

ERNST VON HERRATH

**BAU UND FUNKTION
DER NORMALEN MILZ**

BAU UND FUNKTION DER NORMALEN MILZ

VON DR. MED. ERNST VON HERRATH

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE

DIREKTOR DES ANATOMISCHEN INSTITUTS DER FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

MIT 124 ABBILDUNGEN UND 2 MEHRFARBIGEN TAFELN

WALTER DE GRUYTER & CO. • BERLIN 1958



VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG • J. CUTTENTAG, VERLAGS-

BUCHHANDLUNG • GEORG REIMER • KARL J. TRÜBNER • VEIT & COMP.



Copyright 1958 by Walter de Gruyter & Co., vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp., Berlin W 35, Genthiner Straße 13. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe, der Herstellung von Mikrofilmen und der Übersetzung, vorbehalten. Printed in Germany. — Archiv-Nr. 51 53 58. — Satz: Walter de Gruyter & Co., Berlin W 35 — Druck: Franz Spiller, Berlin SO 36.

E. VON HERRATH

BAU UND FUNKTION DER NORMALEN MILZ

VORWORT

Eine zusammenfassende Darstellung des Milzbaues ist nach der letzten anatomischen (J. Sobotta, 1914) und histologischen (A. Hartmann, 1930) angesichts des vielen Neuen dringlich. Sie soll hier, wo immer angängig in ihren Beziehungen zur Physiologie und Pathologie der Milz gegeben werden. Daher sind neben den normal-anatomischen auch die physiologischen und die pathologisch-anatomischen Veröffentlichungen weitgehend berücksichtigt und von den Darstellungen durch E. Lauda (1933) bzw. O. Lubarsch (1927) an in das Literaturverzeichnis aufgenommen.

Die vielfältigen, größtenteils noch ungeklärten regulatorischen Aufgaben der Milz fordern geradezu eine umfassendere Betrachtung morphologischer Gegebenheiten. So ist die Aufgabe dieses Buches entsprechend dem Stand der Milzfrage zunächst Darstellung und Diskussion, nicht Kritik. Die meisten Milzprobleme sind noch nicht reif zu vorwiegend kritischer Betrachtung und Sichtung, und eine solche hätte der Anatom ohnehin nur anatomischen Teilproblemen zuwenden können.

Deren Kenntnis wird mehr und mehr zur unerläßlichen Voraussetzung für den vergleichenden und experimentierenden Forscher und Kliniker. Daher sind der bewußt konzentrierten Darstellung viele Hinweise, Tabellen, sorgfältig ausgewählte fremde und eigene Abbildungen und ein umfassendes Literaturverzeichnis und Sachregister beigegeben.

Fräulein Dr. H. Lentz danke ich besonders für das Mitlesen der Korrekturen und ebenso wie Frau B. Trantow, Fräulein Dr. K. Noerthen und Herrn Dr. R. Willnow für Mithilfe bei der Zusammenstellung des Literaturverzeichnisses. — Herrn Privatdozenten Dr. H. J. Clemens und Herrn Dr. H. Richter danke ich für Hinweise, den Herren cand. med. K. Raabe, R. Herbst und A. Schlag für ihre Abbildungsbeiträge. — Frau G. Vester gebührt mein Dank für zahlreiche Fotografien, Frau L. Foerster und Fräulein B. Frenz für die Herstellung einzelner Präparate.

Dem Verlag bin ich für die ebenso zweckmäßige wie gediegene Ausstattung des Werkes besonders dankbar.

Berlin-Dahlem, im Dezember 1957

E. von Herrath

INHALT

	Seite
A. Überblick über Entwicklung, Bau, Funktion und Stellung der Milz im Organismus	1
B. Die Entwicklung der Milz	11
1. Die Entwicklung und Histogenese der Milz	11
2. Die Regeneration der Milz	20
3. Die Transplantation der Milz	23
4. Die Explantation der Milz	29
5. Die Entwicklungsstörungen der Milz	45
C. Die makroskopische Anatomie der Milz in ihrer Beziehung zum Feinbau	48
1. Die Lage der Milz	48
2. Form, Farbe und Konsistenz der Milz	49
3. Maße, Fassungsvermögen, Größe und Gewicht der Milz	51
4. Die funktionellen Typen der Säugermilz	80
D. Die Kapsel und Trabekel der Milz	85
E. Die Milzgefäße und der Milzkreislauf	116
1. Die Arterien, Arteriolen und arteriellen Kapillaren der Milz	116
2. Die Kapillarröhren	141
3. Das Retikulum der Milz	154
4. Das Sinussystem und die Venen der Milz.	181
5. Die Lymphgefäße und Lymphknoten der Milz	194
6. Der Milzkreislauf des Säugers	203
F. Die Nerven der Milz	219
G. Die weiße Milzpulpa	240
H. Die rote Milzpulpa	264
I. Die Milzpigmente	287
Literaturverzeichnis	303
Sachverzeichnis	365

A. Überblick über Entwicklung, Bau, Funktion und Stellung der Milz im Organismus

Die *Milz* (lien, spleen, bazo) ist bei allen Vertebraten, mit Ausnahme des Amphioxus, der auch keine Erythrozyten besitzt, nachweisbar. Form, Größe und Farbe des Organs sind in der Tierreihe und im individuellen Fall sehr verschieden, denn normalerweise entwickelt sich die Milz in erster Linie bei den Zyklostomen, aber auch in der weiteren aufsteigenden Tierreihe von diffusen, in der Wandung des Darmrohres und längs des Darmrohres ausgebreiteten Formen zum abgegrenzten und schließlich abgekapselten Einzelorgan. Ferner nimmt die Milz, die ursprünglich ein nicht immer großes blutbildendes Organ ist, besonders bei den Säugern durch Übernahme noch anderer Aufgaben sprunghaft an Gewicht und Umfang zu. Dementsprechend sind alle Milzen von Nichtsäugern verglichen mit der Säugermilz verhältnismäßig klein, und die artlich und individuell wiederum verschiedene Größe der letzteren dürfte sich zunächst nach ihrer Stellung im Kreislauf richten. Die artlichen und teilweise auch individuellen Größenunterschiede der Säugermilz hängen somit davon ab, ob sie mehr Stoffwechselaufgaben dient (*Stoffwechsellmilz*) oder Erythrozytenspeicher ist (*Speichermilz*). Die Stoffwechsellmilz ist, etwa beim Menschen und Kaninchen, relativ klein. Die Speichermilz, bei den Fleischfressern und Huftieren extrem ausgebildet, ist in enger Abhängigkeit vom Ausmaß ihres Erythrozytenspeichers relativ groß; sie ist die relativ und absolut größte Milz.

Die *arterielle Versorgung* der Milz ändert sich grundlegend mit dem Auftreten der Erythrozytenspeicherfunktion. Denn während die Milzarterie bei den Nichtsäugern durchweg ein kleiner Seitenast verschiedenster Darmarterien ist, wird sie bei den Säugern schließlich zum stärksten Ast der A. coeliaca. Sie ist der Milzarterie der Nichtsäuger nicht mehr homolog. Auch andere Gefäßverhältnisse, wie besonders die Beziehung der Milzarterien zur Milzvenenlichtung, ferner Bau und Proportionen der Gefäße im Organinnern, dürften von der Speicherfunktion der roten Milzpulpa direkt mitbestimmt sein.

Die Milz ist besonders beim Säuger wenn auch in wechselndem Anteil zugleich *Blutbildungsstätte*, *Stoffwechsel-* und *Speicherorgan*, und als solche in viele *Regulationen* eingeschaltet. Die fetale Milz ist ganz überwiegend blutbildendes Organ und bleibt es auch beim Säuger in geringem Maße und abnehmend bis zum Lebensende. Die Stoffwechselleistung der Milz (Abwehrfunktion, Eisenstoffwechsel, Inkretion usw.) ist zwar teilweise immer noch sehr umstritten, aber sicher bei den einzelnen Spezies und Altersstufen unterschiedlich. Das Vermögen zur *Erythrozytenspeicherung* steigt bis zu einem gewissen Lebensalter und sinkt dann im Alter wieder ab. Der Milztyp, das Alter, die augenblickliche Stoffwechsel- und Kreislaufflage bestimmen in jedem Falle das Reaktionsvermögen und die Reaktionsbreite der Milz. Dazu ist ihre Stellung im Pfortadersystem der Säuger (kontraktiler *Pfortaderherz*, Nebengeleise mit Drainage- und Speichermöglichkeit usw.) eine artlich und individuell ganz unterschiedliche. Bestimmten *Milztypen* bzw. Baueigentümlichkeiten dürften auch bestimmte *Pfortadertypen* entsprechen. Die milzeigenen Besonder-

heiten des Gefäßsystems und der quantitativ wechselnde Anteil der die Milz aufbauenden Gewebe und deren räumliche Anordnung bedingen die für die Funktion ausschlaggebenden typologischen und individuellen Unterschiede des Organbaues. Diese müssen beachtet werden, weil sonst Fehlschlüsse unvermeidlich sind. So lassen sich Kreislauf- und Speicherfragen nur schlecht an einer ausgesprochenen Stoffwechselmilz bearbeiten und umgekehrt.

Als Anteil des *R.E.S.* speichert die Milz in den Retikulumzellen, weniger in den Sinusendothelzellen, elektronegative Kolloide, fängt Erreger und Fremdkörper ab. Aufgaben, die nach Milzexstirpation, ähnlich den zytopoetischen, auch von anderen Teilen des *R.E.S.* übernommen werden. — Die Beziehung der Milz zum *Eisenstoffwechsel* ist noch nicht ganz geklärt. Die Milz hält wahrscheinlich die im Kreislauf gealterten Erythrozyten in den Retikulumwegen der Pulpa fest, wo der Blutfarbstoff zu Bilirubin abgebaut wird. Zeitweise auch dürften die in der Milz irgendwie veränderten Erythrozyten der Leber zur Gallenfarbstoffbildung zugewiesen werden. Es ist dagegen unwahrscheinlich, daß das *R.E.S.* unter normalen und auch pathologischen Voraussetzungen gesunde Erythrozyten aktiv zerstören kann. Als eisenhaltiger Erythrozytenrest findet sich in meist kleinen Ansammlungen goldgelbes Pigment, *Hämosiderin*, in feinkörniger bis grobscholliger Form intra- und extrazellulär im Retikulum nur der roten Pulpa, nur sehr wenig und selten auch in den Sinusendothelien. Auch von experimentell zugeführtem Eisen wird nur das biologisch inaktive dreiwertige abgelagert. Der Hämosideringehalt der normalen Menschenmilz ist sehr geringfügig und dürfte auch mit dem Alter kaum zunehmen. Ein merkliches Ansteigen des Milzeisens muß als pathologisch gewertet werden. Dagegen besteht bei manchen Säugern (Pferd) aus bisher ungeklärten Gründen eine normale, im Laufe des Lebens stark zunehmende Hämosiderose.

Die Farbe der *Leichenmilz* spielt von blaß-grau-rot über braun-rot bis zu dunkelrot-braun-violett. Sie ist zunächst vom Inhalt an unreifen und reifen Blutzellen, vor allem an Erythrozyten, dann auch von der Dicke der an sich grauen Milzkapsel abhängig und entsprechend variabel. Die oft schnell wechselnde Farbe der *lebenden* Säugermilz wird von vielen Faktoren, unter ihnen besonders vom Strombahnquerschnitt, vom Tonus und der Innervation bestimmt. Der Zellen- und Flüssigkeitsgehalt und bei den Säugern die Ausbildung des Trabekelnetzes und des Gitterfasergewebes bestimmen die jeweilige Organkonsistenz.

Die Milz des *erwachsenen Menschen* ist in der Leiche etwa 90 bis 200 g, durchschnittlich 160 g schwer. Die Form der Milz des *Kindes* entspricht der eines regelmäßigen Tetraeders mit aufwärts gerichteter Spitze. Die Erwachsenenmilz ist dagegen länglicher, oft angenähert kaffeebohnenförmig. Beide haben aber im groben dennoch dieselbe Topographie.

Die *Facies diaphragmatica* der Milz projiziert sich zwischen der 9. bis 11. Rippe auf die *Pars costalis diaphragmatis*, so daß sie durch den *Recessus costodiaphragmaticus* und durch den respiratorisch beweglichen unteren Rand der linken Lunge von der Thoraxwandung getrennt wird. Auf diese projiziert folgt die Milz mit ihrer Längsachse ziemlich genau der 10. Rippe, lagert sich von dorsokranial nach ventrokaudal. Obwohl diese Lage durch den Zwerchfellstand und den Füllungszustand von Magen und *Colon transversum* wesentlich beeinflußt wird, erreicht die normal große und befestigte Milz dorsalwärts nicht die Wirbelsäule und überschreitet ventralwärts nicht die Verbindungslinie zwischen der linken *Articulatio sternoclavicularis* und der Spitze der 11. Rippe (*Linea costo-articularis*). Das *Milzprojektionsfeld* läßt sich ventral und kaudal gegenüber der Lunge und dem Magen perkutorisch abgrenzen, nicht aber auch dorsal gegen den *Erector trunci*. Bei leiser Perkussion und tiefer Inspiration entspricht die oberste Grenze der Milzdämpfung etwa der untersten Lungen-Zwerchfellgrenze. Die *Milzpunktion* soll 6 bis 7 cm unterhalb dieser Stelle innerhalb der absoluten Dämpfungzone erfolgen, die 4 bis 5 cm lateral vom Rippenbogen zwischen der vorderen und mittleren Achsellinie im 9. bis 10. Interkostalraum liegt.

Die Milz des Menschen entwickelt sich in die linke Hälfte des *Mesogastrium dorsale* hinein und ist dementsprechend mit Ausnahme des Hilus und eines sich abwärts anschließenden kleinen Feldes für die Anlagerung der *Cauda pancreatis* völlig vom Peritoneum eingehüllt. Die befestigenden Bauchfeldduplikaturen sind als ursprüngliche Anteile des *Mesogastrium dorsale* sekundär mit dem Zwerchfell, dem Magenfundus und dem *Colon transversum* verbunden und entsprechend benannt. Sie bilden gleichzeitig teilweise die Wandung der *Bursa omentalis*, vor

allem die ihres *Recessus lienalis*. Die Milz selbst liegt ganz außerhalb des Netzbeutels. Die *Vasa lienis* und die *Cauda pancreatis* ziehen eingeschlossen in das *Lig. phrenicocolinale* zum Milzhilus. Das *Lig. gastrolienale* spannt sich zwischen Milzpforte und *Curvatura ventriculi major*, enthält u. a. die 3 bis 4 aus der *A. lienalis* kurz vor deren Eintritt in die Milz zum Magenfundus abzweigenden *Aa. gastricae breves* und setzt sich nach unten in das *Lig. gastrocolicum* fort. Die Milz wird weniger durch diese drei Duplikaturen, als vielmehr durch den Eingeweidedruck und das von der *Flexura coli sinistra* zum Zwerchfell ziehende *Lig. phrenicocolicum* auf dem der untere Milzpol ruht, in ihrer Lage gehalten. — Die *Milzlymphgefäße* ziehen zu den im Hilus beginnenden und sich längs der Milzarterie bis zu den *Lymphonodi coeliaci* erstreckenden *Lymphonodi pancreatocolinales*. Die Milzlymphknoten und die Lymphgefäße außer- und innerhalb der Milz sind bei den einzelnen Säugern ganz verschieden stark entwickelt, gebaut und gelagert. Hier bestehen ähnlich variable, wenn auch nicht parallele Verhältnisse wie etwa im Aufbau und der Aufteilung der Milzschlagader.

Die Milz des Menschen besteht unter einem auf dünner bindegewebiger Grundlage sitzenden *Peritonealüberzug* aus einem groben Gerüst aus *Kapsel* und *Balken* (*Trabekeln*), aus *weißer Pulpa*, wie das gesamte längs des Arterienbaumes aus Lymphscheiden und einzelnen Follikeln (*Malpighische Körperchen*) angeordnete Milzlymphgewebe heißt, und aus *roter Pulpa*, die aus einem retikulären Gerüst mit den eingebauten feineren, teils eigenartigen Gefäßen aufgebaut ist.

Die *Balken* oder *Trabekel* bestehen etwa je zur Hälfte aus elastischen Netzen und spärlichen, stets einzeln liegenden glatten Muskelzellen einerseits, aus kollagenen Bündeln andererseits. Sie verteilen sich vom Hilus aus, wo sie die Hilusgefäße und Nerven als Gefäßscheiden umgeben, mit vergleichsweise geringen Durchmesserunterschieden über das ganze Organ bis zur gegenüberliegenden Kapsel. Diese hat insgesamt etwa denselben quantitativ-geweblichen Aufbau wie die Trabekel, jedoch sind die einzelnen Gewebsformen nicht gleichmäßig über den Querschnitt verteilt. Die verschieden dicken gefäßlosen Trabekel strahlen in ungleichen Abständen — sich meist etwas kegelförmig verbreiternd — in die Kapsel ein, wobei die einzelnen Gewebsformen in bestimmter Weise in der Kapsel fortgesetzt werden. Die gefäßlosen Trabekel zeigen verhältnismäßig geringe Schwankungsbreiten ihrer Durchmesser, sind im Querschnitt rundlich bis längsoval, formen bisweilen auch kürzere, oft lückenhafte Scheidewände und verbinden sich immer wieder untereinander zu einem groben Gerüstwerk. Feinste spitz zulaufende Bälkchen enden nur gelegentlich frei in der Pulpa.

Beim Neugeborenen, viel weniger deutlich beim Erwachsenen, umschließt dieses Gerüst unregelmäßige Pulpabezirke von etwa 1 mm Kantenlänge, die sog. *Milzläppchen* (*lobuli splenis*), die aber wohl keine selbständigen oder unabhängigen anatomisch-funktionellen Einheiten sein dürften. Wenig unter der Kapsel grenzt eine Lage feiner, oberflächen-parallel verlaufender Bälkchen einen schmalen subkapsulären, nur von dichtem Retikulum ohne Sinus erfüllten Raum mit besonderen Abflüssen gegen das tieferliegende eigentliche Parenchym ab. In selteneren Fällen und unter offenbar besonderen Kreislaufbedingungen, entwickeln sich auch in diesem subkapsulären Gebiet Milzsinus.

Die während der Entwicklung verhältnismäßig spät auftretenden und zunächst zarten und muskelarmen Trabekel vermehren, verlängern, verdicken und differenzieren sich langsam während des Wachstums. Dabei scheinen einzelne rhythmisch aufeinanderfolgende, fortlaufende Wachstums- und Differenzierungswellen wirksam zu sein. Daher sind die einzelnen Durchmesserbreiten der Trabekel ungleich vertreten und scheinen in ihrem schwankenden Verteilungsbild besonders von der Kreislaufflage abhängig. Verglichen mit anderen, meist wesentlich trabekelreicheren Säugermilzen, besitzt aber auch die Milz des Erwachsenen schließlich nur eine mittlere (4 bis 7 Vol.%) Trabekelmenge. Auch die sonst bei der Säugermilz überall

festzustellende gewisse Parallelität zwischen der Trabekelmenge und dem Muskelgehalt der Trabekel besteht für die des Menschen nicht. Diese Eigenart hängt möglicherweise mit dem aufrechten Gang und der Domestikation zusammen. Gelegentlich fehlen den Trabekeln glatte Muskelzellen. Die quantitativ und qualitativ dem Balken gleichende Kapsel hat soviel Muskulatur wie dieser; jedoch kann das wechseln. In solchen Fällen scheint die Kapselmuskulatur durchweg geringer zu sein. Kollagen- und Elastinfasern sind gleichmäßig über den Trabekelquerschnitt verteilt. Dabei liegen die elastischen Netze aus verhältnismäßig gleichdicken Fasern mit ihren stark verlängerten Maschen in der Verlaufsrichtung des Trabekels. Ebenso verlaufen die von spärlichen Fibrozyten begleiteten, etwa gleichstarken kollagenen Bündel. Andere Zellen, vor allem die unreifen und reifen des Blutes, sind im Bindegewebsgerüst der Milz normalerweise kaum anzutreffen; dagegen sind Gewebsmastzellen beschrieben. — In der Kapsel nehmen die Dichte der elastischen Maschen und die Dicke der einzelnen elastischen Faser von außen nach innen gleichmäßig zu; das Kollagen verhält sich umgekehrt. Über die feinere räumliche Ausrichtung der Gewebe in Kapsel und Balken ist nichts Abschließendes bekannt. So bleibt es umstritten, wie das Stützgerüst die auch beim Menschen besonders starken physiologischen Volumenschwankungen der Milz im einzelnen zuläßt. Denn die normale Menschenmilz kann durchschnittlich etwa 100 bis 250 ccm Flüssigkeit fassen. Der noch unbekannte Bau des feinen subserösen Bindegewebes ist von dem der übrigen eigentlichen Kapsel verschieden.

Als überall kontinuierliche Grundstruktur der gesamten Milzpulpa funktioniert das in den Lücken des Trabekelwerkes ausgespannte, aus *Retikulumzellen* und *Retikulinfasern* und *-fibrillen* bestehende *retikuläre Bindegewebe*, dessen beide Komponenten als genetische und funktionelle Einheit betrachtet werden müssen. Der synzytiale Zusammenhang der Retikulumzellen wird neuerdings bezweifelt. Die zelluläre Anordnung würde der ursprünglichsten Milzaufgabe, der Bildung und Abrundung von Blutzellen aus dem retikulären Verband, gerecht. Damit zusammenhängend ist das zellbildende Retikulum der roten Pulpa der Nichtsäugermilz und der fetalen und jugendlichen Säugermilz relativ zellreich und faserarm, das immer mehr seine Zellbildung einschränkende und zum Anteil der Gefäßwandung werdende Retikulum der erwachsenen Säugermilz relativ zellarm und faserreich. Diese Differenzierung des Retikulums in mechanischer Richtung erreicht beim Menschen ihr Ziel im Aufbau des Sinusendothels, dessen Zellen normalerweise keine Blutzellen mehr bilden und dessen zellbildende Potenzen auch im pathologischen Geschehen hinter denen des Retikulums zurückbleiben. Vor allem die Entwicklung des Erythrozytenspeichers stellt die konstanter werdenden, aus dem Retikulum herausmodellierten Blutwege in der Milz mehr und mehr der wechselnden Mechanik des Milzkreislaufes zur Verfügung und vermehrt und ordnet den Faseranteil. In den Knötchen der weißen Pulpa, dem steten Sitz lebhafter Zellenbildung, ist das Retikulum dagegen fast rein zellig, die sehr spärlich entwickelten Fasern können in den Zentren der proliferierenden Knötchen ganz fehlen.

Die einzelnen, in der Milz etwa 0,1 bis 0,3 μ dicken *Retikulumfasern* bestehen nach elektronenoptischen Beobachtungen aus Längseinheiten, *Retikulumfibrillen*, deren unterschiedliche Dicke unter 65 m μ liegt; sie lassen unfixiert eine Querstreifungsperiode mit gleicher Periodenlänge und H- und D-Teil wie das Kollagen erkennen und sind in nur wenig Kittsubstanz eingebettet. Nach Versilberung unterscheiden sich Kollagen und Retikulin, deren chemische Trennung bisher nicht überzeugend gelang, insofern, als bei letzterem grobe Silberkörnchen der Fibrille periodisch entsprechend ihrer Querstreifung aufgelagert, bei ersterem feinkörniges Silber mit stei-

gender Fibrillendicke mehr und mehr hauptsächlich im Innern des D-Teiles eingelagert werden. Das zellige Retikulum ist von feinen Bündeln von Retikulumfibrillen und von sich aus diesen abzweigenden einzelnen Fibrillen durchzogen. Solche Bilder vermitteln den Eindruck, daß die Fibrillen in den Zellen entstehen und sich bündeln. Die lichtoptisch leeren Retikulummaschen und Lücken zwischen den Sinusendothelien sind von den feinsten protoplasmatischen und fibrillären Anteilen dieses Netzes durchzogen. In dieser Größenordnung gibt es mehr einzeln verlaufende und weniger feinst gebündelte Retikulinfibrillen, die auch beide weniger straff geometrisch geordnet sind als in lichtoptischer Größenordnung. In den Maschen des elektronenoptisch sichtbaren Plasma- und Fasernetzes befindet sich vermutlich noch eine makromolekulare, bisher unsichtbare Membran. Beide zusammen dürften dem *Grundhäutchen* entsprechen, das ältere Untersucher für das Sinusendothel der Milz forderten.

Das *Retikulum* und das *Sinusendothel* wären insofern als eine sehr ursprüngliche Gefäßwandung zu betrachten, als die Endothel- bzw. Retikulumzellen mit ihren Kernen und dem Grundhäutchen in einer Ebene, und nicht wie bei den differenzierteren gewöhnlichen Kapillaren übereinanderliegen. Das Retikulum der roten Pulpa ist auch dadurch eindeutig als Gefäßwand gekennzeichnet, daß es in der Menschenmilz in bestimmter Weise als Strombahnanteil jeweils restlos einem Sinus mantelartig zugeordnet ist. Anders wäre ein Milzkreislauf in den Milzen, deren Pulpa nur aus einem Retikulum ohne Sinus besteht (Katze, Pferd), nicht denkbar. Das submikroskopische Grundhäutchen ist wohl als semipermeable Membran zu werten. Es ist jedenfalls vorstellbar, daß einzelne Retikulumbahnen oder Sinuslichtungen durch Ausbreitung und Verschmälerung, Quellung und Entquellung, Schließung und Lückenbildung dieser feinsten submikroskopischen Anteile völlig in sich abgeschlossen, dann nur für Plasma und schließlich auch für Zellen passierbar werden könnten. An dieser Veränderlichkeit in elektronenoptischer und makromolekularer Größenordnung dürften die Faser- und Fibrillenanteile durch momentanes Entstehen und Vergehen teilnehmen.

Die besondere *Kreislauf- und Stoffwechselleistung* des *Retikuloendothels* dürfte zunächst darauf beruhen, daß diese Membranen vom kernnahen Teil der Retikulum- und Endothelzellen stets gebildet und zurückgebildet werden können. Somit ist das R. E. S. von dem gewöhnlichen Kapillarendothel dadurch unterschieden, daß es zwischen den Endothelzellen und mit diesen zusammenhängend ein sehr ursprüngliches und veränderliches Grundhäutchen besitzt, dessen Permeabilität von der des gewöhnlichen höher differenzierten und selbständigen Kapillargrundhäutchens verschieden sein mußte. Das sehr ursprüngliche Verhalten der retikulo-endothelialen Gefäßwandung dürfte auch die bei der Milz im Gegensatz zu anderen Organen stets erfolgreiche Homotransplantation ermöglichen. — Die argyrophilen Fasern und Fibrillen der weißen und roten Pulpa setzen sich durch Abzweigung in die Sinuswand, das arterielle System, in die kollagenen Bündel der Kapsel und Trabekel und der Venen fort.

Der Aufbau der weißen wie der roten Pulpa erscheint durch die Eigenheiten des Gefäßsystems sehr verwickelt und veränderlich. Im verschieden geformten, langgestreckten *Hilus* der Menschenmilz bilden von der dortigen Kapsel abgehende Trabekelröhren um die muskelkräftigen Äste der *A. lienalis**, um die in deren Adventitia verlaufenden Nerven und Lymphgefäße, und um den seitlich davon liegenden

*) Die *A. lienalis* als Stamm ist beim Menschen eine *A. gastro-pancreatico-omentalis* und dementsprechend gewöhnlich der stärkste Ast der *A. coeliaca*. Die Verästelung der Milzarterie und die Form des Milzhilus zeigen gewisse klassifizierbare Regelmäßigkeiten. Die *A. lienalis* ist

Venenast eine *Gefäßscheide*, die sich samt ihrem Inhalt im Organinnern noch mehrfach gabelt. Noch in Hilusnähe trennen sich die Gefäßscheidenarterien und ihre adventitiellen Begleiter von den dann allein bleibenden Venen, so daß die Gefäßscheide bald als *Arterienscheide* bzw. *Venenscheide* unterschieden werden könnte. Die in den Gefäßcheiden liegenden Gefäßabschnitte heißen entsprechend *Trabekelarterie* bzw. *Trabekelvene*. Letztere, als Gefäßscheidenvene zunächst noch mit derselben Wandung wie die Hilusvenen versehen, stellt schließlich als Trabekelvene nur noch ein vom Balken umgebenes Endothelrohr dar. Da sich die Balkenarterien beim Menschen öfter gabeln als die Balkenvenen, sind sie auch häufiger im Schnittbild anzutreffen. Die Arterien von 0,1 bis 0,2 mm Durchmesser verlassen die Balkenscheiden und verlaufen dann, sich noch mehrfach aufzweigend, als *Pulpaarterien* in die Pulpa, wo sich bald Lymphozyten in ihre Adventitia einlagern (*Lymphscheidenarterie*). Von diesen Arterien zweigen kleinere Äste in die rote Pulpa ab, die ebenso wie die groben nicht anastomosieren und schließlich in 3 bis 4 von derselben Aufteilungsstelle ausgehende (sog. *Penicillus*) *Pulpaarteriolen* übergehen.

Die *weiße Pulpa* der reifen Menschenmilz besteht aus *Lymphscheiden* um die Arterien und Arteriolen und aus *Lymphknötchen* (*Malpighische Körperchen*). Letztere entwickeln sich auf der Grundlage eines jeweils neugebildeten Gefäßsystems vorwiegend in den Astwinkeln der mittleren Lymphscheidenarterien. Die peripher im Follikel verlaufende *Follikelarterie* ist nicht unmittelbar an der Versorgung des Knötchens beteiligt, sondern gibt Gefäße ab, die dem Knötchen eine äußere und innere Kapillarversorgung sichern. Erstere besteht aus den gegen das Knötchen rückläufig werdenden Kapillaren eines Teiles des Penicillus und denen der sog. *Hofarterie* und ist unabhängig vom Entwicklungszustand des Follikels konstant vorhanden. Die inneren Gefäße des Follikels setzen sich aus radiären, von einer bogenförmigen ArterienSchlinge ausgehenden Kapillaren zusammen. Sie bestehen nur im lymphoblastischen Blütestadium des Lymphknötchens. Die sehr engen Kapillaren beider Gebiete lassen hauptsächlich nur Blutplasma passieren und münden alle ohne Bildung von Kapillarahülsen in die Retikulumgänge der Knötchenrandzone aus, wobei sie vielfach gegeneinander gekehrt sind. So dürften in der Knötchenrandzone eigenartige Stromverhältnisse durch einen dauernd das Knötchen umspülenden Plasmastrom gegeben sein, die für die Stoffwechselaufgaben des Lymphgewebes bedeutungsvoll sein müßten.

Die weiße Pulpa erreicht in beiden Anteilen bereits kurz nach der Pubertät ihre höchste quantitative Ausbildung. Danach macht sie die frühzeitige, wenn auch langsam einsetzende allgemeine Involution des Körperlymphgewebes mit, die bis etwa zum 50. Lebensjahre nicht auffällig ist. Knötchen, vor allem *Sekundärknötchen*, finden

physiologischerweise schon in der Jugend eigenartig geschlängelt und gelegentlich gewunden, weil sich die Milz bei jeder Volumenzunahme dem Abgang der *A. lienalis* aus der *A. coeliaca* nähern muß. Auf der Grundlage der Windungen können frühzeitige und charakteristisch lokalisierte Altersveränderungen und auch pathologische Prozesse auftreten. Die Milzarterie und ihre Äste scheinen besonders bei der Frau und während der Schwangerschaft unter wechselnden hormonalen und nervösen Einflüssen zu stehen, woraus sich die bei Frauen viel häufigeren Gefäßveränderungen mit ihren Folgen (Aneurysmen, Infarkte, Blutungen, Rupturen) erklären könnten. Ebenso wie die *A. lienalis* selbst haben auch alle ihre extra- und intralienalen Äste eine besonders dicke muskulöse Media, während die Elastika in einer sehr ausgeprägten, zumeist mehrschichtigen *Elastica intimae* vertreten ist, die noch in den Arteriolen deutlich bleibt und erst ganz zuletzt an ihnen zu schwinden scheint. Dieser Bau des Arterienbaumes ist indessen an einzelnen Abschnitten, zunächst wohl den Aufzweigungsstellen, verändert. Die Arterien können dem oft plötzlich wechselnden Organvolumen nach Länge, Querschnitt und Tonus sofort angepaßt werden. Sie können die Strombahn an vielen Stellen zeitweilig teilweise oder ganz sperren. Diese Fähigkeit dient dem Rhythmus des Milzkreislaufes.

sich ganz vorwiegend in jugendlichen Milzen; sie sind später spärlich, fehlen im hohen Alter. Auch die beim Kind und Jugendlichen dicken und kontinuierlichen Lymphscheiden sind späterhin schmaler, immer häufiger streckenweise unterbrochen und asymmetrisch um die Arterien angesammelt. Im hohen Alter bestehen nur noch inselförmige Reste der Lymphscheiden. Während zunächst fast $\frac{1}{3}$ der menschlichen Milz aus Lymphgewebe besteht, beträgt sein Anteil an der Erwachsenenmilz nur noch etwa 15 bis 20%, um vor allem nach dem 50. Jahre weiterhin schneller abzunehmen. Die Menschenmilz zählt als Stoffwechselmilz in jedem Alter zu den vergleichsweise lymphgewebsreichen Säugermilzen.

Die aus den immer noch sehr muskulösen und elastischen präkapillaren Arteriolen der Penicilli hervorgehenden gestreckten engen *arteriellen Kapillaren* sind im Verlaufe von etwa 0,2 mm von einer schmalen *Kapillarröhre* aus hauptsächlich faserig verdichtetem Retikulum umscheidet, dessen Zellkerne die zentral gelegene *Hülsenkapillare* in 2 bis 3 Lagen umgeben. Die artlich mannigfach geformten Kapillarrhülsen sind bei den meisten Säugern stärker und länger als beim Menschen, beim Schwein am mächtigsten; den Nagern fehlen sie. Demnach scheinen die Hülsen stärker in den retikulurreichen, schwächer in den sinusreichen Milzen entwickelt. Die Kapillare gabelt sich gelegentlich noch in der Hülse, wobei diese entsprechende Fortsätze haben kann. Die Mächtigkeit der Kapillarrhülsen ist unabhängig vom Alter, auch individuell verschieden, in ein und derselben Milz aber die gleiche. Stets finden sich hier und da mit dem Kapillarlumen zusammenhängende Lücken im *Hülsenretikulum*, desgleichen weiße, und seltener als bei manchen Tieren auch rote Blutkörperchen.

Die Funktion der Kapillarrhülsen wird noch immer uneinheitlich beurteilt, wozu ihr artlich verschiedenes Aussehen verleitet. Vielfach werden die Hülsen als Filterorgan für Blutplasma angesprochen, andererseits sollen sie als Sphinkteren am Ende des arteriellen Schenkels der Strombahn den Zufluß regulieren bzw. unter Umständen völlig abriegeln können. Daneben sind in der ganzen Tierreihe die phagozytierenden und speichernden Eigenschaften der bald mehr im Verband, bald freier auftretenden Hülsenzellen erwiesen. So erscheinen sie als spezialisierte Histiozyten mit besonderer Stoffwechselleistung.

Aus den Kapillarrhülsen treten etwa 60 bis 90 μ lange, gestreckt verlaufende *arterielle Endkapillaren* aus, deren Lichtung im durchspülten Organ weiter ist als die der Hülsenkapillaren. Diese letzte arterielle Wegstrecke dürfte erweiterungsfähiger als die proximaler gelegene sein. Die arteriellen Endkapillaren stellen im histologischen Präparat, in dem sie unter lang-trichterförmiger, seltener ampullärer Erweiterung ihrer Lichtung in die Retikulumgänge der roten Pulpa eingehen, das milzspezifische Ende der arteriellen Bahn dar, wenn das Retikulum zunächst außer Betracht bleibt. Sie bestehen aus langen flachen, durch Querverbindungen zusammenhängenden Endothelzellen, die durch ein Gitterfasernetz abgestützt sind.

Die venöse Bahn beginnt mit spezifisch gebauten weiten Kapillaren, den *Milzsinus*, deren Netz den größten Teil der roten Pulpa der Menschenmilz einnimmt. Vielfach liegen die Sinus unmittelbar umfassend den Kapillarrhülsen an. Die um die Sinus liegenden Retikulumgänge und -röhren formen wie die unterhalb der Kapsel um die Trabekel und Milzknötchen gelegenen, besondere Strom-, speziell wohl Zu- und Abflußwege für die Sinus. In diese Abflußwege öffnen sich die arteriellen Endkapillaren. Das *Endothel* der Sinus geht in der Säugerreihe aus einem zunächst ungeordneten, flächenhaften Retikulum hervor, das durch fortschreitende Umordnung beim Menschen und den Primaten schließlich am regelmäßigsten gebaut ist. Dabei haben sich die Zelleiber der Retikulumzellen zu Längsleisten mit nur spärlichen Querverbindungen und in der Stromrichtung liegenden ovalen Kernen differenziert.

Die lichtungwärts vorspringenden Kerne dieser *Sinusendothelzellen* sind oft breiter als die Zelleiber. Der faserige Anteil des ursprünglichen Retikulums ist an den Sinus zu in konstanten Abständen angeordneten, die Sinusendothelien von außen reifenartig zusammenhaltenden *Ringfasern* geworden, die nur selten durch schräge kurze Fasern verbunden sind und besonders dicke Bündel von Retikulumfibrillen darstellen. In den Lücken zwischen den Sinusendothelien lassen sich ebenso wie in den Retikulumaschen elektronenoptisch feinste protoplasmatische und fibrilläre Züge, Membranen, nachweisen, die in dieser Größenordnung sehr vergänglich sein dürften. Diese funktionell als semipermeabel zu betrachtenden Membranen verfeinern sich scheinbar bis in makromolekulare Bereiche. Sie sind ein primitives, noch im Endothelzellenverband steckendes Grundhäutchen, das die Permeabilität der Sinus für Flüssigkeit und Zellen bestimmt. So gesehen erscheint das eigenartig differenzierte Sinusendothel, obwohl vom Retikulum herleitbar, als ein anatomisch und funktionell in sich geschlossener Anteil des Milzgefäßsystems, der mehr ist als nur der Beginn des venösen Schenkels des Milzkreislaufes; er scheint diesem vielmehr zur besonderen Veränderung des Blutes vorgeschaltet.

Der *Milzkreislauf* dient in einer rhythmisch wechselnden *Arbeitsteilung* jeweils nur zum kleinsten Teil der Erhaltung des Organs, zum größten Teil dessen mannigfachen Aufgaben. Dabei ist jeweils ein Teil des Sinusnetzes als *Stromsinus* durch Vermittlung der dem Sinus zugeordneten Retikulumwege temporär an den arteriellen Schenkel des Milzkreislaufes angeschaltet. Diese zeitweise passierbare Bahn stellt wie anderswo den Ernährungsstrom dar, den das sonst unveränderte Blut von der Arterie zur Milzvene auf dem kürzesten Wege durchmißt. Durch diesen Ernährungsstrom können gleichzeitig in der Milz angesammelte und gebildete Zellen und Stoffe ausgeschwemmt werden. Andere Sinusstrecken füllen sich gleichzeitig dadurch mit Erythrozyten, daß zunächst die Einmündungen der Pulpa- in die Balkenvenen geschlossen werden, während die abhängigen Sinusstrecken von der arteriellen Seite her mit Blut angefüllt und gedehnt werden. Dabei fließt das Blutplasma dauernd durch das Grundhäutchen des Sinusendothels auf den perisinuösen und peritrabekulären Retikulumwegen in die Venen und längs der periarteriellen Lymphgefäße ab. Das Blutplasma könnte teilweise auch schon durch die Lücken der Kapillarröhren einzelnen Abflußwegen zugeführt werden. In dieser *Speicherphase* wird das Blut durch die aktive Tätigkeit des Retikuloendothels in Plasma und Erythrozyten gesondert und durch Abströmen des Plasmas auf etwa die Hälfte eingedickt, so daß die Erythrozyten in den Sinus zusammengepackt werden; die Hämoglobinwerte des Pulpablutes betragen bis zu 187%. Der arterielle Zustrom hört nach Füllung der Sinus schließlich durch Betätigung eines wohl in der Kapillarröhre oder auch in der Pulpaarteriole zu suchenden arteriellen Sphinkters auf. Die gespeicherten Erythrozyten können jetzt stunden- und tagelang verweilen. Die *Entscheidung* erfolgt durch Öffnen der beiden Sphinkteren und durch nachfolgende Leerspülung der Speichersinus von der arteriellen Seite her. Der Speichersinus wird wieder zum Stromsinus, die Speicherphase weicht der Durchströmungsphase. Die Erythrozyten bleiben in den Speichersinus abgesehen von ihrer physiologischen Alterung sonst unverändert. Eine Zerstörung von Erythrozyten durch die aktive Tätigkeit des Retikuloendothels ist nicht erwiesen. Die Milz ist als einziger Erythrozytenspeicher des Säugerorganismus beim Menschen lange nicht so kreislaufwirksam wie bei Säugern mit ausgeprägter Speichermilz. In Milzen, denen Sinus fehlen, übernehmen die Retikulumwege deren Aufgabe; entsprechend könnte von einem *Speicherretikulum* bzw. der Speicherphase des Retikulums gesprochen werden. — Andere Sinus- bzw. Retikulumwege können gleichzeitig mit Blut angefüllt werden, ohne daß das Plasma abfließt und bleiben dann ebenso aus dem Kreislauf ausgeschaltet wie die Erythrozytenspeicher. Blutplasma und Blutkörperchen werden in diesen *Arbeitsinus* bearbeitet, verändert, was sich morphologisch in Diapedese, Phagozytose, Makrophagenbildung ausdrückt. Diese Vorgänge können als Teilerscheinung der Antikörperbildung und der Aussonderung gealterter Erythrozyten aufgefaßt werden. Schließlich kann die Arbeitsphase ebenso beendet werden wie die Speicherphase.

Das Bestehen der Durchströmungs- und Speicherphase scheint durch Lebendbeobachtung gesichert. Der *Arbeitsrhythmus* des Retikuloendothels der Milz ist von seinem Tonus, d. h. auch von der Innervation abhängig. Ein Nachlassen dieses Tonus bedingt eine Rhythmusstörung, die bei Infektionskrankheiten zu charakteristischen Milzkreislauferscheinungen führt, die unter dem Begriff der *Milzdekompensation* beschrieben wurden. Bei septischen Infekten ist neben dem R.E.S. auch das Trabekelnetz weniger erregbar, so daß sich die Milz unter passiver Dehnung in ihren Arbeitssinus stark mit Blut anschopt (*reflektorische Milzkreislauf-Dekompensation*). — Der Sinus-

und Retikuluminhalt wird durch initiale Kontraktion des R.E.S. und nachfolgende des Trabekelnetzes in die Milzvene entleert. Der *Lymphweg* spielt dabei als Nebengeleise mit Stapelmöglichkeit im abhängigen, oft besonders gebauten Lymphknotengebiet, weniger bei der Menschenmilz, mehr bei einigen Tiermilzen eine Rolle. Es gibt charakteristische pathologische Erscheinungen, die diese Bedeutung der periarteriellen Lymphwege auch der Menschenmilz vor allem bei chronischen Pfortaderstauungen erweisen. Die periarteriellen Plexus sind in der an und für sich lymphgefäßarmen Menschenmilz viel stärker als die spärlichen weitmaschigen subserösen Netze der Kapsel und erstrecken sich bis zu den Milzknötchen. Beide Plexus dürften in die Pulparäume übergehen.

Bei der Menschenmilz kann man wegen der geringen Trabekelmuskulatur kaum von Kontraktion der Trabekel als etwas Aktivem, sondern eher von Ausdehnung und Zusammenziehung als vorwiegend Passivem sprechen. Das beim Menschen in den Sinusendothelien sehr geordnete R.E.S. ist für den Kontraktionsvorgang bedeutungsvoller als das muskelarme Trabekelnetz. Die Verarmung an Trabekelmuskulatur ist wahrscheinlich sogar eine Voraussetzung für die immer stärkere quantitative und qualitative Ausbildung des Sinusnetzes und seine immer straffere räumliche Anordnung und abgestimmten Durchmesser. Bei den Säugern ist eine gleichmäßig fortschreitende gegensinnige Entwicklung des Sinus- und Trabekelnetzes festzustellen. — Die quantitative und qualitative Zusammensetzung des in den Pulpa- und kleineren Balkenvenen naturgemäß noch aus verschiedenen unvermischten Anteilen bestehenden Milzvenenblutes wird jederzeit vom Verhältnis der entleerten Strom-, Speicher- und Arbeitssinus bestimmt und wechselt dementsprechend sehr.

Das durch nervös-humorale Reflexe gesteuerte Verhalten der muskelkräftigen Arterien beherrscht den Milzkreislauf. *Größe, Form, Konsistenz und Farbe* der ganzen Milz und ihrer einzelnen verschieden großen Abschnitte sind in ihrem oft schnellen und starken Wechsel jeweils das Produkt der wechselseitig bedingten reflektorischen Tätigkeit der Arterien, des Trabekelnetzes und der Arbeitsteilung des R.E.S. der Pulpa. Die biologischen Vorgänge in der Pulpa regeln reflektorisch die Blutzufuhr entsprechend dem funktionellen Zustand eines mehr oder weniger großen Parenchymabschnittes, der sich keineswegs an die Grenzen des sog. anatomischen Milzläppchens zu halten braucht.

Die als kurze Verbindungsstrecke zwischen Sinus und Balkenvenen eingeschobenen *Pulpavenen* bestehen als geschlossenes Endothelrohr, leiten also zum gewöhnlichen Kapillarendothel der Vene über. Sie münden an den engen, wahrscheinlich verschlußfähigen *Stigmata Malpighi* in die Balkenvenen ein. Die sich spitzwinklig zu immer größeren Venen vereinigenden Balkenvenen sind lediglich einfache in die Trabekelsubstanz eingelassene Endothelrohre. Erst in den Gefäßcheiden erhalten die Milzvenenäste hiluswärts zunehmend eine eigene muskelschwache, dreischichtige Wandung, was auch für die relativ weite *Milzvene* selbst gilt.

Die fetale Milz ist etwa bis zur Schwangerschaftsmitte abnehmend *blutbildendes Organ* und beherbergt bis zu dieser Zeit alle Vorstufen der Erythrozyten und Granulozyten und mit letzteren zusammen auch Megakaryozyten. Während sich die myeloische Zytologie der roten Pulpa bei Säugern, deren Milz zeitlebens Blutzellen bildet, mehr oder weniger erhält, kommen Bildungszellen in der normalen Milz des Neugeborenen und Erwachsenen kaum noch vor. Eine myeloische Metaplasie der roten Pulpa gehört bei gewissen Blutkrankheiten zum Krankheitsbild. Da die Milz immer Lymphozyten bildet, die in die rote Pulpa abwandern, enthält auch ein *Milzpunktat* beim Menschen regelmäßig 80 bis 90% Lymphozyten, der Rest besteht aus Erythrozyten, reifen Granulozyten — unter denen die Eosinophilen gewöhnlich angereichert sind — Retikulum- und Endothelzellen, Monozyten, Makrophagen und Serosazellen. Ganz gelegentlich finden sich auch Bildungszellen der Granulozytenreihe, die örtlich in der Pulpa entstehen. In den Trabekeln sind außer Fibrozyten Gewebsmastzellen gefunden worden. Die immer zahlreichen Blutplättchen sollen von den Sinusendothelien, bei winterschlafenden Tieren sogar periodisch, gebildet werden.

Das Verhalten der extra- und intralialen *Milznerven*, die Segmentinnervation der menschlichen Milz und ihre Körperzonen sind nur annähernd bekannt. Durchschnittlich entstammen die *Rr. lienales* (5 bis 14) hauptsächlich der linken Seite des *Plexus coeliacus*, ferner bilden die *Nn. splanchnici major et minor*, gelegentlich auch

das *Ganglion semilunare sinistrum* — das rechte aber nur ganz ausnahmsweise und dann schwach — und dessen Zweige zur Nebenniere *Rr. lienales* bzw. Milznerven. Umgekehrt können von den *Rr. lienales* auch Äste zur linken Nebenniere abzweigen. Beim Hund und der Katze ist die Versorgung der Milz mit sensiblen Fasern nur von der linken Körperhälfte her auffällig. — Die *Rr. lienales* sind parallel dem Vorliegen des konzentrierten oder dispersen Typus des *Plexus coeliacus* mehr oder weniger zahlreich, sehr unterschiedlich dick, von feinsten Fäden bis zu 1 bis 1,5 mm. Sie konfluieren reichlich anastomosierend (*Plexus lienalis*) schließlich zu dickeren, weniger zahlreichen Zweigen, *Rr. lienales*. Anastomosen zwischen den *Nn. vagi* und dem *Plexus lienalis* sind teils beschrieben, werden teils bestritten. Gewöhnlich tritt der rechte *N. vagus* oberhalb des Abganges der *Rr. lienales* in den *Plexus coeliacus* ein. — Die Milznerven, die stets nur mit der Arterie verlaufen, liegen dieser meist seitlich, viel seltener ventral und dorsal an. Das stets von Ganglienzellen freie, aus bis zu 20 Ästen bestehende Milzgeflecht ist um so ausgeprägter und kräftiger, je länger der das Geflecht beherbergende Milzhilus ist. In einzelnen Fällen, in denen der *Plexus lienalis* fehlt, verlaufen die Nervenzweige mit den Arterien fast ohne zu anastomosieren in die Milz, so daß am Milzhilus ebenso wie beim *Plexus coeliacus* ein konzentrierter oder ein disperser Typus der Nervenverteilung vorliegen kann. — Der individuelle, je nach Alter und Art so verschiedene Aufbau der Eingeweidegeflechte scheint weder topographisch noch funktionell zufällig zu sein. Die kurzen, vorzugsweise subperitoneal mit den Gefäßen von Organ zu Organ ziehenden Äste sind vielmehr mit den Nebennieren verbunden und in ihrer variablen Ausbildung vom Entwicklungszustand und der Dispersität des Nebennierensystems abhängig. Dieses konzentriert sich mit dem Alter und bedingt dadurch eine Vermehrung der kurzen Bahnen, die daher bei den Arten und den Altersstufen mit vollendet ausgebauten Nebennieren maximal ausgebildet zu erwarten sind. — Die Hauptmasse der *Milzkapselnerven* entstammt den *Hilusnerven*. Die Fasern für die *Facies renalis* kommen hauptsächlich von den neben den Arterien laufenden Hilusgefäßen, während die periarteriellen Fasern die *Facies gastrica* versorgen. Die Kapsel der *Facies diaphragmatica* erhält Nerven aus dem *Lig. phrenicocolienale*, in dem je nach Entwicklungszustand Nerven vorhanden sein oder fehlen können. Ist es lang und gefäßreich, so verlaufen die der abdominalen Fläche des Zwerchfells entstammenden Nerven mit den Gefäßen, können neben sympathischen Fasern auch noch solche des *N. phrenicus* führen. — Im ganzen innerviert der *Plexus lienalis* die linke Hälfte des *Corpus pancreatis*, die Milz, das *Lig. gastrolienale*, den *Fundus ventriculi* von der *Cardia* bis zur Mitte der *Curvatura major* und den linken Teil des großen Netzes.

Die *Milzanlage* entsteht bei menschlichen Feten von etwa 7 bis 11 mm Gesamtlänge, wohl unter Beteiligung von abwandernden Zellen des darüber liegenden Zölomepithels, als dichte Mesenchymmasse in einer präformierten Anschwellung des *Mesogastrium dorsale*. Die Anlage grenzt sich schrittweise vom Mesenchym des *Mesogastrium dorsale* und dem Zölomepithel ab. Dieses behält über der Milzanlage seinen primitiven Charakter viel länger bei als anderswo. Bei Embryonen von 50 mm Sch.St.L. beginnt die Entwicklung der Milzkapsel; unter dem Peritonealepithel lassen sich azanblaue Fäserchen darstellen. Bei 85 mm Sch.St.L. treten zwischen diesen Fibrillen spindelförmige als Myo- und Fibroblasten aufzufassende Zellen auf; bei 120 mm Sch.St.L. ist die Kapsel bereits gut differenziert, und die Trabekelanlagen sind sichtbar. — Während die Anlage noch in der 5. Fetalwoche eine einfache Anhäufung rundlicher Mesenchymzellen ohne nachweisbare Beteiligung von Gefäßen darstellt, tritt bei etwa 0,8 cm N.S.L. ein feines als Vorläufer eines Kapillarnetzes zu deutendes Spaltensystem auf. Die in der 5. bis 7. Woche (N.S.L. 1,13 bis 1,50 cm) innerhalb der Milzanlage auftretenden Gefäße lassen sich bis zur Aorta bzw. Pfortader verfolgen. Wie überall sind dabei im Venensystem primäre von den Arterien unabhängige und mehrere sekundäre die Arterien begleitende Venen unterscheidbar. Die primäre *V. lienalis* ist ein mächtiger Ast der *V. portae*, der nur ab und zu mit dem Venengeflecht im Pankreas zusammenhängt und im Milzhügel einen ausgedehnten Venenplexus, dessen Zweige

nahe der Oberfläche laufen, bildet. In Begleitung der *A. lienalis* zieht ein weiteres aus kleineren anastomosierenden Pfortaderästen bestehendes sekundäres Venengeflecht zur Milz, aus dem später die *V. lienalis* entsteht. Da diese Venenäste mit den Arterien vom Hilus gegen die Milzoberfläche vordringen, kreuzen sie sich mit den Ästen der primären Milzvene nahezu senkrecht. Beide venösen Geflechte anastomosieren reichlich im Milzinnern und sind auch vor dem Hilus durch eine starke Anastomose verbunden. Während zunächst die primäre überwiegt, wird das Blut beim Erwachsenen ausschließlich der sekundären Vene zugeleitet. Wahrscheinlich kommt beim Menschen kein geschlossener venöser Milzkreislauf zustande, weil sich die Venen nur in Form blind endigender Kapillarbuchten in die Anlage einsenken. — Die *A. lienalis* dieser frühen Stadien bildet am Hilus mit der *A. gastropiploica sinistra* eine Gefäßschlinge, die vier Äste in die Milz schickt. Die Ausbildung der Arterien bleibt zunächst weit hinter der der Venen zurück, so daß die Milzanlage zuerst als retikulierter Blindsack des Pfortadersystems erscheint. Die relativ dicken Arterienäste gehen unvermittelt in dünne sich im Parenchym verlierende Kapillaren über, die keine Beziehung zu den Venen haben. In diesem Stadium ist die Arterienwandung außerhalb des Endothelrohres mesenchymal, die Venen sind einfache Endothelrohre, die Venenplexus Mesenchymspalten. Das übrige Parenchym ist undifferenziertes Mesenchym. Im 2. bis 4. Monat wachsen vor allem die Gefäße heran, bilden sich die Sinus. Bei Sch.St.L. von 2,4 cm hat die Milz schon ihre äußere Gestalt. Die Frage, ob die wachsenden arteriellen Kapillaren durch eine Umordnung des zwischen den Sinus liegenden, jetzt schon retikulären Mesenchyms erfolgt, oder ob ein Sprossungsvorgang vorliegt, ist offen. Die sich schnell ausbreitenden Venenplexus sind mit reichlich kernhaltigen und vereinzelt kernlosen Erythrozyten gefüllt, die dort entstanden sind. Nur unter der Kapsel bleibt noch eine dichte undifferenzierte Mesenchymschicht. Zu Beginn des dritten Monats erhalten die Hilusarterien eine Adventitia aus feinen Faserzügen mit zwischen-gelagerten Zellen; die arteriellen Kapillaren bekommen einen Mantel aus jungen mesenchymalen Retikulumzellen, aus denen sich stellenweise die Kapillarröhren differenzieren. Im subkapsulären Mesenchym entwickeln sich als feinste Faserzüge mit Zellreihen die Trabekel. Bis zum Ende des dritten Monats mißt die stark wachsende Milz 0,6 : 0,6 : 0,2 cm. Der Arterienbaum differenziert sich von proximal nach distal. Die Endothelauskleidung der Sinus stellt sich nur sehr langsam ein. Hier finden sich herdförmig verteilt blutbildende Zellen. Am Ende des vierten Monats fehlen noch das Lymphgewebe und die Sinusendothelien; das Retikulum ist fast noch rein zellig, in seinen Maschen liegen vielfach noch Normoblasten und Myeloblasten. Mit der Differenzierung der Sinus geht eine lebhaft Myelopoese einher, die bei Feten von 18 cm ihr Maximum hat, bei solchen von 24 cm schon viel geringer, und bei solchen von 30 cm unbedeutend ist. Die Sinuslichtung bildet sich wahrscheinlich so, daß ein großer Teil der Zellen bei der Umwandlung des ursprünglich sehr engporigen Mesenchyms in ein grobporiges vollständig aus dem Gerüst losgelöst wird und sich zu Hämozytoblasten ausdifferenziert. Über die weitere Ausdifferenzierung der Milz in späteren Fetalmonaten und nach der Geburt fehlen eindeutige und umfassende Übersichten.

B. Die Entwicklung der Milz

1. Die Entwicklung und Histogenese der Milz

Eine Reihe teils sehr eingehender Arbeiten kann über die noch immer vorhandene Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse auf einem wenig bearbeiteten und offenbar schwierigen Gebiet nicht hinwegtäuschen.

Léon (1932) untersuchte bei Salmoniden (*Trutta fario*, *Salmo iridens*, *Salmo salar*) das Auftreten und die *Histogenese* der Milzanlage. Er wollte klären, ob in die zunächst gefäßfreie Milzanlage wie beim Hühnchen (vgl. *Dantschakoff*; zit. bei *Hartmann*, 1930) später Venen und dann auch Arterien eindringen, oder ob die Milzanlage wie bei Knochenfischen (vgl. *Laguesse*; zit. bei *Hartmann*, 1930) von Anfang an mit der *V. subintestinalis* in Verbindung steht. Bei Embryonen von 10 mm erscheint die Milzanlage als Endothelverdichtung der *V. subintestinalis*. Die zunächst 0,3 mm messende Verdickung zieht an der linken Seite des Darmes entlang und mißt bei *Trutta fario* von 20 mm Länge schon 0,5 mm. Die Verdichtung entsteht in der Vene dorsal durch Endothelproliferation, an der sich die äußeren Wandteile nicht beteiligen. Sehr schnell gewinnt jetzt das vordere Milzende dadurch, daß sich die kranialen Milzteile mehr und mehr von der Vene lösen und entfernen, die kaudalen aber immer mit ihr verbunden bleiben, seine endgültige Gestalt und Größe. Hierdurch bildet die Milzanlage mit der Vene einen nach kaudal immer offener werdenden Winkel. Während dieser Ablösung bildet sich die *V. pancreatico-lienalis* und führt das Milzblut in die *V. subintestinalis*. An gewissen Stellen berührt die Milz fast das Pankreas, was

