

Beiträge zur Kenntniss der Vogellyphknoten.

Von

Hubert Fürther, approb. Tierarzt aus Reit i. W. (Bayern).

Mit Tafel XVI—XVII und 15 Textfiguren.

Historisches.

Nachdem es im Jahre 1651 dem jungen Anatomen OLAUS RUDBECK zu Upsala als erstem gelungen war, das Chylus- und Lymphgefäßsystem beim Hunde als besonderes geschlossenes Gefäßsystem zu erkennen und darzustellen, und THOMAS BARTHOLINUS der neuen Entdeckung durch seine Veröffentlichungen zur raschen Verbreitung verholfen hatte, erfuhren die Kenntnisse über dieses Organsystem einen schnellen Ausbau. Mit bewundernswertem technischen Geschick und großem Fleiß untersuchte man die verschiedensten Tierordnungen, und zwar nicht bloß Säuger, sondern auch andere Wirbeltiere. Die ersten, die auch Vögel in den Kreis der Untersuchungen einbezogen, waren PEYER (29) und MARTIN LISTER (20). Ihre Arbeiten haben natürlich nur mehr historischen Wert. Ungefähr aus derselben Zeit stammt das Injektionspräparat der Lymphgefäße der Beckenhöhle des Huhnes, das SWAMMERDAM der Royal Society of London einsandte (2). Weiterhin erkannte JACOBÆUS (16) wahrscheinlich echte Lymphgefäße im Mesenterium eines Storches, J. LANG (17) fand solche in der Ente, und WILLIAM HUNTER (15) wies 1762 Lymphgefäße und als erster auch Lymphknoten am Halse eines Schwanes nach. Verdient um die Kenntniss des Saugadersystem der Vögel machten sich ferner A. MONRO (25) und vor allem W. HEWSON (13), der seiner 1768 erschienenen Veröffentlichung eine Abbildung des Lymphsystems der Gans beifügte. Der Vollständigkeit halber seien hier noch erwähnt die Untersuchungen MAGENDIES (21), der in seinen „Mémoires“ die Befunde seiner Vorgänger nachprüfte, dem aber die Präparation der Lymphgefäße nur zum Teil gelang, weshalb er folgerte, daß bei den Vögeln die Venen die Funktionen der Lymphgefäße übernahmen, sowie die Anatomie TIEDEMANN'S

(35), der insofern einem Irrtum zum Opfer fiel, als er die bei Vögeln bis ins Alter bestehen bleibenden Thymusläppchen für Lymphknoten hielt. Mit den Fortschritten der Injektionstechnik wird die topographische Darstellung des Lymphgefäßsystems feiner und zuverlässiger, und es sind, soweit die Untersuchungen sich auf Vögel beziehen, vor allem die Arbeiten FOHMANN'S (7), LAUTH'S (19) und PANIZZAS (27) wichtig. Diese drei Autoren nahmen Quecksilberinjektionen des Lymphsystems bei Gänsen vor und ihre im einzelnen zwar nicht vollständigen Arbeiten ergänzen sich gegenseitig derart, daß nunmehr das Lymphgefäßsystem der Gans als makroskopisch völlig bekannt zu erachten ist. Man hat sich mit dem bis zu diesem Zeitpunkt Bekannten bis in die jüngste Zeit begnügt, und die Werke über Anatomie und Naturgeschichte der Vögel bringen über das Lymphgefäßsystem nur dürftige, meist gegenseitig entlehnte Angaben [MECKEL (24), GURLT (12), MARSCHALL (23), GADOW (8)], desgleichen wird in den Lehrbüchern der vergleichenden Anatomie dieses Kapitel in ganz knappen Schilderungen erledigt [GECENBAUR (9), WIEDERSHEIM (36), ELLENBERGER und BAUM (5), MARTIN (22), BARTELS (1)]. Eine Beschreibung des Lymphgefäßsystems der Ente aus neuerer Zeit, wenn auch nicht auf eigenen Untersuchungen beruhend gibt ROB. MÜLLER (26) gelegentlich einer Arbeit über den TANNENBERGSchen Körper.

Speziell die mikroskopische Struktur der Lymphknoten, deren Vorkommen nach dem eben Gesagten seit langem festgestellt war, fand wenig Beachtung. Trotzdem man vermuten durfte, daß einerseits der Spärlichkeit ihrer Zahl wegen, andererseits deshalb, weil die Vögel die ersten mit derartigen Organen versehenen Vertreter der Wirbeltierreihe sind, ein Vergleich der Vogel lymphknoten mit denen der Säuger manche Besonderheit ergeben werde, wurden sie erst in allerletzter Zeit untersucht und zwar von FLEURY (6), RETTERER (30) und PENZA (28). Auf die Arbeiten FLEURY'S und PENZA'S, von denen besonders die letztere öfter zu erwähnen sein wird, da sie auch teilweise die Entwicklungsgeschichte der Lymphknoten umfaßt, soll weiter rückwärts von Fall zu Fall eingegangen werden. Die Untersuchungen RETTERER'S spielen für die vorliegende Bearbeitung eine ganz untergeordnete Rolle. RETTERER gründet nämlich seinen Vergleich zwischen Vogel- und Säugerymphknoten hauptsächlich auf Analogien in der Entwicklung, er hat dabei aber die Entwicklung der Vogel lymphknoten gar nicht verfolgt, sondern gewinnt seine diesbezüg-

lichen Resultate lediglich auf Grund des Studiums der Lymphknoten junger Enten, deren Alter er immerhin schon auf ungefähr zwei Monate angibt. Auch in dem, was er über die Entwicklung der Säugerymphknoten sagt, kommt RETTERER zu Resultaten, die ganz im Gegensatz stehen zu denen anderer entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen. — Aufzuführen wäre noch die Arbeit BUDGES (3) über das Lymphsystem des Hühnerembryos. Es handelt sich um eine nicht abgeschlossene, aus den hinterlassenen Papieren des Verfassers durch W. HIS zusammengestellte Bearbeitung, die hauptsächlich den sog. ersten Lymphkreislauf d. h. den der Keimscheibe und der Körperhöhlen beschreibt, während das über den zweiten, d. h. den nach Ausbildung der Ductus thoracici in den Organen des Embryos entstehenden Kreislauf Gesagte nur sehr unvollständig ist.

Auch mit der Pathologie der Vogellymphknoten hat man sich bereits beschäftigt, doch ist zweifellos, daß die sorgfältig gesammelten Beschreibungen LARCHERS (18) hauptsächlich auf Verwechslungen anderer Organe mit Lymphknoten beruhen.

1. Anatomische Lage der Lymphknoten.

Von den Angaben der älteren Autoren über die Verbreitung der Lymphknoten im Vogelkörper mögen nur die hier Erwähnung finden, die auf zweifellos richtigen Beobachtungen beruhen. LAUTH (19) betont den gänzlichen Mangel von Lymphknoten „mit Ausnahme einiger, die von den Lymphgefäßen des Halses und manchmal von denen der Flügel gebildet werden“ und welche „in der unteren Halspartie jederseits auf der Jugularis“ gelegen sind. „In allen übrigen Körperregionen sind die Lymphknoten ersetzt durch beträchtliche Plexus.“ PANIZZA (27) scheint die Arbeit LAUTHS nicht gekannt zu haben. Er gibt von seinem Injektionspräparat der Gans eine hervorragende Abbildung der Beckenregion, und hat die von ihm so benannten Lumbaldrüsen gefunden, die er als „etwas kaudalwärts von der Geschlechtsdrüse zu seiten der Aorta liegend“ beschreibt. Hingegen war es ihm anscheinend nicht gelungen die Brustlymphknoten als solche zu erkennen, denn er sagt, daß „die Lymphgefäße, die die Jugularvenen begleiten, in ihrem Endverlauf verschiedene Plexus bilden, die ebenfalls kleinen Lymphknötchen gleichen“. GADOW (8) sagt: „Lymphdrüsen, d. h. in den Verlauf der Lymphgefäße eingeschaltete Drüsen zur Bildung der Lymphkörperchen finden sich

bei den Vögeln nicht im Mesenterium, auch die bei den Säugern so zahlreichen Inguinal-, Achsel-, Halsdrüsen fehlen ihnen.“ Im übrigen wiederholt er wörtlich die oben zitierte Angabe LAUTHS. BAUM (5) und MARTIN (22) äußern sich nahezu übereinstimmend ungefähr so: „Die Vögel haben nur wenige und kleine Lymphdrüsen; sie kommen nur vereinzelt am kaudalen Ende des Halses, sowie am Brusteingang und an der Wurzel der Flügel und der Schenkel vor. Mesenterialdrüsen fehlen gänzlich.“ FLEURY (6), der zwar in der „Historique“ seiner Arbeit PANIZZA mit aufzählt, trotzdem aber „bei zehn untersuchten Gänsen nie andere als die Lymphknoten am Brusteingang“ fand, gibt von deren Lage eine schematisierte Textfigur und etwa folgende Beschreibung: „Die Lymphknoten liegen beinahe im Niveau der beiden ersten Rippen, d. h. auf der Ventralseite der Lungen, von denen sie durch fibröse Lamellen geschieden sind. Man kann sie der Hals- oder Brustregion zurechnen, je nachdem man bei der Feststellung der Lage von den zugehörigen Lymphgefäßen ausgeht — und diese gehören zum Halse — oder von der topographischen Lage, welche in der Brust ist. Der rechte Lymphknoten liegt einwärts von der Jugularis und ist bedeckt vom Truncus brachiocephalicus dexter. Links ist der Lymphknoten näher der Jugularis gelagert, zum Teil durch diese bedeckt und sein oberer Rand überragt auf der Halsseite den linken Truncus brachiocephalicus.“ PENSA (28) sagt: „Die Brustlymphknoten sind der medialen Fläche des Endverlaufs der Jugularis und dem Anfangsteil der Vena cava anter. angelagert, ventral von der Lungenspitze.“ „Die Lumbaldrüsen liegen zu beiden Seiten der Aorta, ihr kaudales Ende ist ca. 4 cm von dem Ursprungspunkt der Art. pudendae und ihr Kranialende ca. 1 cm kranial vom Ursprung der Art. crurales entfernt.“

Die vorstehenden Angaben, trotzdem sie im allgemeinen zutreffend sind, geben bei ihrer Knappheit und ohne Unterstützung von Abbildungen kein so anschauliches Bild, daß sie die Auffindung der nicht gerade leicht zu bemerkenden Lymphknoten ohne weiteres ermöglichten. Um also einerseits die gegebenen Schilderungen über die Lage etwas zu ergänzen, und andererseits um die Einschaltung der Lymphknoten in die Lymphbahnen — das wesentlichste Kriterium, um einen Lymphknoten als solchen anzusprechen, — kennen zu lernen, versuchte ich das Lymphgefäßsystem, wenigstens in seinen Hauptstämmen, durch Injektion darzustellen. Ich benützte dazu als Untersuchungsobjekt für die gröbere Anatomie hauptsächlich die Gans (*Anser domesticus*), zu-

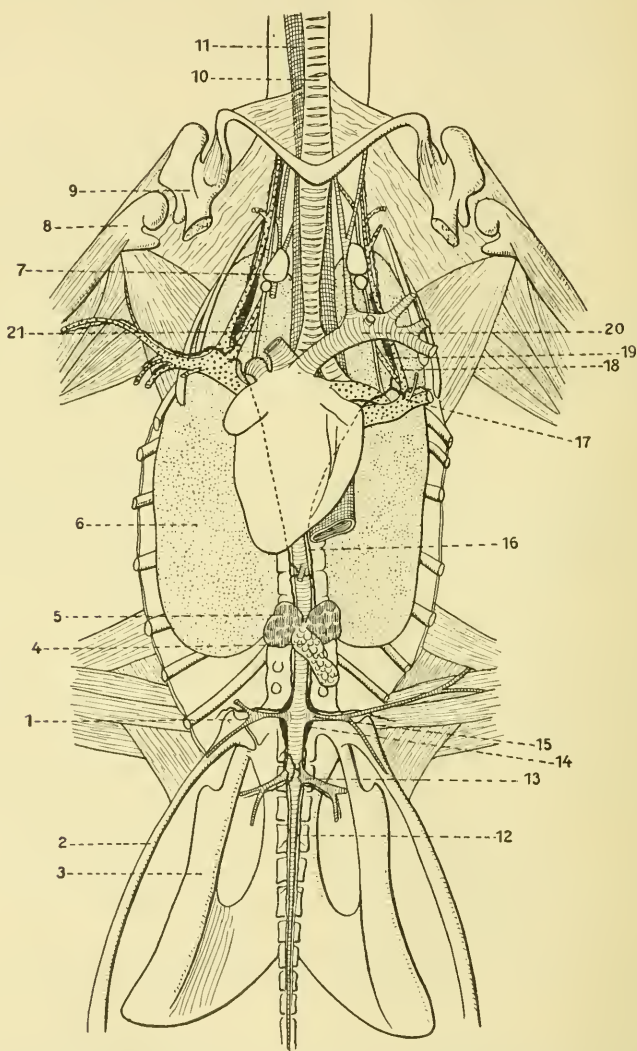
nächst weil bei der relativen Größe dieses Tieres die geringsten technischen Schwierigkeiten zu gewärtigen waren, ferner auch deshalb, weil die Autoren sich ausnahmslos dieses Tieres zu ihren Studien bedient hatten — ein auffallender Umstand, auf den später noch zurückgekommen werden soll.

Anmerkung: Als Injektionsmasse verwendete ich nach verschiedenen Mißerfolgen mit wässerigen und gelatinösen Farblösungen das Gemisch von GEROTA (10), jedoch in der Modifikation wie sie BARTELS (1) empfiehlt. Die Injektion in die Lymphbahnen direkt gelang mir mangels der notwendigen feinen Instrumente schlecht; ich verfuhr daher nach den Angaben PANIZZAS, der die an Lymphspalten überaus reichen Schwimmhäute als Injektionsstelle benutzte. Auf diese Weise gelang es mühelos die Extremität, die Beckenregion, die Duct. thoracici und auf kurze Strecken hin sogar die vom Mesenterium kommenden Lymphgefäße zu füllen, was bei der Spärlichkeit der Klappen in den Lymphbahnen leicht begreiflich ist. Da aber von den Duct. thor. aus die Farblösung in die vorderen Hohlvenen gelangte, so war zur Darstellung der Lymphwege der Brust, des Halses und der Flügel eine Injektion von anderen Stellen aus notwendig. Der Versuch durch Einstich in den Lymphknoten die Lymphwege zu füllen, scheiterte, da man einerseits fast regelmäßig bei der Präparation der tiefliegenden Lymphknoten ein Lymphgefäß beschädigt, durch das dann die Injektionsflüssigkeit austritt, ferner weil die Brustlymphknoten durch kurze weite Gänge mit den Hohlvenen oder sogar mit den Jugularen in Verbindung stehen und die eingespritzte Masse hauptsächlich diesen Abfluß nimmt. Auch die subkutane Injektion an beliebiger Stelle versagte, offenbar infolge des Mangels von Unterhautlymphgefäßen, welchen Umstand schon LAUTH feststellte. Schließlich gelang aber die Injektion auf diese Weise doch noch, indem ich Stellen wählte, an denen die Injektionsflüssigkeit einen gewissen Gegendruck erfuhr, z. B. am Übergang der Wachshaut des Schnabels zur Haut, besonders im Schnabelwinkel, ferner an der Spitze der Flügel, wo die Haut sehr arm ist an Unterhautgewebe und die Knochen daher ziemlich straff überspannt.

Der Verlauf der Hauptlymphstämme ist folgender (vgl. hierzu Textfig. 1):

a) hintere Extremität: Aus einem starken Geflecht am Tibio-Metatarsalgelenk geht ein Gefäß hervor, das der Vena tibialis dicht anliegend zwischen dieser und dem Knochen verläuft, dann weiterhin die V. femoralis begleitet, nachdem es besonders aus der Gegend des Kniegelenkes mehrere Zuflüsse erhalten und das beträchtliche Begleitgefäß der aus den Musc. gastrocnemii kommenden Vene aufgenommen hat. Zu einer Geflecht- oder Lymphknotenbildung kommt es dabei an dieser Stelle nicht. Sich ganz allmählich durch zarte aus den Oberschenkel- und Hüftmuskeln

eintretende Gefäßchen verstärkend, nähert sich der Lymphstamm dem Becken, wendet sich aber kurz vor dem Eintritt der Vene



Textfig. 1. Gans von der Ventralseite nach Entfernung der Bauchorgane und Nieren. 1 Spina iliopubica, 2 Os pubis, 3 Os ischii, 4 Ovarium, 5 Parovarium, 6 Lunge, 7 Schilddrüse und Nebenschilddrüse, 8 Oberarm, 9 Coracoid, 10 Trachea, 11 Ösophagus, 12 Art. sacral. med., 13 Art. ischiad., 14 Lumbalknoten, 15 Art. iliaca, 16 Duct. thorac. sin., 17 Vena cava sin. mit Mündungsstelle der Lymphgefäße, 18 Ven. jugul. sin., 19 Cervicothorakalknoten, 20 Truncus brachiocephalicus sin., 21 N. vagus.

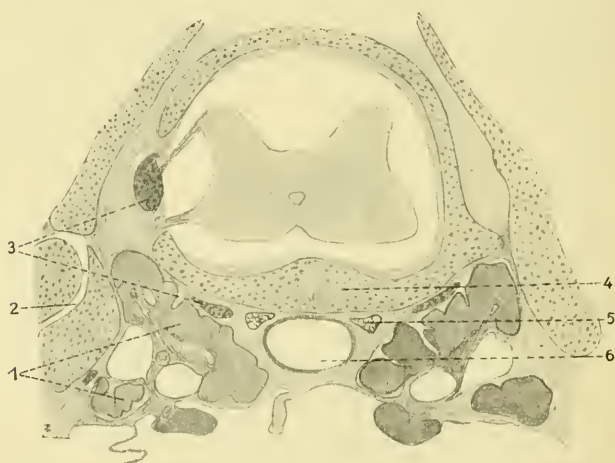
ins Abdomen (zwischen der letzten Rippe und der Spina iliopubica (Textfig. 17) in einem kranial gerichteten Bogen von der Vene

ab und dem vorderen Rand der Arteria iliaca externa (BAUM) [= A. femoralis profunda (PANIZZA) = A. cruralis (GADOW, MÜLLER)] zu, mit der zusammen er ins Becken eintritt, um nun nach kurzem Verlauf ins vordere Drittel des längs der Aorta liegenden Lymphknotens (Textfig. 1 14) einzumünden.

b) Becken: Am Ausgang des Beckens, wo die beiden lateralen Beckenvenen (V. hypogastricae) durch einen Querast verbunden sind, gewahrt man am injizierten Präparat dicht unter diesen Venenstämmen liegend zwei zarte bläschenförmige Erweiterungen, die sog. Lymphherzen, in welche von verschiedenen Richtungen Lymphgefäßchen einmünden. Aus jedem dieser Lymphherzen geht ein Gefäß hervor, das sich der betreffenden Seite der A. sacral. med. anlegt und dicht unter der Wirbelsäule kopfwärts verläuft. Es nimmt unterwegs wenige kurze Lymphstämmchen aus dem Becken auf, wird an der Abzweigungsstelle der A. ischiadicae (Textfig. 1 13) durch das beträchtliche Begleitgefäß dieser Arterien verstärkt, und ist an dieser Stelle mehrfach durch Anastomosen mit seinem Parallelgefäß verbunden. Im weiteren Verlauf geht es direkt in das hintere Ende des Lymphknotens über.

c) Lumbalknoten und Ductus thoracici: Dem ganzen eben beschriebenen Lymphgefäßsystem der hinteren Körperhälfte gehört nur ein Paar Lymphknoten an, die von ihrem Entdecker PANIZZA so benannten Lumbalknoten. Ihre topographische Lage geht aus den Textfig. 1 und 3 hervor. Nach Exenteration der Bauchorgane und vorsichtiger Entfernung der Nieren aus den Vertiefungen des Kreuzbeines (wie dies bei der auf Textfig. 1 dargestellten Gans geschehen ist), erkennt man die Lymphknoten als rechts und links von der Aorta (die man in diesem Abschnitt wohl auch der Säugeranatomie analog als Aorta abdominalis bezeichnet) gelegene meist blaugraue oder blaurötliche schmale Stränge, deren hinteres Ende bis zur Abzweigungsstelle der A. ischiadicae reicht und deren vorderes die Ursprungsstelle der A. iliaca noch etwas überragt. Der variierenden Entfernung der A. ischiadicae von den A. iliaca entsprechend, ist auch die Länge der Lumbalknoten eine verschiedene, im Mittel beträgt sie bei erwachsenen Gänsen 2,5 cm. Dem Volumen nach sind die Lumbalknoten am stärksten ($\frac{1}{2}$ cm breit) kurz hinter der Abzweigung der A. iliaca. Nach rückwärts zu verzüngen sie sich und sind hier häufig so schmal, daß sie von der Rundung der Aorta verdeckt werden. Die Begrenzung der Lymphknoten ist am besten ersichtlich aus Textfig. 2, die einen Querschnitt durch einen

3 Wochen alten Entenembryo in der Höhe des Hüftgelenkes darstellt: sie liegen in dem kleinen Dreieck, das durch die Kreuzbeinwirbel, die Aorta und die Niere gebildet wird. Die beiden Lumbalknoten stehen miteinander durch spärliche, meist zwischen Wirbelsäule und Aorta, seltener ventral von der Aorta zur anderen Seite verlaufende Gefäßanastomosen in Verbindung, weshalb sich auch bei Injektion einer Extremität der Lymphknoten der anderen Körperhälfte mitfüllt. Drüsensubstanzbrücken, wie PENSA angibt, habe ich niemals vorgefunden. Als Vasa afferentia eines Lumbalknotens hat man zu betrachten einmal das am kaudalen Pol des Lymphknotens eintretende Begleitgefäß der Aorta, sowie



Textfig. 2. Schematischer Querschnitt durch einen Entenembryo von 21 Tagen zwischen Art. iliaca und Art. ischiad. (Vergr. 20 mal.) 1 Nierenläppchen, 2 Hüftgelenk, 3 Ganglien, 4 Wirbelkörper, 5 Lumbalknoten, 6 Aorta.

das der A. ischiadica und A. iliaca, ferner einzelne kurze in nächster Nachbarschaft des Lymphknotens entspringende Gefäßchen. Als Vas efferens ist der aus dem kranialen Ende des Lymphknotens hervorgehende Ductus thoracicus aufzufassen, obwohl meines Erachtens der zentripetale Verlauf des Lymphstromes nicht so ohne weiteres bewiesen ist wie bei den Säugern, da wir ja bei den Vögeln auch im Becken durch die Lymphherzen eine Kommunikation zwischen Lymph- und Venensystem haben [vgl. hierüber MÜLLER]. Die paarigen Duct. thoracici verlaufen zunächst der Aorta anliegend nach vorn, bilden an der Wurzel der A. coeliaca, wo sie ein starkes Gefäß vom Mesenterium aufnehmen, einen Plexus und führen nun gewöhnlich gabelig aus-

einander, indem sie zwischen Schlund und Lunge verlaufend zur vorderen Hohlvene ihrer Seite gehen. Dort münden sie mit einer oder mehreren Öffnungen entweder für sich oder nach Vereinigung mit dem Flügellymphgefäß oder dem Ausführgang der Zervikothorakalknoten.

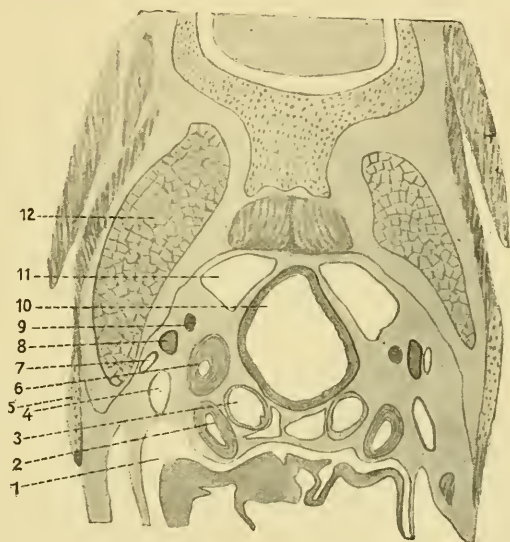
d) Vordere Extremität: Die Lymphgefäße der Hand sammeln sich zu einem Gefäß, das der am hinteren Rande des Unterarmes verlaufenden Vena ulnaris dicht anliegend über die nicht von Muskulatur bedeckte mediale Fläche des Ellenbogengelenks und des Humerus schräg hinwegzieht, weiterhin die Vena brachialis begleitet und in der blutgefäßreichen Achselgegend reichlich Zuflüsse erhält. Zusammen mit der nunmehr als Vena axillaris weiterlaufenden Vene tritt es in dem Raum zwischen Clavicula und 1. Rippe in den Thorax und mündet nach kurzem geschlängeltem Verlauf fast regelmäßig selbständig in die vordere Hohlvene, wo sich dieselbe in Jugularis und Subclavia gabelt. Mitunter aber auch vereinigt sich sein Endverlauf auf eine Strecke von wenigen Millimetern erst noch mit dem Ausführgang des Brustlymphknotens, oder dem Duct. thorac. der betreffenden Seite. LAUTH fand manchmal von diesem Gefäß gebildete im Brustraum liegende Lymphknötchen, ein Befund, den ich vereinzelt ebenfalls machte.

e) Halsregion und Brustlymphknoten: Vom Kopfe kommen 4—5 Lymphgefäße, welche in der Pharynxregion, wo die beiden Jugularen durch einen starken Querast miteinander verbunden sind, ebenfalls durch ein oder zwei transversale Gefäße anastomosieren. An dieser Stelle zeigen sich die Lymphwege häufig weiter als gewöhnlich, doch war auf mikroskopischen Schnitten nie eine lymphknotenähnliche Anlage festzustellen. Unterhalb dieses Punktes vereinigen sich die Gefäße zu zwei relativ weiten Stämmen, von denen jeder zu einer Jugularvene tritt, in deren Begleitung er am Halse abwärts verläuft. Sie folgen — wie das auch an allen anderen Lymphgefäßen zu beobachten war —, ziemlich geradlinig dem Verlauf der Venen, ohne um dieselben Geflechte zu bilden, und treten nach Durchbohrung der zwischen der Gabel der Clavicula ausgespannten fibrösen Haut in den Brustraum. Etwa in der Höhe der Schilddrüse erweitert sich allmählich jeder dieser Stämme und bildet einen länglichen, spindelförmigen Lymphknoten, der dem Endverlauf der Jugularis parallel liegt und aus deren unterem Ende das Halslymphgefäß als kurzer weiter Gang wieder austritt, um in der Regel

gemeinsam mit dem Duct. thoracic. sich in die vordere Hohlvene zu ergießen. Dieser vor dem Herzen gelegene Teil des Brust-raumes ist ziemlich reich an Lymphgefäßen, deren Verlauf aber nicht konstant ist, was eine genaue Beschreibung unmöglich macht. Stets vorhanden ist ein vom Schlund entspringendes Gefäß, das in nahezu transversalem Verlauf das Halslymphgefäß vor dem Eintritt in den Lymphknoten erreicht. Gar nicht so selten — ca. bei jedem vierten Tier — sind in seinen Verlauf meist dem Schlunde aufliegende, etwa hanfkorngroße Lymphknötchen eingeschaltet. Konstant ist ferner noch das Lymphgefäß, welches die Vena vertebralis begleitet und in einem sehr spitzen Winkel entweder am kranialen Pol oder seitlich in den Lymphknoten einmündet. Dieses letztgenannte Gefäß hat offenbar den früheren Beobachtern zu Verwechslungen mit einem zweiten Begleitgefäß der Jugularis Anlaß geben. Alle behaupten nämlich, „daß die Jugularis von zwei Lymphgefäßen begleitet sei, welche meist in der Höhe der Thyreoidea sich in eins vereinigten, das dann in den Lymphknoten gehe. Manchmal erfolge die Vereinigung nicht, sondern der eine Stamm münde in das Kranialende, der andere weiter unten in die Lymphdrüse ein.“ Wahrscheinlich wurde bei dieser Beschreibung nur der untere Teil des Halses beachtet, wo die Gefäße schon sehr nah beieinander liegen. Ich habe nie durch Injektion ein zweites Begleitgefäß der Jugularis nachweisen können und auf den Querschnitten durch die Hälse der Embryonen ist gleichfalls nur ein Lymphgefäß neben jeder Jugularis zu sehen. FLEURY benannte die am Brusteingang gelegenen Lymphknoten aus den auf p. 362 angegebenen Gründen „Cervicothorakalknoten“. Da auch PÉNSA die Benennung beibehielt und die an der Bildung dieser Lymphknoten beteiligten Gefäße in der Tat alle aus der Halsregion stammen, so soll auch in der vorliegenden Arbeit der gleiche Name gebraucht werden. Um die Cervicothorakalknoten aufzufinden ist es am besten, die beiden Trunci brachiocephalici, welche die Lymphknoten verdecken, zu entfernen und sich lediglich nach dem Verlauf des Nervus vagus und der Venen zu richten (s. Textfig. 1). Man gewahrt dann seitlich von dem stets am meisten median gelegenen Strang des Vagus die beiden vorderen Hohlvenen, die sich jederseits aus drei großen Venenstämmen zusammensetzen: aus der V. jugularis, der V. vertebralis und der V. subclavia. Diese drei Venen, von denen die der linken Seite stets beträchtlich schwächer sind, treffen fast in einem Punkte zusammen, und gleichfalls an dieser

Stelle münden auch die großen Lymphwege: der Duct. thorac., das Vas efferens des Brustlymphknotens und das Lymphgefäß des Flügels, wie schon früher gesagt, entweder für sich, meist aber nach wechselseitiger Vereinigung zu einem oder zwei Stämmen. Der Lymphknoten selbst liegt stets nahe dem Nerven in dem spitzen Winkel, den V. vertebralis und Jugularis miteinander bilden, was besonders auf den Querschnitten durch die Embryonen deutlich zu sehen ist (s. Textfig. 3). Er wird durch die Jugularis, deren Endverlauf er meist direkt anliegt, mehr oder weniger verdeckt. Sein oberes Ende liegt in der Regel in der Höhe des unteren Poles der Schilddrüse, sein unteres in dem

Mündungswinkel der oben genannten Venen. Da die Spitze der Lunge bis zum kranialen Pol der Thyreoidea nach vorn reicht, so kann man sagen, daß der Lymphknoten der Unterfläche der Lungen aufliegt. Seine Form ist langgestreckt, für gewöhnlich die



Textfig. 3. Schematischer Querschnitt durch einen Entenembryo von 21 Tagen in Höhe der 1. Rippe. (Vergr. 36 mal.) 1 Perikardialhöhle, 2 Art. brachiocephalica, 3 Bronchus, 4 Vena jugularis, 5 1. Rippe, 6 Aorta descendens, 7 Vena vertebralis, 8 Lymphknoten, 9 Nervus vagus, 10 Ösophagus, 11 Brustluftsack, 12 Lunge.

einer regelmäßigen Spindel, doch zeigt er nicht selten auch knotige Aushauchungen oder kann er an irgendeiner Stelle eine zirkuläre Einschnürung haben, so daß er aus zwei Partien zu bestehen scheint. Die Größe variiert sehr; die Länge beträgt bei Gänsen durchschnittlich 3 cm, die Breite 4—5 mm. Meist sind beide Lymphknoten annähernd gleich groß, doch kommt es auch vor, daß der eine besonders entwickelt ist, während der andere klein, oder gar nur durch eine Erweiterung des Lymphgefäßes angedeutet ist. Ihre Farbe ist in der Norm blaß fleischrot, gelb-

rötlich, durchscheinend. Mitunter — dies ist besonders der Fall bei verendeten Tieren — kann der Lymphknoten infolge abnorm starken Blutgehaltes dunkelblaurot aussehen. Als Vasa afferentia der Cervicothorakalknoten kommen hauptsächlich in Betracht: das Begleitgefäß der Jugularis, das Begleitgefäß der V. vertebralis und ein von der kropfähnlichen Erweiterung des Schlundes kommendes Gefäß. Als Vas efferens haben wir einen mitunter zweiteiligen nur wenige Millimeter langen Gang, der seiner Richtung nach die direkte Fortsetzung des Halsgefäßes darstellt.

2. Entwicklungsgeschichte der Lymphknoten.

Von der Erkenntnis ausgehend, daß die zahlreichen Kontroversen, die über die Histologie der Lymphknoten bestehen, am ehesten durch entwicklungsgeschichtliche Studien zu klären seien, wurde bereits mehrmals die Lymphknotenentwicklung in Säugerembryonen zu verfolgen gesucht. Es sind hier vor allem zu nennen die Arbeiten von SERTOLI (33), CHIEVITZ (4), GULLAND¹⁾ und SAXER (32).

Es ist jedoch bisher nicht gelungen, eine lückenlose Reihe der Entwicklungsstadien zu geben und auch die Arbeit PENSAS (28), der die Anlage der Lymphknoten in Gänseembryonen verfolgte, ist unvollständig, da sein ältestes Stadium 18 Tage alt ist, also — wie wir später sehen werden — die Periode der Hauptdifferenzierung der Anlage gar nicht mehr beachtet wurde. Es mußte daher als aussichtsvoller Versuch gelten, die Entwicklung der Vogellymphdrüsen zu verfolgen, da dieses Objekt gegenüber den früher untersuchten (meist Embryonen vom Rind und Menschen) manche Vorteile bot: Sichere Altersbestimmung der Embryonen, genaue topographische Fixierung der Lymphknoten, Kleinheit des Objektes, welche Serienschnitte durch das ganze Tier ermöglichte, kurzes Embryonalleben und daher raschere Entwicklung der in Rede stehenden Organe. Außerdem war für das Verständnis der vom Bau der analogen Organe der Säuger abweichenden Lymph-

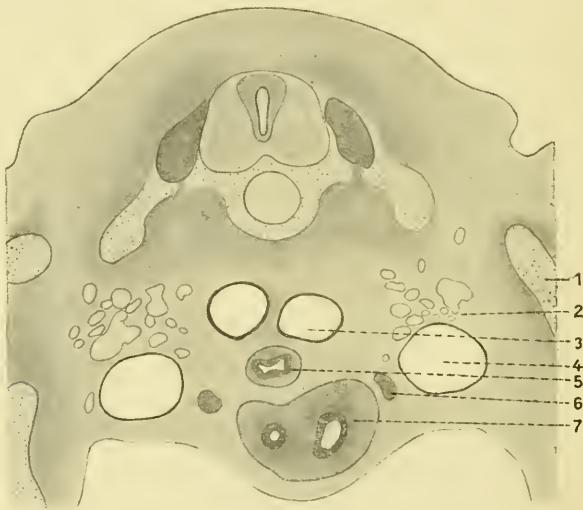
1) Anmerkung: Die Arbeit GULLANDS (11) war mir im Original nicht zugänglich, SAXER referiert jedoch hierüber sehr ausführlich; ORTHS „Untersuchungen über Lymphdrüsenentwicklung“, Diss. Bonn 1879 sind, wie schon CHIEVITZ feststellte, voll von Irrtümern, so daß sie übergangen werden können.

knoten das Zurückgreifen auf die einfacheren embryonalen Verhältnisse eine große Erleichterung¹⁾.

I. Stadium 7 Tage 17 Stunden. Scheitelsteißlänge 24 mm. Da nach übereinstimmenden Angaben (STÖHR, KÖLLIKER usw.) sich die Lymphknoten der Säuger erst in der zweiten Hälfte des Embryonallebens entwickeln, so war bei diesem jungen Stadium noch nichts von der Lymphknotenanlage zu erwarten; es wurde hauptsächlich zur Nachprüfung der Angaben PENSAS gewählt, der ein ungefähr gleichalteriges sogar noch etwas jüngeres beschrieb, und schon „das Gebiet der Lymphdrüsenentwicklung durch die Anwesenheit kommunizierender Lymphräume charakterisiert fand“. Nachstehend eine kurze Schilderung der für uns wichtigen Regionen; Das arterielle Gefäßsystem zeigt noch beträchtliche Abweichungen, indem die Umwandlung der Aortenbogen in die definitiven Gefäße noch nicht vollständig erfolgt ist. Die Aorta thoracica (spätere Aorta descendens) hat noch zwei Wurzeln, die vom Schädel kommen und sich in der Höhe der ersten Rippe vereinigen, außerdem durch den noch vorhandenen letzten Aortenbogen eine Queranastomose erhalten. Das venöse Gefäßsystem stimmt schon mehr mit dem des erwachsenen Tieres überein. Die Jugularvenen sind als weite Gefäße jederseits zu verfolgen, die V. subclaviae sind beträchtlich, hingegen die vom hinteren Körperende kommenden V. cardinales fast völlig geschwunden und die Venen vereinigen sich fast in einem Punkte. Die Ductus Cuvieri sind als solche nicht mehr vorhanden, sondern bereits als vordere Hohlvenen zu bezeichnen, da sie durch Einbeziehung des früheren gemeinschaftlichen Venensinus in die Vorkammer bereits getrennt münden. Die Thymus ist als gleichmäßig dünner Strang aus runden Zellen entlang des ganzen Halses zu verfolgen. Sie beginnt der seitlichen Wand der Jugu-

1) Anmerkung: Zum Zwecke der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen wurden Entenembryonen verwendet, da man bei Beschaffung der Bruteier nicht so sehr an die Jahreszeit gebunden ist, wie bei den Gänsen. Die Eier, welche alle aus der gleichen Pekingzucht stammten, wurden im Sartoriusbrüter bebrütet. Nachdem die Schale zirkulär durch Klopfen eingeknickt worden war, wurden die Schalenhälften in einer Schüssel mit angewärmter physiologischer Kochsalzlösung unter Wasser auseinandergenommen, die Embryonen von Eihäuten und Dottersack freipräpariert und sogleich in ZENKERsche Flüssigkeit gebracht. Nur bei den ältesten Embryonen wurde eintägiges Entkalken in 3% salpetersaurem Alkohol nötig. Paraffineinbettung, Querschnittserien à 10 μ Eisenhämatoxylin-Eosinfärbung.

laris dicht anliegend am oberen Halsende, windet sich dann abwärts in leichter Spirale um diese herum zur medialen Wand, um in Höhe des oberen Endes der Schilddrüse aufzuhören. Die Schilddrüse liegt bereits an der definitiven Stelle, besteht aus soliden Sprossen und ihre Lappen sind ventral von der Luftröhre durch eine breite Substanzbrücke in Zusammenhang. Der Vagus, der dem dorsomedialen Teil der Jugularenwand nahe anliegend verläuft, bildet jederseits ein langgestrecktes, ungefähr das ganze mittlere Drittel des Halses einnehmendes Ganglion. Während nun das Mesenchym an den übrigen Partien des Halses als gleichmäßiges Gewebe die einzelnen Organe verbindet, ist es in dem



Textfig. 4. Schnitt durch einen 7 Tage 17 Stunden alten Entenembryo in Höhe der 1. Rippe. (Vergr. 36mal.) 1 1. Rippe, 2 Lymphräume, 3 Aorta, 4 Vena jugularis, 5 Ösophagus, 6 Nervus vagus, 7 Teilungsstelle der Trachea in die zwei Hauptbronchien.

Raum zwischen Jugularis und Wirbelsäule von verschieden großen unregelmäßig geformten rundlichen Hohlräumen durchsetzt (siehe Textfig. 4), die ungefähr am unteren Ende des Vagusganglions einzeln auftreten, nach abwärts zu zahlreicher werden, und sich an der Stelle, wo die V. jugularis mit den anderen Venen zur V. cava anter. zusammentritt, wieder verlieren. Verfolgt man diese ganze Gefäßpartie der Halswurzel, so sieht man, daß die Lakunen einer Seite zwar untereinander allorts Anastomosen eingehen, daß sie aber mit den Venen nirgends in Zusammenhang stehen außer an deren Vereinigungspunkte, wo sie teils in den Endverlauf der

Jugularis, größtenteils aber in die vordere Hohlvene münden. Die Lücken sind von einer zarten strukturlosen Wand begrenzt, und man hat sie zweifellos als Lymphspalten aufzufassen, die sich durch Sprossung aus dem venösen Gefäßsystem entwickelt haben. Wie die Blutgefäße, so enthalten auch sie Blutkörperchen in wechselnder Menge. Ihre Entstehung scheint also von der Stelle auszugehen, wo in den späteren Lebensperioden die Mündungsstelle der Lymphgefäße zu suchen ist.

An der der Lage der Lumbaldrüsen entsprechenden Stelle treffen wir analoge Verhältnisse. Die Aorta zeigt in diesem Teil das Verhalten des ausgebildeten Gefäßstammes, abgesehen von kleinen, durch das ungleiche Längenwachstum des Embryos bedingten Unterschieden. Die Nieren stellen bereits ansehnliche weit nach vorn reichende Konglomerate epithelialer gewundener Schläuche dar. Der ventralen Fläche der Wirbelkörper entlang gewahrt man im Mesenchym wiederum miteinander wechseltvoll kommunizierende Hohlräume eingestreut, die wenig kranial vor der Abzweigung der Art. iliacae beginnen und nach rückwärts bis zu ihrer Mündung in die Beckenvenen zu verfolgen sind. Ihrem späteren Schicksal nach stellen sie ebenfalls Lymphgefäßsprossen dar, die wiederum von einer Stelle des venösen Gefäßsystems ihren Ausgang nahmen, wo Venen und Lymphgefäßsystem auch beim erwachsenen Tier in Beziehungen bleiben. Gegenüber den Lymphspalten der Halsregion zeigen sie den Unterschied, daß sie nicht so groß sind, und entlang ihres ganzen Verlaufes reichlich Blutkörperchen enthalten. Es ist bei diesem Embryo die Beckenregion überhaupt viel blutreicher als die vordere Körperpartie.

Wie wir bei Besprechung der nächsten Stadien noch genauer sehen werden, ist somit die Ansicht PENSAS, die die beschriebenen Lücken bereits mit der Lymphknotenanlage in Beziehung bringt, nicht zutreffend. Es handelt sich hier erst um die Entstehung des Lymphgefäßsystems, und es wäre auch zu unwahrscheinlich, daß sich zu dieser Zeitperiode, wo das arterielle und venöse Gefäßsystem in der Entwicklung noch so weit zurück, und vom Lymphsystem noch nicht einmal die Duct. thoracici ausgebildet sind, schon die Lymphknoten anlegten.

II. Stadium 9 Tage 17 Stunden. Scheitelsteißlänge 41 mm. Arteriell Gefäßsystem in allen Teilen mit dem definitiven zu analogisieren, venöses ebenso; Thymus erstreckt sich als runder, schwach gelappter, von einer zarten Scheide umgebener Zellstrang

nur über die obere Hälfte des Halses, und ist von der Jugularis seitlich abgerückt. Die Lappen der Thyreoidea sind völlig voneinander getrennt und stellen eine ziemlich homogene Zellmasse dar. Das Längenwachstum des Halses hat bedeutend zugenommen und die Lunge, die auf dem vorigen Stadium noch nicht neben dem Herzen, sondern bloß hinter demselben lag, hat sich hier schon weit nach vorn geschoben, wodurch die Lagebeziehungen der einzelnen Organe die größte Ähnlichkeit mit denen des fertigen Tieres gewinnen. Um nun die Verhältnisse des venösen Systems und des mit ihnen in engem Zusammenhang stehenden Lymphgefäßsystems beurteilen zu können, ist es am besten, von der Mündungsstelle aus den Verlauf derselben zu verfolgen. Man sieht dann, wie sich in den ursprünglich einheitlichen Hohlraum der Vena cava superior das Mesenchym in Form schmaler Scheidewände einschiebt und die Vene dadurch ziemlich in einer Höhe in mehrere Gefäße ganz ungleichen Volumens zerlegt wird. Die Wandstärke dieser Gefäße ergibt zwar bei starker Vergrößerung schon Verschiedenheiten, immerhin ist es aber noch nicht so ohne weiteres möglich Venen und Lymphgefäße lediglich an diesem Kennzeichen auseinander zu halten. Je weiter man die Schnittserie nach oben verfolgt, desto klarer werden die Verhältnisse und man kann aus ihrer topographischen Lage die V. subclavia, die V. jugular. und die V. vertebralis unzweifelhaft erkennen. Die seitlich abzweigende V. subclavia verschwindet bald, die Jugularis ist an ihrem gleichmäßig weiten gerundeten Lumen, das stets lateral vom Nerven liegt, kenntlich, und die Vertebralis verläuft stets am meisten dorsal und dem lateralen Rande der Lunge anliegend. Abgesehen von diesen deutlich charakterisierten Gefäßen gehen aus der vorderen Hohlvene auch noch einige andere hervor, welche natürlich nur als Lymphgefäße gedeutet werden können. Diese verschwinden entweder bald im umgebenden Mesenchym, eines begleitet die V. subclavia und ist als Flügel-lymphgefäß anzusprechen, und eines begleitet die Jugularis, deren Dorsalwand es dicht anliegt und der es an Volumen fast gleichkommt. Es ist entlang des ganzen Halses zu verfolgen und zeigt in seiner Wand nirgends Veränderungen, auch nicht an der Stelle, wo sich später die Lymphknoten entwickeln. Wir können also sagen, daß sich die auf dem vorigen Stadium als unregelmäßig eingestreute Lücken vorhandenen Lymphräume nunmehr zu individualisierten Lymphgefäßen gesammelt haben, die zwar noch unverhältnismäßig weit sind aber die Venen analog wie beim

erwachsenen Tier kontinuierlich begleiten. Ihr einziger Inhalt besteht wiederum bloß aus Blutkörperchen, die besonders in der Nähe der Mündung reichlich sind.

Die Lumbalportion zeigt diesen identische Vorgänge. Wir finden dort in dem Mesenchym an der Unterfläche der Wirbelsäule die Aorta begleitend ziemlich weite unregelmäßig geformte, transversal liegende Spalten, die wenig Blut enthalten. Sie sind besonders weit an der Abzweigungsstelle der Art. ischiadicae, mitunter durch Scheidewände abgeteilt, umgeben die zahlreichen Sympathicusganglien und die Basis der aus der Aorta abzweigenden Gefäße und stehen des öfteren zwischen Aorta und Wirbelsäule mit denen der Gegenseite in Zusammenhang. Nach vorn erreichen sie die Abzweigungsstelle der Art. mesenterica noch nicht, die Duct. thoracic. sind also noch nicht angelegt.

SAXER, der am Halse eines Rindsembryos von 2,5 cm Länge zum ersten Male „wohlausgeprägte röhrenförmige feine Lymphgefäße mit deutlicher Endothelauskleidung“ fand, beschreibt in deren Nähe „das Auftreten eigentümlicher kleinzelliger Herde im Bindegewebe“, die er für Analoga der späteren Zellenentwicklung in den Lymphdrüsenanlagen hält, und denen er große Bedeutung zumißt. Die Suche nach Zellhaufen, die diesen von SAXER beschriebenen analog wären, war bei den Entenembryonen vollkommen vergeblich. Hingegen findet man im Mesenchym Einzelzellen, die die größte Ähnlichkeit mit den späteren Lymphozyten haben und zweifellos als deren Urformen aufzufassen sind. Sie sind größer und runder als die Mesenchymzellen, und haben einen stets dunkleren Kern mit dichtem Chromatin. In einzelnen Zellen ist der Kern scharf kreisrund, in den meisten ist er unregelmäßig, nierenförmig. Auch der zarte Plasmaleib umgibt in sehr variabler Form den nur in ganz wenig Fällen zentral liegenden Kern und zeigt manchmal flache Ausbuchtungen und kurze Fortsätze. SAXER nennt derartige leukozytenähnliche Zellen der früheren Embryonalzeit „Primäre Wanderzellen“, eine Bezeichnung, die auch für die eben beschriebenen Zellen ohne weiteres zutreffend sein dürfte. Diese Wanderzellen sind keineswegs nur in der Nähe der späteren Lymphknotenlage zu finden, sondern überall im Mesenchym des Halses und der Extremitäten, wenn auch ihr Vorkommen an der unteren Partie des Halses und in der Nähe des Lymphgefäßes etwas reichlicher zu sein scheint. Sie liegen z. T. ganz unvermittelt zwischen den Mesenchymzellen, häufig jedoch trifft man sie in zartwandigen, als Lymphkapillaren zu bezeichnenden Ge-

websspalten, niemals noch im Lymphgefäß selbst und auch nicht im Blutgefäßsystem¹⁾.

Vereinzelt findet man auch eosinophile Zellen, Riesenzellen konnte ich nirgends entdecken. In der Lumbaldrüsenregion findet man ebensolche Zellen, doch bedeutend spärlicher, wie das ja aus der Spärlichkeit des Mesenchyms an dieser Stelle wohl erklärlich ist.

III. und IV. Stadium. Bei den nächsten Stadien, einem Entenembryo von 11 Tagen 17 Stunden und 47 mm Scheitelsteißlänge, und einem 13 Tage 17 Stunden alten von 58 mm Länge wurde gar nichts Bemerkenswerthes aufgefunden. Bereits beim 11tägigen Embryo sind die Duct. thoracic. angelegt. Im übrigen verhalten sich die Lymphwege bezüglich Verlauf und Mündung genau wie bei dem 9tägigen Embryo. Sowohl in ihrem Lumen als auch in dem der Blutgefäße wurden als einziger Inhalt nur rote Blutkörperchen nachgewiesen. Von einer Anlage der Lymphknoten war noch keine Spur vorzufinden. Lymphozyten treten auf wie vorher, eine Zunahme ihrer Zahl war nicht festzustellen. Bei dem 13tägigen Embryo sind sie in der Umgebung des Lymphgefäßes und der Jugularis etwas reichlicher vorhanden als anderswo, indes könnte dies ebensogut Zufall sein, denn irgendwelcher Zusammenhang zwischen ihnen und der späteren Lymphknotenanlage ist vorläufig noch nicht zu erkennen.

V. Stadium. 15 Tage 17 Stunden alt, 70 mm lang. Auf der folgenden Entwicklungsstufe, insbesondere bei einem 15 Tage 17 Stunden alten, weniger deutlich bei einem 16 Tage 1 Stunde alten und 65 mm langen Embryo setzen an der der Lymphknotenlage entsprechenden Stelle der Lymphgefäße die ersten bemerkenswerten Veränderungen ein. Am typischsten ist das der Fall an den Halslymphgefäßen, weshalb diese als Grundlage für die nachstehende Schilderung dienen sollen. Während das Lymphgefäß in den oberen Partien seines Verlaufes genau wie auf den früheren Stadien eine durch eine zarte Wand von den umgebenden lockeren Mesenchym abgegrenzte Höhlung darstellt, die in der Form und

¹⁾ Anmerkung: Auf die Frage der Abstammung dieser Zellen soll nicht weiter eingegangen werden. Um sich über die hierüber existierenden Theorien und auch über die später noch zu streifenden zahlreichen Streitfragen der Lymphdrüsenstruktur und Funktion zu informieren, ist die Arbeit SAXERS sehr lesenswert, der aus der umfangreichen Literatur die Befunde der Autoren kurz zusammengefaßt und in ihren Abweichungen einander präzise gegenübergestellt wiedergibt.

Weite ihres Lumens sehr von den Organen seiner Nachbarschaft abhängt, gewinnt es in der kaudal von der Schilddrüse gelegenen Region anscheinend größere Selbständigkeit. Es erweitert sich hier allmählich, so daß es an Durchmesser der Jugulurvene gleichkommt, liegt mehr isoliert, lateral vom N. vagus, nahe der fibrösen Scheidewand, die die Halsorgane von der Lunge trennt,

Fig. 5.

Fig. 6.



Textfig. 5 und 6. Querschnitte durch das Halslymphgefäß eines 15 Tage 17 Stunden alten Entenembryos. (Vergr. 160mal). Erste Anlage des Lymphknotens durch Verdichtung des Mesenchyms am Rande des Lymphgefäßes, welches durch sein Vorwuchern in das Lumen des Gefäßes auf Textfig. 6 zur Entstehung einer Querspange Anlaß gegeben hat.

und seine Wand ist nicht mehr homogen und scharf umschrieben wie früher, sondern weist an beliebiger Stelle diffuse dunkle Randzonen auf, die durch Anhäufung von Zellen entstanden sind (Textfig. 5). Überall, wo solche Zellansammlungen statthaben, macht sich auch die Tendenz des Vorwachsens in das Lumen

des Lymphraumes bemerkbar, weshalb diese dichten Partien stets als flache oder kegelförmige Erhebungen mehr oder weniger stark in den Hohlraum ragen, diesem eine gezackte, unregelmäßige Kontur verleihen und ganz vereinzelt sogar Querspangen bilden können (Textfig. 6). Trotz ihrer scheinbaren Kompaktheit lassen diese Zellkonglomerate doch zahlreiche Gewebslücken in sich wahrnehmen. Soweit das Lymphgefäß von solchen Veränderungen betroffen ist — bei dem in Rede stehenden Embryo ist dies jederseits auf eine Strecke von 0,5 mm hin der Fall — läßt sich keine deutliche Endothelauskleidung nachweisen, diese erscheint vielmehr an den Stellen, wo die Verdickungen liegen, unterbrochen, so daß hier der Hohlraum direkt an das Mesenchym grenzt.

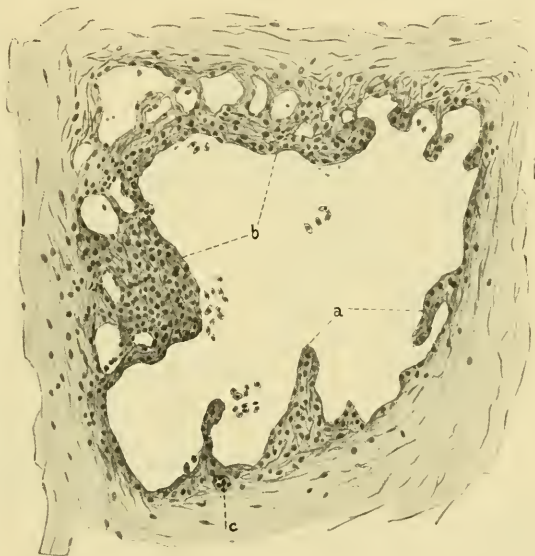
Da wir die Anfänge der Lymphknotenbildung in den eben geschilderten Zellwucherungen sehen müssen, so ist es sehr wesentlich zu wissen, aus welchen Gewebelementen diese ihren Ursprung nehmen: ob vom Mesenchym oder von der bereits ausgebildeten Wand des Lymphgefäßes, dem Endothel. Es ist ersteres der Fall. Betrachtet man z. B. die Textfig. 5 und 6 und Taf. XVI, Fig. 1, welche beide von diesem Entwicklungsstadium stammen, so gewinnt man sogleich den Eindruck, als seien die dunklen Zonen aus mesenchymatischem Gewebe entstanden, welches sich hier dem Lymphweg dichter angelagert hat. Vor allem spricht dafür der Umstand, daß diese dichteren Gewebspartien nicht scharf abgegrenzt sind, sondern gegen das lockere Mesenchym einen allmählichen, unscharfen Übergang zeigen, und genau wie dieses von Lücken und Spalten durchsetzt sind. Auch lassen sich in ihnen rücksichtlich der Form der Zellen und vor allem der Zellkerne keinerlei Unterschiede gegenüber den Mesenchymzellen finden (Taf. XVI. Fig. 1).

Das Lymphgefäß selbst geht unterhalb des Bereiches der Lymphknotenanlage als einfache, stellenweise mit Klappen versehene Röhre weiter, die an der gewöhnlichen Stelle, nämlich dem Mündungswinkel zwischen V. jugularis und V. vertebralis, sich vermittels einer mit klappenförmigen Vorragungen versehenen Öffnung in die vordere Hohlvene ergießt.

Auffallend ist auf diesem Stadium die Vermehrung der Lymphozyten, die entweder aktiv oder auf dem Wege von Gewebsspalten in die Nähe der Lymphknotenanlage gekommen sind, wo sie dem Hohlraum oft dicht anliegen. Im Lumen der Lymph- oder Blutgefäße waren sie jedoch nicht aufzufinden.

VI. Stadium. 18 Tage, 17 Stunden. 90 mm Länge. Die Entwicklung des Lymphknotens hat in der Zwischenzeit beträchtliche Fortschritte gemacht. Die Anlage dehnt sich jetzt an den Brustlymphknoten auf eine Strecke von 1,36 bzw. 1,10 mm aus, beginnt wiederum in Höhe des kaudalen Poles der Thyreoidea, und erstreckt sich weiter nach abwärts als auf dem vorigen Stadium, so daß diesmal nur eine kurze Strecke des Lymphgefäßes vor der Einmündung unverändert bleibt. Da sich in diesem Alter die Luftsäcke am Halse weit vorgeschoben haben und stark ausgedehnt sind, so grenzt der Lymphknoten von jetzt ab seitlich

nahe an diese Hohlräume. Am Anfang und am Ende der Lymphknotenanlage treffen wir die Verhältnisse noch ähnlich wie auf dem vorigen Stadium, doch deutlicher ausgeprägt, so daß die Betrachtung eines Querschnittes durch diese Stellen für das Verständnis der Entwicklung am dienlichsten ist. Man sieht dann, wie die durch Zellanhäufungen



Textfig. 7. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 18 Tage 17 Stunden alten Entenembryos. (Vergr. 160 mal.) *a* Mesenchymwucherungen, *b* randständige Zellhaufen, durch gegenseitige Vereinigung von Mesenchymvorsprüngen entstanden, *c* Blutgefäßquerschnitt.

verdichteten Partien der Gefäßwand in Form von Zapfen und Kolben in das Lumen vorwachsen (Textfig. 7 und Taf. XVI, Fig. 2). Diese Vorbuchtungen pflegen sich vielfach flach über die Oberfläche, dieser parallel, wegzuschieben und mit den freien Enden benachbarter Vorsprünge zu vereinigen, so daß zunächst ein durch kurze dicke Spangen mit der Wand des Lymphgefäßes in Verbindung stehender breiter Zellkomplex entsteht (Textfig. 7). Dieser Komplex schiebt sich nun gegen das Zentrum des Hohlraumes vor, wodurch die ursprünglich starken Verbindungsbrücken

förmlich gedehnt werden, denn sie werden, je mehr der Zellhaufen gegen die Mitte zuwandert, immer feiner und zeigen Unterbrechungen, gleichsam als wären sie abgerissen, wie das auf Textfig. 8 fast ringsherum zu sehen ist. Da dieser Prozeß sich auch an zahlreichen anderen Stellen der Gefäßwand abspielt — die ganzen Veränderungen dieses Stadiums sind eigentlich nur vielmalige Wiederholungen dieser Phase —, so kommt es, daß ein solcher zentraler Zellhaufen sich mit ebensolchen von anderen Stellen aus entstandenen vereinigt, und wir im mittleren Abschnitt der Lymphknotenanlage einen zentralen Kern von Mesenchymzellen haben, der durch zahlreiche schmale und verästelte Gewebs-



Textfig. 8. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 18 Tage 17 Stunden alten Entenembryos. (Vergr. 160mal.) *a* nach der Mitte gerückter Zellkomplex, *b* dadurch entstandene, durch dünne Gewebszüge geschiedene sekundäre Lymphräume, *c* Blutgefäßquerschnitte.

brücken mit der Wandung des Lymphgefäßes in Zusammenhang gehalten und frei aufgehängt wird. Bemerkenswert für die weitere Umwandlung ist, daß dieser zentrale Kern trotz seiner Dichte nicht homogen ist, sondern viele kleine Spalten und Hohlräume aufweist. Die Blutgefäßversorgung dieser ganzen Anlage ist ziemlich reichlich, man trifft häufig entweder noch am Rande des Komplexes oder

auch schon im Balkenwerk liegende Gefäßquerschnitte. Die Lymphozyten liegen in beträchtlicher Anzahl in den Gewebsspalten, am Rande der Anlage des Lymphknotens aber auch im zentralen Kern findet man sie. Sie zeigen überwiegend ruhende Form, d. h. einen kreisrunden Kern, der gleichmäßig von einem schmalen Plasmaleib umgeben ist. Sie finden sich auch schon ganz einzeln im Hohlraum des Lymphgefäßes, dessen Inhalt im übrigen aus Blutkörperchen und Plasmazellen besteht. Man trifft auch viele nackte Lymphkerne, die den verdickten Partien der Gefäßwand so dicht anliegen (Taf. XVI, Fig. 2), daß es zweifellos er-

scheint, daß sie direkt aus dem Mesenchym in das Lumen eingetreten sind.

Die Vorgänge an den Lumbalknoten verdienen kaum besondere Erwähnung, da sie den oben geschilderten völlig entsprechen. Ihr Anblick ergibt deshalb eine geringe Eigenart, weil die Anlage der Lumbalknoten nicht kreisrunde Form hat, wie die der Zerviokothorakalknoten, sondern die eines spitzen, transversal liegenden Dreiecks, und das Hereinwachsen der Trabekel ins Lumen nicht so gleichmäßig von allen Seiten, sondern vorherrschend in transversaler Richtung erfolgt. Es ist daher auch der zentrale Kern nicht so deutlich ausgeprägt, wie bei den Zerviokothorakalknoten (Textfig. 9.)

Es mag von Interesse sein, an dieser Stelle die Befunde zu erwähnen, die bereits früher über die erste Anlage der Lymph-



Textfig. 9. Querschnitt durch den Lumbalknoten eines 18 Tage 17 Stunden alten Entenembryos. (Vergr. 160 mal). *a* Wirbelknochen, *b* Aortenwand.

knoten gemacht wurden. SERTOLI benutzte zu seinen Studien die Mesenterialdrüsen des Rindes, CHIEVITZ die Inguinaldrüsen des menschlichen Fötus und die fötalen Mesenterialdrüsen des Schweines. SAXER untersuchte vorwiegend Rind- und Schafsembryonen. So verschiedenartig die Untersuchungsobjekte waren, so ergeben doch die Beschreibungen und die Abbildungen sowohl untereinander als auch mit obigen Darstellungen von der Lymphknotenanlage der Ente eine bemerkenswerte Übereinstimmung.

SERTOLI fand die ersten Spuren der sich bildenden Mesenterialdrüsen bei einem 4 Zoll langen Rindsembryo, und beschreibt die hier stattfindende Modifikation so, „daß sich in der nächsten

Umgebung der (sich vorher als einfache Spalten darbietenden) Lymphräume die Anzahl der Kerne so sehr vermehrt, daß dieser Teil des Mesenterialdurchschnittes viel dunkler erscheint als die anderen Regionen. Mit der Vervielfältigung der Kerne ändert sich zugleich die Form der Räume an der Stelle, wo die Drüse sich bilden soll. Sie erscheinen nicht mehr als lange Räume, sondern unregelmäßig gewunden, einander sehr viel genähert.“ Man muß bei dieser Schilderung und bei Betrachtung der Abbildung SERTOLIS beachten, daß SERTOLI eine Stelle wählte, wo sich nicht ein einzelner Lymphknoten entwickelt, sondern eine ganze Lymphknotenkette und daß eine Abbildung bei sehr schwacher Vergrößerung gezeichnet ist. Nimmt man aus der Zeichnung einen einzelnen Lymphraum mit seiner Umgebung heraus, so hat man große Ähnlichkeit mit Textfig. 5: Das Lymphgefäß mit den Kernanhäufungen am Rande, die durch ihr Vordringen gegen das Lumen diesem den „gewundenen“ Verlauf geben.

CHIEVITZ hat Stadien gewählt, die schon etwas älter sind, die allererste Anlage beschreibt er nicht. Seine Untersuchungsmethoden und seine Zeichnungen sind leider nicht der Feinheit des Objektes entsprechend, immerhin lassen Text und Figuren, die er von den Inguinaldrüsen eines ca. 11 und eines ca. 13 Wochen alten menschlichen Embryos gibt, eine außerordentliche Ähnlichkeit mit meinen Befunden erkennen. Besonders gilt dies für den 13wöchigen Embryo, von dem CHIEVITZ sagt: „Jede Drüsenanlage war ringsum von einem weiten Spalt umgeben. Der an diesen Spalt zunächst grenzende Teil des umliegenden Gewebes zeigte sich etwas verdichtet und reichlicher mit Kernen versehen, wodurch eine Andeutung von einer Kapsel entstand. Von dieser gingen an vielen Stellen dickere, ebenfalls kernreiche Bindegewebsstränge durch den Ringspalt in die Drüse über. Dagegen fand sich von einem Sinusreticulum nichts. An einigen Stellen habe ich einen breiteren Zusammenhang zwischen Drüse und umgebendem Gewebe gesehen.“ — Seine Abbildung dieses Stadiums läßt sich unschwer mit Textfig. 8 analogisieren. Was CHIEVITZ als eigentliche „Drüse“ bezeichnet, ist der zentrale Kern von Mesenchymzellen, und der Ringspalt ist das Lumen des Lymphgefäßes, das von den vom Rand zum zentralen Zellhaufen gehenden Gewebsbrücken durchzogen ist.

Am ausgesprochensten geht die Übereinstimmung in der Lymphknotenanlage der Vögel mit der der Säuger aus der Arbeit SAXERS hervor. Er fand, daß die erste Anlage „von einem

Plexus von Lymphgefäßen aus erfolgt, die reichlich im Bereich des Plexus miteinander anastomosieren und größere Räume bilden. Das Bindegewebe zwischen den Lymphgefäßen ist deutlich dichter als in der Umgebung und enthält reichlich Kapillarsprossen. Es bildet eine Art Balkenwerk zwischen den meist parallel zueinander angeordneten Räumen, dessen Mächtigkeit im Verhältnis zur Weite der Lymphbahnen ziemlichen Schwankungen unterworfen ist“.

Vergleicht man zu diesem Text seine Abbildung, so gelangt man zu der Ansicht, daß es sich eigentlich wiederum nur um eine mit anderen Worten gegebene Beschreibung des Stadiums VI handelt, und der Unterschied bloß darin besteht, daß SAXER, der die erste Phase der Entwicklung — das Hineinwachsen des Mesenchyms ins Lumen des ursprünglichen Gefäßes — nicht zu sehen bekam, die auf diese Weise entstandenen „reichlich miteinander anastomosierenden“ sekundären Räume als einen Lymphgefäßplexus anspricht. Als nächstes Stadium beschreibt SAXER die Anlage eines 13½ cm langen Rindembryos, und zwar folgendermaßen: „Die Hauptmasse der Anlage wird von einem ziemlich kompakten, rundlichen, aber mit zahlreichen, den Plexus durchsetzenden Ausläufern versehenen Kern gebildet, der allseitig von weiten, nur durch Septen voneinander geschiedenen Lymphräumen umgeben wird.“ Die Abbildung dieser Anlage deckt sich wieder ganz genau mit meiner Textfig. 8. CHIEVITZ sowohl als SAXER betonen das frühzeitige Auftreten von Blutgefäßen in der Lymphknotenanlage.

PENSA, der die Entwicklung der Vogellymphknoten ebenfalls verfolgte, wenn auch nur in groben Zügen, gibt lediglich an, daß in der Zeit vom 10. bis zum 15. Tag — also bedeutend eher als ich es fand — „die Gefäßwände und das umgebende Mesenchym es sind, die größtenteils aktiv an der Bildung der Drüse sich beteiligen, indem die Querbalken, die von den Gefäßwänden abzweigen und in den Hohlraum eindringen, an Zahl und Beträchtlichkeit zunehmen. Am 18. Tag stellt sich die Drüse bereits als kleine Formation von schwammigem Charakter dar durch das Vorhandensein von Trabekeln und Querspangen (trabecole e tramezze), die die Hohlräume begrenzen“.

Stadium VII. 21 Tage 24 Stunden alt, 90 mm lang. Dieses Stadium (Textfig. 10) bietet gegenüber dem vorigen wenig Bemerkenswertes. Die Neuerungen beschränken sich darauf, daß die Einbeziehung des umgebenden Mesenchyms nicht mehr so stark ist wie früher, demgemäß die Verdichtungszone am Rande

der Anlage sehr schmal ist, und ein schärferes Abgesetztsein des Komplexes gegenüber dem umliegenden Mesenchym dadurch be-



dingt ist. Ferner ist der zentrale Kern fast völlig verschwunden, indem er sich durch Aufspaltung und Vergrößerung der schon vorher in ihm vorhandenen Lücken ebenfalls in Gerüstwerk auflöste. Es stellt somit der Lymphknoten auf dieser Stufe ein maschiges Gebilde dar, das nach allen Seiten von Balkenwerk durchzogen ist, und in dem die Hohlräume gegenüber dem sich mehr und mehr entwickelnden Gerüstwerk zurücktreten. Durch die derben vielgewundenen Balkenzüge und die Reduzierung der Lücken macht die Anlage einen massigen Eindruck. Auch hat sie der Breitenausdehnung nach erheblich zugenommen und zeigt ziemlich unregelmäßige Form. An Längenausdehnung kommt

Textfig. 10. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 21 Tage 24 Stunden alten Entenembryos. (Vergr. ca. 175mal).

sie dem vorigen Stadium ungefähr gleich, sie beträgt bei dem rechten Cervicothorakalknoten 0,98, bei dem linken 1,36 mm. Blutgefäßquerschnitte sind wieder in allen Teilen der Anlage zu finden. Unverkennbar ist ferner die zunehmende bindegewebige Faserung des Gerüstwerkes, die besonders an den dünneren Bälkchen in die Erscheinung tritt und die damit zusammenhängende, wenn auch noch nicht allenthalben deutliche Modifikation der ursprünglich ovalen Mesenchymkerne, die vielfach spitzere Form annehmen und vereinzelt vollkommen Bindegewebskernen gleichen.

Lymphozyten sind in der Umgebung der Anlage nach wie vor ziemlich reichlich zu finden, am zahlreichsten sind sie in den verdickten Randzonen, auch in den Bälkchen liegen mitunter nackte, runde Kerne. Vielfach gewahrt man Lymphozyten nun auch in den Hohlräumen. Ein Endothel ist im Bereich der Lymphknotenanlage nicht vorhanden, die Bälkchen sind ohne Begrenzung gegen das Lumen.

Die Mündungsverhältnisse sind die bereits bekannten. Der Lymphknoten mündet durch einen nur mehr ganz kurzen und weiten Gang — also fast unmittelbar — an der Vereinigungsstelle der drei Venen in eine geräumige mit Klappen versehene Ausbuchtung der vorderen Hohlvene.

Die Vorgänge an dem zweiten Lymphknotenpaar unterscheiden sich in nichts von den oben geschilderten.

Ein Analogon zu diesem Stadium finde ich bei den oben zitierten Autoren nirgends beschrieben.

Stadium VIII. 23 Tage 1 Stunde alt, 105 mm lang (Textfig. 11). Das Längen- und Breitenwachstum der Anlage dürfte hier die relativ größte Ausdehnung erreicht haben. Die Länge beträgt 1,53 bzw. 1,30 mm. Eine ausgesprochene Demarkationslinie um den embryonalen Lymphknoten ist noch immer nicht vorhanden, trotzdem das Mesenchym um die Anlage an einzelnen Stellen tangentielle Faserung angenommen hat, und man aus dem Verschwinden der Verdichtungszone annehmen kann, daß nunmehr die Vergrößerung der Anlage nicht mehr durch Einbeziehung des Mesenchyms der Umgebung geschieht, sondern durch Vermehrung und Wachstum der eigenen Elemente. Das Gerüstwerk erreicht auf diesem Stadium durch zunehmende Verzweigung sein Maximum an Entwicklung und auch an Feinheit. Während früher aber die Balken regellos das Lumen durchzogen und so Hohlräume der verschiedensten Form und Größe entstanden, so zeigt sich jetzt eine auffallende Erscheinung, die auch

auf allen späteren Stadien zu beobachten ist: es kommt nämlich zur Ausbildung eines Hautlymphweges. Dieser Lymphraum stellt eine die ganze Längsachse der Anlage durchlaufende direkte



Textfig. 11. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 23 Tage 1 Stunde alten Entenembryos. (Vergr. ca. 175 mal.) *a* Hauptlymphraum, *b* Nebenlymphraum mit Lymphocyten als Inhalt.

Fortsetzung des

Halslymphgefäßes vor, dessen Lumen einfach von Trabekeln freibleibt. Er hat ganz beträchtliche Dimensionen und verläuft in der Hauptsache ungefähr zentral, mitunter liegt er auch dem Rande der Anlage an. Er hat fast überall ovalen Querschnitt, seine Begrenzungslinie ist jedoch häufig unterbrochen, da er allenthalben mit den Lymphräumen der übrigen Lymphknotenpartie Kommunikationen besitzt. Die Umwandlung des Mesenchyms in Bindegewebe hat weitere Fortschritte gemacht, die spitzen Bindegewebskerne kommen an Zahl den noch ovalen

Mesenchymkernen fast gleich. Am deutlichsten ist die bindegewebige Streifung in der Umgebung des Hauptlymphraumes. Lymphozyten finden sich in einer gegenüber dem vorigen Stadium ganz beträchtlichen Menge, ihre Verteilung über die Anlage ist eine ziemlich gleichmäßige. Doch trifft man auf einzelnen Schnitten dunklere Stellen, die stets in der Nähe des Hauptlymphraumes liegen, wo das Grundgewebe des Lymphknotens nicht so vollständig aufgelöst ist, und die sich bei stärkerer Vergrößerung als lichte Anhäufungen von Lymphzellen darstellen. Die Rundzellen liegen stets in kleinen Gewebsspalten, so daß man den Eindruck bekommt, als hätten diese Zellen die Fasern der bindegewebigen Grundsubstanz auseinander gedrängt. Sie bieten gegenüber den frei in den größeren Lymphräumen gelegenen Lymphozyten lediglich den Unterschied, daß ihr Plasmaleib nicht so groß ist wie bei diesen, sondern den Kern nur in Form eines schmalen Saumes umgibt.

Der auffallendste Vorgang auf dieser Entwicklungsstufe bleibt also das erwähnte Auftreten des Hauptlymphraumes. PENSÁ bemerkt in seiner Arbeit hierüber nichts, auf der Abbildung eines ungefähr gleichalterigen Stadiums jedoch hat er ihn eingezeichnet. Da PENSÁ die Entwicklung der Lymphknoten der Gans nur bis zu dieser Altersstufe verfolgte, so hat er der Ausbildung dieses Lymphweges, obwohl er sie bemerkt hat, nicht die Bedeutung beigelegt, die ihr zweifellos zukommt. Auf ihr scheint nämlich, wenn man die entsprechende Entwicklungsstufe der Säugerymphknoten in Vergleich zieht, der prinzipielle Unterschied in der Struktur der Vogel- und Säugerymphknoten zu beruhen. Während bei den Vögeln ein mehr oder weniger zentral gelegener Teil der Anlage für den Lymphstrom von Balkenwerk freibleibt, geschieht bei den Säugern nach vollkommen übereinstimmender Angabe der oben zitierten Autoren dasselbe an der Peripherie, indem sich unter der Kapsel ein zirkulärer Hohlraum ausbildet, der als „Randsinus“ bezeichnet wird. SAXER sagt hierüber: „Die äußere Sinus ist meist ganz frei von Lymphzellen, so daß er bereits bei schwächster Vergrößerung als heller, die Drüsensubstanz umgebender Ring zu erkennen ist.“ Sehr anschaulich ist auch die Schilderung von SERTOLI, die jedoch ihrer Ausführlichkeit wegen hier nicht zitiert werden soll.

An den Lumbaldrüsen ist ebenfalls ein deutlicher Hauptlymphraum ausgebildet, der aber nicht so zentral liegt, sondern meist in einem Winkel der dreieckigen Anlage, und dessen Rand fast stets von der äußeren Begrenzung des Lymphknotens ge-

bildet wird. Lokalisierte Lymphozytenanhäufungen sind nicht zu finden.

Stadium VIII. 24 Tage 17 Stunden alt, 115 mm lang. Bei diesem Tier, trotzdem es über $1\frac{1}{2}$ Tage älter ist als das vorige, sind keine wesentlichen Fortschritte in der Lymphknotenentwicklung zu bemerken, wie überhaupt diese von jetzt ab sehr ungleich und sprungweise weitergeht. Der Lymphknoten stellt jederseits einen seitlich stark zusammengedrückten schmalen Komplex dar, der nur je 1 mm Länge besitzt. Die Begrenzung der Anlage hebt sich scharf von der hellen Umgebung ab, trotzdem aber gelingt es bei genauer Betrachtung nicht, eine wirkliche Scheidung beider Gewebsarten durch eine Kapsel aufzufinden, sondern das Lymphknotengewebe geht unmittelbar in das benachbarte Mesenchymgewebe über. Das Innere zeigt die gleiche Struktur wie vorher, es stellt ein enges Maschenwerk aus feinen bindegewebigen Bälkchen dar, das wieder von dem großen Hauptlymphraum durchzogen ist, der sich in seiner Form im wesentlichen wieder nach der äußeren Kontur der Anlage richtet. Die Lumbaldrüsen stehen mit denen des vorigen Stadiums auf einer Stufe.

Stadium IX. Entenembryo, 27 volle Tage alt, zum Auschlüpfen fertig. Bezüglich ihrer Form, Lage, Gerüstwerk und Verhalten des Hauptlymphraumes bietet die Lymphknotenanlage überall das bekannte Bild, so daß eine abermalige Beschreibung überflüssig ist. Lymphozyten sind in den Lymphräumen überall vorhanden, auffallend hat jedoch die Infiltration des Grundgewebes mit Rundzellen zugenommen. Sie ist nicht diffus, sondern an den Stellen lokalisiert, wo sie bereits auf dem 23 tägigen Stadium angedeutet war, nämlich in der Umgebung des Hauptlymphraumes. Die Rundzellen lassen alle nur mehr eine schmale Plasmazone um den Kern erkennen. Durch die zwischengelagerten Lymphozyten sind die Fasern des Grundgewebes auseinander gedrängt, gelockert worden, so daß es zahllose helle Lücken durchschimmern läßt. Wie aus Taf. XVII, Fig. 4 ersichtlich ist, kann man diese infiltrierten Zellhaufen sehr wohl als die Anlage der Lymphfollikel bezeichnen. Durch das Auseinanderdrängen der Grundgewebefasern entsteht das Retikulum der Follikel. — Es vollzieht sich somit die Follikelanlage genau so wie sie für die Lymphknoten der Säuger beschrieben ist. Unter Beiseitelassung der Frage, ob die Zellen in loco entstanden sind, und sich hier vermehrten oder mit der Blutbahn eingeschwemmt wurden, wie das GULLAND be-

hauptet, sei hier nur nachstehend die Beschreibung SAXERS wiederholt, weil sie geeignet erscheint, die Ansicht von der Analogie des Hauptlymphweges mit dem Randsinus der Säugerymphknoten zu stützen. SAXER sagt: „ . . . Man sieht in der helleren Masse (Grundsubstanz) dunkelblaue Flecken auftreten, die jetzt fast ausnahmslos aus Zellen bestehen, die sich durch nichts von den Lymphozyten des erwachsenen adenoiden Gewebes unterscheiden. Dadurch, daß sie gegen den äußeren Sinus vordringen, die bisher eckigen Übergänge zu den Septen halbkugelig vorwölben, entsteht bereits jetzt das Bild des Lymphfollikels.“ Wie also die Lymphfollikel der Vögel ihren bestimmten Entstehungsort haben in der Nähe des Hauptlymphganges, so haben die der Säuger den ihrigen in der Nähe des Randsinus, wo sie die sogen. „Rindensubstanz“ bilden. Aus diesem Verhalten der Follikel geht wohl die übereinstimmende Bedeutung der beiden Lymphräume hervor.

Stadium X. Ente, 5 Tage alt. Die Lymphknoten dieses Tieres sind



Textfig. 12. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 5-tägigen Entchens. (Vergr. 175 mal.) a Hauptlymphraum, b unterbrochene Stelle der Lymphknotenbegrenzung.

in mancher Beziehung noch gegen die des vorigen zurück, und das Bild ihres mikroskopischen Querschnittes ähnelt noch sehr dem des 24tägigen Embryos. Da es aber die Architektur des jungen Lymphknotens sehr typisch erkennen läßt, so ist es in Textfig. 12 wiedergegeben: es zeigt wieder die Form eines abgeplatteten Ovals — also die, welche auch späterhin beibehalten wird —, ist nach allen Richtungen von Bälkchen durchzogen, die sich zu einem mehr oder weniger engen Maschenwerk verflochten, und — hier genau zentral — den Hauptlymphraum freilassen. Die Form des letzteren entspricht wieder der Kontur des Lymphknotens, sein Zusammenhang mit den umgebenden Lymphräumen ist auf dem gezeichneten Schnitt gleichfalls zu sehen. Das Bild zeigt ferner, wie durch Zufälligkeiten auch an anderen Stellen der Anlage größere freie Räume entstehen können, die aber sich nie so charakteristisch verhalten wie der Hauptlymphraum. Die Umgrenzung des Hauptlymphraumes zeigt wieder die Anfänge der Rundzelleninfiltration, wie sie die Follikelbildung einleitet. Das Gerüstwerk ist nahezu rein bindegewebiger Natur und färbt sich ebenso wie die Begrenzungszone nach VAN GIESON rot. Daß eine Kapsel nicht vorhanden ist, tritt hier besonders einwandfrei hervor. Man findet nämlich bei diesem Lymphknoten sehr häufig Stellen, wo die Randzone der Lymphknotensubstanz sich nicht geschlossen hat (z. B. Textfig. 12 bei *b*), jedenfalls weil die Entwicklung nicht gleichmäßig rings um das Lymphgefäß erfolgt war, und an diesen Punkten fehlt dann überhaupt jede Begrenzung des lymphoiden Gewebes. Nicht eine einzige Faser trennt hier die Lymphknotenanlage von der Umgebung. Der Hauptlymphraum zeigt deutliche Endothelauskleidung, welche zweifellos die Fortsetzung der des Lymphgefäßes darstellt. An den Bälkchen ist ein Endothel nicht nachzuweisen, allerdings erschwert der Umstand, daß man von den dünnen Bälkchen überwiegend Schrägschnitte bekommt, eine sichere Bestimmung. — Die Lumbalknoten zeigen wieder völlige Übereinstimmung mit den Cervicothorakalknoten.

Stadium XI. 16 Tage alte Ente. Wie aus Textfig. 13 ohne weiteres hervorgeht, entspricht die Gewebsanordnung im Lymphknoten genau dem, wie es nach dem früher Gesagten zu erwarten war. Die Weiterentwicklung hat im wesentlichen nur die Lymphfollikel betroffen, indem die Kernanhäufung in der Umgebung des hier exzentrisch liegenden Hauptlymphraumes eine beträchtliche Ausdehnung erfahren hat. Sie ist nicht einheitlich

zusammenhängend, sondern zerfällt in mehrere Lymphozytenkonglomerate, die infolge der starken Tingierbarkeit der Kerne als dunkelblaue, unregelmäßig geformte, durch Ausläufer zusammenhängende Massen stark mit der zellarmen, von Lymphräumen durchsetzten

Umgebung kontrastieren. An den Stellen des größten Durchmessers der Follikel ist ihre Tendenz des Sichvorwölbens gegen den Hohlraum unverkennbar. Vom faserigen Grundeewebe ist in den Follikeln infolge der dichtliegenden Kerne kaum mehr etwas zu sehen. Die Follikelkerne zeigen, wie hervor gehoben sei, einheitliche Form, Unterschiede bezüglich der Größe und des färblichen Verhaltens lassen sich nicht feststellen. Sie besitzen im Gegensatz zu den frei in den Lymphwegen liegenden Lymphozyten nunmehr keinen Plasmaleib mehr, sondern



Textfig. 13. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 16-tägigen Entchens. (Vergr. 175 mal.)
a Hauptlymphraum mit anliegenden Lymphfollikeln.

erscheinen nackt. Mitosen im Follikel waren nicht zu finden, sie sind jedenfalls un gemein spärlich, was ja begreiflich erscheint, wenn man die allmähliche Entwicklung der Follikel, deren erste Anfänge noch in die Zeit des Embryonallebens fallen, ins Auge faßt. — Bezüglich der übrigen Bestandteile des Lymphknotens ist nichts Bemerkenswertes zu erwähnen.

Stadium XII. 24 Tage alte Ente (Textfig. 14). Die auf diesem Altersstadium zum erstenmal deutlich hervortretende Übereinstimmung der Struktur mit der des ausgebildeten Lymphknotens ist wiederum hauptsächlich auf den Fortschritt in der Entwicklung der Follikel zurückzuführen. Durch die auffallende Zunahme der Lymphkerne rechtfertigen sie nunmehr ihre Bezeichnung „Lymphfollikel“ vollständig, indem sie zu rundlichen, mit Zellkernen dicht vollgestopften Haufen geworden sind, die hauptsächlich um den Hauptlymphraum gruppiert einerseits diesen begrenzen, andererseits mit ihren Ausläufern sich in die Bälkchen fortsetzen. Durch die Vorwölbung der Follikel gegen den in diesem Falle zentral verlaufenden Hauptlymphraum ist dessen frühere regelmäßige ovale Begrenzung mehr und mehr verloren gegangen, sie erscheint nun stark vorgebuchtet, flach gelappt, das Lumen oftmals bis zu einer schmalen Spalte verengernd. Nach wie vor ist der Zusammenhang des Hauptraumes mit den äußeren Lymphräumen mühelos nachzuweisen. Die wiederum leicht zu erkennende endotheliale Auskleidung verliert sich an den Stellen, wo der Hauptlymphraum in die peripheren Räume übergeht. Wie schon bemerkt, sind gegen die Bälkchen zu die Follikel nicht scharf abgesetzt, sondern die Kerninfiltration verschwindet, sich in diese verschieden weit hineinstreckend ohne bestimmte Grenze und gibt so zu einer allmählichen, gegen die Follikel hin stattfindenden Auffaserung des Bälkchenbindegewebes Anlaß. Man kann auf diese Weise an typisch gebauten Lymphknoten zwei allerdings nicht scharf getrennte Schichten unterscheiden: eine äußere, die zellarm ist und reichliche Hohlräume aufweist, und eine mehr zentrale, kompaktere, zellreiche Schicht, die von den Lymphfollikeln eingenommen ist. Demnach wäre die für die Säugerlymphknoten übliche Unterscheidung in Rinden- und Marksubstanz für die Lymphknoten der Vögel nicht durchzuführen, da die morphologisch sich entsprechenden Elemente gerade gegenteilig gelagert sind.

Betrachtet man die Follikel dieses 24tägigen Tieres bei starker Vergrößerung, so ergibt sich, daß ihre Elemente einer

beachtenswerten Differenzierung unterliegen. Früher bestanden die Follikel, immer abgesehen von den Fasern des Stützgerüsts, ausschließlich aus kleinen stark färbbaren, regelmäßig runden,



Textfig. 14. Querschnitt durch den Brustlymphknoten eines 24 Tage alten Entchens. (Vergr. 175mal.)

nackten Kernen mit feinen dichten Chromatinkörnchen. Nunmehr findet man auch in beträchtlicher Zahl, unregelmäßig zwischen den anderen liegend, Kerne, die sich sowohl durch Form als

auch Tinktion deutlich abheben. Sie sind beinahe doppelt so groß als die gewöhnlichen Lymphkerne, färben sich nie so dunkel wie diese, sondern nehmen einen regelmäßig hellen, fast durchscheinenden Farbenton an, und enthalten weniger, aber größere Chromatinkörnchen. Ihre Form gleicht in der überwiegenden Zahl einem unregelmäßigen Oval. Gleichzeitig mit ihrem Auftreten finden sich in den Follikeln Mitosen in großer Menge, so daß die Follikel nun Kerne in wechselnder Form und Größe in buntem Durcheinander enthalten. Diese großen, neu aufgetretenen Kerne sind zweifellos als „Lymphoblasten“ zu bezeichnen, da sie solchen sowohl morphologisch als auch funktionell durch ihre besondere Vermehrungsfähigkeit gleichzusetzen sind (Taf. XVII, Fig. 5).

In den Lymphräumen selbst findet man die Bestandteile wie auch beim erwachsenen Tier: Rote Blutkörperchen, eosinophile Zellen in großer Zahl, massenhaft Lymphozyten mit regelmäßig rundem Kern und Plasmaleib, sowie nackte Lymphkerne.

Stadium VIII. 36 Tage alte Ente. Was den allgemeinen Bau des Lymphknotens dieses Stadiums betrifft bietet sich nichts Erwähnenswertes. Nahezu die ganze Umgebung des Hauptlymphraumes ist wieder in die Follikelbildung einbezogen worden, doch hat diese noch lange nicht die Ausdehnung erreicht, wie auf der vorigen Stufe, und es würde sich lediglich hiernach beurteilt, dieses Stadium dem 16tägigen anreihen. Auffallend ist jedoch, daß die Follikel keine einheitliche Färbung mehr annehmen, sondern schon durch die Tinktion eine Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung erkennen lassen. Es treten nämlich in ihnen große, graublau aussehende, gleichmäßig dunklere Herde auf, die sich bei näherem Zusehen als runde unscharf abgegrenzte Anhäufungen von Lymphoblasten darbieten. Auf Taf. XVII, Fig. 6 ist eine Grenzzone zwischen Follikelkernen und Lymphoblasten abgebildet. Der Unterschied zwischen beiden Kernsorten ist unverkennbar. Es hat hier, während früher Lymphkerne und eigentliche Lymphoblasten im Follikel bunt durcheinander lagen, mit der Zunahme der Zahl der Lymphoblasten auch eine deutliche Scheidung derselben von den Follikelkernen stattgefunden, indem sich unter den Kernen einer Sorte nur ganz vereinzelt noch solche der anderen finden, und es sogar zu einer bindegewebigen Abgrenzung der lokalisierten Lymphoblastenanhäufung gegen den übrigen Follikel gekommen ist, die allerdings vorläufig nur aus sehr wenigen zirkulären Fasern besteht. Man kann

somit von der Ausbildung von Keimzentren sprechen, deren kleine Anfänge wir bei dem 24tägigen Tier schon kennen lernten. Mitosen sind nur auf die Keimzentren beschränkt, außerhalb derselben waren an den Lymphkernen nie mit Sicherheit Teilungsfiguren zu erkennen. Die rotgefärbten Bindegewebsfasern, die man im Follikel, besonders an seiner Peripherie unschwer zwischen den Kernen findet, scheinen sich um die Keimzentren herum anzuordnen, und nicht in deren Inneres sich fortzusetzen, wodurch auch der einheitliche Farbenton derselben zustande kommt. Die Zahl der solcherart deutlich hervortretenden Keimzentren ist noch gering, nur drei bis vier pro Lymphknoten, auffallend ist jedoch ihre relative Größe.

Stadium XIV. 57 Tage alte Ente. Mit dieser, ungefähr 2 Monate alten Entwicklungsstufe ist die Ausbildung des Lymphknotens als definitiv abgeschlossen zu betrachten, und wir finden gegenüber erwachsenen Tieren keine wesentlichen Unterschiede mehr. Wie aus dem Übersichtsbild (Textfig. 15), das der Größe wegen bei schwächerem System gezeichnet wurde, ersichtlich ist, kann man wieder zellarme und zellreiche Schicht voneinander trennen; da aber hier der Hauptlymphraum, um den die zellreiche Substanz liegt, exzentrisch verläuft, und auf dem gezeichneten Schnitt sich sogar in eine Ausbuchtung des Randes erstreckt, so grenzt an dieser Stelle auch die kernreiche Schicht fast direkt an die Oberfläche. Der Hauptlymphraum schiebt seine unregelmäßigen, spaltförmigen Ausläufer, die auf dem wiedergegebenen Schnitt öfter unterbrochen erscheinen, zwischen die Follikel, um sich in die Lymphräume des peripheren Teiles fortzusetzen. Die Endothelauskleidung, welche früher in Zusammenhang mit dem Endothel des Vas afferens sich zunächst nur auf den das Lymphgefäß innerhalb des Lymphknotens fortsetzenden Hauptlymphraum erstreckte, hat sich nunmehr fast überall auf die Bälkchen ausgedehnt, und ist demgemäß um den größten Teil der Lymphräume herum wahrzunehmen. Die Follikel sind sehr entwickelte breite Massen, die Lymphkerninfiltration hat sich mehr und mehr auch auf die übrige Lymphknotensubstanz erstreckt, welche zwischen ihren Bindegewebsfasern massenhaft Lymphkerne enthält, wodurch sowohl der wandständige Teil als auch die Stränge gegen früher eine bedeutende Dickenzunahmen erfahren haben.

Auf die Einzelheiten des Baues sei erst später bei Besprechung der Struktur des fertigen Lymphknotens eingegangen, das eigentlich Interessierende des in Rede stehenden Stadiums

sind die Keimzentren, die hier in sehr verschiedenen Stufen der Entwicklung nebeneinanderliegend angetroffen werden. Sie sind z. T. erst im Entstehen begriffen, und bieten sich als unregelmäßige, noch nicht abgegrenzte Haufen von Lymphoblasten dar (Textfig. 15), in den meisten Fällen ist eine bindegewebige Hülle von verschiedener Stärke bereits vorhanden (Taf. XVII,



Textfig. 15. Querschnitt durch den Brustlymphknoten einer 57 tägigen Ente. (Vergr. ca. 90mal.) *N* Nerv.

Fig. 6, 7), und man trifft dann eine eigenartige Blutgefäßordnung um sie herum an. Die Gefäße umspinnen nämlich, der bindegewebigen Kapsel der Keimzentren entlang verlaufend diese in Form eines kapillaren Netzwerkes, der Begrenzung dadurch besondere Stärke und Deutlichkeit verleihend. Man trifft fast keinen Schnitt, auf dem nicht an der Peripherie des Keimzentrums ein

Gefäß längs oder quer getroffen ist, oder wenigstens einige Blutkörperchen als Andeutung einer feinen Kapillare liegen. Es dürften somit die Keimzentren als abgegrenzte Komplexe von Lymphkernen aufzufassen sein, die durch reichliche Blutgefäßversorgung die Fähigkeit besonders rascher Vermehrung erhalten. Das Keimzentrum ist stets gefäßfrei, auch die Gerüstfasern in seinem Innern sind ungeheuer zart und spärlich und es ist oft schwer zu entscheiden, ob solche nicht von der Kontur eines tiefer liegenden Kernes vorgetäuscht werden. Die Kernteilung im Inneren der Keimzentren ist in reger Tätigkeit, ein helles Zentrum ist jedoch nicht zu bemerken. Die Größe ist auffallend, sie nehmen mitunter nahezu die ganzen Follikel ein.

3. Histologie der Lymphknoten erwachsener Tiere.

Aus dem gelegentlich der Entwicklungsgeschichte Besprochenen sowie der Textfig. 15 und Taf. XVII, Fig. 9 geht die Gewebsanordnung in den typisch gebauten Lymphknoten zur Genüge hervor. Es ist selbstverständlich, daß gelegentlich abweichende Verhältnisse angetroffen werden, doch sind solche Fälle ungeheuer selten und insofern belanglos, als es für die Lymphknoten der Säuger nach den eingehenden vergleichenden Untersuchungen RICHTERS (31) fast noch schwerer erscheint, ihren Bau auf ein stets passendes Schema zurückzuführen. Es erübrigt sich also nur noch die histologischen Details der einzelnen Bestandteile der Lymphknoten zu schildern, und unter Berücksichtigung der hierüber von FLEURY und PENZA gewonnenen Resultate einen Vergleich mit den Lymphknoten der Säugetiere zu ziehen. Selbstverständlich bezieht sich die nachstehende Beschreibung auf beide Lymphknotenpaare, da ja beide identisch gebaut sind.

FLEURY unterschied bei den Lymphknoten der Vögel Kapsel und „Substance propre“, welche wieder von Follikeln und „Cordons lymphatiques“, also Marksträngen, gebildet sei. Zwischen ihnen liegen die „Sinus lymphatiques“, die er der Form nach in zwei Kategorien scheidet: in periphere, die die Form von Kreisen und Ovalen besitzen, und in zentrale, die in Gestalt von Rissen und Spalten sich zwischen die Follikel erstrecken. Er betont den Zusammenhang zwischen peripheren und zentralen Sinus.

PENZA gebraucht die gleiche Nomenklatur wie FLEURY, er spricht von Kapsel, „Cordoni linfatici“, also auch Marksträngen,

die er jedoch ebensooft „Trabekel“ nennt, von Follicoli und von Seni linfatici, also Sinus, die er auch „Lakunen“ bezeichnet.

A. Kapsel. FLEURY sagt hierüber: „Die Kapsel ist sehr zart, sie ist gebildet von einer Schicht fibrösen, mit zahlreichen Leukozyten infiltrierten Gewebes, welches niemals in das Innere des Organs einen Fortsatz oder eine Scheidewand schickt.“

PENSA unterscheidet an der Kapsel drei Schichten: ein Strato periferico, das aus Bindegewebsfasern und spärlichen zelligen Elementen besteht und die Fortsetzung der Adventitia des Lymphgefäßes darstellt; eine mittlere Schicht, die sich stark mit linfoiden Elementen infiltriert zeigt, glatte Muskelfasern enthält, und der Tunica media des Lymphgefäßes entspricht und endlich die innerste oder Endothelschicht. Zwischen Kapsel und Drüsensubstanz macht er keinen Unterschied, sondern sagt, daß sich die Kapsel einfach in die Markstränge fortsetzt.

Wenn wir von der Säugetierhistologie ausgehen, so haben wir unter Lymphknotenkapsel die allseitig geschlossene, aus fibrillärem Bindegewebe mit eingestreuten glatten Muskelfasern bestehende Hülle zu verstehen, die bei den verschiedenen Tieren in wechselnder Stärke das Lymphknotengewebe absolut von der Umgebung trennt und die als „Trabekel“ bezeichnete Scheidewände ins Innere des Lymphknotens sendet. Vergleichen wir mit dieser Definition die oben wiedergegebenen beiden Beschreibungen der Kapsel so läßt sich folgern, daß entweder die Kapsel der Vogellymphknoten im Bau wesentlich von der der Säugerymphknoten abweicht, oder aber, daß die beiden Autoren die in der Histologie der Säugerymphknoten üblichen Benennungen nicht auf die genau entsprechenden Teile der Vogellymphknoten anwendeten.

Um nun die Frage des Vorhandenseins einer Kapsel entscheiden zu können ist ein Zurückgreifen auf die Entwicklungsgeschichte unerlässlich. Wir sahen, daß die Entstehung des Lymphknotens in der Weise erfolgte, daß um das ursprüngliche Lymphgefäß sich eine Verdichtungszone von Mesenchym bildete, welche in Form von Zapfen ins Lumen des Gefäßes vorwuchs, aber immer als Randzone um die ganze Anlage herum erhalten blieb. Zunächst war der Übergang dieser verdickten Zone zum umgebenden Mesenchym ziemlich unscharf, nach Abschluß des Größtenwachstums der Anlage, d. h. nachdem (ca. am 23. Tage) genügend Elemente zur selbständigen Weiterentwicklung einbezogen worden sind, heben sich beide Gewebsarten schärfer voneinander ab, ohne

jedoch durch eine Kapsel geschieden zu werden. Es sei zum Beweis nochmals auf das p. 389 Gesagte hingewiesen, wo bei dem 5tägigen Tiere an Stellen, an denen der Rand der Lymphknotenanlage nicht geschlossen war, einfach jede Grenze zwischen dem Bindegewebe der Halsregion und dem Lymphknoten fehlte. Diese Verhältnisse bleiben auch späterhin bestehen. Überall, auch bei den ältesten Tieren, sind mühelos Stellen zu finden, wo die Randzone des Lymphknotengewebes in die Umgebung ganz allmählich übergeht und sich unscharf verliert, was besonders gegen das Fettgewebe der Nachbarschaft hin der Fall ist. Allerdings wird häufig eine Kapsel vorgetäuscht, indem an Stellen, wo das Bindegewebe der Umgebung dichter liegt oder wo der Lymphknoten an andere Organe grenzt, z. B. den Nerven (Textfig. 15), die Vene u. dgl. sich das diesen Organen zugehörige Bindegewebe der Lymphknotenoberfläche zirkulär anordnet und auf die betreffenden Strecken hin eine oft unverhältnismäßig starke Grenzzone zwischen Lymphknoten und Nachbarschaft bildet. Es ist jedoch hervorzuheben, daß eine derartige Abgrenzung niemals ein Bestandteil des Lymphknotens selbst ist, sondern nur ein Produkt der jeweiligen Nachbarorgane.

PENSA hat einfach den randständigen Teil des Lymphknotens als Kapsel bezeichnet und hat unter dieser Voraussetzung ganz das Recht Kapsel und Lymphknotensubstanz nicht voneinander zu trennen — wir sahen ja selbst, daß entwicklungsgeschichtlich diese Teile ein und dasselbe sind — aber seine Bezeichnung ist nicht korrekt. Es wäre ja auch nach den für die Säugerymphknoten geltenden Grundsätzen ganz undenkbar, daß sich die Kapsel in die Lymphstränge und damit indirekt in die Lymphfollikel fortsetzte, wie das dann bei den Vogellymphknoten der Fall wäre.

FLEURY hat nur die äußerste Schicht des Lymphknotenrandes als „Kapsel“ abgetrennt. Er versteht also unter Kapsel das, was PENSA als „Strato periferico“, als Adventitia bezeichnet. Indes liegt auch hierzu keine Berechtigung vor, da es sich um kein individualisiertes Gewebe handelt, das sich auch seinem Verhalten nach durchaus nicht mit dem der Lymphknotenkapsel der Säuger deckt.

Somit ergibt sich das Resultat, daß die Lymphknoten der Vögel einer besonderen bindegewebigen Umhüllung entbehren und wir nicht von einer Kapsel, sondern nur von einer Wand oder einem randständigen Teil des Lymphknotens zu sprechen

berechtigt sind. Aus dem Fehlen der Kapsel folgert selbstverständlich auch, daß keine „Trabekel“ vorhanden sein können, und somit der Lymphknoten eine einheitliche, nicht durch Septen abgeteilte Masse darstellt.

B. Die Grundsubstanz. Da den Lymphknoten der Vögel eine Kapsel fehlt und, wie p. 387 erörtert, auch ein äußerer Grenzsinus nicht zur Ausbildung gelangt, so wird, wie wir eben sahen, ihre Grenze von Lymphknotensubstanz selbst gebildet, und wir müssen diese daher in einen randständigen Teil und in das eigentliche Grundgewebe einteilen. Letzteres durchzieht in Form von Strängen und Bälkchen, von der Wand abzweigend, den ganzen Lymphknoten mit Ausnahme des Hauptlymphraumes, und geht ohne Grenze in die Follikel über. Man wäre daher versucht es auch als Stützgerüst zu bezeichnen, doch wäre diese Benennung im Hinblick auf die Beschaffenheit des „Stützgerüsts“ der Säugerlymphknoten inkorrekt¹⁾. Wie schon erörtert, sind beide Teile der Grundsubstanz entwicklungsgeschichtlich identisch, ein anderer als der durch die äußere Lage gegebene Unterschied ist nicht vorhanden, sie sind sich auf allen Stufen der Entwicklung vollkommen gleich und gehen auch ohne jede Grenze ineinander über.

Ihre Grundlage ist gebildet aus fibrillärem Bindegewebe, dessen Umwandlung aus den Mesenchymzellen wir gradatim verfolgen konnten. Dieses Bindegewebe ist fast nirgends zu Bündeln angeordnet, sondern besteht überwiegend aus Einzelfasern mit auffallend geschlängelter Verlauf, die massenhafte Anastomosen mit benachbarten Fasern eingehen, so daß mitunter — wären die Fasern nicht doch hauptsächlich in einer Verlaufsrichtung angeordnet — eine große Ähnlichkeit mit retikulärem Gewebe entstände. Die auf diese Weise gebildeten, besonders im wandständigen Teil beträchtlichen Maschen sind dicht mit Leukozyten vollgestopft, und das ganze mit einer überall vorhandenen Endothelschicht überkleidet. Bei alten Tieren überwiegt der bindegewebige Charakter und ist die Leukozyteninfiltration geringer.

1) Es ist nötig, hier eine Bemerkung einzuschieben. Gelegentlich der entwicklungsgeschichtlichen Schilderungen wurde öfters der Ausdruck „Balken“, „Gerüstwerk“ u. dgl. gebraucht. Es ließen sich solche Benennungen für die Form und Anordnung der Grundsubstanz des Lymphknotens nicht umgehen. Daher sei hervorgehoben, daß diese Bezeichnungen rein beschreibend gebraucht wurden, und nicht mit dem histologisch streng umschriebenen Begriff: „Trabekel“ gleich gesetzt werden dürfen.

Zum Vergleich seien auch die kurzen Schilderungen FLEURYs und PENSAs wiedergegeben. FLEURY sagt: „Die Cordons lymphatiques sind genau so gebaut wie die Follikel, haben aber verhältnismäßig mehr „tissu de charpent“ und nehmen daher eine mehr rötliche Färbung an als die violetten Follikel.“ PENSA gibt an: „Die Struktur der Cordoni linfatici entspricht fast genau den inneren Kapselschichten (= unserem wandständigen Teil). Sie sind zusammengesetzt aus einem lockeren Bindegewebsstroma (stroma connettivale lasso), überkleidet von Endothelzellen. Ein echtes Retikulum, wie in den „Cordoni“ und Follikeln der Säugerdrüsen tritt nicht in Erscheinung. Man hat in dem Gewebe (spessore) der Markstränge außer den Bindegewebsfibrillen noch die zelligen Elemente zu unterscheiden, die in dessen Maschen eingeschlossen sind.“ Glatte Muskelzellen, wie sie PENSA in den Cordoni und der Kapsel fand, konnte ich nirgends nachweisen und vermute, daß die von PENSA gefundenen den hier reichlich verlaufenden Blutgefäßen zugehörten.

Wollen wir zu den eben beschriebenen Teilen eine analoge Gewebsart in den Säugerymphknoten suchen, so finden wir eine solche wohl in den Marksträngen, und die Bezeichnungen FLEURYs und PENSAs bestehen zu Recht. In der Tat paßt die nachstehend aus SOBOTTA (34) wiedergegebene Schilderung im großen und ganzen auch auf die Markstränge der Vogellymphknoten: „Die Marksubstanz der Lymphknoten wird außer von dem hier weit gröberen retikulären Gewebe von unregelmäßig gestalteten anastomosierenden Strängen, den Marksträngen der Lymphdrüse gebildet. Diese gehen von der Rindensubstanz aus, wo sie mit den Follikeln zusammenhängen und durchziehen anastomosierend die ganze Marksubstanz.“ Ihrer peripheren Lage nach sind sie bei den Vögeln allerdings besser als „Lymphstränge“ statt als Markstränge zu bezeichnen.

C. Follikel: Der von den Follikeln eingenommene Teil ist verschieden groß, übertrifft jedoch regelmäßig den von den Lymphsträngen okkupierten. Meist durchziehen sie den Lymphknoten von einem Pol zum andern, sind im mittleren Abschnitt am entwickeltsten, und nur selten trifft man Partien im Lymphknoten, die ganz frei von Follikeln sind. FLEURY meint, „daß Follikel und Markstränge nicht in bestimmten Regionen des Organs gelagert seien, sondern durchaus gemischt, Follikel fänden sich sowohl im Zentrum als auch am Rande unmittelbar unter der Kapsel“. Aber schon PENSA schränkt diese Ansicht von der

regellosen Verteilung insofern ein, als er sagt: „In Fällen, wo in der Drüse ein großer Hohlraum ist (er meint den Hauptlymphraum), bemerkt man, daß die Follikel besonders verteilt sind an der Peripherie dieser Höhlung, gleichsam als sei diese von ihnen selbst begrenzt.“ Wir haben aus der Entwicklungsgeschichte ersehen, daß die Follikel allerdings eine bestimmte Lage haben, und zwar in der Umgebung des Hauptlymphraumes und daß bei dem überwiegend zentralen Verlauf desselben auch die Follikel im Zentrum liegen. Es sind dies die Fälle, wo man, wie auf p. 392 angedeutet, eine Scheidung des Lymphknotengewebes in zwei Schichten durchführen könnte. Durch die nicht immer konstante Lage des Hauptlymphraumes und durch seine variable Form verwischen sich jedoch öfters diese Verhältnisse und die Follikel können dann allerdings auch an der äußeren Grenze des Lymphknotens liegen. Der Bau der Follikel ist im Prinzip derselbe wie der der Lymphstränge, man kann sie, wie PÉNSA sagt, „als einfache Erweiterungen der Markstränge“ bezeichnen. Es wurde auf diesen Umstand, den allmählichen Übergang der Markstränge in die Follikel schon auf p. 392 hingewiesen. Die Fasern des Lymphstrang-Bindegewebes sind durch die massenhaft zwischengelagerten Lymphozyten hier zu sehr weiten Maschen auseinandergedrängt, so daß die Bezeichnung eines Retikulums ganz berechtigt ist. Auch über die zirkuläre Anordnung der Fasern um die Keimzentren wurde schon weiter oben gesprochen. Sehr häufig sieht man (Taf. XVII, Fig. 8), daß das Follikelgewebe von den durch einen bindegewebigen Ring deutlich abgegrenzten Keimzentren retrahiert ist, so daß eine als helle Zone auffallende lymphatische Scheide um diese entsteht. Aus der Deutlichkeit der Abgrenzung der Keimzentren scheint hervorzugehen, daß bei den Vögeln diese Gebilde keineswegs so variabel und fluktuierend sind, wie dies nach HILLES (14) Untersuchungen für die Säugerlymphknoten anzunehmen ist. Im übrigen bieten die Keimzentren nichts von dem bei Säugern über sie Bekannten Abweichendes. Ihre Größe scheint auch bei älteren Tieren beträchtlich zu sein, auch fand ich niemals die helle Zone in der Mitte so ausgeprägt, daß man sie als „Vakuolen“ hätte bezeichnen können.

D. Sinus. Herkömmlich werden die innerhalb des Lymphknotens zur Lymphzirkulation dienenden Hohlräume Lymphsinus benannt. Dieses System von Lymphwegen ist in den Lymphknoten der Vögel außerordentlich hoch ausgebildet. Nach der topographischen Anordnung könnte man sie, wie das FLEURY tut,

in periphere und zentrale Sinus unterscheiden, oder nach der Art ihrer Entstehung diese auch primäre und jene sekundäre heißen, indes hat diese Unterscheidung nur zum Verständnis der Entwicklung Wert, für den ausgebildeten Lymphknoten ist sie entbehrlich. Sie stellen ein vollkommen zusammenhängendes Gefäßsystem dar, das zwischen den Lymphsträngen, infolge der mannigfachen Verflechtung derselben, äußerst unregelmäßige Form hat und sich zwischen die Follikel in Form unregelmäßiger Lücken und schmaler Spalten einschiebt. Sie sind gleicherweise gegen die Follikel als auch gegen die Wandung der Lymphstränge durch ein Endothelhäutchen abgegrenzt, dessen Entstehung p. 390 erwähnt worden ist. Sehr beachtenswert ist, daß die Sinus vollkommen frei sind, und ihr Lumen nicht von Retikulumfasern durchzogen ist, wie wir das bei den Säugerymphknoten antreffen. Es erklärt sich daraus die bei Injektionen frappierend rasche Passage der Injektionsmasse durch den Lymphknoten. Über den zelligen Inhalt der Sinus, der im wesentlichen aus den gleichen Bestandteilen besteht wie bei den Säugerymphknoten, ist nichts besonderes zu sagen. Man findet rote Blutkörperchen, Lymphozyten mit all ihren verschiedenen Formen, eosinophile Zellen und andere Zerfallserscheinungen, Riesenzellen und mitunter Pigmentzellen. FLEURY sowohl wie PÉNSA haben diesen zelligen Elementen große Aufmerksamkeit geschenkt und geben davon genaue Beschreibungen, auf welche hiermit verwiesen sei.

4. Die Blutgefäßversorgung der Lymphknoten.

Die arterielle Versorgung der Lymphknoten erfolgt von den dünnen Art. lumbales aus, welche zwischen Wirbelsäule und Lymphknoten verlaufend in der Hauptsache in den Wirbelknochen eintreten, und nach unten nur wenige Zweige für den Lymphknoten abgeben. Bei den Zervikothorakalknoten geschieht die Ernährung von den Carotides communes aus. Die jederseits aus den Armpopfarterien entspringenden Carotides communes gabeln sich nämlich in Höhe der Schilddrüse, und meist von dieser verdeckt, in vier Äste: einer läuft als Carotis weiter, einer stellt die Art. vertebralis dar, einer versorgt Schlund, Lufttröhre und Halsvenen und einer geht zur Unterhaut des Halses. Dieser letztere, am weitesten unten aus der Carotis communis hervorgehende Stamm ist es, der auch die Lymphknoten der Brust versorgt.

Die Verhältnisse sind wegen der asymmetrischen Lage der Truncus brachiocephalici nicht immer gleich. In den allermeisten Fällen gibt das genannte Gefäß ein nach rückwärts laufendes Stämmchen ab, von dem zunächst wieder eine schwache Abzweigung N. vagus geht, während das stärkere Ästchen an den oberen Pol des Lymphknotens tritt. Es verzweigt sich nunmehr an der Oberfläche des Lymphknotens und durchbohrt an verschiedenen Stellen die Kapsel. Eine kleine Menge Bindegewebes mit sich nehmend verläuft und verästelt es sich nun in den Lymphsträngen, diesen dadurch jeweils größere Stärke verleihend, gelangt in die Lymphfollikel, wo es sich zu Kapillaren auflöst und besonders um die Keimzentren körbchenartige Geflechte bildet. Es mag an dieser Stelle auf die Frage des Blutgehaltes der Lymphknoten eingegangen werden. Wie schon LAUTH, FLEURY und PENZA feststellten, und wie man sich bei Betrachtung eines jeden Schnittes durch einen Lymphknoten überführen kann, haben die Sinusse einen wechselnden Gehalt an Blutkörperchen, der sich durch verschiedene Färbung des Lymphknotens kennzeichnet. Normalerweise ist der Blutgehalt der Sinusse gering, der Lymphknoten besitzt dann blaßrötliches Aussehen, mitunter — besonders bei den Zervikothorakalknoten verendeter Tiere ist dies der Fall — kann der Lymphknoten infolge starker Blutfülle dunkelblaurot erscheinen. PENZA gibt für das Vorkommen der Blutplättchen in den Lymphsinus keine Erklärung; LAUTH meinte, dieses Blut sei bei durch Halsschnitt getöteten Tieren von der Wunde aus aufgesogen worden; FLEURY nimmt entgegen dieser unwahrscheinlichen Ansicht LANTHS hauptsächlich Rückstauung des Blutes aus den Venen an und betont die Geschlossenheit der Blutzirkulation innerhalb des Lymphknotens, „indem sich die Kapillaren zu kleinen Venen sammelten und sich niemals Blutgefäße in die die Markstränge („Cordons“) umgebenden Sinusse öffnen, wie das bei der Milz der Fall ist.“ Diese Angaben FLEURYS fand ich bestätigt. Der Blutgehalt der Lymphräume kann nur aus der Vene stammen und läßt sich unschwer durch den bei Schilderung der Mündungsverhältnisse erwähnten fast unmittelbaren Zusammenhang zwischen Lymphknoten und venösem System erklären. Findet man schon normalerweise, selbst im frühen Embryonalleben, wo überhaupt noch keine Lymphknotenanlage da ist, Blut in den Lymphgefäßen — und zwar stets reichlicher in der Nähe der Mündung als im peripheren Verlauf —, so ist es leicht zu begreifen, daß bei vielen verendeten Tieren durch Insuffizienz der

Klappe, welche den kurzen weiten Ausführungsgang an der Mündung in die Vene abschließt, eine Rückstauung bedeutender Blutmengen in die Lymphwege zustande kommt. Da an den Lumbalknoten die Mündungsverhältnisse andere, nicht so unmittelbare sind, wie an den Brustlymphknoten, so gewahrt man an ihnen auch niemals die Blutfülle und dunkelrote Farbe, wie sie bei letzteren häufig getroffen wird.

Die Venen, die aus den Brustlymphknoten kommen, sammeln sich zu einem Stämmchen, das nach kurzem geraden Verlauf sich in die Jugularis ergießt. Eine besondere Stelle (Hilus) für den Ein- und Austritt der Gefäße, wie bei den Lymphknoten der Säuger, ist also bei den Lymphknoten der Vögel nicht vorhanden.

5. Verbreitung der Lymphknoten bei verschiedenen Vogelspezies.

Es wurde schon weiter oben auf den eigenartigen Umstand hingewiesen, daß alle Autoren, die sich mit dem Lymphsystem und speziell mit den Lymphknoten der Vögel beschäftigten, ausnahmslos die Gans als Objekt ihrer Beschreibungen wählten. Zwar gibt jeder an, verschiedene Ordnungen der Vögel untersucht zu haben, indes verliert keiner ein Wort darüber, ob er auch bei anderen Tieren als der Gans Lymphknoten fand. Leider machte mir die Beschaffung genügenden Materials zu einer vergleichenden Untersuchung zu viel Schwierigkeiten, denn um ein einwandfreies Ergebnis zu erhalten, wäre es nötig gewesen, von jeder Familie mehrere Exemplare und diese in frischem Zustand zu präparieren, da man sonst sehr leicht Irrtümern zum Opfer fällt. Es können z. B. abgesprengte Thymuslappchen, ferner vor allem die in Zahl und Lage wechselnden Kiemenspaltenderivate, welche mikroskopisch Lymphknoten gar nicht unähnliche, von Trabekeln durchsetzte Rundzellenkonglomerate vorstellen, zu Verwechslungen Anlaß geben. In der Lendengegend könnten auch die beträchtlichen Sympathikusganglien bei nur makroskopischer Betrachtung Lymphknoten vortäuschen. Ich mußte mich daher bei meinen Untersuchungen hauptsächlich auf Vertreter der Ordnung „Anseriformes“ beschränken, nämlich Schwäne, Gänse und Enten (Hausente, Wildente, Brautente, Baumente, ind. Laufente), bei welchen vollkommen übereinstimmende Verhältnisse angetroffen wurden. Mit Sicherheit glaube ich das Vorkommen von Lymph-

knoten bei Papageien und den ganzen Ordnungen der Coraciformes und Passeriformes ausschließen zu können, ebenso bei den Gallinaeen, denn trotz Präparation und Injektion einer beträchtlichen Zahl derartiger Tiere (auch großer Vertreter wie Truthühner, Pfauen) konnte ich nie Lymphknoten nachweisen. Bestimmt hingegen fand ich solche beim Wasserhuhn (*Fulica atra*) und bei Möven (*Larus argentatus*), also bei Ordnungen, die systematisch höher stehen als die Anseriformes, weshalb ich vermute, daß das Vorhandensein von Lymphknoten nicht mit der systematischen Stellung, sondern eher mit der Lebensweise der betreffenden Vögel (Wasser-, Sumpf-, Strandvögel) und dementsprechender ungleicher Ausbildung des Lymphsystems in Zusammenhang steht.

Zusammenfassung.

1. Lymphknoten sind vorläufig noch nicht bei allen Vogel-spezies nachgewiesen, sondern kommen wahrscheinlich ohne Rücksicht auf systematische Stellung nur Wasser-, Sumpf- und Strandvögeln zu.

2. Den Anatiden, welche für die vorliegende Arbeit als Untersuchungsobjekte dienten, kommen übereinstimmend zwei Paar echter Lymphknoten zu, welche in den Verlauf der größeren Lymphwege als spindelförmige, verhältnismäßig beträchtliche Gebilde eingeschaltet sind.

3. Das erste Paar liegt am Brusteingang, und man benannte diese beiden Lymphknoten Cervicothorakalknoten. Sie stellen eine Erweiterung des die Jugularis begleitenden Lymphgefäßes dar und liegen daher dem Endverlauf der Jugularis dicht an. — Das zweite Paar liegt in Höhe der Geschlechtsdrüse dicht unter der Wirbelsäule; die zu ihm gehörigen Lymphknoten werden von dem die Aorta abdominalis jederseits begleitenden Lymphgefäß gebildet und führen die Bezeichnung Lumbalknoten.

4. Die Entwicklung des Lymphgefäßsystems erfolgt durch Sprossung aus dem venösen Gefäßsystem von den zwei Stellen aus, an denen dauernd eine Kommunikation zwischen Lymphgefäß- und Venensystem verbleibt, nämlich von den vorderen Hohlvenen und den Beckenvenen aus.

5. Die Entwicklung der Lymphknoten setzt zirka am 15. Tage, also um die Mitte des Embryonallebens in der Weise ein, daß sich an der der Lymphknotenlage entsprechenden Stelle um das vorher einfache röhrenförmige Lymphgefäß eine Verdichtungs-

zone von Mesenchym anlegt, welche in Form von Strängen gleichmäßig ringsum in das Lumen des Lymphgefäßes vorwächst und dieses so in ein maschiges System kleinerer Lymphräume umwandelt.

6. Die bisher der der Säugerlymphknoten analoge Entwicklung erfährt auf dem nächsten Stadium eine grundlegende Abweichung dadurch, daß es nicht zur Ausbildung eines Rand- oder Grenzsinus kommt, sondern eines „Hauptlymphraumes“, der in fast ausnahmslos zentralem Verlauf als direkte Fortsetzung des ursprünglichen Lymphgefäßes die Anlage von einem Pol zum anderen durchzieht. Er steht mit den kleineren peripheren Lymphräumen allenthalben in Verbindung.

7. Gleichzeitig setzt die Umwandlung der Mesenchymstränge in Bindegewebe und ihre Infiltration mit Leukozyten ein, so daß sie zu „Lymphsträngen“ werden.

8. Wie sich bei den Säugetierlymphknoten die Leukozyteninfiltration am Grenzsinus lokalisiert, so erfolgt sie bei den Vögeln um den Hauptlymphraum und gibt so zur Entstehung von Lymphfollikeln Anlaß, die demgemäß zentral liegen. Es sind somit in den typisch gebauten Vogellymphknoten die Elemente umgekehrt gelagert, wie bei den Säugern, so daß wir nicht von Rinden- und Marksubstanz sprechen können. Mit dem Wachstum der sich gegen den Hauptlymphraum vorwölbenden Follikel wird dieser sehr verengert und unregelmäßig, so daß er auf älteren Stadien nicht immer leicht als solcher zu erkennen ist.

9. Gegen Ende des ersten Lebensmonats nach dem Auschlüpfen treten in den Follikeln Lymphoblasten und alsbald auch Keimzentren auf; gegen Ende des zweiten Monats ist die Entwicklung des Lymphknotens vollendet.

10. Bei den Lymphknoten der Vögel kommt es nicht zur Ausbildung einer Kapsel und damit fehlen auch alle von ihr ausgehenden, für die Säugerlymphknoten wesentlichen Gebilde, nämlich die von der Kapsel ausgehenden Trabekel und das wiederum mit den Trabekeln zusammenhängende Sinusretikulum. Demzufolge ist die Begrenzung der Vogellymphknoten von Drüsensubstanz selbst gebildet, diese ist nicht durch Scheidewände abgeteilt und die Lymphbahnen sind vollständig frei.

11. Die Grundsubstanz läßt sich unterscheiden in den wandständigen Teil, die Lymphstränge und die Lymphfollikel. Wandständiger Teil und Lymphstränge sind völlig übereinstimmend und sehr einfach gebaut: Sie bestehen aus fibrillärem Bindegewebe,

dessen weite Maschen mit Leukozyten vollgestopft sind. Die Follikel stellen nur Erweiterungen der Lymphstränge dar, deren Maschen durch stärkere Infiltration mit Leukozyten noch mehr auseinandergedrängt sind. Gegen das Hohlraumssystem, die Lymphsinusse, hin sind Wand, Lymphstränge und Follikel durch ein Endothelhäutchen abgegrenzt.

12. Wie bei den Säugern enthalten die Follikel als spezifischen Bestandteil die Keimzentren, welche durch zirkuläre Bindegewebsfasern deutlich abgegrenzt und von einem feinen Kapillargeflecht umspinnen sind. Sie stellen bei den Vögeln somit konstantere Gebilde dar als die Keimzentren der Säugetierlymphknoten.

13. Ein Hilus fehlt den Lymphknoten der Vögel, Blut- und Lymphgefäße können an verschiedenen Stellen in den Lymphknoten eintreten.

Das vorliegende Thema wurde mir von Herrn Obermedizinalrat Prof. Dr. BAUM in Dresden zur Bearbeitung überlassen, die Arbeit selbst wurde im Phyletischen Museum der Universität Jena unter Leitung des Herrn Prof. Dr. JOHANNES MEISENHEIMER ausgeführt. Ich erlaube mir an dieser Stelle Herrn Obermedizinalrat Prof. Dr. BAUM für die liebenswürdige Zuweisung des Themas, sowie Herrn Prof. Dr. MEISENHEIMER für die stets gern gegebene Anleitung und die dauernde Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

- 1) BARTELS, P.: Das Lymphgefäßsystem in v. Bardelebens Handbuch der Anatomie. Jena 1909.
- 2) BIRCH: The history of the royal Society of London. Vol. III. 1676.
- 3) BUDGE, A.: Untersuchungen über die Entwicklung des Lymphsystems beim Hühnerembryo. Archiv f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Anat. Abt. Leipzig 1887.
- 4) CHIEVITZ: Zur Anatomie einiger Lymphdrüsen in erwachsenem und fötalem Zustand. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1881.
- 5) ELLENBERGER-BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 1900.
- 6) FLEURY, S.: Recherches sur la structure des ganglions lymphatiques de l'oie in Archives d'Anat. microscop., Tome V. Paris 1903.
- 7) FOHMANN, V.: Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Heidelberg 1821.
- 8) GADOW, H. und SELENKA, E.: Vögel. Leipzig 1891.
- 9) GEGENBAUR: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig 1901.

- 10) GEROTA: Zur Technik der Lymphgefäßinjektion, eine neue Injektionsmasse der Lymphgefäße. Anat. Anz. 1896, Bd. XII.
- 11) GULLAND: The developpement of adenoid tissue with special reference to the tonsils and thymus. Reports of the laboratory of the royal college of physicians, Vol. III. Edinburg 1891.
- 12) GURLT, E. F.: Anatomie der Hausvögel. Berlin 1849.
- 13) HEWSON, W.: An account of the lymphatic system in birds. Philosoph. Transact., Vol. LVIII. London 1768.
Ders., Experimental inquiries into the lymphatic system. London 1771.
- 14) HILLE, R.: Untersuchungen über das Vorkommen der Keimzentren in den Lymphknoten von Pferd, Rind, Schwein und Hund und über den Einfluß des Lebensalters auf die Keimzentren. Inaug.-Diss. Leipzig 1908.
- 15) HUNTER, W.: Medicinal commentaries Part I, Chapt 2, Of the origin and use of the lymphatic vessels. London 1762.
- 16) JACOBBOEUS, OLIG: Anatomia ciconiae in Th. Bartholini act. med. et philosoph. Hafniensis, Vol. V. 1677—1679.
- 17) LANG, J.: Physiologia in Opera medica omnia. Lips. 1704.
- 18) LARCHER, O.: Mélanges de Pathologie comparée et de Tératologie. Paris 1878.
- 19) LAUTH, M. E.: Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques des oiseaux et sur la manière de les préparer. Annales des sciences naturelles. Paris 1824.
- 20) LISTER, MARTIN: Dissertatio de humoribus. 1711.
- 21) MAGENDIE: Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques des oiseaux. Journal de Physiologie de Magendie 1821, Tome I.
- 22) MARTIN: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 1900.
- 23) MARSHALL, W.: Der Bau der Vögel. Leipzig 1895.
- 24) MECKEL, J. F.: System der vergleichenden Anatomie. Halle 1831.
- 25) MONRO, A.: A treatise on comparative Anatomy, veröffentlicht durch seinen Sohn. London 1783.
- 26) MÜLLER, ROBERT: Über den Tannenbergschen Körper, in Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Tiere. Bonn 1908.
- 27) PANIZZA, B.: Osservazioni anthro-po-zootomiche-physiologiche. Pavia 1830.
- 28) PENSA, ANT.: Della struttura e dello sviluppo dei gangli linfatici degli uccelli (anser domesticus) in „Ricerche fatte nel laboratorio di anatomica normale della R. Università di Roma ecc.“, Vol. XII. Roma 1906.
- 29) PEYER: Dissertatio de glandulis intestinorum in Parerga anatom. et medica. 1677.
- 30) RETTERER, W.: Parallèle des ganglions lymphatiques des Mammifères et des Oiseaux in „Comptes rendues de l'Association des Anatomistes“. Bibliographie anatomique, Supplément. 1912.
- 31) RICHTER, J.: Vergleichende Untersuchungen über den mikroskopischen Bau der Lymphdrüsen von Pferd, Rind, Schwein und Hund. Archiv f. mikrosk. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1902, Bd. LX.

- 32) SAXER, F.: Über die Entwicklung und den Bau normaler Lymphdrüsen und die Entstehung der roten und weißen Blutkörperchen. Anat. Hefte, I. Abt., 19. Heft (6. Band 1896).
- 33) SERTOLI: Über die Entwicklung der Lymphdrüsen. Sitzungsbericht der Wiener Akademie, math.-naturw. Klasse, Bd. LVI, II. Abt., 1866.
- 34) SOBOTTA: Atlas und Lehrbuch der Histologie und mikroskop. Anatomie des Menschen. München 1911.
- 35) TIEDEMANN, F.: Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. Heidelberg 1810 bzw. 1814.
- 36) WIEDERSHEIM: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1909.

Erklärung der Tafelfiguren.

Tafel XVI.

Fig. 1. Querschnitt durch die Wandung des Lymphgefäßes vom 15 Tage 17 Stunden alten Embryo mit beginnender Mesenchymverdichtung. Vgr. 550.

Fig. 2. Querschnitt durch die Lymphgefäßwand des 18 Tage 17 Stunden alten Embryos mit charakterisch geformten Wucherungen der Verdichtungszone und schärferer Abgrenzung derselben gegen das Mesenchym der Umgebung (*U*).

L in das Lumen des Gefäßes austretender Lymphkern. Vgr. 550.

Fig. 3. Schnitt durch die Anlage eines 23 Tage 1 Stunde alten Embryos mit zunehmender bindegewebiger Faserung des Grundgewebes. Vgr. 550.

U Grenze zum Halszellgewebe.

H Hauptlymphraum.

Fig. 4. Schnitt durch die Anlage eines 27 Tage alten Embryos. Entstehung der Lymphfollikel durch lokalisierte Leukozyteninfiltration am Rande des Hauptlymphraumes *H*. Vgr. 550.

Tafel XVII.

Fig. 5. Partie aus dem Lymphknoten einer 24 Tage alten Ente. *L. S.* Lymphstrang, der sich in den Lymphfollikel *L. F.* fortsetzt. Im Follikel vereinzelte Lymphoblasten und in Teilung begriffene Kerne *K*. Vgr. 550.

Fig. 6. Grenzzone zwischen Lymphfollikel (*L. F.*) und jungem Keimzentrum (*K. C.*). 36 Tage alte Ente. Vgr. 550.

Fig. 7. Keimzentrum einer 57 tägigen Ente mit deutlicher bindegewebiger Abgrenzung und zirkulär verlaufender Kapillare. Vgr. 550.

Fig. 8. Grenzzone zwischen Keimzentrum und Follikel bei einem mehrjährigen Tier. Vgr. 550.

Fig. 9. Typisch gebauter Lymphknoten eines erwachsenen Tieres. Vgr. 60 fach.



Fig. 4.



Fig. 1.

Fig. 5.

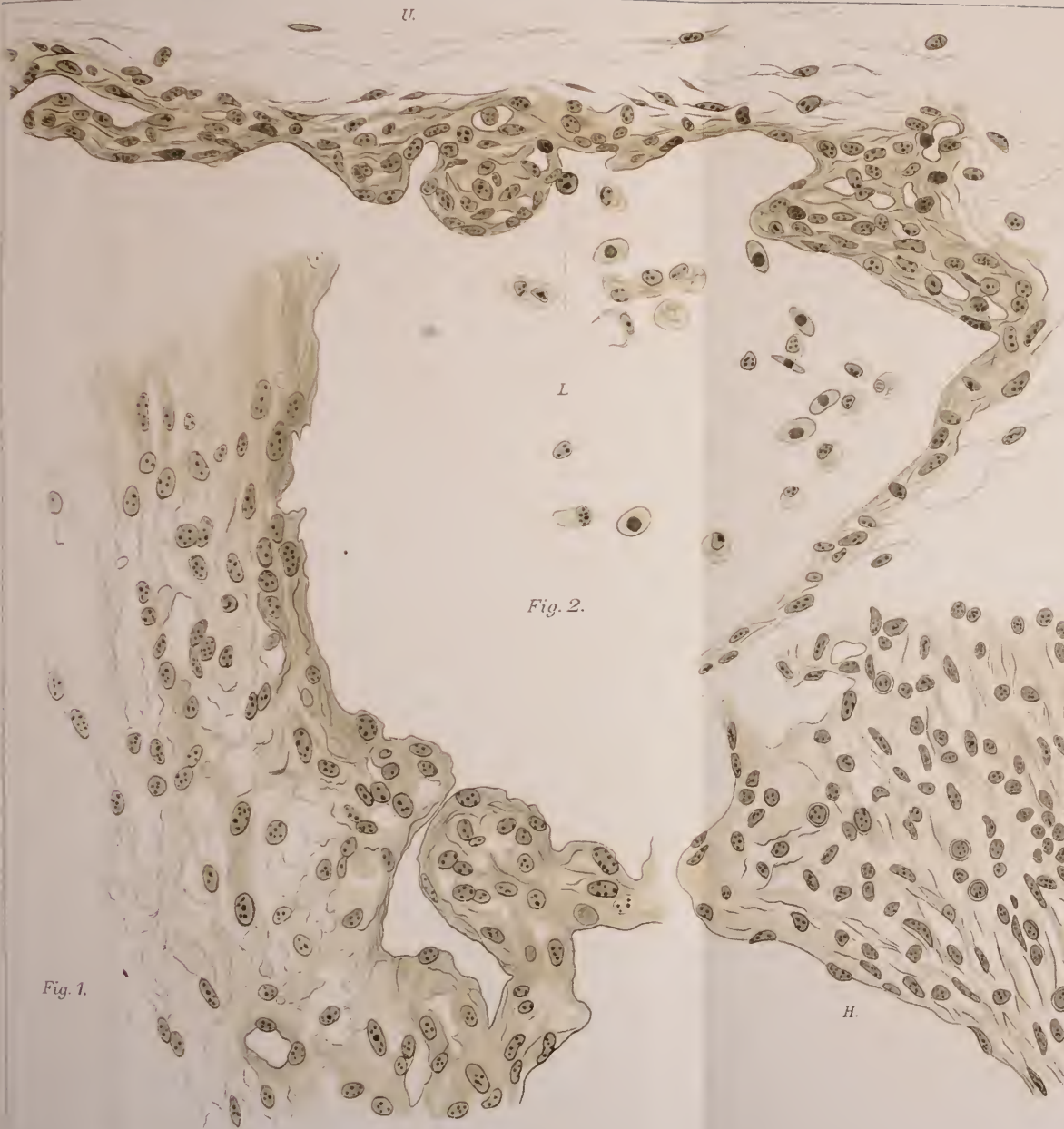


Fig. 2.

Fig. 1.

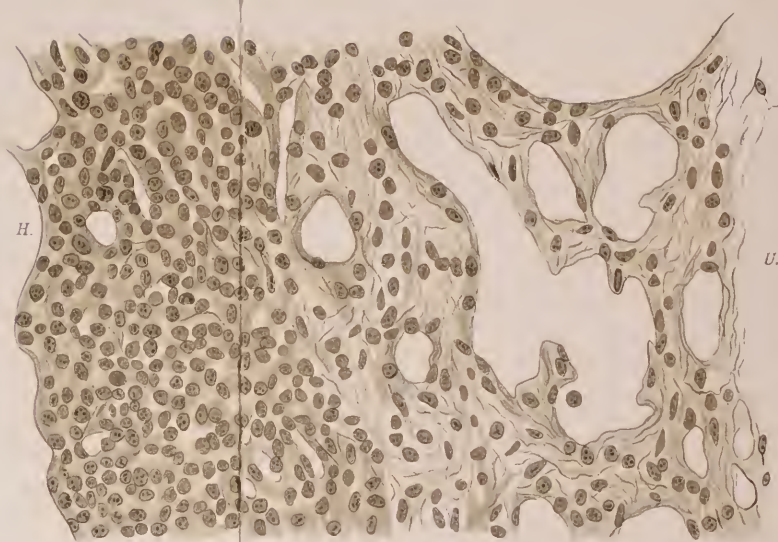


Fig. 4.

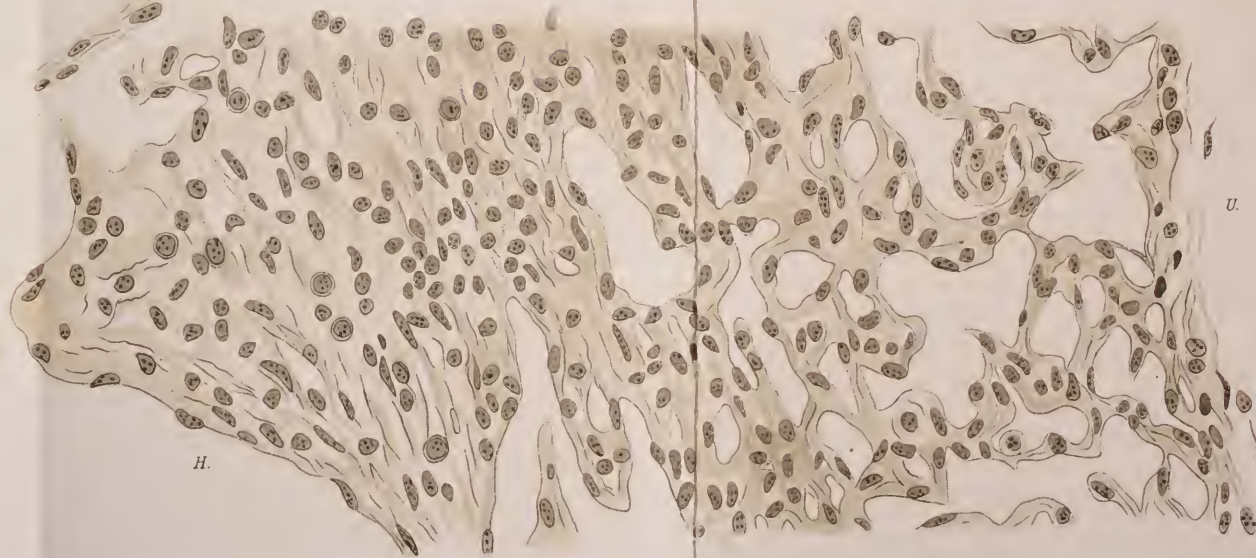
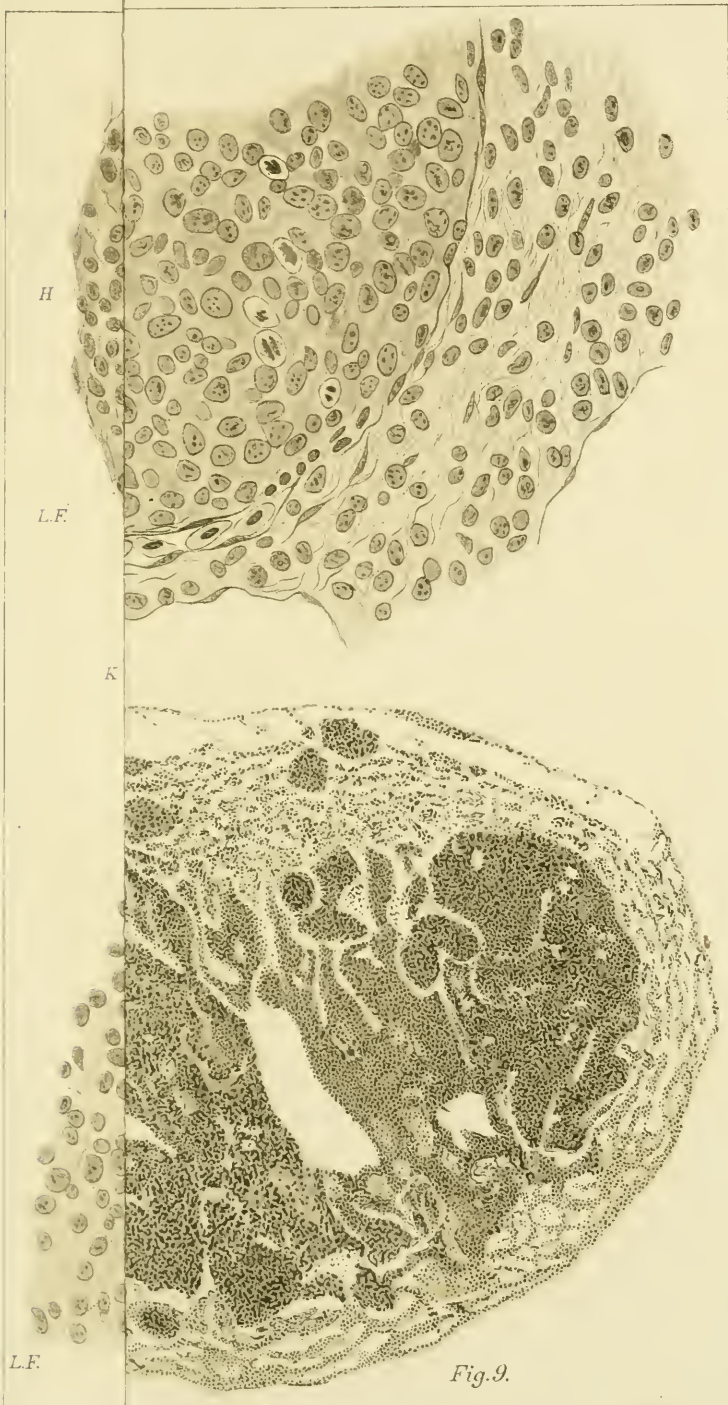
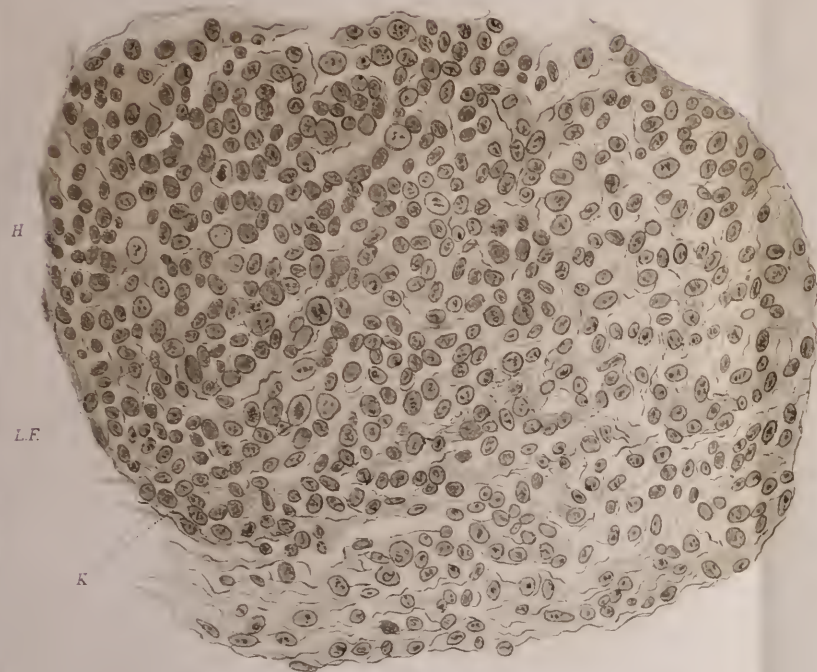


Fig. 3.





L.S.

Fig. 5.

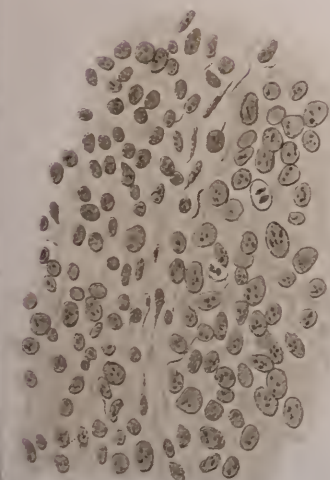
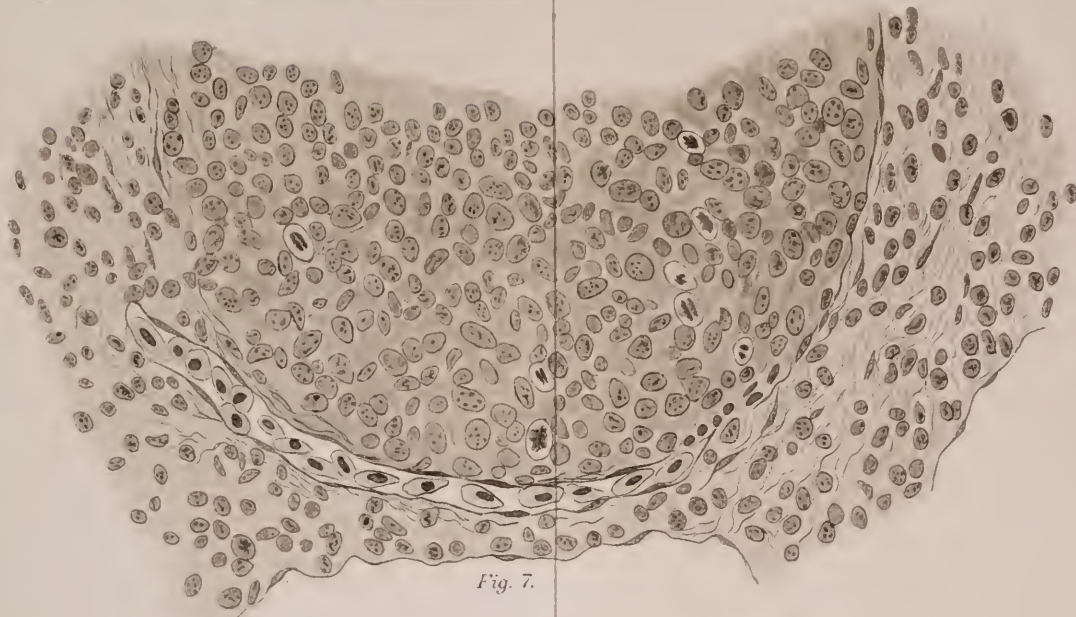


Fig. 6.

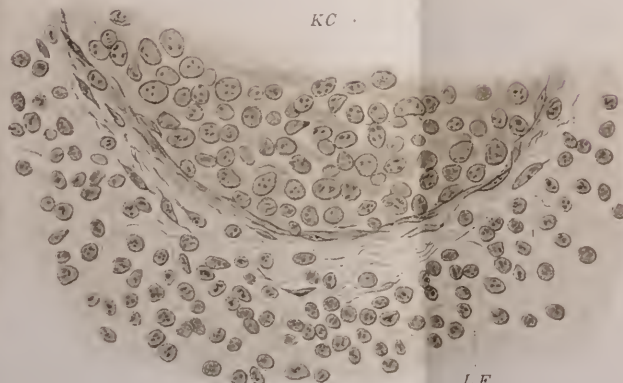


Fig. 8.

