

# Der normale Blutstrom und die venöse Stauung in der Milz.

Von

R. Thoma † in Heidelberg.

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 26. Oktober 1923.)

Die wichtigste Meinungsverschiedenheit über die Blutströmung in der Milz betrifft die Frage nach dem geschlossenen oder offenen Kreislauf. Fließt das Blut in der Milz, wie in anderen Organen, durch endothiale Röhren aus den Arterien in die Venen über, oder vermitteln die Maschenräume der Milzpulpa die Verbindung zwischen den Arterien und den Venen? Für diese Frage liegt ein sehr großes Material sorgfältiger Beobachtungen vor. Doch hat man immer nur die widersprechenden Meinungen betont, statt die Tatsachen objektiv abzuwägen, und sich demgemäß gescheut, ein abschließendes Urteil zu fällen. Ich will daher gleich zu Anfang darauf hinweisen, daß es nur einer unvoreingenommenen, jedoch eingehenden Prüfung bedarf, um allen Beobachtungen gerecht zu werden und die Widersprüche zum Verschwinden zu bringen.

Die neueren Untersuchungen von *Manguli-Kudrjawtzewa*<sup>1)</sup> und *Mollier*<sup>2)</sup> haben bestätigt, daß die Wandungen der kleinen Milzvenen zahlreichere größere oder kleinere Öffnungen besitzen, welche zweifellos imstande sind, den zelligen Elementen des Blutes den Durchtritt zu gestatten. Mit gleicher Zuverlässigkeit, wenn auch mit geringerer Übersichtlichkeit ging dies bereits aus den Untersuchungen meines Mitarbeiters *N. Sokoloff*<sup>3)</sup> hervor und fand mannigfache Bestätigungen namentlich durch *Weidenreich*<sup>4)</sup> und *Helly*<sup>5)</sup>. Über den Grad und die Bedeutung dieser Durchlässigkeit kann man jedoch ein Urteil nur gewinnen, wenn man die Folgen der venösen Stauung des Blutes der Milzvenen studiert. Bereits *Basler*<sup>6)</sup> hatte die Milzvenen unterbunden und den Beweis geliefert, daß auch bei strotzend mit Blut gefüllten

<sup>1)</sup> *Manguli-Kudrjawtzewa*, A., Anat. Hefte **39**. 1909.

<sup>2)</sup> *Mollier*, S., Arch. f. mikr. Anat. **76**. 1911.

<sup>3)</sup> *Sokoloff*, N., Arch. f. pathol. Anat. **112**. 1888. Auch in russischer Sprache als Moskauer Dissertation erschienen.

<sup>4)</sup> *Weidenreich*, F., Arch. f. mikr. Anat. **58**. 1901.

<sup>5)</sup> *Helly*, K., Arch. f. mikr. Anat. **59**. 1901; **61**. 1902.

<sup>6)</sup> *Basler*, Würzburger med. Zeitschr. **4**. 1863.

Venen die Milzpulpa des Kaninchens relativ sehr arm an roten Blutzellen ist. Genaueres erfahren wir erst durch die eingehenden experimentellen Arbeiten von *N. Sokoloff* und *Wicklein*<sup>1)</sup>, welche auf meine Veranlassung bei Kaninchen und Hunden die Milzvenen des lebenden Tieres für kürzere oder längere Zeit unterbunden und auch die Milz des Menschen etwas berücksichtigt haben.

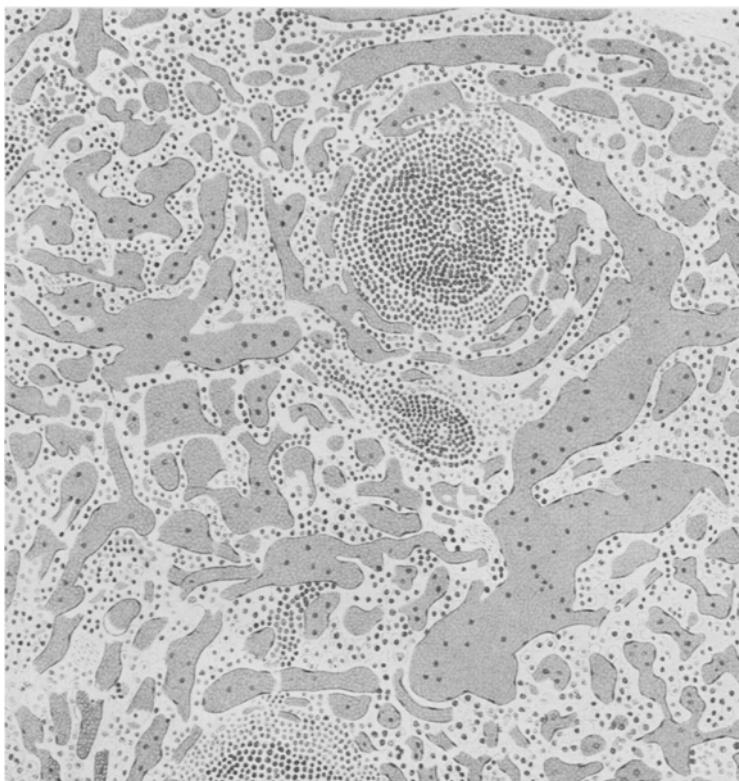


Abb. 1. Venöse Hyperämie der Milz des Kaninchens, 15 Minuten nach Unterbindung der Venen. Hämatoxylinfärbung. Die Wandungen der Milzvenen und die in der Pulpa gelegenen roten Blutzellen sind infolge der schwachen Vergrößerung nur unvollständig zu erkennen. Nach *N. Sokoloff*. Vergr. 57.

Bei kurzdauernden Stauungen des Venenblutes fand *N. Sokoloff* die kleinen und großen Milzvenen strotzend mit Blut gefüllt, während die Maschenräume des Pulpagewebes zwar eine nicht unbedeutende Erweiterung zeigten, jedoch nur spärliche rote Blutzellen enthielten, die zerstreut oder in kleinen Gruppen angeordnet waren. Textabbildung 1 zeigt diesen Befund in der Milz des Kaninchens, wie er 15 Minuten

<sup>1)</sup> *Wicklein, E.*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **124**. 1891.

nach Unterbindung der Venen erhoben werden kann. Zugleich ergibt diese Textabbildung 1 in einfacher Weise eine Anschauung über die räumliche Anordnung der Milzvenen. Beim Hunde sind die Wandungen der kleinen Milzvenen etwas durchlässiger, so daß man analoge Befunde bereits 4—10 Minuten nach der Ligatur der Milzvenen gewinnt. Bei solchen geringeren Stauungen namentlich hat *N. Sokoloff* die Lücken zwischen den Endothelzellen der Milzvenen sorgfältig nachgewiesen, und zwar an Präparaten, welche vollständig mit Celloidin durchtränkt waren, so daß ein Verlust oder eine Verschiebung der Zellen ausgeschlossen werden konnte.

Dauert die Stauung des venösen Blutes etwas längere Zeit, so ändern sich die Befunde in erheblicher Weise. Beim Hunde genügen, nach vollständiger Unterbindung aller Milzvenen in der Regel 25—30 Min., um die Maschenräume der Pulpa vollständig mit Blut zu füllen. Bei Kaninchen sind etwas längere Zeiträume erforderlich. Die Milz erscheint dann sehr stark vergrößert und dunkelrot und auf dem Durchschnitt zeigt das Mikroskop bei Hunden und Kaninchen nicht nur die Venen, sondern auch die zwischenliegenden Maschenräume der Pulpa vollständig mit Blut gefüllt. Zugleich erscheinen die *Malpighischen* Körperchen verkleinert, weil das Blut auch in die Randzonen des lymphatischen Gewebes eingedrungen ist. Dies ist auch der Befund, welcher in der Regel bei frischen Stauungen in der Milz des Menschen erhoben wird. Diese frischen Blutstauungen in der Milz des Menschen dürften allerdings in der Regel wesentlich länger als 30 Min. gedauert haben.

Bemerkenswert ist sodann das Verhalten der Milz, wenn die Ligaturen der Venen wieder gelöst werden. Nach sehr kurzdauernden Stauungen erfährt die Milz kurz nach Lösung der Ligaturen eine rasch eintretende Volumsabnahme. Zugleich geht ihre dunkelrote Farbe in hellgraurot über, während eine mehr oder weniger deutliche Runzelung der Oberfläche eintritt. Man wird annehmen dürfen, daß unter diesen Bedingungen eine Kontraktion der Muskelzellen der Trabekel und der Kapsel zustandekommt, welche das Blut aus den Venen und zugleich auch die spärlichen roten Blutzellen aus den Maschenräumen der Milzpulpa austreibt. Es scheint, daß die Muskelzellen der Trabekel und der Kapsel, ähnlich wie diejenigen der Arterien anderer Organe auf die durch die Stauung bewirkte Verzögerung des Blutstromes reagieren mit einer Erhöhung des Tonus, welche sofort nach Lösung kurzdauernder Ligaturen das Blut aus der Milz austreibt.

Nach Stauungen des Milzvenenblutes, welche längere Zeit bestanden haben, bedarf es dagegen, wie aus den Versuchen von *Wicklein* hervorgeht, mehrerer Stunden, zumeist sogar mehrerer Tage, bis die Milz auf ihr normales Volum zurückkehrt und den Inhalt der blutüberfüllten Pulparäume einigermaßen vollständig entleert. In den Venen allerdings

wird bei Lösung der Ligatur ein langsamer Blutstrom alsbald wieder hergestellt. Doch bleiben auch die Venen tagelang erweitert. Unter diesen Umständen scheint der Tonus der Trabekel und der Kapsel eine Einbuße zu erfahren, welche die Austreibung des Blutes verzögert. Auch dieses Verhalten findet sein Analogon an der Erschlaffung des Blutgefäßtonus, die sich nach längeren Unterbrechungen des Blutstroms in anderen Organen einstellt. Im ganzen aber gelangt man zu dem Schlusse, daß die roten Zellen des Blutes bei Steigerungen des Druckes in den Venen leicht aus letzteren in die Maschenräumen der Pulpa gelangen, während umgekehrt bei offenen Venen rote Blutzellen durch eine Kontraktion der Kapsel und der Trabekel ohne Schwierigkeit aus den Pulparäumen zurück in die Venen getrieben werden.

Diese Versuche sprechen mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit dafür, daß normalerweise die roten Zellen des Blutes auf ihrem Wege aus den Arterien in die Venen der Milz nicht durch die Maschenräume der Milzpulpa hindurchtreten. Man würde andernfalls bereits bei geringen Stauungen eine starke Überfüllung der Maschenräume der Pulpa mit roten Blutzellen zu gewärtigen haben. Statt dessen tritt zunächst ein Ödem der Milzpulpa ein. Da zugleich auch die roten Blutzellen in den Maschenräumen der Milzpulpa eine Vermehrung erfahren, wird man dieses Ödem zunächst zu erklären haben durch einen reichlichen Austritt von Blutplasma, dem einige rote Zellen folgen, aus den Milzvenen in die Maschenräume der Pulpa. Es muß daher eine Scheidewand bestehen zwischen dem normalen Blutstrom und den Maschenräumen der Pulpa. Diese Scheidewand wäre zunächst durch die Venenwand gegeben, die zugleich auch in verhältnismäßig hohem Grade für die roten Blutzellen durchgängig ist. Dem Ödem der Milzpulpa, wie es von *N. Sokoloff* beschrieben wurde, kommt daher eine sehr große Bedeutung zu. Demgemäß habe ich mich auch veranlaßt gesehen, meine Mitarbeiter *Wicklein*<sup>1)</sup> und *v. Kalenkiewicz*<sup>2)</sup> zu einer Nachprüfung der Tatsachen aufzufordern, die zu einer vollen Bestätigung führten.

Bei der Beurteilung des Befundes des Ödems der Maschenräume der Milzpulpa sind jedoch noch zwei Punkte in Erwägung zu ziehen. Zunächst muß man damit rechnen, daß möglicherweise ein Teil der roten Blutzellen in den Maschenräumen der Milzpulpa aufgelöst wird. Sichere Anhaltspunkte für einen solchen Vorgang liegen nicht vor. Wenn jedoch ein Teil der in die Pulpamaschen gelangten roten Blutzellen der Auflösung verfiel, so würde bei leichten Stauungen die Zahl der in die Maschenräume der Pulpa gelangenden roten Blutzellen eine Verminderung erfahren, und bei der nachfolgenden mikroskopischen Unter-

<sup>1)</sup> *Wicklein, E.*, a. a. O.

<sup>2)</sup> *v. Kalenkiewicz, W.*, Das Ödem der Milzpulpa. Inaug.-Diss. Dorpat 1892.

suchung müßte der Befund des Ödems auffälliger werden. Bei länger dauernden Stauungen könnte dies dann weniger auffällig werden, da die lösende Tätigkeit der Pulpazellen jedenfalls quantitativ beschränkt ist.

Der zweite Punkt, der hier in Erwägung zu ziehen ist, ergibt sich aus später mitzuteilenden Erfahrungen, denen zufolge die Wandungen der ampullären Enden der Arterien und die engen, etwas bauchig geformten, capillaren Gefäße, die von den Ampullen zu den Milzvenen ziehen, in hohem Grade durchlässig sind für die gelösten Bestandteile des Blutes, das Blutplasma. Man wird daher zu der Annahme genötigt sein, daß ein mehr oder weniger starker Strom von Flüssigkeit normalerweise aus den Maschenräumen der Pulpaa in die Lichtung der Milzvenen übergeht. Wenn dies zutrifft, würde bei kurzdauernden Stauungen des Venenblutes auch die Rückstauung dieses Flüssigkeitsstromes dazu beitragen den Befund des Pulpädemns deutlicher zu machen. Im ganzen aber werden durch diese Erwägungen die Schlußfolgerungen, welche oben für den geschlossenen Blutkreislauf in der Milz gezogen wurden, nicht erschüttert.

*N. Sokoloff* hat weiterhin auch die Wandungen der kleinen Pulpavenen einer genauen mikroskopischen Untersuchung gewürdigt und dabei zwei weitere wichtige Tatsachen festgestellt.

Zunächst fand derselbe, daß bei der Blutstauung zwischen den Rändern der endothelialen Auskleidung der kleinen Milzvenen Lücken erkennbar werden, welche im allgemeinen genügten, um den Durchtritt kleinerer oder größerer Mengen von roten Blutzellen aus den Venen in die Pulpräume zu erklären. Diese Tatsache hat später durch die eingehenden Untersuchungen von *Weidenreich*, *Helly*, *Manguli-Kudrjawtewa* und *Mollier* vollständige Bestätigung gefunden. Die Unterschiede aber, welche zwischen den Ergebnissen der beiden letztgenannten Autoren bestehen, dürften sich vielleicht vollständig erklären durch den Umstand, daß *Manguli-Kudrjawtewa* an ungedehnten Milzvenen arbeitete, während *Mollier* nach dem Vorgange von *Woronin* die Venenwandungen vor der Fixierung in erheblichem Grade dehnte. Vielleicht haben auch die gedehnten Venenwandungen, welche *Mollier* vorlagen, bei der Fixierung und vielleicht mehr noch bei der Einbettung in Paraffin starke Schrumpfungen erfahren. Dabei konnten dann manche der von *Manguli-Kudrjawtewa* beschriebenen Einzelheiten weniger deutlich werden.

Ich neige mich daher zu der Meinung, daß auch in dieser speziellen Frage die Übereinstimmungen in den Ergebnissen nicht überschritten werden sollten. Wenn aber *Mollier* einen syncytialen Verband der endothelialen Zellen der kleinen Milzvenen mit den Zellen des Pulporeticulum nachzuweisen versucht, die Venenwand als einen in die Fläche

ausgebreiteten Anteil des allgemeinen Pulpaticulum betrachtet und die Venenlichtung als eine Reihe von zusammenhängenden Maschenräumen des Reticulums ansieht, die alle auf das gleiche Kaliber erweitert sind, so ist damit die Gefahr von Mißverständnissen gegeben. Die Lichtung der Milzvenen sollte keineswegs den Maschenräumen der Pula als gleichwertig erachtet werden. Auch an der Außenfläche der Endothelauskleidung der menschlichen Aorta konnte ich<sup>1)</sup> protoplasmatische Fortsätze darstellen, die offenbar mit den Bindegewebszellen der Intima syncytial verbunden waren. Doch möchte ich, trotz der syncytialen Verbindung, die Endothelauskleidung der Aorta als ein selbständiges Strukturelement der Gefäßwand ansehen, selbst dann, wenn sie die Matrix für die Bildung der Gewebe der Intima und Media darstellt. Man wird daher in gleicher Weise auch die Endothelauskleidung der kleinen Milzvenen, obgleich sie manche Besonderheiten besitzt, als eine echte Endothelbildung ansehen dürfen und vor wie nach die Wandungen der kleinen Milzvenen von dem Pulpaticulum unterscheiden. Das Endothel der kleinen Milzvenen bekleidet die Lichtung von Blutgefäßen, die Pulpazellen bilden einen Teil des Reticulums.

*N. Sokoloff* hat jedoch noch eine zweite Beobachtung von einiger Tragweite gemacht. Er zeigte, daß an den Anfängen der kleinen Milzvenen, wo diese an das lymphatische Gewebe der Lymphknötchen grenzen, das Endothel dieser Venen etwas größere Lücken besitzt, in deren Bereich die Lymphzellen der Follikel unmittelbar an den Blutstrom reichen. Es ist dies ein Befund, der später durch die von *Weidenreich* beschriebenen Lymphrörchen eine gewisse Bestätigung gewonnen hat. Die Unterschiede sind vielleicht nur in den Zufälligkeiten der Schnittrichtung zu suchen. Vielleicht bestehen auch kleine Unterschiede zwischen Mensch und Tier. Mit diesen Befunden aber wird die Stellung der Venenwurzeln zu dem lymphatischen Gewebe der Follikel eine besondere. Die kleinen Venenwurzeln erscheinen zugleich auch als die Abzugskanäle für die in den Lymphknötchen gebildeten Zellen und für die in ihnen enthaltene Flüssigkeit. Es wird verständlich, daß der Kranz kleiner Venen, welcher die Follikel umgibt, eine besondere anatomische Anordnung aufweist, die auf Textabbildung 1 in ihren wesentlichen Eigenschaften hervortritt. Wenn man, wie dies von vielen Autoren versucht wurde, die Milz in Lobuli einteilt, so gehört auch der *Malpighische* Follikel als untrennbarer Teil zu dem Lobulus. Ich selbst habe seinerzeit die Präparate und Zeichnungen von *N. Sokoloff* einer sorgfältigen und genauen Nachprüfung unterzogen.

Die Blutströmung in der Milz kann jedoch zu keiner abschließenden Beurteilung geführt werden ohne die Hilfe der künstlichen Injektion der Blutbahnen. Wie oben bemerkt, wurden die Ergebnisse dieser In-

<sup>1)</sup> *Thoma, R.*, Arch. f. pathol. Anat. 230, 1921.

jectionen immer als widersprechende und daher als unbeweisende betrachtet. Dies ist jedoch sachlich in keiner Weise berechtigt. Alle Anatomen, welche gelöste Farbstoffe einspritzten, haben eine gleichmäßige Füllung der Maschenräume der Milzpulpa erzielt und gelangten damit zu der allerdings nicht vollständig zutreffenden Annahme, daß das Blut durch die Maschenräume der Milzpulpa in die Venen gelange. Umgekehrt fanden alle Anatomen, welche die Injektionen mit körnigen Farbstoffen vornahmen, die Milzpulpa im wesentlichen leer, soweit nicht an einzelnen Stellen offbare Extravasate eingetreten waren. Das Freibleiben der Maschenräume der Milzpulpa führte dann notwendigerweise zu der Annahme eines geschlossenen Blutkreislaufes in der Milz.

Diese Sätze bedürfen einer kurzen Ergänzung. Während die anderen Anatomen ihre körnigen Farbstoffe in wässrigen Flüssigkeiten suspendiert injizierten, benützte *Hoyer sen.*<sup>1)</sup> körnige Ölfarben, die er mit ätherischen Ölen verdünnte, zur Injektion. Dabei gelangte er zu der Meinung, daß diese körnigen Ölfarben aus den Arterien durch die Maschenräume der Milzpulpa in die Milzvenen gelangen. Er ist daher ein Vertreter des offenen Blutkreislaufes in der Milz, obgleich er mit körnigen Farbstoffen arbeitete. Indessen ist ein Urteil über seine Beweisführung sehr erschwert, weil er seine Befunde im einzelnen nicht mitgeteilt hat. Seiner Darstellung nach entstehen an den Enden der Arterien beerenförmige Anhäufungen von Injektionsmasse, aus denen dann letztere in die Pulpräume vorrückt.

Später hat *Bannwarth*<sup>2)</sup> mit der *Hoyerschen* Ölfarbenmasse injiziert. Doch scheint, wenn er von den Milzarterien her injizierte, die Injektion nicht weit über die Capillarhülsen vorgedrungen zu sein und somit die Enden der Arterien und die Ampullen gar nicht erreicht zu haben. Eine Injektion der Pulpamaschenräume erfolgte dagegen, als *Bannwarth* von den Milzvenen her injizierte. Doch ist dieser Erfolg in Anbetracht der Beschaffenheit der Venenwandungen nicht entscheidend für den offenen Kreislauf in der Milz und für die hier im Rede stehende Einzelfrage.

*Hoyer sen.* hat dann auch in dem russischen Lehrbuche der mikroskopischen Anatomie, welches *Owsjanikow* und *Lavdowsky* herausgaben, die Milz bearbeitet und sich dabei wieder für den offenen Blutkreislauf in diesem Organe ausgesprochen. Doch vertritt *Lavdowsky*, wie *Janošik*<sup>3)</sup> berichtet, in einem Zusatze auf Grund einer Einsichtnahme der Präparate von *Hoyer* die geschlossene Blutbahn. Ich bin geneigt, dieses Urteil für zutreffend zu halten.

*Janošik* selbst ist ein Vertreter der Lehre von der geschlossenen Blutbahn in der Milz. Zugleich bestätigt er im wesentlichen meine früheren Befunde<sup>4)</sup>. Er fand offene Blutgefäßverbindungen zwischen den Ampullen der Arterien und den Venen, während die Pulpa frei von Injektionsmasse blieb. Doch injizierte er mit Berlinerblau. Wie aus seinen Abbildungen hervorgeht, hat er jedoch nicht ein gelöstes, sondern ein ungelöstes Berlinerblau verwendet. Vielleicht wurde dieser Farbstoff erst durch die vorausgeschickte Zuckerlösung unlöslich.

Einige Zeit später hat dann *Pustowoitow*<sup>5)</sup> die Injektion der Milz wieder auf-

<sup>1)</sup> *Hoyer sen.*, H., Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 4. 1887; Biol. Zentralbl. 9. 1889.

<sup>2)</sup> *Bannwarth*, Arch. f. mikr. Anat. 38. 1891.

<sup>3)</sup> *Janošik*, J., Arch. f. mikr. Anat. 62. 1903.

<sup>4)</sup> *Thoma*, R., Verhandl. d. anat. Gesellsch. 9. Versamml. in Basel 1895. — Arch. f. Anat. 1899.

<sup>5)</sup> *Pustowoitow*, P. A., Arch. f. Anat. 1911.

genommen. Er benützte hauptsächlich warmflüssige Gelatine mit Ammoncarmin, also einem gelösten Farbstoff. In Übereinstimmung mit den früheren Erfahrungen fand er unter diesen Bedingungen eine gleichmäßige Füllung der Maschenräume der Pulpa mit dem roten Carminleim und wurde dabei zu einem Vertreter der offenen Blutbahn in der Milz.

Indessen hat *Pustowitow* auch warmflüssige Gelatine mit Tusche in die Milzarterie injiziert, also einen körnigen, schwarzen Farbstoff. Über den mikroskopischen Befund nach diesen Injektionen berichtet er nicht. Eine von ihm gegebene, bei 7facher Vergrößerung aufgenommene Photographie des Querschnittes einer mit Tusche injizierten Katzenmilz macht es jedoch sehr wahrscheinlich, daß die Maschenräume der Milzpulpa reichlich Tusche enthielten. Zu beachten ist jedoch, daß *Pustowitow* in allen Fällen die Blutbahn von der Arterie her zunächst eine Stunde lang mit warmer, physiologischer Kochsalzlösung durchspülte. Dann erfolgte, gleichfalls von der Arterie her die Injektion der warmen Tusche-Gelatineflüssigkeit bei einem Drucke von ungefähr 50 mm Hg und diese Injektion dauerte  $1\frac{1}{2}$  Stunden. Unter solchen Umständen ist mit einiger Sicherheit anzunehmen, daß die Tuschkörner aus den Milzvenen reichlich in die Maschenräume der Milzpulpa gelangten. Dies gilt um so mehr, als *Pustowitow* nicht mit einem Apparat injizierte, der eine konstante Höhe des Injektionsdruckes sicherstellte, sondern mit der Spritze, bei deren Gebrauch eine Konstanz des Injektionsdruckes nicht zu erreichen ist. Schwankungen des Druckes aber sind die Bedingungen, welche die Tuschkörnchen durch die Wandungen der Venen hindurchtreiben. Ich bin daher der Ansicht, daß diese verlängerten Tuscheinjektionen keinen Beweis für den offenen Kreislauf bieten.

Ich wende mich nun zunächst zu den Injektionen mit gelösten Farbstoffen, namentlich mit gelöstem Berlinerblau und mit Ammoncarmin. Diese Farbstoffe, gelöst in Wasser, Glyeerin und Gelatinelösung dringen sehr leicht in alle Teile der Milz ein und erzeugen schließlich eine gleichmäßige Füllung der Maschenräume der Pulpa. Wie sie jedoch in die Pulpa gelangen, ist fraglich. Jedenfalls wäre es möglich, daß sie nicht ausschließlich von den Arterien, Ampullen und Capillaren her, sondern auch von den Venen her in die Maschenräume der Pulpa eindringen und somit gar nicht die von den Autoren vorausgesetzte Stromrichtung einhalten. Die Injektionen mit gelösten Farbstoffen beweisen nur eine große Durchlässigkeit der Wandungen der kleinen Milzgefäße, sind jedoch von keiner entscheidenden Bedeutung für die Stromrichtung der zelligen Elemente des Blutes. Die Einzelheiten einer solchen, von den Arterien her mit löslichem Berlinerblau gefüllten Milzpulpa habe ich<sup>1)</sup> früher auch durch eine Abbildung erläutert.

Bei der großen Durchlässigkeit der Wand der kleinen Milzgefäße können entscheidende Anhaltspunkte über den Weg, den die roten Blutzellen in der Milz nehmen, nur durch Injektionen mit körnigen Farbstoffen gewonnen werden. Zunächst tritt uns jedoch hier die Erscheinung entgegen, daß bei der Injektion mit körnigen Farbstoffen die Milzarterien in der Regel mehr oder weniger weit gefüllt werden, die Venen dagegen in der Regel frei bleiben, wenn nicht Extravasate durch

<sup>1)</sup> *Thoma, R.*, Arch. f. Anat. 1899, Tafel XV, Fig. 8.

Gewebszerreißung einen Weg in die Pulpavenen öffnen. Umgekehrt sind von den Venenstämmen her die Venen der Milzpulpa auch mit körnigen Farbstoffen sehr leicht zu füllen. Alle Autoren stimmen jedoch darin überein, daß die Injektionsmasse von den Venen her nicht in die Milzarterie eindringt. Hier muß somit zwischen den kleinen Arterien und Venen ein Hindernis gegeben sein, welches die Strömung der Injektionsmassen erheblich erschwert.

Ich sehe dieses Hindernis in der großen Durchlässigkeit der Wandungen der kleinen Gefäße, welche die Verbindung zwischen den Arterien und den Venen der Milz herstellen. Infolge der großen Durchlässigkeit dieser Gefäßwandungen verlieren die körnigen Injektionsmassen sehr rasch Wasser und werden in dem Grade eingedickt, daß sie nicht mehr imstande sind, durch die engen Gefäße zu strömen. Das Stocken des Stromes aber hat zur Folge, daß in den kleinen Gefäßen, in denen diese Störung zustande kommt, der Injektionsdruck sehr hoch ansteigt und die Wandungen zerreißt. Es bilden sich dann Extravasate, welche durch Gewebszerreißungen auch in die Milzvenen gelangen können.

Wenn jedoch die Anatomen, welche mit körnigen Farbstoffen injizierten, sich mit Ausnahme von *Hoyer* für eine geschlossene Blutbahn in der Milz ausgesprochen haben, so wurden sie meines Erachtens hauptsächlich durch den Umstand bestimmt, daß sie, ungeachtet praller Injektionen der Arterien und Venen, doch immer den größten Teil der Maschenräume der Pulpa frei von Injektionsmasse fanden. Die Maschenräume der Pulpa waren immer nur da gefüllt, wo unregelmäßige, fleckige Extravasate zustande gekommen und die Gewebe zerriissen hatten. Der vollständige Verlauf der capillaren Verbindungen zwischen den Arterien und Venen der Milz hat sich dagegen vor meinen einschlägigen Arbeiten der Wahrnehmung entzogen, weil die körnigen Injektionsmassen infolge starker Wasserverluste nicht imstande waren, die engen Verbindungen zu füllen.

Die erste, durchaus zutreffende Beschreibung der allgemeinen Anordnung der kleinen Milzarterien wurde, ungeachtet großer Verdienste seiner Vorgänger, von *Kyber*<sup>1)</sup> gegeben. Fasse ich dieselbe kurz zusammen, so gehen von den größeren Arterienverzweigungen, welche mehr oder weniger zentral oder exzentrisch in den lymphatischen Follikelapparaten verlaufen, kleinere arterielle Zweige ab, welche sich innerhalb des lymphatischen Gewebes weiter verzweigen, um sodann in die Milzpulpa überzutreten. Hier erfolgt nochmals eine rasche Verzweigung, welche zwischen den Venen der Milzpulpa gelegen ist.

<sup>1)</sup> *E. Kyber*, Arch. f. mikr. Anat. **6**. 1870; **8**. 1872; Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **81**. 1880.

Mein Mitarbeiter *S. Golz*<sup>1)</sup> hat dann mit Hilfe der von mir angegebenen, mit körnigem, indigschwefelsaurem Natron blau gefärbten Injektionsmasse in der Hundemilz an den Enden der Arteriolen erweiterte Endstücke nachgewiesen, die er als Ampullen bezeichnete. Diese Ampullen (Textabb. 2) erscheinen, wie es scheint, in der Regel ungebührlich gedehnt, wenn die Injektionsmassen nicht weiter bis zu den Venen vorgedrungen sind. Später haben dann *F. P. Mall*<sup>2)</sup> und *Janosik* diese Ampullen bestätigt und aus einer Abbildung<sup>3)</sup> von *Mall* geht zugleich hervor, daß bereits die Wandungen dieser Ampullen für gelöstes Berlinerblau in hohem Grade durchlässig sind. Es steht dies in Übereinstimmung mit der starken Eindeickung, welche das körnige, indigschwefelsaure Natron in den Ampullen erfährt.

Die Endverzweigungen der Arteriolen und ihre Ampullen liegen in sehr großer Zahl in der Milzpulpa zwischen den Netzen der kleinen Milzvenen. Ihre Verteilung ist dabei eine durchaus gleichmäßige, so daß kein Teil der Pulpa bevorzugt erscheint. Nur in der Umgebung der *Malpighi*schen Körperchen findet sich eine besondere Anordnung derselben. Die aus den

Follikeln ausgetretenen Arteriolen biegen zum Teil bogenförmig um, so daß sie von außen her von neuem an den Rand der Follikel gelangen und hier einen dichten Kranz von Ampullen bilden, welche mit ihrem distalen Ende gegen die Follikel gerichtet sind. *Golz* hat diese Anordnung bereits beschrieben. Auf Textabb. 3 erkennt man ungefähr in der Mitte den Querschnitt einer zentralen Arterie eines Follikels, in dessen Bereich noch einige kleinere und kleinste Arterien sichtbar werden. Dann folgt der Kranz der Ampullen, welcher am Rande des *Malpighi*schen Körperchens gelegen ist, und weiterhin die gleichmäßig zerstreuten Arteriolen und Ampullen der Milzpulpa.

Indem die großen, durch die Follikel ziehenden Arterienstämme immer von neuem Arteriolen abgeben, welche durch das lymphatische



Abb. 2. Kleine Arteriolen der Milzpulpa des Hundes mit den Ampullen nach der Injektion mit körnigem, indigschwefelsaurem Natron. Nach einem Präparate von *Golz* neu aufgenommen. Vergr. 90.

<sup>1)</sup> *S. Golz*, Untersuchungen über die Blutgefäße der Milz. Inaug.-Diss. Dorpat 1893.

<sup>2)</sup> *F. P. Mall*, Johns Hopkins Hosp. Bull. 1898, Nr. 90—91; Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol. 2. 1900; Amer. Journ. of anat. 2. 1903.

<sup>3)</sup> *F. P. Mall*, Amer. Journ. of anat. 2. 1903, Tafel I.

Gewebe der Follikel in die Milzpulpa gelangen, nehmen diese Arterienstämme allmählich an Größe ab und werden schließlich selbst zu kleinen Arteriolen, welche in die Milzpulpa überreten und nach weiteren Verzweigungen in Ampullen übergehen. Die Capillarhülsen von Schweigger-Seidel<sup>1)</sup> aber finden sich an den Arteriolen der Milzpulpa. Sie wurden von W. Müller<sup>2)</sup> als nervöse Endorgane betrachtet. Bannwarth dagegen faßt sie als Keimzentren auf, von denen aus das Pulpaticulum ent-



Abb. 3. Ampullen und zuführende Arteriolen im Umkreise eines Malpighischen Körperchens der Milz des Hundes. Nach einem Präparate von Goltz neu aufgenommen. Vergr. 70.

steht, eine Meinung, die insofern anspricht, als im Laufe des Lebens die Zahl der Capillarhülsen jedenfalls eine erhebliche Abnahme erfährt.

Die Verbindungen der Ampullen mit dem Venenplexus der Milzpulpa sind sehr schwer zu injizieren, obwohl Ampullen und Venen sich gegenseitig sehr nahe liegen. Offenbar verlieren wasserhaltige Injektionsmassen bereits in den Ampullen einen sehr großen Teil ihrer flüssigen und gelösten Bestandteile, so daß Injektionsmassen, welche körnige Farbstoffe enthalten, allzu dickflüssig werden. Ich habe, um diesen

<sup>1)</sup> F. Schweigger-Seidel, Arch. f. path. Anat. 27. 1863.

<sup>2)</sup> W. Müller, Über den feineren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg 1865.

Schwierigkeiten zu begegnen, verschiedenartige Wege eingeschlagen, glaube jedoch folgendes Verfahren am meisten empfehlen zu dürfen. Bei demselben ist man bestrebt, die Milzgefäße von den Arterien her zunächst mit einer klaren Flüssigkeit zu durchströmen und sodann die klare Flüssigkeit ohne Unterbrechung des Stromes durch eine körnige Injektionsmasse zu ersetzen.

Man bereitet sich zwei Flüssigkeiten *A* und *B*. Die erste Flüssigkeit *A* gewinnt man durch Auflösen von 0,05 g reinstem, indigischwefelsaurem Natron<sup>1)</sup> in 100 cem Aq. dest. Die fertige Lösung vermischt man mit 100 cem einer 4 proz. Kochsalzlösung, wobei ein Teil des Farbstoffes ausfällt. Die Flüssigkeit wird dann sorgfältig durch gutes Filtrierpapier filtriert, wobei ein Teil des indigischwefelsauren Natrons als feiner Niederschlag auf dem Filter bleibt. Das schwach blau gefärbte Filtrat bildet die Injektionsflüssigkeit *A*, welche nur eine blasser, diffuse Blaufärbung der Gewebe erzeugt. Er enthält, wie man bemerkt, 2% Kochsalz.

Zur Herstellung der zweiten Injektionsflüssigkeit *B* löst man zunächst 0,3 g indigischwefelsauren Natrons in 100 cem destillierten Wassers und filtriert einige Stunden später, nach wiederholtem Umschütteln durch gutes Filtrierpapier. Dem Filtrat setzt man unter dauerndem Umschütteln 100 cem einer 4 proz. filtrierten Kochsalzlösung zu. Die Injektionsmasse *B* ist dann fertig und sollte ohne weiteren Zeitverlust zur Injektion Verwendung finden. Sie enthält den blauen Farbstoff in höchst feinkörniger Beschaffenheit und setzt nur sehr langsam ab. Der Farbstoff aber ist in 2 proz. Kochsalzlösung suspendiert, welche die Gewebeelemente sehr wenig schädigt.

Sodann empfehle ich zur Injektion den auf Textabbildung 4 etwas schematisch dargestellten Apparat. Er besteht aus 2 Glasflaschen, einigen Glasröhren, einigen schwarzen Paragummischläuchen, welche hier dunkel gezeichnet sind, und aus 2 doppelt durchbohrten Gummistöpseln. Der Gummischlauch *z* führt Druckluft aus einem mit Quecksilbermanometer versehenen Luftkanal, in welchem der Luftdruck mit Hilfe einer einfachen Luftpumpe konstant erhalten wird. Die Flaschen *A* und *B* enthalten die beiden obengenannten Flüssigkeiten *A* und *B*.

Zuerst füllt man sodann durch Öffnung der Schlauchklemme *b* die rechte Hälfte der abführenden Schläuche und die Glaskanüle *c* mit der körnigen Injektionsmasse *B*. Dann wird die Klemme *b* wieder geschlossen und durch Lüftung der Schlauchklemme *a* die linke Hälfte der abführenden Schläuche und die Glaskanüle *c* mit der schwach blaugefärbten Kochsalzlösung *A* gefüllt, wobei keine Luftblasen in den Rohrverbindungen und in der Glaskanüle zurückbleiben sollten. Schließlich wird auch die Schlauchklemme *a* wieder geschlossen.

1) Ich benutzte das nach der Vorschrift von *Heidenhain* und *Maschke* dargestellte Indigecarmine der Hof- und Feldapotheke in Breslau.

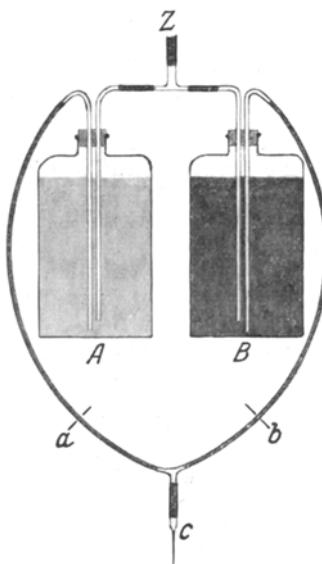


Abb. 4. Injektionsapparat für zwei Flüssigkeiten *A* und *B*. — *a, b* Schlauchklemmen, *c* Glaskanüle. Verkleinert.

Man bindet dann die mit der Flüssigkeit *A* gefüllte Glaskanüle *c* in die Milzarterie ein und versieht sämtliche Milzvenen mit Unterbindungsfäden, welche jedoch zunächst nicht angezogen werden. Der Druck im Luftkessel wird zugleich durch einen Assistenten konstant gemacht bei einer Höhe, die zwischen 8 und 16 cm Hg betragen kann. Wenn man dann die Schlauchklemme *a* öffnet, so strömt die Farbstofflösung *A* in die Milzgefäß, indem die Milz etwas anschwillt. Dann werden die Milzvenen oder wenigstens ihre Mehrzahl durch Knotung der Unterbindungsfäden geschlossen, damit die Milz etwas weiter an Größe zunimmt. Man wird dann alsbald die Schlauchklemme *b* öffnen und damit der Injektionsmasse *B* den Zutritt gestatten, um sodann die Schlauchklemme *a* wieder zu schließen.

Unter diesen Bedingungen strömt zunächst die blaue Farbstofflösung *A* durch die Milzgefäß und wird alsbald und ohne Unterbrechung der Strömung von der körnigen Injektionsmasse ersetzt. Sowie dann weiterhin die Strömung zu stocken beginnt, was man sofort an der Abnahme der in der Flasche *B* aufsteigenden Luftblasen bemerkt, wird auch die Schlauchklemme *b* wieder geschlossen und damit die Injektion beendet. Die Milz ist jetzt stark vergrößert und deutlich dunkelblau gefärbt.

Unmittelbar nach Beendigung der Injektion werden die Milzarterie und alle etwa noch offenstehenden Milzvenen ligiert und die Milz in einem mit absolutem Alkohol gefüllten Gefäß aufgehängt. Der Alcohol absolutus wird nach 2 bis 3 Stunden gewechselt. Nach 24 Stunden kann man endlich die Milz mit scharfem Messer in kleine Scheiben von 5 mm Dicke zerlegen und diese mit absolutem Alkohol vollständig durchhärtet. Der Gebrauch schwächeren Alkohols ist gänzlich zu vermeiden, weil dieser zu viel von dem Farbstoff auflöst. Auf dem Mikrotom werden Schnitte von 20—27  $\mu$  Dicke angefertigt. Die große Schnittdicke ist notwendig, da dünnerne Schnitte den Zusammenhang der Gefäßverzweigung unterbrechen.

Die in Alcohol absolut. liegenden Schnitte werden z. T. unmittelbar im Origanumöl und Xylolcanadabalsam übergeführ. Jedoch wird man die Mehrzahl der Schnitte zweckmäßigerweise einer Gegenfärbung mit einer bereits früher von mir angegebenen Alauncarminlösung unterziehen.

3 g bestes rotes Carminpulver, 10 g Kalialaun und 100 ccm destilliertes Wasser werden in einer geschlossenen Glasflasche (Glasstöpsel)  $2\frac{1}{2}$  Stunden lang im Wasserbade auf 100°C erhitzt und dabei halbstündig umgeschüttelt. 24 Stunden nach dem Erkalten wird filtriert und das Filtrat mit dem gleichen Volum einer 10 proz. Kochsalzlösung versetzt. Die Flüssigkeit enthält jetzt außer dem Carmin 5% Kalialaun und 5% Kochsalz. Sie wird auf etwa 500 ccm verdünnt durch Zusatz einer Salzlösung, welche gleichfalls 5% Kalialaun und 5% Kochsalz enthält. Einige zugesetzte Thymolkristalle schützen vor Fäulnis. Jedesmal vor dem Gebrauch ist die Farblösung nochmals zu filtrieren. Die im absoluten Alkohol liegenden Milzschnitte werden mit einer Lösung von 5% Kalialaun und 5% Kochsalz abgespült und bleiben dann 18—24 Stunden in der Farblösung. Nach der Färbung werden sie einige Male mit 5 proz. Kochsalzlösung rasch und sorgfältig abgespült und alsbald wieder in Alcohol absolut. übertragen, der einige Male zu erneuern ist. Schließlich werden sie durch Origanumöl in Xylolcanadabalsam übergeführ.

Mit diesem Verfahren wird man nicht immer vollen Erfolg erzielen, da bei der Leitung der Injektion doch immer einiges von der Zeitdauer der einzelnen Operationen abhängig bleibt. Doch werden einige Versuche zeigen, daß die Extravasate verhältnismäßig geringfügig werden, während eine befriedigende Füllung der Arterien, der Ampullen und

ihrer Fortsetzungen in die Venen zustande kommt. Von den Ampullen treten in der Regel 2—3 enge, etwas bauchige Zweige ab, welche nach kürzerem oder längerem Verlaufe und unter Umständen nach wiederholter bauchiger Erweiterung in die Venen übergehen, wie ich dies bereits früher beschrieben und abgebildet habe. Auf Textabb. 5, welche dieses Verhalten zum Ausdruck bringen soll, ist die Injektionsmasse der Arterien und der Ampullen tief schwarz gehalten, soweit sie im Objekt tiefdunkelblau ist, während sie in den Venen grau erscheint, entsprechend der schwächeren Blaufärbung im Objekt. Diese tiefblaue Färbung des Inhaltes der Ampullen dürfte Folge der großen Durch-



Abb. 5. Endverzweigung einer Arterie *a*, übergehend in Ampullen und Venen. Injektion mit körnigem, indigschwefelsaurem Natron. Vergr. 180.

lässigkeit ihrer Wand für den flüssigen Anteil der Injektionsmasse sein. Der Inhalt der Venen erscheint dagegen heller. Vermutlich hat sich hier wieder ein Teil der durch die Wand der Ampullen und Capillaren ausgetretenen Kochsalzlösung, nachdem er durch die Maschenräume der Pulpa geströmt ist, wieder zu der in den Venen enthaltenen, blauen, körnigen Injektionsmasse gesellt und diese verdünnt. Die Venen sind in diesem Falle übrigens in großer Ausdehnung gefüllt, während die Maschenräume der Pulpa nahezu überall frei von der blauen Injektionsmasse blieben.

Die Untersuchung der mit Alauncarmine gegengefärbten Schnitte zeigt sodann, daß die Wandungen dieser Gefäßabschnitte, der Arterien, der Ampullen und ihrer Fortsetzungen einschließlich der Venen überall mit Endothel bekleidet sein dürfen. Das Endothel bleibt, in Anbetracht des indifferenten Charakters der Injektionsflüssigkeit, deren Menstruum eine 2 proz. Kochsalzlösung bildet, im allgemeinen unverändert am Platze und ist dann nach der Gegenfärbung mit Alauncarmine ohne Schwierigkeiten nachweisbar.

Man ist deshalb meines Erachtens sehr wohl zu der Behauptung berechtigt, daß *der Blutstrom sich in der Milz in geschlossenen Bahnen bewegt*. Wenn es aber seinerzeit mir<sup>1)</sup> beschieden war, diese Tatsache auf dem maßgebenden Wege der künstlichen Injektion zuerst nachzuweisen, so darf man dabei nicht vergessen, daß bereits *Golz*<sup>2)</sup> die ersten einschlägigen Wahrnehmungen machte und daß viel früher *Schweigger-Seidel*<sup>3)</sup> und *Kyber*<sup>4)</sup> an nicht injizierten Objekten den Übergang enger, wahrscheinlich aus der Arterienbahn stammender Gefäße in die kleinen Milzvenen beobachtet haben. Namentlich die Untersuchungen von *Kyber* dürften sehr vertrauenswürdig sein. Umgekehrt dürften, nach dem gegenwärtigen Stande der Untersuchung beurteilt, die Wahrnehmungen von *Bannwarth*<sup>5)</sup> und *Weidenreich*<sup>6)</sup>, welche auf injizierten Schnittpräparaten eine Ausmündung der Arterien in die Maschenräume der Milzpulpa beobachtet zu haben glaubten, mit Recht der abweisenden Kritik von *Helly*<sup>7)</sup> unterliegen. Jedem Histologen ist es geläufig, daß kleine, dünnwandige, nahezu in der Schnittebene eines Präparates verlaufende Blutgefäße sehr häufig offen zu münden scheinen. Sicher aber ist, daß die Maschenräume der Milzpulpa bei solchen Injektionen mit äußerst feinkörnigen Massen nicht weithin frei von Extravasaten bleiben könnten, wenn freie Ausmündungen der Arterien in die Maschenräume der Pulpa bestehen würden.

Der gewonnenen Kenntnis über den Kreislauf in der Milz muß man jedoch hinzufügen, daß aus den Injektionen mit gelösten und mit körnigen Farbstoffen noch *einige Besonderheiten der Blutbahn der Milz* hervorgehen, welche von großer Bedeutung zu sein scheinen. Sie erklären es völlig, daß die Anatomen, welche gelöste Farbstoffe injizierten, zu anderen Schlußfolgerungen gelangt sind als die Anatomen, welche sich körniger Injektionsmassen bedienten.

Die Wandungen der Ampullen sind in hohem Grade durchlässig für 2 proz. Kochsalzlösung und verflüssigte Gelatine, aber undurchlässig für körnige Farbstoffe. Die Durchlässigkeit für Kochsalzlösung und Gelatine dürfte den Capillarwandungen aller Organe zukommen. Sie ist vielleicht hier in der Milz ungewöhnlich groß. Sie wäre jedoch nur dann mit Bestimmtheit als ungewöhnlich groß zu bezeichnen,

<sup>1)</sup> R. Thoma, Verhandl. d. anat. Gesellsch. 9. Versamml. in Basel 1895; Arch. f. Anat. 1899.

<sup>2)</sup> S. Golz, Untersuchungen über die Blutgefäße der Milz. Inaug.-Diss. Dorpat 1893.

<sup>3)</sup> F. Schweigger-Seidel, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **27**. 1863.

<sup>4)</sup> E. Kyber, Arch. f. mikr. Anat. **6**. 1870, **8**. 1872; Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **81**. 1880.

<sup>5)</sup> Bannwarth, Arch. f. mikr. Anat. **38**. 1891.

<sup>6)</sup> F. Weidenreich, Arch. f. mikr. Anat. **58**. 1901.

<sup>7)</sup> K. Helly, Arch. f. mikr. Anat. **59**. 1901; **61**. 1902.

wenn es sich bestätigen würde, daß die Wandungen der Ampullen auch für gelöstes Berlinerblau durchlässig sind, wie ich aus einer Abbildung von *Mall* und aus meinen eigenen Injektionen erschließe. Denn die normalen Capillarwandungen der übrigen Organe scheinen dem Berlinerblau niemals den Durchgang in die umgebenden Gewebe zu gestatten. Jedenfalls aber ist man zu der Annahme genötigt, daß die Wandungen der Ampullen und wohl auch ihrer Fortsetzungen, welche dem Capillarbezirk anderer Gefäßverzweigungen entsprechen, während des Lebens einem Teile des Blutplasmas den Austritt in die Maschenräume der Pulpa gestatten.

Daraus würde sich dann weiterhin ergeben, daß von den Ampullen und Capillaren aus ein Teil des Blutplasmas durch die Maschenräume der Milzpulpa in die Venen der Milzpulpa abströmt. Die Bahnen dieses Flüssigkeitsstromes wurden wahrscheinlicherweise von den Anatomen injiziert, welche mit gelösten Farbstoffen arbeiteten. Es ist dies eine Seitenschließung des Stromes des Blutplasmas, die vielfach auch in anderen Organen angenommen wurde, die aber den roten Zellen des Blutes nicht offen steht.

Die zweite Eigenschaft, welche die Blutgefäße der Milz auszeichnet, ist die große Durchlässigkeit der Wandungen der kleinen Milzvenen für gelöste sowohl wie für körnige Substanzen. Diese Eigenschaft erklärt sich bei der histologischen Untersuchung durch die Anwesenheit zahlreicher Lücken in der Wand der kleinen Milzvenen, welche sich bereits bei mäßigen Erweiterungen der Venenlichtung in auffälliger Weise bemerkbar machen. Wie *Weidenreich* und *Helly* nachgewiesen haben, gestatten diese Lücken auch den roten Blutzellen den Durchtritt aus der Venenlichtung in die Maschenräume der Pulpa. Wenn aber normalerweise jedenfalls nur wenige rote Blutzellen aus der Venenlichtung in die Pulpamaschen gelangen, so dürfte der Strom des Blutplasmas, welcher aus den Ampullen und Capillaren durch die Pulpamaschen in die Venen abfließt, dafür verantwortlich sein. Dieser Strom ist jedenfalls ein bedeutendes Hindernis für einen Austritt der roten Blutzellen aus der Venenlichtung in die Pulpamaschen. In gleicher Weise wird dann auch bei der Injektion mit körnigen Farbstoffen das flüssige Menstruum, welches aus den Ampullen und Capillaren durch die Maschenräume der Pulpa in die Venen strömt, bewirken, daß bei nicht allzu ausgiebigen Injektionen die körnigen Farbstoffe in den Venen bleiben, ohne in erheblicher Ausdehnung in die Maschenräume der Pulpa zu gelangen. In diesem Sinne wenigstens spricht die hellere Färbung der Injektionsmassen in den Venen (Textabb. 5).

Der Austritt roter Blutzellen aus den Venen in die Maschenräume der Pulpa scheint jedoch demungeachtet ein häufiges Ereignis zu sein. Dieses ist namentlich dann zu erwarten, wenn bei Änderungen der vaso-

motorischen Innervation oder bei eintretender Stauung des Venenblutes das Volum des Organs größer wird. Umgekehrt werden bei eintretender Kontraktion der Milz die in die Pulpamaschen eingedrungenen roten Blutzellen ohne Schwierigkeit in die Venen zurückgelangen.

Es ist anzunehmen, daß dieser Wechsel des Gehaltes der Pulpamaschen an roten Blutzellen bereits bei den physiologischen Volumenschwankungen der Milz zustande kommt. Offenbar steht dieser Vorgang in sehr naher Beziehung zu der Funktion der Milz. *Wicklein*, welcher die Stauungsmilz beim Hunde sehr sorgfältig untersuchte, konnte zwar eine Auflösung der in die Pulpas übergetretenen roten Blutzellen nicht nachweisen. Doch scheinen letztere in den Maschenräumen der Pulpas etwas Hämoglobin abzugeben. Dafür sprechen manche Erfahrungen der Physiologen, deren Erörterung hier zu weit führen würde. Außerdem fand *Wicklein* in einer beträchtlichen Anzahl der von ihm untersuchten Stauungsmilzen mit der Hilfe von Ferrocyankalium und Salzsäure eine starke, diffuse Blaufärbung der Milzpulpa, während Schwefelammon in diesen Milzen eine deutliche Braunfärbung der Gewebe erzeugte. Diese Reaktion ist wohl zu unterscheiden von analogen Färbungen, die in hämoglobininhaltigen Geweben bei reichlichem Zusatz von Salzsäure durch eine Zersetzung des Hämoglobins erfolgt. Sie läßt sich nur erklären durch die Anwesenheit einer gelösten, wahrscheinlich farblosen Arsenverbindung anderer Zusammensetzung, welche vermutlich durch die Einwirkung der Pulpazellen aus den roten Blutzellen hervorgeht. Damit würde sich zugleich auch eine Einsicht eröffnen in die von *Panski* und mir<sup>1)</sup> gefundene Tatsache, daß in der Milzpulpa bei genügender Sauerstoffzufuhr körniges, eisenhaltiges Pigment zuweilen in beträchtlichen Mengen entsteht und bei Sauerstoffmangel wieder verschwindet. Es sind dies allerdings nur die Umrisse für die blutzerstörende Tätigkeit der Zellen der Milzpulpa.

Außerdem wird man annehmen müssen, daß der anscheinend sehr reichliche Strom von Blutplasma, welcher durch die Wand der Ampullen und Capillaren in die Maschenräume der Milzpulpa und aus diesen in die Venen übergeht, auf diesem Wege chemische Veränderungen erfahren wird. Über die Größe und Eigenart dieser Veränderungen möchte ich mir jedoch keine Vermutung gestatten. Hier liegt vielleicht noch ein sehr wichtiger Anteil der Milzfunktion verborgen, welcher für die Humoralpathologie der Gegenwart eine besondere Bedeutung besitzen kann.

Die hier gewonnenen Ergebnisse über den Blutkreislauf in der Milz beziehen sich zunächst auf die Milz des Hundes. Doch kann man sich

<sup>1)</sup> *A. Panski*, Experimentelle Untersuchungen über den Pigmentgehalt der Stauungsmilz. Inaug.-Diss. Dorpat 1890. — *A. Panski* und *R. Thoma*, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol. **31**. 1891.

durch dieselben Methoden der Injektion davon überzeugen, daß beim Menschen im wesentlichen der gleiche anatomische Bau besteht. Namentlich bei Kindern kann die Injektion zuweilen erfolgreich durchgeführt werden. Doch sind bei diesen offenbar die Wandungen der kleinen Milzvenen durchlässiger sowohl für die roten Blutzellen als für das körnige Indigearmin obiger Injektionsmasse. Noch stärker scheint diese Durchlässigkeit der Wandungen der kleinen Milzvenen bei der Katze zu sein, während die Milz des Kaninchens relativ dichtere Venenwandungen besitzt.

*Zusammenfassung.*

1. Der Blutstrom gelangt in der Milz durch die mit Endothel auskleideten Ampullen und Capillaren aus den Arterien in die Venen. Diese Blutbahn kann durch Injektion feinkörniger Farbstoffe in die Arterien nachgewiesen werden.

2. Gleichzeitig strömt jedoch ein Teil des Blutplasmas, oder bei Injektionen ein Teil des flüssigen Menstruums durch die für Flüssigkeiten durchlässigen Wandungen der Ampullen und Capillaren in die Maschenräume der Pulpa und von da in die Venen. Diese den roten Blutzellen verschlossene Bahn wurde von allen Anatomen injiziert, welche mit gelösten Farbstoffen arbeiteten.

3. Die Wandungen der kleinen Milzvenen sind in Anbetracht ihrer weiten, vorgebildeten Öffnungen für die Zellen des Blutes in beiden Richtungen durchlässig. Die Zellen können aus den Venen in die Maschenräume der Milzpulpa und aus diesen wieder zurück in die Venen gelangen. Diese Durchlässigkeit der Wandungen der kleinen Milzvenen wird vorzugsweise betätigt bei geringeren und stärkeren Änderungen des Milzumfangs und besitzt daher eine große Bedeutung für einen bestimmten Teil der physiologischen und pathologischen Funktion des Organs, also für die Änderungen, welche die durch die Milz strömenden Blutzellen durch die Tätigkeit der Pulpazellen erleiden.

4. Bezuglich dieser Änderungen, welche die in die Pulpräume gelangenden roten Blutzellen erfahren und bezüglich der Entstehung des Milzpigments konnten einige Anhaltspunkte gegeben werden. Über die Änderungen dagegen, welche das auf dem Wege der Seiten-schließung aus den Ampullen und Capillaren durch die Maschenräume der Pulpa in die Venen strömende Blutplasma erleidet, möchte ich mir vorläufig keine Meinung erlauben.