Raubers* Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Abt. 4 Eingeweide. Die Milz. 1920. — ¹⁷⁾ *Schajffer, J.*, Vorlesungen über Histologie und Histogenese. Leipzig 1920. Verlag von W. Engelmann. — ¹⁸⁾ *Schmincke, A.*, Über die normale und pathologische Physiologie der Milz. Münch. med. Wochenschr. 1916. — ¹⁹⁾ *Schweigger-Seidel, F.*, Untersuchungen über die Milz. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **23**. 1862. — ²⁰⁾ *Sobotta*. Anatomie der Milz. Im Handbuch der Anatomie von K. v. Bardeleben. — ²¹⁾ *Stöhr-Schultze*. Lehrbuch der Histologie. 1918. — ²²⁾ *Szymonowicz, L.*, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie. 1915. — ²³⁾ *Thoma*, Über die Blutgefäße der Milz. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1899. — ²⁴⁾ *Weidenreich, Fr.*, Das Gefäßsystem der menschlichen Milz. Arch. f. mikr. Anat. **58**. 1901. — ²⁵⁾ *Weidenreich, Fr.*, Geschlossene oder offene Blutbahn der Milz? Anat. Anz. **20**. 1901. — ²⁶⁾ *Weidenreich, Fr.*, Zur Milzfrage. Anat. Anz. **23**. 1903.
