

(A. mikr. Anat. u. Entwgsch. 95. 1921). — Wetterdal (Anat. H. 59. 1921). — Wiederheim, Die Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879. — van Wijhe (Niederl. A. Zool. 5. 1882). — Willer (Zool. Anz. 51. 1920). — Wischniewski (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 77. 1925). — Woodland (Proc. Zool. Soc. London 1906). — Derselbe (Zool. Anz. 35. 1910). — Woollard (Proc. Zool. Soc. London 1925). — Yakura (Vgl. Jahresbericht. Lit. 1910. N. F. 16. 1912). — Young and Robinson, The Vascular System in Cunninghams Textbook of Anat. 4. Edit. Edinbg. 1917. — Zarnik (Anat. Anz. 24. 1904). — Zeiger (Beitr. Anat. Physiol. u. Path. von Ohr, Nase u. Hals. 19. 1923). — Zeissler (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 79. 1926). — Zuckerkandl (Dkschr. Kais. Ak. Wien. Math.-natwiss. Kl. 68. 1899). — Zumbstein (Anat. H. 6. 1896). — Derselbe (Anat. H. 10. 1898).

2. Literatur zum Anhang: Dotter- und Plazentarkreislauf. (Vgl. auch das von Dottersack und Plazenta handelnde Kapitel)

Alexandrowski (Jb. Kindhk. 84. 1916). — Anthony (A. de Zool. exp. et génér. 57. 1918 [Lit.]). — Bäumlner (Zbl. Herz- u. Gefäßkrankh. 11. 1919). — Bonnet (Lehrb. d. Entwgsch. 3. Aufl. Berlin 1918). — Böttcher (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 68. 1923). — Bremer (Am. J. of Anat. 19. 1916). — Broman, Normale und abnorme Entwicklung. Wiesbaden 1911. — Derselbe (Erg. d. Anat. u. Entwgsch. 21. 1913). — Bürger (Zschr. wiss. Zool. 82. 1905). — Corning (Lehrb. d. Entwgsch. d. Menschen. 2. Aufl. Wiesbaden-München 1925). — Duval, Atlas d'Embryologie. Paris 1888. — Faber (A. Anat. u. Entwgsch. 1912). — Flynn (Quart. J. of Micr. Sc. 67. 1923). — Fontan, Le canal d'Arantius, étude anat., développement etc. Thèse de Lille 1911. — Fromberg (Arb. a. d. Path.-anat. Inst. Tübingen. 9. 1914). — Gadow u. Selenka (Vögel. Bronns Klassen u. Ordn. d. Tierreichs. 6. Abt. 4. T. 2. Leipzig 1893). — van Gelderen (Zool. Anz. 66. 1926). — Gérard (J. de l'Anat. et de la Physiol. 36. 1900). — Giacomini (Monit. Zool. Ital. 1891). — Derselbe (Mem. R. Ac. Bologna. IV/3. 1906). — Goodman (Med. Bull. 23. 1910). — Goodrich (Proc. Roy. Soc. London. Ser. B. 89. 1916). — Grosser, Vergl. Anat. u. Entwgsch. d. Eihäute u. d. Plazenta. Wien 1909. — Derselbe (in Halban-Seitz: Biol. u. Path. d. Weibes. Bd. 6. Berlin-Wien 1925). — Harrison and Weekes (Proc. Linn. Soc. of New South Wales. 50. 1925). — Hartman (Anat. Rec. 19. 1920). — Hertwig (Lehrb. d. Entwgsch. d. Menschen. 10. Aufl. Jena 1915). — Herxheimer (in Schwalbe: Morph. d. Mißbild. 3. T. Jena 1910). — Hill (Quart. J. of Micr. Sc. 40. 43. 1897. 1899). — Derselbe (Quart. J. of Micr. Sc. 56. 1910). — Hinze, Üb. d. Verschluss d. Foramen ovale d. Herzens. Diss. Berlin 1893. — Jordan (Am. J. of Anat. 26. 1919). — Kaufmann (Lehrb. d. spez. path. Anat. Bd. 1. 8. Aufl. Berlin-Leipzig 1922). — Kolster (Erg. d. Anat. u. Entwgsch. 16. 1907). — Lillie, The Development of the Chick. New York 1908. — Linzenmeier (Zschr. Geb. u. Gyn. 76. 1914). — Mělka (Anat. Anz. 61. 1926). — Mossman (Am. J. of Anat. 37. 1926). — Nierstrasz (in: Vergl. Anat. d. Wirbeltiere [Ihle-van Kampen-Nierstrasz-Versluys]. Berlin 1927). — O'Donoghue (J. of Anat. 51. 1917). — v. Oettingen (A. Gyn. 129. 1926). — Parsons-Schaeffer (J. of exp. Med. 19. 1914). — Patten (Anat. Rec. 30. 1925). — Peaslee (Am. Medical Monthly. 1854). — Pfeiffer (Virchows A. 167. 1902). — Pohlman (Anat. Rec. 3. 1909 [Lit.]). — Derselbe (Zschr. Morph. u. Anthr. 24. 1924). — Preyer, Physiol. d. Embryos. Leipzig 1885. — Reid (Edinb. Med. a. Surg. J. 43. 1835). — Richter (Virchows A. 205. 1911). — Rückert (A. mikr. Anat. 95. 1921). — Schauder (Anat. Anz. 50. 1917). — Schauderinsland (in Hertwigs Handb. d. vergl. u. exp. Entw. Bd. 1. Jena 1906). — Selenka (Studien z. Entwgsch. d. Tiere. 4. Wiesbaden 1887). — Sternberg (Zool. Anz. 68. 1926). — Steward (Anat. Rec. 25. 1923). — Strahl (in Hertwigs Handb. d. vergl. u. exp. Entw. Bd. 1. Jena 1906). — Tandler (in Bardelebens Handb. d. Anat. d. Menschen. Bd. 3. Jena 1913). — Thom (Virchows A. 230. 1921). — Virchow (Int. Beitr. z. wiss. Med. 1. 1891). — Vogt (Fortschr. a. d. Gebiete d. Röntgenstr. 28. 1923). — Ziegenspeck, Welche Veränderungen erfährt die fötale Herztätigkeit d. d. Geburt? Diss. Jena 1882. — Derselbe (Samml. klin. Vorträge. Ser. 14. H. 11. 1905). — Derselbe (Gyn. Rdsch. 16. 1910).

#### Nachtrag.

##### 1. Zum Kapitel Venensystem.

Dubowik (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 85. 1928). — Eales (Tr. Roy. Soc. Edinbg. 61. 1929). — Gladstone (J. of Anat. 64. 1929). — Grodziński (Mém. Ac. Polon. d. Sc. e. d. Lettr. B. 1928). — Derselbe (Bull. Ac. Polon. d. Sc. e. d. Lettr. B. 1929). — Kimball (Am. J. of Anat. 42. 1928). — Leene and Vorstman (Tijdschr. Ned. Dierk. Vereenig. III/3. 1930). — Lloyd (Proc. Zool. Soc. London 1928). — O'Donoghue and Abbot (Tr. Roy. Soc. Edinbg. 55. 1928). — Reagan (Quart. Review of Biol. 4. 1929). — Spanner (Morph. Jb. 63. 1929). — Wicke (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 84. 1927).

##### 2. Zum Anhang: Dotter- und Plazentarkreislauf.

van Gelderen (Geneesk. Bladen [Haarlem] 26. 1928). — Derselbe (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 87. 1928). — Gyllensvärd (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 84. 1927). — Kellogg (Am. J. of Anat. 42. 1928). — Weekes (Proc. Linn. Soc. New South Wales. 52. 1928).

## VII. Lymphgefäßsystem<sup>1)</sup>.

Von Franz Weidenreich, Frankfurt a. M.,  
Hermann Baum (†), Leipzig und Alfred Trautmann, Hannover.

Mit 53 Abbildungen im Text und einer farbigen Tafel.

### 1. Allgemeiner Teil.

(Weidenreich.)

#### α) Einleitung.

Als primäres Gefäßsystem hat, wie in dem einleitenden Abschnitt zu der allgemeinen Morphologie des Gefäßsystems auseinandergesetzt wurde, ein Hämolymphe-system zu gelten. Die Sonderung in ein Blut- und Lymphgefäßsystem ist demgemäß als eine sekundäre Differenzierung zu betrachten. Geht man von den Verhältnissen bei den Säugetieren aus, so kann als Lymphgefäßsystem nur ein Röhrensystem bezeichnet werden, das weder Blut (d. h. rote Blutkörperchen) führt noch unmittelbar in die Zirkulation eingeschaltet ist. Die Lymphgefäße erscheinen als reine Zubringbahnen zum Zirkulationssystem; sie sind nur Abfuhrwege und die in ihnen transportierte Flüssigkeit stammt aus dem umgebenden Gewebe; präformierte zuleitende Bahnen existieren nicht.

Die Verbindung des Lymphgefäßsystems mit dem Blutgefäßsystem geschieht durch Einmündung in die Venen. Sie findet nach Kampmeier (1919) im allgemeinen an drei bestimmten Körperregionen statt: in einem vorderen, einem mittleren und einem hinteren Körpergebiet. Die vordere oder juguläre Einmündungsstelle ist in allen Fällen vorhanden, die beiden anderen haben stets nur akzessorischen Charakter. Bei den geschwänzten Amphibien (Urodelen und Gymnophionen) ist die mittlere Verbindung metamer und reicht von der Jugularis zur Kaudalregion. Bei gewissen Säugetierordnungen (platyrrhinen Affen, Marsupialiern, Rodentiern) beschränken sie sich auf einige Stellen: Verbindungen von Lymphgefäßen des Mesenteriums und der hinteren Extremität mit den Nierenvenen bzw. der unteren Hohlvene (Huntington 1910, Sylvester 1912, Job 1918). Bei den Vögeln sind solche mittlere Verbindungen im Gebiet des Leibeshöhleingangs und der anstoßenden Teile der Leibeshöhle von Baum (1930) nachgewiesen worden. Die hintere oder kaudale Verbindung ist den Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln eigen und vielleicht auch den Säugetieren im Embryonalzustand. Stets stellt aber die vordere juguläre Verbindung in

<sup>1)</sup> Die Darstellung über das Lymphgefäßsystem der niederen Wirbeltiere, speziell der Fische (Cyclostomen, Elasmobranchier und Knochenfische) gründet sich auf eigene Untersuchungen, die ich dank der Hilfe der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft an der Zoologischen Station in Neapel (1925) und der Biologischen Station des Bergen-Museums auf Herdla (1926) ausführen konnte. Außer der Notgemeinschaft bin ich Herrn Prof. Dr. R. Dohrn in Neapel und Herrn Prof. Dr. A. Brinkmann in Bergen für ihre weitgehenden Unterstützungen zu besonderem Dank verpflichtet. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse konnte infolge persönlicher Verhältnisse zum Teil — namentlich soweit das Chylusystem in Frage kommt — nicht mehr durch mich selbst erfolgen. Ich habe sie Herrn cand. phil. nat. Georg Glaser übertragen, der in einer demnächst erscheinenden eigenen Abhandlung darüber berichten wird. Seine Resultate haben in der vorliegenden Zusammenstellung schon Berücksichtigung gefunden. Auch viele Einzelbeobachtungen über Blutzellen und Blutbildungsorgane der genannten Fischgruppen, die in die Darstellung des Allgemeinen Teils des Gefäßsystems verarbeitet worden sind, entstammen dem Neapeler und Herdlaer Material.

allen Fällen die Hauptverbindung dar, da die zu ihr führenden Lymphstämme viel mehr als die anderen den Charakter von Sammelkanälen haben. Bei den Säugetieren kommen im einzelnen viele Varianten der jugularen Einmündungsweise vor, die im allgemeinen in den „Venenwinkel“ am Zusammenfluß der großen Venenstämme (Bartels 1909) erfolgt.

Abgesehen von diesen Hauptverbindungen werden aber auch direktere Einmündungen kleinerer Lymphgefäße in regionale Venen behauptet. Baum (1911) hat z. B. bei einer Injektion in die Gelenke vom Rind und nachfolgender Bewegung die Füllung eines direkt in die Vena cephalica mündenden Lymphgefäßes beobachtet. Nach demselben Autor sollen auch Vasa efferentia der Lymphknoten direkt in Venen übergehen können, doch ist in diesem Fall auch an die Möglichkeit zu denken, daß es sich um Lymphknoten ohne Lymphgefäße handelt und die vermutlichen Lymphgefäße Venen waren (s. Allgemeiner Teil des Gefäßsystems, Blutlymphknoten S. 445). Auch für die Lymphgefäße der Serosa der Leber gibt Baum (1922) solche direkten Verbindungen mit den Venen des Pfortadersystems an.

An den Einmündungsstellen der Lymphgefäße in die Venen können Lymphherzen zur Ausbildung kommen. Eine konstante Einrichtung stellen sie nicht dar. Bei den Fischen fehlen sie und nur bei gewissen Familien der Physostomi sind sie in Form eines kaudalen Herzens vorhanden. Bei den Amphibien sind sie dagegen eine charakteristische Einrichtung, die zum Teil entsprechend den zahlreichen Verbindungen der Lymphgefäße mit dem Venensystem metameren Charakter haben (Gymnophionen, Urodelen). Bei den Reptilien sind Lymphherzen in allen Fällen vorhanden, aber auf die Kaudalregion beschränkt. Bei den Vögeln kommen in der gleichen Körperregion — wenigstens im erwachsenen Zustand — funktionierende Lymphherzen anscheinend nur den Ratiten zu, sonst fehlen sie oder sind zu bläschenartigen Gebilden reduziert (vgl. Baum 1930). Bei den Säugetieren fehlen sie wieder vollständig. Die embryonalen Verhältnisse weisen darauf hin, daß auch bei den Reptilien und Vögeln vordere bzw. vordere und hintere Herzen bestanden haben. Auf die als Lymphherzanlage gedeuteten jugularen Lymphsäcke bei Säugetierembryonen wird noch zurückzukommen sein (s. u. S. 757, 759).

Das Lymphgefäßsystem bildet ein völlig geschlossenes, überall durch Epithel abgegrenztes Raumsystem und steht an keiner Stelle mit „interstitiellem“ Gewebe mit Grenzflächen oder -spalten, mit der Leibeshöhle und deren Derivaten oder irgend welchen Organlücken in einem unmittelbaren Zusammenhang. Es besteht, wie schon im Allgemeinen Teil ausgeführt wurde, aus Gefäßen und aus weiten dünnwandigen Räumen (Scheiden, Sinus, Säcke, Zisternen), die überall unmittelbar ineinander übergehen. Diese Räume haben vornehmlich bei den niederen Wirbeltieren ein über große Teile des Körpers sich erstreckende Ausbildung erfahren und können — besonders im künstlich injizierten Zustand — monstruöse Ausdehnungen erreichen.

Unter normalen Verhältnissen sind diese Sinusräume aber nur mit wenig Flüssigkeit erfüllte Spalten, die durch Septen gekammert sein können. Meist reduzieren sich diese Septen sogar auf einzelne Balken oder Fäden, die die Räume durchsetzen.

Sinusbildungen finden sich vor allem da, wo Organe aneinanderstoßen, die verschieblich oder in ihrer Form inkongruent sind, z. B. bei den Knochenfischen unter dem Ansatz der paarigen Flossen oder zwischen dem Perikard und dem Kiemenmuskel oder in dem Gebiet des Bauchraums zwischen der hinteren Körperwand und den Eingeweiden, also an solchen Stellen, wo bei den höheren Wirbeltieren (Vögeln und Säugetieren) das Fett als Zwischenschicht und Polsterung Verwendung findet. Diese Reservoirbildung ist bei den niederen Wirbeltieren überall so ausgesprochen, daß man bei Injektionen des Lymphgefäßsystems zunächst an Ergüsse zwischen Muskeln, Nerven und Gefäße glaubt

(Jourdain 1867). Die Raumbildung hat hier offensichtlich die Aufgabe, den für die Bewegung nötigen Platz freizuhalten und die Verschieblichkeit zu erhöhen, ebenso auch den wechselnden Ausdehnungsverhältnissen der Lymphbahnen Rechnung zu tragen, wie das auch Tretjakoff (1930) für die Orbitalsinus und die venösen Sinus der Cyclostomen angibt.

Über das Zustandekommen der Räume liegen eine Reihe von Untersuchungen vor. Nach Gundelfinger (1907), Hoyer (1908) und Knower (1908) existieren an ihrer Stelle im embryonalen Zustand nur einfache Lymphgefäße. Diese wandeln sich zunächst durch Netzbildung in einen Plexus um und dieser wieder wird durch Erweiterung der Gefäße und Einschmelzung der Wände zu einem mehr oder weniger einheitlichen Raum. Nach Knower liegt auch den seitlichen subkutanen Rumpfsäcken ein einfacher lateraler Lymphstrang zugrunde. Damit wäre die Vermutung Ranviers (1896) über die Art der Entstehung dieser Räume bestätigt. Jedenfalls beruht die Bildung nicht auf einer Einbeziehung irgend welcher außerhalb des Systems selbst gelegener Spalten oder Lückensysteme. (Über den Bau der Scheiden, Sinus usw. siehe den Allgemeinen Teil des Gefäßsystems S. 407 ff.)

Die Bewegung der Lymphe geschieht wohl nur zum allerkleinsten Teil durch eine aktive Tätigkeit der Gefäßwände. Für die Scheiden und Räume kann dieses Moment kaum eine Rolle spielen. Hier geschieht die Fortbewegung indirekt durch die Bewegung der Muskeln bzw. des Körpers. Wie diese wirkt, kann man an den Myxinen sehen, deren schlängelnde Schwimmbewegungen das durchscheinende Blut in den subkutanen Säcken beständig hin und her schiebt. Da bei den niederen Wirbeltieren Klappen in den Lymphbahnen fehlen, gibt es noch keine sichere Abflußregelung. Daher muß es zu Stauungen in den Lymphräumen kommen, bis bei geeigneter Bewegung ein rasches Weiter- und Einströmen in die Blutgefäße statthat. Auf diese Stauungen mag es auch zurückzuführen sein, daß hier Blutbeimischungen in den Lymphgefäßen kein allzu seltener Befund sind. Vielleicht steht mit der Klappenlosigkeit auch das starke Ausdehnungsvermögen der Lymphbahnen in Zusammenhang; sie speichern, bis wieder eine Abflußmöglichkeit eintritt. Auch die Atmungsbewegung spielt als Fördermittel für die Lymphe eine sehr wichtige Rolle, worauf für die Fische (Kiemen- und Kieferbewegung) schon Jossifow (1906) aufmerksam gemacht hat.

Die Lymphherzen haben anscheinend nur die Aufgabe, den Abfluß in die Blutbahn kontinuierlicher zu gestalten, da ihr Ansaugungsvermögen gegenüber den großen Widerständen in den weiten Lymphräumen und den viel stärker wirkenden Muskelpressungen nur örtlich beschränkt sein kann. Dagegen üben sie durch ihren Kontraktionsdruck einen erheblichen Einfluß auf die Zirkulation in den Venen aus und unterstützen, soweit es sich um kaudale Herzen handelt, besonders den Nierenkreislauf. Sie stellen hier die zwischen den hinteren Körperkapillarkreislauf und den Nierenkreislauf eingeschalteten treibenden Kräfte dar, die größtenteils den typischen Pfortaderkreislauf bedingen (Spanner 1929). Daß sich bei Amphibien, Reptilien und zum Teil auch den Vögeln gerade die hinteren Lymphherzen erhalten haben, spricht in diesem Sinne.

Die Anwesenheit von Spalten oder Lücken im Körper, in Organen oder Geweben rechtfertigt an sich noch nicht, sie als genuine Bestandteile eines Lymphgefäßsystems aufzufassen, selbst wenn sie eine der Lymphe ähnliche Flüssigkeit enthalten. Voraussetzung ihrer Zugehörigkeit ist stets der Nachweis einer unmittelbaren, nicht durch irgend welche Stomata oder Stigmata vermittelten Verbindung. Wo ein solcher Zusammenhang nicht besteht, muß daran festgehalten werden, daß es sich um Räume handelt, die vom Lymphgefäßsystem unabhängig und ihm nur sekundär angegliedert sind. Man kann daher auch nicht das Cölom des Körpers als primären Lymphraum bezeichnen (Marcus 1908, 1911, 1926); denn bei allen Wirbeltieren steht die Cölohmöhle weder in der Entwicklung noch im ausgebildeten Zustand in direkter Verbindung mit

Lymphgefäßen. Die metameren Zusammenhänge bei Gymnophionen, die Marcus beschreibt, und die nur durch Stigmata vermittelt werden, sind keine konstante Erscheinung und müssen darum als sekundäre Angliederung aufgefaßt werden. Bei vielen Knochenfischen ist das Perikardialcölon von echten Lymphräumen, die sich zwischen dem Perikard und der Muskulatur einschließen, völlig umschlossen, ohne daß sie aber jemals mit dem Perikardialraum selbst kommunizieren.

#### b) Das Hämolympsystem der niedersten Wirbeltiere und die Ausbildung des Lymphgefäßsystems.

##### a) Leptocardier und Cyclostomen.

**Leptocardier.** Aus der oben gegebenen Definition des Lymphsystems folgt, daß man bei den Leptocardiern nicht von Lymphgefäßen oder Lymphräumen sprechen kann. Denn weder die in den Metapleuralfalten beschriebenen Höhlungen noch die zwischen den Muskelfasziolen und der Chordahülle gelegenen oder die die dorsalen Aortenstämme umgebenden „Lymphräume“ und „Lymphkanäle“ stehen mit dem auch hier in sich geschlossenen Zirkulationssystem in einer direkten Verbindung.

**Cyclostomen.** Auch die Frage, ob den Cyclostomen ein Lymphgefäßsystem zukommt, hängt von der Definition dieses Begriffes ab. Hier wird die Klärung dadurch erschwert, daß sich in ihrem Körper zahlreiche Hohl- und Spalträume finden, die in der Regel mit Blut gefüllt sind, ohne daß es bis jetzt gegliedert wäre, die Art ihrer Verbindung mit dem Gefäßsystem einwandfrei nachzuweisen (vgl. Tretjakoff 1926). Zu diesen Räumen gehören vor allem die Kopfsinus, die tiefen Venensinus im Kiemengebiet, die peribranchialen Räume, die Schwanzsinus sowie die subkutanen Blutsäcke der Myxinoideen. Für die tiefen Venensinus gibt Tretjakoff (1926, 1927) an, daß sie einerseits durch ein weitmaschiges Kapillarnetz mit den Arterien in Verbindung stünden, andererseits sich durch weite Fortsätze in die Vena cardinalis anterior öffneten. Auch die peribranchialen Räume sind nach Tretjakoff echte, mit den übrigen Sinus verbundene Venensinus, die an der allgemeinen Zirkulation teilnehmen. Aber da gelegentlich mehr Plasma als Blutkörperchen in ihnen vorhanden sind, meint Tretjakoff, daß die Verbindungsgänge die Blutflüssigkeit von Zellen abfiltrieren. Diese schon früher von Mozejko (1912) behauptete Verbindung wird allerdings von Grodziński (1926) bestritten. Vialleton (1903) hat in den „interstitiellen Räumen“ der Lamprete stets Blut festgestellt, glaubt jedoch dieses Vorkommnis auf eine Verletzung beim Fang zurückführen zu können. Auch Jackson (1901) spricht davon, daß bei Injektionen von Bdellostoma die Injektionsmasse die Neigung hätte, in die Kiemensäcke und die subkutanen Räume „auszutreten“. Am eingehendsten hat sich Allen (1907, 1914) mit den Sinusräumen der Cyclostomen und ihren Beziehungen zum Blut- bzw. Lymphgefäßsystem befaßt. Die Räume unter der Haut, die sich über den ganzen Körper erstrecken, sind nach ihm den Lymphsäcken der Amphibien vergleichbar. Sie kommunizieren dorsal und ventral mit Gefäßen, die den Inhalt zu den Kaudalherzen und Kaudalvenen leiten. Obwohl sie stets Blut enthielten, konnte Allen doch keine direkte Verbindung mit den Arterien nachweisen; er neigt daher zu der Vermutung, daß die roten Blutkörperchen in den Sinusräumen selbst gebildet werden könnten. Außer diesen Räumen beschreibt Allen noch einen bluthaltigen Abdominalsinus, der parallel mit der Aorta verlaufe und mit besonderen Interkostalgefäßen, die noch neben echten arteriellen und venösen Interkostalgefäßen vorhanden seien, in Verbindung stünde.

Auf Grund dieser Beobachtungen kommt Allen zu dem Schluß, daß die Cyclostomen keine distinkten Lymphgefäße hätten, daß aber die Venen eine lymphatische Funktion ausübten und sich dann in der Phylogenese zu wirklichen Lymphgefäßen differenzierten. Die von ihm beschriebenen Bahnen und

Räume bezeichnet Allen als „veno-lymphatisch“. Cole (1913, 1915) schließt sich dieser Deutung an; er hält die Sinusräume weder für Blut- noch für Lymphräume, sondern für eine Mischung von beiden. Im Gegensatz hierzu spricht Grodziński (1926) den Myxinoideen ein wirkliches Lymphgefäßsystem zu; sie hätten ein Kaudalherz, und da dieses bei den Knochenfischen zum Lymphgefäßsystem gehöre, sei damit auch die Existenz eines Lymphgefäßsystems erwiesen. Daß das Kaudalherz hier Blut führe, sei belanglos, denn das käme auch bei den Fischen vor. Doch sind die Angaben Grodzińskis über die lymphatischen Verbindungen des Kaudalherzens nicht überzeugend. Die von Favaro (1905/06) hier als Venen beschriebenen zuführenden Venae caudales pares erklärt er für Lymphgefäße, da sie beim freigelegten Herzen am lebenden Tier, wo sie zunächst rot sind, also mit Blut gefüllt seien, allmählich blaß würden. Aber an anderer Stelle betont Grodziński ausdrücklich, daß von einem Lymphgefäßsystem bei Cyclostomen fast gar nichts bekannt sei.

Bei der Beurteilung der Frage nach der Natur all dieser Räume ist bisher ein Moment nicht genügend gewürdigt worden. Das ist die Frage nach ihrer Entstehung. Wenn die Angaben, die Tretjakoff (1927) über die Bildung der Schlund- und Stempelsinus bei Ammocoetes macht, richtig sind, gehen sie aus einem dichten Plexus von Venen durch Einschmelzen der Wände hervor, also ebenso wie Lymphsinus und -säcke der Anuren (S. 747). Damit wäre aber ihr Gefäß-, d. h. ihr Blutgefäßcharakter erwiesen und von irgend welchen interstitiellen Gewebsspalten könnte nicht mehr gesprochen werden. Wie ich in dem allgemeinen Teil schon ausführte, bleibt also als einzige Möglichkeit für eine ungezwungene Deutung nur die, das Gefäßsystem der Cyclostomen in Übereinstimmung mit Ewart (1878), Favaro (1905/06), Allen (1907, 1914), Mozejko (1912) und Cole (1913, 1925) als ein Hämolympsystem zu betrachten, das in allen seinen Teilen Blut, d. h. auch rote Blutkörperchen, führt. Wie die bei den Cyclostomen zu besonderer Ausbildung gelangenden Spalt- und Hohlräume des Körpers sich mit dem Gefäßsystem im einzelnen verbinden, ist noch nicht sicher. Die subkutanen Säcke der Myxinen sind stets mit Blut gefüllt (eigene Beobachtungen am lebenden, frisch gefangenen Tier). Außerdem sind sie vom Kaudalherz aus zu injizieren, wie sich auch umgekehrt die Venen bei Injektion der Räume füllen (eigene Injektionen). Es muß demnach eine direkte Verbindung mit dem Gefäßsystem vorhanden sein. Für die Vermutung Allens, daß die roten Blutkörperchen in den Räumen selbst entstehen, spricht nichts; sie ist zudem angesichts der Menge der in ihnen enthaltenen Blutkörperchen und dem Fehlen von Blutbildungsgewebe in ihnen außerordentlich unwahrscheinlich. Es kommen demnach nur zwei Möglichkeiten in Frage: Entweder bestehen doch Kommunikationen mit den Arterien bzw. den Blutkapillaren im Sinne Tretjakoffs oder aber die Räume sind Venenblindsäcke, die als Blutspeicher dienen, wie es neuerdings Tretjakoff (1930) für die orbitalen Sinus der Amphibien angibt. In jedem Falle sind die Bluträume der Cyclostomen, besonders die subkutanen, Spezialdifferenzierungen, ähnlich den Lymphsäcken der Anuren, nur daß sie bei den ersteren mit einem Hämolympsystem in Zusammenhang stehen.

Für diesen primären Hämolympsystem-Charakter des Gefäßsystems der Cyclostomen spricht aber noch ein anderer Umstand. Nach Dubovik (1928) soll sich das Lymphgefäßsystem der niederen Wirbeltiere aus einem Doppelsystem zusammensetzen: 1. einem Darm-Kiemensystem, dessen Gefäße sich in der Wand des Darmtraktes entwickelten und 2. einem Körperwandsystem, dem System der Kardinalvenen. Das eigentliche Blutgefäßsystem ginge aus dem Darm-Kiemensystem (Herzsystem) hervor, das Lymphgefäßsystem aus dem Körperwandsystem (Kardinalvenensystem). An dieser Formulierung scheint mir nur richtig zu sein, daß das primäre Gefäßsystem als Verteilungsbahn der aufgenommenen Nahrungsstoffe an den Darm gebunden ist. Bei den Cyclostomen zeigt nun gerade der Mitteldarm, wie im Allgemeinen Teil des Gefäßsystems (S. 423) erörtert wurde,

ein besonderes Gefäßorgan in Form der perienteralen Fettscheide, die als Vorläufer einer Milz- und Knochenmarkbildung angesehen werden darf. Die Blutgefäße, in deren Wand hier auch die Blutzellen entstehen, dienen zugleich dem Abtransport der resorbierten Nahrung; denn ein eigenes Chylusssystem existiert, wie schon Mozejko (1913) feststellte, bei den Cyclostomen nicht; sie sind demnach Blut- und Chylusgefäße zugleich, d. h. Hämolymphegefäße.

#### β) Elasmobranchier und Knochenfische.

Daß die eben gegebene Deutung allein möglich ist, ergibt sich aus den Verhältnissen bei den Fischen. Die Frage, ob den Fischen ein Lymphsystem zukommt, ist in sehr verschiedener Weise beantwortet worden. Das lag nicht nur an der Schwierigkeit des Problems, sondern vor allem daran, daß man die Befunde, die bei Elasmobranchiern gemacht wurden, ohne weiteres auch auf die übrigen Fische und speziell auf die Teleostee übertrug, und umgekehrt. Bezeichnend ist hierfür die Darstellung Bartels (1909). Es muß gleich hier mit aller Bestimmtheit betont werden, daß der Nachweis eines gesonderten Lymphgefäßsystems, wie wir es von den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugtieren kennen, für die Teleostee eine absolut gesicherte Tatsache ist. Anders liegen dagegen die Dinge bei den Elasmobranchiern.

Die Möglichkeit eines verschiedenen Verhaltens von Elasmobranchiern und Teleosteen in dieser Beziehung ist den ersten Untersuchern der Lymphgefäße nicht bewußt geworden. Hewson (1769) fand Lymphgefäße des Körpers sowie Chylusgefäße bei Schellfisch, Dorsch, Scholle, Steinbutt und auch bei Rochen. Monro (1785) konnte die Befunde Hewsons an den gleichen Tieren in den wesentlichen Punkten bestätigen. Aber schon Fohmann (1827), der außer Teleosteen auch Rochen untersuchte, erwähnt, daß bei Injektionen sich hier außer Lymphgefäßen auch Venen füllen, woraus er auf engere Zusammenhänge zwischen beiden Gefäßarten schloß. Hyrtl (1843), der nur Knochenfische zur Verfügung hatte, gab an diesen eine besonders eingehende Darstellung des Seitengefäßsystems und seiner kaudalen und kranialen Verbindungen. Diese Gefäße glaubte nun Robin (1845) zuerst auch bei Rochen und Haien als Lymphgefäße nachweisen zu können. Aber als er späterhin bei Injektionen in ihnen Blutgerinnsel und rote Blutkörperchen fand, erklärte er (1867) die Seitengefäße für Venen und bestritt daraufhin wenigstens die Existenz oberflächlicher Lymphgefäße bei den Fischen; diesen kämen nur viszerale Lymphgefäße zu. Auch Stannius (1854) behandelte die Fische als Einheit, so daß er die besonders von ihm bei *Silurus* und *Cottus* gefundenen Lymphgefäße auch für charakteristisch für die Elasmobranchier hielt.

Später hat sich Sappey (1880) wieder eingehend mit den Lymphgefäßen der Fische (Teleostee, Rochen und Haie) beschäftigt. Trotzdem ihm aus der Literatur bekannt war, daß über die Zugehörigkeit der Seitengefäße der Elasmobranchier zum Lymphgefäßsystem seit Robin Zweifel bestehen, erklärt er sie wiederum für Lymphgefäße, die, wie er glaubt, durch Vermittlung eines kommunizierenden Blut- und Lymphkapillarsystems mit den Venen in Verbindung stünde. Für diese Auffassung Sappeys war vor allem maßgebend, daß er bei der mikroskopischen Untersuchung die feinen, durch Injektion dargestellten Gefäße „des Rochens“ mit den von Leydig (1852) beschriebenen „turbanähnlichen Körperchen“ (s. den Allgemeinen Teil des Gefäßsystems S. 415) besetzt fand. Da Leydig diese Gebilde für Lymphherzen erklärt hatte, hielt Sappey durch ihre Anwesenheit die von ihm dargestellten Gefäße genügend als Lymphgefäße legitimiert. Hiergegen hat sich vor allem wieder P. Mayer (1887, 1917) gewandt. Er zeigt, daß die Leydigschen Körperchen keine Lymphherzen, sondern sphinkterenartige Bildungen sind (S. 415), die an zweifelsfreien Arterien und Venen vorkommen, und leugnete darum wieder in Übereinstimmung mit Robin (1867) und Parker (1887) die Existenz ausgesprochener Lymph-

gefäße bei den Elasmobranchiern, wenigstens soweit die Körperwand bzw. die Haut in Frage kommt. Jedes Hautgefäß ist nach ihm entweder eine Arterie oder eine Vene oder eine Kapillare. Doch glaubt P. Mayer, daß der Inhalt wechsele und zu gewissen Zeiten Blut, also rote Blutkörperchen, oder Lymphe oder ein Gemisch von beiden führe.

Im wesentlichen bezogen sich alle diese divergenten Angaben auf die Gefäße der Körperwand, speziell die oberflächlichen Lymphstämme unmittelbar unter der Haut. Nun hatte schon Robin (1867) Lymphgefäße des Darms, also Chylusgefäße, bei Torpedo beschrieben, die er für echte Lymphgefäße hielt. Sappey hat bei „Rochen“ gleichfalls Darmlymphgefäße feststellen wollen. Doch P. Mayer (1888) hegt auch Zweifel an der Wirklichkeit dieser Lymphgefäße, und Neuville (1901), der alle bisher bei den Elasmobranchiern nachgewiesenen Chylusbahnen für erweiterte Venen erklärte, verstärkte diese Zweifel. Demgegenüber hat Vialleton (1902/03) bei Torpedo marmorata durch Injektion ein schon von Robin erkanntes Darmgefäßsystem festgestellt, das sich nach ihm zum Teil oberflächlich unter dem Peritoneum, zum Teil in der Tiefe der Schleimhaut ausbreite, aber nie in die Zotten bzw. in die Mukosafalten selbst verfolgbare wäre; es lasse sich unabhängig vom Venensystem injizieren und stehe weder mit der Pfortader noch auch mit den Arterien in direkter Verbindung. Die aus der Darmwand hervortretenden Gefäße sammeln sich in einen Mesenterialplexus und würden durch Vermittlung der Magen- und Ösophaguslymphgefäße in die Kardinalvenen einmünden. Vialleton erklärt die von ihm dargestellten Gefäße für echte Lymphgefäße, während er die von Sappey und anderen Autoren bei anderen Elasmobranchiern beschriebenen Lymphgefäße, besonders auch die oberflächlichen Körperwandgefäße, für Venen hält. In der Folge konnte Diamare (1913) gleichfalls bei Torpedo marmorata die Angaben Vialletons durch Injektionen bestätigen. Auch P. Mayer (1917) stimmt in seiner zweiten Arbeit Vialleton und Diamare zu. Zugleich aber äußert er sehr eigenartige Ansichten über die Natur dieser Lymphgefäße, auf die unten S. 754 eingegangen werden wird.

Nach den älteren Angaben in der Literatur käme danach den Elasmobranchiern im allgemeinen ein selbständiges Lymphgefäßsystem nicht zu. Sowohl die oberflächlichen Gefäße der Haut, die in erster Linie für Lymphgefäße gehalten worden waren, wie die übrigen Gefäße der Körperwand, wie endlich auch die Chylusgefäße des Darms wären in Wahrheit Venen. Nur bei Torpedo marmorata fände sich ein vom Blutgefäßsystem unabhängiges intestinales Lymphgefäßsystem, das in die Kardinalvene einmündet.

In neuerer Zeit hat nun Hoyer (1928) bei Haien (*Scyllium canicula*, vor allem Embryonen) bestimmte Gefäße als Lymphgefäße beschrieben, die auch schon vorher von P. Mayer (1888, Grynfeldt (1903), Favaro (1905/06), Allen (1913) und Diamare (1913) gesehen worden sind. Es handelt sich dabei um zwei beiderseits der Aorta im Hämalkanal verlaufende Längsstämme, die von der Schwanzgegend nach vorn verlaufen und in die Kardinalsinus einmünden. Sie stehen mit feinen, netzförmig zusammenhängenden Gefäßen der dorsalen Körperwand in Verbindung, die aus der Niere kommen (Pars renalis) und auch Gefäße aus der Muskulatur der Körperwand aufnehmen. Vom Kopf her gelangen gleichfalls in der Begleitung der Aorta zwei Stämmchen der Kiemenregion zu der Einmündungsstelle in die Kardinalsinus in der Gegend der Arteria subclavicularis. P. Mayer hat diese Gefäße, die nach ihm durch die Arteriae intercostales in segmentaler Verbindung mit der Aorta stehen und nach kürzerem oder längerem Verlauf in die Vena caudalis einmünden, als „Vasa vasorum“ der Aorta aufgefaßt. Grynfeldt nennt sie „Venae justaaorticae“, hält sie also für Venen. Favaro, der ihr Vorhandensein bei einer ganzen Anzahl von Haien konstatierte, bezeichnet sie als „Vasa intermedia“, da sie nach ihm zwischen Aorta und Vena caudalis eingeschaltet sind. Diamare

deutet sie dagegen als Lymphgefäße. Die Tatsache, daß sich diese Gefäße bei Injektion der Blutgefäße füllen lassen, sucht Hoyer damit zu erklären, daß die Gefäße der Selachier sehr zart wären und bei stärkerem Druck zerrissen, wodurch die Injektionsmasse von einem System in das andere gelange. Für ihre Verbindung mit Gefäßen des Darmtraktes beruft sich Hoyer auf Diamare und Vialleton, die sich jedoch ihrerseits nicht auf Befunde bei Haien, sondern auf solche von Torpedo stützen. Immerhin gibt Hoyer an, daß es ihm bei Scyllium nie geglückt sei, durch Einstich in die Darmwand Lymphgefäße darzustellen: stets hätten sich dabei die Venen gefüllt.

Zur Beurteilung der Frage, ob und inwieweit Lymphgefäße bei den Elasmobranchiern wirklich existieren, ist ein Vergleich mit denjenigen Tierformen nötig, die ihnen in ihrer Organisation am nächsten stehen und zweifellose Lymphgefäße

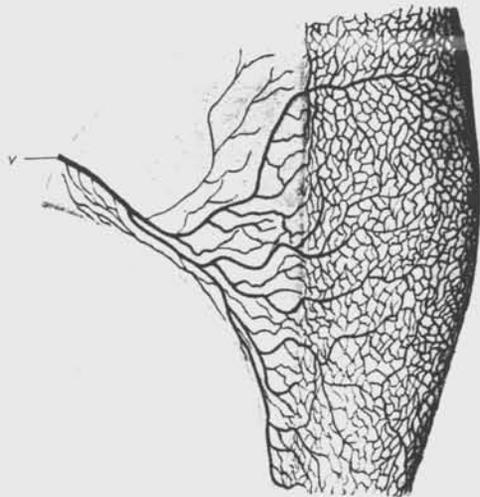


Abb. 577. Oberflächliches Kapillarnetz der Spiraldarmwand und ableitende Vene (Vena intestino-mesenterica) von *Catulus stellaris*. v Vene. Präparat Glaser.

besitzen. Das sind die Knochenfische. Wie schon hervorgehoben wurde und hier nochmals vorweg genommen sei — die spezielleren Verhältnisse werden weiter unten S. 761 ff. behandelt —, haben die Knochenfische ein wohlentwickeltes Lymphgefäßsystem, und zwar ein viszerales System und ein Körperwandsystem. Beide Systeme hängen untereinander zusammen und sind völlig unabhängig vom Blutgefäßsystem, d. h. sie sind von der arteriellen Seite her nicht injizierbar. Demgemäß führen sie kein Blut, sondern eine helle Flüssigkeit, in der verhältnismäßig wenige farblose Zellen suspendiert sind. Speziell am Darm läßt sich nachweisen, daß sich die Gefäße dieses Systems in ihrer Lage, ihrer Anordnung und ihren Beziehungen zu den Blutgefäßen wie die Chylusgefäße der höheren Wirbeltiere verhalten. Sie lassen sich sowohl durch

direkten Einstich in die Darmwand wie indirekt durch Injektion örtlich entfernter Lymphgefäße der Körperwand füllen, niemals aber durch Injektion der Blutgefäße. Die oberflächlichen und in ihrem Verlauf der Seitenlinie entsprechenden Seitengefäße, die in der älteren Literatur wiederholt dargestellt und beschrieben wurden (S. 762), sind in diesem Sinne gleichfalls typische Lymphgefäße; sie gehen in kraniale Sinusräume über, die ihrerseits wieder in die Vena cardinalis einmünden. Ganz anders liegen die Dinge bei den Elasmobranchiern<sup>1)</sup>. Sieht man von den Rochen und speziell von Torpedo ab, so läßt sich einwandfrei zeigen, daß bei den Haien ein gesondertes Chylusgefäßsystem nicht existiert. Bei Einstich in die Darmwand füllt sich in allen Fällen ein oberflächliches, anscheinend unter der Serosa gelegenes Kapillarsystem (Abb. 577), das in der gleichen Weise durch direkte Injektion in die Pfortader wie in die Äste der Vena cardinalis oder auch durch Injektion der Aorta dargestellt werden kann. Dieses System besteht aus engmaschigen Netzen sehr weiter Bahnen, die durchaus den Eindruck von Lymphbahnen machen.

<sup>1)</sup> Die Angaben gründen sich auf Untersuchungen und Injektionen von *Acanthias vulgaris*, *Catulus stellaris*, *Mustelus mustelus*, *Pristiurus*, *Scyllium canicula*, *Spinax niger*, *Torpedo marmorata*, *Torpedo ocellata*, *Raja clavata*, *Raja oxyrincha*, *Raja punctata*.

Besonders bemerkenswert sind die größeren Gefäße, in die sich dieses Netz fortsetzt. Zum Teil gehen sie in die Venae intestinales bzw. intrainestinalis und damit in die Pfortader über, zum Teil sammeln sie sich in einer Vena intestino-mesenterica (O'Donoghue 1914), die mit oder ohne Vereinigung mit den Genitalvenen in den Kardinalsinus mündet (Abb. 585). Art und Stärke dieser Kardinalvenenverbindung ist bei den Haien verschieden ausgebildet; sie kann in dem Darmgebiet, das sie umfaßt, mehr auf den Magen oder den Mittel- oder den Enddarm beschränkt sein. In jedem Falle besteht aber ein derartiger doppelter Abfuhrweg des oberflächlichen Kapillarnetzes. Diese Verbindung zwischen Darm- und Kardinalvenen ist von allen Autoren, die sich mit dem Gefäßsystem der Selachier befaßt haben, beschrieben worden: Parker (1887), Hochstetter (1888), Neuville (1901), O'Donoghue (1914) und Diamare (1916). Weiterhin ist auffällig, daß in der Darmwand außer diesem oberflächlichen Kapillarnetz (Taf. 5, Abb. 1cs) noch ein eigenes tiefes (cp) existiert, das die Falten der Darmschleimhaut erfüllt und durch die Venae intestinales (dorsalis und ventralis) bzw. intrainestinalis mit der Pfortader in Verbindung steht. Dieses Netz, das in seinem Aussehen und seiner Anordnung an die Blutkapillaren der Darmwand der höheren Wirbeltiere erinnert, anastomosiert durch die Muskelschicht hindurch mit dem zuerst geschilderten oberflächlichen (Glaser).

Das oberflächliche Netz entspricht dem Lymphgefäßnetz der Knochenfische. Allein es gehört bei Haien dem Blutgefäßsystem an und nur die Vena intestino-mesenterica erinnert in Verlauf und Gefäßverbindung an einen lymphatischen Truncus intestinalis.

In genau gleicher Weise verhalten sich die Seitengefäße der Selachier. Sie führen Blut (Robin 1867, Parker 1887, P. Mayer 1888, eigene Beobachtungen) und gehen kaudal in die Kaudalvene, kranial in den Sinus subscapularis über, der in den Kardinalvenensinus einmündet. Sie füllen sich sowohl bei arterieller wie bei venöser Injektion wie auch bei direktem Einstich in die Haut.

Somit ergibt sich die auffällige Tatsache, daß die gleichen Gefäßgebiete des Darmes wie der Körperwand, die bei den Knochenfischen Teile des Lymphgefäßsystems sind, bei den Haien dem Blutgefäßsystem zugehören. Bei der Beschreibung der Blutbildungsorgane wurde im Allgemeinen Teil des Gefäßsystems S. 422 ff. darauf hingewiesen, daß die Milz nach ihrer vermutlichen phylogenetischen Ableitung wie nach der Art ihres Gefäßsystems als ein primär in die Blutbahn eingeschaltetes Organ anzusehen ist, das stets ohne direkte Beziehungen zu dem Lymphgefäßsystem bleibt. Es wurde ferner am Beispiel des Leydigischen Organs des Ösophagus der Elasmobranchier gezeigt, daß es sich hierbei in seinem allgemeinen Aufbau um eine den Lymphknoten der höheren Wirbeltiere bzw. der weißen Milzpulpa gleichzusetzende Bildung handelt, nur mit dem Unterschiede, daß die in ihm enthaltenen Sinusräume dem Blutgefäßsystem zugehören, und gesonderte Lymphbahnen hier auch durch Injektion nicht nachweisbar sind.

#### 2) Die Sonderung des Lymphgefäßsystems.

Bei den Elasmobranchiern ist somit ein allgemeines und von dem Blutgefäßsystem gesondertes Lymphgefäßsystem weder in der Form von Chylusgefäßen noch von solchen der Körperwand nachweisbar. Die den Lymphgefäßen der Knochenfische und der übrigen Wirbeltiere entsprechenden Gefäßbahnen sind zwar auch bei ihnen vorhanden, aber sie gehören dem Blutgefäßsystem an (Robin 1867, zum Teil auch Vialleton 1902/03, Favaro 1905/06, Allen 1910, Mozejko 1913, eigene Beobachtungen). Dadurch sowie durch die Beziehungen dieses Systems zu den Blutbildungsorganen erweist sich das gewöhnlich als Blutgefäßsystem bezeichnete Kreislaufsystem der Elasmobranchier als ein noch ungeteiltes Hämolympfsystem, wie es für die Cyclostomen schon von

Allen (1914) charakterisiert wurde (S. 748). Die eigenartige Tatsache, daß die gleichen Gefäßbahnen bei den Elasmobranchiern noch Hämolympfbahnen oder in dem üblichen Sinne gesprochen „Blutgefäße“ sind, bei den Knochenfischen aber aus der Blutbahn ausgeschaltet und als Lymphgefäße erscheinen, gibt einen Fingerzeig dafür, wie man sich den Gang der Sonderung des Lymphgefäßsystems vielleicht vorstellen kann.

Allen (1914) meint, daß sich ein Teil der Venen, die ursprünglich (Cyclostomen) hämolympatische Funktion hätten, zu besonderen Lymphgefäßen differenzierten. P. Mayer (1917) glaubt, daß die Lymphgefäße bei den „Fischen“ ein Kreislaufsystem für sich bildeten, das nicht nur von der Peripherie zum Herzen, sondern auch in umgekehrter Richtung führe und dessen Inhalt, soweit keine Lymphherzen vorhanden wären, vom Herz aus getrieben würde. Er benennt sie darum „Mischblutbahnen“ oder „Weißadern“ und denkt sich, daß die „Körnchenzellen“, die er bei den Elasmobranchiern fand und die in den „Weißadern“ kreisen sollen, dabei als Ernährungszellen eine besondere Rolle spielten. Diese Zellen würden in dem Leydigischen Organ gebildet, in den „Körnchen“ werde die Nahrung gespeichert und dann wieder verflüssigt. Was diese „Körnchenzellen“ angeht, so hat sich Mayer hier geirrt; denn die Körnchenzellen sind typische eosinophile Leukozyten. Auch die Existenz eines neben dem Blutgefäß bestehenden, besonderen Kreislaufsystems innerhalb der Lymphbahn oder etwa ihm gleichzusetzender Bildungen ist von P. Mayer nicht nachgewiesen worden. Außerdem werden wieder Knochenfische und Elasmobranchier zusammengeworfen.

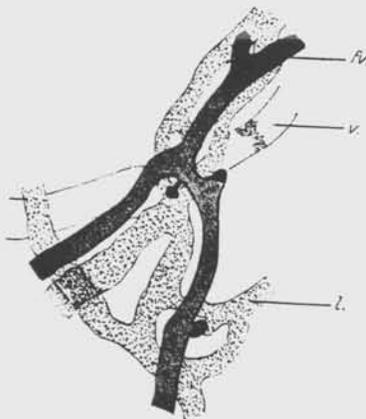


Abb. 578. „Fine vessel“ mit knopfartigen Verbindungen zum Lymphgefäß in der Schleimhaut der Zunge von *Lophius piscatorius*. fv. fine vessel. l. Lymphgefäß, v. Vene. Nach Burne 1927.

Tretjakoff (1926) hat den Gedanken P. Mayers aufgegriffen, wenn er auch das von diesem vorgebrachte Tatsachenmaterial in keiner Weise für ausreichend erklärt. Er meint, daß die mit Sphinkteren versehenen Gefäße der

Rochen und ebenso das Sinussystem der Cyclostomen ein „Kollateralgefäßsystem“ darstelle, das aus Arterien durch Vermittlung von Kapillaren das durch die Sphinkteren abfiltrierte und infolgedessen an Erythrozyten verarmte Blut zugeführt bekomme. Davon kann schon deswillen nicht gut die Rede sein, weil die Sphinkteren auch an Venen sitzen. Doch liegt diesen rein theoretischen Annahmen afferenter „Weißader“-Bahnen ein Gedanke zugrunde, den neuerdings Burne (1927, 1929) durch entsprechende Beobachtungen besser vertretbar gemacht hat, wenn auch in anderer Art als es sich P. Mayer und Tretjakoff vorstellten.

Burne beschreibt nämlich bei *Lophius piscatorius*, dem wie allen Knochenfischen ein eigenes Lymphgefäßsystem zukommt, in der Region des Kopfes und speziell der vorderen Körperhälfte ein netzbildendes System von „fine vessels“. Bei Injektionen zeigten sich an diesen „feinen Gefäßen“ in den Schleimhäuten des Kopfdarms kleine knopfartige Fortsätze, von deren Spitze wieder ein Gefäß ausgehe, das in ein Lymphgefäß einmünde (Abb. 578). Burne hält die Knöpfe für Klappen und nicht für Sphinkteren. Eine Injektion der Lymphgefäße durch diese „feinen Gefäße“ sei nur mit einer flüssigen, nicht dagegen mit einer körnigen Masse möglich. Normalerweise enthielten die feinen Gefäße Blut. In

einer weiteren Mitteilung (1929) gibt Burne an, daß er diese „fine vessels“ auch beim Dorsch nachweisen konnte, wo sie die Arterie des Kopfes und der Körperwand, aber nicht die der Eingeweide bekleideten. In der Schwanzregion seien die Gefäße mit den von P. Mayer beschriebenen „Vasa vasorum“ (S. 751) identisch. Sie stünden mit den Arterien in Zusammenhang und hätten auch eine arterielle Struktur, aber durch Injektion gelänge es nicht, eine allgemeine Verbindung mit den Arterien nachzuweisen, sondern nur Zusammenhänge mit den abführenden Kiemenfädengefäßen. Morphologisch bilde aber das Gefäß der „feinen Gefäße“ einen Teil des Arteriensystems. Eine Verbindung mit den Venen bestünde dagegen nicht. Burne deutet seine Befunde als eine beginnende Abtrennung des Lymphgefäßsystems vom Blutgefäßsystem.

Mit diesen „fine vessels“ Burnes scheinen die früher von Giacomini (1921/22) beschriebenen „Glomeruli vasali“ irgendwie in Beziehung zu stehen. Nach Giacomini finden sich bei Knochenfischen (Lophobranchiern und Süßwasserfischen) in der Adventitia der Arterien, besonders der Aorta und der segmentalen Interkostalararterien, eigentümliche Gefäßknäuel, die von sehr feinen, aus der Arterie stammenden Zweigen gebildet und mit den Malpighischen Körperchen der Niere verglichen werden. Das Vas efferens eines solchen Knäuels zeigt stets ein kleines Lymphgefäß, das mit den Abflußgefäßen der benachbarten Glomeruli ein größeres Stämmchen bilde, um dann in die großen Lymphgefäße oder direkt in eine Vene einzumünden. Nähere Angaben über die Beziehungen des Arterienknäuels zu dem Lymphgefäß werden allerdings nicht gemacht.

Vergleicht man die Verhältnisse bei den Haien mit denen der Knochenfische, so ergibt sich, daß ein bestimmter Teil der venösen, d. h. der hämolympatischen Bahnen zu Lymphgefäßen werden. Das wäre dann möglich, wenn die arteriellen Zuflüsse dieser Bahnen irgendwie unterbrochen werden könnten. Sind die Burneschen Angaben richtig, dann hätte sich noch bei den heutigen Knochenfischen trotz des schon durchaus selbständigen Charakters ihres Lymphgefäßsystems eine Einrichtung erhalten, die einer phylogenetischen, von dem Hämolympfsystem der Selachier zu dem Lymphgefäßsystem der Amphibien usw. führenden Übergangsform entspräche. Man könnte sich denken, daß gewisse Bahnen des Hämolympfsystems, z. B. das Seitengefäß- und oberflächliche Darmgefäßsystem, durch irgend welche Sphinkteren- oder Klappenbildungen in den zugehörigen arteriellen Bahnen zeitweise vom Blutzufuß abgeschnitten werden und daß schließlich diese zuführenden Bahnen veröden. Die Angaben, wonach gerade die genannten Systeme der Elasmobranchier gelegentlich kein Blut, sondern eine farblose Flüssigkeit enthalten sollen, fänden so ihre Erklärung. Allerdings sind die vorausgesetzten Absperrvorrichtungen histologisch und physiologisch noch nicht sicher nachgewiesen. Burne gibt von seinen „Knöpfen“ kein mikroskopisches Bild und ebensowenig Giacomini von seinen „Glomeruli vasali“. Die „turbanähnlichen Körperchen“ Leydigs, die zweifellos Sphinkterencharakter haben, kommen für diese Funktion kaum in Frage, da sie bisher nur bei bestimmten Rochen aufgefunden wurden, und gerade dort, wo man sie nach den Injektionsbefunden — Torpedo — erwarten sollte, nach P. Mayer (1888) und Tretjakoff (1926) nicht vorkommen.

Auch die Angaben, die Allen (1907) über die Knorpelganoiden (S. 782) macht, wonach in der Kiemenregion Arterien nicht in Venen, sondern in Lymphgefäße übergehen sollen und die gleichfalls der Nachprüfung bedürfen, sprechen im Sinne des teilweisen Fortbestandes einer arterio-lymphatischen Verbindung.

Die Ausschaltung des arteriellen Zuflusses für bestimmte Bahnen des Hämolympfsystems und ihre dadurch bedingte Umstellung zu Lymphgefäßen könnte die Befunde bei Torpedo verständlich machen. Wie ich selbst und Glaser in Übereinstimmung mit Vialleton und Diamare feststellte, kommen Torpedo marmorata und ocellata im Gegensatz zu den Haien und anderen Rochenformen selbständige Chylusgefäße zu. Ungeklärt bleibt, warum das

gerade hier der Fall ist. Die Befunde Hoyers bei Haien (*Scyllium*) sind dagegen schwerer deutbar. Denn nach Burne sollen die gleichen Gefäße, seine „fine vessels“, dem Arterien- und damit dem Blutgefäßsystem zugehören. Auch P. Mayer (1888) rechnet sie den Arterien zu und bildet ihre Einmündungsstellen in die Vena caudalis ab. Endlich bringt Giacomini seine „Glomeruli vasali“ mit den „Vasa intermedia“ Favaros, d. h. wieder mit denselben Gefäßen in Beziehung. Treffen diese Gleichsetzungen zu, dann könnte es sich in diesen „Vasa vasorum“ der Haie kaum um ausgesprochene Lymphgefäße handeln. Aber vielleicht liegt bei ihnen doch der Schlüssel zu dem Verständnis der Beziehungen zwischen Blut- und Lymphgefäßsystem und den ursprünglich arteriellen hämolympatischen Zuflüssen des letzteren.

### c) Die ontogenetische Ableitung des Lymphgefäßsystems.

Die Frage nach den allgemeinen Beziehungen des Lymphgefäßsystems zu dem Blutgefäßsystem hat auf Grund der Ergebnisse über die ontogenetische Entwicklung der Lymphgefäße eine ganz bestimmte Richtung bekommen (vgl. Huntington 1911, Sabin 1913, Hellman 1930, Kampmeier 1931).

Unter dem Einflusse der v. Recklinghausenschen Auffassung, daß die Lymphgefäße aus „Saftkanälchen“ des Bindegewebes ihren Anfang nehmen, kam man zu der Vorstellung, daß auch als erste Anlage der Lymphgefäße Mesenchymücken zu gelten hätten, die sich zunächst mit Epithel umkleiden und dann zu einem Netz- und Kanalsystem zusammentreten. So entstände das Lymphgefäßsystem als eine primär peripherische Anlage, die sich zentrifugal entwickle und erst sekundär Anschluß an das Blutgefäßsystem bzw. die Venen gewinne. Diese Auffassung ist in neuerer Zeit besonders von Huntington 1911, Huntington und Mc Clure 1907, Mc Clure 1915, Kampmeier 1919, 1931 u. a. vertreten worden.

Ihr steht eine andere gegenüber, die, auf der Ranvierschen Vorstellung einer stets geschlossenen Lymphbahn fußend, die Lymphgefäße als Sprossung schon vorhandener Bahnen aus den Venen hervorgehen und in zentrifugaler Richtung weiter wachsen läßt. Diese Anschauung hat ihre Hauptvertreterin in Sabin gefunden und Hoyer (1905 u. ff.) und seine Schüler haben sich ihr angeschlossen.

Die Theorie des zentrifugalen Auswachsens der Lymphgefäße kann sich auf zwei Beobachtungstatsachen stützen. Sabin (1901/02) zeigte zuerst durch Injektion an Schweineembryonen, daß hier Lymphgefäße an zwei Stellen paarig aus den Venen hervorgehen, nämlich an den Venae cardinales anteriores und an den Venen des Mesonephros. In beiden Fällen bilden sich zunächst sackartige Erweiterungen (Jugular- und Iliakalsäcke), aus denen dann die einzelnen Lymphgefäßstämme wieder hervorstrecken. Je älter der Embryo, um so größer ist das Areal der von diesen Säcken ausgehenden und injizierbaren Lymphgefäße. Die zweite Tatsache sind die Beobachtungen Clarks (1909), wonach im Schwanz der lebenden Froschlärven die Sproßbildung der Lymphgefäße direkt zu beobachten ist.

Die Vertreter der zentrifugalen Zusammenschlußtheorie machen demgegenüber geltend, daß mit Hilfe von Venen- oder Lymphsack-Injektionen Lymphgefäße nur insoweit dargestellt werden könnten, als sie den Anschluß an die Venen schon erreicht hätten, daß aber dadurch nicht erwiesen werde, daß außerhalb dieses Anschlußgebietes nicht schon isolierte Netzbildungen bestehen, die sich später erst angliedern (Huntington 1911). Sie können sich ihrerseits dabei auf die Feststellung berufen, daß in zahlreichen Körpergebieten solche isolierte Gefäßbildungen zweifellos nachweisbar sind.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Beziehung zu venösen Gefäßen. F. T. Lewis (1905) fand bei Kaninchenembryonen, daß der Ductus thoracicus entlang der Vena azygos aus einer Reihe lymphatischer oder epithelbegrenzter

Räume, die als Venenäste anzusehen sind, hervorgehe. Die gleichen Beobachtungen machten Huntington und Mc Clure (1907) bei der Katze. In neuester Zeit hat Kampmeier (1931) an menschlichen Embryonen diese Angaben im wesentlichen bestätigt und ergänzt. Nach ihm geht der Ductus thoracicus und die Cisterna chyli aus mesenchymatischen Spalten bzw. Räumen hervor, deren Randzellen sich durch den wechselnden Flüssigkeitsdruck im Innern zu einem Epithelbelag verdichten. Dabei entstünden die einzelnen Abschnitte des Lymphganges an Stellen von Venen des Azygosgebietes, indem diese zum Kollabieren und Schwund gebracht würden (Abb. 579). Auch der Jugularlymphsack soll sich nach Kampmeier auf der Grundlage eines ursprünglich venösen Plexus bilden.

Huntington (1911) hatte sich schließlich zu einer zweifachen Entstehungsweise des Lymphgefäßsystems bekannt: der eine Teil der Anlagen ginge aus Mesenchymspalten und ihrem Zusammenschluß zu epithelbegrenzten Bahnen hervor, der andere Teil werde von den aus den Venen sich differenzierenden Lymphsäcken gebildet, welche letztere ursprüngliche Lymphherzen wären. Der Jugularsack entspräche dem zervikalen, der iliakale dem lumbalen Lymphherz der Amphibien und Reptilien.

Das Gewicht der gesamten Tatsachen spricht mehr zugunsten der zentrifugalen Zusammenschlußtheorie als zugunsten der zentrifugalen Sprossungstheorie, wobei es gleichgültig ist, daß die erstere anfänglich ihre Begründung zum Teil aus der inzwischen als unhaltbar erkannten Saftlückentheorie ableitete. Es wird hierauf noch zurückzukommen sein. Aber um die Ergebnisse der Ontogenese für die Phylogenie zu werten, darf nicht übersehen werden, daß die ersten sicheren Lymphgefäßanlagen nur schwer von Venen zu unterscheiden sind. Sie entstehen nicht nur im unmittelbaren Anschluß oder als Ersatz von Venen (F. T. Lewis, Huntington und Mc Clure, Kampmeier — Abb. 579), sondern sie enthalten auch, wie alle Untersucher bisher betonten, mehr oder weniger rote Blutkörperchen oder sind von blutinselartigen Bildungen umschlossen oder begrenzt. Das ist bei den Säugetieren ebenso wie bei den niederen Wirbeltieren. Dazu kommt, daß auch die Lymphsäcke, die mit als Ausgangspunkt der Lymphgefäßdifferenzierung angesehen werden, stets mit Blut gefüllt sind. Das gilt für die Sacci jugulares, auf die sich besonders Sabin und Huntington berufen, wie für den Kopsinus von Hypogeophis, der nach Marcus (1911) sowohl mit den chordalen Lymphräumen wie mit den Kopfvenen in direktem Zusammenhang steht. In dem vorhergehenden Abschnitt (S. 748 ff.) ist auseinandergesetzt worden, daß das Gefäßsystem der niedersten Wirbeltiere (Cyclostomen, Elasmobranchier) als einheitliches Blut und Lymphe führendes System zu deuten ist, indem die venösen Bahnen stellenweise den Charakter weiter Sinusräume annehmen. Es ist ferner gezeigt worden, daß ein Teil der venösen Bahnen dieses Hämolympsystems bei den Knochenfischen zu typischen Lymphgefäßen wurde, d. h. „Venen“ wurden durch Lymphgefäße ersetzt. Vergleicht man damit die ontogenetische Entwicklung des Lymphgefäßsystems, so scheint nicht zweifelhaft, daß auch hier die ersten Gefäßanlagen, wie das auch schon im Allgemeinen Abschnitt über das Gefäßsystem hervorgehoben wurde, den Charakter von Hämolympgefäßen haben und daß die Sonderung der Lymphgefäße demgegenüber als eine sekundäre Bildung erscheint, die sich auch in der Onto-



Abb. 579. Bildung des Ductus thoracicus beim Menschen. Die Lymphbahn entwickelt sich streckenweise auf der Grundlage einer ursprünglichen Venenanlage. Schema. Schwarz: Venen; weiß: Lymphbahnen; gestrichelt: ursprüngliche und kollabierte Venenbahnen. Nach Kampmeier 1931.

genese auf der Grundlage einer ursprünglich „venösen“, d. h. primär-hämolymphtischen Bahn vollzieht. Die Verdrängung von Venen im Azygosgebiet und ihr Ersatz durch den Ductus thoracicus kann nichts anderes bedeuten, als daß hier eine ursprünglich venöse Bahn durch ein Lymphgefäß ersetzt wurde. Es wäre erwünscht, wenn einmal eine Untersuchung der Entwicklung der Lymphgefäße der Fische, speziell des Seitengefäßsystems, von diesem Gesichtspunkte aus erfolgte.

Angesichts dieser naheliegenden, durch die Resultate der Phylogenie und Ontogenie in gleicher Weise stützbarer Folgerungen glaube ich, daß das Lymphgefäßsystem nicht auf irgend welche primäre Spaltbildung im Körper zurückgeführt werden kann und sich dadurch in ausgesprochenem Gegensatz zum Blutgefäßsystem stellt. Denn auch für die erste Bildung der Blutgefäße, d. h. der Hämolympfgefäße darf die P. Mayersche (1886/87) und Rückertsche (1888) These der lokalen Entstehung der Gefäße aus Einzelzellen als gesichert gelten. Nach Mollier (1906) werden die Blutgefäße im Kopf von Reptilien zunächst auch als isolierte, kleinere, hintereinander gelegene Hohlräume im Mesenchym sichtbar und schließen sich erst sekundär zu Netz- und Kanalsystemen zusammen. Hohlraumbildungen im Mesenchym lassen sich demnach nicht einseitig mit einem speziellen Lymphgefäßsystem in Beziehung bringen, sondern nur mit dem primären allgemeinen Gefäßsystem, das den Charakter eines Hämolymphsystems hat. Die wirklichen Lymphgefäße sind erst in späteren Embryonalstadien nachweisbar, wenn das Blutgefäßsystem schon seine volle Ausbildung erfährt; sie sind also in Hinsicht auf das letztere sicher eine sekundäre Differenzierung. Wo Lücken und Spalten zu Lymphgefäßen werden, sind sie nach den Angaben aller Autoren (vgl. Kampmeier 1931) erst ad hoc durch Auseinanderweichen des Mesenchyms entstanden und nicht irgend welche vorgebildete Räume.

Huntington (1911) ist geneigt, mit Marcus das Lymphgefäßsystem als das primäre und das Blutgefäßsystem als das sekundäre Gefäßsystem aufzufassen. Ich glaube, daß die Tatsachen nicht zugunsten dieser Ansicht sprechen, die, wie mir scheint, von einer nicht genügend präzise gefaßten Beurteilung dessen ausgeht, was als Blutgefäßsystem bezeichnet werden darf. Alles, was zugunsten der Ableitung des Gefäßsystems aus einem ursprünglichen Spaltensystem der Wirbellosen gesagt wurde, gilt ebensogut für das Blutgefäßsystem im Sinne eines primären Hämolymphsystems, das weniger durch seine Anordnung als durch das Auftreten der gefärbten Atemzellen sein besonderes Gepräge erlangt (s. den Allgemeinen Abschnitt über das Gefäßsystem S. 377 ff.). Für die Frage nach der Spezialdifferenzierung des Lymphgefäßsystems ist aber die Herausbildung dieser Atemzellen an sich belanglos.

Huntington hat auch in den Lymphherzen besonders primitive Bildungen sehen wollen, die aus der Zeit stammten, in der das neu erworbene Blutgefäßsystem noch in offener Verbindung mit den ursprünglichen lymphatischen Bahnen gestanden habe. Er beruft sich dabei besonders auch auf die Gymnophionen, bei denen Marcus (1908) jederseits hundert Lymphherzen in segmentaler Anordnung nachwies. Huntington meint mit Marcus hierin phylogenetisch-primitive Zustände sehen zu sollen. Die jugularen und iliakalen Lymphsäcke der Säugetiere werden gleichfalls auf solche ursprüngliche Lymphherzen zurückgeführt. Demgegenüber ist zu sagen, daß bei den Elasmobranchiern Lymphherzen oder ihnen entsprechende Bildungen überhaupt nicht existieren, daß sie bei den Knochenfischen nur bei einzelnen Familien der Physostomen (Favaro 1905/06) in Form eines Kaudalherzens nachgewiesen sind und daß sie auch unter den Cyclostomen nur den Myxinoideen als ein dem Hämolympfsystem zugehöriges Kaudalherz zukommen. Das dürfte wohl dafür sprechen, daß die Lymphherzen, die ihrer ganzen Natur nach mehr den Charakter kontraktile Klappen haben (s. Allgemeiner Teil des Gefäßsystems S. 411 ff.), als bloße Spezialdifferenzierungen zur Regelung des Abflusses aufzufassen sind, daß ihnen

aber keine allgemeine systematische und besonders auch phylogenetisch verwertbare Bedeutung zugesprochen ist.

Die Homologisierung und Ableitung des embryonalen Jugularsacks von einem ursprünglichen Lymphherzen [Sabin (1902), Huntington (1911)] scheint mir gleichfalls nicht im Sinne phylogenetischer Ableitungen des Lymphgefäßsystems verwertbar zu sein. Denn solche Sackbildungen sind im primären Hämolympfsystem (Cyclostomen, Elasmobranchier) eine ganz allgemeine Erscheinung und stehen hier in keiner Beziehung zu Lymphherzen. Treten solche Bildungen an Stellen auf, wo bei anderen Wirbeltierklassen Lymphherzen vorhanden sind, so kann das darauf beruhen, daß Lymphherzen sich nur an den Einmündungsstellen von Lymphbahnen in Blutbahnen finden und sackartige Erweiterungen gerade im Jugulargebiet konstant sind. Auch die Tatsache, daß solche Sinus in der Embryonalentwicklung zunächst Blut enthalten und sowohl mit der Blut- wie mit der Lymphbahn in Verbindung stehen, um späterhin ganz dem Lymphgefäßsystem zuzugehören, kann, wie ich glaube, nur in dem Sinn gedeutet werden, daß sie Organe des ursprünglich einheitlichen Hämolympfsystems sind und bei der Sonderdifferenzierung dem Lymphgefäßsystem zugeteilt werden. In diesem Sinne sprechen auch die Beobachtungen Salas (1900), Knowers (1908) und besonders Hoyers und seiner Schüler (S. 781 über die Ableitung der Lymphherzen). Nach Sala entstehen nämlich die hinteren Lymphherzen beim Huhn und nach Kowner die vorderen Lymphherzen des Frosches aus segmentalen Venen, d. h. aus primären Hämolympfbahnen.

## 2. Spezielle vergleichende Anatomie des Lymphgefäßsystems.

(Weidenreich-Baum[†]-Trautmann.)

### a) Allgemeines.

(Weidenreich.)

Die allgemeine Anordnung der Lymphgefäße zeigt von den Fischen bis zu den Reptilien eine bemerkenswerte Übereinstimmung, als deren auffälligste Erscheinung die Neigung zur Bildung weiter Scheiden und Säcke unter teilweiser Verdrängung des Bindegewebes zu gelten hat. Erst mit den Vögeln werden die Lymphbahnen zu engen Kanälen. Jedoch besteht die Neigung zu Plexusbildungen oder wie bei den Säugetieren zu Erweiterungen wenigstens an bestimmten Stellen (Cisterna chyli) noch fort.

Erst bei den Vögeln treten im Bereich der Lymphbahnen Klappen in größerem Ausmaße auf; auch gelangen hier — wenn auch nur in sehr geringem Umfange und nur bei wenigen Vogelordnungen — Lymphknoten zur Ausbildung. Bei den Säugetieren werden die Lymphbahnen durch zahlreich eingebaute Klappen und die reichliche Einschaltung von Lymphknoten stark gegliedert und dadurch nicht nur die Richtung des Lymphstromes sichergestellt, sondern zugleich auch der Inhalt gegenüber den lokalisierten Ansammlungen in weiten Säcken auf kürzere und viele Einzelwegstrecken und damit in kleinere Portionen zerteilt. Die Abfiltration wird dadurch erleichtert und ausgiebiger. Zugleich hört damit die Neigung zu peripherischen Netz- und Anastomosenbildungen, die bei den Fischen (S. 763) besonders ausgebildet sind, auf und die Körperteile und Organe erhalten ganz bestimmte ableitende Lymphbahnen und wieder ebenso bestimmte diesen zugehörige Lymphknoten (regionäre Lymphgefäße und Lymphknoten).

Die Lymphknotenschaltungen (Lymphzentren, S. 441) finden sich vor allem an den Vereinigungsstellen der größeren Lymphstämme, also besonders dort, wo es bei den niederen Wirbeltieren zur Ausbildung der Sinus kommt. Sinus wie Lymphknoten gehen aber aus ursprünglichen Lymphgefäßplexus hervor, so daß beide Bildungen ihrer Ableitung nach gleichwertig sind. Bei den Säugetieren tritt, wie schon im Allgemeinen Teil des Gefäßsystems ausgeführt

wurde (S. 424), die besondere Neigung auf, die Produktion der lymphozytären Elemente wesentlich zu steigern. Ihre Bildung ist vor allem an die mesenchymatischen Wucherungen und Infiltrationen des die Lymphbahn einschließenden Gewebes gebunden. Lymphknotenbildung ist demnach eine Lymphgefäßplexusbildung bei gleichzeitiger Erhöhung der Lymphzellenproduktion.

Welche besondere Umstände diese auffällige Umstellung im Lymphgefäßsystem bei den Säugetieren herbeiführten und was sie zu bedeuten hat, ist noch völlig unbekannt und bedarf der Klärung (vgl. auch S. 424). Das Nächstliegende ist, an eine Beziehung zu Ernährungs- und Stoffwechselfvorgängen zu denken, wobei auch die Verbindung mit dem Fettgewebe zu beachten ist (Weidenreich 1930).

Über die Verbreitung der Lymphgefäße im Körper bestehen noch viele Unklarheiten. Nach Bartels (1909) sind Lymphgefäße nicht zu erwarten, wo keine Blutgefäße sind. Andererseits steht aber fest, daß die Anwesenheit von Blutgefäßen nicht zugleich auch die von Lymphgefäßen gewährleistet. Daß und warum die Milz keine Lymphbahnen besitzt, wurde wiederholt erörtert. Auch beim Knochenmark hat dieser Mangel die gleiche Ursache. Dasselbe scheint für die Leber zuzutreffen; denn bisher sind im eigentlichen Leberparenchym keine Lymphgefäße nachgewiesen worden. Auch die Plazenta der Säugetiere ist frei von Lymphgefäßen. In all diesen Fällen haben offenbar die Blutgefäße bzw. die Venen die Aufgabe der Lymphgefäße mitzuleisten. Am auffälligsten ist jedenfalls, daß auch im Zentralnervensystem keine Lymphgefäße vorkommen. Bei den Fischen, bei denen das Gehirn in verhältnismäßig sehr weite Räume eingebettet ist, sind direkte Zusammenhänge mit den Lymphgefäßen nicht nachgewiesen. Bei gut gelungenen Injektionen des Kopfes bleiben die Räume des Gehirns von Injektionsmasse frei (eigene Beobachtung). Dasselbe gilt für die Amphibien.

#### b) Die Lymphgefäße der Anamnier.

(Weidenreich.)

##### a) Lymphgefäße der Leptocardier und Cyclostomen.

Wie schon im Allgemeinen Teil (S. 748) auseinandergesetzt wurde, kommt weder den Leptocardiern noch den Cyclostomen ein Lymphgefäßsystem zu. Die hier als Lymphspalten und Lymphräume beschriebenen Bildungen sind keine Lymphgefäße im Sinne eines gesonderten Zubringensystems, das den Chylus oder die Körperflüssigkeit in das einheitliche Zirkulationssystem überleitet. Die Sinus der Cyclostomen, die Blut enthalten, sind dem primären Hämolympsystem zuzurechnen. Dabei entsprechen die subkutanen Räume der Myxinoideen zweifellos dem Seitengefäßsystem der Elasmobranchier — hier zum Blutgefäßsystem gehörig — und dem der Knochenfische — hier zum Lymphsystem gehörig —, wie schon Favaro 1905/06 hervorhob. Vermutlich gehen sie auch ontogenetisch aus einfachen Gefäßen hervor, wie Tretjakoff (1926) für die Entwicklung der Schlundsinus zeigte.

##### β) Lymphgefäße der Elasmobranchier.

Auch die Elasmobranchier besitzen im allgemeinen keine selbständigen Lymphgefäße, wenn auch hier schon der Beginn einer Sonderung sich anbahnt. Die Blutgefäße haben vielmehr bei ihnen noch den Charakter von Hämolympgefäßen. Ob das von Hoyer (1928) beschriebene Ductus thoracicus-System der Haie schon als Lymphgefäßsystem angesprochen werden darf, ist noch unentschieden (S. 751). Dagegen kommen bei *Torpedo marmorata* und *ocellata* Chylusgefäße, aber keine Körperwandlymphgefäße vor (Robin 1867, Vialleton 1902/03, Diamare [1913, eigene Beobachtungen mit Glaser]).

Unter den Blut(Hämolymp-)gefäßen hat das Hautvenensystem eine besondere Bedeutung, da seine Bahnen (Seitengefäße), wie oben S. 753 ausgeführt

wurde, in der weiteren Differenzierung zu Lymphbahnen werden. Daher seien die hier in Frage kommenden Gefäße nach Parker (1887) kurz aufgeführt. Sie umfassen: 1. eine unpaarige Vena cutanea dorsalis, die die Dorsalflossen an der Basis umfaßt und kranial geteilt in die Tiefe geht, um sich mit der Vena azygos bzw. der Nierenpfortader in Verbindung zu setzen, 2. eine jeweils unpaarige vordere Vena cutanea ventralis; die vordere verbindet sich mit den Venae brachiales und der hinteren ventralen Vene; die hintere ist eine Schwanzvene, die auch die Kloake umfaßt, 3. die beiden Venae cutaneae laterales; sie folgen in ihrem Verlauf der Seitenlinie und münden vorne in den Sinus subscapularis, hinten gehen sie teils in die Kaudalvene über, teils verbinden sie sich mit der dorsalen Hautvene.

Auch die dem Blutgefäßsystem zugehörigen Sinusräume im Kopf und Schultergebiet (Orbitalsinus, Hyoidsinus, Subskapularsinus) entsprechen den Lymphsinus der Knochenfische (S. 769 ff.).

Über die Blutbahnen, die mit Chylusgefäßen in Beziehung zu bringen sind, wurde das Nähere schon im Allgemeinen Teil ausgeführt (S. 752 ff.). Die oberflächlichen Gefäße der Darmwand bilden ein unter der Serosa und der hier sehr dünnen Längsmuskulatur gelegenes, dichtes Netz weiter Bahnen (Abb. 577 und 578), die sich in starken Mesenterialvenen sammeln. Die Venen verlaufen bei einigen Gattungen der Haie im Mesenterium zu den Gonadensinus und verbinden sich durch dessen Vermittlung mit den Kardinalvenen bzw. dem Kardinalsinus; bei anderen Gattungen münden sie in der Höhe der Kardialia in den Kardinalsinus. Außer diesem oberflächlichen Netz gibt es noch ein tiefes, sehr weites Netz, das sich in der Submukosa ausbreitet und in die Falten bis nahe zur Oberfläche eindringt (Abb. 578); es steht mit dem oberflächlichen Netz nur durch wenige Äste in Verbindung. Die Abflußvenen dieses tiefen Netzes sind die Venae intestinales dorsales und ventrales und die Intraintestinalvene, die sämtlich in die Pfortader münden.

Bei *Torpedo marmorata* und *ocellata* (Einzelheiten in der Veröffentlichung Glasers) ist dieses oberflächliche Netz selbständig. Es hängt weder mit dem Pfortadersystem zusammen, noch hat es arterielle Zuflüsse und ist daher schon als ein Lymphgefäßsystem zu bezeichnen. Die daraus hervorgehenden Gefäßbahnen bilden einen Mesenterialplexus, der sich in Gefäße fortsetzt, die am Ösophagus in die Kardinalvene einmünden. Doch zeigen diese Lymphgefäße der Darmwand die Besonderheit, daß sie nicht in die Schleimhautfalten (Zotten) selbst eindringen, sondern sich nur in den Muskelschichten und der Submukosa an der Basis der Falten verbreiten. Wie bei den übrigen Elasmobranchiern, bei denen es zu keiner derartigen Sonderung von Lymphbahnen kommt, sind dagegen die Blutkapillaren in den Falten sehr weit und zeigen eine ausgedehnte Netz- und Plexusbildung. Man hat daher den Eindruck, daß der Chylus hier noch größtenteils von den Blutgefäßen und noch nicht von den Lymphbahnen abgeleitet wird. Auch Vialleton (1902/03) hat schon dieser Meinung Ausdruck gegeben; er glaubt, daß die Blutgefäße einen Teil des aufgenommenen Materials an die Lymphgefäße weitergeben und daß vielleicht auch ein Aufsaugen des Leibeshöhletranssudates, das bei den Rochen sehr reichlich ist, durch diese oberflächlichen Lymphgefäße statthat. Da die Lymphgefäße auch bei den Wirbeltieren mit wohl ausgebildetem Chylusgefäßsystem nur als Hilfsbahnen für das Zirkulationssystem dienen, scheint diesem primitiven Verhalten bei den Rochen eine besondere Bedeutung zuzukommen.

Die Schleimkanäle, deren Zusammenhang mit Lymphgefäßen Sappey (1880) behauptete, haben weder mit Lymphgefäßen noch mit dem Hämolympsystem irgend etwas zu tun.

##### γ) Die Lymphgefäße der Teleostier.

Über die Lymphgefäße der Teleostier existiert eine große, aber seltsamerweise nie recht gewürdigte Literatur. Nur so konnte es kommen, daß über die

Existenz eines typischen Lymphgefäßsystems bei den Knochenfischen bis in die neueste Zeit Zweifel geäußert werden konnten.

Die ersten Angaben gehen auf Hewson (1769) und Monro (1785) zurück und beziehen sich sowohl auf die Lymphgefäße der Körperwand wie auf die der Eingeweide, besonders auch auf die Chylusgefäße. Fohmann (1827) hat diese älteren Angaben bestätigt und ergänzt. Hyrtl (1843) hat dann bei einer großen Anzahl von Süßwasserfischen die Existenz des Seitengefäßsystems und vor allem die Beziehungen der Lymphgefäße zu dem kaudalen Lymphherz nachgewiesen. Auch Sappey (1880) verdanken wir trotz seiner Verwechslung der Lymphgefäße mit Venen bei den Elasmobranchiern eine Reihe wichtiger Feststellungen auch für das Lymphgefäßsystem der Knochenfische. Die beste und klarste Schilderung hat Jourdain (1867, 1868) für *Gadus morrhua* und *Conger* geliefert. Trois behandelte dann besonders ausführlich die Lymphgefäße bei *Lophius* u. a. (1877/78), *Uranoscopus* u. a. (1879/80), bei einer Reihe von Pleuronectiden (1880/81) und endlich bei *Motella* (1882). Kilborne (1884) schildert besonders die tiefen Gefäße des Rumpfes und die Flossengefäße von *Amiurus*. Favaro (1905/06) gibt eine ausführliche generelle Darstellung des Lymphgefäßsystems der Knochenfische, Jossifow (1906) eine Detailbeschreibung bei *Anguilla* und *Conger*. Sehr eingehend sind vor allem auch die Darstellungen von Allen (1906, 1910) bei *Scorpaenichthys* u. a. Die Untersuchungen Hoyers und Michalskis (1922) beziehen sich zwar auf Forellenembryonen, bringen aber auch wichtige Angaben über die Verhältnisse des ausgewachsenen Tieres. Burne (1927, 1929) hat wiederum das Lymphgefäßsystem von *Lophius* untersucht. Als letzte Autoren sind endlich Florkowski (1930) und Dunajewski (1930) für junge und erwachsene Aale zu nennen.

Die meisten der genannten Autoren haben sich nur mit dem Lymphgefäßsystem der Körperwand befaßt. Abgesehen von Hewson, Monro und Fohmann machen nur Jourdain, Trois und Jossifow Angaben über das Verhalten der Chylusgefäße. Ausführlicher nach der histologischen Seite hin haben sich mit diesen Gefäßen Melnikow (1867) und Langer (1870) — Süßwasserfische — beschäftigt.

Nach all diesen Darstellungen ist das Vorkommen eines Lymphgefäßsystems bei Knochenfischen eine gesicherte Tatsache. Die Lymphgefäße unterscheiden sich in ihrem Bau, ihrer prinzipiellen Anordnung und in ihren Beziehungen zum Blutgefäßsystem in keiner Weise von den Verhältnissen bei den höheren Wirbeltieren. Auf Grund zahlreicher eigener Untersuchungen an verschiedenen Gadiden, Pleuronectiden, *Labrus*, *Cottus* und *Anarrhichas* bin ich in Übereinstimmung mit Glaser (s. Anmerkung zu S. 745) in der Lage, die Angaben der früheren Autoren in allen wesentlichen Punkten zu bestätigen.

Die Selbständigkeit des Lymphgefäßsystems folgt schon aus der Tatsache, daß bei Injektionen des Systems (s. auch o. S. 752) keine Füllung der Venen eintritt (abgesehen natürlich von den normalen Einmündungsstellen) und daß daneben die Venen selbständig injiziert werden können. Die letzteren sind ebenso durch Injektion der Arterien füllbar, während die Lymphgefäße dabei nicht gefüllt werden. Mit Hilfe dieser Injektionen läßt sich ferner zeigen, daß die Lymphwege überall geschlossene, von Epithel begrenzte Bahnen sind und daß bei sorgfältiger und schonender Injektion nirgends diffuse Infiltrationen des Gewebes erfolgen, wie es bei freien Wurzeln eines Saftlückensystems oder bei Spaltenfüllungen der Fall sein müßte. Eine erneute Feststellung dieser Tatsache scheint mir besonders geboten, da in letzter Zeit Jossifow (1929, 1930, 1931) wiederholt die Ansicht äußerte, daß die Fische kein selbständiges und als solches injizierbares Lymphgefäßsystem besäßen, wobei er unter Fischen auch die Knochenfische mitverstand wissen will. Diese Behauptung ist um so eigenartiger, als Jossifow (1906) selbst bei Aal und *Conger* ein solches System früher beschrieb. Allerdings läßt er es hier aus „perivaskulären Spalten“ bestehen; auch

scheint es, als wenn Jossifow meint, nur die mit Lymphherzen ausgestatteten Fische hätten ein wirkliches Lymphgefäßsystem. Auch das letztere trifft nicht zu; denn den Lymphherzen kommt bei ihrem durchaus inkonstanten Verhalten und ihrer Beschränkung auf die Einmündungsstellen der Lymphbahnen in die Venen für die Frage nach der Art und Natur des Lymphgefäßsystems eine entscheidende Bedeutung überhaupt nicht zu.

Die Lymphgefäße der Knochenfische werden in der Regel in solche der Körperwand und der Eingeweide eingeteilt; bei den ersteren unterscheidet man wieder oberflächliche oder Hautgefäße und tiefere Gefäße der Muskulatur. Diese Einteilung ist rein deskriptiv und topographisch; irgend welche genetische Vorstellungen (Dubovik 1928) damit zu verbinden (S. 749), ist nicht gerechtfertigt. Das System als solches ist einheitlich.

In den grundsätzlichen Verhältnissen der Gefäßanordnung verhalten sich alle Knochenfische gleich. Das gilt besonders für den Rumpf, der in seinem allgemeinen Aufbau überall — auch bei den Pleuronectiden — gleich gestaltet ist. Dagegen sind die Verhältnisse am Kopf mannigfaltiger. Es wurde schon hervorgehoben, daß es eine Eigenart des Lymphgefäßsystems der niederen Wirbeltiere und besonders auch der Fische ist, sinuöse Räume zu bilden, die die Stelle eines interstitiellen Gewebes überall dort vertreten, wo stärkere Formdissonanzen der aufeinander treffenden Organe bestehen und Raum für Verschiebungen erforderlich ist. Da die einzelnen Fischgattungen — man denke nur an den Unterschied zwischen *Anguilla*, *Lophius*, *Cottus* und *Anarrhichas* — sehr verschiedene Kopfformen haben, bestehen in der Anordnung, dem Verlauf und der Größe dieser Sinus sowie ihren Beziehungen zueinander und zu den mit ihnen wieder in Verbindung stehenden Lymphgefäßen sehr erhebliche Abweichungen, die eine allgemeine Darstellung erschweren. Aber abgesehen davon kommen auch Verschiedenheiten vor, die nicht auf solche Formdifferenzen zurückzuführen sind, sondern andere Ursachen haben müssen. Hierher gehört z. B. das Fehlen des Neuralgefäßes bei manchen Süßwasserfischen. Auch die Lymphgefäße der Eingeweide bieten im einzelnen zahlreiche Variationen. Sie hängen mit der Lage des Anus, mit dem Vorhandensein oder Fehlen einer Schwimmblase und mit den Längen- und Volumenverhältnissen des Darmes zusammen.

Die folgende Beschreibung gründet sich auf eigene Nachprüfung und Ergänzung der Angaben früherer Autoren. Es liegen ihr im wesentlichen die Verhältnisse bei den Gadiden zugrunde, doch sind die Angaben überall allgemein gehalten und abweichende Befunde mit berücksichtigt.

#### αα) Lymphgefäße von Rumpf und Schwanz (Abb. 580—584).

Oberflächliche Gefäße. Die oberflächlichen Gefäße von Rumpf und Schwanz werden durch vier Hauptstränge gebildet, die unmittelbar unter der Haut verlaufen und einerseits die Lymphgefäße von Haut und Flossen, andererseits die der oberflächlichen Muskelschicht des Körpers aufnehmen. Die vier Hauptstränge verteilen sich derart, daß ein unpaariger der dorsalen und ein ebenso unpaariger der ventralen Mittelraphe der die beiden Seitenrumpfmuskeln trennenden Bindegewebsplatten folgt und die beiden seitlichen den Außenkanten des horizontalen Myoseptums entsprechen.

Das oberflächliche Seitengefäß, *Vas lymphaticum superficiale laterale* (Abb. 580—584, *vs1*), beginnt an der Basis der Schwanzflosse (Abb. 583), mit deren basalem Randgefäß (*vbp*) es anastomosiert und verläuft an Stärke zunehmend in Begleitung der tieferliegenden Arterie und Vene etwa der Seitenlinie folgend kranialwärts bis zur Höhe des Schultergürtels. In Lage und Zahl den Myosepten entsprechend nimmt das Seitengefäß von dorsal und ventral Äste auf, die in ihrem Verlauf den Myosepten der ep- und hypaxonalen Muskulatur folgen und durch Queranastomosen in gleicher Höhe miteinander ver-

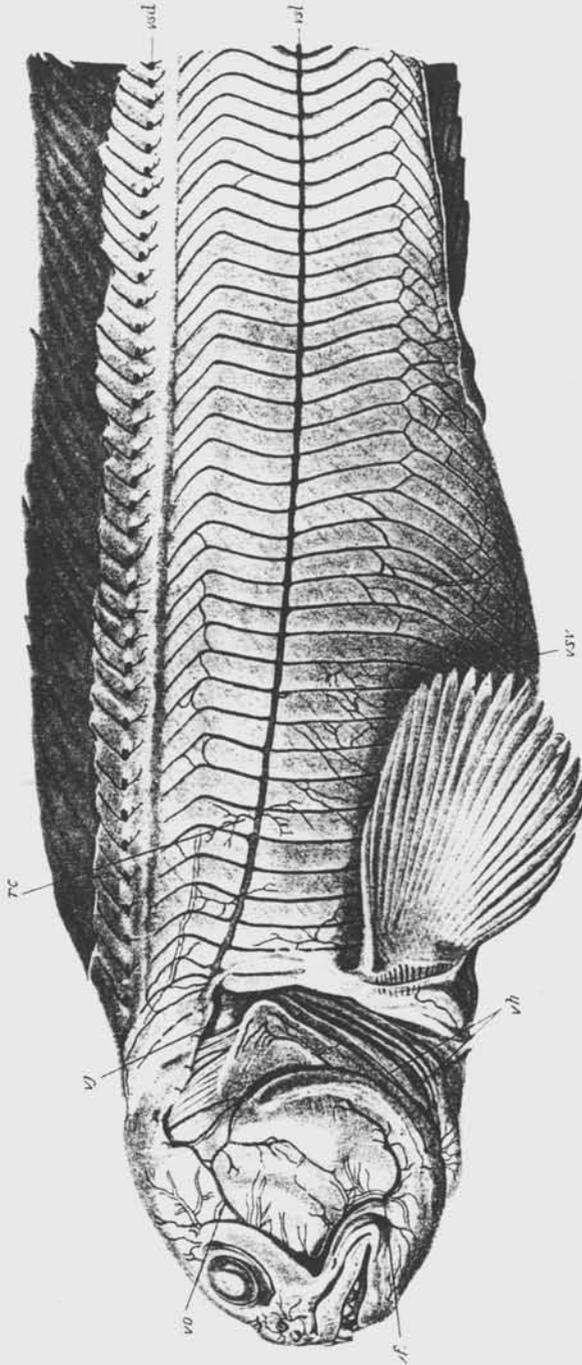


Abb. 580. Oberflächliche Lymphgefäße des Rumpfes und Kopfes von *Anarrhichas lupus*. Lymphgefäße blau, *rc* Hautäste zum *vsf*, *vf* Vas faciale, *vh* Vas hyoideum, *vj* Vas jugulare, *vo* Vas orbitale, *vsd* Vas I. superficiale dorsale, *vst* Vas I. superficiale laterale, *vsp* Vas superficiale ventrale.

bunden sind (Abb. 580). Vor dem Schultergürtel tritt das Seitengefäß in die Tiefe und mündet in den Sinus subscapularis (Abb. 581 und 584, *sss*) — Sinus lateralis (Hoyer u. Michalski).

Das dorsale oberflächliche Mittelgefäß, Vas lymphaticum superficiale dorsale (Abb. 580 bis 584, *vsd*), geht an der Basis der Schwanzflosse (Abb. 583) in das Vas lymphaticum superficiale ventrale (*vsv*) über, indem beide Gefäße eine basale Randschlinge (*vbp*) bilden, die die Flossenstrahlen umfassen oder durchbohren. Der dorsale Stamm verläuft kranialwärts, indem er unter Gabelung (oft in drei Stränge) die Basis der Dorsalflosse umgreift oder die der Flossenstrahlen durchbohrt (Abb. 580 u. 581). In der Okzipitalregion des Kopfes erschöpft sich das Gefäß in einem kleinen Ast, der mit den Gesichtsgefäßen anastomosiert. Die metamer abgehenden Seitenäste, die mit den entsprechenden des Vas laterale in Verbindung treten können, sind meist unbedeutend. Dagegen dringen, gleichfalls in metamerer Anordnung, stärkere Äste in die Tiefe (Abb. 581 und 583), die mit den dorsalen Ästen des Spinalgefäßes (*vspi*) in Verbindung treten.

Das oberflächliche ventrale Mittelgefäß, Vas lymphaticum superficiale ventrale (Abb. 580—584, *vsv*), beginnt

mit der Randschlinge der Schwanzflossenbasis und verläuft längs der Mittellinie kranialwärts. Zur Schwanz- und Analflosse verhält es sich wie der dorsale Stamm (Abb. 581 u. 583). Um den Anus (Abb. 581, *an*) bildet es einen ringförmigen Plexus und setzt sich dann paarig oder unpaarig nach vorne fort. An dem Ansatz der Bauchflossen erweitert es sich zu einem Sinus (Abb. 584, *spa*) oder umgibt sie in einem Ring und erschöpft sich im Kopfgebiet in Seitenästen, die mit den ventralen Lymphgefäßen des Kopfes anastomosieren. Durch in die Tiefe gehende Äste steht es mit dem Perikardialsinus (Abb. 584, *spc*) in Verbindung. Die metameren Seitenäste anastomosieren beiderseits mit den entsprechenden Seitenzweigen der Seitengefäße (Abb. 580).

Haut- und Flossengefäße. Die Haut selbst besitzt in der Kutis und an der Grenze von Kutis und Subkutis ein tiefgelegenes dichtes Netz von Lymphgefäßen, das besonders gut bei Nacktfischen (*Anarrhichas*) darstellbar ist. Die Gefäße gehen in die oberflächlichen Hautstämme über (Abb. 579, *rc*). Bei beschuppten Fischen ist jede Schuppe von Netzmaschen umflossen (Hyrtl 1843, Trois 1877/78); ihnen entspricht übrigens bei den Elasmobranchiern ein Schuppennetz von Blutkapillaren.

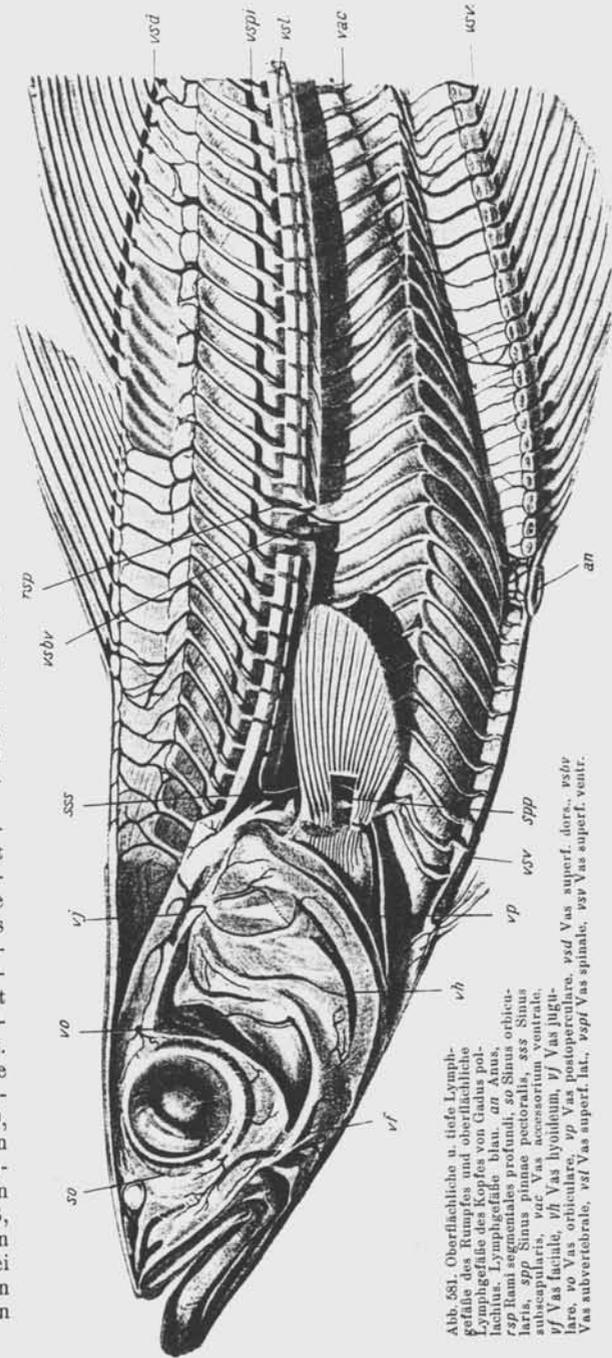


Abb. 581. Oberflächliche u. tiefe Lymphgefäße des Rumpfes und oberflächliche Lymphgefäße des Kopfes von *Gadus pol-lachius*. Lymphgefäße blau, *an* Anus, *rsp* Rami segmentales profundus, *so* Sinus orbitale, *spp* Sinus pinnae pectoralis, *ss* Sinus subscapularis, *vac* Vas accessorium ventrale, *vf* Vas faciale, *vh* Vas hyoideum, *vj* Vas jugulare, *vo* Vas orbitale, *vp* Vas postopercularis, *vsd* Vas superficiale dorsale, *vsdv* Vas subvertebrale, *vst* Vas superficiale laterale, *vspi* Vas spinale, *vsv* Vas superficiale ventrale.

Die Lymphgefäße der unpaarigen Flossen (Abb. 580, 581 und 583) münden in den dorsalen und ventralen Hauptstrang ein, und zwar verläuft ein einzelnes unverzweigtes Gefäßstämmchen unmittelbar hinter jedem Strahl. Netzbildungen in der Flossenhaut scheinen nicht immer vorhanden zu sein. In der Rücken- und Analflosse der Gadiden gelang mir ihre Darstellung auch bei bester Injektion nicht (Abb. 583). Bei der dickeren Schwanzflosse sieht dagegen in der Mittelschicht ein solches Netzwerk darstellen, das mit zwei Stämmchen in jedem Strahl in Verbindung steht. Jourdain (1880) hat bei jungen Pleuronectiden am lebenden Tier neben Arterien und Venen auch zwei begleitende Lymphgefäße beschrieben, von denen das eine zum freien Flossenrand führen („Lympharterie“) und das andere wieder

zurückleiten soll („Lymphvene“). P. Mayer (1917), der diese Angaben nachprüfte, kam zu keinem sicheren Ergebnis über die Natur dieser Gefäße. Obwohl er rote Blutkörperchen in ihnen beobachtete, bezeichnet er sie „nicht ohne Bedenken“ als Lymphgefäße. Ich selbst habe bei erwachsenen *Gasterosteus aculeatus* und *Nerophis aequoreus*, deren außerordentlich dünne Rückenflossenhaut sich sehr gut für Untersuchungen am lebenden Tier eignet, vergeblich nach solchen Lymphgefäßen gesucht. Ich sah stets nur zweifelsfreie Blutgefäße, und zwar Arterien und Venen, die durch Kapillaren in Verbindung standen und manchmal leer oder fast leer waren. Andere Gefäße habe ich hier auch unmittelbar hinter dem Flossenstrahl selbst nicht gesehen.

Zu den Gefäßen des Rumpfes gehören auch die Lymphgefäße der paarigen Flossen (Abb. 581 und 582), die sich wie die unpaarigen verhalten. Die längs der Flossenstrahlen verlaufenden feinen Gefäße sammeln sich an der Körperwand-

seite der Flossenbasis in einem großen Sinus, der meist — besonders ausgeprägt bei den Brustflossen — sinusartig (Sinus pinnae pectoralis, *spp* und Sinus pinnae abdominalis, *spa*) erweitert ist. Der Brustflossensinus hängt mit dem vorderen Ende des Vas lymphaticum superficiale laterale und dessen kranialer Fortsetzung bzw. dem Sinus subscapularis zusammen (Abb. 581), der Bauchflossensinus mit dem Vas lymphaticum superficiale ventrale (Abb. 584).

Die tiefen Gefäße, von denen die Hauptgefäße das längs verlaufende Spinalggefäß und die beiden subvertebralen Stämme sind, werden sonst nur von den streng segmental angeordneten und zwischen den Myomeren verlaufenden Transversalgefäßen gebildet, die mit den vier oberflächlichen Stämmen überall anastomosieren.

Das Spinalggefäß, Vas lymphaticum spinale (Abb. 581—584, *vspi*), liegt innerhalb des Spinalkanales, dorsal vom Rückenmark und von diesem durch ein Septum getrennt. Da es sehr weit ist und sein Lumen durch die Verbindung

seiner Wand mit den Dornfortsätzen klappt (Abb. 582), ist es leicht injizierbar. Es beginnt am Schwanzende, wo es mit der Randschlinge und den oberflächlichen Stämmen anastomosiert (Abb. 583) und verläuft kranial bis zum Okzipitalgelenk, wo es sich in zwei Äste gabelt, die die Wirbelsäule umfassen und in den Okzipitalsinus (*so*) bzw. den Sinus cephalicus (*sc*) einmünden (Abb. 584). In seinem Verlauf gibt das Gefäß in jedem Segment zwischen den Dornfortsätzen je einen unpaarigen dorsalen und einen paarigen ventralen Ast ab, Rami intersegmentales profundi (Abb. 581, *vsp*). Die dorsalen Äste verlaufen in der Medianraphe zwischen den Dornfortsätzen nach oben, treten am Flossenträger durch Doppelanastomosen zu einem oder zwei Längsgefäßen zusammen und münden von unten her in das oberflächliche dorsale Mittelgefäß. Die ventralen Äste, die hinter den Dornfortsätzen abgegeben werden, verlaufen an der Seite der Wirbelsäule abwärts; an deren ventralen Fläche geben sie einen Ast medianwärts zu den subvertebralen Längsstämmen (Vas lymphaticum subvertebrale — Ductus thoracicus — Abb. 581 und 582, *vsbv*) und einen Ast lateralwärts, der zum

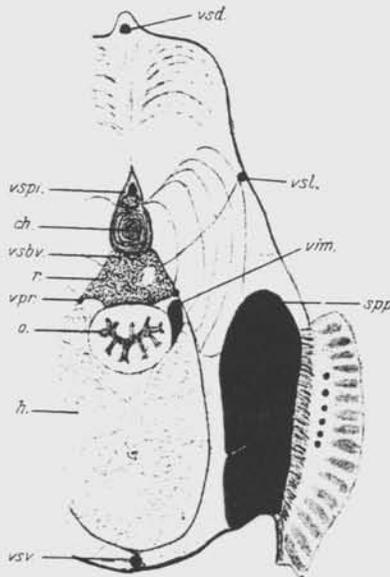


Abb. 582. Querschnitt durch den Rumpf von *Anarrhichas lupus* in der Höhe des Brustflossenansatzes mit oberflächlichen und tiefen Lymphgefäßen (von hinten gesehen). *ch*, Wirbelsäule, *h*, Leber, *a*, Oesophagus, *r*, Niere, *spp*, Sinus pinnae pectoralis, *vim*, Vas intestino-mesentericum, *vpr*, Vas pararenale, *vsd*, Vas superf. dors., *vsbv*, Vas subvertebrale, *vsl*, Vas superf. lat., *vspi*, Vas spinale, *vsv*, Vas superf. ventr.

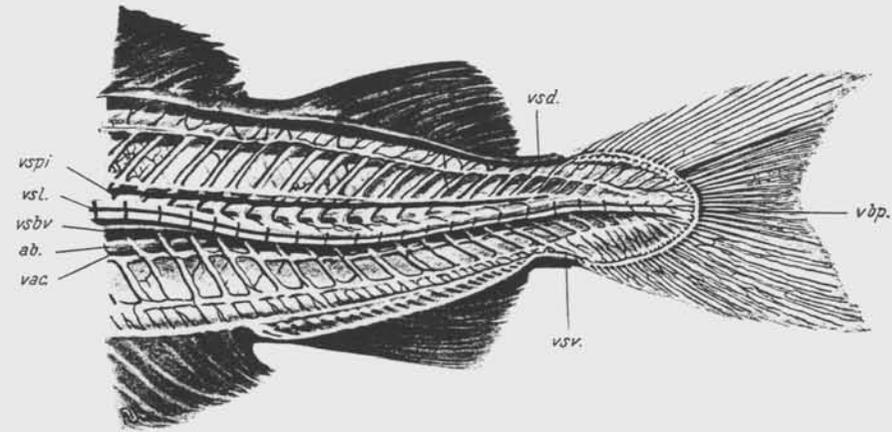


Abb. 583. Schwanzteil von *Gadus pollachius* mit oberflächlichen und tiefen Lymphgefäßen des Rumpfes. *ab*, Abdomen, *vac*, Vas accessorium ventrale, *vdp*, Randschlinge der Schwanzflosse, *vsbv*, Vas subvertebrale, *vsd*, Vas superf. dors., *vsl*, Vas superf. lat., *vspi*, Vas spinale, *vsv*, Vas superf. ventr.

oberflächlichen Seitengefäß emporsteigt. Die Fortsetzungen des ventralen Astes folgen den Rippen, den sie sich kranial anlegen und münden nach Bildung von Längsanastomosen in das oberflächliche ventrale Mittelgefäß.

Das Spinalggefäß fehlt bei manchen Fischen und kann durch paarige Längsstämme, die die Dornfortsätze umgreifen, ersetzt werden.

Ein akzessorischer Längsstamm (Abb. 581 und 583, *vac*) — Truncus accessorius Dunajewskis beim Aal — verläuft aus dem Analing in schräger Richtung kaudalwärts bis zum Ende der Leibeshöhle; er folgt deren ventral-medianer Begrenzungslinie und mündet kaudal in die subvertebralen Längsstämme, überall mit den segmentalen tiefen Ästen anastomosierend.

Den tiefen Gefäßen der Körperwand gehören auch die Stämme an, die im retroperitonealen Raum unter der Wirbelsäule verlaufen. Es handelt sich um meist paarige Stränge (Abb. 581 und 582, *vsbv*), die der Aorta seitlich anliegend und in der Schwanzregion als schwache Stämmchen beginnend und an Stärke zunehmend kranialwärts verlaufen, um in den Okzipitalsinus bzw. direkt in den Kopfsinus überzugehen. Mann kann diese Gefäße als Vasa lymphatica subvertebralia bezeichnen. Hoyer und Michalski (1922) identifizieren sie mit dem Ductus thoracicus der höheren Wirbeltiere und belegen sie dementsprechend mit

diesem Namen. Wie schon erwähnt, bestehen metamere Anastomosen mit dem Spinalgefäß (Abb. 581, *rsp*) und den oberflächlichen Seitengefäßen. Außerdem nehmen die Stränge Äste aus dem subperitonealen Gewebe und einen stärkeren Ast vom Analring auf.

Allen (1906) beschreibt bei *Scorpaenichthys* auch ein ventrales Muskelgefäß, das an der Innenseite der Bauchwand verläuft und in den Sinus pericardialis mündet (Abb. 584, *vvp*). Bei den von mir untersuchten Arten war hier kein ausgesprochenes Lymphgefäß vorhanden.

Die oberflächlichen und tiefen Körperwandgefäße stellen ein in sich zusammenhängendes großes Gefäßnetz dar. Wo ein Lymphherz vorhanden ist — nur bei gewissen Physostomen —, liegt es kaudoventralwärts vom Körper des letzten Wirbels und nimmt einen Ast der Randschlinge der Schwanzflossenbasis wie das Ende der subvertebralen Längsstämme auf. Die daraus hervorgehende Vene mündet direkt in die Vena caudalis. Auch dort, wo das Herz fehlt, scheinen an der gleichen Stelle solche Verbindungen zwischen den genannten Lymphgefäßen und der Vena caudalis vorzukommen; sie bedürfen noch näherer Untersuchung.

### ββ) Die Lymphgefäße des Kopfes (Abb. 580, 581 und 584).

Auch am Kopf lassen sich oberflächliche und tiefe Gefäße unterscheiden. Während aber die ersteren den einfachen Röhrencharakter im allgemeinen beibehalten, neigen die letzteren zu Erweiterungen und Sinusbildungen, die sich wieder plexusartig verbinden und daher oft nur schwer voneinander abgrenzen lassen. Dazu kommt, daß, wie schon hervorgehoben wurde, die Form des Kopfes und damit auch die spezielle Topographie der Skeletteile, Muskeln und Eingeweide bei den einzelnen Arten stark variiert, so daß die diese Interstitien erfüllenden Sinus gleichfalls sehr vielgestaltig werden und nicht ohne weiteres mit den von den verschiedenen Autoren bei verschiedenen Arten beschriebenen Bildungen identifizierbar sind.

Die oberflächlichen Gefäße. Die oberflächlichen Gefäße lassen sich am einfachsten in drei Gruppen sondern, die als Vasa lymphatica orbicularia (*vo*), Vasa lymphatica facialis (*vf*) und Vasa lymphatica hyoidea (*vh*) bezeichnet werden können. Das Vas lymphaticum orbiculare (Abb. 580 und 581) beginnt am Mundrand und spaltet sich in zwei Äste, von denen der dorsale die Nasengrube umfaßt und dann den oberen Ringteil des Orbitalsinus bildet, während der ventrale in den unteren Ringteil übergeht. Die beiden Äste treten vereint oder getrennt in die Tiefe.

Das Vas lymphaticum faciale (Abb. 580 und 581) umfaßt mit einem Ramus maxillaris den oberen, mit einem Ramus mandibularis den unteren Mundrand und verläuft dann bogenförmig dem Vorderrande des Präoperkulare folgend dorsalwärts und tiefer.

Das Vas hyoideum (Abb. 580 und 581), das meist durch mehrere Stämmchen vertreten wird, beginnt mit einem Netz in der Gegend der Kopula und verläuft an der Grenze zwischen Präoperkulare und Operkulum dorsalwärts, wobei es gleichfalls tiefer tritt.

Die drei Gruppen, die im einzelnen variieren und durch Anastomosen zusammenhängen können, sammeln sich in der Tiefe entweder in einem mehr oder weniger plexusartigen Sinus (Sinus cephalicus, Abb. 584, *sc*) oder sie treten oberflächlicher zu einem Längsstamm, dem Vas jugulare, zusammen (Abb. 580, *vj*), das als kranialer Zufluß des oberflächlichen Seitengefäßes des Kumpfes (*vs1*) bzw. des Sinus subscapularis (Abb. 581, *sss*) erscheinen kann.

Das Vas jugulare (Abb. 581) trifft mit dem Ende des Seitengefäßes etwa an der Verbindungsstelle des Supraklavikulare mit der Klavikula zusammen und bildet dort den schon erwähnten Sinus subscapularis (Abb. 581, *sss*) (Sinus lateralis Hoyer und Michalski), der ventral mit dem Brustflossensinus (*spp*)

am Ansatz der Brustflosse zusammenhängt. In diesen Sinus mündet auch von vorn und unten her ein Stamm, der aus dem Anfangsnetz der Vasa hyoidea kommend zwischen Operkulum und Schultergürtel verläuft und als Vas lymphaticum postoperculare (*vp*) bezeichnet werden könnte. In der lateralen Wand der Kiemenhöhle verlaufen starke, oft sinusartig erweiterte Stämmchen, die ein reiches Netz auf der Membrana branchiostoma und der Innenseite des Kiemendeckels bilden. Sie nehmen einen Teil der Lymphgefäße der Kiemen auf und stehen mit dem Vas jugulare bzw. mit dem Kopfsinus in Verbindung. Ein tiefer Ast des Vas jugulare kommt nach Hoyer und Michalski aus der Schädelhöhle.

Die tiefen Lymphgefäße des Kopfes (Abb. 584). Die tiefen Lymphgefäße des Kopfes werden im wesentlichen durch Sinus und Plexus dargestellt. Am weitesten ventral liegt der Sinus pericardialis (*spc*). Er erfüllt den Zwischen-

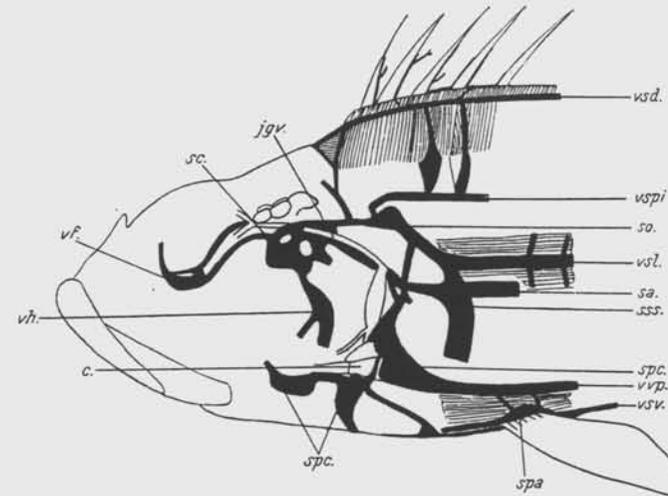


Abb. 584. Tiefe Lymphgefäße und Sinus des Kopfes von *Scorpaenichthys marmoratus* (schematisiert). Nach Allen (1906). *c*. Herz, *igv*. Jugularvene, *sa*. Sinus abdominalis, *sc*. Sinus cephalicus, *so*. Sinus occipitalis, *spa*. Sinus pinnae abdom., *spc*. Sinus pericardialis, *sss*. Sinus subscapularis, *vf*. Vas faciale, *vh*. Vas hyoid., *vsd*. Vas superf. dors., *vs1*. Vas superf. lat., *vspi*. Vas spinale, *vsv*. Vas superf. ventr., *vvp*. Vas ventr. prof.

raum zwischen Perikard, Schlundkopf und den ventralen Teilen der Kiemenbögen und erstreckt sich weit nach vorne, indem er den Bulbus arteriosus und seine Kiemenäste begleitet. Von vorne nimmt er Lymphgefäße aus den Kiemen auf, nach hinten und ventral steht er direkt oder indirekt in Verbindung mit den vorderen Endästen des Vas lymphaticum superficiale ventrale bzw. des Vas ventrale profundum. Dorsalwärts und mehr nach der Oberfläche zu setzt er sich mit dem Sinus subscapularis in Verbindung, dorsalwärts und tiefer geht er in das Vas jugulare bzw. den Kopfsinus über.

Zwischen Kopfnieren, hinterer Schädelwand und den Kiemen liegt ein von Muskeln durchsetzter Plexus (Sinus occipitalis, *so*). In ihn mündet von oben her das Vas spinale, das gabelförmig die Wirbelsäule und die Kopfnieren umfaßt. Lateral und ventral verbindet sich der Sinus mit dem oberflächlicher gelegenen Sinus subscapularis, in den das Vas lymphaticum superficiale laterale und unter Umständen auch das Vas jugulare mündet. Nach vorne steht der Sinus occipitalis mit dem Kopfsinus in Verbindung. Fehlt er, dann wird er vom Kopfsinus vertreten.

Der Kopfsinus (Sinus cephalicus, *sc*) liegt zwischen Hyomandibulare und lateraler Schädelwand im Raum zwischen Orbita und Kiemen. Auf seine Verbindung mit den oberflächlichen Gesichts- und Hyoidgefäßen wurde schon hingewiesen.

Der mediane Perikardialsinus, die paarigen Subskapular- und Okzipitalsinus bilden bei den Gadiden an der Kopfrumpfgrenze einen Plexusring (Halsband nach Jourdain 1867), in den alle Hauptstämme des Kopfes und Rumpfes einmünden. Dazu treten noch die viszerale Lymphgefäße, die sich im kranialen Abschnitt der Leibeshöhle in den retroperitoneal gelegenen Abdominalsinus (*sa*) fortsetzen. Der Abdominalsinus geht zwischen Clavicula und Okzipitalsinus gleichfalls in diesen Halsbandsinus über. Der Abfluß all dieser Lymphwege erfolgt durch Vermittlung des Kopfsinus bzw. des Vas jugulare entweder in die Vena cardinalis anterior oder in die Vena cardinalis posterior oder in beide. In dieser Beziehung bestehen große Variationen, da die Plexusäste manchmal den Charakter isolierter Stämme haben, manchmal nur als Sinusbuchten erscheinen und die Halsbandsinus mit dem ihnen angeschlossenen Kopfsinus oft schwer voneinander abgrenzbar sind.

#### γγ) Die viszerale Lymphgefäße.

Für die viszerale Lymphgefäße ist charakteristisch, daß sie alle Organe mit oberflächlichen, d. h. unter der Serosa gelegenen, dichten Netzen überziehen. Aus diesen Netzen sammeln sich einzelne weite Stämme, die die Blutgefäße begleiten, bzw. in der oben schon geschilderten Weise die Arterie umschneiden und dann an der Wurzel des Mesenteriums im retroperitonealen Raum oft weite Säcke bilden. Solche Netze überziehen vor allem die Harnblase, die Schwimmblase, die Gallenblase und die abdominale Fläche der Niere. Sie sind weniger ausgesprochen an Leber und Milz, wo sie auf den Hilus und die Verzweigung der Pfortaderäste bzw. der Milzgefäße beschränkt sind. Die Lymphbahnen des Darmkanals — Chylusgefäße — (Näheres in der Veröffentlichung Glasers) bilden ein über den ganzen Darm sich erstreckendes engmaschiges Netz weiter Gefäße in doppelter Lage. Das oberflächliche Netz, das durch die Serosa durchscheint, liegt unter der sehr dünnen Längsfaserschicht, das tiefe jenseits der dicken Ringfaserschicht in der Submukosa. Bei manchen Gattungen (Anarrhichas) fehlt das oberflächliche Netz; das tiefe submuköse ist allein ausgebildet (Glaser). Von dem tiefen Netz gehen fingerförmige, blind endende Zweige in die Falten. Jedoch erreichen sie die Zottenspitze nicht (Taf. 5, Abb. 2). Das oberflächliche Netz hängt allenthalben durch Zweige, die die Ringmuskelschicht durchsetzen, mit dem tiefen zusammen. Während das oberflächliche Netz sich unabhängiger von Blutkapillaren und Blutgefäßen ausbreitet, haben die Stämmchen des tiefen Netzes die Neigung, um die Gefäße Scheiden zu bilden. Auch der Magen und die Pylorusanhänge sowie der Ösophagus sind von einem Netz von Lymphgefäßen umspinnen.

Die Lymphgefäße der Darmwand sammeln sich in mehreren Stämmchen, die wieder zu einem — unter Umständen zu einem Sinus erweiterten — Hauptstamm oder zwei Hauptstämmen zusammentreten. Wo es zur Bildung eines Hauptstammes kommt (Vas lymphaticum intestino-mesentericum, *vim*), verläuft dieser an der rechten Seite des Ösophagus kranialwärts (Abb. 582, 585, *vim*) und mündet in den Abdominalsinus. Auf der linken Seite sind meist nur kleine Äste vorhanden, die ebenfalls zum Abdominalsinus gelangen. Der Abdominalsinus (Abb. 584, *sa*) ist auch der Sammelraum für die von den übrigen Organen kommenden Stämme.

Bei Tieren ohne Schwimmblase verläuft jederseits lateral der Niere (Abb. 581, *vpr*) ein Lymphgefäßstamm. Die Stämme erweitern sich kranial zum Abdominalsinus, kaudal stehen sie mit dem Anusring in Verbindung. Sie nehmen die Gefäße der Harnblase und der Geschlechtsorgane auf und kommunizieren durch segmentale Queranastomosen, die dorsal von den Nieren verlaufen, mit

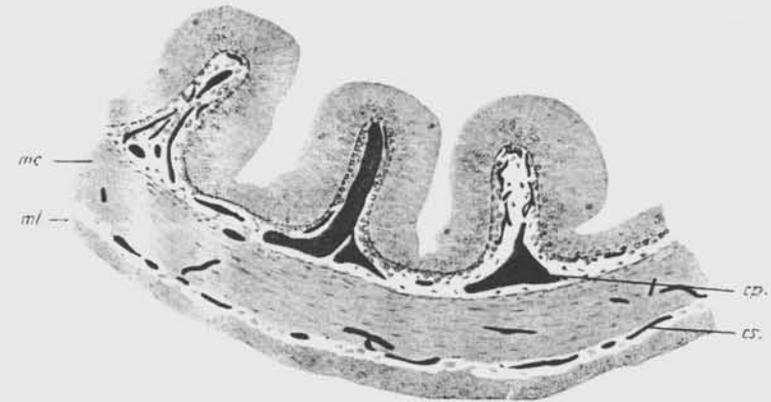


Abb. 1. Querschnitt durch den Spiraldarm von *Scyllium canicula* mit injiziertem oberflächlichen (*cp*) und tiefem (*cs*) Blutkapillarnetz. Arterien rot, Venen blau, *mc* Ringmuskelschicht; *ml* Längsmuskelschicht. Präparat Glaser.

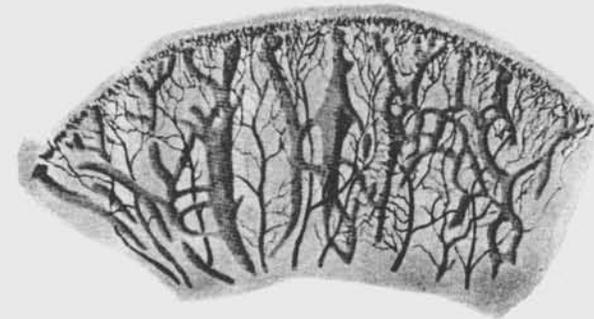


Abb. 2. Dünndarmfalte (seitliches Flächenbild) von *Anarrhichas lupus* mit injizierten Blut- und Lymphgefäßen. Lymphgefäße gelb, Arterien rot, Venen blau. Präparat Glaser.

dem Ductus thoracicus. Diese Gefäße entsprechen den Reservoirs périrénaux Jourdain und dem Peritonealsinus Kilbornes; man kann sie als Vasa lymphatica pararenalia bezeichnen. Bei Fischen mit Schwimmblase sind die Gefäße stark erweitert und liegen in der Rinne zwischen Schwimmblase und Leibeswand. In der Höhe des Afters umgreifen sie die Blase und treten zu einem Stamm zusammen, der sich kaudal unter der Wirbelsäule fortsetzt; nach vorne geben sie einen Zweig zum Anus ab.

#### δδ) Entwicklung der Lymphgefäße.

Über die Entwicklung der Lymphgefäße bei Knochenfischen liegen Untersuchungen McClures (1914, 1915) und Hoyer und Michalskis (1922) über die Forelle und Florkowskis (1930) und Dunajewskis (1930) über den Aal vor. McClure behandelt dabei weniger das erste Auftreten spezieller Bahnen, als vielmehr die Frage nach der Art ihrer Bildung im Sinne der wiederholt erörterten Problemstellung. Im Kopf, und zwar jederseits ventral und medial vom Auge, entsteht frühzeitig ein subokularer Lymphsack, der auch beim lebenden Tier zu erkennen ist und nicht pulsiert. Er steht zunächst weder mit Venen noch mit Lymphgefäßen in Verbindung; ein Zusammenhang mit Pharyngeallymphgefäßen tritt erst in der späteren Entwicklung auf. Was aus diesem Lymphsack wird, ist nicht bekannt. Hoyer und Michalski konnten ihn durch Injektion nicht nachweisen.

Als zusammenhängende Lymphbahnen sind nach Hoyer und Michalski durch Injektion zuerst die oberflächlichen Seitengefäße und die Jugulargefäße nachweisbar (Abb. 586); die übrigen entwickeln sich erst allmählich. Auf die Reihenfolge und den speziellen Gang der Differenzierung kann nicht eingegangen werden. Hoyer und Michalski stellen fest, daß die Lymphgefäße später als die Blutgefäße auftreten und daß sie sich von vornherein als Lymphgefäße und nicht als venolymphatische Lymphgefäße entwickeln.

Was hiergegen einzuwenden ist, wurde schon bei der allgemeinen Erörterung gesagt. Die Verhältnisse bei den Elasmobranchiern und die an Schnittserien durchgeführten Untersuchungen Kampmeiers (1930) beweisen, daß die Hauptlymphgefäße in bestimmten, dem Hämolympfsystem zugehörigen Bahnen ihre Vorläufer haben und in diesem Sinne als umgeschaltete „Blutgefäße“ zu deuten sind.

#### δ) Die Lymphgefäße der Ganoiden.

Die Lymphgefäße der Ganoiden sind bei den Knorpelganoiden (Polyodon) von Allen (1907), bei den Knochenganoiden (Lepidosteus und Amia) von Hopkins (1893) und Allen (1907) beschrieben worden.

Nach der Darstellung Hopkins kommt den Knochenganoiden ein selbständiges Lymphgefäßsystem wie den Teleosteen zu. Auch in bezug auf die spezielle Anordnung der Gefäße ergibt sich weder für die der Körperwand noch für die der Eingeweide ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Knochenfischen. Das System ist in allen Teilen das gleiche. Nur findet sich bei Amia am kaudalen Ende des oberflächlichen Seitengefäßes ein Sinus, der mit der Kaudalvene in Verbindung steht. Auch sollen die mesenterialen Lymphgefäße beiderseits selbständig in den Ductus Cuvieri münden. Als Beweis für die Tatsache, daß es sich

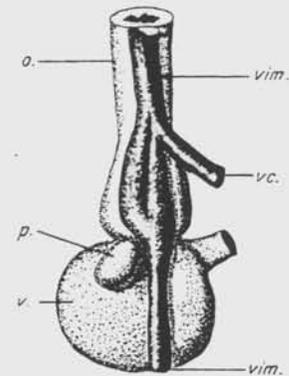


Abb. 585. Das Vas lymphaticum intestino-mesentericum in seinem Verlauf neben dem Oesophagus bei Anarrhichas lupus, von der rechten Seite gesehen. o. Oesophagus, p. Pankreas, v. Magen, vc. Vas lymphaticum coeliacum, vim. Vas lymphaticum intestino-mesentericum. — Präparat Glaser.

bei *Amia* um ein wirkliches Lymphsystem handelt, hebt Hopkins hervor, daß er den Kopfsinus bei noch schlagendem Herzen freilegte und dabei feststellte, daß die Venen mit Blut, der Sinus dagegen mit

einer klaren und durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt war. Auch die oberflächlichen Seitengefäße führten niemals Blut, sondern entleerten beim Einschneiden stets eine helle Flüssigkeit.

Nach Allen liegen bei *Lepidosteus* die Verhältnisse im allgemeinen ebenso wie bei *Amia*, so daß sich die Knochenganoiden hinsichtlich der Ausbildung des Lymphgefäßsystems gleich verhalten. Daß *Lepidosteus* in der Anordnung und Ausdehnung der Halsbandsinus der Kopfregion Variationen gegenüber den von Allen untersuchten Teleostern (*Scorpaenichthys*) zeigt, ist nach dem, was oben S. 763 gesagt wurde, selbstverständlich.

Wichtiger sind die Angaben, die Allen über die Knorpelganoiden (*Polyodon*) macht. Er findet, daß hier die subkutanen Gefäße viel enger sind als bei den Knochenganoiden und Teleostern und in ihrem Bau eher den entsprechenden Venen der Elasmobranchier ähneln; auch seien die dorsalen und ventralen Stämme nur in der Schwanzregion vorhanden. Im Kopfgebiet sind auch bei *Polyodon* die Sinus nachweisbar mit Ausnahme des Perikardialsinus, der durch ein einfaches, in den Kopfsinus mündendes Gefäß vertreten ist. Eigenartig ist aber das, was Allen über die Gefäße der Kiemenregion sagt. Es gibt nach ihm bei *Polyodon* nur ein arterielles, aber kein venöses System. An die Stelle des letzteren seien Lymphbahnen getreten, die Netze bildeten, aber keine Verbindung mit den entsprechenden Arterien hätten und deren Sammelstämme in die Vena cardinalis anterior oder in einen Kopfsinus mündeten. Allen hebt jedoch hervor, daß noch weitere Untersuchungen nötig wären.

Sind die Beobachtungen Allens richtig, dann läge auch bei den Knorpelganoiden im Kiemengebiet eine Substitution der Venen durch Lymphgefäße vor. Es bestünde also auch hier noch ein Übergangsstadium zwischen venösen, d. h. ursprünglich hämolymphatischen Gefäßen und reinen Lymphbahnen, wie es Burne

für seine „fine vessels“ im Kiemengebiet von *Lophius* (S. 754 ff.) beschrieben hat. Über die Entwicklung der Lymphgefäße bei den Ganoiden fehlen außer einigen-wenigen Bemerkungen McClures (1914), die sich aber nur auf die

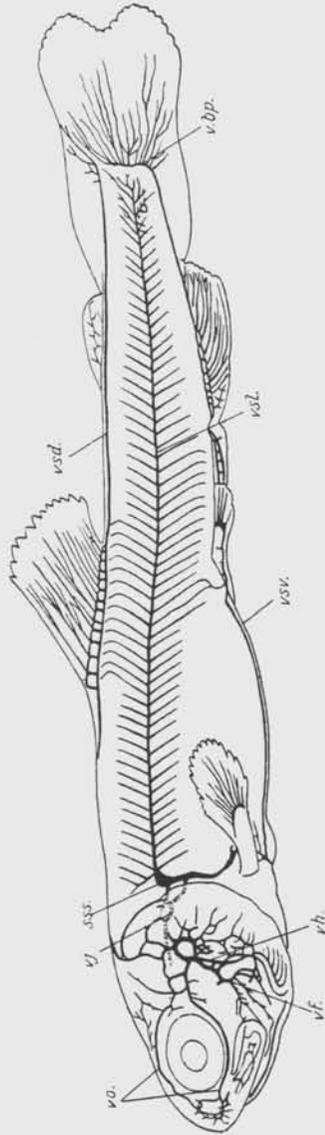


Abb. 566. Lymphgefäße eines Forellembryo nach Hoyer und Michalski (1922). Die Gefäße haben dieselbe allgemeine Anordnung wie beim erwachsenen Tier. *v. f.* V. Vas faciale, *v. h.* V. Vas hyoidum, *v. j.* V. Vas jugulare, *v. o.* V. Vas orbitale, *ss.* Sinus subcapitularis, *bp.* Ränischlinge der Schwanzblasse, *sd.* V. Vas superif. dors., *sv.* V. Vas superif. ventr.

grundsätzlichen Fragen nach den Beziehungen zum Venensystem beschränken, noch alle Untersuchungen.

#### e) Das Lymphgefäßsystem der Dipnoer.

Wie sich die Lymphgefäße der Dipnoer verhalten, ist unbekannt. Nur W. N. Parker (1889, 1892/96) erwähnt, daß er bei *Protopterus* lakunäre Räume, aber keine differenzierten Gefäße mit eigener Wandung nachweisen konnte. Über das Lymphgefäßsystem könne er nichts Definitives sagen. Damit ist leider nicht viel anzufangen.

Zusammenfassend läßt sich über die niedersten Wirbeltiere sagen, daß Leptocardier, Cyclostomen und Elasmobranchier eine Gruppe für sich bilden, der noch kein ausgebildetes selbständiges Lymphgefäßsystem zukommt. An seiner Stelle ist noch ein einheitliches Hämolymphsystem vorhanden, das Blut- und Lymphgefäßsystem zugleich ist. Ganoiden und Teleosteer haben dagegen schon wie die höheren Wirbeltiere ein eigenes Lymphgefäßsystem. Es entsteht in der Form, daß bestimmte Bahnen des Hämolymphsystems aus der Zirkulation ausgeschaltet werden und nur noch als Zubringwege (Lymphbahnen) weiter bestehen. Die Trennung bahnt sich bei den Elasmobranchiern (*Torpedo*) an; auch scheint es, als wenn noch bei den Knorpelganoiden und gewissen Teleostern Verbindungen zwischen den lymphatischen Bahnen und dem arteriellen System vorhanden wären. Doch sind zur Klärung der letzteren Frage weitere Untersuchungen vor allem auch an Dipnoern und Knorpelganoiden nötig.

Seiner Anlage nach ist das Lymphgefäßsystem der Fische im allgemeinen paarig und symmetrisch und entspricht auch hierin der des ursprünglichen Venensystems.

#### ζ) Das Lymphgefäßsystem der Amphibien.

Das Lymphgefäßsystem der Amphibien ist, abgesehen vom Frosch und den übrigen Anuren, in seiner Anordnung noch nicht hinreichend bekannt. Seit den Tagen Panizzas (1833) hat es jedenfalls keine eingehendere Bearbeitung mehr gefunden. Das ist um so bedauerlicher, als die Anuren durch die zweifelhafte Spezialdifferenzierung der Lymphsäcke eine Sonderstellung einnehmen und die bei ihnen bestehenden Verhältnisse vergleichend anatomisch nicht ohne weiteres auszuwerten sind. In den Urodelen hat man in dieser Beziehung die einfacheren und primitiveren Formen zu sehen.

#### αα) Die Urodelen.

Außer der Beschreibung der Lymphgefäße Panizzas beim Salamander und Stannius' (1854) bei *Necturus* und *Cryptobranchus* liegen noch Angaben über *Proteus*, *Salamandra maculosa*, *Siredon pisciformis* und *Triton* von Weliky (1884, 1887, 1888) vor, die zwar in der Hauptsache die Lymphherzen betreffen, aber auch Hinweise auf die Gefäße enthalten. Auf den Salamander bezügliche Angaben finden sich bei Calori (1864) und für Salamander und *Proteus* auch bei Favaro (1905/06). Hoyer und Udziela (1912) haben das Lymphgefäßsystem der Salamanderlarve und Grodziński (1926) das des jungen und erwachsenen *Amblystoma mexicanum* untersucht. Wenn es sich dabei auch zum Teil um Larvenzustände handelt, so gestatten doch die Einfachheit und Übersichtlichkeit der Verhältnisse, die Hauptbahnen und die Zusammenhänge zum Teil besser zu übersehen, als es beim ausgewachsenen Tier möglich ist.

Die Lymphherzen wurden bei Salamander und *Triton* zuerst von J. Meyer (1845) beschrieben. Außer Weliky machen Hoyer (1912) und Hoyer und Udziela (1912) nähere Angaben über die Lymphherzen des Salamanders, Zacwilichowski (1917) über die des *Triton*.

Von den viszeralen Lymphgefäßen der Tritonlunge gibt Suchard (1899) eine Beschreibung und von den gleichen Gefäßen wie auch von denen des Magens Miller (1905) bei *Necturus*. (Siehe Nachtrag S. 788.)

Lymphgefäße der Körperwand (Abb. 587). Wie die Ganoiden und Teleostee haben auch die Urodelen ein oberflächliches und tiefes Körperwandsystem. Es ist bisher im Zusammenhang nur von Hoyer und Udziela (1912) an der Salamanderlarve dargestellt und beschrieben worden. Da aber, abgesehen von den reinen Larvenverhältnissen (Flossen und Kiemen), seine Anordnung im wesentlichen auch für das erwachsene Tier zutrifft, gebe ich die Darstellung der genannten Autoren als Urodelschema. Die besonderen Verhältnisse beim erwachsenen Tier sind, soweit sie überhaupt bekannt sind und davon abweichen, aufgeführt.

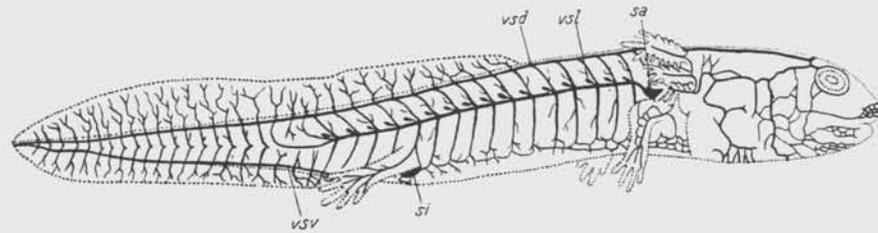


Abb. 587. Oberflächliche Lymphgefäße der Salamanderlarve. *sa* Sinus axillaris, *sv* Sinus inguinalis, *vsd* Vas superf. dors., *vsl* Vas superf. lat. mit ansitzendem Lymphherzen, *vsv* Vas superf. ventr. Nach Hoyer und Udziela.

Das oberflächliche Gefäßsystem besteht aus einem dorsalen und ventralen Längsgefäß und einem paarigen Seitengefäß. Das oberflächliche dorsale Gefäß (Vas lymphaticum superficiale dorsale, *vsd*) beginnt an der Schwanzspitze und verläuft an der Basis des Flossensaums über Schwanz und Rücken kranialwärts bis zur Mitte des Kopfes. Es nimmt die Lymphgefäße aus dem freien Flossensaum und dem Gebiet der epaxonalen Muskelmasse durch intersegmentale Seitenzweige auf. Am Kopf teilt es sich in zwei Äste, deren jeder Zuflüsse von der Nase, den Augen und den Kiemen erhält. Diese Kopfgefäße kommen aus Netzen und Bahnen der ventralen Seite.

Der ventrale Längsstamm (Vas lymphaticum superficiale ventrale, *vsv*) beginnt an der Schwanzspitze und verläuft bis zur Kloake, die es mit zwei Ästen umgreift. In der Inguinalgegend gehen diese in einen paarigen Sinus (*sv*) über, der die Lymphgefäße von der ventralen Seite der hinteren Extremität aufnimmt. In den ventralen Stamm münden die Gefäße des Flossensaums und die Segmentaläste der hypaxonalen Muskelmasse. Die kraniale Fortsetzung des ventralen Oberflächengefäßes bilden zwei der Rektuswand parallel verlaufende Gefäße, die aus dem intersegmentalen Gefäß hervorgehen. Die Seitenstämme (Vasa lymphatica superficialia lateralia, *vsl*) beginnen zwischen dem 17. und 20. Körpersegment mit einem Bogen, der sich mit dem dorsalen und ventralen Stamm verbindet. Er verläuft in der Seitenlinie zwischen den dorsalen und ventralen myomeren Abschnitten. Am Rande der Skapula mündet er in den axillaren oder subkapularen Lymphsack (*sa*).

Das tiefe Körperwandsystem wird durch die subvertebralen Gefäße (Vasa lymphatica subvertebralia, Ductus thoracici) dargestellt. Sie verlaufen unmittelbar unter der Wirbelsäule paarig von der Schwanzspitze bis zum Thorax, wobei sie durch segmentale Queranostomen netzförmig zusammenhängen. Aus diesem Netz gehen segmentale Intervertebralf Gefäße hervor, die die Muskelmassen durchsetzen und in das oberflächliche Seitengefäß einmünden sowie solche, die dorsal aufsteigend zu dem dorsalen Längsstamm gelangen. Die beiden subvertebralen

Gefäße verlaufen zur Seite der Aorta zwischen den Urnieren und erweitern sich zu einem großen Lymphraum (Cisterna lymphatica Panizza), der zwischen den Mesenterialblättern vom kranialen Ende der Urniere bis zur Höhe des Pylorus reicht. In diesen Sinus mündet der größte Teil der Lymphgefäße des Magens und des Darms. Kranialwärts von dieser Erweiterung verlaufen die beiden subvertebralen Gefäße wieder getrennt neben der Aorta und gehen in der Höhe des Plexus brachialis jederseits in den Sinus subcapularis über. Dieser Sinus, der zwischen Thoraxwand und Skapula liegt, nimmt außer den subvertebralen Gefäßen und dem oberflächlichen Seitengefäß auch noch die oberflächlichen und tiefen Lymphgefäße des Kopfes, die Lymphgefäße der vorderen Extremität sowie ein bis zwei viszerale Gefäße auf, die den Ösophagus begleiten. Aus dem kranio-medialen Rande des Sinus gehen ein oder mehrere kurze Gefäße hervor, die nach Einmündung der Kopfgefäße in die Venae cardinales anteriores einmünden.

Die Lymphgefäße des Kopfes. Die mit dem Vas lymphaticum superficiale dorsale in Verbindung stehenden je drei Kopfgefäße für Nasen-, Augen- und Kiemenregion wurden schon erwähnt. Sie hängen mit dem Netz auf der Ventralseite des Unterkiefers zusammen. Die tiefen Lymphgefäße des Kopfes (Vasa jugularia) verlaufen zwischen den Blättern der inneren Kieme und dem Herzen. An ihrem kaudalen Ende erweitern sie sich zu einem Sinus und vereinigen sich hier durch eine oder mehrere feine Gefäße mit der Vena cardinalis anterior.

Die Lymphgefäße der Extremitäten. Die Lymphgefäße der Extremitäten beginnen mit feinen Gefäßen, von denen je eines längs der Seitenfläche eines Fingers verläuft. Diese Gefäße vereinigen sich proximal zu kleinen interdigitalen Sinus. Die Sinus stehen mit einem sehr dichten Gefäßnetz in Verbindung, das an der hinteren Extremität bis zum Knie, an der vorderen bis zur Unterarmmitte reicht. Über Knie- und Ellenbogengelenk liegt ein Lymphsinus; aus ihm gehen zwei bzw. drei Räume hervor, die bei der hinteren Extremität in den inguinalen, bei der vorderen in den subkapularen Lymphsinus münden. An der Außenfläche der Extremitäten liegt ein großmaschiges Netz von Lymphgefäßen, die proximal in die nächsten Intersegmentalgefäße einmünden.

Die Lymphherzen. Das Seitengefäß ist in gewissen Abständen mit Lymphherzen besetzt (Abb. 589, *vsl*), die als kleine ovale, beim lebenden Tier pulsierende Bläschen erscheinen. Am kranialen Pol des Herzens münden gemeinsam drei bzw. vier Äste ein, und zwar 1. ein Intervertebralarast, der vom Vas lymphaticum subvertebrale abgegeben wird, 2. je ein Seitenast des oberflächlichen Seitengefäßes vom gleichen und vorhergehenden Körpersegment, 3. das gemeinsame Stämmchen der intersegmentalen Seitenäste des dorsalen und ventralen oberflächlichen Gefäßes. Die Einmündungsstelle ist mit einer in das Herz einspringenden Klappe versehen. Ein Vas efferens ist nicht vorhanden; das Herz verjüngt sich am kaudalen Pol und stülpt sich mit einer Klappe direkt in das Lumen der vorbeiziehenden Vena lateralis ein.

Beim erwachsenen Salamander hat Weliky außer den von Joh. Müller (1832) entdeckten Lymphherzen in der Schulter- und Beckengegend im Schwanzteil jederseits noch 4–5, im Bauchteil 3–4 und am Hinterrande der Skapula noch 1–2 Lymphherzen nachgewiesen. Die gleiche Zahl fand Weliky bei *Triton taeniatus*. Für den Axolotl gibt der gleiche Autor 8–20 längs der ganzen Seitenfurche an und ebenso viele für *Proteus*. Nach Favaro kommen bei *Triton* an der Schwanzwurzel 2–5 Herzen beiderseits vor.

Bei der Salamanderlarve beträgt die Zahl der Lymphherzen jederseits 15 (Hoyer und Udziela), für die Axolotllarve gibt Weliky (1888) jederseits 20 an. Die Herzen sind von verschiedener Größe; die kranialen und die im Bereich des Beckens liegenden sind die größten. Außerdem soll bei der Salamanderlarve

noch ein von Greil (1903) entdecktes zentrales Lymphherz vorkommen, das dem Truncus arteriosus anliegt und das jederseits einen starken Ast des Vas jugulare aufnimmt. Die ausführenden Gefäße münden mit den Vasa jugularia in die Vena cardinalis anterior. Hoyer und Udziela beschreiben diese Bildung als Sinus cordis und nicht als Lymphherz, da sie keine Kontraktionen beobachteten; doch ist auffällig, daß sowohl die zuführenden wie die abführenden Gefäße Klappen besitzen, die sonst einem Sinus hier nicht zukommen.

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist die Zahl der Lymphherzen bei den Larven der Urodelen überall größer als beim erwachsenen Tier.

Sonstige Lymphbahnen. In der Haut, besonders der hinteren Extremitäten und des Schwanzes, ist ein sehr feines Lymphgefäßnetz ausgebildet. Die hieraus hervorgehenden Stämmchen münden in der Symphysengegend in ein tiefes Netz, das Kloake und Blase umgibt.

Über die viszeralen Lymphgefäße liegen nur wenige Angaben vor. Die Lymphgefäße der Lunge begleiten die Arterien wie die Venen, bei Triton ist nach Suchard das Netz um die Venen reicher als das um die Arterien. Der Magen ist von einem dichten Netz von Lymphgefäßen umspinnen, sowohl an seiner dorsalen wie an seiner zentralen Seite befindet sich ein großer Sinus, der die Lymphgefäße aus den Baueingeweiden und der Lunge aufnimmt. An jeder Seite des Magens liegt nach Miller ein Lymphstamm, der dem Verlauf der Vena cardinalis posterior folgt und entweder in den Ductus Cuvieri oder in die Vena cardinalis anterior einmündet; kurz vor der Einmündung nimmt dieser Stamm die Lymphgefäße des Kopfes und der vorderen Extremität auf. Es dürfte sich also um das geteilte Vas lymphaticum subvertebrale (Ductus thoracicus) handeln. (Siehe Nachtrag S. 788.)

#### ββ) Gymnophionen.

Über das Lymphgefäßsystem der Gymnophionen macht Marcus (1908) für Hypogeophis einige Angaben. Es liegen ihnen jedoch nur Schnitte von Larven zugrunde.

An der Grenze zwischen der ep- und hypaxonalen Muskulatur finden sich unmittelbar unter der Haut in streng segmentaler Anordnung beiderseits über hundert Lymphherzen, die am hintersten Körperende beginnen und bis zum Kopf reichen. Am Kopf selbst fehlen sie. Zu diesen Lymphherzen treten in jedem Segment je drei Lymphgefäße, und zwar ein dorsales, ein ventrales und ein longitudinales, wovon letzteres in der Längsachse verläuft; die Gefäße dürften den beim Salamander beschriebenen entsprechen. Von den Lymphherzen wird die Lymphe in die intersegmentale Vene geleitet, die ihrerseits in die zuführende Nierenvene einmündet.

Die Lymphgefäße des Darmes sammeln sich in einem weiten, die Aorta umfassenden subvertebralen Lymphsack, von dem segmentale Äste abzweigen, um zu den Lymphherzen zu gelangen. Außerdem besteht auch noch eine intersegmentale Lymphgefäßverbindung zwischen jedem Lymphherz und dem Cölo, die allerdings durch Stigmata vermittelt wird.

Über sonstige Lymphgefäße der Körperwand wie auch über die des Kopfes fehlen nähere Angaben. Spätere Mitteilungen des gleichen Autors (1911, 1926) behandeln nur allgemeine Entwicklungsfragen des Lymphgefäßsystems.

#### γγ) Anuren.

Das Lymphgefäßsystem der Anuren speziell des Frosches ist zuerst von Panizza (1832) ausführlich dargestellt worden. Die Lymphherzen entdeckte Joh. Müller (1832) gleichzeitig mit Panizza wieder, nachdem ihre erste Beschreibung von Pierce Smith (1796) in Vergessenheit geraten war, und wies zugleich die später wieder von J. Meyer (1845) angezweifelte Zusammen-

hänge der schon seit Mery und Dugès bekannten subkutanen Räume mit dem Lymphgefäßsystem nach. Weitere Untersuchungen über die Lymphräume stellten Rusconi (1843) und Robin (1846) an. Die heute herrschende Auffassung über die Natur der Räume geht auf v. Recklinghausen (1862, 1871) zurück. Es folgen Calori (1864) und Jourdain (1881/82) mit detaillierteren Angaben über die Lymphsäcke. Die letzte und ausführlichste Schilderung verdanken wir Gaupp (1896). Die Lymphgefäße der Haut und des Darmes haben schon Panizza und Rusconi beschrieben. Aber erst Langer (1866, 1867) gab davon eine auf mikroskopische Untersuchung gestützte Darstellung. Die Lymphgefäße bzw. Lymphherzen der Froschlurven haben schon eine teilweise Beschreibung durch Langer (1868), Jourdain (1881/82) und Weliky (1888) erfahren, doch hat sich erst Hoyer (1905, 1908) eingehender mit ihnen beschäftigt. (Siehe Nachtrag S. 788.)

Das Lymphgefäßsystem der Anuren bietet nach Gaupp die Eigentümlichkeit, daß, abgesehen von Lymphkapillaren, die die Lymphe aus den Organen sammeln, röhrenförmige Lymphkanäle im gesamten Gebiet der Körperwand nicht vorkommen. Die Lymphe der Lymphkapillaren wird vielmehr von „Spatia lymphatica“ des Körpers aufgenommen, die teils in der Tiefe, teils an der Oberfläche liegen und beträchtliche Dimensionen erreichen können. Diese Spatia, die man sich früher als „interstitielle“ Bindegewebsräume ohne eigene Wandbildung vorstellte, sind jedoch in Wirklichkeit von einem kontinuierlichen Epithelbelag ausgekleidete Räume, die durch bindegewebige Scheidewände (Septen) getrennt sind und namentlich im Gebiete der subkutanen Räume von kürzeren oder längeren, von Wand zu Wand sich spannenden Fäden oder Bälkchen durchzogen werden. Alle Lymphräume stehen durch die im Allgemeinen Teil des Gefäßsystems S. 412 schon näher beschriebenen klappenartigen Durchlaßöffnungen untereinander in Verbindung und kommunizieren andererseits an vier Körperstellen mit dem Venensystem, und zwar in der vorderen Körperhälfte jederseits mit der Vena vertebralis, einem Ast der Vena jugularis interna, und in der hinteren jederseits mit der Vena iliaca transversa, einem Verbindungsast zwischen der Vena femoralis und der Vena ischiadica.

Die die Lymphgefäße ersetzenden Lymphsäcke der Körperwand können in oberflächliche und tiefe unterschieden werden.

Oberflächliche Lymphsäcke. Die oberflächlichen Lymphsäcke finden sich als subkutane Bildungen am ganzen Körper (Abb. 588 und 589) und sind entsprechend den Hauptorientierungen und -abschnitten des Kopf-, Rumpf- und Extremitätengebietes durch Septen voneinander geschieden. So sind z. B. am Rumpf ein dorsaler (*sd*), ein ventraler (*sv*) und zwei laterale Säcke (*sl*) vorhanden, von denen der erstere von der Kloake bis zur Kopfspitze, die beiden seitlichen vom Ansatz der hinteren Extremitäten bis zu dem der vorderen reicht, während der ventrale im Brustbereich endet. Diese Säcke entsprechen demnach in ihrem Verbreitungsgebiet im wesentlichen den oberflächlichen Lymphgefäßen der Urodelen. Die tiefen Säcke breiten sich intermuskulär am Kopf, Rumpf und den Extremitäten aus und finden sich auch im Bereich der verschiedenen Höhlen des Körpers. Durch diese Sackbildungen ist das subkutane und interstitielle Gewebe stark zurückgebildet bzw. verdrängt. Infolgedessen wird die Verbindung der einzelnen Körperteile, z. B. der Haut mit der Unterlage, nur auf die Septen und einige wenige sonstige Stellen an Kopf, After und Endglieder der Extremitäten beschränkt. Blutgefäße und Nerven benutzen zum Teil diese Verbindungsstellen als Passage, zum Teil durchsetzen sie, von Epithelscheiden umschlossen, die Lymphräume selbst.

Eine ins einzelne gehende Beschreibung der Lymphsäcke zu geben, würde zu weit führen, um so mehr, da nach Gaupp schon zwischen den einzelnen Froscharten teilweise sehr erhebliche Verschiedenheiten bestehen.

Oberflächliche Lymphsäcke (Abb. 588 und 589). Am Rumpf unterscheidet Gaupp bei *Rana esculenta* acht Säcke, aus deren Namen sich auch ihre Anordnung ergibt: Saccus cranio-dorsalis (*sod*), S. supraorbitalis, S. temporalis, S. iliacus, S. lateralis (*sl*), S. submaxillaris (*ssm*), S. pectoralis (*sp*), S. abdominalis (*sv*). An der vorderen Extremität sind drei vorhanden: S. brachialis lateralis (*sbl*) und dorsalis manus (*sdm*), S. brachialis medialis (*sbm*), S. brachialis anterior; an der hinteren Extremität sechs: S. femoralis (*sf*), S. suprafemorale (*ssf*), S. interfemorale (*sif*), S. cruralis (*sc*), S. dorsalis pedis (*sdp*), S. plantaris pedis (*spp*).

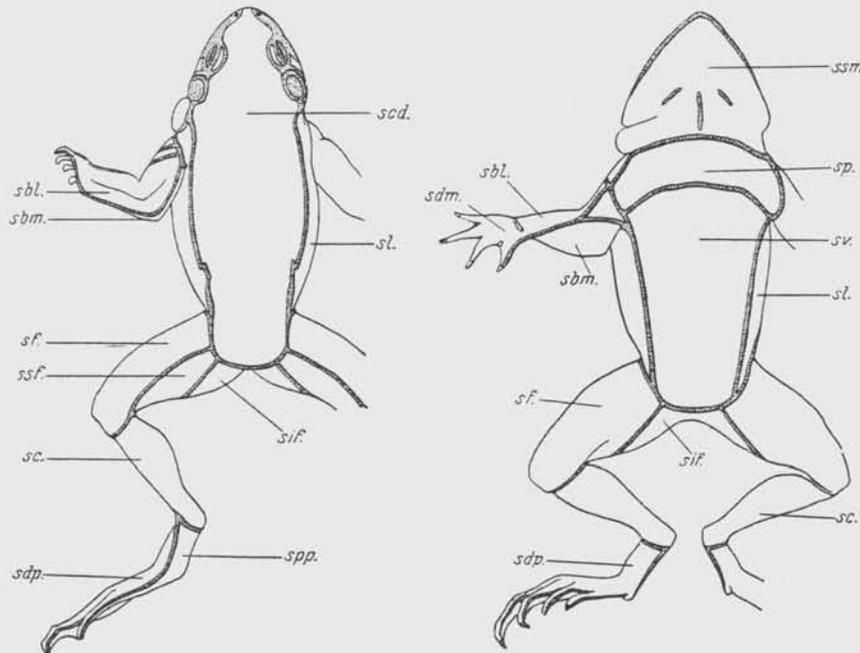


Abb. 588. Die subkutanen dorsalen Lymphsäcke des Frosches (*Rana esculenta*) mit ihren Grenzsepten. Bezeichnung der Säcke im Text. Nach Gaupp 1896.

Abb. 589. Die subkutanen ventralen Lymphsäcke des Frosches (*Rana esculenta*) mit ihren Grenzsepten. Bezeichnung der Säcke im Text. Nach Gaupp 1896.

Tiefe Lymphsäcke. Tiefe Lymphsäcke sind, abgesehen von den Extremitäten, vor allem auch im Kopf in der Umgebung des Kopfdarms, und zwar sowohl am Dach wie am Boden der Mundrachenhöhle und in der Umgebung des Auges entwickelt. Dazu kommen noch subperitoneale Räume im Gebiet der Organe der Pleuroperitonealhöhle.

Von den Kopfsäcken seien genannt: der Saccus supraocularis am dorsalen Skleraumfang, der S. temporalis profundus um die Kaumuskeln und der S. basilaris, der den Kopfdarm umschließt und nach hinten an den S. subvertebralis angrenzt. Ferner finden sich noch am Boden der Mundrachenhöhle sechs submuköse Räume im Gebiet des Zungenbeins. Eine genauere Beschreibung der Orbitalsinus und ihrer Entwicklung wurde neuerdings von Tretjakoff (1930) gegeben.

Im Rumpfgebiet im engeren Sinne lassen sich unterscheiden: der Saccus perioesophageus, der subserös den Ösophagus ringförmig umgibt, der S. pulmo-

nalis, der ebenfalls subserös beide Lungenwurzeln einschließt, und die subserösen S. pubicus und pelvicius im Bauchhöhlenbeckengebiet.

Der ausgedehnteste tiefe Lymphraum ist der Saccus subvertebralis. Er erstreckt sich unter der Wirbelsäule vom ersten Wirbel bis zum hinteren Ende der Leibeshöhle; seine Fortsetzungen gehen bis an die einzelnen Organe der Leibeshöhle heran. Weitere Saccus sind der S. sternalis, der das Perikard umgibt und kaudal bis zur Leber, kranial bis zum Kehlkopf reicht. Lateral von ihm liegt jederseits ein Saccus subscapularis im Bereich des Schultergürtels.

Die tiefen Lymphräume der Extremitäten liegen zwischen den Muskelgruppen der einzelnen Abschnitte der Extremität, und zwar unter der oberflächlichen Faszie, die sie von den subkutanen Säcken trennt. Für die Beschreibung der einzelnen Räume sei auf Gaupp verwiesen. (Siehe Nachtrag S. 788.)

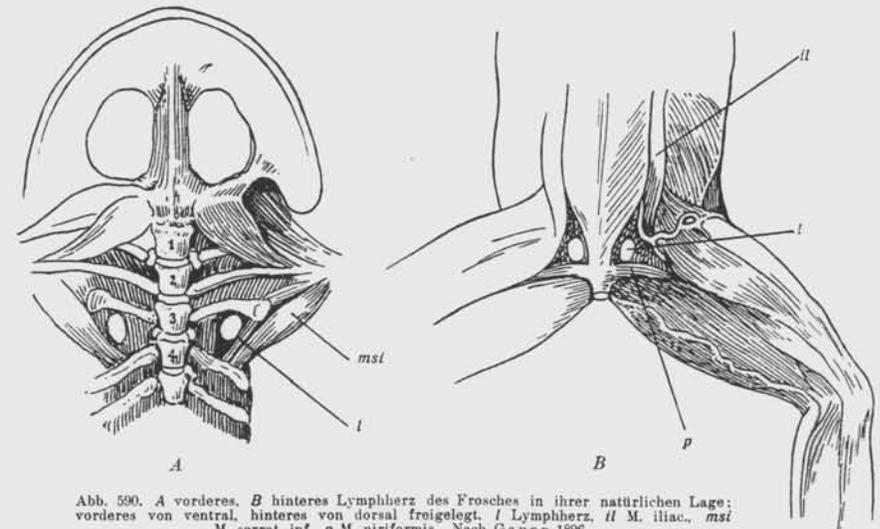


Abb. 590. A vorderes, B hinteres Lymphherz des Frosches in ihrer natürlichen Lage: vorderes von ventral, hinteres von dorsal freigelegt. *i* Lymphherz, *ii* M. iliac., *mst* M. serrat. inf., *p* M. piriformis. Nach Gaupp 1896.

Die Lymphherzen. Den Anuren kommt jederseits ein vorderes und ein hinteres Lymphherz zu. Nach Weliky (1888) können bei Fröschen auch drei hintere Lymphherzen vorhanden sein. Jolly und Lieure (1929) fanden beim Frosch stets je zwei hintere, eng aneinanderliegende Hauptherzen, zu denen sich noch ein drittes und viertes gesellen könne. Leydig (1853) gibt für *Ceratophrys* gleichfalls je zwei hintere Lymphherzen an und v. Tschermak (1907) und ebenso Jolly und Lieure (1929) für *Hyla* dasselbe.

Das vordere ovale Lymphherz (Abb. 590 A) liegt auf der Dorsalfäche des Querfortsatzes des dritten Wirbels, den es kaudal überragt, unter dem Musculus latissimus dorsi, dem M. serratus superior und dem hinteren Winkel der Suprascapula. Es steht in Verbindung mit dem Saccus subscapularis, dessen Wand es eng aufliegt, und enthält dadurch Lymph von dem vorderen Teil des Körpers und vielleicht auch vom Darmkanal. Sein verjüngtes Vorderende mündet in die Vena vertebralis ein, die sich in die Vena jugularis interna ergießt.

Das hintere bald ovale, bald rundliche Lymphherz (Abb. 590 B) liegt lateral vom Hinterende des Steißbeins nahe dem After und fast unmittelbar unter der Haut. Es ist zum Teil mit dem Musculus compressor cloacae und piriformis verwachsen. Das Herz steht an seiner dorsalen Seite mit dem großen dorsalen

Hautlymphsack in Verbindung, außerdem in der vorderen Hälfte mit dem Saccus iliacus und einem Sinus paraproctalis. Vorne und lateral mündet es direkt oder indirekt in die Vena iliaca transversa.

Die Lymphherzen stehen mit den Lymphsäcken nicht durch eine Öffnung, sondern durch 15–20 mit Sphinkteren versehenen „Poren“ in Zusammenhang (Jolly und Lieure 1929).

Sonstige Lymphbahnen. Die Lymphgefäße der Haut hängen durch vertikale Abflußkanäle mit den großen subkutanen Lymphräumen zusammen. Nach Langer (1866, 1867) bilden sie ein subepidermales Netz, das auch die Drüsen umgreift und tiefer als das Netz der Blutkapillaren liegt.

Von den Lymphbahnen der Organe, die keine Besonderheiten bieten, seien hier nur die eigentlichen Chylusgefäße aufgeführt. In der Darmwand verbreiten sich nach Langer die Lymphgefäße in zwei Netzgebieten: einem kleinen subserösen und einem sehr geräumigen submukösen, die beide miteinander in Verbindung stehen. Das subseröse Netz beschreibt Langer als rein subserös, während es nach v. Recklinghausen (1871) zwischen der Längs- und Ringmuskelschicht liegen soll. Aus dem submukösen Netz treten größere und kleinere Gefäße in die Zotten, wo sie unter zahlreichen Anastomosen ein engmaschiges Netz bilden, das am Zottensaum durch ein Randgefäß abgeschlossen wird. Die Blutgefäßkapillaren reichen aber weiter als dieses Netz und hüllen es ein.

Aus dem Netz der Darmwand sammeln sich Lymphgefäßstämmchen, die, die Arterien umscheidend, in das Mesenterium verlaufen; hier erweitern sie sich allmählich und gehen in den Sinus subvertebralis über. (Siehe Nachtrag S. 788.)

#### ♂♂ Die Lymphgefäße der Anurenlarven (Abb. 591 A, B und C).

Abgesehen von Angaben über das allgemeine Verhalten der Lymphgefäße im Flossensaum und Schwanz der Froschlarven (Langer) liegen nur Untersuchungen Hoyers (1905, 1908) über die Larven von *Rana esculenta*, *Bufo viridis*, *Hyla arborea* und *Pelobates fuscus* vor.

Die Hauptgefäße der Larven werden durch zwei Stämme dargestellt, die symmetrisch zu beiden Seiten der Wirbelsäule und der Myomeren zwischen Haut und Peritoneum auf der dorsalen Seite vom Schwanzansatz, über der Kloake bis an die hintere Wand der Ohrblase verlaufen. Von der Seite gesehen beschreiben sie am Abdomen einen großen ventralwärts offenen Bogen. Am Vorderende biegt der Stamm entweder lateral- und ventralwärts nach der ventralen Seite des Kopfes um oder er mündet in das vordere Lymphherz ein; im letzteren Falle gibt er einen

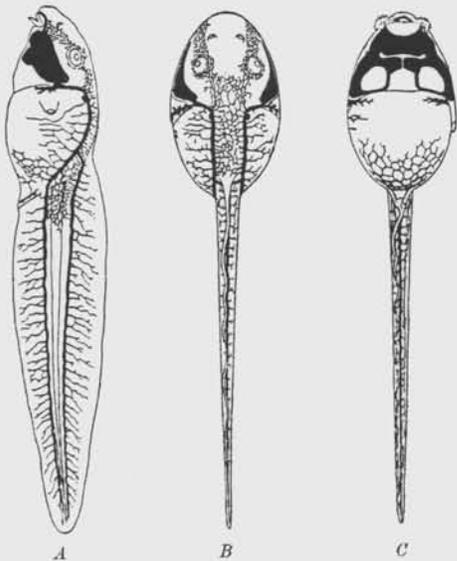


Abb. 591. Lymphgefäße der Froschlarve, A von der Seite, B von oben, C von unten gesehen. Nach Hoyer 1905.

lateral und ventral verlaufenden Kopfast ab. Diese Kopfstämme entsprechen den Vasa jugularia (Hoyer 1908).

In diese beiden thorakalen Räume münden sämtliche Lymphgefäße des Rumpfes und des Schwanzes. In den medialen Raum zwischen den beiden Stämmen erstreckt sich ein Netzwerk feiner Gefäße von der Haut bis in die Tiefe. Ebenso breiten sich eine Reihe segmentaler Gefäße am Abdomen aus. Endlich gehen Netze in der Kloakengegend und am Ansatz der hinteren Extremität ab.

In die beiden Hauptstämme münden auch die großen Lymphgefäße des Schwanzes. Sie verlaufen in der Mittellinie von der Schwanzspitze bis zum Schwanzansatz: eines dorsal, eines ventral (Vasa lymphatica caudalia). Ihre kranialen Enden gabeln sich in je zwei gleich starke Äste, von denen die des ventralen Stammes oberhalb der Kloake in die thorakalen Hauptstämme übergehen, während die des dorsalen Stammes sich erst über der Mitte des Abdomens mit diesem vereinigen. In die Schwanzgefäße münden die vom freien Flossensaum kommenden Gefäße in bestimmten Abständen ein. Von dem am Schwanzansatz aus einem Zwischennetz sich entwickelnden großen Stämmchen, das in den thorakalen Hauptstamm einmündet, tritt eine Verbindung zum hinteren Lymphherzen.

Am Kopf verhält sich die Dorsal- und Ventralseite verschieden. Auf der Dorsalseite bildet sich jederseits ein am Mund beginnendes Netz, das die Augen umfaßt und an der kaudalen Abbiegungsstelle des Hauptstammes in diesen mündet. Auf der ventralen Seite und von hier lateralwärts übergreifend kommt es schon früh zur Ausbildung einzelner Lymphsäcke, die den Raum zwischen Mund und Herzen einnehmen; auch sie gehen aus Lymphgefäßen hervor.

Während Hoyer zuerst 1905 die beiden Hauptgefäße des Rumpfes als Ductus thoracici ansprach, erklärte er später (1908) sie damit nicht identisch, weil sie später wieder verschwinden oder in den dorsalen Lymphsack aufgenommen würden. Er nennt sie Trunci lymphatici laterales corporis, aber es bleibt unklar, welchen Lymphsträngen sie entsprechen. Als Ductus thoracici sieht er Gefäße an, die ihren Ursprung aus der Gegend der vorderen Lymphherzen nehmen und die Venae cardinales posteriores begleiten.

Die Lymphherzen entwickeln sich nach Hoyer (1905), Barański (1911) und Fedorowicz (1913) schon sehr frühe als Ausstülpungen der intersegmentalen Vertebralvene, die hinteren erst später, wenn die hinteren Extremitäten sich anlegen, aus der Vena caudalis lateralis. Meist sind bei den Larven jederseits drei hintere Herzen vorhanden (Weliky); Jossifow (1903) erwähnt sogar vier.

Das Lymphgefäßsystem der Amphibien zeigt keine Einheitlichkeit. Leider liegen für die primitiven Formen der Gymnophionen keine Angaben über die allgemeine Anordnung des Systems vor, sondern nur über Teilverhältnisse an Embryonen, die bloß für die Existenz oberflächlicher Seitengefäße und eines subvertebralen Stammes sprechen. Während die segmentale Anordnung der Lymphherzen und dementsprechend ihre große Zahl für die Amphibien als ursprünglich erscheint, muß die Verbindung mit dem Cölom in dieser Beziehung als zweifelhaft bezeichnet werden. Eigenartig sind auch die segmentalen Zusammenhänge des subvertebralen Lymphsacks mit den Lymphherzen. Die Verbindung der Lymphherzen mit den Nierenvenen spricht zugunsten der Bedeutung der Herzen für den Nierenpfortaderkreislauf (S. 747).

Einem besseren Einblick gewähren nach den vorliegenden Untersuchungen die Urodelen. Hier kehren die Verhältnisse bei den Fischen wieder. Das oberflächliche Körpersystem besteht noch genau in der gleichen Anordnung, ebenso von dem tiefen System die subvertebralen, den Ductus thoracici entsprechenden Stämme. Auch im Kopfgebiet lassen sich die ursprünglichen Verhältnisse in der Anordnung der Gesichtsäste und der Sinusbildungen wieder erkennen. Der Sinus

axillaris, der als Hauptsammelbecken auch für die viszerale Äste erscheint, hat im Sinus subscapularis des Halsbandsinus der Fische sein Homologon.

Die Anuren mit ihrer allgemeinen Umwandlung der Lymphgefäße in Lymphsäcke sind in dieser Beziehung Spezialdifferenzierungen, für deren Ausbildung eine Begründung nicht gegeben werden kann. Obwohl im Larvenzustand in den thorakalen Hauptstämmen nur die subvertebralen Ductus thoracici und in den Schwanzgefäßen das dorsale und ventrale Oberflächengefäß erkennbar sind, zeigt doch die allgemeine Anordnung der Lymphsäcke des erwachsenen Tieres noch den ursprünglichen Verteilungstypus des Fischkörpers. Auch im Kopf- und Brustgebiet kehrt im Saccus sternalis der Perikardialsinus der Fische und im Saccus subscapularis ein Teil des Halsbandsinus wieder, letzterer zugleich als Sammelbecken und Verbindungsstück mit dem Venensystem. Da ferner feststeht, daß die Säcke wie die Sinus aus Gefäßplexusbildungen durch Schwund der Zwischenwände hervorgehen, ist auch als erwiesen zu betrachten, daß es auch bei den Anuren keine interstitiellen Spalten und Lücken gibt, die unmittelbar mit dem Lymphgefäßsystem in Zusammenhang stehen, wie es noch Jossifow (1930/31) scheinen möchte. (Siehe Nachtrag S. 788.)

Die segmentalen Lymphherzen der Gymnophionen und Urodelen, die bei den Anuren bis auf die vorderen und hinteren reduziert sind, stellen gegenüber den Fischen eine Neuerscheinung dar. Das bei gewissen Gattungen der Physostomen auftretende Kaudalherz, das seinerseits wieder dem der Myxinoide entspricht, kann den segmentalen Lymphherzen der Amphibien nicht gleich gesetzt werden, auch nicht den kaudalen Herzen der Anuren, da diese auf segmentale zurückgehen. Segmentale Lymphherzen sind aber bei Fischen auch nicht im Embryonalzustand vorhanden. Es bleibt darum vorerst nichts anderes übrig, als die segmentalen Lymphherzen der Amphibien und damit ihre Lymphherzen überhaupt als Sonderdifferenzierungen zu betrachten, deren Ausbildung vielleicht mit der ursprünglichen Walzenform dieser Wirbeltierklasse in Zusammenhang steht. Will man in ihnen primäre und allgemeine Wirbeltierverhältnisse sehen, so müßte man annehmen, daß diese segmentalen Herzen innerhalb der Klasse der Fische — denn die Cyclostomen und die Elasmobranchier kommen hierfür nicht in Frage — aufgetreten und sofort wieder, und zwar sowohl bei den Ganoiden wie bei den Teleostern völlig zurückgebildet worden seien. Für eine derartige Annahme fehlen jedoch alle Grundlagen.

### c) Die Lymphgefäße der Amnioten.

(Weidenreich-Baum[†]-Trautmann.)

Die Lymphgefäße der Amnioten stellen denen der Anamnier gegenüber weder unter sich einen einheitlichen Typus dar, noch stehen sie generell im Gegensatz zu denen der Anamnier. Wie im Allgemeinen Teil des Lymphgefäßsystems (S. 759) ausgeführt wurde, wäre eine Trennungslinie — wenn man eine solche ziehen will — eher zwischen den Reptilien einerseits und den Vögeln und Säugetieren andererseits zu ziehen, wobei die Reptilien in ihrem allgemeinen Verhalten sich unmittelbar den Amphibien anschließen. Die systematische Trennung in Anamnier und Amnioten ist demnach für das Lymphgefäßsystem bedeutungslos.

#### a) Reptilien.

(Weidenreich.)

Wie bei den Fischen und Amphibien gehen auch die ersten Angaben über das Lymphgefäßsystem der Reptilien und seine spezielle Anordnung auf Hewson (1769) — Chelonia — zurück. Bojanus (1819/21) hat dann bei *Emys europaea* die Lymphbahnen genauer beschrieben und vor allem ihre vorderen Verbindungen mit dem Venensystem dargestellt. Fohmann (1827) wies bei Schlangen die Lymphscheiden der Aorta und ihrer Äste nach. Joh. Müllers

Entdeckung der Lymphherzen (1832) betraf auch die der Schildkröte. Die erste ausführliche Beschreibung und bildliche Darstellung der Lymphbahnen der Reptilien gibt aber wieder erst Panizza (1833) für Chelonia und Ophidier. Ruseoni (1845) befaßt sich in seiner Kritik der Panizzaschen Darstellungen auch mit den Verhältnissen bei Testudo. Zugleich hat J. Meyer (1845) das Lymphgefäßsystem der Schildkröte beschrieben und abgebildet. Die Darstellung von Stannius (1854), der die Reptilien mit den Amphibien zusammenfaßt, geht auf die speziellen Verhältnisse der Reptilien — abgesehen von den Lymphherzen — nicht ein. Ausführlicher ist Owen (1866/68), der besonders Schlangen, Schildkröten und Krokodile berücksichtigt. Ein besonderes Hautlymphgefäßsystem ist von Calori (1862) bei Uromastix beschrieben worden. Einige kurze, aber wertvolle Einzelheiten über die Verhältnisse bei Python gibt Jourdain (1880/II).

Außer den speziellen Angaben von Siedlecki (1916) über die Lymphgefäße in den Flughäuten des fliegenden Drachens und denen über die allgemeine Anordnung der Gefäße bei der Eidechse durch Jossifow (1903) fehlen neuere Untersuchungen über die Reptilien völlig. Ganz neuerdings hat Hoyer (1931) von den Verhältnissen bei den Embryonen ausgehend eine eingehende Darstellung des Lymphgefäßsystems der Eidechsen gegeben.

Über die Lymphherzen der Reptilien, die zum Teil auch in den eben genannten Darstellungen Berücksichtigung finden, liegen ältere Untersuchungen von Weber (1835) über die Riesenschlange und von Hyrtl (1850) über *Pseudopus*, neuere Untersuchungen von Janicki (1926) — Eidechsen — und von Paleolog (1926) — Schlangen — vor. Endlich hat Spanner (1929) die Beziehungen des Lymphherzens zu dem Venensystem bei den einzelnen Gruppen der Reptilien behandelt.

Die älteren Darstellungen über die Lymphgefäße der Reptilien bewegen sich zum größten Teil in denselben Bahnen wie die schon genannten Schilderungen der gleichen Autoren über die Fische und Amphibien und erörtern vor allem die Frage, ob es sich dabei um wirkliche Gefäße oder um künstlich erzeugte Hohlrumbauelemente im Gewebe handelt.

Wie für die Lymphbahnen der Fische und Amphibien gilt auch für die Reptilien, daß sie die Neigung haben, große sackartige Räume zu bilden, besonders die tiefen Körperwand-, Kopf- und Viszeralgefäße, nur daß hier diese Tendenz noch verstärkt erscheint und an die Verhältnisse bei den Anuren anklängt.

In der folgenden Schilderung folge ich der Darstellung Hoyers für die Eidechsen, wobei ich wieder die Einteilung der Lymphbahnen der Fische und Reptilien zugrunde lege.

Lymphgefäße der Körperwand (Abb. 592). Von den oberflächlichen Lymphstämmen sind bisher nur die *Vasa lymphatica superficialia lateralia (vsl)* und das *Vas lymphaticum superficiale ventrale* bekannt geworden. Die ersteren verlaufen in der Seite der Körperwand und umschließen stellenweise die Seitenvenen. Kaudal reichen sie bis zum Ansatz der hinteren Extremität bzw. der Kloakengegend und verbinden sich hier mit den Lymphgefäßen der Beckengegend; kranial gehen sie in den Sinus axillaris Hoyer (*sa*) — Sinus subscapularis der Fische und Amphibien — über. Die Gefäße geben intersegmentale Seitenäste ab, die sich ventral mit den entsprechenden Ästen des ventralen Oberflächengefäßes verbinden; weitere Äste dringen in die Tiefe und bilden dort segmentale kostale Gefäße, um im vorderen Körpergebiet in die Ductus thoracici, im hinteren in die Cisterna lymphatica einzumünden (Jourdain 1880).

Nach Calori besteht bei *Uromastix spinipes* an der Stelle dieser Gefäße ein großer Lymphsinus, der nach vorne mit einem subskapularen — axillaren

— Sinus und nach hinten mit einem Sinus ischiadicus und cloacarius und durch diesen wieder mit einem großen Schwanzsinus in Verbindung steht.

Das Vas lymphaticum superficiale ventrale ist bei den Schlangen nach Jourdain ein unpaariges Gefäß, das vom Anus bis zur Halsregion reicht. Kaudal verbindet es sich mit dem Sinus der Kloakengegend, kranial geht es in die Sinus der Halsregion über. Mittels intersegmentaler Seitenäste kommuniziert es mit den oberflächlichen Seitengefäßen.

Von tiefen Lymphgefäßen der Körperwand sind am besten die subvertebralen Längsstämme (*vsbv*) — Ductus thoracici — bekannt. Diese anfangs

paarigen Gefäße, die unter der Wirbelsäule zu beiden Seiten der Aorta liegen, verschmelzen kaudalwärts miteinander und bilden eine sackartige Erweiterung, die Cisterna lymphatica (*cl*), in die auch die Lymphgefäße des Darmes münden. Weiter kaudalwärts bestehen Verbindungen der Zisterne mit den Lymphstämmen des Beckens und den Endästen der oberflächlichen Seitengefäße. Im Verlauf durch die Bauchhöhle werden auch die interkostalen Seitenäste aufgenommen. Am kranialen Ende geht jeder Stamm des Ductus jederseits in einen kleinen Sinus retrocardialis Hoyer (*src*) über, der hinter dem Herzen liegt. Dieser Sinus erweitert sich lateralwärts zu einem größeren Sinus, dem Sinus thoracicus Hoyer (*sth*), der seinerseits wieder mit dem Sinus axillaris (*sa*) in unmittelbarem Zusammenhang steht. In den Sinus axillaris münden auch die Lymphgefäße der vorderen Extremität.

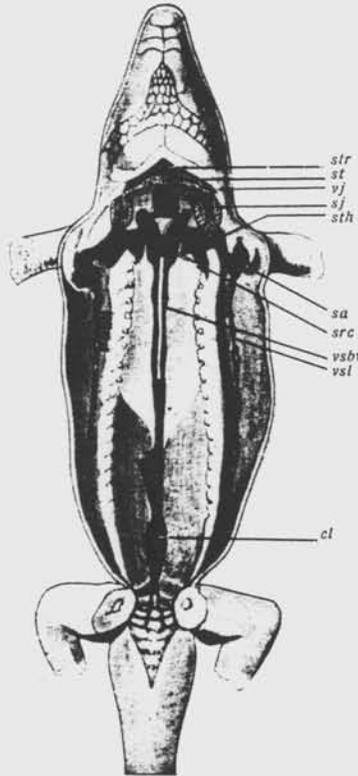
Die oberflächlichen Lymphgefäße von Kopf und Hals bilden an der Haut der Ventralseite des Halses grobe Gefäße, die teilweise zu einem Sinus zusammenfließen. Die tiefen Äste des Halses bilden Plexus und Sinus, die die Trachea (*str*) und die Glandula thyroidea (*st*) umfassen — Sinus trachealis und Sinus thyroideus — und sich mit dem Sinus thoracalis verbinden. Die Kopfgefäße sammeln sich in den Vasa jugularia (*vj*), die in der seitlichen Halsgegend verlaufen und durch Vermittlung eines Sinus jugularis in die Vena jugularis münden. Die Sinus

Abb. 592. Lymphgefäße von *Lacerta viridis*. *cl* Cisterna lymphatica, *sa* Sinus axillaris, *sj* Sinus jugularis, *src* Sinus retrocardialis, *st* Sinus thyroideus, *sth* Sinus thoracicus, *str* Sinus trachealis, *vj* Vas jugularis, *vsbv* Ductus thoracicus, *vsl* Vas superf. lat. Nach Hoyer 1931.

jugulares (*sj*) stehen nach hinten mit den Sinus axillares in Zusammenhang.

Es ergibt sich somit eine zusammenhängende Sinuskette an der Kopf-Rumpfgrenze, in die einerseits die tiefen (Ductus thoracici) und die oberflächlichen Gefäße der Körperwand (Vas superficiale laterale und ventrale), andererseits die des Kopfes und des Halses übergehen. Durch diese Sinuskette gelangt die Lymphe in die Vena jugularis.

Die Angaben der älteren Autoren, die sich im wesentlichen nur auf die Ductus thoracici und die in sie einmündenden viszerale Räume und Sinus be-



ziehen, decken sich auch für Schlangen, Schildkröten und Krokodile im großen und ganzen mit der hier für die Eidechsen gegebenen Darstellung. Bei den Schildkröten wird besonders die reiche Plexusbildung im Gebiet und am Ansatz des Schwanzes und der vorderen Extremität hervorgehoben. Die Endäste der Ductus thoracici und ihre Übergänge in die Sinuskette sowie die Art der Zusammensetzung und Verbindung dieser Sinus scheinen sich überall im wesentlichen gleich zu verhalten. Die Cisterna lymphatica, die ihrer Entstehung nach als eine Bildung der Ductus thoracici erscheint, ist ebenfalls überall das Sammelbecken für die Gefäße der Bauch- und Beckeneingeweide sowie für die der hinteren Extremität und des Schwanzes.

Von spezielleren Angaben über Einzelheiten des Verhaltens der Lymphgefäße ist die Angabe der älteren Autoren bemerkenswert, daß gerade bei den Reptilien die Neigung der Lymphsinus, die Blutgefäße zu umschneiden, besonders ausgesprochen ist. Siedlecki (1916) konnte dieses Verhalten auch noch an den kleinen Blutgefäßen in den Flughäuten des Drachens nachweisen.

Die viszerale Lymphgefäße. Die viszerale Lymphgefäße überziehen in dichten Netzen die Bauchorgane. Die im Mesenterium sich sammelnden Stämmchen erweitern sich zu einem Sinus, der sich in die Cisterna lymphatica fortsetzt. Am Mesenterialansatz soll bei den Krokodilen eine Lymphdrüse in die Lymphbahn eingeschaltet sein (Owen 1866/68).

Die Lymphherzen. Bei allen Reptilien findet sich am hinteren Rumpfe in der Beckengegend jederseits ein Lymphherz. Bei den Eidechsen liegt es in der oberflächlichen Schicht der Muskulatur in dem Raum zwischen dem hinteren oberen Rande des Beckenknochens und dem Querfortsatz des ersten und zweiten Sakralwirbels [Janicki (1926), Spanner (1929)], bei den Schlangen in dem Nebenthorax zwischen der letzten Rippe und den dahinter gelegenen Wirbelquerfortsätzen oberhalb der Kloakenöffnung [Weber (1835), Paleolog (1926)]. Die zuführenden Lymphgefäße stammen aus dem oberflächlichen Seitengefäß und den kaudalen Fortsetzungen der Cisterna lymphatica bzw. den Ductus thoracici und den ihr zugeführten Bahnen der hinteren Extremität. Die Vene, mit der das Lymphherz in Verbindung steht, ist die Hauptvene der hinteren Extremität oder die Abdominalvene oder die Nierenfortader [Spanner (1929) — Abb. 593]. In jedem Falle findet aber durch entsprechende Venenanastomosen eine Einwirkung des Lymphherzens auf die Nierenfortader statt.

Die Form der Lymphherzen ist im allgemeinen eiförmig. Die Größe schwankt je nach der Reptiliengruppe und Tiergröße zwischen 3 mm Länge (*Lacerta vivipara*) und 18 mm (*Python*). Der Bau ist der gleiche wie bei den Amphibien (s. Allgemeinen Teil des Gefäßsystems S. 411). Die Herzen sind einkammerig und manchmal von Trabekeln durchsetzt. Ihre Wand enthält querstreifte Muskelfasern. Die Zu- und Abflüsse haben Klappen.

Entwicklung der Lymphgefäße. Über die Entwicklung der Lymphgefäße macht Hoyer (1931) nähere Angaben. Zuerst werden die oberflächlichen Seitengefäße und die Ductus thoracici angelegt, die durch die Sinus thoracici untereinander verbunden sind. Dann treten die Kopf- und Halsgefäße und die entsprechenden Sinus auf. Die Halsgefäße haben schon früh die Neigung, Plexus und Sinus zu bilden.

Nach Huntington (1911a) entsteht sehr früh aus Venenelementen ein jugularer Lymphsack, der späterhin mit den isoliert im Mesenchym entstandenen Lymphkanälen in Verbindung tritt. Dieser jugulare Lymphsack entspricht nach Huntington den vorderen Lymphherzen, die danach noch als Sinus angelegt, aber nicht mehr als solche zur Ausbildung kämen (S. 758).

Das Lymphgefäßsystem der Reptilien schließt sich in seiner speziellen Anordnung unmittelbar an das der Amphibien, besonders der Urodelen, an und setzt damit den Fischtypus des ganzen Systems fort. Von den oberflächlichen Gefäßen sind noch die Seitengefäße und das Ventralgefäß als solche erhalten. Wie es sich mit dem dorsalen verhält, bleibt noch zu untersuchen. Die Ductus thoracici repräsentieren weiter die subvertebralen Stämme der Fische und Amphibien. Die Sinus der Kopf-Rumpfgrenze geben das Bild der Halsbandsinus der Fische wenigstens in ihrer grundsätzlichen Anordnung wieder. Dem Sinus pericardialis der Fische, dem Saccus sternalis der Anuren und dem Sinus retrocardialis der Eidechsen liegt offenbar dieselbe Bildung zugrunde. Auch die Neigung, die oberflächlichen Gefäßstämme zu Hautlymphsäcken umzugestalten, wie

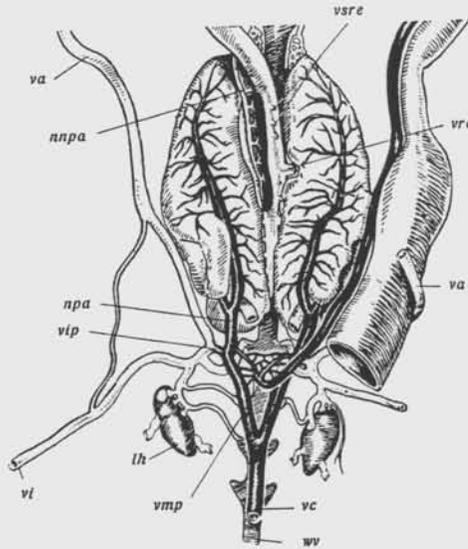


Abb. 593. Die Lymphherzen von *Alligator mississippiensis* mit ihren Venenverbindungen. lh Lymphherz, npa Nierenportader, nnpa Nebennierenportader, va Vena abdominalis, vc Vena caudalis, vi Vena ischiadica, vip Anastomose zwischen vc und npa, vmp Anastomose zwischen Mesenterialvene und npa, vrc Vena renalis efferens, vsre Venae suprarenales efferentes, vv Wirbelvenen. Nach Spanner (1929).

es für die Anuren charakteristisch ist, kehrt bei den Reptilien (*Uromastix*) wieder. Ob sie weiter verbreitet ist, bleibt gleichfalls zu untersuchen. Daß die kaudalen Lymphherzen der Reptilien denen der Amphibien entsprechen, ist nicht zweifelhaft. Dagegen ist ungewiß, ob in der jugularen Lymphsackbildung der Reptilienembryonen das kraniale Lymphherz der Amphibien gesehen werden kann. Denn nach Huntington legt sich der Lymphsack aus drei ganz voneinander getrennten Abteilungen an, die später zusammenfließen; das sieht nach Gefäßplexus, aber nicht nach Lymphherzen aus, die bei den Amphibien als einfache Ausstülpung der Venenwand entstehen. Allerdings gibt Huntington an, daß in der Wand des Sackes quergestreifte Muskelfasern vorkämen. Jossifow (1903, 1931) bezeichnet die subkutanen Säcke der unteren Halsgegend der Eidechsen zwar als „passive“ Lymphherzen, aber sie entsprechen jedenfalls in ihrer Lage nicht den Lymphherzen der Anuren und, wie es

scheint, auch nicht dem tiefen Jugularlymphsack der Embryonen. Doch ist zu berücksichtigen, daß gerade in der Gegend des Jugularlymphsackes Sinusbildungen vorkommen, die wie bei den Fischen keine Beziehung zu Lymphherzen haben.

Daß im übrigen selbst aus der Gleichsetzung des Jugularlymphsackes der Reptilien mit dem vorderen Lymphherzen der Amphibien der primäre Charakter des Lymphgefäßsystems in Gegensatz zu dem des Blutgefäßsystems im Sinne Huntingtons nicht abgeleitet werden kann, wurde schon auseinandergesetzt. Auch diese embryonale Sackbildung gehört dem ursprünglichen Hämolympsystem an und wird erst sekundär dem Lymphgefäßsystem zugeteilt.

### Schrifttum.

- Allen W. F. (Proc. Wash. Ac. Sc. 8. 1906). — Derselbe (Proc. Wash. Ac. Sc. 9. 1907). — Derselbe (Am. J. of Anat. 11. 1910). — Derselbe (Am. J. of Anat. 5. 1910). — Derselbe (Quart. J. micr. Sc. 59. 1913). — Derselbe (Quart. J. micr. Sc. 59. 1914). — Barański (Bull. int. Ac. Cracovie. Cl. math.-nat. B. 1911). — Bartels P., Das Lymphgefäßsystem. Jena 1909. — Baum H. (Anat. Anz. 39. 1911). — Derselbe (Anat. Anz. 56. Erg. Bd. 1922). — Derselbe (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 93. 1930). — Bojanus (Anatome testud. europ. Wilna 1819/21). — Burne R. H. (Phil. Tr. London. B. 215. 1927 u. B. 217. 1929). — Calori L. (Mem. Ac. Sc. Istit. Bologna. II. 2. 1862). — Derselbe (Mem. Ac. Sc. Istit. Bologna. II. 3. 1864). — Clark E. L. (Anat. Rec. 3. 1909). — Cole F. J. (Tr. Soc. Edinburgh. 48. 1913). — Derselbe (Tr. Soc. Edinburgh. 54. 1925). — Diamare V. (Int. Mschr. Anat. Phys. 30. 1913). — Derselbe (Publ. Staz. zool. Napoli. 1. 1916). — Dubovik J. A. (Zschr. Anat. Entwgsch. 85. 1928). — Dunajewski A. (Bull. int. Ac. pol. Cl. math.-nat. B. 1930). — Ewart C. J. (J. of Anat. 12. 1878). — Favaro G. (Att. Istit. venet. etc. 65/2. App. 1905/06). — Fedorowicz S. (Bull. int. Ac. Cracovie. Cl. math.-nat. B. 1913). — Florkowski W. (Bull. int. Ac. pol. Cl. math.-nat. B. 1930). — Fohmann V., D. Saugadersystem d. Wirbelt. Heidelberg 1827. — Gaupp E., Anat. d. Frosches. Braunschweig 1896. — Giacomini E. (Rend. Ac. Sc. Istit. Bologna. N. S. 26. 1921/22). — Greil A. (Verh. anat. Ges. Heidelberg 1903). — Grodzinski Z. (Bull. int. Ac. pol. Cl. math.-nat. B. 1926). — Grynfeldt E. (Bull. Sc. franc. belg. 37. 1903). — Gundelfinger G. (Bull. Ac. Sc. Cracovie. Cl. math.-nat. B. 1907). — Hellman T. (v. Möllendorfs Hdb. mikr. Anat. d. M. 6/1. Berlin 1930). — Hewson W. (Phil. Tr. London. 58. 1769). — Hochstetter F. (Morph. Jb. 13. 1888). — Hopkins G. S. (Wilder quart.-cent. Book. Ithaca 1893). — Hoyer H. (Bull. int. Ac. Cracovie. Cl. math.-nat. B. 1905). — Derselbe (Bull. int. Ac. Cracovie. Cl. math.-nat. B. 1908). — Derselbe (Verh. int. Zool.-Congr. Graz 1910 [1912]). — Derselbe (Bull. int. Ac. pol. Cl. math.-nat. B. 1928). — Derselbe (Anat. Anz. 73. 1931). — Hoyer H. u. Michalski L. (Morph. Jb. 51. 1922). — Hoyer H. u. Udziela S. (Morph. Jb. 44. 1912). — Huntington G. S. (Anat. Anz. Erg. Bd. 37. 1910). — Derselbe (Anat. Anz. 39. 1911). — Derselbe (Anat. Rec. 5. 1911a). — Huntington G. S. and McClure C. F. W. (Anat. Rec. 1. 1907). — Hyrtl J. (Müllers A. 1843). — Derselbe (Dschr. Ak. Wiss. Wien. I. 1850). — Jackson C. M. (J. Cincinnati Soc. Nat.-hist. 20. 1901). — Janicki S. (Bull. int. Ac. pol. Cl. math.-nat. B. 1926). — Job Th. T. (Am. J. of Anat. 24. 1918). — Jolly J. et Lieure L. (C. r. Soc. Biol. 101. 1929). — Jossifow S. M. (Mem. Ac. Sc. Petersburg. 15. 1903). — Derselbe (A. d'Anat. micr. 8. 1906). — Derselbe (A. russ. d'Anat. 8. 1929). — Derselbe, Das Lymphgefäßsystem d. Menschen. Jena 1930. — Derselbe (Anat. Anz. 71. 1931). — Jourdain S. (Ann. Sc. nat. Zool. V. 8. 1867). — Derselbe (C. r. Ac. Sc. 67. 1867). — Derselbe (C. r. Ac. Sc. 91. 1880/II). — Derselbe (Rev. Sc. nat. III. 1. 1881/82). — Kampmeier O. F. (Anat. Rec. 16. 1919). — Derselbe (Morph. Jb. 67. 1931). — Kilborne F. L. (Proc. am. Ass. Adv. Sc. 1884). — Knower H. (Anat. Rec. 1908). — Langer C. (Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. 53/1. 1866). — Derselbe (Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. 55/1. 1867). — Derselbe (Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. 58/1. 1868). — Derselbe (Sitzber. Akad. Wiss. Wien. I. Abt. 1870). — Lewis F. T. (Am. J. of Anat. 5. 1905). — Leydig F., Beitr. zur mikr. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte d. Rochen u. Haie. Leipzig 1852. — Derselbe, Anat.-hist. Unters. üb. Fische u. Rept. Berlin 1853. — McClure C. F. W. (Anat. Rec. 8. 1914). — Derselbe (Mem. Wist. Inst. Anat. Biol. Nr. 4. 1915). — Marcus H. (Morph. Jb. 38. 1908). — Derselbe (Sitzber. Ges. Morph. Phys. München 1911). — Derselbe (Zschr. Anat. Entwgsch. 80. 1926). — Mayer P. (Mitt. zool. Stat. Neapel. 7. 1886/87). — Derselbe (Mitt. zool. Stat. Neapel. 8. 1888). — Derselbe (Jen. Zschr. Natwiss. 25. 1917). — Meyer J., Sistema amphib. lymph. Inaug.-Diss. Berlin 1845. — Melnikow N. (A. Anat. Phys. 1867). — Mollier S. (O. Hertwigs Hdb. d. Entw. d. Mensch. 1/1. 2. Jena 1906). — Monro A., The structure and physiology of fishes. Edinburgh 1785. — Mozejko B. (Anat. Anz. 40. 1912). — Derselbe (Anat. Anz. 45. 1913). — Müller Joh. (Poggendorfs Ann. Chem. Phys. 1832). — Neuville H. (Ann. Sc. nat. Zool. VIII. 13. 1901). — O'Donoghue C. H. (Proc. zool. Soc. 1914). — Owen R., Anat. of vertebr. London 1866/68. — Paleolog K. (Bull. int. Ac. pol. Cl. math.-nat. B. 1926). — Panizza B., Sopra il sistema linfat.

dei rettili. Pavia 1833. — Parker Th. J. (Phil. Tr. Soc. London. 177. 1887). — Parker W. N. (Ber. natfisch. Ges. Freiburg. 4. 1889). — Derselbe (Tr. R. Irish Ac. 30. 1892/96). — Ranvier L. (C. r. Ac. Sc. 122. 1896). — v. Recklinghausen F., D. Lymphgef. u. ihre Beziehungen z. Bindegewebe. Berlin 1862. — Derselbe (Strickers Hdb. d. Lehre v. d. Geweben. 1. 1871). — Robin Ch. (Rev. zool. 1845). — Derselbe (J. univ. Sc. et Soc. sav. 5. 1845). — Derselbe (L'Institut. 14. 1846). — Derselbe (J. de l'Anat. 5. 1867). — Rückert J. (Biol. Zbl. 8. 1888). — Rusconi M. (A. Anat. u. Physiol. 1843). — Sabin Fl. B. (Am. J. of Anat. 1. 1901/02). — Derselbe (Erg. Anat. Entwgsch. 21. 1913). — Sala L. (A. ital. de Biol. 34. 1900). — Sappey Ph. C., Etudes sur l'appareil mucipare et sur le système lymph. des poissons. Paris 1880. — Siedlecki M. (Bull. int. Ac. Cracovie. Cl. math.-nat. B. 1916). — Silvester Ch. F. (Am. J. of Anat. 12. 1912). — Spanner R. (Morph. Jb. 63. 1929). — Stannius H. (Hdb. d. Anat. d. Wirbelt. 2. Aufl. Berlin 1854). — Suchard E. (A. d'Anat. micr. 3. 1899). — Tretjakoff D. (Morph. Jb. 56. 1926). — Derselbe (Morph. Jb. 58. 1927). — Derselbe (Morph. Jb. 64. 1930). — Trois E. F. (Att. Istit. venet. Sc. Lett. Art. V. 4. 1877/78). — Derselbe (Att. Istit. venet. Sc. Lett. Art. V. 6. 1879/80). — Derselbe (Att. Istit. venet. Sc. Lett. Art. V. 7. 1880/81). — Derselbe (Att. Istit. venet. Sc. Lett. Art. V. 8. 1882). — v. Tschermak A. (Pflügers A. ges. Physiol. 119. 1907). — Vialleton L. (A. d'Anat. micr. 5. 1902/03). — Derselbe (A. d'Anat. micr. 6. 1903). — Weber E. (Müllers A. 1835). — Weidenreich F. (Klin. Wschr. 51. 1930). — Weliky N. (Zool. Anz. 1884). — Derselbe (Zool. Anz. 1887). — Derselbe (Dschr. Petersburg. Ak. Wiss. 59. Suppl. 1888). — Zacwilichowski J. (Bull. int. Ac. pol. Cl. math.-nat. B. 1917).

#### Nachtrag:

**Zu S. 777:** Das Lymphgefäßsystem der Kröte (*Bufo vulgaris japonica*) ist von Nosé (1931) eingehend beschrieben worden. Nosé beschränkte sich nicht nur auf die Darstellung der Lymphräume, sondern stellte auch durch Untersuchung der Trichterklappen (s. S. 450) der Kommunikationsöffnungen zwischen diesen Räumen die Zirkulationsrichtung fest. Ihre Anordnung ist die gleiche wie beim Frosch. Der Sinus subvertebralis entspricht dem Ductus thoracicus, der durch Gabelung in die beiden Sinus subscapulares in die vorderen Lymphherzen einmündet und die Lymphgefäße der Eingeweide aufnimmt. Am kaudalen Ende geht der Sinus subvertebralis in die paarigen S. iliaci über, die mit dem hinteren Lymphherz in Verbindung stehen. Bei der Kröte sind aber die Lymphräume nicht so einheitlich wie beim Frosch, sondern stärker gekammert. Die Herzen stimmen im allgemeinen mit denen des Frosches überein.

**Zu S. 779:** Die tiefen Lymphgefäße des Oberschenkels und der Bauchwand bei der japanischen *Rana nigromaculata* und dem japanischen *Bufo vulgaris* weichen nach Nosé (1931) von den Sinus dadurch ab, daß sie im allgemeinen zylindrische, stark an Venen erinnernde Röhren darstellen, die zwischen den Muskeln ausgedehnte Netze bilden und die Gefäße oft scheidenartig begleiten. Sie münden in die Lymphsinus mit trichterförmigen Klappen ein.

**Zu S. 780:** Nach Shimizu (1932) lassen sich die Lymphgefäße in der Magenwand und im Pankreas des japanischen Riesensalamanders durch Injektion von der Cisterna magna aus füllen. Die Lymphgefäße der Magenwand bilden eine Reihe von Netzen: ein periglanduläres, ein submuköses, ein intermuskuläres und ein subseröses Netz. Das erstere besteht aus einem subepithelialen, einem interglandulären und einem subglandulären. Die Gefäße des Pankreas bilden korbartige Netze um die Alveolen, die in größere, die Ausführungsgänge und die größeren Blutgefäße begleitenden Lymphgefäße übergehen. In einer neueren Untersuchung der Lymphgefäße des Froschdarms bestätigt Weiner (1932) im wesentlichen die Angaben der älteren Autoren (s. o.). Der Dünndarm ist am reichsten mit Lymphgefäßen versorgt, Magen und Rektum am spärlichsten.

Nosé Z. (F. anat. jap. 9. 1931). — Shimizu S. (F. anat. jap. 10. 1932). — Weiner P. (Anat. Anz. 73. 1932).

#### β) Säugetiere.

(Baum (†)-Trautmann.)

Auf das Geschichtliche des Lymphgefäßsystems [Lymphgefäße<sup>1)</sup> und Lymphknoten] und auf die Entwicklung der L. und Lymphknoten soll in dem nachfolgenden Kapitel aus Raumangel nicht eingegangen werden. Eine ausführliche Darstellung dieser Verhältnisse mit vollständiger Literaturangabe findet sich überdies in den Werken von Bartels (11), Hellman (93) und Oeller (149). Die Entwicklung des Lymphgefäßsystems ist außerdem von Weidenreich in diesem Werke abgehandelt worden.

Der Lymphapparat umfaßt die Bildungen des lymphatischen Gewebes und die L.

Bei den Säugern zeigt das Lymphgefäßsystem im großen und ganzen dieselbe Anordnung und denselben Bau wie beim Menschen. Die Lymphherzen sind geschwunden, treten jedoch im Embryonalstadium noch als Lymphsäcke auf. Die Lymphsäcke bilden sich zu Bindegliedern zwischen dem Blut- und dem Lymphgefäßsystem um. Im allgemeinen kommt eine Verbindung, der juguläre Lymphsack, zur Ausbildung; nur in Ausnahmefällen kann man noch weitere Verbindungen finden, die als Reste anderer Lymphsäcke, als Lymphherzenformationen, zu deuten sind. Klappen sind in großer Menge vorhanden, und die Sekundärknötchen, besonders in den Lymphknoten, werden zahlreich. [Hellman (92, 93), der auch die Einzelliteratur angibt.]

#### α) Das lymphatische Gewebe.

Das lymphatische Gewebe<sup>2)</sup> besteht aus einem vornehmlich mit Lymphocyten erfüllten Retikulum (s. S. 807), in dem Sekundärknötchen auftreten können.

Die Sekundärknötchen (Keimzentren, Abb. 601 und 602 b') sind Gebilde von kugelförmiger, zuweilen abgeplatteter Gestalt und verschiedener Größe. Ihre zentrale Zone enthält im Retikulum große Zellen (Lymphoblasten) oder Makrophagen und eine sehr wechselnde Anzahl von Lymphocyten. Daneben sind absterbende bzw. abgestorbene Zellprodukte (meist in Retikulumzellen oder Makrophagen) enthalten. Die Sekundärknötchen grenzen sich, sofern sie vorhanden sind, in gefärbten mikroskopischen Präparaten i. d. R. durch einen dunkler erscheinenden Ring, der durch dichtere Zusammenlagerung von hier fast ausschließlich vorhandenen Lymphocyten verursacht wird, ab.

Das wechselnde Auftreten der Sekundärknötchen veranlaßt Hellman (93), ihnen im lymphatischen Gewebe eine Sonderstellung einzuräumen. Er hält die Sekundärknötchen für temporäre Umwandlungen des lymphatischen Gewebes, die nur unter besonderen, wenn auch oft vorkommenden Bedingungen, vor allem in gewissen Lebensabschnitten, vor sich gehen. Sie werden ausgebildet, um eine zufällige Funktion zu erfüllen und bilden sich zurück, sobald ihre Aufgabe erledigt ist. Sie können zuweilen im lymphatischen Gewebe ganz fehlen, um wieder aufzutreten, sobald sich wieder ein Grund für ihre Entstehung geltend macht. Die Sekundärknötchen scheinen an den verschiedenen Orten in großer Zahl auf einmal angelegt zu werden, sich weiter zu entwickeln und auch gleichzeitig wieder zu verschwinden.

<sup>1)</sup> In dem folgenden Kapitel sind die Worte „Lymphgefäß“ und „Lymphgefäße“ abgekürzt in „L.“.

<sup>2)</sup> Das lymphatische Gewebe wird auch als adenoides, zytogenes, zytoblastisches, lymphoides, lymphadenoides bezeichnet. Diese zahlreichen Synonyme sollten verlassen werden, wohl aber ist sehr beachtlich ein Vorschlag von Kohn (120), der für das aus retikulärem Gewebe und Lymphocyten bestehende Mischgewebe den Namen „lymphoretikuläres Gewebe“ vorschlägt.

Hellman denkt sich die Ausbildung der Sekundärknötchen in der Weise, daß aus einem kleinen Herd geschwollener Zellen, der von einer kleineren, dichteren Zone von Lymphozyten umgeben ist, ein größerer entsteht, den zunächst die Lymphozytenschale verhältnismäßig dick, später aber bei weiterem Wachstum nur in schmaler Zone umgibt. Bei der Rückbildung tritt zunächst eine Verkleinerung der Sekundärknötchen ein, nachdem in ihrem Zentrum der auch oft normalerweise zur Nekrose führende Prozeß beendet ist. Es tritt dann eine Überwucherung des ganzen Herdes durch Lymphozyten ein, bis das helle Zentrum sich verliert und eine sich vom übrigen lymphatischen Gewebe abhebende dunklere, dichtere Lymphozytenzone den ursprünglichen Sitz des Sekundärknötchens noch erkennen läßt.

In neuester Zeit mehren sich die Autoren, die es nicht als die Aufgabe der Keimzentren betrachten, Lymphozyten zu bilden [Hellman (93), Heilmann (82), Waldapfel (200), Rotter (167) u. a.]. Sie sehen das Sekundärknötchen als eine Bindungsstätte für Gifte an, bei deren Verarbeitung ausgedehnter Zerfall der Zellen vor sich geht. Die Randzone der Sekundärknötchen wird als eine Reaktionserscheinung gedeutet. Das Sekundärknötchen ist Sekundärproliferationszentrum, sondern Reaktionszentrum, „Abwehrherd“ [Wetzel (203)]. Sonach würde also der von Flemming (62, 63) erstmalig verwendete Ausdruck „Keimzentrum“, der der physiologische Begriff für die in Frage stehenden Bildungen ist, besser zu vermeiden und die morphologische Bezeichnung „Sekundärknötchen“ zweckmäßiger sein. Von Heiberg (75, 79, 80) wird das Sekundärknötchen als Stätte des phagozytären Abbaues der Lymphozyten (zu Immunitätszwecken) angesehen und für dieses der Name „Leistungsmittelpunkt“, von Dietrich (48) die uns glücklich erscheinende Bezeichnung „Funktionszentrum“ vorgeschlagen. Die Ausbildung des peripheren dichten Lymphozytenringes hängt nach den genannten Autoren nicht mit der Zahl der Mitosen im hellen Zentrum zusammen, sie ist also nicht durch Wachstumsdruck zurückzuführen, wie das von Flemming angenommen wurde, denn sie findet sich gerade dann nicht vor oder sie ist schwach ausgebildet, wenn in der inneren hellen Zone Mitosen am zahlreichsten sind. Der dichte Lymphozytenring ist zudem besonders stark ausgeprägt, wenn das Zentrum fortgeschrittener, nekrobiotische Erscheinungen, die bei gesunden Menschen und Tieren häufig gefunden werden, erkennen läßt. Trotzdem will z. B. Hellman (93) nicht bestreiten, daß Lymphozyten im zentralen Teil der Sekundärknötchen gebildet werden können; das würde der Auffassung des Sekundärknötchens als Reaktionszentrum nicht im Wege stehen. Die Mitosen im hellen zentralen Herd gehören noch ihm aber in der Hauptsache zu Retikulumzellen, aus denen neue Retikulumzellen sowie Makrophagen sich bilden.

Trotz der neueren Auffassung über die Funktion der Sekundärknötchen ist die Zahl der Autoren, die an der Flemmingschen Ansicht über die Keimzentren festhalten, auch heute nicht gering [Aschoff (6), Kozumi (122), Nakahara und Murphy (145) u. a.]. Das Reaktionszentrum von Hellman wird als ein pathologisch modifiziertes Gebilde des Keimzentrums angesehen [Kozumi (122)]. Es gibt auch Autoren, die die Bildung von Lymphozyten nicht als die alleinige Aufgabe der Sekundärknötchen betrachten. So vertritt Wätjen (198) in neuester Zeit die Ansicht, daß auf physiologische Reize bei den Sekundärknötchen Lymphozytenproduktion sich einstellt, daß aber auf schädigende Einwirkungen sofort Vernichtung der empfindlichen Lymphoblasten einsetzt, deren Zelltrümmer von den Retikulumzellen gleichzeitig weggeräumt werden, vorausgesetzt, daß das Stützgewebe nicht auch der Nekrose anheimfällt.

Das lymphatische Gewebe tritt in verschiedenen Formen auf, und zwar als diffuses oder ungeformtes lymphatisches Gewebe, in Form abgegrenzter Partien lymphatischen Gewebes der Einzellymphknötchen (*Lymphonoduli lymphacei solitarii*) und als Anhäufungen von Lymphknötchen [*Lymphonoduli lymphacei aggregati*, Tonsillen, Lymphknoten<sup>1)</sup>]. Ein Teil der Autoren [z. B. Aschoff (6)] vertritt die Ansicht, daß für das echte lymphatische Gewebe die Keimzentren oder Sekundärknötchen charakteristisch sind; entbehrt das Gewebe der Sekundärknötchen, dann stellt es lymphoides Gewebe dar; es soll für sich allein, aber auch in Zusammenlagerung mit lymphatischem Gewebe auftreten können und dadurch die lymphatischen Organe, insbesondere auch die Lymphknoten bilden. Andere Autoren [z. B. Hellman (93), Nordmann (146)] bestreiten, daß man scharf zwischen lymphoidem und lymphatischem Gewebe scheiden könne.

Hellman (93) hält die Keimzentren für vergängliche Gebilde des lymphatischen Gewebes (s. S. 789) und glaubt deshalb nicht, daß es richtig sei, diese Bildungen als Grundlage einer Einteilung zu nehmen.

Das lymphatische Gewebe ist nach Hellmans Ansicht mit Ausnahme der Noduli lymph. aggregati nicht als aus keimzentrenhaltigen Follikeln aufgebaut zu betrachten. In den

<sup>1)</sup> Wie die neuesten Untersuchungen Hellmans (93) lehren, sind die Mandeln und Lymphknoten keineswegs aus Lymphknötchen hervorgegangen. Zunächst entsteht eine durchaus einheitliche lymphatische Masse, die z. B. beim Lymphknoten erst später zerteilt wird (s. S. 806).

Tonsillen und Lymphknoten ist der Follikel nicht die Einheit des lymphatischen Gewebes, sondern hier findet sich ursprünglich eine einheitliche lymphatische Gewebsmasse, die in den Lymphknoten durch einwachsende L. aufgespalten wird. Hellman will das lymphatische Gewebe als eine Bildung aufgefaßt wissen, die aus einem dem Mesenchym entstammenden Retikulum besteht, dessen Maschen fast ausschließlich von Lymphozyten ausgefüllt werden. Dieses lymphatische Gewebe vermag in sich Sekundärknötchen (Keimzentren) entstehen zu lassen.

Nordmann (146) glaubt, daß man in Lymphknoten nicht zwischen lymphoidem und lymphatischem Gewebe unterscheiden dürfe. Die Sekundärknötchen sind nicht Bestandteile eines besonderen lymphatischen Gewebes, das von einem lymphoiden abzutrennen wäre, sondern stellen eine Form der Funktion oder Reaktion des gesamten lymphatischen Gewebes dar, das in den Lymphknoten an besonderen Stellen des Blutgefäßsystems eingelagert ist. Lymphoides Gewebe wächst nicht wie Rinden- und Marksubstanz unter gleichzeitiger Vergrößerung einer für sie charakteristischen Blutbahn und kann nie Sekundärknötchen ausbilden. Es entwickelt sich vielmehr an mannigfachen Blutgefäßsystemen mit anderen funktionellen Eigenschaften.

Lymphatisches Gewebe findet sich im ganzen Organismus. Kohn (120), dem wir folgen wollen, unterscheidet zwischen 1. ungeformten Einlagerungen lymphatischen Gewebes (lymphoides Gewebe nach Aschoff), 2. subepitheliale lymphatischen Gewebe (Knötchen) in und unter den Schleimhäuten und 3. selbständigen lymphatischen Organen (lymphatisches und lymphoides Gewebe nach Aschoff), den Lymphknoten<sup>1)</sup>.

#### a.) Das ungeformte lymphatische Gewebe.

Das ungeformte lymphatische (lymphoide) Gewebe stellt Anhäufungen von Lymphozyten dar, die gleich Infiltrationen über den ganzen Körper verstreut sind. Es findet sich besonders in vielen Schleimhäuten und Organen des Verdauungs-, Atmungs- und Geschlechtsapparates, in der Konjunktiva u. a. Orten in Gestalt ungeformter oder strangartiger Einlagerungen. Es bildet häufig Hüllen um das geformte lymphatische Gewebe der Schleimhäute. Als Quelle des lymphoiden Gewebes wird der Austritt der Lymphozyten aus der Blutbahn angenommen [Nordmann (146)].

Hellman (93) betont, daß das lymphoide Gewebe keine einheitliche Zusammensetzung besitzt. Wenn auch überall Retikulum und Lymphozyten vorhanden sind, so sind aber letztere mit Zellen verschiedener Art mitunter so stark vermischt, daß man auch nicht an eine einheitliche Funktion des lymphoiden Gewebes glauben kann. In dem lymphoiden Gewebe der Schleimhäute, besonders des Darmes z. B., finden sich neben Lymphozyten auch m. o. w. zahlreiche Leukozyten, Myelozyten sowie Plasmazellen, die sämtlich gerade im Darm, je nach den Verdauungszuständen und der Nahrung, starken Schwankungen hinsichtlich der Zahl unterworfen sind. Hellman will deshalb gerade das lymphoide Gewebe des Darmes scharf von den lymphatischen Bildungen desselben (*Noduli lymphacei solitarii et aggregati*) getrennt wissen. Oeller (149) will auch in funktioneller Hinsicht das lymphoide und das lymphatische Gewebe als zusammengehörig betrachten. Das diffuse subepitheliale lymphoide Gewebe soll den Mutterboden für die lymphatischen Knötchen darstellen.

Zum lymphoiden Gewebe sind wohl auch die Milchflecke im Netz zu rechnen, die beim Menschen [Seifert (182)] und den Säugetieren zu finden sind [Maximow (135), Hamazaki (72)]. Sie stellen unbeständige Gebilde dar, die an von der Blutversorgung bevorzugten Stellen und besonders deutlich beim Kaninchen als opake Flecke auftreten. Man begegnet ihnen, wie z. B. bei Hund, Katze, Opossum, als verschieden dicken, spindelförmigen Scheiden um die Blutgefäße (adventitielle Milchflecke) oder, wie z. B. beim Meerschweinchen, als scharf umschriebenen beerenförmigen Gebilden (follikuläre Milchflecke), die an einem Gefäßstiel sitzen und die Netzoberfläche vorbuchten. Die Milchflecke können sehr stark verfetten, bei Rückbildung der Fettzellen aber schnell wieder ihre ursprüngliche Struktur herstellen und aktionsbereit werden [Oeller (149)].

#### b.) Das subepitheliale lymphatische Gewebe.

Das subepitheliale lymphatische Gewebe findet sich vornehmlich in körniger oder flächenhaft knötchenartiger Anordnung in oder unter der Schleimhaut

<sup>1)</sup> Das lymphatische Gewebe in Milz und Knochenmark, das nach Aschoff eine besondere Stellung einnimmt, wird in einem besonderen, von Herrn Weidenreich bearbeiteten Kapitel besprochen.

des Verdauungsapparates, der Atmungsorgane sowie des Harn- und Geschlechtsapparates. Es ist charakterisiert durch das Vorhandensein von nur abführenden

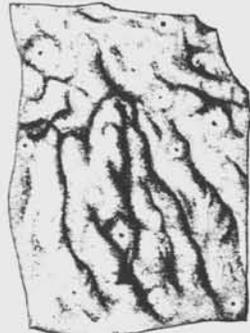


Abb. 594. Einzellymphknoten im Dickdarm eines jungen Schweines.

L. und seine Beziehung zum Oberflächenepithel. Das lymphatische Gewebe tritt in der Wand der genannten Organsysteme einzeln als Einzellymphknoten (Noduli lymphacei solitarii, Solitärknoten, Solitärfollikel) oder in gehäufte Form als Lymphknotenplatten (Noduli lymphacei aggregati), Peyersche Platten oder in Form besonderer Bildungen, der Mandeln oder Tonsillen, auf. Einzelne Abschnitte der Organapparate sind besonders stark mit diesen lymphatischen Bildungen ausgestattet.

Die **Einzellymphknoten**, *Noduli lymphacei solitarii* (Abb. 594, 595 und 596, SK), stellen knötchenartige, meist gut abgegrenzte Anhäufungen von lymphatischem Gewebe dar, die größtenteils kugelige oder eiförmige Gestalt haben. Ihre Größe wechselt stark. Zwischen den kleinsten, nur mikroskopisch erkennbaren und großen, die mehr als 2 mm im Durchmesser besitzen, gibt es alle Übergänge. Die

Solitärfollikel sind vornehmlich in den Schleimhäuten des Verdauungsapparates anzutreffen, sie finden sich aber auch im Atmungs-, Harn- und Geschlechtsapparat sowie an anderen Orten (z. B. Knochenmark, Schilddrüse, Speicheldrüsen). Am Sitze eines genügend großen Einzelknötchens zeigen die Schleimhäute nicht selten eine hügelartige Vorwölbung (Abb. 594). Über ihre Anzahl

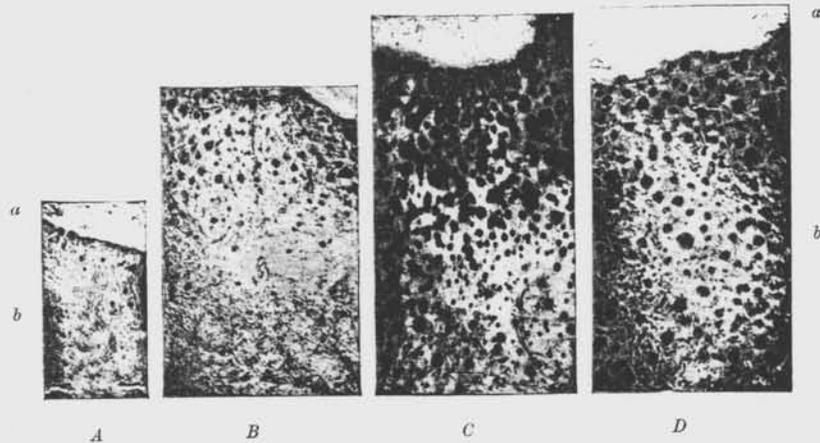


Abb. 595. Schleimhautstücke aus dem Übergangsgebiet der Vormagenabteilung in die Kardiadrüsenzone des Magens von Schweinen im Alter von zwei Monaten (A), 3 Monaten (B), 4 Monaten (C) und 5½ Monaten (D), die einem Wurfte entstammen. In den von der Wandmuskulatur befreiten Schleimhäuten sind die mit dem Alter des Tieres zunehmenden Lymphknoten nach der Hellman'schen Methode dargestellt worden. Photographie der durch Xylol aufgehellten Schleimhäute in natürlicher Größe. *a* Vormagenschleimhaut (die dunkler erscheinenden punkt- und strichartigen Flecke sind keine Lymphknoten, sondern dickere, weniger durchsichtige Stellen der Schleimhaut), *b* Kardiadrüsen-schleimhaut. Infolge der Unmöglichkeit, das in D dargestellte, stark gewölbte Schleimhautstück einigermaßen eben aufzuspannen, mußten im photographischen Bilde die zentraleren Abschnitte der Schleimhaut heller erscheinen als die peripheren.

lassen sich keine allgemein gültigen Angaben machen, weil sie postfetal entstehen (Abb. 595) oder sich zurückbilden können und außerdem pathologische

Zustände ihre Ausbildung beeinflussen. Auch sollen die Lymphknoten im Hungerzustande einer akzidentellen Involution anheimfallen [Hellman (93)]. Dazu kommt, daß beim jugendlichen Organismus die Einzelknoten zahlreicher vorhanden sind als in vorgeschrittenen Jahren, in denen sie kleiner und spärlicher werden. Wenn auch bestimmte Angaben über die Zahl der Solitärknoten aus den dargelegten Gründen sich nicht machen lassen, so ist aber doch anzunehmen, daß ihre Menge besonders im Verdauungsapparat eine beträchtliche ist. Im kindlichen Dünndarm wurden 12—15.000, im Dickdarm 7—21.000 Solitärfollikel gezählt [Hellman (93)]. Ihre Menge ist aber sicher nach der Tierart und Individualität sehr verschieden.

In der Regel finden sich in den Solitärfollikeln zentral oder exzentrisch Sekundärknoten (Keimzentren), die in ihrem Bau sich nicht wesentlich von solchen in anderen lymphatischen Organen unterscheiden.

Die Sekundärknoten scheinen sich erst nach der Geburt auszubilden. Die die hellere Innenzone der Sekundärknoten umgebende, dichter gelagerte Lymphozytenmassen sind sowohl in der Zirkumferenz des einzelnen Sekundärknotens wie bei den verschiedenen Keimzentren nicht in gleicher Ausbildung anzutreffen. Bei älteren Individuen können die Sekundärknoten in den Solitärfollikeln mitunter auch fehlen.

Neben den Einzellymphknoten kommen im Organismus noch die **gehäuften Lymphknoten**, die *Noduli lymphacei aggregati* (Abb. 597, 598 und 599), vor. Sie bestehen aus zusammengelagerten Solitärfollikeln und bilden vor allem die

Lymphknotenplatten (Peyersche Platten), die vornehmlich im Darmkanal ihren Sitz haben. Die Platten sind konstante Organe, die im frühen Embryonalleben entstehen, im mittleren m. o. w. voll ausgebildet sind, sich aber postfetal nicht entwickeln [Carlens (41)]. Die Anzahl der die Platten zusammensetzenden Lymphknoten kann sehr verschieden sein. Es kommen aus wenigen (2—5) Solitärknoten bestehende Platten vor oder es können Bildungen entstehen, die meterlang sind und demgemäß zahllose Einzelfollikel beherbergen (Abb. 598, *a*). Die Solitärknoten der Platten sind zuweilen durch lymphoides Gewebe ganz oder teilweise miteinander brückenartig verbunden, wodurch ihre Zusammensetzung aus Einzellymphknoten m. o. w. verwischt sein kann. In solchen Fällen zeigen aber i. d. R. die Sekundärknoten die Zahl der Solitärfollikel an. In den meisten Platten liegen die letzteren in einer Schicht nebeneinander. Es gibt aber auch Platten, in denen wie z. B. in der Ileocaecalplatte des Rindes und in der Kardiadrüsenzone des Schweinemagens die Solitärfollikel in mehreren Schichten (3—5) übereinander gelagert sind (Abb. 600). Wie die Größe, wechselt auch die Form der Platten bei den einzelnen Tierarten. Rechteckige, spindelförmige, zackige Gestalten herrschen vor, runde trifft man seltener. In den meisten Fällen, aber nicht immer, haben die Platten ihren Sitz an der Antimesenterialseite der Darmwand in der Submukosa und in der Mukosa. Die darmlumenseitige Zone der Platten liegt meist dicht unter dem Oberflächenepithel.

Bei wachsenden Individuen (Abb. 597 und 598) sind die Platten größer als bei Erwachsenen. Mit der Pubertät scheint beim Menschen eine Altersinvolution der Platten ein-

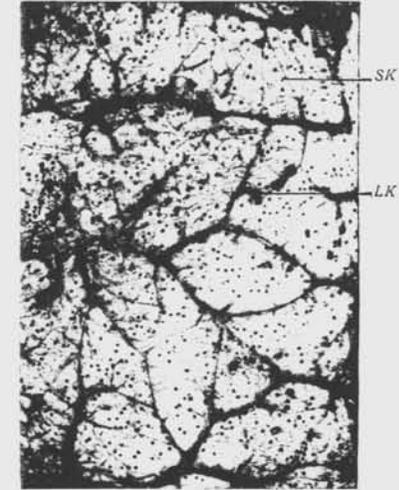


Abb. 596. Stück des Kolons eines 1 Jahr alten Pferdes, lymphatische Darmkrypten (LK) und Solitärknoten (SK) zeigend. Färbung nach der Hellman'schen Methode (Carlens). Vergr. etwa 1:2.

zusetzen. Sie erheben sich in späteren Lebensaltern nicht mehr über die Schleimbaut und lassen mitunter ein feinflöcheriges Aussehen (Ausfall der Knötchen, Abb. 599) erkennen. Das lymphatische Gewebe schwindet aber nie vollständig. An den Stellen, wo jedoch eine totale Rückbildung des lymphatischen Gewebes in den Platten eingetreten ist, bleibt das ehemalige Gebilde trotzdem in seinen Umrissen erkennbar [Carlens (41)]. Es scheinen hinsichtlich der Stärke der Involution Unterschiede bei den einzelnen Tierarten zu bestehen.

Umfangreichere genauere Forschungen über die Lymphplatten des Darmes der Säuger sind fast nur bei Haustieren und dem Menschen vorgenommen worden [Ellenberger (55), May (136), Mladenowitsch (140), Schumann (179), Trautmann (191), Carlens (41), Hellman (85, 91, 93) u. a.], selten auch bei anderen Säugern [Muthmann (144)]. Dabei ist die von Hellman bekanntgegebene ausgezeichnete Methodik, die allein ein sicheres Auffinden der

vorhandenen Solitärknötchen wie der kleineren Lymphknötchenplatten verbürgt und richtige Aufschlüsse gibt, nur erst bei einigen neueren Arbeiten angewendet worden. Es ist den vorliegenden Untersuchungen zu entnehmen, daß wohl allen Säugern Lymphknötchenplatten im Darm zukommen; namentlich dort, wo im Darmrohr Verschlusseinrichtungen sich finden, also Stauungen des Inhaltes auftreten, treten Anhäufungen von lymphatischem Gewebe meist in Gestalt von Platten auf (Pylorus-Duodenalgegend, ganz besonders Ileocaecalgegend [Abb. 598, d], Analgegend). Besonders reich und gleichmäßig mit lymphatischem Gewebe mit plattenartigem Charakter ist die Ileocaecalgegend beim Kaninchen ausgerüstet. Fast nur aus lymphatischem Gewebe besteht der Proc. vermiformis der anthropoiden Affen und des Menschen. Im Caecum anderer Tiere (z. B. Pferd, Nager) begegnet man hauptsächlich in dessen Spitze größeren lymphatischen Gewebsmengen, wobei naturgemäß große Unterschiede bei den verschiedenen Arten auftreten.

Außer den Einzellymphknoten und den Lymphknötchenplatten sind noch kryptenartige Bildungen zu nennen, die nach den bisherigen Feststellungen nur im Verdauungsapparat der Säuger vorkommen (Abb. 596, LK und 600). Es handelt sich hier um balgartige, grubige Gebilde, die in der Schleimbaut sitzen und in ihrem Bau an Folliculi tonsillares erinnern. Manchmal liegen mehrere solcher Bälge im Ösophagus dicht nebeneinander (z. B. bei *Sus scrofa*; Abb. 606, d), so daß förmlich Ösophagustonsillen entstehen [Ellenberger (55)].

Kryptenartige lymphatische Organe sind auch von Trautmann (192) zahlreich im Magen von *Sus scrofa* (Abb. 595 und 600), von Schumann (179), Carlens (41) im Dickdarm verschiedener Haustiere (Wiederkäuer, Pferd, Schwein) festgestellt worden. Sie entwickeln sich hier nach Carlens (41) etwas später als die Lymphknötchenplatten. Auffallend sind die Unterschiede

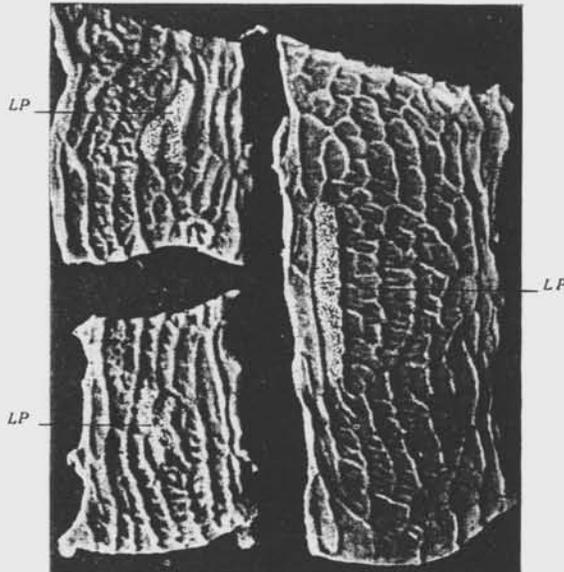


Abb. 597. Dünndarmstücke eines 6 Monate alten Schweines. Man sieht an der Schleimbaut ein grobmaschiges Netz von strangartigen Bindegewebszügen, zwischen denen verschieden gestaltete Lymphknötchenplatten (LP) liegen (Carlens). Vergr. 1:2.

zwischen jungen und alten Individuen. Bei letzteren verfallen sie oft ganz der Rückbildung.

An dem Sitz von Einzellymphknötchen, Lymphknötchenplatten, lymphatischen Krypten treten gewisse Änderungen im Verhalten bzw. im Bau der Schleimhäute auf. Es kommt oft zur Verlagerung von in ihnen befindlichen Drüsen, von Muskulatur und von anderen Gebilden (z. B. Darmzotten). Das über den lymphatischen Bildungen liegende Epithel ist m. o. w. stark von Lymphozyten durchdrungen. Mitunter sind auch die in der Schleimbaut befindlichen Drüsen nicht nur von Lymphozyten massenhaft umhüllt, sondern geradezu durchsetzt.

Ähnlich wie bei den Tonsillen werden auch zwischen den lymphatischen Bildungen des Darmes und dem Darmepithel enge Beziehungen angenommen. Man glaubt, daß Epithel und Lymphozyten als „lymphoepitheliale Organe“ in enger physiologischer Zusammenarbeit stehen [Kohn (120)], wenn auch über die Art und Bedeutung dieser Wechselbeziehungen



Abb. 598. Dünndarmstücke eines 4 Wochen alten Kalbes. Die 3 linken Bilder (a, b, c) einige Lymphknötchenplatten verschiedener Größe, das rechte Bild (d) einen Teil der langen Ileocaecalplatte zeigend (Carlens). Vergr. etwa 1:5.

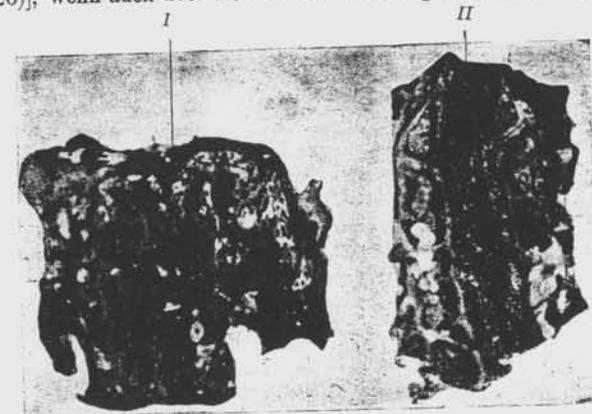


Abb. 599. I Ein Stück des Ileums unmittelbar vor der Valvula Bauhini eines 14 Jahre alten Rindes. Nur Solitärfollikel als Reste der verschwundenen Ileocaecalplatte sind noch vorhanden. Vergr. 1:3. II Dünndarmteil eines 14 Jahre alten Rindes mit einer stark reduzierten Lymphknötchenplatte in der Mitte (Carlens). Vergr. 1:3.

festen Grundlagen sich noch nicht gebildet haben. Man hat an eine Beteiligung der Lymphozyten an der Nahrungsaufnahme und Resorption gedacht. Vielleicht unterhalten sie einen „Pendelverkehr“ zwischen Epithel und Lymphknötchen. Daß die Lymphknötchenbildungen Lymphozyten produzieren, sowie Abwehr-

organe gegen Bakterien und Giftstoffe darstellen, wird wohl kaum bestritten. Über die neuere Auffassung der Bedeutung der „Keimzentren“ s. S. 789.

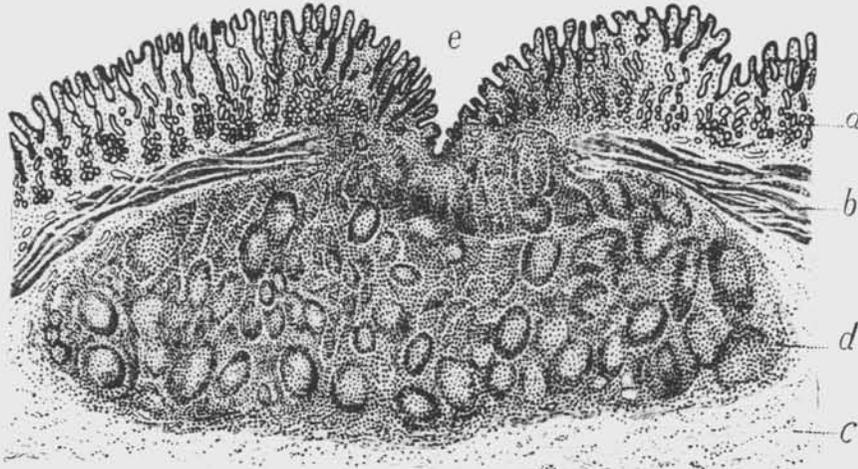


Abb. 600. Schnitt durch einen Lymphkrater aus der Kardidrüsenzzone eines erwachsenen Schweines. Leitz Obj. 1, Ok. 3.

a Kardidrüsen in der Schleimhaut, b Muscularis mucosae, c Submukosa, d lymphatisches Gewebe mit Sekundärknötchen, e kraterförmige Einsenkung in der Schleimhaut.

Die in die Lymphknötchen eindringenden Blutgefäße bilden in der Peripherie Kapillarnetze, von denen sich verzweigende Äste in die Sekundärknötchen meist in radiärer Richtung ziehen. Auf gleichverlaufendem Wege verläßt das venöse Blut das Lymphknötchen bzw. das Sekundärknötchen.

Lymphkapillaren kommen im Innern der Einzellymphknötchen sowie in denen der Platten und Krypten nicht vor. Braus (36) nimmt das Gegenteil an. Das lymphatische Gewebe wird aber von manchmal sehr ausgebuchten, netzartig angeordneten Lymphbahnen umzogen. Sie schmiegen sich erstere dicht an. Ein Abtransport zelliger und gelöster Bestandteile scheint dadurch gewährleistet.

Über die Nervenversorgung der Solitärfollikel und der Lymphknötchenplatten besitzen wir keine genaueren Aufschlüsse.

Im Verdauungsapparat und Atmungsapparat der Säugetiere und des Menschen findet sich besonders in der Mund- und Schlundkopfhöhle (Rachenhöhle) eine sehr starke Ansammlung lymphatischen Gewebes. Besonders der Übergang der Nahrung zuführenden Mundhöhle in die Schlundkopfhöhle (Rachenhöhle) ist mit lymphatischen Gewebsbildungen in

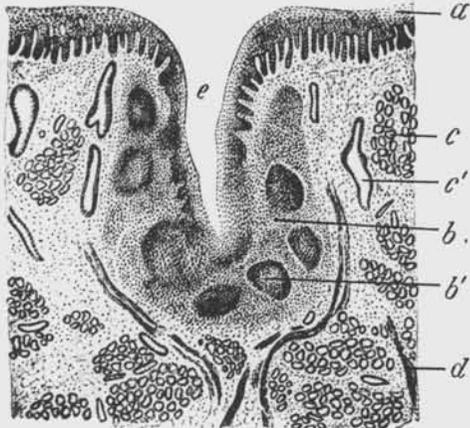


Abb. 601. Schnitt durch einen Schleimhautbalg vom Zungengrunde. a geschichtetes Plattenepithel, b lymphatisches Gewebe mit b' Sekundärknötchen, c Drüsen, c' Drüsenausführungsgänge, d quergestreifte Muskulatur, e Fossula tonsillaris.

webes. Besonders der Übergang der Nahrung zuführenden Mundhöhle in die Schlundkopfhöhle (Rachenhöhle) ist mit lymphatischen Gewebsbildungen in

hohem Maße versehen. Der Zugang zu dem Atmungsrauchen ist zwar nicht ganz, aber in weitem Umfange mit diesen Bildungen umgeben. Unter dem Namen „lymphatischer Rachenring“ ist der von Waldeyer erstmalig erwähnte Kranz lymphatischen Gewebes bekannt.

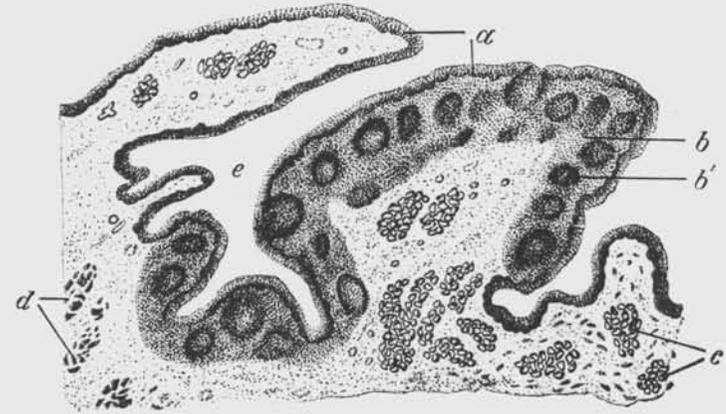


Abb. 602. Querschnitt durch eine Tonsilla palatina des Hundes. a geschichtetes Plattenepithel, b lymphatisches Gewebe mit b' Sekundärknötchen (Tonsillengewebe), c Drüsen, d quergestreifte Muskelfasern, e Fossa tonsillaris.

Die hauptsächlichsten Bildungen, die hier als Lymphorgane bei den Säugern besonders in die Augen fallen, sind die Schleimhautbälge und die Tonsillen (Mandeln).

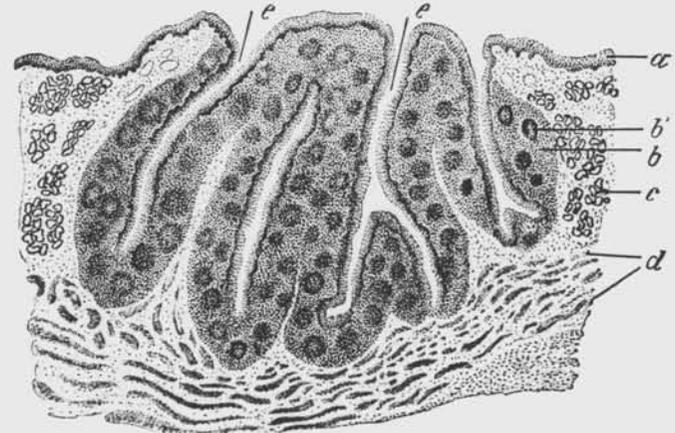


Abb. 603. Querschnitt durch eine Tonsilla palatina des Schafes. a geschichtetes Plattenepithel, b lymphatisches Gewebe mit b' Sekundärknötchen (Tonsillengewebe), c Drüsen, d quergestreifte Muskelfasern, e Fossula tonsillaris.

Die Schleimhautbälge, *Folliculi tonsillares* (Abb. 601 und 606, d), sind Schleimhautgruben, deren Wand aus lymphatischem Gewebe mit Sekundärknötchen besteht und Drüsen enthält, und deren Hohlraum, Mandelgrübchen,

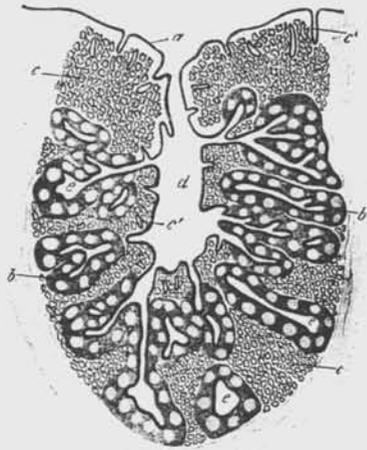


Abb. 604. Querschnitt durch eine Tonsilla palatina vom Rinde (halbschematisch).  
 a Epithel, b lymphatisches Gewebe mit Sekundärknötchen (Tonsillengewebe), c, c Sekundärknötchen (Tonsillengewebe), d Fossa tonsillaris, e, e Drüsenausführungsgänge, e, e Fossulae tonsillares.

mandeln) zu einer Vergrößerung der Schleimhautoberfläche beitragen; die Balgmandeln (Abb. 603) stellen Anhäufungen von Schleimhautbälgen dar. Es kommt vor, daß auch nur ein Balg vorhanden ist. Man spricht nicht von einem Schleimhautbalg, sondern von einer Tonsille, wenn der Balg dort liegt, wo bei anderen Tieren Mandeln sich finden. In der Balgmandel können die Schleimhautbälge m. o. w. nebeneinander liegen (z. B. bei der Zungenmandel); man spricht dann von einer einfachen Balgmandel (s. oben). Die Schleimhautbälge können sich aber auch um eine größere Schleimhautvertiefung gruppieren: Grubenbalgmandel (Abbildung 604). Die Grube heißt in diesem letzteren Falle Mandelgrube, *Fossa tonsillaris* (d); von ihr gehen die einfachen oder verzweigten Fossulae tonsillares der einzelnen Schleimhautbälge ab (e, e, e). Wenn in einer Mandelgrube sowohl einfache Schleimhautbälge als auch solche, die um eine Fossa tonsillaris gruppiert sind, nebeneinander auftreten, dann spricht man von einer zusammengesetzten Grubenbalgmandel (Abb. 605, a, b).

Die Mandeln zeigen meist auf ihrer Oberfläche ein unebenes, körniges Aussehen (Abb. 605); bei den Balgmandeln sind außerdem noch die m. o. w. schlitzartigen Öffnungen der Fossae tonsillares zu erkennen; zuweilen erhält die Tonsillenoberfläche ein zerklüftetes Aussehen, wenn die Mandelgruben groß sind oder mehrere eine gemeinsame Öffnung besitzen.

Sowohl die Balgmandeln wie die Plattenmandeln liegen oft, aber nicht immer, in einer Mandeltasche, *Sinus tonsillaris*, die von ihrer Umgebung durch faltenartige, von lymphatischem Gewebe freie Vorsprünge der Schleim-

*Fossula tonsillaris*, heißt, einfach oder verzweigt sein kann und an der Oberfläche der Schleimhaut sich öffnet (e). Man findet solche Bälge an verschiedenen Stellen der Mundhöhle als Gaumen-, Zungen-, Rachen-, Pfeilerbälge usw. Die Zungenbälge liegen mit Vorliebe unter der Schleimhaut des Zungengrundes. Sobald die Schleimhautbälge gehäuft und vereint auftreten, spricht man von einer Balgmandel. Kölliker und Waldeyer fassen sogar die Zungenbälge zusammen als Zungenmandel.

Mandeln im allgemeinen sind durch fibröses Gewebe gegen die Umgebung abgegrenzte Partien von lymphatischem Gewebe mit Sekundärknötchen und Drüsen; sie sind entweder mit Schleimhautbälgen versehen (Balgmandeln) oder ohne solche (Plattenmandeln). Die letzteren bilden i. d. R. Vorwölbungen oder Wülste (Abb. 602); sie können durch Vorwölbungen, Falten und Spaltbildungen (Gruben-Platten-

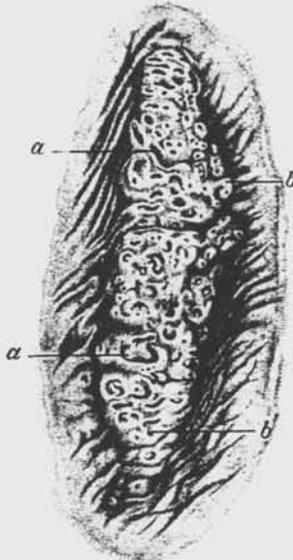


Abb. 605. Tonsilla palatina vom Pferd.  
 a, a Öffnungen, die in Fossae tonsillares führen, b, b Öffnungen, die in Fossulae tonsillares führen.

haut getrennt sind. Im allgemeinen kommen Tonsillen nur in drüsenhaltigen Schleimhäuten vor.

Ältere Forscher unterschieden zwischen einfachen und zusammengesetzten Mandeln [z. B. Asverus (8)], Hammar (73) stützt sich auf die Entwicklungsgeschichte und spricht von einer primären und sekundären Form der Tonsille.

Als wesentlichste Gruppen der Mandeln kommen die Gaumenmandeln, die Rachenmandeln und die Kehldeckelmandeln in Betracht.

Die Gaumenmandeln, *Tonsillae palatinae*, liegen seitlich am Zungenrande, im allgemeinen zwischen Arcus glossopalatinus und Arcus pharyngopalatinus oder zwischen Plica glossoepiglottica und Arcus glossopalatinus; sie können sogar unter die mundhöhlenseitige Fläche des Gaumensegels rücken (z. B. beim Schwein), oder es kann sich außer den seitlichen Tonsillae palatinae am Übergange des harten zum weichen Gaumen median noch eine *Tonsilla palatina impar* finden (z. B. beim Pferd und Esel). Im übrigen schwanken die Gaumenmandeln nach Form, Größe, Lage usw. in einem Sinus tonsillaris sehr.

Einige Beispiele seien herausgegriffen. Bei Mensch, Hund, Katze, Rind, Schaf und Ziege z. B. liegt die Tonsilla palatina in einem Sinus tonsillaris zwischen Arcus pharyngopalatinus und glossoopalatinus; beim Pferde (Abb. 605) ist sie langgestreckt (6–8 cm lang) und beartigt erhaben und liegt seitlich vom Zungenrande bzw. der Plica glossoepiglottica, beim Schwein hat sie ihre Lage im Gaumensegel (Abb. 606, a, a'), beim Menschen ist sie etwa haselnußgroß. Beim Hunde (Abb. 607, d) und der Katze ist sie eine Plattenmandel, bei den anderen Tierarten eine Balgmandel. Bei der Mehrzahl der Nagetiere sollen die Gaumenmandeln fehlen [Schmidt (173), Killian (118), Hammar (73)]; auch beim Biber, Stachelschwein und bei der Fledermaus sollen sie nicht ausgebildet sein [Hett zit. n. Hellman (93)].

Die Zungenmandel ist deutlich z. B. bei Mensch, Pferd, Rind, bei anderen Tierarten ist sie nur angedeutet (Schwein), bei anderen fehlt sie ganz (Fleischfresser, Kaninchen, Schaf u. a.).

Die Rachenmandeln, *Tonsillae pharyngeae*, liegen zwischen den Eingängen zu den Hörtrumpeten, können Balg-, aber auch Plattenmandeln sein und zeigen große Verschiedenheiten nach Lage, Form, Größe und Deutlichkeit.

Eine Balgmandel ist z. B. die Rachenmandel des Menschen, eine Plattenmandel die Rachenmandel von Hund (607, g), Katze, Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Pferd, Esel. Beim Menschen stellt sie eine weiche ovale Platte am Fornix pharyngis dar, bei den Fleischfressern eine über die Umgebung hervorragende Platte, beim Pferde wird sie durch ein zwischen oder auf den konvexen Flächen der Deckklappen der Tubenöffnungen liegendes, dreieckiges, lymphatisches Schleimhautgebiet vertreten (*Tonsilla tubaria*); bei den Wiederkäuern tritt die Rachenmandel als ein an der Oberfläche unebener Wulst auf, der am Ende des häutigen Rachenseptum liegt und bei Schaf und Ziege sich noch auf dessen Seitenflächen erstreckt. Beim Schwein liegt die wulstartige, unebene Rachenmandel an der wirbelseitigen Rachenwand. Krehan (125) beschreibt eine Choanentonsille [s. auch die Arbeit von v. Teutleben (190), Kämpfe (114)].

Als Kehldeckelmandel, *Tonsilla paraepiglottica*, wird eine Mandel bezeichnet, die bei vielen Tierarten (z. B. bei Schwein, Schaf, Ziege) seitlich von



Abb. 606. Der lymphatische Ring am Übergange der Mundhöhle in die Rachenhöhle vom Schwein. (Zunge, Kehlkopf und Speiseröhre sind in der Längsrichtung an der ventralen Fläche aufgeschnitten und nach rechts und links umgelegt.) a, a durch die Gaumensegelmandeln bedingte Erhöhungen, a' Öffnungen, die in Fossulae tonsillares der Tonsilla palatina führen, b Tonsilla paraepiglottica, c Papillae tonsillares, d Folliculi oesophageales im Anfangsteile des Oesophagus, f Arcus palatinus mit rudimentärer Uvula, g Eingang zum Pharynx, h Epiglottis (sagittal durchgeschnitten), i Seitenfläche des Zungenkörpers, k, k rechter und linker Arcus pharyngopalatinus, l Limen pharyngo-oesophageum dorsale, m Arcus glossopalatinus.

der Basis des Kehldeckels am Übergang der Mundhöhlenschleimhaut in die Rachenhöhlenschleimhaut liegt (Abb. 606, *b*) und sowohl eine Plattenmandel als auch eine Balgmandel sein kann.

Zahlreiche Einzelbefunde über die Mandeln enthalten die Arbeiten von Bickel (34) und Illing (100).

Die Tonsillen liegen in der Propria mucosae, ragen aber zuweilen bis tief in die Submukosa und sind hier gegen die Umgebung durch eine deutliche, aber meist nicht starke, bindegewebig-elastische Verdickung (Kapsel) abgesetzt.

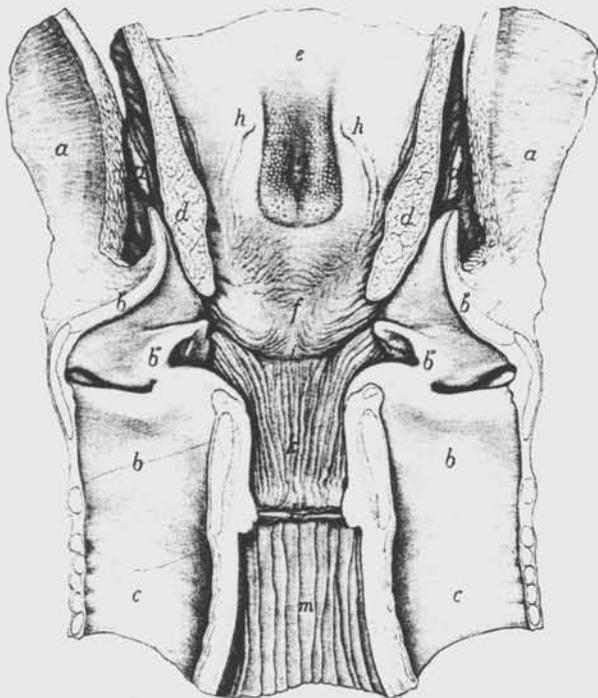


Abb. 607. Schleimhaut des Pharynx und Larynx und des Anfangsteiles des Oesophagus des Hundes. [Zunge (*a*), Kehlkopf (*b*) und Gaumensegel (*d*) sind in der Medianebene durchschnitten und die beiden Hälften zur Seite gelegt worden. Des weiteren wurde die Speiseröhre (*m*) an der Kehlkopffläche aufgeschnitten und ausgebreitet. Um die Schlundkopfhöhenschleimhaut gut übersehen zu können, wurde sie von der Unterlage abpräpariert und ausgebreitet zur Darstellung gebracht.]

*a, a* Zungengrund, *b, b* Kehlkopf, *b', b''* Kehldeckel, *b'', b''* Aryknorpel, *c, c* Trachea, *d, d* Gaumensegel, *d', d'* Gaumenmandel, *e* nasen- und *f* wirtelsseitige Schlundkopfhöhenschleimhaut, *g* Rachenmandel, *h, h* Tubenöffnungen, *i* dorsale Pharynx-Oesophagusgrenze, *k* Oesophagusvorhof, *l* zirkuläre Doppelfalte im Oesophagus, *m* Oesophagus.

Die Kapsel ist, wo es möglich ist, teilweise mit den Faszien der ihr anliegenden Muskeln, mitunter sogar mit diesen selbst, verschmolzen, so daß bei deren Kontraktion Verschiebungen der Tonsille leicht möglich sind. Die von der Kapsel in das Innere der Mandel tretenden Septen sind nur in der Nähe der Kapsel und in der Gegend des blinden Endes der Balggruben oder zwischen ihnen deutlich. In der Nachbarschaft des lymphatischen Gewebes gehen die einzelnen Bindegewebsfasern, sich auflockernd und undeutlicher werdend, in dessen Retikulum über. In dem blut- und lymphgefäßreichen Bindegewebsergüß der *T. palatina* beim Menschen hat man Knorpel- und Knocheninseln beobachtet [Alagna (1) u. a.], deren Herkunft umstritten ist.

Die Tonsille wird gegen das Lumen der Mundhöhle bzw. des Schlingrachsens durch geschichtetes Plattenepithel (Abb. 602, 603, 604, *a*) abgegrenzt, das sich bei den Balgmandeln durch

deren Öffnung sich hindurch in die Gruben erstreckt. Auch Flimmerepithel hat man hier angetroffen [Ellenberger und Illing (57), Reun (163) u. a.]. Bei dem am bzw. im respiratorischen Nasenrachen liegenden Mandeln bildet mehrreihiges flimmerndes Zylinderepithel mit eingelagerten Becherzellen den Abschluß gegen dessen Hohlraum. In diesem Epithel finden sich Inseln von Plattenepithel, die nach Spuler (185 *a*) infolge der Lymphozytendurchwanderung sich bilden, nach anderen als Alterserscheinung bewertet [Serebrjakoff (183)] oder auf mechanische, chemische und andere Reize zurückgeführt werden [Lindt (132), Görke (67)]. Der manchmal stark ausgebildete Papillarkörper des Plattenepithels verschwindet nach dem blinden Ende der Tonsillarkrypten zu fast gänzlich. Epithel und lymphatisches Gewebe sind durch subepitheliales Bindegewebe unter und nahe der Oberfläche der Mandeln i. d. R. gut gegeneinander abgegrenzt. In den übrigen Teilen der Balggrubenwand lagern sich jedoch in verschiedenem Ausmaße vornehmlich Lymphozyten, aber auch polymorphkernige Leukozyten in das Epithel, so daß es aufgelockert wird. Stellenweise ist die Zelleneinlagerung so massenhaft, daß die Epithelzellen verdeckt werden oder nicht mehr ohne weiteres zu erkennen sind, zumal sie zuweilen Veränderungen erleiden. Mollier (141) nimmt an, daß vor Einwanderung der Lymphozyten das Epithel sich in ein epitheliales Retikulum umwandelt. In der Tat macht das mit Lymphozyten vollgestopfte Epithel manchmal den Eindruck, als ob es ein Retikulum darstellte, in das lymphoide Zellen eingeschlossen sind [Hellman (92)]. Auch im Epithel der Plattenmandeln, gleichgültig, ob sie mit Platten- oder flimmerndem Zylinderepithel bedeckt sind, finden sich in verschiedenem hohem Grade Lymphozyten eingelagert.

Zurzeit besteht ein Recht, anzunehmen [s. Hellman (92)], daß die Lymphozyten als bewegliche und emigrationsfähige Gebilde das Epithel zu durchwandern vermögen. In welchem Ausmaße das geschieht, steht dahin. Man glaubt aber, daß Epithel und Lymphozyten miteinander arbeiten und deshalb ein längerer intraepithelialer Aufenthalt der Lymphozyten nicht zu leugnen sei [Braus (36) u. a.]. Auf enge, zurzeit als noch hypothetisch anzusehende Beziehungen der Tonsillen zu den lymphoepithelialen Organen (z. B. Thymus) hat Jolly (110) hingewiesen. Der lymphatische Rachenring wird von gewissen Autoren als lymphoepithelialer Schlundring [z. B. Braus (36), Mollier (141)], die Bestandteile desselben, die Tonsillen, werden als lymphoepitheliale Mischorgane aufgefaßt.

Das subepithelial sich ausbreitende lymphatische Gewebe der Tonsillen (Abb. 602, 603 und 604, *b* u. *b'*) ist nicht etwa aus Verschmelzung von Solitärknötchen entstanden, wie das angenommen wurde und noch angenommen wird [v. Schumacher (178)], sondern bildet von Anfang an eine einheitliche zusammenhängende Masse von bei den einzelnen Mandeln verschiedener Dicke [Hellman (92)], in die Sekundärknötchen eingelagert sind. Es setzt sich zusammen aus einem Retikulum, dessen Maschen große Mengen lymphoider Zellen in dichter Anordnung beherbergen. Es finden sich zwischen letzteren außerdem Leukozyten, Mast- und Plasmazellen, deren Auftreten auf dauernd auf die Tonsillen einwirkende Reize zurückgeführt wird [Hellman (92)].

Die Sekundärknötchen (s. S. 789) setzen sich gegen die Umgebung durch eine wechselnd dicke Zone von dichter als im Zentrum gelagerten Lymphozyten ab. Der Durchmesser der Sekundärknötchen ist wechselnd. Sie breiten sich in dem lymphatischen Gewebe subepithelial in einer, zuweilen auch in zweifacher Schicht aus. In den zentralen Abschnitten der Sekundärknötchen finden sich besonders reichlich veränderte Retikulumzellen, Makrophagen, die untereinander durch Zytoplasmabrücken verbunden und mit Zerfallsmassen beladen sind [Heiberg (75)].

In den Fossae bzw. Fossulae tonsillares trifft man oft einen Inhalt, der aus freien Kernen, Epithelzellen, Leuko- und Lymphozyten und Detritusmassen bestehen kann.

Unter den Plattenmandeln sowie unter und zwischen den Bälgen der Balgmandeln oder in der unmittelbaren Nachbarschaft der Tonsillen sind Drüsen, *Glandulae tonsillares*, gelagert (Abb. 602, 603 und 604, *c*), die i. d. R. muköse, ausnahmsweise auch gemischte (Fleischfresser) Drüsen darstellen. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen (Abb. 601 und 604, *c'*) münden im allgemeinen nicht in die Balggruben [Ellenberger (54), Schlemmer (170)], sondern auf die Schleimhautoberfläche oder selten in die Mündungsöffnung der Fossulae tonsillares. In die Bälge der menschlichen Tonsilla linguualis sah Hellman (92) reichlich Drüsenausführungsgänge eintreten.

Die Blutgefäße der Mandeln entstammen den tiefen Schleimhautschichten. Die Sekundärknötchen sind mit Kapillaren, die von ihrer Peripherie radiär eindringen, reichlich durchsetzt.

Es muß trotz gegensätzlicher Auffassung angenommen werden, daß die Tonsillen für den Lymphstrom nicht Durchgangs- oder Filterstation, daß sie also nicht in die Lymphbahn eingeschaltet sind; sie entbehren also der zuführenden L. (Schlemmer), hingegen besitzen sie abführende L. Durch Einmassieren von Injektionsflüssigkeit, wie sie zur Darstellung der L. dient, in

die Tonsillen gelang es uns, insbesondere bei jungen Tieren, bei der Gaumendarmmandel leicht, die in ihr befindlichen Lymphbahnen darzustellen.

Man findet nach dieser Manipulation im lymphatischen Gewebe keine Wege, auf denen die Flüssigkeit vordringt, insbesondere werden die Sekundärknötchen nicht durchgezogen. Vielmehr ist die einmassierte Flüssigkeit stets nur nach dem Durchtritt durch das Epithel im subepithelialen Bindegewebe der Mandeloberfläche oder nahe derselben zu finden, von wo sie in L. übertritt, die in dem die einzelnen Tonsillenbälge abgrenzenden Bindegewebe verlaufen. Dort, wo die Zellen des lymphatischen Gewebes das subepitheliale Gewebe durchsetzen, tritt die Flüssigkeit nicht durch das Epithel. Insbesondere tritt die Flüssigkeit mit besonderer Vorliebe in der allernächsten Nachbarschaft der Tonsille durch das Epithel, um in die L. des die Mandel umgebenden Drüsen- und Bindegewebes weitergeleitet zu werden. Von der Existenz klappenloser, blind endigender, intralymphatischer Lymphbahnen, über die Spuler (185 a), Schlemmer (170) u. a. berichten, konnten wir uns nicht überzeugen. Übrigens stellte auch Wassilieff (201) fest, daß auf die Tonsillenoberfläche gebrachte Farblösungen oder Injektionen von solchen in die Mandel wenig eindringen und dann nur den Bindegewebssträngen folgten. Die das lymphatische Gewebe umspinnenden Lymphgefäßnetze entstehen subepithelial und stehen in Verbindung mit den gut ausgebildeten L. in dem Bindegewebsgerüst und der Nachbarschaft des lymphatischen Gewebes.

Über den weiteren Verlauf der L. berichtet S. 833.

Die Auffassung, daß die Tonsillen nicht mit dem Lymphknotensystem in Verbindung zu bringen seien [Schlemmer (170), v. Skramlik (184)], lehnt Hellman (92) ab. Er nimmt mit Recht an, daß die Tonsillen, wie überhaupt die Einlagerungen lymphatischen Gewebes in der Mund- und Rachenhöhle, den gleichen Aufbau wie das lymphatische Gewebe an anderen Stellen besitzen, und daß diese Bildungen nahe Beziehungen zu dem Lymphgefäßapparat und im allgemeinen auch die gleichen Funktionen haben.

Daß im Alter Veränderungen an den Tonsillen entstehen, wird allgemein angenommen. Restlos ist die Altersinvolution der Mandel bei Mensch und Tier noch nicht geklärt. Bei den einzelnen Tonsillen scheinen die Verhältnisse zudem sich verschieden zu verhalten, so daß es schwierig ist, Allgemeingültiges zu sagen. Im allgemeinen sind die Mandeln im jugendlichen Alter am stärksten ausgebildet, verfallen dann später der Atrophie. Bei Tieren soll letztere sich nicht so deutlich wie beim Menschen ausbilden. Hellman (92) sah die Gaumentonsille des 6jährigen Kaninchens strukturell kaum verändert. Im Alter von 10 Monaten, also ein Halbjahr nach der Geschlechtsreife, begann die Involution, die so langsam vor sich ging, daß im Alter von 3½ Jahren ca. 70% der ursprünglich höchsten Gewichtsmenge beim Kaninchen noch vorhanden war. Die Tonsilla palatina der Säuger z. B. büßt die Funktionsfähigkeit während des ganzen Lebens nicht ein [Hett (94)]. Histologisch treten im Alter Abänderungen der Größe und Zahl der Sekundärknötchen auf. An die Stelle atrophierenden lymphatischen Gewebes tritt Bindegewebe. Auch die Durchsetzung des Epithels mit Lymphozyten nimmt mit dem Alter des Individuums immer mehr ab [Barnes (9)].

Außer den Tonsillen kommen noch andere lymphatische Bildungen sowohl in der Schleimhaut der Mund- und Schlundkopfhöhle (Rachenhöhle), als auch in der Grenzregion zwischen beiden, also im lymphatischen Rachenring, vor; es handelt sich um Einzelfollikel und Schleimhautbälge. Die letzteren finden sich vor allem in der Zunge in Gestalt der Zungenbälge (*Noduli, Folliculi linguales*). Sie liegen besonders zahlreich am Grunde der Zunge. Es sind knötchenartige Anschwellungen der Schleimhaut, deren zentrale grubige Vertiefung von lymphatischem Gewebe umschlossen wird. Eine bindegewebige Kapsel ist nur selten vorhanden. Im übrigen haben die Zungenbälge einen ähnlichen Bau wie die Fossulae tonsillares. Ihre Gesamtheit bildet die Tonsilla lingualis. Zungenbälge können aber auch fehlen (z. B. Schaf, Fleischfresser).

In dem Grundstock von Zungenpapillen begegnet man namentlich beim Schwein, aber auch bei anderen Tieren lymphatischem Gewebe (Papillae tonsillares).

Solitärfollikel kommen zerstreut an allen Stellen der Zunge vor, häufen sich aber besonders am Zungenrunde. Die die Schleimhaut meist körnchenartig vorwölbenden Solitärfollikel sind außerdem besonders oft an der rachenseitigen Wand des Gaumensegels [Fröbisch (65)] und überhaupt an der Rachen-schleimhaut zu finden, wo sie zu förmlichen Platten sich zusammenlegen können. Im allgemeinen ist der Atmungsrachen reicher an solchem lymphatischem Gewebe als der Schlingrachen. Man trifft im Kehlrachen auch auf Drüsenausführungsgänge, um die scharf abgesetztes lymphatisches Gewebe gelegen ist. Derartige Lagebeziehungen täuschen Schleimhautbälge vor.

Besonders reich ist das lymphatische Gewebe in Gestalt der Solitärfollikel beim Schwein und Kaninchen ausgebildet. Auch diffuses lymphoides Gewebe enthält die Schleimhaut der Mund-, besonders der Rachenhöhle an den verschiedensten Stellen in m. o. w. starker Ausbildung.

### β) Die Lymphknoten, Lymphonodi.

#### α.) Allgemeines.

Die Lymphknoten sind außer durch ihren Bau auch dadurch von den vorstehend behandelten lymphatischen Bildungen verschieden, daß sie so in die Bahn der L. eingeschaltet sind, daß die Lymphe ihren Weg durch den Lymphknoten nehmen muß. Die die Lymphe dem Knoten zuführenden L. werden als dessen *Vasa afferentia*, die die Lymphe aus dem Knoten abführenden L. als dessen *Vasa efferentia* bezeichnet.

Die Lymphknoten oder Lymphknotengruppen, in die die Lymphgefäße eines Organes einmünden, sind für dieses Organ regionär und umgekehrt, das Organ ist den Lymphknoten tributär. Daß ein Lymphknoten oder eine Lymphknotengruppe nur für ein einziges Organ regionär ist, dürfte nicht vorkommen; daß aber ein Organ nur einer einzigen Lymphknotengruppe tributär ist, wird öfter beobachtet, vor allem bei einer Anzahl Muskeln, Knochen und Gelenken. Die weitaus meisten Organe sind mehreren Lymphknotengruppen (von uns bis zu neun Gruppen beobachtet) tributär.

**Benennung der Lymphknoten und Lymphknotengruppen.** Die Lymphknoten, *Lymphonodi*, sind bisher fast allgemein als Lymphdrüsen, *Lymphoglandulae*, bezeichnet worden. Da sie mit „Drüsen“ aber in keiner Beziehung etwas zu tun haben, so läßt sich diese Bezeichnung nicht aufrecht erhalten. Die Benennung der einzelnen Lymphknoten und Lymphknotengruppen bereitet darüber hinaus aber auch noch große Schwierigkeiten. Es gibt Lymphknoten bzw. Lymphknotengruppen, die bei gewissen Tierarten nur von einem Lymphknoten, bei anderen Tieren von mehreren, selbst zahlreichen Lymphknoten gebildet werden, ferner solche, die bei ein und derselben Tierart bald nur aus einem, bald aus mehreren Knoten bestehen usw.; in diesen Fällen wird man, besonders wenn es sich um vergleichende Beschreibungen handelt, sehr oft nicht entscheiden können, ob die betreffenden Lymphknoten und Lymphknotengruppen in der Einzahl oder in der Mehrzahl zu bezeichnen sind, ob man z. B. von einem Lymphonodus (Ln.) popliteus oder von Lymphonodi (Lnn.) poplitei sprechen soll. Diesen Schwierigkeiten ist nur dadurch abzuhelfen, daß für die einzelnen Lymphknoten und Lymphknotengruppen eine Bezeichnung angewendet werden wird, die unabhängig von der Zahl der Einzellymphknoten ist. Baum (25) schlägt die Bezeichnung „Lymphozentrum“ (*Lz.*) vor. Wir folgen diesem Vorschlag und werden als Lymphozentrum vor allem solche Lymphknoten und Lymphknotengruppen bezeichnen, die bei allen oder wenigstens den meisten Tierarten vorkommen und bei der einzelnen Tierart konstant gefunden werden. Lymphknoten oder Lymphknotengruppen, die inkonstant auftreten oder nur bei vereinzelten Tierarten gefunden werden, sind nach wie vor als Lymphonodus (Ln.) bzw. Lymphonodi (Lnn.) zu bezeichnen. Durch diese Gruppierung und Benennung kommt auch bereits zum Ausdruck, welches Hauptgruppen und welches Nebengruppen im vergleichend anatomischen Sinne sind.

Auf die **Entwicklung der Lymphknoten** soll hier nicht eingegangen werden, weil sie in einem anderen Kapitel dieses Werkes von Weidenreich beschrieben wird. Es finden sich überdies gute Darstellungen der Entwicklung der Lymphknoten in Hellman (93), auf die verwiesen sei.

**Bau der Lymphknoten** (Abb. 608 und 609). Es sei zunächst der Aufbau der Lymphknoten geschildert, wie er sich bei der Mehrzahl der bisher unter-

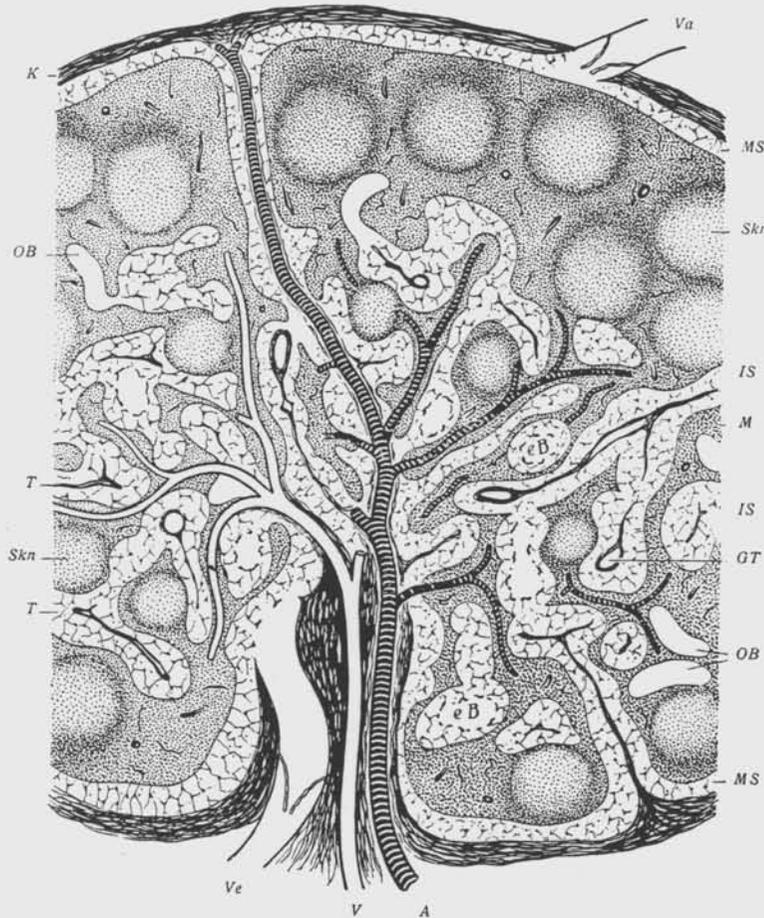


Abb. 608. Schema eines Lymphknotens (Heudorfer).

A Arterie (gestrichelt), am Hilus eintretend und sich in Mark und Rinde verzweigend, IS Intermediärsinus, K Kapsel, M Markstränge, MS Marginalsinus, unter diesem die Rindensubstanz [Rindenknoten mit Sekundärknötchen (Skn)], OB Sinusbahn ohne Sinusretikulum, T Trabekel (GT Gefäßtrabekel). V Vene (weiß), Va zuführendes, Ve abführendes Lymphgefäß.

suchten Säugetiere und beim Menschen findet. Es kommen aber, wie hier bemerkt sein mag, auch bei einigen Säugern (z. B. Schwein, Elefant) Abweichungen von diesem Aufbau vor (Näheres s. S. 809).

Die Lymphknoten (Abb. 608 und 609) sind von einer bindegewebigen, mit der Umgebung innig verbundenen Kapsel umhüllt, die reichliches elastisches Gewebe und m. o. w. glatte Muskelfasern enthält. Von der Kapsel (K) ziehen in

den Knoten ihr strukturell ähnliche Trabekel (T), die in seinen zentralen Partien meist stärker ausgebildet sind und unter gegenseitiger Verbindung in dem Hilus zu dem mit der Kapsel verbundenen Hilusstroma sich vereinigen. Unter der Kapsel und um das Trabekelsystem sind die Lymphsinus (s. unten) gelagert, gegen die sie durch eine Endothelzellschicht abgegrenzt sind. Durch das Gerüst wird der Lymphknoten in verschiedene untereinander zusammenhängende Räume zerlegt, die von retikulärem Gewebe durchsetzt werden. Bindegewebsfibrillen des Gerüsts ziehen, die Sinuswand durchsetzend, in Retikulumzellen hinein und dringen intrazellulär bis weit in das Retikulum vor. In dem Retikulum liegt das Parenchym, das im wesentlichen aus Lymphozyten besteht.

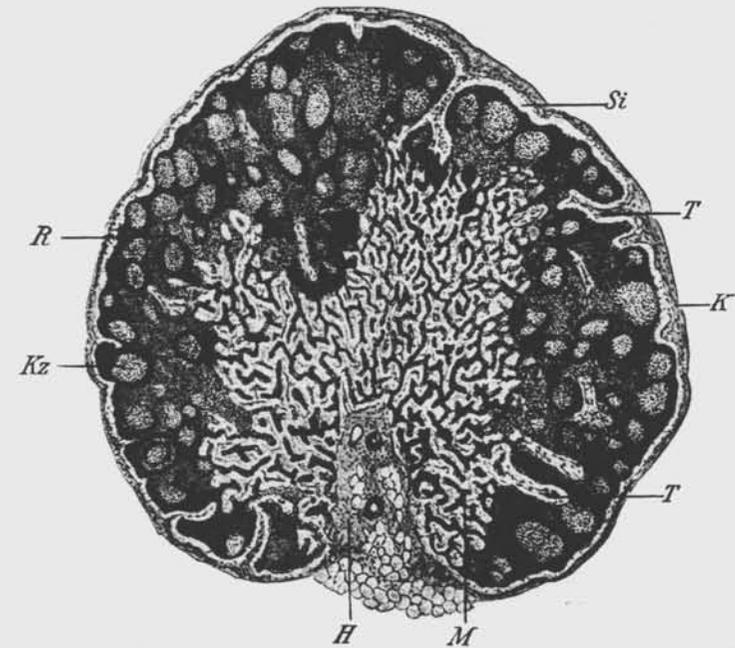


Abb. 609. Durchschnitt eines Mesenteriallymphknotens vom Rind (13x).

H Hilus mit Blutgefäßen und Fettgewebe, K Kapsel, M Marksubstanz mit Marksträngen, R Rindensubstanz mit Sekundärknötchen (Kz), Si Randsinus, T Trabekel.

Man unterscheidet bei den Lymphknoten der meisten Säugetiere und beim Menschen eine Rinden- und eine Marksubstanz. In ersterer ist das lymphatische Gewebe mit Sekundärknötchen in Gestalt von kleineren oder größeren knotenförmigen Ansammlungen, den Rindenknoten (Abb. 608 und 609, R), eingelagert. Die Marksubstanz läßt das Parenchym in strangartiger Anordnung als untereinander zusammenhängende Markstränge (M), die von den Rindenknoten mit verschiedenem Durchmesser ausgehen, hervortreten.

Zwischen dem Gerüst (Kapsel und Trabekel) einerseits und den Rindenknoten und Marksträngen andererseits liegen als schmalere oder breitere Räume die oben erwähnten Lymphsinus (MS, IS), die von einem die lymphatische Substanz an das Gerüst anheftenden Retikulum durchzogen werden. Die Lymphsinus bilden die Fortsetzung der an verschiedenen Stellen die Kapsel durchbohrenden zuführenden L. (Vasa lymphacea afferentia) (Va). Das Lumen dieser

findet seine Fortsetzung in dem subkapsulär vorhandenen Marginalsinus (*MS*), von dem die zwischen Trabekeln und Rindenknoten gelegenen Intermediärsinus (*IS*) ausgehen. Diese bilden besonders in der Marksubstanz ein stark verzweigtes, sich stromabwärts erweiterndes Netz von Lymphbahnen, aus dem der im Hilus gelegene Terminalsinus (Abb. 608) hervorgeht. Er ist mit den an den Hilus grenzenden Teilen des Marginalsinus verbunden. Aus ihm entspringt ein Plexus von L., aus welchem die abführenden L. (*Vasa lymphacea efferentia*) (*Ve*) entstehen. Ihre Zahl ist kleiner als die der zuführenden L. (s. S. 815), deren Weite dagegen geringer ist. Das ganze Sinussystem ist in der ganzen Zirkumferenz von Endothel ausgekleidet, das aus den *Vasa afferentia* sich fortsetzt. Die Sinus werden demgemäß gegen das bindegewebige Gerüst durch dieses Endothel abgegrenzt, während Rindenknoten wie Markstränge gewissermaßen von einer oberflächlichen Endothellage überzogen werden. Mit ihr stehen die Retikulumzellen des Parenchyms in kontinuierlicher Verbindung.

Eine Reihe von Autoren [Alfejew (3), Orsós (151) u. a.] hält das Endothel im Sinussystem für eine Schicht plattgedrückter Retikulumzellen, in denen reichlich Fibrillen (auch solche elastischer Natur) eingebettet sind.

Lymphkapillaren, die in das Sinussystem münden, kommen im lymphatischen Gewebe der Rinde wie des Markes nicht vor [Hellman (93)]. Das lymphatische Gewebe wird im Lymphknoten ähnlich wie bei den übrigen lymphatischen Organen des Körpers (Einzellymphknötchen, Lymphknötchenplatten, Schleimhautbälge, Mandeln), also von L., die aber hier eine sinuöse Umwandlung erfahren haben, umflossen.

Die Arterien (Abb. 608, *A*) treten meist am Hilus, falls ein solcher da ist, ein. Die größeren Arterien verlaufen in den Trabekeln, die kleineren Zweige dringen in die Markstränge ein, verlaufen in ihnen m. o. w. zentral und geben überall größere und kleinere Äste ab. Sie treten alsdann bei immer feiner werdender Verzweigung in die Rindenknoten ein und lösen sich hier in reiche Kapillarnetze auf, die bei Ausbildung von Sekundärknötchen von diesen zurückgedrängt werden und sie alsdann kranzartig umgeben. Aus diesen verdichteten Kapillarnetzen ziehen dann Gefäßschlingen in das Innere der Keimzentren. Die aus dem Kapillargebiet sich sammelnden Venen (*V*) verlaufen im Marke nicht in den gleichen Marksträngen wie die Arterien [Heudorfer (96)]. Sie verlassen den Lymphknoten im Hilus.

Die Blutgefäße besitzen stellenweise sehr hohe Endothelzellen [Schulze (174), Hett (95)].

Die Nerven sind wohl meist nur für die Gefäße bestimmt. Sie finden sich i. d. R. entlang der Gefäße.

Die Rindenknoten werden oft mit den Solitärknötchen (Einzellymphknötchen) verglichen, ja sogar als gleichartige Bildungen aufgefaßt. Hellman (93) betont, daß diese Auffassung irrig ist. Es entsteht zunächst bei der Entwicklung der Lymphknoten eine einheitliche, kompakte lymphatische Gewebsmasse, die durch einwachsende L. aufgeteilt wird, so daß in der Rinde kugelige oder knotige, in der Marksubstanz strangförmige Gebilde entstehen. Es ist also nicht richtig, den Rindenknoten mit seinem eingelagerten Keimzentrum (Sekundärknötchen) als die Einheit des lymphatischen Gewebes der Lymphknoten anzusehen, wenn sie auch baulich sehr an die Einzellymphknötchen und die Lymphknötchen der Platten erinnern. Der Lymphknoten kommt jedenfalls nicht wie die aggregierten Follikel durch Verschmelzung von Solitärknötchen zustande.

Bei schwächerer Ausbildung des Sinussystems macht die Rindensubstanz stellenweise mehr den Eindruck einer umfangreichen, gleichmäßigen lymphatischen Gewebsmasse, in der die Sekundärknötchen verteilt liegen.

Die Gestalt der Rindenknoten ist bei den einzelnen Tieren und den verschiedenen Lymphknoten wechselnd (kugelig, eiförmig, walzenförmig usw.). Sehr unregelmäßige Formen trifft man beim Menschen an. Die Form der Rindenknoten hängt wesentlich von der Art des Endausbreitungsgebietes der Arterien ab.

Die in den Rindenknoten meist exzentrisch gelagerten Sekundärknötchen haben kugelige oder eiförmige Form, verschiedene Größe und sind bei kleinerem Umfange des Rindenknotts in der Einzahl, bei größeren auch zu mehreren anzutreffen. In manchen Lymphknoten ist ihre Zahl auffallend gering. In der Peripherie der Sekundärknötchen sind die Fibrillen im Retikulum gut ausgebildet und bilden mit den spaltförmig zusammengedrückten Maschen eine kapselähnliche, oft dichte Hülle um die Sekundärknötchen [Orsós (151)].

Periphere Lagerung der Sekundärknötchen in den Rindenknoten kann die Oberfläche des letzteren nach dem Marginal- bzw. Intermediärsinus zu vorbuchten und dadurch eine unebene Oberfläche bewirken.

Die Markstränge werden von Aschoff (6) zu dem lymphoiden Gewebe gerechnet. Hellman (93) wie Nordmann (146) lehnen diese Auffassung ab und sehen in den Marksträngen echtes lymphatisches Gewebe (s. S. 790). Da in den Marksträngen des Menschen auch Keimzentren vorkommen [Heudorfer (96), Jolly (112), Nordmann (146) u. a.] und auch bei Tieren von uns gefunden worden sind, muß man wohl mehr der Ansicht Hellmans zuweichen. Die Anordnung der bei den einzelnen Tierarten und den einzelnen Lymphknoten verschieden dicken Markstränge richtet sich nach der Gestalt der Gefäßbäumchen [Heudorfer (96)], die gewissermaßen das Gerippe der Markstränge bilden, während um die Endverzweigung der Blutgefäße die Rindensubstanz sich anordnet. Die Marksubstanz, die das zellige Füllmaterial [Heudorfer (96)] zwischen den Sinus darstellt, zeigt nicht bei allen Lymphknoten die gleiche Ausbildung. Vielmehr bestehen hier wesentliche Verschiedenheiten. Beim Menschen haben die im Körper zentraler gelagerten Lymphknoten, wie z. B. die des Mesenteriums, nach Köpsch (121) eine ausgeprägtere Marksubstanz als peripher liegende (z. B. Achsellymphknoten). Für diejenigen Säugetiere, die einen den menschlichen Lymphknoten ähnlichen Bau ihrer Lymphknoten aufweisen, liegen die Verhältnisse ähnlich.

Das lymphatische Gewebe der Lymphknoten setzt sich aus einem Retikulum und den in dessen verschieden gestalteten Maschen liegenden Zellen zusammen. In der Marksubstanz scheint bei Mensch wie bei Tier das Retikulum stärker und enghmaschiger als in der Rinde zu sein.

Die Retikulumzellen sind mesenchymatösen Ursprungs und stellen sternförmige, miteinander durch ihre Ausläufer in Verbindung stehende Zellelemente dar, die aus dem synzytialen Zusammenhänge sich zu lösen und alsdann zu wandern vermögen. Ihre Kerne besitzen einen größeren Durchmesser und geringere Tingierbarkeit als die der Lymphozyten, so daß sie dadurch von den das Retikulum meist verdeckenden Lymphzellen unterschieden werden können. Den Retikulumzellen kommt die Fähigkeit der Phagozytose und Speicherung in hohem Maße zu. Diese Eigenschaften finden sich auch in besonders hohem Grade bei den Retikulum- bzw. Endothelzellen, die das Sinussystem durchsetzen bzw. auskleiden. Diese Zellelemente, die sich aus dem Zusammenhänge lösen, wandern oder wieder selbsthaft werden können, hat man samt den ähnlich eingestellten Endothelzellen der Milzpulpasinus, der Leberkapillaren (Kupffersche Sternzellen) und des Knochenmarkes sowie den Retikulumzellen der Milzpulpa und des übrigen lymphatischen Gewebes zu einem funktionellen System, dem **retikulendotheliales System** im engeren Sinne, zusammengefaßt [Aschoff (4, 5, 6)]. Diesem Apparate werden vielseitige physiologische Funktionen zugeschrieben (z. B. Beteiligung am Blutabbau, Beziehungen zum Eisen- und Fettstoffwechsel, Abwehr von Schädlichkeiten usw.). Seine Tätigkeit vermag das strukturelle Bild der Lymphknoten, besonders auch bei pathologischen Prozessen, mannigfaltig und stark zu beeinflussen. Die Frage, ob sich aus den Retikulumzellen auch Lymphozyten bilden können, ist noch nicht entschieden. Man neigt größtenteils zurzeit einer solchen Ansicht nicht zu (Heiberg u. a.). In dem ursprünglich plasmatischen Retikulumnetz bilden sich in vielen Zellen Fibrillen aus, die durch die Zell-anastomosen von Zelle zu Zelle ziehen können und intrazelluläre Lage beibehalten. Histochemisch sind die Fibrillen von den kollagenen und elastischen Fasern verschieden. Neuerdings nimmt Orsós (151) an, daß die Retikulumzellen teils kollagene, teils elastische Fibrillen ausbilden. Die elastischen Netze sind nach Orsós (151) im lymphatischen Gewebe topisch als auch individuell verschieden ausgeprägt. Besonders reich an elastischer Substanz ist das Parenchym der in der Bauchhöhle gelegenen Lymphknoten des Menschen. Die Retikulumzellen vor allem der Marksubstanz enthalten besonders bei Tieren (Pferd) Pigmentkörnchen, die von der Haut nach den Lymphknoten verschleppt werden.

Mit den Sinusendothelzellen stehen die Retikulumzellen in kontinuierlicher Verbindung. Aus dem Verbinde des Sinusretikulum, das in besonders hohem Maße phagozytäre wie speichernde Arbeit leisten kann, sollen sich besonders leicht Zellen als Makrophagen lösen. In den Maschen des Sinusretikulum, die gewöhnlich im Intermediärsinus enger sind, liegen vornehmlich Lymphozyten neben vom Retikulum stammenden Makrophagen, Leukozyten, Erythrozyten. Letztere werden schnell phagozytiert und bilden beim Zerfall Pigment [Jolly (112)].

Die in den Maschen des Retikulum liegenden Zellen sind verschiedener Art. Die Lymphozyten sind am zahlreichsten vorhanden; sie gleichen strukturell denen an anderen Körperstellen. Neben den Lymphozyten sind die größeren Lymphblasten zu nennen, aus denen die ersteren entstehen sollen. Außerdem finden sich im lymphatischen Gewebe in wechselnden Mengen Makrophagen, die aus dem Endothel des Sinussystems oder aus dem Retikulum losgelöste Zellelemente darstellen. Außer den genannten Zellen treten in wesentlich geringerer Menge Leukozyten auf; die azidophilen herrschen vor. Auch Plasmazellen, Erythrozyten, phagozytierten roten Blutkörperchen und anderen Zelltrümmern begegnet man. Erythrozyten können nicht selten aber auch im Sinus so massenhaft auftreten (z. B. Mensch, Pferd, Schwein), daß sie den Lymphknoten partiell oder total rot färben. Solche blutführenden Lymphknoten sind nicht mit den Blutlymphknoten oder besser splenoiden Knoten [s. Keller (116)] zu ver-

wechseln. Sie sind echte Lymphknoten, die außerhalb der Blutbahn vorübergehend Blutbestandteile aus zufälligen Gründen enthalten und deshalb in mannigfaltigster In- und Extensität Rotfärbungen zeigen. Bei gewissen Tierarten (Ziege, Ratte) und in gewissen Lymphknoten (z. B. im Nierenhilus) ist die Rotfärbung so gut wie konstant. Umformung von Lymphozyten der Markstränge in Erythrozyten nehmen Jordan und Looper (113) an.

Hyaline Körperchen, über deren Herkunft keine Einigkeit herrscht [Sternberg (187)], zystenartige Gebilde mit epithelialer Auskleidung, die als zur Wucherung gekommene, versprengte Keime gedeutet werden und besonders oft beim Menschen in gewissen Lymphknoten (Hals-, periuterine, Mesenteriallymphknoten) festgestellt wurden, sowie Kohlepartikelchen finden sich in Lymphknoten eingelagert.

In neuester Zeit weist Nordmann (146) darauf hin, daß nicht nur die von Orsós festgestellten Unterschiede im Aufbau des Gerüsts der Lymphknoten bestehen, sondern daß auch die übrigen Bestandteile derselben so beschaffen sind, daß zufolge der Eigentümlichkeit des histologischen Bildes die Lymphknoten der Menschen in verschiedene Gruppen sich einteilen lassen.

Die Lymphknoten haben je nach ihrem Sitz besondere strukturelle Merkmale. Sie haben nicht gerade verschiedene Aufgaben, aber doch verschiedene Stoffe zu verarbeiten, so daß die gewebliche Zusammensetzung und der Bau je nach der Leistung sich verschieden gestalten. Folgende Typen, bei denen Ausnahmen und Kombinationen vorkommen, werden beim Menschen unterschieden.

1. Gekröse- und Aortenlymphknoten, die die Lymphsinus hervortreten lassen und durch eine starke Ausbildung der Sinusendothelien charakterisiert sind. Diese Eigenschaften sind abhängig von der starken Zufuhr speicherfähiger Stoffe durch den Lymphstrom, welcher ihrerseits zu dem lebhaften Stoffwechsel der benachbarten Organe in Beziehung steht. Die Knoten zeigen stark resorptive Tätigkeit und Speicherung in den Retikulum- und Endothelzellen der Sinus. Auch die Portallymphknoten gehören hierher [Fahr (60), Gossmann (69)]. Lymphknoten an Stoffwechselzentralpunkten zeigen demnach dauernd Umwandlung des Baues und Inhalte, die besonders durch lebhaft Veränderungen des Retikulendothels der Lymphsinus sich auswirken.

Die Aortenlymphknoten lassen eine besondere Gliederung in Rinde und Mark nicht erkennen. Sekundärknötchen sind spärlich vorhanden. In den Sinus trifft man regelmäßig Erythrozyten.

In den Mesenteriallymphknoten sind die Marksinus weiter und von zahlreicheren Endothelzellen ausgekleidet als das übrige Sinussystem. Sekundärknötchen sind reichlich in der Rinde vorhanden. Die Markstränge sind schmal; ihr Retikulum ist meist mit feinsten Fetttröpfchen beladen, die sich auch im Retikulum und Endothel der Marksinus finden. Das gesamte Sinussystem kann mit fettreicher Flüssigkeit erfüllt sein. Die stärkere Ausbildung der Sekundärknötchen gegenüber den Aortenlymphknoten beruht darauf, daß sie reichlich körperfremde Verdauungsderivate, jene dagegen leichter zu beseitigendes körpereigenes Zellmaterial zu verarbeiten haben.

2. Periphere Lymphknoten (Achsel-, Leistenlymphknoten), in denen die Speicherung im Retikulum des lymphatischen Gewebes erfolgt, ohne daß die Sinus merkbar beteiligt sind. Dieser Typ besitzt schwachaufsaugende Tätigkeit, was sicher aus der Lokalisation der Knoten hervorgeht. Hier findet sich ein enges Sinussystem mit zartem Retikuloendothel und eine ausgeprägtere Marksubstanz, in der hauptsächlich die resorptiven Leistungen sich abspielen.

Die Wege, die der Lymphstrom in den verschiedenen Lymphknoten einschlägt, sind nach Nordmann (146) aus dem histologischen Bilde zu erkennen.

Vergleichend Anatomisches. Die Lymphknoten der Säugetiere sind, wie S. 811 beschrieben, hinsichtlich ihrer Gestalt, Größe, Zahl und Lagerung erheblichen Schwankungen unterworfen. Aber auch betreffs des histologischen Baues bestehen Unterschiede.

Histologisch bestehen nicht nur Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Lymphknoten im gleichen Organismus, sondern auch zwischen denen verschiedener Tierarten. Es sei in letzter Beziehung nur an die Lymphknoten des Schweines und Elefanten erinnert, die anders im Aufbau sich verhalten wie z. B. die des Rindes oder des Menschen.

Über die Einzelheiten der Struktur bei den verschiedenen Tierarten liegen speziell auf die Unterschiede der Lymphknoten gerichtete mikroskopische Untersuchungen fast nur bei Mensch, Haustieren und Nagern vor. So ist nach Richter (163) das Gerüst beim Rinde wesentlich stärker als bei den anderen Haustieren ausgebildet und besonders reich an Muskulatur und elastischem Gewebe. Das soll besonders an den peripheren Lymphknoten hervortreten [Heudorfer (96), Jolly (112)]. Beim Menschen ist ähnlich wie beim Hunde das Stützgewebe nur mäßig entwickelt. Auch wird bei manchen Tieren, z. B. beim

Pferd, angegeben, daß die Rinde wesentlich ärmer an interparenchymatöser Substanz ist als das Mark. Die Lymphknoten der Nager besitzen ein wenig entwickeltes Stützgerüst, die des Meerschweinchens sollen Trabekel überhaupt nicht enthalten [Bunting (38)]. Dieser Autor sagt ganz allgemein, daß zwei Systeme von Trabekeln in den Lymphknoten der Tiere vorkommen können, und zwar nimmt das eine von der Kapsel, das andere vom Hilus seinen Ursprung. Sie können aber auch fehlen. Sind sie vorhanden, so treten sie miteinander in Verbindung. Es tritt aber auch oft eine Vereinigung beider Systeme nicht ein. Die Endabschnitte der Trabekel verbinden sich dann mit ihren fibrillären Ausläufern mit dem retikulierten Gewebe.

Hinsichtlich des Mengenverhältnisses zwischen Rinden- und Marksubstanz lassen Gesetzmäßigkeiten sich nicht aufstellen, zumal ja auch die verschiedenen physiologischen Verhältnisse ihre Ausbildung beeinflussen. Entweder können beide Lymphknotenabschnitte



[Abb. 610. Durchschnitt durch einen Halslymphknoten des Schweines. H Hilus, K Kapsel, R das der Rindensubstanz, M das der Marksubstanz der Lymphknoten anderer Tiere entsprechende Gewebe, T Trabekel.

gleich gut entwickelt sein oder der eine übertrifft den anderen an Volumen. Zuweilen glaubt man fast nur Rinden- oder Marksubstanz vor sich zu haben, ja Bunting (38) wie Downey und Weidenreich (51) vermochten bei manchen Tierarten gar nicht zu sagen, ob das Parenchym als Rinden- oder Marksubstanz anzusprechen war. Die verschiedenen angeführten Verhältnisse können beim gleichen Tiere nach Baum, z. B. bei den Pferdelymphknoten, auftreten. Besondere Erwähnung verdienen die Lymphknoten des Schweines [Trautmann (193), Goldkuhl (68)].

Beim Schwein (Abb. 610) liegt das der Rindensubstanz der Lymphknoten anderer Tiere entsprechende lymphatische Gewebe, das allein Sekundärknötchen enthält, in den zentralen Abschnitten des Lymphknotens, während die Randzonen desselben von einem Gewebe erfüllt werden, das trotz etwas anderer Struktur mit dem der Markstränge der Lymphknoten anderer Tiere verglichen wird. Die Vasa afferentia dringen durch die Kapsel an einer, selten mehreren Stellen ein, ziehen zunächst durch stärkere Trabekel und deren Verzweigungen in das Innere des Lymphknotens und münden in die die Trabekel umhüllenden engen Sinusräume. Die Vasa efferentia entwickeln sich aus Bahnen, die das peripher liegende Gewebe durchziehen und an den verschiedenen Stellen der Oberfläche des Lymphknotens austreten. Die der Rinde anderer Lymphknoten entsprechende Substanz (lymphatisches Gewebe) liegt beim Schwein stets den Vasa afferentia, das mit dem Mark zu vergleichende Gewebe (lymphoides Gewebe) immer den Vasa efferentia zunächst [Goldkuhl (68)]. Die Lymphknoten des Elefanten ähneln in mancher Hinsicht denen des Schweines [Segerstad (181)].

Das Retikulum des lymphatischen Gewebes sowie sein Fasergehalt sind bald stärker (Wiederkäuer, Schwein), bald zarter ausgeprägt (Kaninchen, Meerschweinchen).

Bei der Ratte findet Job (103) zwei Arten von Lymphknoten, die auch anderen Tierarten zukommen sollen. Bei der einen Art liegt die Rinde so um das Mark, daß letzteres von ersterem mit Ausnahme in der Gegend des Hilus umschlossen wird. Der andere Typus zeigt Rinde und Mark einander gegenüber an den Enden des Knotens. Die Befunde Jobs (103) wurden an anderen Tieren von Jordan und Looper (113) bestätigt. Wenn man die Verhältnisse beim Schweine in Berücksichtigung zieht, müßte zu den genannten zwei Typen noch ein dritter hinzukommen.

Die Lymphsinus, in denen das Retikulum meist bei Tier und Mensch vorhanden ist, aber auch zuweilen fehlen kann (Abb. 608, OB) [Pferd, Rind, Hund, Katze, Kaninchen — Richter (165), Hendorfer (96)], sind bald breiter (Mensch, Hund, Rind), bald enger (Schwein). Mitunter läßt sich z. B. beim Pferde und Kaninchen im Lymphknoten ein besonderes Lymphkavernensystem beobachten [Richter (165)].

Altersveränderungen im histologischen Bau der Lymphknoten. Wie S. 815 beschrieben, erleiden die Lymphknoten des Menschen und der Tiere mit zunehmendem Alter mannigfache Veränderungen. Von diesen Veränderungen ist auch der histologische Bau der Lymphknoten betroffen. Beim Menschen beginnt die Altersinvolution nach der Zeit der Pubertät. Ob bei den Tieren die Involution wie beim Menschen kurz nach der Pubertät einsetzt, darüber waren bisher Sicherheiten nicht zu erlangen. Wir möchten aber nach unseren sehr zahlreichen Präparaten aus den verschiedensten Lebensaltern schließen, daß auch beim Tiere im allgemeinen ähnliche Verhältnisse wie beim Menschen obwalten, wenn auch bei einzelnen Lymphknoten Ausnahmen auftreten. Zu ähnlichen Resultaten gelangte Hellman (93) am Kaninchen durch sehr exakte, alle Möglichkeiten berücksichtigende Untersuchungen. Er stellte dabei außerdem fest, daß das gesamte lymphatische Gewebe des Körpers viel schneller wächst als andere Körperteile (Skelett, Muskulatur, Nieren und Milz), daß es aber auch viel schneller zurückgebildet wird, als die Altersatrophie ihren Einfluß auf die genannten Gewebe und Organe ausübt. Bei älteren Tieren war das lymphatische Gewebe einschließlich der Lymphknoten um etwa 50% im Gewichte reduziert.

Die Involution macht sich an Rinden- und Marksubstanz geltend. Nach Richter (165) tritt zunächst eine Verschmälerung der ersteren ein, alsdann ergreift der Reduktionsprozeß auch die Marksubstanz. Die Lymphozyten verringern sich. Die Sekundärknötchen nehmen nach einer maximalen Ausbildung an Zahl, Größe und auch zuweilen an Deutlichkeit mit zunehmendem Alter bei Mensch und Tier ab [Bartel und Stein (12), Hellman (93) und Hille (97)]. Während in jugendlichen Lymphknoten die Rindensubstanz (das lymphatische Gewebe) meist stärker entwickelt ist als die Marksubstanz (das lymphoide Gewebe), ist im Alter das umgekehrte Verhältnis oft zu beobachten. Die Fasern des retikulären Gewebes, die sich sogar in kollagene Bindegewebsfibrillen umwandeln können, treten stärker hervor, seine Zellen atrophieren teilweise und nehmen an Zahl ab. Weiter tritt eine Verfettung der Lymphknoten ein, die vom Hilus ausgeht und i. d. R. von einer Bindegewebszunahme begleitet ist. Daneben läuft eine üppige Zunahme des elastischen Gewebes, das bei jugendlichen Individuen nur geringgradig ausgebildet ist [Rössle und Yoshida (166 a), Orsós (151), Engelman (58) u. a.].

Die Verfettung bei senil-atrophischen Lymphknoten kann so stark sein, daß der ganze Knoten von Fettgewebe erfüllt ist, oder daß neben Fettgewebe noch Reste von Parenchym, und zwar i. d. R. Gewebsreste der Rindensubstanz sich vorfinden. Sehr häufig sind bei älteren Pferden im Netz entlang der großen Kurvatur des Magens vollständig zu Fett umgewandelte Lymphknoten, die ihre frühere Gestalt beibehalten, aber ihre Farbe entsprechend verändert haben, zu erkennen. Auch verschiedene Entwicklungsstufen dieses Verfettungsprozesses sind gerade in dieser Gegend beim Pferde wahrzunehmen. Es scheinen nicht alle Lymphknoten gleichmäßig dem Verfettungsprozeß zu verfallen, vielmehr erweisen sich manche (z. B. die Mesenteriallymphknoten) besonders widerstandsfähig.

Zu unterscheiden von der Altersverfettung ist die Einlagerung von verschiedenen Mengen von Fettzellen in das Parenchym der Lymphknoten fetter Individuen. Gut gemästete Schweine lassen bereits in frühesten Lebensabschnitten oft Verfettung erkennen, die hier zuerst in der lymphoiden Substanz entsteht und dann im lymphatischen Gewebe fortschreitet [Trautmann (193)]. Zuweilen können derartig verfettete Knoten mit unbewaffnetem Auge nicht mehr von dem umgebenden Fettgewebe abgegrenzt werden. Es scheint, daß bei Abmagerung des Tieres auch die Menge der Fettzellen zurückgeht, so daß sogar vielleicht der ursprüngliche Zustand sich wieder herstellt. Auch beim Menschen sind derartige Verhältnisse beobachtet worden [Sternberg (187)], wo besonders bei hohem Fettgehalt des Mesenteriums die hier befindlichen Lymphknoten in Fettgewebe umgewandelt sind. Die Ansichten, die über die Wechselbeziehungen zwischen Lymphknoten und umgebendem Fettgewebe bestehen, sind noch geteilt. Es wird eine regelmäßige Umwandlung von Lymphknoten in Fettgewebe und umgekehrt behauptet [Reddingius (161)], eine Ansicht, die auch bestritten ist [Chiari (44)]. Sicher kommt den Lymphknoten eine Bedeutung im Fettstoffwechsel zu. Sie sind wohl Assimilationsorgane für das Nahrungs- und Gewebefett. Besonders auffällig sind die Veränderungen der Mesenteriallymphknoten nach der Resorption fettreicher Nahrung [Stheeman (188)]. Man findet in solchen Fällen Fettsubstanzen entweder frei im Sinus oder in Zellen des Retikulums bzw. Parenchyms eingeschlossen [Nordmann (146)].

Man ist weiter der Ansicht, daß auch das Sinusssystem im Lymphknoten mit höherem Alter eine Veränderung erfährt. Beim Menschen ist festgestellt worden, daß eine Verringerung des Durchmessers des Sinusystems nach dem Kindesalter erfolgt. Das Retikulum soll im Sinus beim Erwachsenen reicher und dichter ausgeprägt sein [Most (142) und Bartels (10)].

Eine akzidentelle Involution besonders der Mesenteriallymphknoten ist beim Hunger und marantischen Zuständen von Jolly (112) beobachtet worden, wobei die Alterationen denen bei der Altersinvolution auftretenden im allgemeinen gleichen [West (202)]. Bei hungernden Katzen und Meerschweinchen fand Firleiwitsch (61) eine Verkleinerung der Gekröse- und Halslymphknoten bis zur Hälfte des Volumens, das bei den gleichen Organen gefütterter Tiere vorhanden war. Auch Röntgenstrahlen üben einen Einfluß auf die Lymphknoten aus [Heineke und Perthes (83)]. Insbesondere sollen die Lymphozyten geschädigt, die Retikuloendothelien aber zur Wucherung angeregt werden [Soper (185)]. Auch während der Laktation soll eine Reduktion gewisser Lymphknoten eintreten. Nach Behebung der die Lymphknoten schädigenden Ursachen kehrt der normale Strukturzustand zurück.

**Form der Lymphknoten.** Die Form der Lymphknoten ist im allgemeinen eine rundlich-ovale und etwas abgeplattete; es kommen aber viele Abweichungen vor, so daß die unregelmäßigsten Formen (hufeisenförmige oder hantelförmige, Knoten mit ringförmigen Einschnürungen oder lokalen Verdickungen, Knospen, Lappen usw.) gefunden werden. Man trifft auch ganz abgeplattete, geradezu bandförmige Lymphknoten; das letztere ist z. B. bei Lymphknoten des Lc. portarum, Lc. omentale, Lc. lienale des Pferdes, beim Lc. portarum des Hundes beobachtet worden und hier wieder stärker hervortretend bei alten als bei jungen Tieren. Die Knoten können so stark abgeplattet, dünnbandförmig sein, daß man sie zunächst gar nicht für Lymphknoten hält. Oft, und dies besonders bei Neugeborenen, sind die Knoten an einigen Stellen eingekerbt, so daß man mitunter den Eindruck einer unvollkommenen Teilung oder eines Zusammenschlusses zweier Knoten erhält. Die unregelmäßigsten Formen dürften wahrscheinlich dadurch entstehen, daß es postembryonal zur Verschmelzung einzelner oder aller Lymphknoten einer Gruppe kommen kann; das ist z. B. besonders beim Schwein und Elefanten zu beobachten [Baum, Trautmann (193)]. Ob die unregelmäßig geformten Lymphknoten als zusammengewachsene [Teichmann (189)] oder als Lymphknoten mit Ausknospungen zur Bildung neuer Lymphknoten [Hammerschlag (74)] oder im Laufe der Entwicklung völlig getrennte Lymphknoten [Kling (119)] zu deuten sind, ist noch strittig.

Die Mehrzahl der Lymphknoten besitzt einen Hilus, d. h. eine vertiefte Stelle oder Einkerbung, an der Blutgefäße ein- und austreten und Vasa efferentia hervortreten; ein solcher Hilus wird bei einer großen Anzahl von Lymphknoten

beobachtet [Richter (165)], z. B. in ungefähr 60% bei Pferd, Rind, Hund; bei den Lymphknoten des Schweines ist nur manchmal ein Hilus angedeutet. Bei vielen anderen Lymphknoten ist ein Hilus nicht zu erkennen; das gilt besonders für die unregelmäßig geformten, stark abgeplatteten Lymphknoten (s. oben), bei denen leicht Einkerbungen für einen Hilus gehalten werden. Bei langgestreckten Lymphknoten ist der Hilus eine Längsrinne.

Der Hilus ist jedoch nicht die ausschließliche Pforte für alle Gefäße; denn ebensooft treten auch Blut- wie Lymphgefäße an anderen Teilen der Peripherie in die Drüse ein. Auch die abführenden Lymphbahnen können an beliebigen Stellen die Drüse verlassen, doch erfolgt der venöse Abfluß nach den Autoren stets nur am Hilus.

**Größe der Lymphknoten.** Die Größe der Lymphknoten schwankt außerordentlich nach der Tierart; manche Tierarten (z. B. das Pferd) haben durchgehends verhältnismäßig kleine, andere Tierarten (z. B. das Rind) verhältnismäßig große Lymphknoten, wenn auch bei der einzelnen Tierart die Größe innerhalb gewisser Grenzen schwankt. Auf die Größe der Lymphknoten beim einzelnen Individuum ist weiterhin das Lebensalter desselben von gewissem Einfluß. Bei jungen Tieren sind die Lymphknoten größer als bei alten (Näheres darüber s. Altersveränderungen S. 815). Auch Rasse und Geschlecht können von Einfluß auf die Größe sein. Boda (35) fand z. B. bei Schafen der Merino-précose- und Karakülrasse kleinere abdominale Lymphknoten als bei der Rackarasse. Die abdominalen Lymphknoten sind bei Widmern größer als bei Hammeln oder weiblichen Schafen, bei letzteren wieder größer als bei Hammeln. Jänicke (102) fand, daß die männlichen Tiere schwerere Lymphknoten haben als die weiblichen. Hellman (85) hingegen konnte beim Kaninchen keinen Unterschied feststellen. Die Größenveränderungen der Lymphknoten unter verschiedenen Ernährungsverhältnissen (z. B. Hunger), verschiedenen Funktionszuständen (Laktation, Gravidität) und bei pathologischen Prozessen ihrer tributären Gebiete sind noch strittig bzw. zufällige funktionelle Anpassungserscheinungen [Hellman (93)].

Nach Jänicke (102) sind die Lymphknoten bei fetten Tieren leichter als bei mageren.

Für mittelalte Individuen dürfte die absolute Größe der Lymphknoten betragen: Beim Menschen 0,02—3,0 cm, beim Pferde 0,2—7 cm, beim Rinde 0,3—120 cm, beim Schweine und beim Hunde 0,2—8 cm. Die Zahlen beweisen auch, daß außerordentlich große Lymphknoten (beim Rinde bis über 1 Meter lange) vorkommen können.

**Gewicht der Lymphknoten.** Sowohl das absolute wie das relative Gewicht der Lymphknoten sind abhängig:

1. Von der Tierart. Bei Tieren mit zahlreichen kleinen Lymphknoten wird natürlich auch das absolute und relative Gewicht der einzelnen Lymphknoten im Durchschnitt kleiner sein als bei Tieren mit wenigen, aber großen Lymphknoten (s. Größe und Zahl der Lymphknoten S. 812, 814).

2. Vom Lebensalter der Tiere. Junge Tiere besitzen verhältnismäßig schwerere Lymphknoten als mittelalte und mittelalte schwerere als alte Tiere. Es kommen aber sowohl bei den einzelnen Lymphknotengruppen, als auch bei der Gesamtheit der Lymphknoten zwischen den verschiedenen Lebensaltern individuelle Schwankungen in ziemlich weiten Grenzen vor [s. Boda (35), Merzdorf (138)].

Z. B. entfielen bei den konstant vorkommenden Lymphknoten des Körpers mit Ausnahme der Lymphknoten in der Brust- und Bauchhöhle auf 1 Pfund ( $\frac{1}{3}$  kg) Körpergewicht beim neugeborenen (10 Stunden alten) Hunde 1,75 g Lymphknoten, beim 9 Tage alten Hunde 1,82 g, beim 6 Wochen alten 1,14 g, beim  $3\frac{1}{2}$  Jahre alten 1,18 g, beim 8 Jahre alten 0,72 g, beim 11 Jahre alten 0,98 g, beim 12 Jahre alten 0,56 g (s. im übrigen Größe der Lymphknoten).

3. Von Rasse und Geschlecht, die von Einfluß sein können.

So ist nach Boda (35) das relative Gewicht der abdominalen Lymphknoten der Rackarasse im allgemeinen größer als bei Merino-précose- und Karakülschafen. Die abdominalen Lymphknoten der Widder sind relativ schwerer als die der Hammel; bei weiblichen Schafen sind sie wieder schwerer als bei Hammeln.

Nach Jänicke (102) haben männliche Tiere schwerere Lymphknoten als weibliche. Buschmakin (40) findet beim Menschen keine Verschiedenheiten der Lymphknoten bei beiden Geschlechtern. Hellman (85) hat beim Kaninchen auch keine Unterschiede gefunden.

4. Vom Ernährungszustand; je weniger Fettentwicklung, desto schwerer (relativ) sind die Lymphknoten und umgekehrt [Jänicke (102)].

5. Ein charakteristischer Unterschied im Gewicht der Lymphknoten eines Tieres zwischen linker und rechter Körperhälfte besteht bei den Tieren und auch beim Menschen [nach Buschmakin (40)] nicht, und zwar weder für die Gesamtheit der Lymphknoten noch für einzelne Gruppen einer Hälfte, wenn auch selten die Lymphknoten beider Körperhälften gleich schwer sind.

Das absolut größte Gewicht haben von allen Lymphknoten der einzelnen Tierart die Mesenterial-Lymphknoten.

Das Gewicht der gesamten Mesenterial-Lymphknoten fand Hellman (85) beim Kaninchen 3—4mal so groß als das aller übrigen Lymphknoten des Körpers zusammengenommen. Ähnliche Verhältnisse sollen bei vielen Carnivoren, Nagern, Maulwurf, Seehund, Delphin u. a. obwalten.

**Farbe der Lymphknoten.** Die Grundfarbe der Lymphknoten ist grau, graurötlich, grauschwärzlich oder graubräunlich, eine Farbe, die i. d. R. gleichmäßig am ganzen Knoten erkennbar ist. Ausnahmsweise kann der Knoten aber auch fleckig sein, indem dunklere und hellere Stellen abwechseln. Sehr viele Lymphknoten zeigen aber Abweichungen in der Farbe, und zwar in dreierlei Richtung. Die Farbe kann sein: 1. eine grauschwarze, 2. eine rote und 3. eine gelblichweiße, der Farbe des Fettes ähnliche.

ad 1. Die grauschwarze Farbe ist offenbar bedingt durch Ablagerungen von Pigment oder Schmutz- und Staubpartikelehen, die den Lymphknoten durch die L. zugeführt werden; wir beobachten sie deshalb besonders an den bronchialen Lymphknoten (vor allem beim Pferd) und an den zum Magen und Darmkanal gehörigen Lymphknoten und bei älteren Tieren mehr als bei jüngeren; aber auch unter anderen Lymphknoten wurde grauschwärzliche Lymphknotenfärbung gefunden. Auch die schwärzliche bzw. schwarze Farbe der Lymphknoten kann gleichmäßig oder partiell und ungleichmäßig (fleckig, streifig usw.) hervortreten.

ad 2. Eine Rotfärbung in allen Abstufungen finden wir bei vielen Lymphknoten, ohne daß man sagen kann, daß sie auf bestimmte Tierarten oder auf bestimmte Lymphknotengruppen oder bestimmte Altersgrenzen beschränkt sei. Es lassen sich höchstens folgende, ganz allgemeine Anhaltspunkte geben: Die rote Farbe kann in allen Abschattierungen von rosarot bis karmoisinrot (Himbeerrot) und schwarzrot auftreten, ohne daß die dunkelroten Lymphknoten lymphoide Blutknoten sind; sie braucht sich aber nicht auf den ganzen Lymphknoten zu erstrecken, sondern kann nur einen Teil oder viele Abschnitte des einzelnen Knotens betreffen. Sie braucht auch nicht am ganzen Knoten gleichmäßig zu sein, sondern kann sich fleckig zeigen. Sie kann sogar an ein und denselben Lymphknoten mit gelblichweißer Farbe (s. unten) vergesellschaftet sein, so daß ein Teil des Knotens von roter, ein anderer von gelblichweißer Farbe erscheint; dabei zeigen die einzelnen Knoten einer Gruppe sehr oft ganz verschiedene Farbe.

Wir fanden die Rotfärbung bei allen untersuchten Tierarten (Pferd, Rind, Hund, Katze, Schwein und einem Elefanten), am häufigsten jedoch bei Schwein und Pferd; wir beobachteten sie bei allen Lymphknotengruppen, wenn auch die Lymphknoten der Milz und der Leber besonders bevorzugt sein mögen. Im allgemeinen macht es den Eindruck, als ob man die rote Farbe häufiger und ausgedreiteter bei älteren Tieren findet; bei neugeborenen Tieren wird sie i. d. R. nicht beobachtet, aber schon bei ganz jungen Tieren (z. B. bei wenige Tage alten Hunden) kann partielle oder fleckige (streifige) Rotfärbung bei Lymphknoten vorkommen. Auch das Alter der Tiere hat keinen charakteristischen Einfluß auf die rote Farbe der Lymphknoten, wenn auch im Durchschnitt bei jungen Tieren weniger Lymphknoten mit roter

Farbe gefunden werden als bei alten Tieren. Auch zwischen Fleisch- und Organlymphknoten besteht betreffs der roten Farbe der einzelnen Knoten kein charakteristischer Unterschied, wenn man auch den Eindruck gewinnt, daß die rote Farbe häufiger bei Organlymphknoten (besonders in der Bauchhöhle) als bei Muskellymphknoten anzutreffen ist.

Die Ursache der Rotfärbung der Lymphknoten ist noch nicht restlos aufgeklärt.

Beim Schwein ist sie nach Trautmann (193) durch Blutbestandteile (besonders Erythrozyten, die im Sinussystem und dem nachbarlichen Parenchym eingelagert sind) bedingt. Die Blutkörperchen gelangen nach Trautmann in den Lymphknoten aus Blutextravasaten in dem den Lymphknoten umgebenden Fettgewebe durch die Vasa afferentia des Lymphknotens.

ad 3. Die gelblichweiße Farbe findet man besonders bei alten Tieren unter den Lnn. epiploici, in schwächerem Maße oder in geringerer Zahl auch unter den Lnn. gastrici, ferner unter den Lnn. jejunales, Lnn. mesenterici craniales, Lnn. colici, besonders den im Gekröse gelegenen Knoten usw. Freilich wurden auch bei ausgetragenen Kalbsfeten und bei ganz jungen Hunden Lymphknoten mit sehr heller, fast weißer Farbe gefunden.

Auch die gelblichweiße Farbe kann gleichmäßig oder partiell auftreten; die gelblichweiße Farbe der Lymphknoten ist bedingt durch fettige Umwandlung bzw. Umwandlung des Parenchyms derselben in Fettzellen bzw. in Fettgewebe. Die Fettzellen entstehen aus Retikulumzellen. Die hochgradig fettig degenerierten Knoten machen den Eindruck von mit einer besonderen Kapsel eingehüllten Fettgewebeklumpen von der Gestalt und Form der Lymphknoten, oder sie erscheinen, wenn sie platt sind, so blaß, daß sie kaum zu erkennen sind, besonders nicht als Lymphknoten.

Die Zahl der Lymphknoten wechselt außerordentlich nach der Tierart. Bei der einzelnen Tierart ist sie aber ziemlich konstant, was auch Job (103) für die Ratte betont. Es werden z. B. im Durchschnitt gefunden: Beim erwachsenen Menschen ungefähr 460, beim Pferd ungefähr 8000, beim Rind ungefähr 300, beim Schwein ungefähr 190, beim Hund ungefähr 60 einzelne Lymphknoten. Nach Delamare (47) ist die Zahl der Lymphknoten bei der braunen Ratte, dem Igel, dem Hund, der Antilope, der Robbe und dem Delphin klein (im Verhältnis zum Menschen), die Knoten pflegen dafür aber umfangreich zu sein. Die Schwankungen, die bei den einzelnen Tieren einer Art, selbst bei gleichem Lebensalter, in der Zahl der Lymphknoten vorkommen, belaufen sich schätzungsweise auf 10—20%, nach oben und unten von den angegebenen Durchschnittszahlen.

Nach Hellman (93) hat die große Verschiedenheit in der Zahl der Lymphknoten bei den einzelnen Tierarten ihre Ursachen hauptsächlich darin, daß die auf einer bestimmten Stelle vor sich gehende Aufteilung der lymphatischen Gewebsmasse in verschiedene Lymphknoten schon embryologisch sehr ungleichmäßig stattfindet. Es können sich auf einer Stelle aus derselben lymphatischen Masse ebensogut ein einziger Lymphknoten wie 3 bis 4 solche entwickeln.

Außerdem kommen noch Schwankungen in der Zahl nach dem Lebensalter der Tiere vor. Am größten ist die Zahl der ausgebildeten Lymphknoten bei einzelnen Tieren im jungen und mittleren Lebensalter; im höheren Lebensalter der Tiere tritt eine Rückbildung der Lymphknoten ein, so daß bei alten Tieren die Zahl der Lymphknoten kleiner als bei jüngeren Tieren geworden ist. Der Unterschied wird naturgemäß besonders bei Tierarten mit verhältnismäßig zahlreichen Lymphknoten (z. B. Pferd) hervortreten.

Boda (35) fand die Zahl der Lymphknoten junger Schafe größer als die ganz junger Tiere; bei ganz jungen Schafen sind die Lymphknoten in größerer Zahl vorhanden als bei Tieren im mittleren Alter, bei letzteren wieder in größerer Zahl als bei alten.

Auch die Rasse und das Geschlecht können auf die Zahl der Lymphknoten von Einfluß sein.

Boda (35) fand z. B. die Zahl der abdominalen Lymphknoten der Merino-précoise größer als bei Schafen der Karakulrasse und bei dieser wieder größer als bei der Rackarasse; bei Widdern fand er mehr abdominale Lymphknoten als bei Hammeln und weiblichen Schafen, bei letzteren mehr als bei Hammeln.

Charakteristische Unterschiede im Verhalten (Größe, Gewicht, Zahl) der Lymphknoten zwischen linker und rechter Körperhälfte konnten bei keiner Tierart festgestellt werden; auch bei einzelnen Lymphknotengruppen konnten Unterschiede zugunsten einer Seite nicht nachgewiesen werden (s. im übrigen Gewicht der Lymphknoten S. 812).

Bartels (11) sagt über diesen Punkt beim Menschen: „Auch die Frage, ob die Lymphdrüsen in der linken oder in der rechten Körperhälfte mehr ausgebildet sein können, ist nicht leicht zu beantworten. Zwar finden sich in der obengenannten Statistik die Lymphdrüsen meist rechts, und zwar bei beiden Geschlechtern, häufiger; aber auch hier wieder sind andererseits die Ergebnisse [Gossmann (69)], wenigstens nach meinem Dafürhalten, nicht eindeutig. Ein Grund, weshalb die eine oder die andere Körperhälfte bevorzugt sein sollte, läßt sich wohl eigentlich kaum denken.“

Buschmakin (40) fand keine Asymmetrie der Zahl und Größe der Lymphknoten beider Körperseiten.

Verhalten der Vasa afferentia und Vasa efferentia der Lymphknoten. Im allgemeinen treten die Vasa afferentia unregelmäßig an der ganzen Oberfläche des Knotens in diesen ein und die Vasa efferentia an einer abgegrenzten Stelle (Hilus) aus (ausgenommen Schwein). Nur wenn der Hilus fehlt, ist auch die Austrittsstelle der Vasa efferentia diffus. Die Zahl der Vasa afferentia ist größer als die der Vasa efferentia; im Durchschnitt ungefähr doppelt so groß.

Über die Bewegung der Lymphe im Lymphknoten besteht noch keine volle Übereinstimmung der Autoren [Most (143), Oeller (149), Hellman (93), Nordmann (146)].

Ob das Geschlecht und die Rasse einen charakteristischen Unterschied auf die Lymphknoten ausüben, ist noch nicht sicher bewiesen.

Zahl und Größe der einzelnen Knoten schwanken und anscheinend auch je nach dem Bedürfnis; sie wachsen bei infektiösen und ähnlichen Prozessen und sinken bei atrophischen Zuständen. Nie verschwinden oder entstehen ganze Etappen und Gruppen, sondern nur einzelne Knoten.

Auch das Hungern hat Einfluß auf die Struktur der Lymphknoten [Jolly (112)]. Es tritt eine akzidentelle Involution der Lymphknoten ein, die auch bei marantischen Zuständen sowie nach Röntgenbestrahlung gesehen wurde.

Jolly (111) hat den Einfluß des Hungerns auf die Lymphknoten junger Kaninchen, Hunde und Katzen studiert. Die Resultate sind dann ziemlich auffällig, wenn immer die gleichen Drüsengruppen untereinander verglichen wurden (Hals-, Kniekehlen- und Mesenterialknoten). Die Lymphknoten werden in Mitleidenschaft gezogen, aber doch im geringeren Grade als Milz oder Thymus. Die Mesenterialknoten werden durch Hunger stärker verändert als die peripheren, das drückt sich besonders im Gewicht aus, aber auch in der Struktur treten Veränderungen zutage. Der Flächeninhalt der Schnitte wird geringer, die Sinus sind in der Hauptsache leer, die Marksubstanz ist außerordentlich ramifiziert. Das Retikulum tritt deutlich hervor, wie nach Pinselbehandlung. Die Rindenzone, in der die Regeneration der Lymphozyten vor sich geht, wird weniger und erst später betroffen; trotzdem wird sie schmaler und ihre Follikel nehmen an Umfang ab; deshalb bleiben diese mit ihren Sekundärknötchen lange erhalten. Erst bei stärkstem Fasten verschwinden die Follikel, und es stellen sich die Erscheinungen der Lymphadenitis ein; polynukleäre Leukozyten treten aus den Gefäßen in die Sinus. Das Endresultat ist ausschließlich eine sklerotische Atrophie.

Altersveränderungen der Lymphknoten. Wie bei den Kapiteln Bau (S. 804), Zahl (S. 814), Größe (S. 812), Gewicht (S. 812), Form (S. 811) und Farbe (S. 813) der Lymphknoten schon beschrieben, erleiden Lymphknoten Altersveränderungen, die bei den anderen Organen des Körpers in dieser Weise nicht beobachtet werden. Makroskopisch treten diese Altersveränderungen in der Weise hervor, daß die Lymphknoten jüngerer Tiere verhältnismäßig größer und schwerer als die älterer Tiere sind [Jänicke (102), Merzdorf (138), Ellenberger-Baum (56), Hellman (93)].

Die Lymphknoten wachsen offenbar zunächst schneller als Körper, Skelett, Muskulatur, Nieren, Milz etc., werden aber bei der Involution auch bedeutend schneller reduziert als der Gesamtorganismus [Hellman (93)].

Über die Frage, in welchem Lebensalter der Tiere die Lymphknoten am besten entwickelt sind, gehen die Ergebnisse der einzelnen Untersucher jedoch

noch weit auseinander [Einzelheiten darüber und Literatur s. Hellman (93)]. Hellman ist der Ansicht, daß die meisten Lymphknoten und vielleicht vorzugsweise die tiefer im Körper liegenden beim Menschen, aber auch bei Tieren (von Hellman z. B. untersucht beim Kaninchen) im jungen Alter bei oder kurz nach der Pubertät ihre höchste Entwicklung erreicht haben und daß die Altersinvolution unmittelbar nach dieser Zeit einsetzt.

Nach unseren eigenen Untersuchungen, die auch von Boda (35) bestätigt worden sind, sind die Lymphknoten bei neugeborenen und ganz jungen Tieren absolut (nicht relativ) kleiner als beim Tiere im mittleren Lebensalter, während im höheren Lebensalter die Knoten wieder kleiner werden; das wird besonders bei Tierarten mit im allgemeinen großen Lymphknoten (z. B. Rind) zum Ausdruck kommen. Bei alten Pferden z. B. sind viele Lymphknoten deutlich erkennbar kleiner als die entsprechenden Lymphknoten beim 1—2jährigen Pferd.

Beim 1—2jährigen Pferd sind nach unseren mehrmaligen Feststellungen z. B. die Lymphknoten des kleinen Kolon 5—9 mm, bei 20 und noch mehr Jahre alten Pferden alle unter 5 mm groß, so daß also auch bei alten Pferden die Lymphknoten absolut kleiner sind als bei ganz jungen Tieren. Jedoch werden die Unterschiede nicht für alle Lymphknoten desselben Tieres gelten können. Sie fielen uns besonders auf an den Lymphknoten der Bauchhöhle (s. auch die Angaben über das Gewicht der Lymphknoten auf S. 812).

Auch die Zahl der Lymphknoten ist bei jüngeren Tieren größer als bei alten Tieren (s. darüber S. 814).

Nach Most (143), der die Altersveränderungen der Lymphknoten ausführlich bespricht, können selbst weniger wichtige Lymphknoten und Lymphknotengruppen im Alter vollständig verschwinden.

Nach Most ist offenbar das Bedürfnis des erwachsenen und besonders des alternden Organismus nach absaugenden Gefäßen und seinen Drüsen nicht so groß wie bei den saftreichen und sakkulanten Organen und Schleimhäuten des Kindes.

Selbst die Form und Farbe der Lymphknoten können durch das Alter beeinflusst werden, wenigstens insofern, als bei älteren und alten Tieren ausgesprochene abgeplattete Lymphknoten häufiger auftreten können als bei jungen Tieren; die Lymphknoten nehmen bei alten Tieren oft eine gelbliche, selbst weißgelbliche Farbe an; die letztere dürfte auf fettige Umwandlung zurückzuführen sein (S. 814). Auch die rote Farbe der Lymphknoten (S. 813) scheint bei älteren Tieren häufiger und ausgedehnter beobachtet zu werden als bei Lymphknoten ganz junger Tiere. Nach Edelmann (53) sind die Lymphknoten älterer Tiere weniger saftreich als die jüngerer Tiere.

Die Frage der Neubildung von Lymphknoten im postfetalen Leben ist noch nicht endgültig geklärt, ebensowenig wie sie eventuell entstehen, ob aus lymphoidem Gewebe oder makroskopisch nicht erkennbaren Lymphknoten, ob aus Fettgewebe, ob durch Sprossung und Abschnürung oder Teilung alter Lymphknoten, und aus welchen Gründen (Reizung, Lymphstase usw.). Klinische Erfahrungen haben zu der Annahme geführt, daß Lymphknoten im postfetalen Leben neu entstehen können (z. B. nach Lymphknotenausräumung oder unter pathologischen Verhältnissen). Andererseits haben experimentelle Untersuchungen durch Exstirpation von gesunden, normalen Lymphknoten [besonders durch Vecchi (195) und Baum (24)] ergeben, daß nach Exstirpation normaler Lymphknoten keine Neubildung von Lymphknoten, nicht einmal Regeneration an nur teilweise entfernten Lymphknoten erfolgt. Theoretisch wird man wohl annehmen müssen, daß sich auch nach der Geburt neue Lymphknoten bilden können. Betreffs Einzelheiten des ganzen Fragenkomplexes s. Baum (24), Most (143), Oeller (149) und Hellman (93). Auch über die Frage, ob während der Laktation Neubildung von Lymphknoten vorkommt, ist Sicheres nicht bekannt.

Die Gruppenbildung der Lymphknoten ist bei den einzelnen Tierarten verschieden. Es gibt Tierarten mit verhältnismäßig wenigen, andere mit verhältnismäßig vielen Lymphknotengruppen (Lymphzentren); ein großer Teil der

Lymphknotengruppen ist paarig, ein kleinerer Teil unpaar. Die meisten Lymphknotengruppen werden bei der einzelnen Tierart konstant beobachtet; es gibt aber auch nur inkonstant auftretende Lymphknoten und Lymphknotengruppen. Selbst im allgemeinen konstant bei allen Tierarten auftretende selbständige Lymphknotengruppen können bei einem Tier einer Art fehlen; das ist z. B. bei den Lnn. poplitei des Schweines der Fall. Es kann auch eine solche Gruppe bei einer Tierart konstant fehlen (z. B. die Lnn. subiliaci beim Hund und Elefanten).

Beim Menschen zählt man im Durchschnitt 17 konstante und 12 inkonstante Gruppen, beim Pferd 32 konstante und 7 inkonstante, beim Rind 35 konstante und 11 inkonstante, beim Schwein 22 konstante und 10 inkonstante und beim Hund 17 konstante und 12 inkonstante Gruppen. Die Zahl der meist ganz verschieden großen Einzelknoten einer Gruppe schwankt sehr nach der Tierart; sie beträgt z. B. in den konstanten Gruppen beim Menschen im Durchschnitt 14, Pferd 270, Rind 7, Schwein 6, Hund 1½ Knoten. In den inkonstant auftretenden Gruppen ist sie stets klein, sie beträgt meist nur 1—2, selten bis 6 Knoten.

#### b.) Lage der Lymphknoten und Lymphknotengruppen<sup>1)</sup>.

Da die Zahl der Lymphknoten und Lymphknotengruppen innerhalb der einzelnen Tierarten großen Schwankungen unterworfen ist (s. oben), kann auch die Lage der Lymphknotengruppen nicht für alle Tiere eine gleiche und konstante sein. Immerhin läßt sich eine gewisse Regelmäßigkeit der Lagerung derjenigen Lymphknotengruppen, die bei den einzelnen Tierarten konstant auftreten, erkennen.

Die Angabe, die man öfters, z. B. bei Bartels (11), findet, daß Lymphknoten sehr häufig in den Verzweigungswinkeln von Venen liegen, können wir nicht bestätigen. Eine Einteilung der Lymphknotengruppen nach den ihnen tributären Organen ist nicht durchführbar, weil einer bestimmten Lymphknotengruppe bei den einzelnen Tierarten verschiedene Organe tributär und umgekehrt für die einzelnen Organe bei den verschiedenen Tierarten verschiedene Lymphknotengruppen regionär sind (s. S. 803). Die Einteilung der Lymphknoten kann infolgedessen nur nach topographischen Gesichtspunkten erfolgen.

#### a) Am Kopfe finden sich:

1. Ein *Lc. parotideum* (*Lnn. parotidei*) bei den Tieren unter der Parotis am aboralen (hinteren) Rande der Mandibula dicht unterhalb des Kiefergelenkes (Abb. 611, 1), einzelne Knoten nicht selten auch in die Parotis eingelagert; beim Menschen z. T. auf, z. T. in der Parotis gelegen.

2. Ein *Lc. mandibulare* (*Lnn. mandibulares*) im aboralen (hinteren) Teile des Kehlganges (Abb. 611, 2).

3. Ein *Lc. retropharyngeum* dorsal auf dem Schlundkopf; es zerfällt meist in zwei Untergruppen: *Lnn. retropharyngei mediales*, die mehr medial direkt auf dem Schlundkopf liegen (Abb. 612, 3), und *Lnn. retropharyngei laterales*, die mehr lateral liegen und meist nach der Atlasgrube hin verlagert sind (Abb. 612, 2, 2').

Außer diesen drei Lymphzentren können noch einzelne Lymphknoten oder Lymphknotengruppen auftreten, die aber nur bei einer oder einigen wenigen Tierarten und selbst bei der einzelnen Tierart nicht konstant gefunden werden. Sie seien akzessorische Gruppen genannt. Solche Gruppen sind: *Lnn. occipitales* in der Hinterhauptsgegend (z. B. beim Menschen), *Lnn. buccales* (*s. faciales*) in der Backe (z. B. beim Menschen und Kaninchen), *Ln. massetericus* am oralen Rande des M. masseter an der lateralen Seite des Unterkiefers (z. B. beim Kaninchen), *Lnn. linguales* an der Zunge (z. B. beim Menschen), *Lnn. hyoidei* am Zungenbein (z. B. beim Rind) (Abb. 612, 5), *Lnn. pterygoidei* in der Fossa pterygopalatina (z. B. beim Rind) (Abb. 612, 4), *Lnn. paramandibulares* an der Glandula mandibularis (z. B. beim Menschen).

<sup>1)</sup> Den nachfolgenden Angaben sind die Arbeiten und Werke von Bartels (11), Baum (18, 21, 28), Krause (123), Reighard and Jennings (162), Davison (46), Pensa (153), Schauder (168), Petit (155) zugrunde gelegt; sie sind durch weitere Untersuchungen von uns ergänzt; besonders gilt das für das von den Verhältnissen beim Elefanten Gesagte.

b) Am Halse finden sich:

1. Ein *Lc. cervicale superficiale*; es kann in zwei Untergruppen zerfallen:

- a) *Lnn. cervicales superficiales dorsales*; sie finden sich bei allen von uns untersuchten Säugetieren und liegen dicht kraniodorsal vom Schultergelenk m. o. w. medial vom *M. brachiocephalicus* (bzw. *M. cleidomastoideus*) (Abb. 613, i).  
 β) *Lnn. cervicales superficiales ventrales*; sie liegen weiter ventral m. o. w. an der *V. jugularis* (z. B. beim Schwein, Kaninchen und Elefanten). Beim Menschen liegen die *Lnn. cervicales superficiales* am *M. sternocleidomastoideus* nahe dem Kieferwinkel.

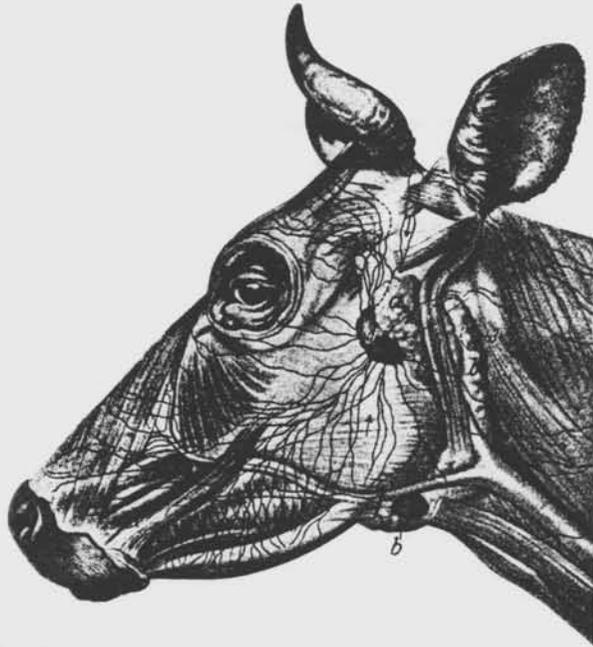


Abb. 611. Kopf des Rindes mit Lymphknoten und L. der Haut; Haut und Hautmuskel sind entfernt.  
 a Gl. parotis, b Gl. mandibularis.  
 1 Ln. parotideus, 2 Ln. mandibularis, 3 unter der Gl. mandibularis gelegener Ln. retropharyngeus.

2. Ein *Lc. cervicale profundum*; es umfaßt Lymphknoten, die am Halsteile der Luftröhre in der Nähe der *A. carotis comm.* und der *V. jugularis int.* liegen; man kann sie scheiden in *Lnn. cervicales craniales* am Anfang der Luftröhre (Abb. 613, a, a) und (meist) an der Schilddrüse (Abb. 613, a), in *Lnn. cervicales medii* am mittleren Abschnitt des Halsteiles der Luftröhre und in *Lnn. cervicales caudales* am Ende des Halsteiles der Luftröhre dicht vor dem Brusthöhlen-  
 eingang (Abb. 613, c, c'). Natürlich sind die drei Untergruppen nicht immer scharf gegeneinander abgegrenzt, auch nicht alle drei konstant bei allen Tierarten vorhanden. Beim Menschen unterscheidet man noch mehr Untergruppen.

Akzessorisch können sich noch finden *Lnn. nuchales* (Abb. 613, f) teils oberflächlich, teils in der Tiefe der Nackengegend (z. B. bei Mensch und Pferd).

c) An der Schultergliedmaße finden sich:

1. Das *Lc. axillare* (*Lnn. axillares*) in der Achselhöhle (Abb. 615, 1); bei den Tieren medial an der Bengeite des Schultergelenkes bzw. im Winkel

zwischen *M. latissimus dorsi* und *Caput mediale* des *M. triceps brachii*; selten ist es mit den *Lnn. cervicales caudales* vereinigt (z. B. beim Schwein). Ausnahmsweise finden sich abgespaltene *Lnn. axillares* (z. B. an der 1. Rippe beim Rinde und Kaninchen oder am ventralen Rande des *M. latissimus dorsi* an der 3. bis 4. Rippe beim Hund).

Beim Menschen unterscheidet man eine große Zahl von Untergruppen [z. B. nach Bartels (11): *Lnn. pectorales*, *Lnn. subscapulares*, *Lnn. brachiales*, *Lnn. subpectorales*, *Lnn. infraclaviculares*, *Lnn. deltoideopectoralis*], die in der Achselhöhle, an den Achsel- und Oberarmgefäßen oder in ihrer Nähe liegen.

2. Das *Lc. cubitale* (*Lnn. cubitales*) am Ellenbogengelenk, meist an der medialen Seite oberhalb des *Epicondylus medialis* (Abb. 615, 2); es kommt aber durchaus nicht bei allen Tierarten vor. Beim Pferd liegt es an der medialen Seite des Humerus dicht oberhalb des Ellenbogengelenkes.

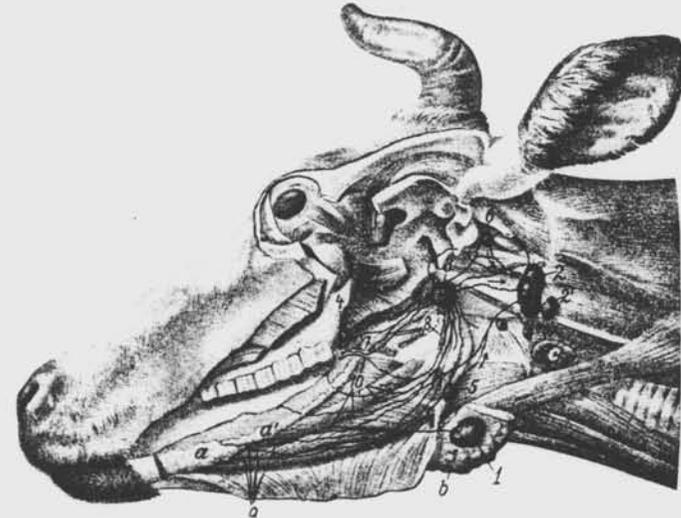


Abb. 612. L. der Zunge, des harten und weichen Gaumens, der Zungenmuskeln usw. des Rindes.  
 a, a' Gl. sublingualis, b vorderer (oraler) Teil der Gl. mandibularis (der übrige Teil der Drüse ist weggenommen), c Schilddrüse.  
 1 Ln. mandibularis, 2, 2' Lnn. retropharyngei laterales, 3 Ln. retropharyngeus medialis, 4 Ln. pterygoideus, 5 Ln. hyoideus oralis, 6 Ln. hyoideus aboralis, 7 L. vom harten Gaumen, 8 L. des Zungengrundes, 9 L. von der Zungenspitze, 10 L. vom Zungenkörper.

Akzessorisch können einzelne und inkonstant am Ober- und Unterarm auftretende Lymphknoten (*Lnn. brachiales*, *Lnn. antibrachii*) vorkommen.

d) An der Beckengliedmaße können sich finden:

1. Ein *Lc. popliteum* (*Lnn. poplitei*) in der Kniekehle auf oder an dem *M. gastrocnemius* zwischen dem *M. biceps* (lateral) und dem *M. semitendinosus* (medial) (Abb. 616, a); sie können in oberflächliche und tiefe zerfallen. Sehr selten fehlen sie (z. B. beim Elefanten).

2. Ein *Lc. inguinale profundum* (*Lnn. inguinales profundi*) im Schenkelkanal (Abb. 616, b) [beim Kaninchen nach Schauder (168), inkonstant bei vielen Tierarten (vielleicht der Mehrzahl)]; dieses *Lc.* ist in die Bauchhöhle gerückt und liegt an der *A. iliaca ext.* Beim Menschen liegen die tiefen Leistenlymphknoten in der dem Schenkelkanal der Tiere entsprechenden *Fossa ileopectinea*.

Die Angabe von Pensa (153), daß *Lnn. inguinales profundi* den Säugern fehlen, ist nicht richtig.

3. Ein *Lc. inguinale superficiale* (*Lnn. inguinales superficiales*) bei den Tieren dicht kranial vom Schambein; beim männlichen Tiere zwischen Präputium und ventraler Bauchwand, beim weiblichen Tiere als (*Lnn. supramammarii*)

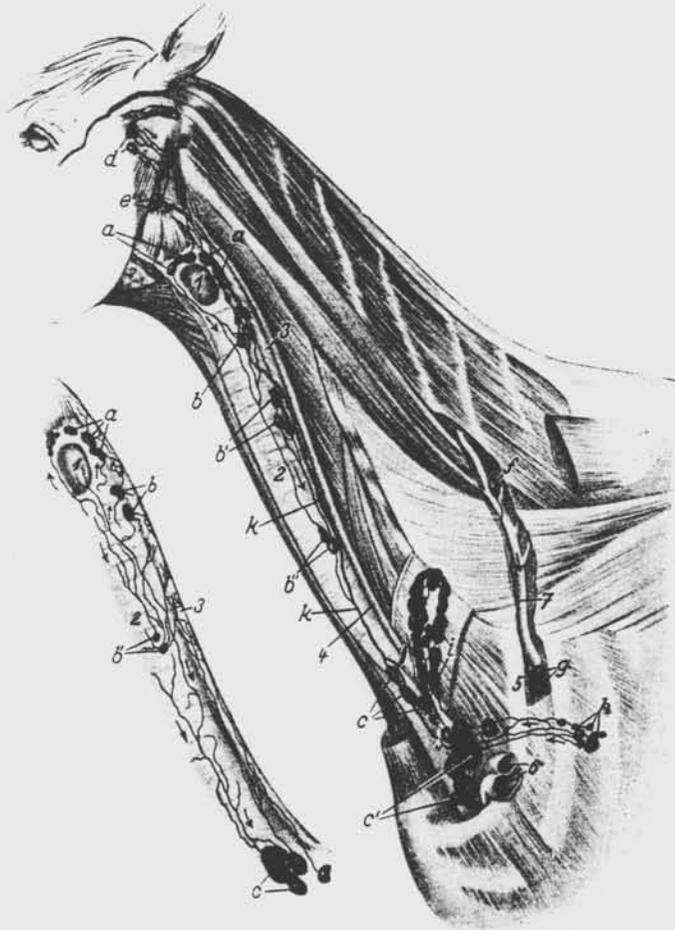


Abb. 614.

Abb. 613.

Abb. 613. Am Halse des Pferdes gelegene Lymphknoten.

a, a Lnn. cervicales craniales, b, b', b'' Lnn. cervicales medii, c, c' Lnn. cervicales caudales, d Lnn. parotidei, e Luftsacklymphknoten, e' Lnn. retropharyngei, f Ln. nuchalis profundus, g Lnn. mediastinales craniales, h Lnn. axillares, i Lnn. cervicales superficiales, k, k' Ductus trachealis sinister, 1 Schilddrüse, 2 Luftröhre, 3 Speiseröhre, 4 A. carotis communis, 5 erste Rippe, 6 Achselgefäße, 7 A. cervicalis profunda.

Abb. 614. Lymphknoten und L. der Luft- und Speiseröhre des Pferdes.

a Lnn. cervicales craniales, b, b' Lnn. cervicales medii, c Lnn. cervicales caudales, 1 Schilddrüse, 2 Luftröhre, 3 Speiseröhre.

zwischen Mamma und ventraler Bauchwand (bei manchen Tierarten auch ventraler Beckenwand). Bei manchen Tierarten finden sich abgespaltene Lnn. inguinales superficiales als *Lnn. supramammarii accessorii*. Beim Menschen liegen

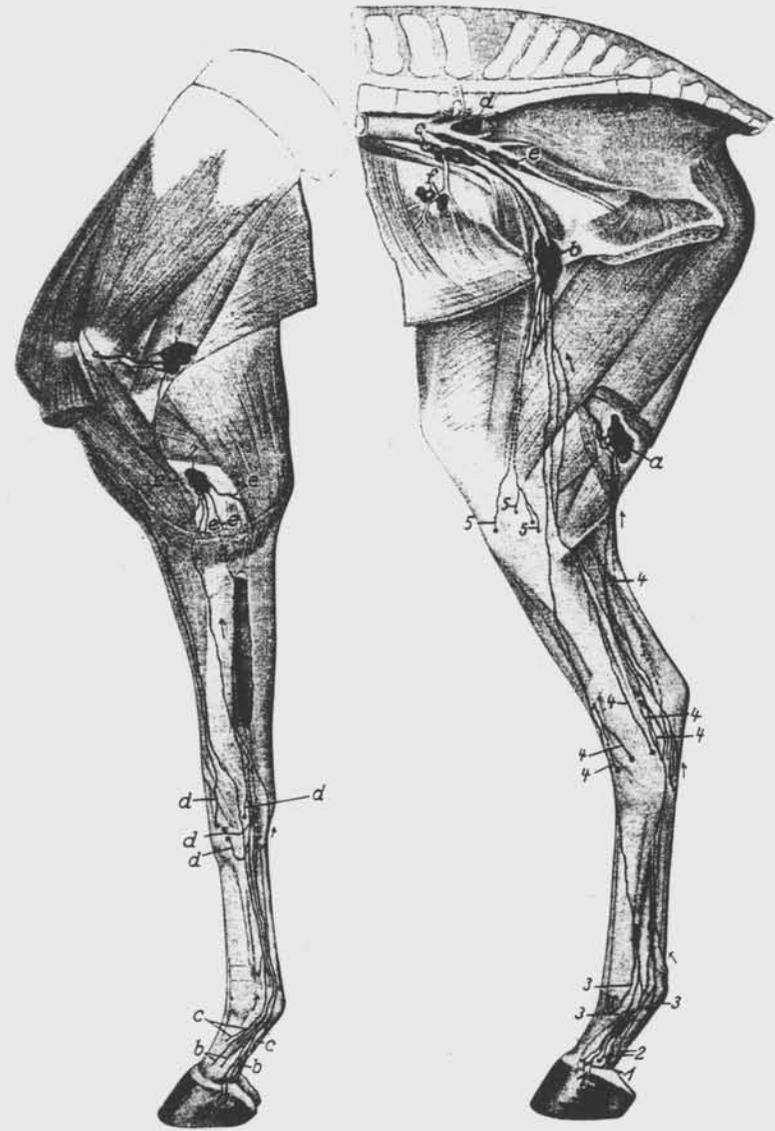


Abb. 615.

Abb. 616.

Abb. 615. L. des Hufes und der Gelenke der Schultergliedmaße des Pferdes. a L. des Hufes und Hufgelenkes, b, b' L. des Kronengelenkes, c, c' L. des Fesselgelenkes, d, d, d, d' L. des Karpalgelenkes, e, e, e, e' L. des Ellbogengelenkes, f Lnn. axillares, 2 Lnn. cubitales.

Abb. 616. L. des Hufes und der Gelenke der Beckengliedmaße des Pferdes. a Lnn. poplitei, b Lnn. inguinales profundi, c Lnn. iliaci mediales, d Lnn. hypogastrici, e Ln. circumflexus femoris lateralis, f Lnn. iliaci laterales, 1, 1 L. des Hufes und Hufgelenkes, 2 L. des Kronengelenkes, 3, 3, 3 L. des Fesselgelenkes, 4, 4, 4, 4 L. des Tarsalgelenkes, 5, 5, 5 L. des Kniegelenkes.

die oberflächlichen Leistendrüsen in der Regio subinguinalis und reichen zuweilen in die Regio inguinalis hinein [Bartels (11)].

Es mag zweifelhaft sein, ob die vorstehend als Lnn. inguinales profundi der Tiere beschriebenen Lymphknoten mit den Lnn. inguinales superficiales hom. zu homologisieren sind; sie sind deshalb auch von verschiedenen Autoren als *Lnn. puboinguinales* bezeichnet worden.

4. Ein *Lc. subiliacum* (*Lnn. subiliaci*) bei den Tieren am kranialen Rande des Oberschenkels zwischen beiden Blättern der Kniefalte (nicht bei allen Tierarten vorhanden). Es könnte auch zu den Lymphknoten der Bauchwand gerechnet werden (s. S. 824).

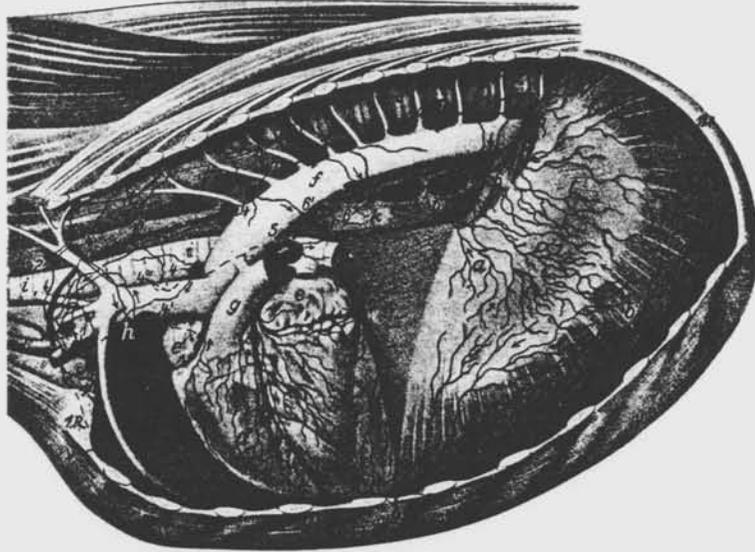


Abb. 617. L. des Herzens und des Zwerchfells des Rindes, von der linken Seite gesehen. Lnn. intercostales und mediastinales mit Vasa efferentia. Die linke Lunge und die linke Brusthöhlenwand sind entfernt, letztere bis auf die 13. Rippe. Die Pfeile geben die Richtung des Lymphstroms an.  
 a, b und c Zwerchfell, d links und d' rechte Herzkammer, e linke und e' rechte Herzvorkammer, f Aorta thoracica, g A. pulmonalis, h V. cava cranialis, i Luftröhre, k, k Speiseröhre, l R. 1. Rippe, 13. R. 13. Rippe.  
 1, 1' Lymphknoten des Brusthöhleneinganges, 2 Lnn. costocervicales, 3 Lnn. sternales, 4, 4, 4', 4'' Lnn. mediastinales craniales sinistri, 5 Lnn. bifurcationes sinistri, 6, 6, 6' Lnn. mediastinales caudales, 7, 7, 7, 7 Lnn. mediastinales dorsales, 8, 8, 8, 8' Lnn. intercostales, 9 kaudale Lnn. mediastinales ventrales, 10 Ductus thoracicus.

Akzessorisch können gefunden werden: a) zerstreut und inkonstant am Unterschenkel einzelne Lymphknoten (z. B. *Ln. tibialis anterior* und *posterior* beim Menschen), b) am Eingang zum Adduktorenkanal (z. B. beim Menschen), c) ein *Ln. coxalis* an der Beuge- seite des Hüftgelenkes (z. B. beim Pferd), d) ein *Ln. femoralis medialis* subkutan an der medialen Seite des Oberschenkels (z. B. beim Hunde).

Von den Lymphknoten der Beckengliedmaße sind die phylogenetisch ältesten nach Pensa (153) die Lnn. poplitei (Lnn. poplitei superficiales hom.); die Lnn. inguinales superficiales und profundi und die Lnn. poplitei prof. hom. sind jüngeren Datums; der nicht ganz konstant nur beim Menschen gefundene *Ln. tibialis ant.* ist der jüngste.

e) An der Brustwand und in der Brusthöhle finden sich:

1. Ein *Lc. thoracale dorsale* in Form von *Lnn. intercostales*; sie liegen vereinzelt in den Interkostalräumen in der Nähe der Rippenköpchengelenke unter der Pleura und Fascia endothoracica (Abb. 617, 8), sind aber großen

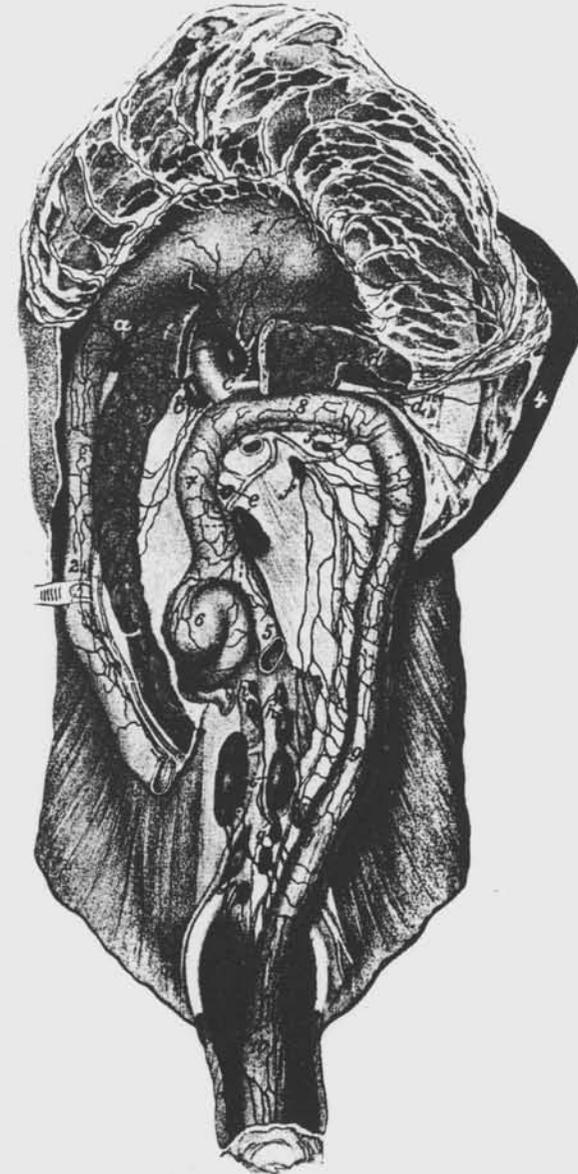


Abb. 618. L. und Lymphknoten von Magen, Milz, Pankreas, Duodenum und Dickdarm des Hundes. Das Tier liegt auf dem Rücken.

a *Ln. duodenalis*, b *Ln. portarum dexter*, c *Ln. portarum sinister*, d, d' Lnn. lienales (damit c und d sichtbar wurden, ist ein Teil des Pankreas herausgeschnitten), e Lnn. colici dextri, f, f Lnn. colici mediani, g, g Lnn. colici sinistri, h, h Lnn. lumbales aortici, i Lnn. iliaci mediales, k *Ln. hypogastricus*, l *Ln. gastricus*.  
 1 Magen, 2 Duodenum (abgeschnitten), 3, 3' Pankreas, 4 Milz, 5 Ileum (abgeschnitten), 6 Caecum, 7, 8 und 9 Kolon, 10 Rektum.

Schwankungen unterworfen; es können sich in jedem Interkostalraum 1 bis 2 Knoten finden, die Knoten können aber auch ganz fehlen.

2. Ein *Lc. thoracale ventrale* in Form von *Lnn. sternaes*, die an der A. und V. *mammaria int.* liegen (Abb. 617, 3), bei der Mehrzahl der Tiere aber fehlen.

3. Ein *Lc. mediastinale*, dessen Knoten (*Lnn. mediastinales*) im Mediastinum liegen und verschiedene Untergruppen bilden: *a)* *Lnn. mediastinales craniales* im präkardialen Mediastinum (Abb. 617, 4, 4', 4'', 4''') zumeist an den großen Blutgefäßen desselben, *β)* *Lnn. mediastinales medii* rechts von der Herzbasis im kranialen Mediastinum, *γ)* *Lnn. mediastinales caudales* im postkardialen Mediastinum (Abb. 617, 6, 6, 6, 6') besonders an der Speiseröhre oder in deren Nähe, *δ)* *Lnn. mediastinales dorsales (aortici)* an der Aorta thoracica zwischen beiden Blättern des Mediastinum (Abb. 617, 7, 7, 7, 8, 8, 8), *ε)* *Lnn. mediastinales ventrales* auf dem M. *transversus thoracis* zwischen beiden Blättern des Mediastinum (Abb. 617, 9). Die einzelnen Untergruppen schwanken zwischen den einzelnen Tierarten innerhalb weiter Grenzen; beim Rind z. B. kommen alle fünf Untergruppen vor, beim Hund nur der *Ln. mediastinalis cranialis*. Beim Menschen unterscheidet man *Lnn. mediastinales anteriores* im Cavum mediastinale anterius und *Lnn. mediastinales posteriores* im hinteren Mediastinalraum.

4. Ein *Lc. bronchiale*; seine Knoten (*Lnn. bronchiales*) zerfallen in die (links, rechts und dorsal) an der Bifurkation der Luftröhre gelegenen *Lnn. bifurcationis* (Abb. 617, 5) und in die an den Stammbronchien an der Lunge gelegenen *Lnn. pulmonales*. Die erstere Gruppe findet man wohl bei allen Tierarten, die letztere nur bei einzelnen Tierarten und selbst bei diesen nur inkonstant und nur in Form einiger weniger kleiner Lymphknoten.

Beim Menschen scheidet man die *Lnn. bronchiales* in *Lnn. tracheobronchiales*, *Lnn. bronchiopulmonales* und *Lnn. pulmonales*.

Akzessorisch können sich bei einzelnen Tierarten finden: *a)* *Ln. rhomboides* am M. *rhomboides*, *b)* einzelne *Lnn. diaphragmatici* an der brusthöhlenseitigen Fläche des Zwerchfells unter dessen Pleura (z. B. beim Pferd und Rind), *c)* einzelne (1–2) *Lnn. pericardiaci* an der Herzbasis, an der linken Wand des Herzbeutels unter der Pleura pericardica (z. B. beim Rind), beim Menschen in Falten des Epikard.

*f)* An der Bauch- und Beckenwand und in der Bauch- und Beckenhöhle finden sich:

1. Ein *Lc. subiliacum* in der Kniefalte bei den Tieren; es ist auf S. 822 zu den Lymphzentren der Beckengliedmaße gerechnet und beschrieben.

2. Ein *Lc. lumbale aorticum* in Form mehrerer, bei den meisten Tierarten zahlreichen *Lnn. lumbales aortici*, die am Bauchteil der Aorta und der V. *cava caudalis* liegen. Von ihnen können meist ohne scharfe Abgrenzungen abgespalten sein: *Lnn. coeliaci*, die die A. *coeliaca* umgeben (Abb. 619, *d, d'*), *Lnn. mesenterici craniales*, die an der A. *mesenterica cranialis* liegen, *Lnn. mesenterici caudales* an der A. *mesenterica caudalis* und *Lnn. renales* an der A. und V. *renalis*. Beckenwärts setzen sie sich, meist ohne scharfe Grenze, fort in die *Lnn. iliaci mediales*, die am Ursprung der A. *iliaca externa* liegen (Abb. 616, *c*); an diese reißen sich Beckenwärts die im Teilungswinkel der Aorta zwischen den beiden Aa. *hypogastricae* und an diesen gelegenen *Lnn. hypogastrici* (Abb. 616, *d*) an. Die erwähnten Untergruppen kann man zum *Lc. lumbale aorticum* rechnen.

3. Ein *Lc. sacrale* mit *Lnn. sacrales interni*, die innen, und mit *Lnn. sacrales externi*, die außen am breiten Beckenbände (Lig. *sacrospinosa et tuberosa*) liegen und bis zum Kreuzbein reichen; zu den *Lnn. sacrales interni* könnten die *Lnn. hypogastrici* (S. 824) gerechnet werden.

4. Ein *Lc. iliacum laterale (Lnn. iliaci laterales)* im Teilungswinkel der A. *circumflexa ilium profunda* (Abb. 616, *f*); es fehlt oft.

Beim Menschen versteht man unter *Lnn. iliaci* Lymphknoten, die an der A. und V. *iliaca ext.* und A. und V. *iliaca communis* liegen. Weiterhin finden sich i. d. R. für Leber, Milz, Magen und Darm besondere Lymphknotenzentren.

5. Das *Lc. hepaticum (portarum)* umfaßt Lymphknoten (*Lnn. hepatici s. portarum*), die in der Leberpforte oder deren Nähe an der V. *portae* liegen (Abb. 618, *b, c* und 619, *f*).

6. Das *Lc. lienale (Lnn. lienales)* Lymphknoten im Hilus der Milz (Abb. 618, *d, d'* und 619, *a, a'*).

7. Das *Lc. gastricum (Lnn. gastrici)*; es besteht aus Lymphknoten, die am Magen, beim einfachen Magen mit Vorliebe an der Kardie und der *Curvatura minor* des Magens liegen (Abb. 618, *l* und 619, *c, c', c''*).

8. Das *Lc. intestinale (Lnn. intestinales)* umfaßt diejenigen Lymphknoten, die am Darm oder im Gekröse des Darmes liegen und entsprechend den Darmteilen in Untergruppen zerfallen: in *Lnn. duodenales* (Abb. 618, *a* und 619, *e, e'*),

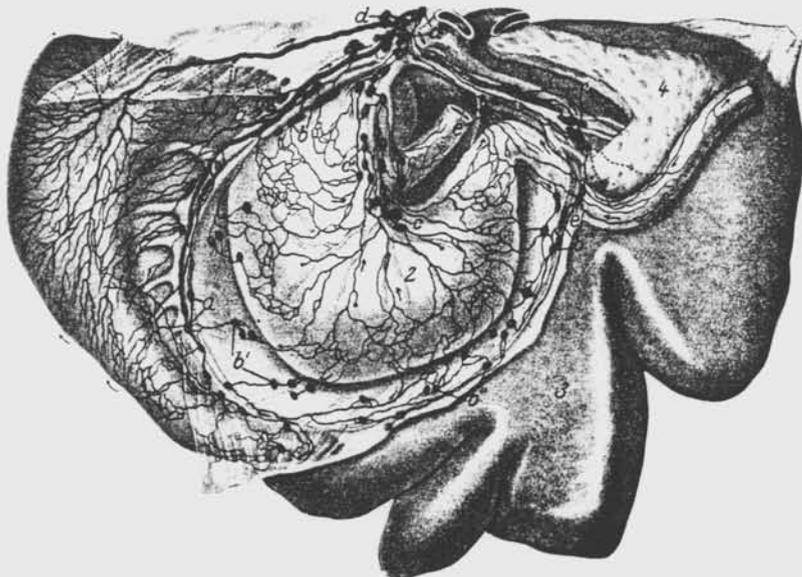


Abb. 619. *Lnn. lienales*, *Lnn. gastrici*, *Lnn. portarum* des Pferdes.  
*a, a'* *Lnn. lienales*, *b, b', b'', b'''* *Lnn. omentales*, *c, c', c''* *Lnn. gastrici*, *d, d'* *Lnn. coeliaci*, *e, e'* *Lnn. duodenales*, *f* *Lnn. portarum*.  
 1 Milz, 2 Magen, 3 Leber, 4 Pankreas, aus dem ein größerer Teil herausgeschnitten ist.

am Duodenum oder auch im Pankreas als *Lnn. pancreatico-duodenales* gelegen, in *Lnn. jejunaes* (Abb. 620, *1, 1'*) am Jejunum und Ileum im Darmgekröse gelegen, in *Lnn. caecales* (Abb. 620, *4, 4'*), am Caecum (i. d. R. an der Einmündung des Ileum) gelegen, in die *Lnn. colici* (Abb. 618, *e, f, g* und 620, *6, 6, 6*) am Kolon und in dessen Gekröse, in die *Lnn. rectales* am retroperitonealen Teil des Rektum und die *Lnn. anales* am After. Nach der Verschiedenheit der anatomischen Verhältnisse des Darmes bei den einzelnen Tierarten gestaltet sich natürlich auch das anatomische Verhalten der erwähnten Untergruppen der *Lnn. intestinales* verschieden; es können auch einzelne Untergruppen bei einzelnen Tierarten ganz fehlen (z. B. die *Lnn. lienales*, *duodenales*, *caecales*, *anales*).

Beim Menschen unterscheidet man: *a)* *Lnn. aortici* mit zahlreichen Untergruppen, *b)* *Lnn. mesenterici* in mehrere Reihen zwischen den Blättern des Mesenterium und in der *Radix mesenterii*, *c)* *Lnn. mesocolici* zwischen den Blättern des Dickdarmgekröses, *d)* *Lnn. gastrici* am Magen, *e)* *Lnn. hepatici* im Ligamentum hepatoduodenale, *f)* *Lnn. pancreatico-*

lienales im Hilus der Milz, im Lig. gastrolienale und an der A. und V. lienalis hinter dem Pankreas.

Akzessorisch nur bei einzelnen Tierarten und selbst bei diesen nur inkonstant können gefunden werden: a) einzelne *Lnn. lumbales proprii* zwischen den Querfortsätzen benachbarter Lendenwirbel, b) *Lnn. paralumbales* unter der Haut der Flankengegend, c) ein *Ln. ischiadicus* dorsal von der Incisura ischiadica minor (z. B. beim Rind und Kaninchen) und ein *Ln. tuberosus* medial von *Tuber ischiadicum* (z. B. beim Rind), d) ein *Ln. obturatorius* an der A. obturatoria (z. B. beim Pferd), e) *Lnn. omentales* (Abb. 619, b, b', b'', b''') im Netze, f) *Lnn. uterini* im Lig. latum uteri, g) *Lnn. vesicales* an der Harnblase, h) *Lnn. spermatici interni*, die in die Vasa spermatica interna begleitenden L. eingeschaltet sein können.

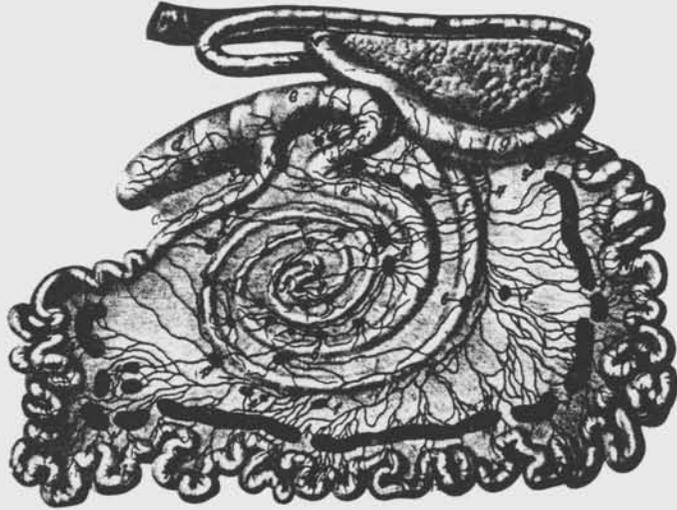


Abb. 620. Darm des Rindes mit L. und Lymphknoten.

a Duodenum, b, b' Jejunumschlingen, c Ileum, d Caecum, e, e', e'' Anfangsschleife des Kolon, f Kolonlabyrinth und f' dessen letzte Schlinge, g Endschleife des Kolon, h Rektum, i Pankreas, 1 und 1' Jejunallymphknoten, 2 Hüftdarmlymphknoten, 3 Blinddarmlymphknoten, 4, 4' Gruppe a der Grimmdarmlymphknoten, 5, 5, 5' Gruppe b der Grimmdarmlymphknoten, 6, 6, 6' Gruppe c der Grimmdarmlymphknoten, 7 Vas efferens commune der Darmlymphknoten.

Die in der Bauch- und Beckenhöhle gelegenen Harn- und Geschlechtsorgane haben keine besonderen Lymphzentren; es kommen nur die variabel und akzessorisch auftretenden, oben erwähnten Lymphknoten an ihnen vor.

Asellius (6a) beschreibt die Verschmelzung der Mesenterialknoten zu einem großen gemeinsamen Knoten, der *Pancreas Asellii* genannt worden ist; er soll sich nach Nuhn (147) im Mesenterium vieler Carnivoren, der Robben, Delphine, des Narwal, der Nager, des Maulwurfs finden; aus ihr gehen entweder mehrere Vasa efferentia oder wie bei den Robben (Rosenthal) nur ein einziges sehr großes, der sog. *Ductus Rosenthalii* (Nuhn), hervor. Offenbar kann man bei Tieren, bei denen es zu einer Anhäufung (oder Verschmelzung) von mesenterialen Lymphknoten kommt, diese *Pancreas Asellii* nennen. Dem von Stahr (186) aufgestellten Gesetz: „Jeder Organismus, jedes Organ, jede Gegend fordert für sich eine ganz bestimmte Menge an Lymphknotensubstanz, deren Verteilung auf Einzeldrüsen von den anatomischen Gebilden der Nachbarschaft abhängt“, möchten wir im Gegensatz zu Hellman (93) nicht zustimmen.

### γγ) Lymphgefäße.

Die L. der Säugetiere bilden ein von Endothelzellen ausgekleidetes Röhrensystem, dessen Enden oder Anfänge ein Drainagesystem für die meisten

Körpergewebe darstellen. Sie beginnen an allen Stellen des Körpers an dem Saftflückensystem und bilden an ihrem Ursprung fast immer durch Verbindung mit benachbarten L. feine Netze; die aus diesen entstehenden L. vereinigen sich im zentripetalen Verlaufe und vielfach unter Netzbildung allmählich zu wenigen Stämmchen, deren bedeutendster der *Ductus thoracicus*, Milchbrustgang (Abb. 617, 10), ist. Er mündet in das Venensystem, und zwar im allgemeinen im Brusteingang. Die L. verhalten sich im allgemeinen wie die Venen, sowohl nach dem histologischen Bau als auch durch den Besitz von Klappen. Sie sind nur erheblich dünner als die Venen, dafür aber viel zahlreicher als diese. Sie beginnen mit Kapillaren, die im allgemeinen tiefer, mehr zentralwärts als die zugehörigen Blutkapillaren liegen und bilden auch wie die Venen durch gegenseitige Verbindungen Netze, die bei den L. im allgemeinen noch ausgedehnter auftreten als bei den Venen (s. unten). In die Bahn der L. sind Lymphknoten (s. S. 803) eingeschaltet, so daß die L. als Vasa afferentia des Knotens in ihn einmünden und ihn als Vasa efferentia wieder verlassen.

Die Lymphkapillaren und die kleinsten Lymphbahnen sind im allgemeinen relativ weit, weiter als die analogen Blutgefäße, zeigen aber ein ungleiches Kaliber; größere Ausweitungen wechseln mit Verengerungen und Einschnürungen. Selbst an verschiedenen Körperteilen und Organabschnitten ist das Kaliber der Kapillaren ein verschiedenes. Auch die größeren L. zeichnen sich durch die wechselnde Größe ihres Kalibers aus.

Auf die Frage des Anfanges der L. soll hier wegen Raummangel nicht näher eingegangen werden; die Frage ist überdies in erschöpfender Weise mehrfach von anderer Seite bearbeitet worden, z. B. von Bartels (11), von Krehl-Marchand (126), von Hellman (93), Oeller (149), Most (143). Auf diese Abhandlungen sei verwiesen. Zwei Anschauungen stehen sich gegenüber. Nach der einen, von Recklinghausen (160) begründeten, beginnen die Lymphkapillaren offen, mit Stomata oder funktionell gleichwertigen Einrichtungen, nach der anderen Anschauung, die in neuerer Zeit die Oberhand gewinnt, beginnen sie geschlossen, endigen also blind. Ohne auf den Streit der Meinungen eingehen zu wollen, möchten wir aber doch betonen, daß selbst wenn im allgemeinen die Lymphkapillaren blind endigen sollten, an zahlreichen Stellen L. in offener Kommunikation mit Höhlen [z. B. Pleurahöhle, Peritonealhöhle, Subduralraum nach Iwanow (101) und nach Baum-Trautmann (32) selbst mit der Nasenhöhle] stehen, ohne daß damit gesagt sein soll, daß die serösen Höhlen als große Lymphräume anzusehen sind; man faßt sie heute wohl gern als Adnexe der Lymphbahnen auf, weil ihr Inhalt nach seiner Zusammensetzung von dem der Lymphbahnen abweicht und die zellige Auskleidung der serösen Höhlen sich erheblich von der der Lymphwege unterscheidet. [Näheres s. Oeller (149)].

Für das Vorkommen der L. kann im allgemeinen der Satz gelten: Wo Blutgefäße, da auch L. Auch in Organen, wo sie zuerst vermißt wurden (Knochen, Gelenken, Sehnen und Sehnencheiden, Zahnpulpa usw.), sind sie jetzt nachgewiesen, noch nicht aber bisher im Zentralnervensystem, in dem soliden Epithel der Kornea, dem Nabelstrang und der Plazenta [wenn sie auch Schick (169) in der Decidua reflexa noch im 5. Schwangerschaftsmonat nachweisen konnte], dem Parenchym der Milz, dem Knochenmark; auch dem Knorpel sollen sie nach den allgemeinen Angaben fehlen; wir möchten demgegenüber aber darauf hinweisen, daß es uns gelingt, wohl von allen Knorpeln aus durch Einstich L. zu injizieren.

Die L. sind dem Blutgefäßsystem gewissermaßen angegliedert. Sie beziehen ihren Inhalt vermittels der Gewebsflüssigkeit aus den Blutkapillaren und den Zellen und Geweben des Körpers. Durch die Lymphstämme und die Lymphknoten führen sie ihn wieder dem Blute, und zwar dem Venensystem, zu. Aus dem Blut, welches die Kapillaren durchströmt, wird also Blutplasma ausgeschieden. Ein Teil dieses ausgeschiedenen Blutplasmas wird — durch Stoffwechselprodukte der Zellen verändert — allerdings wohl wieder direkt in die Blutkapillaren aufgenommen. Der andere Teil dieser ausgeschiedenen Kapillarflüssigkeiten durchsetzt nun die Gewebsmaschen und tritt alsdann in die Lymphkanäle über, um erst vermittels dieser zum Venensystem zu gelangen. Auf diesem Wege führt er ebenfalls, wie wir oben sahen, einen großen Teil der Stoffwechselprodukte mit sich fort.

Über die Geschichte des Lymphgefäßsystems berichten m. o. w. ausführlich die Arbeiten von Bartels (11), Oehme (148), Hellman (93).

Auf die Technik des Injizierens der L. soll hier nicht näher eingegangen werden, sie findet sich erschöpfend abgehandelt in Bartels (11) S. 14—31 und in Baum (29).

**Bau der L.** Alle L. sind von einem Endothelrohr ausgekleidet. Die Endothelien, besonders die großen, zeigen sehr unregelmäßige, oft geschlängelte oder gezähnelte Grenzen. Die Endothelien der Lymphkapillaren sind im allgemeinen größer als die der Blutkapillaren. Die auf das Endothelrohr folgende Wand der

L. mag im allgemeinen der Wand der Venen ähnlich gebaut sein, zeigt aber so große Verschiedenheiten, wie nachstehend ausgeführt werden wird, daß sich etwas Allgemeines kaum angeben läßt. Im allgemeinen ist die Wand der L. erheblich dünner und zarter als die Wand gleichgroßer Venen.

Der *Ductus thoracicus* (Abb. 617, 10). Die an den Blutgefäßen deutlich unterscheidbaren drei Schichten, Intima, Media und Adventitia, lassen sich zwar am *Ductus thoracicus* auch erkennen, sind aber nur wenig deutlich, sehr oft gar nicht voneinander geschieden; sie können in den einzelnen Abschnitten des *Ductus*, manchmal sogar auf demselben Querschnitt, eine außerordentlich wechselnde Stärke zeigen, so daß z. B. die Muskulatur der Media an einzelnen Stellen ganz fehlen kann. Die auf das Endothelrohr folgende Intima bildet im allgemeinen nur eine Längsfaserschicht der Intima; sie besteht aus feinen Bindegewebsfasern, zu denen sich elastische Fasern und selbst einzelne glatte Muskelfasern gesellen können; selten ist außer der Längsfaserschicht noch eine *Elastica interna* nachzuweisen. Die Media besteht aus Bindegewebe, elastischen Fasern und Muskulatur. Die Muskulatur, die in Fasern und Bündeln auftritt, schwankt nach Menge, Anordnung und Verlaufsrichtung innerhalb weitester Grenzen. Die Adventitia besteht aus meist längsverlaufendem Bindegewebe, in das elastische Fasern, glatte Muskelfasern und Fettzellen eingelagert sein können [s. Baum-Kihara (31)].

Die übrigen L. zerfallen nach dem Bau ihrer Wand in zwei Gruppen. Bei der einen Gruppe kann man m. o. w. deutlich die drei Schichten: Intima, Media und Adventitia erkennen, und zwar dadurch, daß die Media Muskulatur enthält (muskelhaltige L.). Bei der anderen Gruppe der L. läßt die Wand des L. absolut keine Schichtung erkennen, vor allem deshalb, weil in der Wand jegliche Muskulatur fehlt (muskelfreie L.). Muskelhaltige L. sind im allgemeinen zwar mehr die größeren L., muskelfreie L. die kleineren L.; es kommen von dieser Regel jedoch viele Ausnahmen vor. Noch mehr ist der Bau der Wand abhängig von der Tierart, denn bei manchen Tierarten (z. B. beim Hunde) sind fast alle L. muskelfreie L., während bei anderen Tierarten (z. B. bei Pferd und Rind) der größte Teil der größeren L. und auch vereinzelt kleinere L. muskeltartige L., der kleinere Teil der größeren und mittelgroßen L. und der überwiegende Teil der kleineren und kleinen L. muskelfreie L. sind. Auch von den einzelnen Organen ist der Bau der L. bis zu einem gewissen Grade abhängig; so sind z. B. nach den Untersuchungen von Baum und Kihara (31) die L. der Milz und die L. der Epiglottis bei allen von ihnen untersuchten Tierarten (Pferd, Rind, Hund, Schwein) muskelfreie L., obgleich es sich bei den L. der Milzkapsel des Pferdes und Rindes um verhältnismäßig große (dicke oder weite) L. handelt.

Bei den muskeltartigen L. besteht die Intima aus der Längsfaserschicht der Intima, zu der sich ausnahmsweise eine *Elastica interna* gesellt. Die Längsfaserschicht besteht aus längs- und schrägverlaufenden feinsten Bindegewebsfasern, Bindegewebsbündelchen und elastischen Fasern. Manchmal beobachtet man an der Grenze der Intima zur Media eine Reihe verhältnismäßig starker, längsverlaufender elastischer Fasern, die so eng aneinander gelagert sein können, daß sie zu einer *Elastica interna* hinüberleiten, selbst eine solche bilden können.

Wenn die Intima nur ein bis zwei Reihen elastischer Fasern enthält, können diese auf Schrägschnitten als kurze, nebeneinanderstehende Stäbchen erscheinen und dann den Eindruck eines Zaunes machen (*Elastica-Zaun*).

Über die Anordnung der baulichen Elemente der Media läßt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, weil sie zu großen Schwankungen unterworfen sind; das gilt besonders für Zahl, Anordnung und Verlaufsrichtung der Muskelfasern. Die Muskulatur der Media fehlt bei den muskeltartigen L. ganz. Bei den muskeltartigen L. kann sie fast gleichmäßig über die Media verbreitet sein, aber auch ungleichmäßig, z. B. so, daß sich eine innere muskeltartige und eine äußere muskeltarme Zone erkennen läßt. Die Muskelfasern können auch in 2–3 Lagen übereinanderliegen, oder die Muskulatur in der Media kann ungewöhnlich stark (dick) sein und die Muskelfasern können so gedrängt aneinanderliegen, daß sie ein geschlossenes Muskelband, eine *Tunica muscularis*, darstellen; derartige L. können eine große Ähnlichkeit mit Arterien erhalten; man kann geradezu von L. mit arteriellem Typ sprechen.

Ebenso schwanken die elastischen Fasern der Media nach Zahl und Stärke, Verlaufsrichtung und Verbreitung innerhalb weiter Grenzen. An der Grenze der Media zur Adventitia bilden sie in vereinzelt Fällen eine *Tunica elastica externa*.

Die Adventitia ist im allgemeinen dünner als die Media, sie kann aber auch stärker, selbst 4–6mal so stark als diese sein. Die Adventitia kann so vollkommen in die Umgebung übergehen, daß man überhaupt nicht sagen kann, ob eine Adventitia vorhanden ist oder nicht.

In einem Teil der L. findet man in ihr außer Bindegewebe und elastischen Fasern vereinzelt glatte Muskelzellen; die Größe der L. ist aber nicht entscheidend dafür.

Elastische und Muskelfasern spielen offenbar für eine aktive Beteiligung der Gefäßwand bei der Lymphbewegung eine Rolle.

Carleton und Florey (42) haben die histologische Struktur der L. einer Reihe von Säugern untersucht. Sie betonen auch, daß sich kein Anhaltspunkt dafür finden läßt, warum die Gefäße von Ratten und Meerschweinchen kontraktile sind und jene der anderen untersuchten Säuger nicht. Die L. des Eichhörnchens, welche einen geringeren Durchmesser haben als 400  $\mu$ , besitzen keine glatten Muskelfasern; trotzdem kontrahieren sie sich auf elektrische und mechanische Reize, ein Vorgang, welcher für die Kontraktilität der Endothelien spricht. Die L. vom Meerschweinchen und Eichhörnchen besitzen motorische Nervenfasern; bei letzterem finden sich auch Nervenzellen an den Gefäßen.

**Klappen der L.** Die L. sind, ähnlich wie die Venen, durch den Besitz von Klappen ausgezeichnet; sie stellen endothelartige Vorsprünge der Lymphgefäßwandung (der Intima) dar. Lymphkapillaren sind im allgemeinen klappenlos, während die größeren L. zahlreiche Klappen, im allgemeinen weit reichlicher als die Venen gleicher Stärke, tragen.

So werden die Klappen nach Delamare (47) in einem L., das die ganze obere Extremität des Menschen durchläuft, auf ungefähr 60–80, in einem, das die untere Extremität durchzieht, auf ungefähr 80–100 geschätzt. In kleinen Gefäßstämmchen folgen die Klappen in Abständen von 2–3 mm aufeinander; in größeren Stämmen vergrößern sich die Abstände auf 6–12 mm.

Nach Bartels (11) sind Klappen in den kleineren L. in den Organen seltener oder fehlen ganz, außerhalb der Organe kehrt sich dieses Verhältnis um.

Nach Kampmeier (115) finden sich schon bei menschlichen Embryonen mit 2,5 Monaten Klappen an dem Jugularsack und dem *Ductus thoracicus*. Am Ende des dritten Monats sind sie an den L. der Extremitäten nachzuweisen, eine merkwürdige Tatsache, da doch die Klappen an den Venen viel später auftreten. Für die Entstehung der Klappen gibt Verfasser verschiedene Möglichkeiten an.

Es scheint auch eine interessante Wechselbeziehung zwischen dem Auftreten der Lymphknoten und dem Vorhandensein von Klappen an den L. im Tierreich zu bestehen, auf welche Vialleton (196) aufmerksam gemacht hat. Bei Fischen, Amphibien, Reptilien, wo Lymphknoten noch fehlen, sind auch keine Klappen vorhanden; andererseits finden sich bei Warmblütern Klappen der L. auch an Stellen, wo die zugehörigen Blutgefäße keine solchen haben (Chylusgefäße — *Vena portae*); offenbar steht also die Einschaltung von Lymphknoten in das Lymphgefäßsystem mit dem Auftreten von Klappen in Beziehung. Hierfür würde auch sprechen, daß nach Vialleton bei den Vögeln, wo nur wenige Lymphknoten (am Halse) gebildet werden, diese aber einen sehr weiten, wegen des Fehlens der Septen leicht für Flüssigkeiten passierbaren Sinus haben sollen, gleichfalls die L. des Halses der Klappen entbehren.

Im allgemeinen sind nach Kampmeier (115) die Klappen bikuspidal, wobei sie jedoch oft in Größe einander ungleich sind; nicht selten findet man aber auch nur eine Klappe.

Die Einfügung von Klappen in die L. bedingt, daß dieselben in erweitertem Zustande eine perlenschnur-, rosenkranz- oder korallenkettenähnliche Form bekommen. Das Gefäß wird nämlich unmittelbar oberhalb jeder Klappe etwas weiter als unmittelbar unterhalb derselben. In den Wänden dieser supra-valvulären Ausbuchtungen treten besonders die schräg verlaufenden (obliquen) Muskelbündel hervor [Delamare (47)].

Unter normalen Verhältnissen schließen die Klappen im allgemeinen so vollständig, daß die Lymphe (oder Injektionsflüssigkeit) nur in zentripetaler Richtung fließt und ein Rückstauen in andere L. nur bis zur nächsten Klappe erfolgt. Im Leben kommen rückläufige Metastasen anscheinend öfter vor, aber offenbar nur bei schweren Zirkulationsstörungen. [Näheres s. Most (143).] Häufiger wird beobachtet, daß nach Injektion der *Vasa afferentia* eines Lymphknotens von diesem aus rückläufig benachbarte Lymphknoten injiziert werden, offenbar dann, wenn die *Vasa efferentia* des benachbarten Knotens in die ersten Knoten einmünden und klappenlos sind.

**Netzbildung der L.** Die durch wiederholte Teilung und gegenseitige Verbindung der L. entstehende Netzbildung ist nach den Tierarten verschieden. Bei manchen Tierarten (z. B. Hund, Mensch) kommt es im ganzen Körper zu ausgesprochener Netzbildung seitens der L., bei anderen Tierarten (z. B. Rind, Pferd) tritt die Netzbildung wenig oder kaum hervor; bei ihnen vereinigen sich die L. i. d. R. nur in der Weise, daß sie auf ihrem zentripetalen Verlaufe zu weniger zahlreichen Stämmchen sich vereinigen [s. Baum (23)].

**Direktes Einmünden in Venen.** Eine wichtige Frage ist die, abgesehen von den großen Endstämmen des Lymphgefäßsystems, ob kleinere L. direkt, d. h. ohne einen Lymphknoten passiert zu haben, in Venen einmünden können.

Das ist bisher im allgemeinen verneint worden [s. Bartels (11)]. Baum (16, 17, 20) hat in zahlreichen Fällen nachgewiesen, daß L. und auch Vasa efferentia von Lymphknoten direkt, ohne einen Knoten passiert zu haben, in den Ductus thoracicus oder in die Lendenzisterne, ohne daß in diese irgend welche Lymphknoten eingeschaltet sind, oder in Venen einmünden; dies gilt besonders für L. von Organen, die in der Nähe des Ductus thoracicus liegen (z. B. Zwerchfell, Herz, Herzbeutel usw.), aber auch für L. weiter entfernt gelegener Organe (z. B. beobachtet bei L. der am Nacken oder Rücken gelegenen Muskeln). Für die L. der Schilddrüse, Nieren und Nebennieren und Hoden des Hundes konnte Baum (21) nachweisen, daß auffallend oft, sogar in einem Viertel bis zur Hälfte, ja bis zu zwei Drittel aller untersuchten Fälle L. dieser Organe direkt in den Ductus thoracicus oder die Lendenzisterne oder in Venen einmündeten. Wahrscheinlich münden viel mehr L. direkt in Venen ein, als wir selbst nach den Untersuchungen von Baum annehmen, weil sich der Beweis, daß injizierte Gefäße L. waren, kaum wird erbringen lassen; wenn ein Gefäß, das man nach seinem ganzen Verhalten im injizierten Zustande für ein L. hält, in eine Vene einmündet, so wird immer der Einwand zu erheben sein, daß das vermeintliche L. gar kein L., sondern eine kleine Vene war, die sich bei der Injektion gefüllt habe.

Die Angaben Baums sind nach Hellman (93) von Caylor, Schottbauer und de Pemberton beim Hunde und nach Job (103) bei der Ratte bestätigt. Silvestro beschreibt bei südamerikanischen Neuweltaffen eine regelmäßige Einmündung des Eingeweidestammes und des Lymphstammes der Beckengliedmaßen in das Venensystem in Höhe der Vv. renales [nach Hellman (93)].

Auch in das Pfortadersystem können nach Baum (21a und 23a) L. einmünden. „Es münden“, so sagt er, „beim Menschen, Rind, Pferd, Schwein und Hund die L. der Serosa und Subserosa der Leber, zum Teil ohne Lymphknoten passiert zu haben, in das Pfortadersystem ein, in dem sie teils in die interlobulären Zweige der Pfortader, zum Teil in deren Kapillaren einmünden.“

**Lageverhältnis der L. zu den Blutgefäßen.** Ein bestimmtes Lageverhältnis der L. zu den Blutgefäßen läßt sich nicht erkennen. Der sehr oft aufgestellte Satz, daß die L. oder wenigstens der größte Teil von ihnen die Venen begleiten, ist nicht richtig; natürlich muß bei der großen Zahl der L. ein Teil auch die Venen begleiten, ein vielleicht ebenso großer Teil der L. verläuft irregulär, ohne sich an die Bahn der Blutgefäße zu halten; besonders gilt das von den Hautlymphgefäßen.

Bisweilen findet ein **Überkreuzen der Medianebene durch L.** statt; das gilt besonders für L., die nahe der Medianebene entspringen (z. B. aus der Haut nahe der dorsalen und ventralen Medianlinie, für L. der Zunge, Luft- und Speiseröhre, Schilddrüse, Harnblase, Penis, Klitoris, Zwerchfell usw.). Selbst Vasa efferentia eines Lymphknotens können zu Lymphknoten beider Körperhälften ziehen.

**Über Altersveränderungen der L.** ist noch verhältnismäßig wenig bekannt. Bekannt ist, daß die L. junger Tiere fast durchgehends leichter sich injizieren lassen als die älterer und vor allem alter Tiere. Bekannt ist weiter, daß bei neugeborenen Tieren im allgemeinen die L. verhältnismäßig weit, die Kapillarnetze verhältnismäßig dichtmaschig und reich entwickelt sind; mit zunehmendem Alter werden die L. der Regel nach bedeutend enger, verhältnismäßig zarter und zum Teil direkt zurückgebildet und dadurch spärlicher.

Auch Sappey (167a) sagt: „Das Lymphsystem des Luftbaumes erreicht beim Menschen am Anfang des Lebens seine größte Entwicklung; es atrophiert mit zunehmendem Alter.“

Es macht den Eindruck, als ob die L. mit dem Wachstum des Körpers nicht mitwachsen und weiter werden, so daß sie schon beim Erwachsenen dünner sind als beim Jugendlichen; mit zunehmendem Alter veröden sie offenbar noch teilweise, so daß bei alten Individuen die L. nicht allein dünner sind, sondern auch in geringerer Zahl sich finden als bei Jugendlichen.

Ob die Entwicklung des ganzen lymphatischen Apparates im ersten Lebensdezenium, wie Bartels (11) meint, (beim Menschen) noch zunimmt, oder ob schon in den ersten Lebensjahren relativ Zahl und Weite der Lymphbahnen nicht selten etwas abnehmen [Most (143)], ist noch nicht sicher nachgewiesen.

Die Art und Weise der Rückbildung der L. ist noch nicht in allen Teilen sichergestellt. Nach Most (143) werden sie wohl veröden, in Narben und Bindegewebe dort übergehen, wo sie durch Entzündung zerstört sind, oder ihre Funktion aufgehoben ist.

Durch das Alter bedingte deutliche, charakteristische Unterschiede im Bau des Ductus thoracicus und der L. lassen sich nicht erkennen, wenn auch im allgemeinen die sämtlichen Bauelemente der Gefäßwand bei jungen Tieren zarter als bei alten Tieren sein dürften [s. im übrigen Baum-Kihara (31)].

Umgekehrt ist eine **Neubildung von L.** im extrauterinen Leben als erwiesen zu betrachten. Sie wird stets beobachtet nach Exstirpation von Lymphknoten [s. Baum (24)] und ist oft beobachtet worden im pathologischen Gewebe [s. Bartels (11), S. 84]; wie die Verhältnisse im übrigen liegen, ist nicht sicher bekannt.

**Nerven der L.** Über die Innervation der L. berichten Lawrentjew (129, 130) und Kytmanof (126a). Nach Lawrentjew (130) beteiligen sich an der Innervation der L. der Bauchhöhle Äste von sympathischen Ganglien und entsprechenden Geflechten (Ganglion semilunare, G. mesentericum sup. et inf., Nn. splanchnici), Äste vom parasympathischen Vagus und N. pelvici. Der Nervenapparat der L. der Bauchhöhle ist nicht reich an Nervenverästelungen. Die Menge der an die L. herantretenden Nerven ist gering. Je feiner ein L. ist, je weiter es zu der Peripherie hin liegt, desto weniger Nervenfasern bekommt es (Hund, Katze). Nach demselben Autor umgeben die Nerven des Ductus thoracicus diesen mit einem weitmaschigen Geflecht, dem Adventitialgeflecht. An der Adventitia wurden einzelne Nervenzellen festgestellt. Das Geflecht empfängt seine Fasern teils aus den Nn. vagi vermittels des Periadventitialgeflechtes der Brustaorta, teils aus dem sympathischen Nervensystem über Truncus collateralis, N. splanchnicus und Ganglion supremum. Ferner soll an der Geflechsbildung noch das zerebrospinale Nervensystem durch Nervenäste aus den Nn. intercostales beteiligt sein.

Die **Fortbewegung der Lymphe in den L.** geschieht durch die vis a tergo, den Druck der neugebildeten und nachrückenden Gewebsflüssigkeit, durch aktive Kontraktion der Muskulatur in der Gefäßwand, durch die Bewegung der Organe, insbesondere jene der Muskeln, durch Druckschwankungen im Thorax (z. B. saugende Kraft bei der Einatmung). Eine ausführliche Darstellung der physiologischen Verhältnisse des Lymphkreislaufes geben Oehme (148) und Hellman (93).

**Verhalten der L. im besonderen.** Für das besondere Verhalten der L. der einzelnen Organe und Organapparate läßt sich vergleichend und im allgemeinen wenig angeben, weil das Verhalten der L. der einzelnen Organe und vor allem die Zugehörigkeit dieser L. zu bestimmten Lymphknotengruppen zwischen den einzelnen Tierarten innerhalb weiter Grenzen schwankt. Bei der einzelnen Tierart schicken im allgemeinen die einzelnen Organe ihre L. immer zu denselben Lymphknotengruppen, während die Zugehörigkeit der L. eines Organes zu bestimmten Lymphknotengruppen bei verschiedenen Tierarten verschieden ist. Umgekehrt hat bei einer Tierart die einzelne Lymphknotengruppe ein bestimmtes Wurzelgebiet, bei verschiedenen Tierarten kann das Wurzelgebiet ein und derselben Lymphknotengruppe (z. B. Lnn. cervicales superficiales) recht verschieden sein.

Einige Beispiele. Die L. der Haut des Kopfes (Abb. 611) suchen bei Pferd, Rind und Hund im allgemeinen die Lnn. parotidae und Lnn. mandibulares auf; während aber beim Rind fast alle zu den Lnn. parotidae gehen, suchen sie bei Pferd und Hund fast alle die Lnn. mandibulares auf; dazu kommt, daß bei Pferd und Hund ein kleiner Teil der L. am Halse herabzieht zu den Lnn. cervicales superficiales, was beim Rind überhaupt nicht vorkommt. — Die L. der Ohrmuschel münden beim Rind ausnahmslos in die Lnn. parotidae und in die Lnn. retropharyngei laterales, also in Lymphknoten, die in der direkten Nähe der Ohrmuschel liegen; beim Hunde hingegen verläuft stets der größere Teil dieser L. am Halse herab bis zu den Lnn. cervicales superficiales. — Die L. des Brusthöhlenteils der Speiseröhre suchen beim Rind ausnahmslos Lymphknoten der Brusthöhle, beim Pferd und vor allem beim Hunde z. T. jedoch Lymphknoten der Bauchhöhle auf. Bei den L. des Zwerchfells besteht ein grundsätzlicher Unterschied insofern, als beim Rind alle L. des Zwerchfells in Lymphknoten, die in der Brusthöhle liegen, einmünden, während beim Pferd und vor allem beim Hund ein Teil dieser L. zu Bauchhöhlenlymphknoten geht.

Die L. der Leber gehen beim Hunde nur zu Bauchhöhlenlymphknoten. Beim Rind und Pferd hingegen zieht nur ein Teil der L. der Leber zu Bauchhöhlenlymphknoten, ein anderer Teil hingegen zu Brusthöhlenlymphknoten, aber bei beiden Tierarten wieder nicht zu denselben Gruppen der Bauchhöhlen- und der Brusthöhlenlymphknoten.

Die L. der Milz gehen bei Pferd und Hund nur zu Bauchhöhlenlymphknoten. Beim Rind hingegen münden sie zum größeren Teil in Brusthöhlenlymphknoten, und nur zum kleineren Teil in Bauchhöhlenlymphknoten.

Aus diesen wenigen Beispielen, die beliebig vermehrt werden könnten, ergibt sich die Tatsache, daß man keinesfalls Lymphgefäßbefunde bei einer Tierart auf eine andere Tierart übertragen darf; das gilt selbst für allgemeine Befunde, wie Netzbildung der L. (s. S. 830) usw.

Im nachfolgenden sollen von den L. der einzelnen Organapparate noch einzelne Besonderheiten angegeben werden, sofern solche gefunden werden. Über die Zugehörigkeit der L. der einzelnen Organe zu bestimmten Lymphknoten oder Lymphknotengruppen läßt sich aus den oben angeführten Gründen im allgemeinen nichts angeben.

1. Die L. der **Haut** (Abb. 611) sind im allgemeinen dadurch ausgezeichnet, daß man die Haut nach der Zugehörigkeit ihrer L. zu bestimmten Lymphknotengruppen in einzelne Bezirke teilen kann. Von den Grenzgebieten zwischen zwei Hautbezirken füllen sich i. d. R. L. nach beiden Richtungen hin. Die L. der Haut liegen im allgemeinen direkt unter der Haut, nur ausnahmsweise nehmen sie eine tiefere Lage ein. Zu den Hautmuskeln verhalten sie sich insofern verschieden, als die meisten auf dem Hautmuskel liegen, nach dem Lymphknoten hin aber viele von ihnen allmählich durch den Hautmuskel hindurch an dessen Unterflache treten. Im übrigen verlaufen die L. der Haut ohne jede Regel; sie zeigen kein besonderes Lageverhältnis zu den Blutgefäßen der Haut. Sie lassen sich auch nicht in verschiedene Gebiete, entsprechend der verschiedenen Richtung der die Haut versorgenden Blutgefäße, abgrenzen. Nicht selten überschreiten L. der Haut die Medianebene.

2. Die L. der **Faszien** bilden von der Einstichstelle aus zunächst sehr feine Netze. Diese Netze liegen im allgemeinen an beiden Flächen der Faszie, nur ausnahmsweise etwas tiefer im Gewebe der Faszie selbst.

Sie sollen nach Ludwig und Schweiger-Seidel (134) so miteinander in Verbindung stehen, daß der Lymphstrom nur von den Innennetzen zu den Außennetzen und nicht umgekehrt verläuft. Nach unseren Untersuchungen ist die Angabe als Regel gedacht richtig; es kommen aber auch Ausnahmen von ihr derart vor, daß sich aus den erwähnten Netzen L. entwickeln, die an der Innen- bzw. Unterflache der Faszie weiter verlaufen.

3. Die L. der **Muskeln**. Über die Technik der Injektion der Muskellymphgefäße s. Baum (29). I. d. R. ziehen die L. des einzelnen Muskels, die durchaus nicht immer in Begleitung von Blutgefäßen den Muskel verlassen, zu 1—3 verschiedenen Lymphknoten bzw. Lymphknotengruppen hin; es können aber auch mehr, selbst 6—8 solcher Knoten und Knotengruppen, sein.

Direkt nebeneinander gelegene Muskeln können ihre L. zu verschiedenen Lymphknoten oder Lymphknotengruppen entsenden.

Über die Technik der Injektion der L. der Sehnen und Sehnnenscheiden s. Baum (29). Die L. der Sehnen gesellen sich durchaus nicht immer zu denen des zur Sehne gehörigen Muskels, sondern suchen oft ganz andere Lymphknoten auf wie die des Muskels.

Die L. der am Unterarm gelegenen Zehenstrecker und Zehenbeuger z. B. suchen beim Rinde das Lc. axillare auf, während die L. ihrer Sehnen und Sehnnenscheiden zum Lc. cervicale superficiale ziehen.

Aus der einzelnen Sehne und Sehnnenscheide vereinigen sich die L. zu 1—4 Stämmchen.

4. Die L. der **Knochen**. Über die Technik der Injektion der L. der Knochen s. Baum (29). Die L. der Knochen können in zwei Gruppen geschieden werden:

a) solche, die an der Oberfläche des Knochens, d. h. subperiostal hervortreten. Sie bilden die Mehrzahl und bei sehr vielen Knochen die einzige Gruppe. Von ihnen sind gar nicht scharf zu trennen die L. des Periostes. Es sei auch noch besonders betont, daß die subperiostal hervortretenden L. auch bei Einstich in die tieferen Teile der Kompakta sich füllen bzw. daß sich bei Einstich in die tieferen Kompaktateile die Netze der L. des Periostes füllen. Die aus ihnen entspringenden L. begleiten mit Vorliebe, wenn auch nicht ausnahmslos, die Venen. Zu ihnen können sich

b) solche L. gesellen, die in Begleitung der Blutgefäße durch größere Ernährungslöcher oder durch sonstige Kanäle am Knochen austreten. Die Zahl der bis zu den Lymphknoten verfolgbar L. eines einzelnen Knochens beträgt 1—8 (10) (bei kleineren Knochen meist 2—3).

5. Die L. der **Gelenke**. Über die Technik der Injektion der Gelenklymphgefäße s. Baum (29). Es lassen sich gesondert die L. der Gelenkkapsel (durch Einstich) und die der Gelenkhöhle injizieren; die L. beider suchen dieselben Lymphknoten auf und auch auf denselben Wegen, indem sie sich bald miteinander vereinigen; nur ausnahmsweise scheinen die Wege beider etwas verschieden sein zu können. Die L. des einzelnen Gelenkes vereinigen sich zu 1—6 Stämmchen (Abb. 615 und 616).

6. Die L. der **Verdauungsorgane**. Die L. der **Mundhöhle** sind von allen einzelnen Teilen derselben (Lippen, Backen, harter und weicher Gaumen, Zunge und Zungenmuskeln, Parotis, Mandibularis, Sublingualis) zu injizieren. Die L. der Zunge können in oberflächliche und tiefe geschieden werden, die der Mandel lassen sich durch Einmassieren der Injektionsflüssigkeit injizieren [s. S. 801 und Baum (29)]. Die L. der **Speiseröhre** (Abb. 614, 3), des **Magens** (Abb. 619, 2) und **Darmes** (Abb. 620) bilden ein in der Submukosa bzw. der tiefen Schicht der Mukosa gelegenes muköses bzw. submuköses und ein in und unter der Adventitia bzw. Serosa gelegenes adventitielles bzw. subseröses Netz, wahrscheinlich auch noch ein feines intramuskuläres Netz. Die Netze stehen miteinander in Verbindung.

Die L. der **Leber** lassen sich in oberflächliche (subseröse) und tiefe (parenchymatöse) scheiden, die aber nicht scharf zu trennen sind, sondern ohne Grenze ineinander übergehen, so daß tiefe zu oberflächlichen und oberflächliche zu tiefen werden bzw. mit diesen sich vereinigen können.

Die L. des **Pankreas**. Bei einzelnen Tierarten (z. B. Hund, Mensch, Rind) ist nachgewiesen, daß die L. des Pankreas mit denen des Duodenum in Verbindung stehen und umgekehrt [Baum (21)].

Anhang: Die L. der **Milz**. L. sind bisher mit Sicherheit nur in der Milzkapsel, nicht hingegen im Milzparenchym nachgewiesen worden. In der Milzkapsel bilden sie ausgedehnte reiche Netze (Abb. 619, 1).

7. Die L. der **Atmungsorgane**. Die L. der **Nasenhöhle** lassen sich auch vom Subdural- und Subarachnoidealraum aus injizieren [s. Baum (19) und

Baum und Trautmann (32)]. Für die L. des **Kehlkopfes** und der **Trachea** (Abb. 614, 2) ist zu erwähnen, daß sie sich von allen einzelnen Teilen (Schleimhaut, Bändern, Muskeln, vor allem aber auch den Knorpeln) aus injizieren lassen. Die L. der **Luftröhre** lassen sich gesondert von der Schleimhaut und den Knorpelringen aus injizieren. Die L. der **Lungen** zerfallen in oberflächliche (subseröse) und tiefe (parenchymatöse), die sich wie die der Leber verhalten (s. oben).

Anhang: Die L. der **Schilddrüse** bilden in und unter der Kapsel ein dichtes Netz. Die abführenden L. folgen im allgemeinen nicht den Blutgefäßbahnen. Ofters wird Überkreuzen der Medianebene durch L. und direktes Einmünden in den **Truncus trachealis** und den **Ductus thoracicus** oder in Venen beobachtet [s. Baum (21)]. Die L. der **Thymusdrüse** zeigen nichts Besonderes.

8. Die L. der **Harn- und Geschlechtsorgane**. Die L. der **Nieren** zerfallen in die L. des Nierenparenchyms (tiefe L.) und die L. der Nierenkapseln (*Capsula fibrosa*, *Capsula adiposa*) und des die Nieren überziehenden Peritonaeum (oberflächliche L.); die L. aller dieser Teile lassen sich gesondert injizieren, stehen aber miteinander in Kommunikation [Baum (30)]. Die L. der **Harnblase**. Die Schleimhaut des kaudalen Teiles der Harnblase enthält L., die zum großen Teile submukös, zum Teil aber auch in der eigentlichen *Propria* der Schleimhaut liegen und mit denen der Prostata, Harnröhre, Samenblasen und Bulbourethraldrüsen kommunizieren (s. Prostata.) — Die L. der **Prostata**: Die L. des kaudalen Teiles der Harnblase, die der Harnröhre, der Prostata, Samenblasen und Bulbourethraldrüsen kommunizieren miteinander [Baum (22)]. Die L. des **Penis** vereinigen sich mit denen der Glans penis und denen des Präputium. Die L. der **Hoden** vereinigen sich jederseits zu 10—20 Stämmchen, die im Hodengekröse bzw. Samenstrang aufsteigen. — Die L. der **Ovarien** zeigen nichts Besonderes. Die L. des **Uterus** lassen sich außer durch Einstichinjektion in der Weise injizieren, daß man einen Teil des Uterus (besonders ein Uterushorn) zweimal unterbindet, in das abgebandene Stück Injektionsflüssigkeit einbringt, dann massiert.

Anhang: Die L. des **Euters** zerfallen in die L. der das Euter überziehenden Haut und die L. des Euterparenchyms, die aber beide nicht scharf voneinander zu trennen sind.

9. Die L. der **Kreislauforgane**. **Herzbeutel** und **Herz** besitzen selbständige und voneinander getrennte L. Von den großen arteriellen Blutgefäßen lassen sich auch L. injizieren.

10. Die L. des **Nervensystems**. Von der Substanz des Gehirns und Rückenmarkes aus lassen sich L. nicht injizieren, wohl aber lassen sich sowohl vom Subarachnoidealraum und dem Subduralraum, wie auch von der 4. Hirnkammer aus L. der Riech- und Nasenschleimhaut, des harten Gaumens und des Gesichtes, sowie L., die durch Öffnungen der Schädelhöhle hervortreten, füllen; von diesen Räumen aus tritt die seröse Flüssigkeit in das Venensystem und in die Lymphspalten sämtlicher zerebrospinaler Nerven über; von den Lymphspalten der Nerven aus füllen sich (nahe den Forr. intervertebralis) besondere L. [Näheres s. Baum (19), Baum-Trautmann (32) und Iwanow (101)].

Über das **regionale Verhalten** der L. lassen sich in vergleichender Beziehung gar keine Angaben machen, weil dieses so große Verschiedenheiten nach den einzelnen Tierarten, schon bei den untereinander nahestehenden, zeigt, daß eine Gruppierung der Tierarten nach diesem Gesichtspunkte hin ausgeschlossen ist. Das vereitelt schon die große Verschiedenheit der Lymphknoten bei den verschiedenen Tierarten. Wir gehen deshalb auch auf die Angaben von Pensa (153) nicht ein, der den Versuch macht, die L. der Schulter- und Beckengliedmaßen bei zahlreichen Wirbeltieren vergleichend zu beschreiben und z. B. bei dem Verhalten der L. der Beckengliedmaßen der von ihm untersuchten Tierarten vier Typen unterscheidet. Schon ein Vergleich der Darstellung von Pensa (153) mit den ausführlichen Schilderungen der L. der Schulter- und Beckengliedmaßen des Pferdes, Rindes, Schweines und Hundes von Baum (18

21, 26, 27, 28) zeigt, daß solche Versuche einen Erfolg nicht haben können und zu lückenhaften und irrigem Vorstellungen führen müssen.

Die **großen Endlymphstämme**. Wie schon S. 827 erwähnt, vereinigen sich die L. in zentripetaler Richtung zu großen Endlymphstämmen, die schließlich zu zwei Hauptstämmen, dem starken und langen **Ductus thoracicus** und dem erheblich schwächeren und kürzeren **Truncus lymphaticus dexter** zusammenfließen.

1. Der **Ductus thoracicus**, Milchbrustgang, ist der gemeinsame Stamm aller L. des Körpers mit Ausnahme derer, die aus der rechten Schultergliedmaße, der rechten Hälfte des Kopfes, des Halses und des Thorax kommen.

Sein Ursprung ist durch eine sehr unregelmäßige, viele Variationen zeigende Anschwellung, eine Art Ampulle, ausgezeichnet, die an den ersten Lendenwirbeln liegt und Lendenzisterne, *Cisterna chyli* (*Pecquetsches Receptaculum*) heißt.

Die **Lendenzisterne** bildet im allgemeinen einen längsovalen bis spindelförmigen häutigen Sack, der i. d. R. entlang der kranialen Hälfte der Lendenwirbelsäule an der Aorta (meist rechts und dorsal an ihr) liegt. In sie münden vom Becken her der sehr oft doppelte **Truncus lymphaticus lumbalis** (s. unten) und von der ventralen Seite her der **Truncus intestinalis** bzw. ein **Truncus coeliacus** und ein **Truncus mesentericus cranialis** (s. unten) ein; aus dem kranialen Ende der Zisterne setzt sich der **Ductus thoracicus** fort. Die Lendenzisterne zeigt im übrigen aber große Verschiedenheiten nach Ausdehnung, Weite, Form usw. bei den einzelnen Tierarten, aber auch individuell bei der einzelnen Tierart. Sie ist in manchen Fällen nicht oder kaum stärker als der **Ductus thoracicus**, in anderen Fällen ganz erheblich weiter; sie kann aus zwei Seitenteilen bestehen, die dann links und rechts dorsal an der Aorta und an den Zwerchfellpeilern liegen und durch Queräste verbunden sein können, so daß Inselbildung entsteht; sie kann in 2—3 hintereinander gelegene Teile zerfallen, Ausbuchtungen und Einschnürungen zeigen, so daß ganz unregelmäßige Formen entstehen können usw. Klappen kommen in ihr anscheinend nur ausnahmsweise vor.

Im einzelnen finden sich folgende Angaben vor:

Beim Menschen ist eine Lendenzisterne nur sehr selten ausgebildet; i. d. R. zeigt an ihrer Stelle unterhalb des Zwerchfells entweder der **Ductus thoracicus** oder eine seiner Wurzeln (einer der beiden **Trunci lumbales** oder der **Truncus lymphaceus intestinalis**) eine Erweiterung von wechselnder Größe und Deutlichkeit.

Bei Pferd, Rind, Schwein und Hund bildet nach unseren Untersuchungen die Lendenzisterne einen längsovalen bis spindelförmigen, bisweilen unregelmäßig geformten Sack, der vom 2. Lendenwirbel bis zum letzten Brustwirbel zwischen den Zwerchfellpeilern rechts und dorsal (beim Hund ausnahmsweise auch links oder sogar links und ventral) an der Aorta liegt, am 2. Lendenwirbel durch das Zusammentreten der Lymphgefäßstämme der Beckengliedmaßen der Bauchwandungen und der Baucheingeweide gebildet wird und kranial zum **Ductus thoracicus** sich verengert. Beim Rind ist die Zisterne bisweilen nicht oder kaum stärker als der **Ductus thoracicus**; bei Rind, Schwein und Hund kann sie Inseln bilden. Klappen konnten in ihr nur beim Pferd nachgewiesen werden. Eine Verbindung der Lendenzisterne mit der **V. azygos**, wie sie von Panizza (151a) und Wutzer (205) beim Schwein beschrieben wird, haben wir ebensowenig wie Pensa (152) gefunden.

Am eingehendsten hat in vergleichender Beziehung die Lendenzisterne Pensa (152) untersucht. Er fand, abgesehen von den erwähnten Tierarten, folgende Verhältnisse:

1. **Rodentia**: Bei der weißen Ratte liegt die *Cisterna chyli* zwischen linkem medialen Zwerchfellschenkel und Aorta. Bei *Sciurus europaeus* finden sich gewöhnlich statt einer Zisterne zwei symmetrische, spindelförmige Erweiterungen der **Trunci lymphatici**.

*Sciurus avellanarius* besitzt eine einfache, rechts gelegene oder ebenfalls eine doppelte Zisterne. Ein Exemplar von *Myoxus glis* zeigt zwei symmetrisch gelegene Zisternen. Bei *Lepus cuniculus* liegt die Zisterne i. d. R. links, manchmal auch dorsal zur Aorta zwischen den Zwerchfellschenkeln. In einem Falle fehlte die Zisterne; statt deren fand sich eine plexusartige Erweiterung des Duktus in Höhe des 10. Brustwirbels. Bei *Cavia cobaya* münden die **Trunci lymphatici** teils in eine links liegende Zisterne, teils in einen

dichten Lymphgefäßplexus dorsal vom kaudalen Drittel der Aorta thoracica. Bei *Arctomys marmotta* treten an Stelle der Zisterne zwei oder mehr Lymphgefäßanschwellungen zwischen den Zwerchfellschenkeln dorsal zur Aorta, durch Anastomosen verbunden. Von da erstreckt sich in verschiedener Länge ein Plexus kranialwärts.

Insectivoren. Bei *Erinaceus europ.* liegt die Zisterne dorsal zur Aorta etwas nach rechts. Einmal war sie doppelt und symmetrisch gelagert.

Carnivoren. Bei *Mustela foina* ist die Zisterne selten einfach, dorsal und etwas nach rechts von der Aorta; häufiger finden sich mehrere durch Anastomosen verbundene Erweiterungen.

Bei *Canis vulpes* konnte nur einmal die Zisterne injiziert werden und erschien in Gestalt zweier spindelförmiger Erweiterungen rechts und links dorsal von der Aorta. Bei der Katze liegt die Zisterne dorsal und etwas nach links von der Aorta.

*Meles taxus* zeigt an Stelle der Zisterne zwei oder mehr ampullenartige, untereinander anastomosierende Anschwellungen oder einen Komplex von starken Lymphstämmen und Anschwellungen. Bei *Lutra vulgaris* sammeln sich die Trunci lymphatici in einem Plexus mit starken Erweiterungen dorsal von der Aorta. In einem Falle fand sich ein großer Lymphsack, der die Aorta umfaßte und sich zwischen den Zwerchfellschenkeln in einem weiten Lymphgefäßplexus auflöste.

Prosimii. Ein *Lemur varius* besaß als Andeutung einer Zisterne drei untereinander anastomosierende Erweiterungen des Ductus thoracicus. Bei einem anderen Exemplar bestand die Zisterne aus zwei Erweiterungen; die größere linke nahm außer dem Truncus lumbalis sinister auch den Truncus intestinalis auf. Ein Exemplar von *Cercopithecus sabaeus* hatte eine einfache, links zur Aorta gelagerte Zisterne.

Primaten. Bei einigen *Macacus sinicus* war die Zisterne in drei untereinander anastomosierende Erweiterungen zerlegt. Bei einem anderen Exemplar bestand die Zisterne aus zwei Erweiterungen; die größere linke nahm außer dem Truncus lumbalis sinister auch den Truncus intestinalis auf. Ein Exemplar von *Cercopithecus sabaeus* hatte eine einfache, links zur Aorta gelagerte Zisterne.

Der Ductus thoracicus zeigt so viele Variationen, daß sich kaum eine allgemein gültige Beschreibung geben läßt. Im allgemeinen kann man an ihm einen im postkardialen Abschnitt der Brusthöhle gelegenen rechten und einen im präkardialen Abschnitt der Brusthöhle gelegenen linken Teil unterscheiden. Der postkardiale Abschnitt liegt im allgemeinen rechts und dorsal an der Aorta thoracica, lateral von den Interkostalararterien und ventral von der V. azygos dextra, entspringt aus dem kranialen Ende der Lendenzisterne, tritt an der Grenze vom kranialen zum mittleren Drittel der Brustwirbelsäule auf die linke Seite und geht in den linken (präkardialen) Teil über. Bei vielen Arten (z. B. Rind und Schwein) entspringt er nur mit einem Stamm aus der Zisterne, erscheint mithin als deren direkte Fortsetzung und ist oft nicht scharf gegen die Zisterne abgegrenzt; bei anderen Arten ist der Ursprung des Duktus aus der Zisterne doppelt, selbst dreifach geteilt. Bei einfachem Ursprung kann sich der Duktus im weiteren Verlauf teilen, d. h. einen rechts und dorsal und einen links und dorsal an der Aorta thoracica verlaufenden Stamm bilden, die dorsal von der Aorta durch m. o. w. zahlreiche Queräste verbunden sein können, so daß Inselbildungen und selbst Netzbildungen entstehen können (z. B. oft bei Hund und Mensch); nach dem präkardialen Teil hin fließen beide Stämme wieder zu einem Stamm zusammen. Bei doppeltem und dreifachem Ursprung aus der Lendenzisterne oder den Lendenzisternen (s. oben) können die einzelnen Teile m. o. w. weit (manchmal fast bis zum Ende des Duktus) getrennt bleiben, so daß der Duktus dann doppelt, selbst dreifach erscheinen kann; es stehen dann aber immer die einzelnen Duktus durch Quer- und Schrägäste miteinander in Verbindung und vereinigen sich miteinander vor dem Ende des Duktus.

Der linke (präkardiale) Teil des Duktus läuft meist mit schwacher S-förmiger Krümmung in der präkardialen Mittelfellspalte zwischen der Luft- und Speiseröhre einerseits und den großen arteriellen Gefäßen der präkardialen Mittelfellspalte andererseits schräg kranioventral und mündet im Brusteingang oder etwas kranial von ihm in das Venensystem (kraniales Ende der V. cava cranialis oder Anfang der linken V. jugularis oder V. brachiocephalica oder V. anonyma). Auch im linken Teil des Duktus kommen Teilungen des Duktus, Anastomoseninselbildungen vor, jedoch seltener als im rechten Teile. Bei den

meisten Tierarten ist das Endstück des Ductus thoracicus an der Mündung ampullenartig erweitert; es kann sich an der Mündung selbst aber auch wieder verengern; das Endstück des Ductus thoracicus kann aber auch in zwei, selbst drei Äste geteilt sein, die getrennt in das Venensystem einmünden.

Daß das Ende des Ductus thoracicus plexusartig mit den Lymphstämmen des Halses und der Achselhöhle in Verbindung steht, wie Pensa (152) für *Canis vulpes* angibt (s. S. 836), haben wir bei den von uns untersuchten Tierarten Pferd, Rind, Schwein, Hund nicht beobachtet; wir haben nur gefunden, daß meist in das Ende des Duktus der linke Halslymphstamm (Truncus trachealis sinister) in variabler Weise einmündet und daß auch das Vas efferens der Lnn. axillares als Endlymphgefäß der Schultergliedmaße in den Duktus einmünden kann.

An der Einmündung des Ductus thoracicus oder seiner Äste finden sich ein bis zwei Klappen, die oft aber nicht vollkommen schließen. Sie verhindern ein Übertreten des Blutes aus der Vene in den Milchbrustgang oder erschweren es mindestens.

Beide Teile des Ductus thoracicus können im übrigen unregelmäßig weit sein, d. h. Einschnürungen und Ausbuchtungen zeigen; in ihnen befinden sich Klappen, die nach Zahl und Anordnung aber innerhalb weiter Grenzen schwanken (beim Pferde findet man z. B. im Durchschnitt 10—15 teils einfache, teils paarige Klappen). Die Klappen sind i. d. R. zahlreicher im Anfangs- und Endteil des Duktus als in seinem mittleren Teile.

Im einzelnen seien folgende Befunde erwähnt:

Beim Menschen hat nach Rauber-Kopsch (121) der Ductus thoracicus eine Länge von 38—45 cm und erstreckt sich i. d. R. vom 2. Lendenwirbel bis zum 6. Halswirbel. Er entsteht vorzugsweise aus der Vereinigung des Truncus lymphaticus lumbalis dexter und sinister und des unpaaren Eingeweidestammes, Truncus lymphaticus intestinalis, und bildet nur selten eine ausgesprochene Lendenzisterne (s. oben). Er liegt anfangs an der rechten hinteren Seite der Aorta, zwischen Aorta und V. azygos. In Höhe des 3. Brustwirbels verläßt er den Aortenbogen und tritt auf die linke Seite der Speiseröhre, zwischen diese und die Pleura, steigt bis zum 7. Halswirbel auf zur V. jugularis communis und mündet oft in Form von mehreren Ästen in den Winkel ein, welcher durch die Vereinigung dieses Gefäßes mit der V. subclavia gebildet wird.

Bei Pferd, Rind, Schwein und Hund liegt nach unseren Untersuchungen der rechte, postkardiale Teil des Ductus thoracicus rechts und dorsal an der Aorta thoracica und ventral von der V. azygos dextra; er tritt am 5. bis 6. Brustwirbel auf die linke Seite. Beim Rind und Schwein entspringt er mit einem Stamm aus der Zisterne, erscheint mithin als deren direkte Fortsetzung, während beim Pferd doppelte, beim Hund sogar dreifache Ursprungsstämme vorkommen können. Bei einfachem Ursprung kann sich der Ductus thoracicus beim Pferd, Rind und Hund (beim Schwein von uns nicht beobachtet) im weiteren Verlauf teilen, d. h. einen rechts und dorsal und einen links und dorsal an der Aorta verlaufenden Stamm bilden, die dann durch querverlaufende Äste reichlich anastomosieren können; besonders gilt dies für den Hund. Der im linken präkardialen Brustabschnitt gelegene Endteil des Ductus thoracicus läuft mit schwacher S-förmiger Krümmung in der präkardialen Mittelfellspalte zwischen der Speiseröhre einerseits und der A. subclavia sinistra andererseits schräg kranioventral und mündet am kranialen Rande der linken 1. Rippe entweder in das Ende der V. cava cranialis an der Stelle, wo diese die beiden Jugularvenen abspaltet oder etwas weiter herzwärts in die V. cava cranialis oder etwas weiter kopfwärts in die V. jugularis sinistra. Auch in diesem Abschnitt kommen Teilungen des Ductus thoracicus und Anastomosenbildungen vor, jedoch seltener als im Anfangsteil; besonders häufig und mit den verschiedensten Variationen werden sie wieder beim Hund beobachtet.

Meist ist das Endstück des Ductus thoracicus beim Pferd, Rind und Hund an der Mündung ampullenartig erweitert; es kann sich an der Mündung

selbst aber auch wieder verengern. Bisweilen ist auch das Endstück des Milchbrustganges in zwei Äste geteilt, die dicht nebeneinander in die Vene münden.

Der Hauptstamm ist beim Pferd und Rind durchschnittlich 7—10 mm weit; es kann jedoch seine Weite schwanken; meist sind engere und weitere Stellen vorhanden. Es finden sich in ihm bei allen Tieren Klappen. An der Stelle, an der der Ductus thoracicus in die Vene mündet, finden sich eine, mitunter zwei Klappen, die ein Übertreten des Blutes aus der Vene in den Milchbrustgang verhindern oder erschweren.

Am eingehendsten hat die Verhältnisse des Ductus thoracicus Pensa (152) untersucht. Er macht, abgesehen von den bereits erwähnten Tierarten, folgende Angaben:

**Rodentia.** Bei der weißen Ratte geht der Ductus thoracicus aus dem kranialen, spitz ausgezogenen Ende der Lendenzisterne hervor, hält sich zunächst an der linken Seite der Aorta, tritt dann in Höhe des 9.—11. Thorakalwirbels dorsal auf der Aorta vorüber auf deren rechte Seite, kreuzt in Höhe des Aortenbogens den Ösophagus dorsal und gelangt an der Carotis sinistra entlang zur Einmündung in die linke V. anonyma. Gelegentlich findet sich Verdoppelung des Duktus in verschiedener Ausdehnung, selbst bis kurz vor die Mündung. Manchmal endet in solchem Falle der linke Duktus früher oder später blind. Bei *Sciurus europæus* geht von jeder der drei Zisternen ein Lymphkanal kranial; der rechte, stärkere, nahm nach kurzem Verlauf den medianen und in Höhe des 8. Brustwirbels auch den linken auf. Einmal fand sich auch vollständige Verdoppelung des Duktus bis nahe an die V. anonyma. Bei *Sciurus avellanarius* verläuft der Duktus rechts an der Aorta entlang. Bei einem Exemplar von *Myoxus glis* setzte sich jede der beiden Lendenzisternen in einen Duktus fort. Die Vereinigung erfolgte in der Höhe des Arcus aortae. Mündung in linke V. anonyma, dorsal zur Aorta. Bei *Lepus cuniculus* begleitet der Ductus thoracicus die Aorta zunächst links, dann rechts, um in Höhe des Arcus aortae wieder nach links zu biegen und in die V. anonyma oder V. jugularis zu münden. Neben einem Falle vollständiger Verdoppelung des Duktus mit symmetrischem Verlaufe zur Aorta kamen öfter teilweise Verdoppelungen mit m. o. w. starker Queranastomosenbildung zur Beobachtung. Bei *Cavia cobaya* hält sich der Duktus links neben der Aorta und mündet in die linke V. anonyma. Manchmal findet sich in wechselnder Länge ein schwächerer, rechts von der Aorta verlaufender Duktus. Bei *Artomys marmotta* verläuft der Duktus bis zur Höhe des Arcus aortae rechts; er mündet in die linke V. anonyma.

**Insectivora.** Bei *Erinaceus europ.* bleibt der Duktus zunächst rechts von der Aorta, wendet sich dann in Höhe des Aortenbogens unter leichter Anschwellung nach links und mündet in die linke V. anonyma. Einmal war das Endstück doppelt; der eine Ast ging in die V. anonyma, der andere in die V. jugularis int. Verdoppelung des Duktus streckenweise häufig, einmal auch bis vor die Mündung. In solchen Fällen hie und da Queranastomosen. Bei *Talpa europ.* ist der Duktus gewöhnlich doppelt, zu beiden Seiten der Aorta. Mündung einfach in die linke V. anonyma.

**Carnivora.** Bei *Mustela foina* läuft der Duktus rechts an der Aorta; er mündet in die linke V. anonyma. Häufig bildet der Duktus Ringmaschen um die einzelnen Interkostalarterien und zeigt streckenweise Verdoppelung mit Queranastomosenbildung.

Bei *Canis vulpes* ist der Duktus meist doppelt; doch ist der rechte augenscheinlich das Hauptgefäß. In Höhe des 5.—7. Brustwirbels vereinigen sich beide Gänge und münden links im Winkel zwischen V. jugularis interna und V. subclavia. Das Endstück des Duktus steht plexusartig mit den Lymphstämmen des Halses und der Achselhöhle in Verbindung; aus dem Plexus können mehrere Gänge in die V. anonyma, V. subclavia oder V. jugularis int. münden. Bei der Katze gehen aus der Lendenzisterne zumeist zwei Duktus hervor, die die Aorta beiderseits begleiten; daneben findet sich auch nur streckenweise Verdoppelung, wobei das einfache Kanalstück bald rechts, bald links zur Aorta verläuft. Die Ringbildung um die Interkostalarterien ist oft reichlich. Der Duktus mündet in die linke V. anonyma; vorher teilt er sich manchmal in zwei oder mehr Äste, die sich wieder vereinigen oder auch getrennt münden. Einmal gingen von fünf solchen Endästen drei in die V. anonyma, einer in die V. subclavia und einer in die V. jugularis int.<sup>1)</sup> Bei *Meles taxus* ist der Duktus entweder völlig verdoppelt oder neben einem rechts verlaufenden Duktus bestehen streckenweise Verdoppelungen. Stets reichliche Queranastomosen. Der Duktus mündet in die V. anonyma sin., in die V. subclavia oder in die V. jugularis int.

Bei *Lutra vulgaris* ist der Duktus selten einfach und verläuft dann rechts an der Aorta. Verdoppelungen trifft man von kleinen Andeutungen ab bis zur Vollständigkeit, dabei reichlich Queranastomosen. Der Duktus mündet nach ampullenartiger Anschwellung, in die sich die Hals- und Achsellymphgefäße ergießen, in die linke V. anonyma.

<sup>1)</sup> Nach Reighard und Jennings (162) liegt der Ductus thoracicus der Katze sinistrodorsal an der Aorta. Nach unseren Untersuchungen ging der Ductus thoracicus in sechs Fällen einheitlich aus der Lendenzisterne hervor und lag stets am rechten dorsalen Rande der Aorta; er fiel durch reiche Netzbildung auf, durch die auf kürzere Strecken ein am linken dorsalen Rande der Aorta gelegener Ductus thoracicus vorgetauscht wurde.

**Prosimii.** Bei *Lemur varius* setzt der Truncus lumbalis sin. links neben der Aorta sich kranialwärts in einen Duktus fort; in Höhe des 8. Brustwirbels vereinigte sich dieser mit einem zweiten Duktus, der aus der Zisterne hervorgegangen war. Dieser blieb rechts von der Aorta, zerfiel zwischen 6. und 4. Brustwirbel in zwei mehrfach anastomosierende Parallelgänge und mündete schließlich einfach in die linke V. anonyma.

**Primates.** Bei einem *Macacus sinicus* war die Zisterne in drei untereinander anastomosierende Erweiterungen zwischen den Zwerchfellschenkeln zerlegt (s. oben); daraus gingen zwei Duktus hervor, von denen der stärkere linke den rechten in Höhe des 5. Brustwirbels aufnahm. Das einfache Endstück mündete in den Winkel zwischen Jugularis int. und Subclavia sin. Ein Exemplar von *Cercopithecus sabaeus* hatte zwei Duktus; diese vereinigten sich aber bald zu einem links an der Aorta verlaufenden Duktus, der nach ampullenartiger Erweiterung in die linke V. anonyma mündete.

Bei einem anderen Exemplar begleitete auf jeder Seite ein Ductus thoracicus die Aorta und mündete in die V. anonyma seiner Seite. Der linke Duktus war der stärkere.

Die Angaben von Wiedersheim (204), daß bei *Macropus*, *Phoca*, Rind und Pferd die paarige Anlage des Ductus thoracicus zeit lebens persistiert, können wir zum mindesten für Rind und Pferd nicht bestätigen.

Die verschiedenen Formen, unter denen der Ductus thoracicus auftritt, lassen sich nach Pensa im wesentlichen von einer Grundform ableiten, wie sie bei den Vögeln als Typus besteht. Bei diesen sind zwei symmetrisch rechts und links die Aorta begleitende Duktus vorhanden und durch Queranastomosen (ventral und dorsal zur Aorta) verbunden. Kranial mündet jeder in die Anonyma seiner Körperhälfte. Es fehlt jedoch noch der Nachweis, daß in der Ontogenese der Säuger diese Grundform in einem bestimmten Stadium vorhanden ist. Auch die verhältnismäßig große Konstanz im Verhalten der Terminalportion des Duktus bedarf noch der Aufklärung.

Bei manchen Tierarten (z. B. den Einhufern) erscheint der Ductus thoracicus oft rosa gefärbt; das dürfte aber nicht auf eine Insuffizienz seiner Klappen an der Mündung in das Venensystem, sondern auf eine hämatopoetische Funktion mancher Lymphknoten zurückzuführen sein [Chauveau, Arloing et Lesbre (43)].

2. Der *Truncus lymphaticus dexter* ist bedeutend schwächer und kürzer als der Ductus thoracicus, liegt rechts am Ende des Halsteiles der Luftröhre, nimmt die L. der rechten Hälfte des Kopfes und Halses, die L. der rechten Schultergliedmaße und einen kleinen Teil der L. der rechten Hälfte der Brust auf. Er entsteht als Stamm aus der Vereinigung der Vasa efferentia der Lnn. cervicales superficiales dextri, der Lnn. cervicales caudales dextri, der rechtsseitigen Lnn. mediastinales craniales und bei manchen Arten auch der Lnn. axillares und bei vielen Tierarten des Ductus trachealis dexter oder eines Truncus bronchiomediastinalis dexter; er ist selbst bei großen Tierarten nur 1—10 cm lang und mündet dem Ductus thoracicus gegenüber in die V. cava cranialis oder die rechte V. jugularis bzw. V. subclavia dextra. Bei manchen Tierarten (z. B. Schwein und Hund) erscheint er als das erweiterte Ende des Truncus trachealis dexter. An der Einmündung befindet sich ein Klappenpaar. Nicht selten steht er durch Queräste mit dem Ductus thoracicus in Verbindung oder mündet in ihn ein.

3. An der linken und rechten Seite des Halsteiles der Luftröhre steigt vom Kopfe aus ein *Truncus trachealis sinister* (Abb. 613, k, k) und *dexter* herab. Sie sind die Sammelstämme der L. des Kopfes und Halses. Der linke mündet in das Ende des Ductus thoracicus oder in das Venensystem (V. cava cranialis oder V. subclavia sinistra oder V. jugularis) oder in die Lnn. cervicales caudales, der rechte entweder in den Truncus lymphaticus dexter oder in die Lnn. cervicales caudales; es kommen aber sowohl für die Einmündung der Trunci tracheales als auch deren Form (einfach, geteilt, Inseln bildend usw.) große Verschiedenheiten vor. Bei manchen Tierarten erscheint der Truncus lymphaticus dexter als das erweiterte Endstück des Truncus trachealis dexter (s. oben).

4. Von den in die Lendenzisterne einmündenden starken Lymphgefäßstämmen (s. oben) ist der *Truncus lumbalis* der Sammelstamm der L. aus dem Becken und den Beckengliedmaßen, der Bauchwand und den Beckenorganen; er verläuft an der Aorta abdominalis und der V. cava caudalis, ist meist doppelt (*Truncus lymphaticus lumbalis dexter* und *sinister*), selbst dreifach mit zahlreichen Variationen und mündet in das kaudale Ende der Lendenzisterne.

Der Eingeweidestamm, *Truncus intestinalis* (s. oben), ist der Sammelstamm der L. von Magen, Milz, Pankreas, Dünndarm und dem größten Teile des Dickdarmes und bildet einen starken Lymphgefäßstamm, der an der A. mesenterica cranialis zur Lendenzisterne aufsteigt; bei zahlreichen Tierarten entsteht er aus der Vereinigung eines *Truncus coeliacus* und eines *Truncus mesentericus* (Abb. 620, 7), die auch getrennt in die Lendenzisterne einmünden können. Er zeigt im übrigen auch bei den einzelnen Tierarten zahlreiche Variationen. Sind beide Stämme getrennt, dann ist der die A. coeliaca begleitende *Truncus coeliacus* im allgemeinen der Sammelstamm der L. der von der A. coeliaca versorgten Teile und der die A. mesenterica cranialis begleitende *Truncus mesentericus* der Sammelstamm der L. der von der A. mesenterica cranialis versorgten Teile.

### Schrifttum.

1. Alagna (Anat. Anz. 47. 1914). — 2. Albrecht (Mschr. Geburtsh. 23. 1906). — 3. Alfejew (Fol. haemat. 30. 1924). — 4. Aschoff (Erg. inn. Med. 26. 1924). — 5. Derselbe (Aschoffs Vortr. Path. Jena 1925). — 6. Derselbe (Beih. Med. Klin. 22. 1926). — 6a. Asellius G., De lactibus sive lacteis venis Quarto Vas. Mes. gen. nov. etc. in: Mediolani, apud Jo. Baptistam Bidellium 1627. — 7. Askanazy (Münch. med. Wschr. 51. 1904). — 8. Asverus (Verh. Leop.-Car. Ak. 29. 1861). — 9. Barnes, The tonsils. London 1923. — 10. Bartel (Wien. klin. Wschr. 20. 1907). — 11. Bartels, D. Lymphgefäßsystem. Jena 1909. — 12. Bartel u. Stein (A. Anat. u. Physiol. anat. Abt. 1905). — 13. Dieselben (A. Anat. u. Physiol. anat. Abt. 1906). — 14. Baum (Zschr. Infkr. parasit. Kr. u. Hyg. d. Haust. 9. 1910). — 15. Derselbe (Ellenbergers Hdb. vergl. mikr. Anat. d. Haust. II. 1. Af. Berlin 1911). — 16. Derselbe (Anat. Anz. 39. 1911). — 17. Derselbe (Zschr. Infkr. parasit. Kr. u. Hyg. d. Haust. 9. 1911). — 18. Derselbe, D. Lymphgefäßsystem d. Rindes. Berlin 1912. — 19. Derselbe (Zschr. Infkr. parasit. Kr. u. Hyg. d. Haust. 12. 1912). — 20. Derselbe (Anat. Anz. 49. 1916). — 21. Derselbe, D. Lymphgefäßsystem d. Hundes. Berlin 1918. — 21a. Derselbe (Erg.-H. Anat. Anz. 55. 1922). — 22. Derselbe (Anat. Anz. 57. 1923). — 23. Derselbe (Zschr. Fleisch- u. Milchhyg. 36. 1925). — 23a. Derselbe (Zschr. ges. Anat. I. 76. 1925). — 24. Derselbe (D. Zschr. Chir. 195. 1926). — 25. Derselbe (Anat. Anz. 61. 1926). — 26. Derselbe (Anat. Anz. 63. 1927). — 27. Derselbe (Berl. tierärztl. Wschr. 43. 1927). — 28. Derselbe, D. Lymphgefäßsystem d. Pferdes. Berlin 1928. — 29. Derselbe (Hdb. biol. Arb. meth. v. Abderh. VII. Berlin-Wien 1928). — 30. Derselbe (Berl. tierärztl. Wschr. 46. 1930). — 31. Baum-Kihara (Zschr. mikr. anat. Forsch. 18. 1929). — 32. Baum-Trautmann (Anat. Anz. 60. 1925/26). — 33. Bernheim (Bull. Histol. appl. 1. 1924). — 34. Bickel (Virch. A. 97. 1884). — 35. Boda, Kunossy Grafikal Muintezet Rt. Nyomasa 1929. — 36. Braus, Anat. d. Menschen. II. 1. Af. Berlin 1924. — 37. Broman, D. Entwicklung d. Menschen v. d. Geburt. München 1927. — 38. Bunting (J. Anat. u. Physiol. 39. 1905). — 39. Busch (Virch. A. 180. 1905). — 40. Buschmakin (Anat. Anz. 41. 1912). — 41. Carlens (Ak. Abh. Lund 1928). — 42. Carleton u. Florey (Proc. Soc. London 102. 1927). — 43. Chauveau, Arloing et Lesbre, Précis d'Anat. comp. d. animaux dom. Paris 1923. — 44. Chiari (Verh. d. path. Ges. 15. 1912). — 45. Clara (Zschr. mikr. anat. Forsch. 6. 1926). — 46. Davison (Anat. Anz. 62. 1926/27). — 47. Delamare, Les lymphatiques. Anat. générale. Traité d'anat. hum. Paris 1909. — 48. Dietrich (Verh. d. path. Ges. 19. Göttingen 1923). — 49. Digby (Lancet 205. 1923). — 50. Dobrowolski (Beitr. path. Anat. 16. 1894). — 51. Downey u. Weidenreich (A. mikr. Anat. 80. 1912). — 52. Ebner (Koellikers Hdb. Geweb. III. Leipzig 1902). — 53. Edelmann (Lhb. Fleischhyg. 5. Af. Jena 1923). — 54. Ellenberger (A. Physiol. 1906). — 55. Derselbe (Ellenbergers Hdb. vergl. mikr. Anat. d. Haust. III. 1. Af. Berlin 1911). — 56. Ellenberger u. Baum (Hdb. vergl. Anat. d. Haust. 16. Af. Berlin 1926). — 57. Ellenberger u. Illing (Ellenbergers Hdb. vergl. mikr. Anat. d. Haust. III. 1. Af. Berlin 1911). — 58. Engelmann, Unters. über d. elast. Fasern d. Lymphkn. v. Pferd, Rind, Schwein u. Hund u. über d. an ihnen abld. Altersveränd. Diss. Leipzig 1907. — 59. Fahr (Verh. d. path. Ges. 19. Göttingen 1923). — 60. Derselbe (Virch. A. 246. 1923). — 61. Firlieiwitsch (Zschr. Biol. 47. 1906). — 62. Flemming (A. mikr. Anat. 24. 1885). — 63. Derselbe (A. mikr. Anat. 24. 1885). — 64. Fleury (A. Anat. micr. 5. 1902). — 65. Fröbisch, Beitr. z. vergl. Histol. d. Gaumensegels d. Haussäuget. Diss. Leipzig 1912. — 66. Fürtner (Jenaisch. Zschr. Natwiss. 50. 1913). — 67. Görke (A. Laryng. 16. 1904). — 68. Goldkuhl (Zschr. mikr. anat. Forsch. 8. 1927). — 69. Gossmann (Virch. A. 272. 1929). — 70. Gussenbauer (Prag. Zschr. Hk. 2. 1881). — 71. Gutt, C. Lymphfolld. i. d. menschl. Tube. Diss. Basel 1914. — 72. Hamazaki (Fol. Anat. Japan. 4. 1926). — 73. Hammar (A. mikr. Anat. 61. 1902). — 74. Hammerschlag (Virch. A. 194. 1908). — 75. Heiberg (Virch. A. 240. 1922). — 76. Derselbe (Virch. A. 253. 1924). — 77. Derselbe (Acta oto-laryng. [Stockh.] 6. 1924). — 78. Derselbe (Acta oto-laryng. [Stockh.] 7. 1924). — 79. Derselbe (Anat. Anz. 59. 1924/25). — 80. Derselbe (Zschr. Hals-, Nasen- u. Ohrenhk. 11. 1925). — 81. Derselbe (Acta med. scandinav. 65. 1927). — 82. Heilmann (Virch. A. 259. 1926). — 83. Heineke u. Perthes (Lehrb. Strahlenther. Berlin u. Wien. I. 1925). — 84. Heller (D. A. klin. Med. 55. 1895). — 85. Hellman

- (Upsala Läk. för. Förh. Suppl. 19. 1914). — 86. Derselbe (Upsala Läk. för. Förh. 24. 1918). — 87. Derselbe (Upsala Läk. för. Förh. 24. 1919). — 89. Derselbe (Beitr. path. Anat. 68. 1921). — 90. Derselbe (Zschr. Konstit.-Lehre. 8. 1926). — 91. Derselbe (Zschr. Konstit.-Lehre. 12. 1926). — 92. Derselbe (v. Möllendorfs Hdb. mikr. Anat. d. Mensch. V. Berlin 1927). — 93. Derselbe (v. Möllendorfs Hdb. mikr. Anat. d. Mensch. VI. Berlin 1930). — 94. Hett (Brit. med. J. 1913). — 95. Derselbe (Verh. Anat. Ges. Kiel. 1927). — 96. Heudorfer (Zschr. Anat. 61. 1921). — 97. Hille, Unters. über d. Vorkommen d. Keimzentr. i. d. Lymphkn. v. Rind, Schwein, Pferd u. über d. Einfluß d. Lebensalters a. d. Keimzentr. Diss. Leipzig 1908. — 98. Huber, D. Ductus thoracic. v. Pferd, Rind, Hund u. Schwein. Diss. Dresden 1909. — 99. Illing (A. wiss. u. prakt. Tierhk. 29. 1903). — 100. Derselbe (Morph. Jb. 40. 1910). — 101. Iwanow (Zschr. ges. exp. Med. III u. IV. 64. 1929). — 102. Jänicke, Vergl. Größen- u. Gewichtsbestg. versch. Organlymphkn. v. Rind, Kalb, Schaf u. Schwein. Diss. Zürich 1911. — 103. Job (Anat. Rec. 9. 1910). — 104. Derselbe (Amer. J. Anat. 31. 1922). — 105. Jolly (C. r. Soc. Anat. 10. 1908). — 106. Derselbe (C. r. Soc. Biol. 66. 1909). — 107. Derselbe (C. r. Soc. Biol. 67. 1909). — 108. Derselbe (C. r. Soc. Anat. 11. 1909). — 109. Derselbe (A. Anat. micr. 11. 1909/10). — 110. Derselbe (C. r. Soc. Biol. 70. 1913). — 111. Derselbe (C. r. Soc. Biol. 76. 1914). — 112. Derselbe, Traité techn. d'Hém., Morph., Histogén., Histophysiol., Histopath. Paris 1923. — 113. Jordan u. Looper (Anat. Rec. 35. 1927 u. Amer. J. Anat. 39. 1927). — 114. Kämpfe, Vergl. anat. u. histol. Unters. über Tuba auditiva d. Haust. u. Luftsack d. Pferdes. Diss. Zürich 1909. — 115. Kampmeier (Anat. Rec. 35. 1927). — 116. Keller, Om Haemolymphglandler. En anatomisk Studie. Kopenhagen 1922. — 117. Keye (Zbl. Path. 34. 1923). — 118. Killian (Morph. Jb. 14. 1888). — 119. Kling (A. mikr. Anat. 63. 1904). — 120. Kohn (Med. Klin. 21. 1925). — 121. Kopsch (Rauberk-Kopschs Lehrb. u. Atlas Anat. d. Mensch. Leipzig. 12. Af. 1922). — 122. Kozumi (Tr. japan. pathol. Soc. 14. 1924). — 123. Krause (Anat. d. Kaninchens. Leipzig 1884). — 124. Derselbe (Mikr. Anat. d. Wirbelt. Berlin-Leipzig 1921/23). — 125. Krehan, Verteilg. u. Anordng. d. zytoblast. Gewebes i. d. Choanengegend b. Schwein, Kalb, Rind, Pferd. Diss. Leipzig 1921. — 126. Krehl-Marchand (Hdb. allgem. Path. IV. Leipzig 1924). — 126a. Kytmanof (Anat. Anz. 19. 1901). — 127. Latta (Amer. J. Anat. 29. 1921). — 128. Derselbe (Anat. Rec. 24. 1922). — 129. Lawrentjew (Anat. Anz. 60. 1926). — 130. Derselbe (Anat. Anz. 63. 1927). — 131. Lefholz (Amer. J. Anat. 32. 1923). — 132. Lindt (Cspbl. schweiz. Arzt. 1907). — 133. Ludwig-Schweiger-Seidel, Ber. Verh. Sachs. Ges. Wiss. Leipzig. 18. 1866. — 134. Dieselben, D. Lymphgef. d. Fasc. u. Sehne. Leipzig 1872. — 135. Maximow (v. Möllendorfs Hdb. mikr. Anat. d. Mensch. II. Berlin 1927). — 136. May, Vergl. anat. Unters. d. Lymphfollikelapp. d. Darmes d. Haussäuget. Diss. Gießen 1903. — 137. Mayer u. Furuta (Virch. A. 253. 1924). — 138. Merzdorf, Unters. über d. makr.-anat. Verh. d. Lymphkn. d. Hundes u. über d. Einfluß d. Lebensalters a. d. relative Gewicht d. Lymphkn. Diss. Dresden 1911. — 139. Meyer (Surg. Obst. etc. 4. 1907). — 140. Mladenowitsch, Vergl. anat. u. histol. Unters. u. d. Regio analis u. d. Rectum d. Haussäuget. Diss. Leipzig 1907. — 141. Mollier (Sitzber. Ges. Morph. u. Physiol. München. 29. 1914). — 142. Most, Biblioth. med. Abt. Path. XXI. Stuttgart 1908. — 143. Derselbe, (Küttners Neue d. Chir. Stuttgart 1917). — 144. Muthmann (Anat. H. 48. 1913). — 145. Nakahara u. Murphy (Anat. Rec. 22. 1921). — 146. Nordmann (Virch. A. 267. 1928). — 147. Nuhn (Lehrb. vergl. Anat. I. Heidelberg 1878). — 148. Oehme (Bethe, etc. Hdb. norm. u. pathol. Physiol. VI. Berlin 1928). — 149. Oeller (Bethe, etc. Hdb. norm. u. pathol. Physiol. VI. Berlin 1928). — 150. Oepel (Lehrb. vergl. mikr. Anat. d. Wirbelt. II. Jena 1897). — 151. Orsós (Beitr. path. Anat. 78. 1926). — 151a. Panizza B., Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia 1830. — 152. Pensa (Ric. Lab. di Anat. norm. Univ. Roma ed altri Lab. Biol. I. 14. 1908). — 153. Derselbe (Anat. Anz. 34. 1909). — 155. Petit (Rev. vet. 80. 1928). — 156. Petri (Virch. A. 258. 1925). — 157. Piffel (Med. Klin. 9. 1913). — 158. Rawitz (A. mikr. Anat. 45. 1895). — 159. v. Recklinghausen (Strickers Hdb. Lehre v. d. Geweben d. Mensch. u. d. Tiere. Leipzig 1871). — 160. Derselbe (Hdb. allg. Path. d. Kreislaufs. Stuttgart 1883). — 161. Reddingius (Verh. D. path. Ges. 15. 1912). — 162. Reighard u. Jennings (Anat. of the Cat. New York 1901). — 163. Renn (Ziegl. Beitr. 53. 1912). — 164. Ribbert (Med. Klin. 3. 1907). — 165. Richter (A. mikr. Anat. 60. 1902). — 166. Rössle (Erg. Path. 20. 1923). — 166a. Rössle u. Yoshida (Erg. Path. 20. 1923). — 167. Rotter (Virch. A. 260. 1927). — 167a. Sappay, Description et iconographie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés. Paris 1885. — 168. Schauder (Martins Lehrb. Anat. d. Haust. IV. 2. Af. Stuttgart 1923). — 169. Schick (A. Gyn. 17. 1905). — 170. Schlemmer (Mschr. Ohrenhk. 55. 1921). — 171. Derselbe (Wien. klin. Wschr. 35. 1922). — 172. Derselbe (Zschr. Hals-, Ohrenhk. 4. 1923). — 173. Schmidt (Zschr. wiss. Zool. 8. 1863). — 174. Schulze (Verh. physik.-med. Ges. Würzburg. 49. 1925). — 175. Derselbe (Zschr. Anat. 76. 1925). — 176. v. Schumacher (A. mikr. Anat. 48. 1897). — 177. Derselbe (A. mikr. Anat. 49. 1897). — 178. Derselbe (Denker u. Kablers Hdb. Hals-, Nasen- u. Ohrenhk. I. Berlin-München 1925). — 179. Schumann, Histol. d. Enddarmes d. Haussäuget. Diss. Zürich 1908. — 180. Schwanen (Frankf. Zschr. Path. 37. 1929). — 181. Segerstad, Beitr. z. Histol. d. Lymphkn. d. Elefant. Diss. Leipzig 1927. — 182. Seifert (A. klin. Chir. 116. 1921). — 183. Serebrjakoff (A. Laryng. 18. 1906). — 184. v. Skramlik (Denker u. Kablers Hdb. Hals-, Nasen- u. Ohrenhk. I. Berlin-München 1925). — 185. Soper (J. exp. Path. 16. 1914). —

185a. Spuler (Anat. Anz. 39. 1911). — 186. Stahr (A. Anat. u. Physiol. 1898). — 187. Sternberg (Henke-Lubarschs Hdb. spez. path. Anat. u. Histol. I. Berlin 1926). — 188. Stheeman (Beitr. path. Anat. 48. 1910). — 189. Teichmann, D. Saugadersystem v. anat. Standpunkt. Leipzig 1861. — 190. v. Teutleben (Zschr. Anat. u. Entwgsch. 2. 1876/77). — 191. Trautmann (Beitr. z. vergl. Histol. d. Dünndarms d. Haussäuget. Diss. Zürich 1907). — 192. Derselbe (Anat. Anz. 60. 1925/26). — 193. Derselbe (Zschr. Anat. 78. 1926). — 194. Uchino (Verh. d. path. Ges. 20. 1925). — 195. Vecchi (Mitt. Grenzgebiet. Med. u. Chir. 23. 1911). — 196. Vialleton (A. d'Anat. micr. 5. 1902/03). — 197. Wätjen (Virch. A. 256. 1925). — 198. Derselbe (Verh. d. path. Ges. Würzburg 1925). — 199. Derselbe (Virch. A. 271. 1929). — 200. Waldapfel (Zschr. Hals-, Nasen- u. Ohrenk. 17. 1927). — 201. Wassilieff (Zschr. Laryng. 16. 1927). — 202. West (Anat. Rec. 28. 1924). — 203. Wetzlar (Med. Klin. 22. 1926). — 204. Wiedersheim (Vergl. Anat. d. Wirbelt. 7. Abt. Jena 1909). — 205. Wutzer C., Einmündg. d. Duct. thorac. i. d. Vena azygos in: Müllers A. 1834.

#### Nachtrag.

Folgende Arbeiten, die beim Abschluß des vorstehenden Artikels noch nicht vorlagen und infolgedessen im Text nicht berücksichtigt worden sind, mögen auf besonderen Wunsch hier noch aufgeführt sein: Enomoto (Folia Anat. Jap. 9. 1930). — Kihara, Unters. üb. d. tiefe Lymphgefäßsystem. 3. u. 4. Mitteilung. — Derselbe, Contributions à l'Anat. du Système lymphatique chez les Vertébrés et chez l'Homme (Japonais) 2. Mitteilung. — Derselbe, Beitr. z. Anat. d. Lymphgefäßsystems d. Wirbeltiere u. d. Menschen (Japaner). 8. Mitteilung. — Shimizu (Folia Anat. Jap. 9. 1931; 10. 1932).

#### γ) Vögel.

(Baum [†]-Trautmann.)

Das Lymphgefäßsystem der Vögel ist dadurch ausgezeichnet, daß phylogenetisch zum ersten Male echte Lymphknoten auftreten, wenn auch nur bei einem Teile der Vögel und stets nur in spärlicher Zahl; die Lymphherzen schwinden im allgemeinen (s. jedoch unten). Die Lymphgefäße<sup>1)</sup> werden selbständig, sind mit Klappen versehen und verhalten sich wie bei den Säugetieren, wenn auch Zahl der L. und Zahl der Klappen viel kleiner sind als bei den Säugetieren. Die L. enden mit zwei an der Aorta verlaufenden Ductus thoracici. Bei denjenigen Vögeln, denen Lymphknoten fehlen, müssen die L. direkt in das Venensystem oder die Ductus thoracici einmünden.

Echte, mit quergestreifter Muskulatur ausgestattete Lymphherzen hat Stannius (35) bei den Vögeln entdeckt. Er beschreibt das Vorhandensein von zwei hinteren, mit den Nieren zusammenhängenden Lymphherzen bei *Struthio camelus*, beim indischen Kasuar, bei der Gans [schon bei Panizza (30) abgebildet], Schwan, Storch, Colymbus; undeutlich sind sie bei Alca. Auch Fürther (12) beschreibt bei der Gans am Ausgange des Beckens, wo die beiden lateralen Beckenvenen (Vv. hypogastricae) durch einen Querast verbunden sind, dicht unter diesen Venenstämmen liegend, zwei zarte bläschenförmige Lymphherzen, in die von verschiedenen Richtungen L. einmünden. Aus jedem Lymphherz geht ein L. hervor, das in das hintere Ende des Lumballymphknotens übergeht und auf seinem Verlaufe wenige kurze Lymphstämmchen aus dem Becken und den Beckengliedmaßen aufnimmt.

Müller (27) macht auch Angaben über die Lymphherzen bei den Anatiden. Nach Müller kommt den Lymphherzen eine gleichmäßige, regelmäßige Pulsation nicht zu; ihre Kontraktionen werden durch Füllung, die einen Dehnungsreiz ausübt, ausgelöst.

Budge (6, 7) und Sala (33) haben gezeigt, daß sich echte, mit quergestreifter Muskulatur versehene Lymphherzen als vorübergehende, nur im Embryonalleben zur Anlage kommende Organe beim Hühnchen finden; sie liegen hier gleichfalls im Winkel zwischen Becken und Steißbein, stehen mit den Vv. hypogastricae und den Vv. coccygeae und mit den von der Allantois kommenden L. in Verbindung, sind vom zehnten Brutungstage an nachweisbar und bilden sich erst nach dem Ausschlüpfen zurück, so daß Spuren von Lymphherzen noch bis zum 30. bis 35. Tage nach dem Ausschlüpfen bestehen.

Bronn (5) erklärt die Lymphherzen, da sie bei vielen Vögeln zeitlebens bestehen bleiben, als in der Klasse der Vögel in Rückbildung begriffene, von den Reptilien ererbte Organe.

Nicht selten werden noch Lymphbläschen erwähnt; das sind offenbar einfache Erweiterungen von L.

#### αα) Die Lymphknoten.

sind besonders durch die Arbeiten von Jolly (17, 19) und Fürther (12) untersucht; der letztere gibt auch ein recht gutes Literaturverzeichnis, auf das verwiesen sei. Nach Jolly (17, 19) und Fürther (12) finden sich Lymphknoten wahrscheinlich nur bei den meisten Arten der Wasser-, Sumpf- und Strand-

<sup>1)</sup> Im nachfolgenden Artikel sind die Worte „Lymphgefäß“ und „Lymphgefäße“ stets abgekürzt in „L.“

vögel, und zwar treten zwei Paare, Halslymphknoten, *Lymphonodi cervicothoracales*, und Lendenlymphknoten, *Lymphonodi lumbales*, auf.

a) Die Halslymphknoten (Abb. 621, 19) stellen jederseits eine Erweiterung des Vas lymphaceum jugulare (s. S. 849) dar bzw. werden von diesem gebildet und liegen am kaudalen Ende des Halses und im Anfangsabschnitt der Leibeshöhle und dem kaudalen Ende der V. jugularis dicht an (in der Nähe der Schilddrüse). Bei der Gans sind sie durchschnittlich 10–15 mm lang und 3 bis 5 mm dick, können aber auch so dünn sein, daß sie kaum als Erweiterung des Vas lymphaceum jugulare erscheinen. Ein Hilus fehlt natürlich. Meist ist jederseits nur ein einziger Knoten vorhanden; bisweilen findet sich noch ein zweiter Knoten, der in der Nähe der Jugularismündung liegt. Sie sind gefunden worden bei Gans, Ente (Hausente, Wildente, Brautente, Baumente, indische Laufente, Knäckente), Schwan, Wasserhuhn, Möven.

Jolly (17 und 19) sagt im einzelnen noch: Die Gestalt der typischen Halslymphdrüsen der Gans ist langgestreckt, spindelförmig, nicht selten wird die Streckung so erheblich, daß die Drüse noch über das kraniale Ende der Thyreoidea hinausreicht und bei der gleichzeitigen Verjüngung nur wie eine Anschwellung im Verlaufe des zervikalen Lymphstammes erscheint. Ist eine zweite Halsdrüse vorhanden, so ist sie von unregelmäßig knolliger Gestalt. Einen selteneren Befund stellt das Zusammenfließen beider Drüsen im Venenwinkel durch eine schmalere Substanzbrücke dar. Ungleiche Ausbildung beider Drüsen ist häufig, vollkommenes Fehlen bei Gans und Ente selten.

b) Die Lendenlymphknoten (Abb. 621, 14; Abbildung 622) liegen in Höhe der Geschlechtsdrüse, dicht unter der Wirbelsäule, zwischen Aorta und medialem

Abb. 621. Gans von der Ventralseite nach der Entfernung der Bauchorgane und Nieren. Nach Fürther (12).

1 Spina ileopubica, 2 Os pubis, 3 Os ischii, 4 Ovarium, 5 Parovarium, 6 Lunge, 7 Schilddrüse und Epithelkörperchen, 8 Oberarm, 9 Coracoid, 10 Trachea, 11 Oesophagus, 12 A. sacralis media, 13 A. ischiadica, 14 Lumbalknoten, 15 A. iliaca ext., 16 Ductus thoracicus sin., 17 V. cava sinistra mit Mündungsstelle der L., 18 V. jugularis sin., 19 Zervikothorakalknoten, 20 Truncus brachiocephalicus sin., 21 N. vagus.

Rande beider Nieren und zwischen den Abgangsstellen der Aa. iliaca externae (Aa. femorales) und Aa. ischiadicae; sie werden jederseits von dem die Aorta abdominalis begleitenden Ductus thoracicus lumbalis (s. S. 847) gebildet. Bei der Gans sind sie durchschnittlich 2,5 cm lang und an der dicksten Stelle 0,5 cm breit (dick). Ein Hilus fehlt natürlich. Die beiden

Lumbalknoten stehen durch Lymphgefäßanastomosen miteinander in Verbindung.

Knotensubstanzbrücken, wie sie Pensa (31) und Jolly (17, 19) angeben, hat Fürther (12) nie gefunden. Vasa afferentia sind die Vasa lymphacea lumbalia (S. 852) sowie die Vasa lymphacea ischiadica (S. 852) und Vasa efferentia die Ductus thoracici thoracales (s. S. 852). In die Lumbalknoten können seitlich die Vasa lymphacea intestinalia einmünden (s. S. 852).

Beim Schwan fand Jolly (17), daß sich vom Lendenlymphknoten noch kleinere drüsige Anschwellungen auf die Vasa lymphacea ischiadica (S. 852) fortsetzen. Der jederseitige Lumbalknoten kann (nach Jolly) auch zweigeteilt sein.

Von mehreren Autoren sind Läppchen der Thymusdrüse irrtümlich für Lymphknoten gehalten und als solche beschrieben worden.

**Bau und Entwicklung der Lymphknoten der Vögel.** Die Lymphknoten des Vogels (S. 843 und 844) sind genauer von Jolly (16), Fürther (12) und Hellman (14) untersucht worden. Sie entwickeln sich an den erwähnten Stellen um die Mitte des Embryonallebens aus L., die aus dem venösen Blutgefäßsystem, und zwar aus den kranialen Hohlvenen und den Beckenvenen hervorgegangen sind. Die Wand des L. wird an der entsprechenden Gegend von dichteren Mesenchymmassen umhüllt, die durch strangartige, sich verzweigende Wucherungen in das Lumen des Gefäßes hineinwachsen und dieses in mehrere Lymphräume zerlegen. Nur die zentralen Partien der L. werden nicht aufgeteilt, sondern bilden den einheitlichen Hauptlymphraum (Zentralsinus), der zunächst den zukünftigen Knoten der Länge nach röhrenförmig durchzieht und mit den peripheren, untereinander anastomosierenden Lymphräumen (Sinusräumen) in Kommunikation steht. Durch Einwanderung von Lymphozyten werden die zu Bindegewebe umgewandelten Mesenchymstränge zu Lymphsträngen.

Die Lymphozyteninfiltration ist in der Umgebung des Hauptlymphraumes besonders stark und gibt hier Anlaß zur Bildung von knotenartigen Gebilden

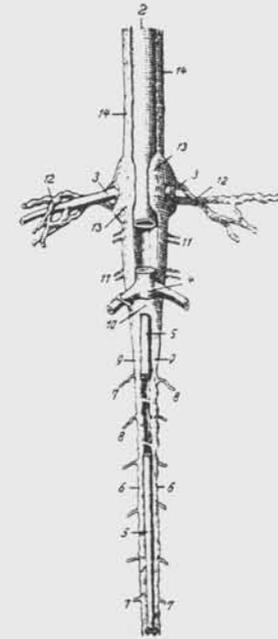


Abb. 622. Lendenlymphknoten der Gans. Aus Panizza (30). Darstellung des Verlaufs zweier Lymphgefäßstämme entlang der A. sacralis media, ihre Teilungen und Nebenverzweigungen, die Bildung des Lymphplexus an der Abgangsstelle der zwei Arteriae iliacae, der Eintritt dieser Gefäße, geteilt und nebenverzweigt, in die zwei Drüsen, der wahre Sitz dieser Drüsen und der Lymphgefäße der Beckengliedmaßen, endlich Teilungen und Unterabteilungen der aus dieser Drüse austretenden Gefäße, die ein feines, plexusförmiges Netz seitlich der Aorta bilden.

1 Aorta, 2 A. femoralis profunda, 3 Aufteilung der Aorta in die zwei Aa. femorales und die A. sacralis media, 4 A. sacralis media, 5 Lymphgefäßstämme seitlich an der A. sacralis media, 6, 6 kleine Lymphgefäßchen aus den inneren und tieferen Teilen des Beckens, jederseits gewöhnlich 6, und ihre Einmündung in die erwähnten Lymphgefäßstämme, 7 Gefäßanastomosen zwischen den beiden genannten Lymphgefäßstämmen, 8 feinste Teilungen der zwei Sakrallymphgefäße, 9 Anastomose des Lymphgefäßplexus am Ursprung der A. sacralis media, 10 kleine tiefe L. des Beckens, die in dem vorgenannten Lymphgefäßplexus enden, 11, 11 L. der Beckengliedmaßen, die hier in zwei Lumbalknoten einmünden, 12, 12 Lumbalknoten, die die A. femoralis umgrenzen, 13, 13 plexusförmige Teilungen und Unterabteilungen der aus den Lymphdrüsen austretenden L., ihr Verlauf seitlich an der Aorta zuerst sich vereinigend und später in den Ductus thoracicus einmündend.

(Follikeln), in denen durch Bindegewebsfasern gut abgegrenzte Sekundärknötchen (Keimzentren) entstehen. Durch das Wachstum der Follikel wird der Hauptlymphraum oft eingeengt und unregelmäßig gestaltet. Die Zellen der Follikel setzen sich im fertigen Zustande (nach zirka 8 Wochen) aus verschiedenen



Abb. 623. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 24 Tage alten Entchens. Vergr. 175. Nach Fürther (12).

in lymphatischen Gewebe zu verzweigen. Eine Kapsel und Trabekel fehlen den Vogellymphknoten (Fürther). Demzufolge liegen Parenchym und Lymphbahnen vollkommen frei an der Nachbarschaft. Von dem beschriebenen Bau treten auch Abweichungen auf [Retterer (32), Jolly (16)].

Offenbar sind die Lymphknoten nicht selbständige Knoten, sondern die Halslymphknoten sind in das Ende der Vasa jugularia (S. 849), die Lendenlymphknoten in die Ductus thoracici lumbales (S. 847) eingelagert oder stellen wahrscheinlich nur modifizierte Teile der Wand dieser L. dar.

Lauth (24), Fleury (11), Pensa (31) und Fürther (12) weisen auf die durch wechselnden Blutgehalt bedingte, verschiedene Färbung der Lymphknoten hin.

Außer den Lymphknoten ist im Körper des Vogels weit verbreitet ungestaltetes lymphoides Gewebe und lymphatisches Gewebe in Gestalt von Einzellymphknötchen mit und ohne Sekundärknötchen vorhanden. Auch Lymphknötchenplatten sowie Tonsillenbildungen sind festgestellt worden. Vor allem enthält der Verdauungsapparat lymphatische Bildungen.

Hier sind die einschlägigen Verhältnisse besonders von Zietzschmann (38) bei Huhn, Ente, Gans, Taube, von Muthmann (28) außer den genannten Tieren noch bei einer größeren Anzahl von Vogelarten studiert worden. Die Propria des Rachendaches, insbesondere aber das Gebiet des Tubentrichters, enthält

großen Lymphozyten und freien, stark phagozytierenden Zellen (Makrophagen, Endothelphagozyten) zusammen. In den Sekundärknötchen trifft man Mitosen, zerfallende Zellen sowie Leukozyten. (Näheres über Sekundärknötchen s. S. 789.) An der Peripherie des Knotens bleibt der spongiöse Charakter in Gestalt der Lymphstränge und der sie umgebenden Lymphräume bestehen. Die Lymphstränge sind aus netzartigem fibrillärem Bindegewebe, dessen Maschen von Lymphozyten erfüllt sind, zusammengesetzt.

Die Vasa lymphacea afferentia treten in die Lymphsinus an einem Ende des Lymphknoten ein, die Vasa lymphacea efferentia verlassen das Organ an dem entgegengesetzten Ende. Das Sinussystem wird nicht von einem Retikulum durchsetzt, aber von Endothel ausgekleidet. Es beherbergt Lymphozyten, Makrophagen und rote Blutkörperchen, welche letztere leicht aus dem Venensystem, in das die Vasa efferentia münden, hierher rückläufig gelangen können. Die Blutgefäße dringen an verschiedenen Stellen in die Lymphknoten ein, um sich

lymphoides und lymphatisches Gewebe in großer Menge. Die gesamte Bildung wird als Rachentonsille bezeichnet. Eine als Tonsilla oesophagea [Glinsky (13), Schreiner (34)] anzusprechende lymphatische Bildung, die besonders deutlich beim Huhn in die Erscheinung tritt, befindet sich am magenseitigen Ende der Speiseröhre. Letztere enthält an sich reichlich lymphatisches Gewebe, das sich nach dem Magen zu anreichert. Der Kropf ist arm an lymphatischen Bildungen. Der Magen zeigt keine Besonderheiten in dieser Beziehung. In der Grenzzone zwischen Muskelmagen und Dünndarm sammelt sich lymphoides und lymphatisches Gewebe in höherem Maße an.

Die Lymphapparate des Darmes sind beim Vogel schon lange bekannt (Muthmann, Zietzschmann u. a.). In neuerer Zeit berichtet Clara (9) über die in Frage stehenden Verhältnisse. Ihre Lage ist meist subepithelial, so daß sie einen großen Einfluß auf die Reliefgestaltung der Schleimhautinnenfläche wie auf die Mukosabestandteile ausüben. Wir finden in dieser und anderer Hinsicht ähnliche Verhältnisse, wie sie bei den Säugetieren beschrieben wurden (s. S. 792). Im allgemeinen nimmt die Zahl der lymphatischen Bildungen des Darmes analwärts bei allen Vogelarten zu. Wohl die größte Entwicklung erreicht das lymphatische Gewebe in den Blinddärmen mancher Vögel, z. B. bei der Taube [Eberth (10), Muthmann, Zietzschmann u. a.], wo fast das ganze Organ lymphatischen Charakter zeigt. Man hat deshalb auch von „lymphoiden Caeca“ gesprochen. Auch in tonsillenartigem Charakter tritt das im Blinddarm vorhandene lymphatische Gewebe, das hier meist um Balghöhlen gelagert ist, auf (Huhn). Den Lymphknotenplatten kommt im Vogeldarm eine gewisse Konstanz zu. Bei der Gans z. B. sind im Darm 8—10 Platten festgestellt worden [Basslinger (2), Leydig (25)]. Die Einzellymphknötchen sind mit geringen Ausnahmen in ihrer Lokalisation, ihrer Abgrenzung durch eine Kapsel, ihrer Menge bei den einzelnen Vogelarten veränderlich. Auch bei Tieren der gleichen Art trifft man wechselnde Verhältnisse an, die namentlich auch durch das Alter bedingt werden.

An lymphoidem und lymphatischem Gewebe sind nach Mjassojedoff (26) beim Huhn besonders reich die Pfortaderverzweigungen der Leber, die Umgebung der Arterien der Haut sowie die serösen Membranen (Mesenterium).

### ββ) Die Lymphgefäße.

Die L. der Vögel vereinigen sich, wie S. 843 erwähnt, zu zwei Ductus thoracici. Die Literatur über diese und eine ausführliche Schilderung der Ductus thoracici des Huhnes finden sich in Baum (3).

#### a.) Die Ductus thoracici.

Im allgemeinen sind, wie zahlreiche Autoren angeben, bei den Vögeln zwei Ductus thoracici vorhanden, die aber nach unseren Untersuchungen so viele Variationen zeigen, daß sich kaum eine bestimmte Regel für ihr Verhalten geben läßt. An jedem Ductus thoracicus unterscheiden wir eine *Pars lumbalis* oder *Ductus thoracicus lumbalis* und eine *Pars thoracalis* oder *Ductus thoracicus thoracalis*.

a) Die *Pars lumbalis* (*Ductus thoracicus lumbalis*) entspricht offenbar der Lendenzisterne der Säuger. Die beiden Ductus thoracici lumbales reichen im allgemeinen von der Abgangsstelle der beiden Aa. ischiadicae bis zum kranialen Ende der Nieren bzw. bis zu dem Hämalfortsatz des vorletzten freien Brustwirbels. Sie entstehen an der Abgangsstelle der Aa. ischiadicae aus der Aorta durch Vereinigung der Vasa lymphacea lumbalia (Abb. 624). Aus der Vereinigung entstehen zwei Ductus thoracici lumbales, ein linker und ein rechter, die an den dorsolateralen Rändern der Aorta bis nahe zum kranialen Ende der Nieren verlaufen und sich hier wieder vereinigen; aus der Vereinigung entstehen

die beiden Ductus thoracici thoracales (s. unten). Die beiden Ductus thoracici lumbales sind i. d. R. durch mehrere Quer- und Schrägäste verbunden. Sehr oft zeigen die Ductus thoracici lumbales lokale Erweiterungen oder Ausbuchtungen. In einem Falle hatte eine solche Erweiterung eine Länge von 1 cm und eine Weite von 4 mm. Ihre durchschnittliche Weite beträgt an den nicht erweiterten Stellen 1 bis 1½ mm. Im einzelnen kommen aber sehr viele Variationen vor.

Von den beiden Ductus thoracici lumbales kann der rechte stärker sein als der linke; der linke kann sogar stellenweise fehlen (unter acht Fällen zweimal beobachtet); es macht dann den Eindruck, als ob der Ductus thoracicus lumbalis dexter ein oder zwei größere Inseln bilde oder umgrenze. Die die beiden Ductus thoracici lumbales verbindenden Quer- und Schrägäste können zahlreich und dünn sein, so daß geradezu ein grobes Netzwerk entsteht.

Bei denjenigen Vögeln, die Lymphknoten besitzen (s. S. 843), sind in die Ductus thoracici lumbales die Lendenlymphknoten eingeschaltet.

b) Die Pars thoracica (Ductus thoracicus thoracalis) entspricht offenbar dem eigentlichen Ductus thoracicus der Säuger. Es sind i. d. R. aber zwei Ductus thoracici thoracales vorhanden, die aus der Vereinigung der beiden Ductus thoracici lumbales am kranialen Ende der Nieren (s. oben) sich fortsetzen und jederseits am dorsolateralen Rande der Aorta thoracica liegen; am dritten bis vierten Brustwirbel wenden sie sich allmählich von der Wirbelsäule ab und mün-

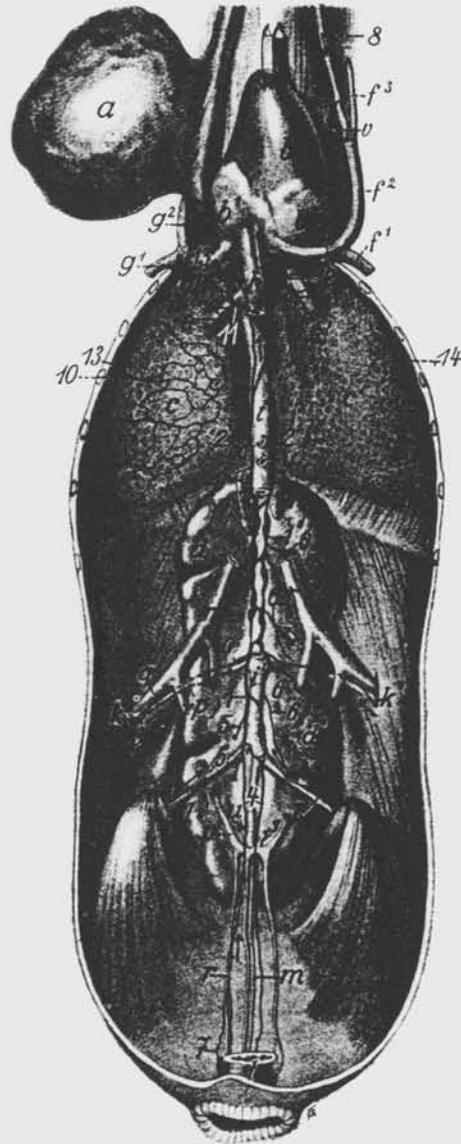


Abb. 624. Lendenzisterne, Ductus thoracici und L. der Nieren des Huhnes. Das Tier liegt auf dem Rücken, die ventrale und seitliche Brust-, Bauch- und Beckenwand sind weggenommen.

a Kropf, b, b<sup>1</sup>, b<sup>2</sup> Herz, c, c' Lungen, d, d' Nieren, e, e' Lungenvenen, f linke V. cava cranialis, f<sup>1</sup> linke V. axillaris, f<sup>2</sup> linke V. jugularis, f<sup>3</sup> linke V. vertebralis, g rechte V. cava cranialis, g<sup>1</sup> rechte V. axillaris, g<sup>2</sup> rechte V. jugularis, h V. cava caudalis, i, i' Aorta, aus der ein Stück herausgeschnitten ist, k, k' Aa. iliacae ext., l, l' Aa. ischiadicae, m A. sacralis media, n rechte V. iliaca communis, o rechte V. renalis rovehens, p, p' rechte V. renalis advehens, q rechte V. femoralis, r rechte V. hypogastrica, s V. coccygo-mesenterica (abgeschnitten), t Kloake (abgeschnitten), u A. mesenterica caudalis, v Schilddrüse, w linke Nebenniere, x A. colica, y A. mesenterica cranialis.

1 Ductus thoracicus lumbalis dexter, 1' Ductus thoracicus lumbalis sinister, 2, 2' Ductus thoracici thoracales, 3 Vasa lymphacea ischiadica, 4 Vasa lymphacea lumbalia, 5, 5' durch Löcher im Darmbein tretende L., 6, 6', 6'' L. der linken Niere, 7 L. der Haut der kaudalen Hälfte der dorsalen Seite des Beckens, 8 Vasa lymphacea jugularia, das an der Abgangsstelle der V. vertebralis in die V. jugularis einmündet und dicht vorher ein L. aus der Schilddrüse (v) aufnimmt, 9 L. der linken Nebenniere, 10 Endlymphgefäß der linken Lunge, 11 tiefes L. der linken Lunge, 12 tiefes Endlymphgefäß beider Lungen, 13, 13' L. aus den rechten Rippen, 14 L. aus den linken Rippen.

den jederseits in die V. cava cranialis, der linke in die linke, der rechte in die rechte (Abb. 624, 2 und g, sowie 2' und f), bevor sich diese in die V. axillaris (f' und g') und V. jugularis (g<sup>2</sup> und f<sup>2</sup>) teilen. Im übrigen zeigen sie sehr viele Variationen.

Schon die Art, wie sie aus der oben erwähnten kranialen Vereinigung der beiden Ductus thoracici lumbales hervorgehen, ist sehr verschieden. In den meisten Fällen entsteht aus dieser Vereinigung ein einziges kurzes Stämmchen, das sich erst nach m. o. w. langem Verlaufe in die beiden Ductus thoracici thoracales teilt; ausnahmsweise gehen zwei Ductus thoracici thoracales aus der genannten Vereinigung hervor (Abb. 624, 2, 2').

In anderen Fällen teilt sich das Stämmchen nicht; dann ist nur ein Ductus thoracicus thoracalis vorhanden, und zwar der linke oder der rechte oder ein Mittelding; er bildet oft ein Netz mit drei bis fünf sehr großen Maschen. Es kommt auch vor, daß zunächst zwei Ductus thoracici thoracales vorhanden sind, die sich später zu einem Ductus thoracicus thoracalis vereinigen. Es kann sich auch der einheitliche Ductus thoracicus thoracalis am Ende in zwei Schenkel teilen (Abb. 624).

Sehr oft sind beide Ductus thoracici thoracales durch Quer- oder Schrägäste verbunden, was soweit gehen kann, daß ein grobes Netzwerk entsteht.

Ausnahmsweise zeigen die beiden Ductus thoracici thoracales lokale Erweiterungen. Müller (27) gibt an, daß bei den Anatiden der Ductus thoracicus dexter manchmal fehlt; der linke Ductus thoracicus ist dementsprechend stärker. Es kann auch vorkommen, daß er sich in zwei Gefäße teilt.

#### b) Die übrigen Lymphgefäße.

**Allgemeines.** Die L. der Vögel<sup>1)</sup> fallen im allgemeinen dadurch auf, daß sie sehr dünn (fein) sind, in geringem Maße Netze bilden und nur in geringer Zahl auftreten. Selbst die größten L. sind bei mittelgroßen Vögeln (z. B. beim Huhn) kaum über 1 mm dick. Die Netzbildung tritt im allgemeinen nur wenig, bei den meisten L. kaum hervor. Die größeren L. münden bei denjenigen Vögeln, denen Lymphknoten fehlen (S. 843), samt und sonders in die Ductus thoracici oder selbständig in das Venensystem; letzteres wird besonders im Leibeshöhleingang und dem an diesen anstoßenden Teil der Leibeshöhle beobachtet.

Bei denjenigen Vögeln, die Lymphknoten besitzen (S. 843), münden die L. des Kopfes und Halses in die Halslymphknoten, diejenigen des Beckens und der Beckengliedmaßen in die Lendenlymphknoten (S. 844).

Die Zahl der L. ist bei den Vögeln klein, jedenfalls verhältnismäßig viel kleiner als bei den Säugetieren. Die L. der ganzen Haut z. B. vereinigen sich nur zu zehn bis zwölf Stämmchen, die L. der einzelnen Knochen zu ein bis zwei (selbst bei den großen Röhrenknochen), ebenso die L. fast aller einzelnen Muskeln und vieler Organe. Selbst von einzelnen Körperteilen aus vereinigen sich die L. nur zu wenigen Stämmchen, so daß typische Lymphgefäßwege entstehen. Die wesentlichsten dieser Lymphgefäßwege sind folgende:

a) Die meisten der L. des Kopfes und Halses vereinigen sich jederseits zu ein bis zwei Vasa lymphacea jugularia (Abb. 625, a, d' und 626, a), die die V. jugularis begleiten und im kranialen Teil der Leibeshöhle in das Venensystem einmünden, und zwar jederseits in die V. jugularis direkt vor ihrer Vereinigung mit der V. axillaris (Abb. 626, g), seltener etwas weiter kopfwärts, selbst dicht kranial von der Abzweigung der V. vertebralis, wie es in Abb. 624, 8 dargestellt ist, oder auch in die V. vertebralis dicht vor ihrer Abzweigung.

Im einzelnen zeigen die Vasa lymphacea jugularia zahlreiche Varietäten. Auf sie soll aus Raumangel nicht näher eingegangen werden; sie sind beschrieben von Baum (3).

Die Vasa lymphacea jugularia zeigen öfter Erweiterungen, die aber einfache Erweiterungen darstellen, d. h. nicht lymphknotenähnliche Beschaffenheit haben.

Die rechten und linken Vasa lymphacea jugularia stehen dadurch mit-

<sup>1)</sup> Beim Huhn lassen sich von allen anatomischen Teilen (Haut, Muskeln, Knochen, Gelenke, Verdauungsorgane, Atmungsorgane, Harn- und Geschlechtsorgane, Herz, Schild- und Thymsdrüse, Nebenniere) aus die L. injizieren.

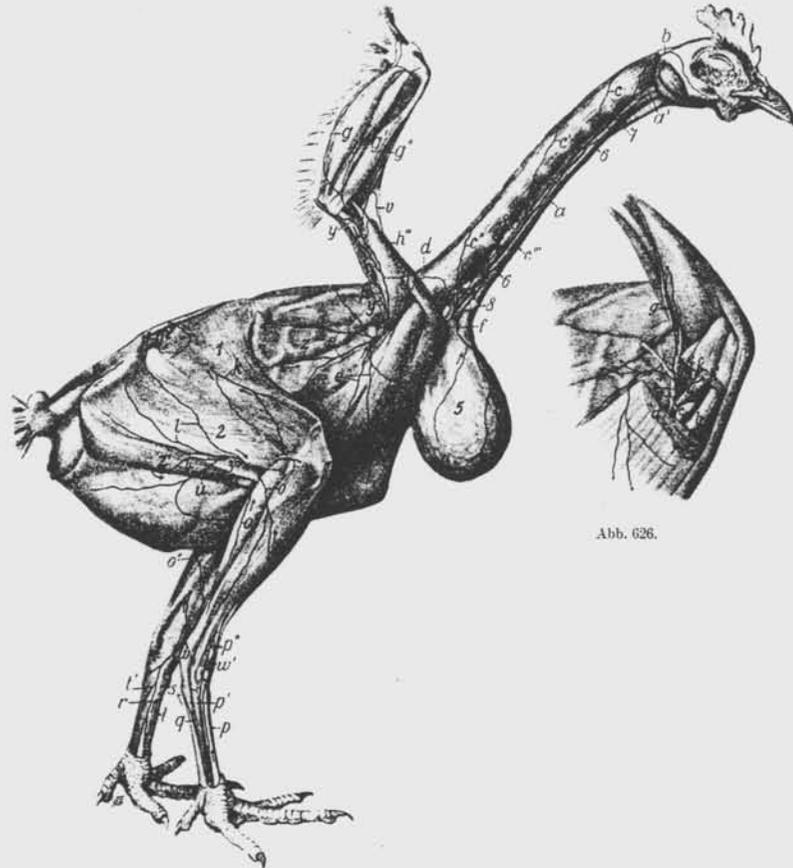


Abb. 625.

Abb. 625. L. der Haut und einiger Gelenke vom Huhn.

*a, a'* Vas lymphaceum jugulare, *b* L. der Haut des Kopfes, *c, c', c'', c'''* L. der Haut des Halses, *d* L. der Haut dorsal vom Schultergelenk, *e, e'* L. der Haut des Thorax, *f* L. der Haut des Kropfes, *g, g', g''* L. der Haut des Unterarmes und der Finger, *h, h'* L. der Haut an der medialen und *h''* L. der Haut an der lateralen Seite des Oberarmes, die durch den *M. biceps* treten, und *h'''* L. der Haut an der medialen Seite des Oberarmes, das zwischen *M. biceps* und *Humerus* hindurchtritt, *i* Vasa lymphacea axillaria, *k* L. der Haut der vorderen (kranialen) Hälfte des Oberschenkels, *l* L. der Haut der hinteren (kaudalen) Hälfte des Oberschenkels, *m* L. der Haut an der vorderen (kranialen) Hälfte des Beckens, *n* L. der Haut an der hinteren (kaudalen) Hälfte des Beckens, *o, o', o''* L. der Haut des Unterschenkels, *p, p', p'', p'''*, *q, r, s, t, t', t'', t'''* L. der Haut der Zehen und des Metatarsus, *s* ist ein L., das sich von der vorderen (dorsalen) Seite des Metatarsus (*p* am rechten Fuße) umschlägt und auf die mediale Seite des Unterschenkels tritt, *u* L. der Haut am hinteren (kaudalen) Teil der Brust, *v* L. der Flughaut, *w, w'* L. der Intertarsalspalte, *x* L. des Kniegelenkes, *y, y'* L. des Ellenbogengelenkes, *z* L. der Haut am vorderen Teil und *z'* L. der Haut am hinteren Teil der medialen Seite des Oberschenkels.  
*1* *M. tensor fasciae latae*, *2* *M. biceps femoris*, *3* *M. semimembranosus*, *4* *M. semitendinosus*, *5* Kropf, *6, 6'* Speiseröhre, *7* Luftröhre, *8, 8'* Teile der Thymsdrüse.

Abb. 626. Dient zur Ergänzung von Abb. 625; es ist ein Teil der Brustmuskeln herausgeschnitten, damit die in die Leibeshöhle tretenden Vasa lymphacea axillaria (*l*) und die großen Venen am Leibeshöhleingang freigelegt werden konnten.

*a* Vas lymphaceum jugulare (wie in Abb. 621), *b* Coracoid, *c* Fortsatz des Brustbeines, *d* erste Rippe, *e* letzte Halsrippe, *f* V. cava cranialis dextra, *g* V. axillaris dextra, *g'* V. brachialis dextra, *h, h'* V. jugularis dextra, *h* kann auch als Stamm der V. jugularis (*h'*) und V. vertebralis aufgefaßt werden, *i, i'* Vasa lymphacea axillaria, *k* V. vertebralis.

einander in Verbindung, daß die L. der linken Kopfhälfte (aus Nasenhöhle, Zunge, hartem Gaumen, Haut usw.) mit denen der rechten Kopfhälfte am Übergang des Kopfes zum Halse an der dem 1. Halswirbel anliegenden Vorderhalsmuskulatur (*M. longus capitis*) ein grobes, ausgedehntes Netzwerk bilden; aus ihm entstehen 2—3 feine L., von denen ein Teil (i. d. R. 1 L.) in die Vasa lymphacea jugularia dextra und ein Teil (i. d. R. auch 1 L.) in die Vasa jugularia sinistra einmündet.

Bei denjenigen Vögeln, die Lymphknoten besitzen (S. 843), werden von den Endstücken der Vasa jugularia die Halslymphknoten (S. 844) gebildet.

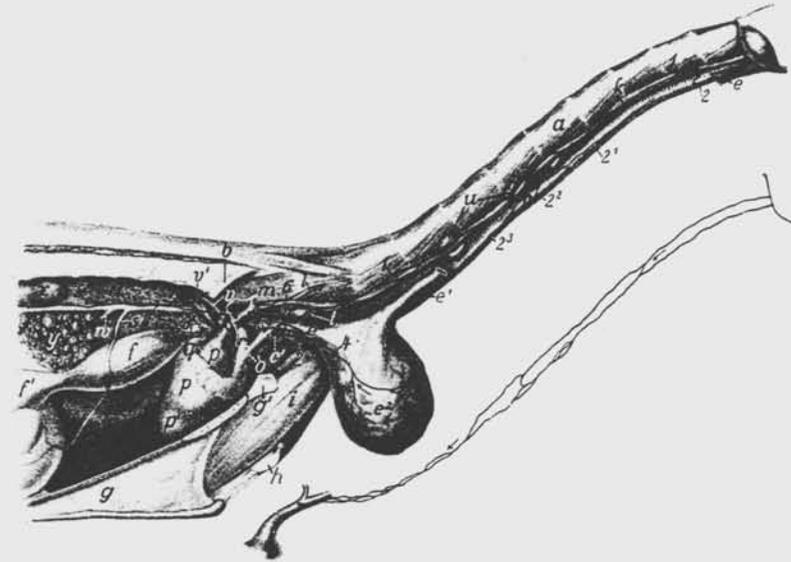


Abb. 627. L. der Luft- und Speiseröhre, des Kropfes, Herzens usw.

*a* Halsmuskulatur, *b* 1. Brustrippe (abgeschnitten), *c* Halsteil und *c'* Leibeshöhleenteil der Luftröhre, *d* Lunge, *e, e'* Halsteil der Speiseröhre, aus dem ein großes Stück herausgeschnitten ist, *e''* Kropf, *e'''* Ende der Speiseröhre, *f* Drüsenmagen, *f'* ein kleines Stück vom Kaumagen, *g* Brustbein, *g'* Brustbeinspitze, *h* Mittelstück der Furcula, *i* Muskulatur, *k* V. jugularis dextra, *l* V. vertebralis dextra, *m* V. axillaris dextra, *n* V. cava cranialis dextra, *o* beide Aa. brachiocephalicae, *p, p'* rechte Kammer, *p''* linke Kammer, *p'''* rechte Vorkammer, *q* V. cava caudalis, *r* Aorta, *s* A. coeliaca, *t* Schilddrüse, *u* Teile der Thymsdrüse, *v* Lungenarterie, *v'* Lungenvene, *w* rechte Lunge, *x* ein Teil der rechten Niere, *y* linkes Ovarium, *z* Leber.  
*1* Vas lymphaceum jugulare dextrum, *2, 2', 2'', 2'''* L. aus dem Halsteil der Luftröhre und *2''* aus dem Brustteil der Luftröhre, *3, 3', 3''* L. aus dem in der Leibeshöhle gelegenen Teil der Speiseröhre, *4* L. des Kropfes, *5* Ductus thoracicus dexter, *6* L., das mit der V. vertebralis aus dem Canalis transversarius austritt, *7* Vas lymphaceum caroticum.

Zu den Vasa lymphacea jugularia gesellen sich am Halse noch ein *Vas lymphaceum caroticum* und ein *Vas lymphaceum vertebrale*. Das *Vas lymphaceum caroticum* (Abb. 627, 7) begleitet die A. carotis communis (primaria) und mündet in eine V. jugularis. Mit ihm vereinigen sich L. aus Kopf- und Halsmuskeln und aus den Halswirbeln. Das *Vas lymphaceum vertebrale* (Abb. 627, 6) ist ein feines L., daß die V. vertebralis begleitet, mit ihr am letzten Halswirbel den Querfortsatzkanal verläßt und sich entweder mit dem *Vas lymphaceum jugulare* nahe dessen Einmündung vereinigt oder neben dem *Vas lymphaceum jugulare* in die V. jugularis einmündet. Es entsteht aus dem Zusammenfluß von L. der Halswirbel.

*b*) Die L. des Flügels und der Thoraxwand fließen, bedeckt von den Brustmuskeln, zu 1—2 feinen Vasa lymphacea axillaria (Abb. 625 und 626, *i*)

zusammen, die in dem Raume zwischen Coracoid und 1. Rippe in die Leibeshöhle treten und getrennt oder (Regel) zu einem Stämmchen vereinigt in das Venensystem, und zwar in das zentrale Ende der V. axillaris einmünden (Abb. 623, i); sie seien *Vasa lymphacea axillaria* genannt (Abb. 625 und 626, i).

Die von Lauth (24) und auch von Fürther (12) bei der Gans in den Vasa lymphacea axillaria beschriebenen Lymphknötchen haben wir beim Huhne nicht gefunden.

c) Die L. des Beckens und die L. der Kloakengegend vereinigen sich zu 3—4 feinsten L., den *Vasa lymphacea lumbalia* (Abb. 629, 5), die in die Beckenhöhle treten und hier zu 1—2 L. zusammenfließen, die an der ventralen Seite des Os lumbosacrale liegen und in die Ductus thoracici lumbales einmünden.

Die von Fürther (12) bei der Gans am Ausgange des Beckens offenbar in die Vasa lymphacea lumbalia eingeschalteten Lymphbläschen oder Lymphherzen sind beim erwachsenen Huhne nicht vorhanden.

d) Die L. der kaudalen Hälfte der Brust und des Bauches und die L. der Beckengliedmaße fließen zu 1—2 *Vasa lymphacea ischiadica* (Abb. 628, a und 629, 6) zusammen, die am Oberschenkel den N. ischiadicus und die A. und V. ischiadica (Abb. 628, 1, 2, 3) begleiten, mit der V. ischiadica (Abbildung 628, 3) zur V. femoralis (4) gelangen (a'), mit diesen in die Leibeshöhle treten und sich hier dicht beckenwärts von den Ductus thoracici lumbales mit den Vasa lymphacea lumbalia vereinigen bzw. gemeinsam mit ihnen in die Ductus thoracici lumbales einmünden.

e) Die L. der meisten Eingeweide (Endteil der Speiseröhre, Leber, Pankreas, Magen, Darm exkl. Rektum, Milz, Nebennieren, Hoden, Ovarium, Eileiter) vereinigen sich zu 2—4 L. (Abbildung 629, 7, 7), die an die nahe beieinander liegenden A. mesenterica cranialis (r) und A. coeliaca (q) treten und mit ihnen oder zwischen ihnen aufsteigen zu den Ductus thoracici (2), *Vasa lymphacea intestinalia*.

Müller (27) hat beim Enterich gelegentlich seiner Untersuchung über den Tannenbergschen Körper des Penis auch die L. der Beckenhöhle untersucht. Näheres s. dort.



Abb. 628. Vasa lymphacea ischiadica des Huhnes, durch Wegnahme der lateralen Oberschenkelmuskeln (M. biceps, M. glutaeus superficialis, M. tensor fasciae latae) freigelegt.

a, a' Vasa lymphacea ischiadica, b L. vom Kniegelenk, c L. des Hüftgelenkes, 1 N. ischiadicus, 2 A. ischiadica, 3, 3' V. ischiadica, 4 V. femoralis.

f) In das Venensystem in oder nahe dem Leibeshöhleingang (Vv. cavae craniales, Vv. jugulares, Vv. axillares oder selbst eine V. pulmonalis) münden ein die L. des Herzens, der Lungen (Abb. 624) und Rippen sowie ein Teil der L. der Luftröhre (Abb. 624), des Drüsenmagens und Kaumagens.

Die L. der Vögel besitzen wie die der Säugetiere Klappen, Duplikaturen der Intima; die Klappen finden sich aber nur an wenigen Stellen und selbst an diesen nicht in so großer Zahl wie bei den Säugetieren.

Wiedersheim (36) hält es nicht für ausgeschlossen, daß das Fehlen der Lymphknoten bei den (meisten) Vögeln im Kausalnexus mit dem Mangel an Klappen steht.

Bronn (5) gibt für den Bau der L. an, daß die größeren L. der Vögel im Bau ziemlich mit den Venen übereinstimmen, nur ihre Wände bleiben stets bedeutend dünner.

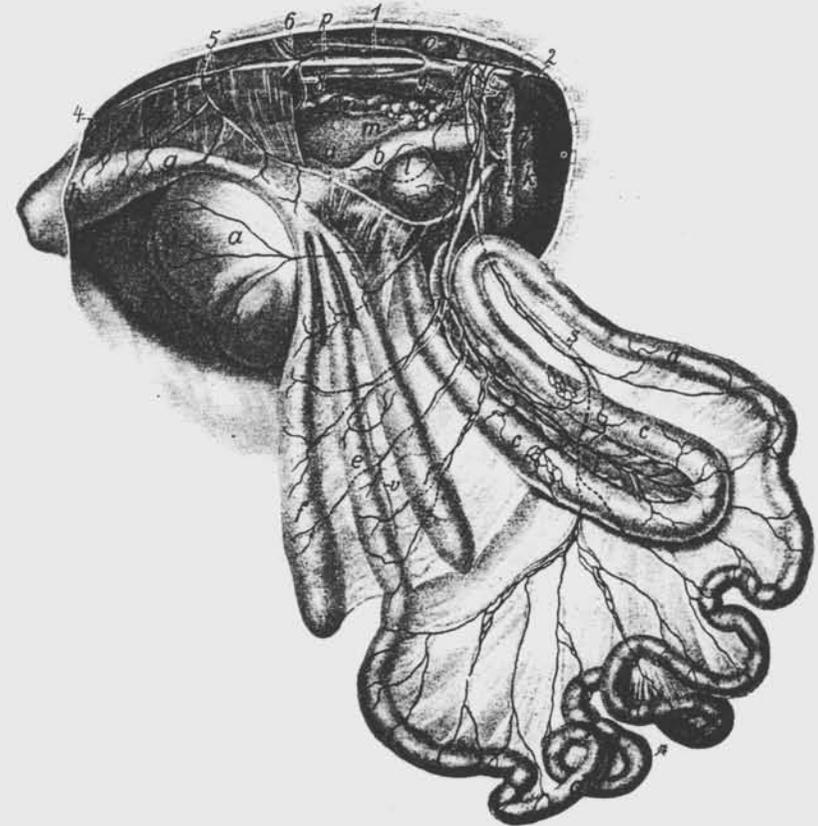


Abb. 629. L. vom Magen, Darm, Leber, Milz, Pankreas, Eierstock und Eileiter des Huhnes (die Eingeweide sind zum größten Teil auf der rechten Seite aus der Bauchhöhle herausgezogen). a Kaumagen, b Drüsenmagen, c, c Duodenalschleife, d, d Jejunum, e Ileum, f, f' Blinddärme, g Enddarm, h Kloake, i Pankreas, k Leber, l Milz, m Ovarium, n Eileiter, o Niere, p Aorta, q A. coeliaca, r A. mesenterica cranialis, s Stamm der Jejunalvenen, t Pfortader, u V. mesentericoococcygea, v Blinddarmvene.

1 Ductus thoracicus lumbalis, 2 Ductus thoracicus thoracalis, 3 L. aus dem rechten Leberlappen, 4 L. von der Haut an der dorsalen Beckenwand, 5 Vasa lymphacea lumbalia, 6 Vasa lymphacea ischiadica, 7 Vasa lymphacea intestinalia, 8 L. von der eierstockseitigen Hälfte des Eileiters, 9 L. vom Ovarium.

Krause (23) sagt: Die Lymphe der Vögel ist eine klare, wasserhelle Flüssigkeit, deren korpuskuläre Elemente, die Lymphocyten, zum großen Teil aus den Lymphfollikeln stammen. Die letzteren finden sich der Hauptsache nach in der Wand des Verdauungskanals, dann aber auch in der Schleimhaut der Atmungswege und im Parenchym vieler Drüsen, wie der Leber, der Bauchspeicheldrüse und der Niere. Von ihnen gelangen sie durch die Lymphspalten in die Lymphgefäße.

## Schrifttum.

1. Bartels (in v. Bardeleben Hdb. Anat. Mensch. 3. Jena 1909). — 2. Basslinger (Kais. Ak. Wiss. Wien. Math.-natwiss. Kl. 13. 1854). — 3. Baum (Zschr. Anat. u. Entwgsch. I. 93. 1930). — 4. Breusch (Zschr. Inf.-Kr. Haust. 33. 1928). — 5. Bronn (Klassen u. Ordnungen d. Tierreiches. 1891). — 6. Budge (Zbl. med. Wiss. 1881). — 7. Derselbe (A. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1882). — 8. Derselbe (A. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1887). — 9. Clara (Zschr. mikr. anat. Forsch. 6. 1926). — 10. Eberth (Würzb. natwiss. Zschr. 2. 1861). — 11. Fleury (A. d'Anat. micr. 5. 1903). — 12. Färther (Jenaische Zschr. Natwiss. 50. 1913). — 13. Glinsky (Zschr. wiss. Zool. 58. 1894). — 14. Hellman (in v. Möllendorffs Hdb. mikr. Anat. Mensch. VI. Berlin 1930). — 15. Jolly (C. r. Soc. Anat. 10. 1908). — 16. Derselbe (C. r. Soc. Biol. 66. 1909). — 17. Derselbe (C. r. Assoc. Anat. 11. 1909). — 18. Derselbe (C. r. Soc. Biol. 67. 1909). — 19. Derselbe (A. Anat. micr. 11. 1910). — 20. Derselbe, *Traité technique d'hémat., morphol., histogen., histophysiol., histopath.* Paris 1923. — 21. Jossifow J. M., (Anat. Anz. 69. 1930). — 22. Kohn (Med. Klin. 21. 1925). — 23. Krause (Mikr. Anat. d. Wirbelt. Berlin 1921). — 24. Lauth (Ann. Sc. nat. 3. 1824). — 25. Leydig (Müllers A. Anat. 1854). — 26. Mjassojedoff (Fol. haem. 32. 1926). — 27. Müller (Pflügers A. 1908). — 28. Muthmann (Anat. H. 48. 1913). — 29. Opperl (Lehrb. vgl. mikr. Anat. Wirbelt. II. Jena 1897). — 30. Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche.* Pavia 1830. — 31. Pensa (Ric. Lab. di Anat. norm. Univ. Roma. 12. 1906). — 32. Retterer (C. r. Soc. Anat. Bibl. anat. Suppl. 1902). — 33. Sala (A. ital. Biol. 34. 1900). — 34. Schreiner (Zschr. wiss. Zool. 68. 1900). — 35. Stannius (Heckers Ann. ges. Hk. 1832 u. Müllers A. 1843). — 36. Wiedersheim (Vgl. Anat. Wirbelt. Jena 1909). — 37. Wodsick (Pull. Acad. Polon. 1924). — 38. Zietzschmann (in Ellenbergers Hdb. vgl. mikr. Anat. 3. 1911).