

Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Lymphknoten.

I. Das Reticulum der Lymphknoten.

Von

Dr. Richard Thomé,

Assistent der anatomischen Anstalt zu Jena.

Hierzu Tafel XI.

- A. Litteraturübersicht.
- B. Eigene Untersuchungen.
 - I. Untersuchungsmethoden.
 - II. Bau des einzelnen Bälkchens des Reticulum und seine Beziehungen zu den Reticulum- bzw. Endothelzellen.
 - III. Anordnung der Reticulumfasern in verschiedenen Abschnitten der Lymphknoten.
 - IV. Die elastischen Fasern des Reticulum.
 - V. Bau des Trabekularsystems und des Reticulum in den Lymphknoten verschiedener Tiere.
- C. Vergleichung der Befunde mit denen früherer Untersucher.

Vor einiger Zeit war es v. SCHUMACHER (1897) und mir (1898) geglückt, in den normalen Lymphknoten von Affen (*Macacus rhesus* und *cynomolgus*) Zellen aufzufinden, denen unzweifelhaft phagocytäre Eigenschaften zukamen. Speciell schien sich ihre Thätigkeit auf die Zerstörung von roten Blutkörperchen zu erstrecken. Diese sonst übereinstimmend beschriebenen Zellen waren von v. SCHUMACHER als Zellen des Reticulum der Lymphknoten, von mir als Endothelien angesprochen worden. Letzteres war wesentlich deshalb geschehen, weil diese Phagocyten in Verbindung mit den gewöhnlich so genannten Endothelien die Auskleidung der Lymphbahnen und -sinus in den Lymphknoten bildeten. Indessen hatte ich immerhin die Frage offen gelassen, ob überhaupt ein Unterschied zwischen Reticulumzellen und Endothelien zu machen sei, besonders weil es mir nicht gelungen war, eine deutliche Ab-

grenzung der Endothelien gegen die Bälkchen des Reticulum aufzufinden. Untersuchungen, die ich mittlerweile an den Lymphknoten verschiedener Tiere angestellt habe, zeigten mir, daß ähnliche blutkörperchenhaltige Zellen fast in jedem Lymphknoten anzutreffen seien, eine Beobachtung, die ich in einer ganzen Reihe allerdings wesentlich pathologisch-anatomischer Arbeiten bestätigt fand. In vielen Fällen schienen mir diese Zellen ebenfalls den fixen Zellen anzugehören, in anderen war ich mehr geneigt, sie für Wanderzellen anzusprechen. Meist war aber eine Entscheidung kaum zu treffen. Ehe ich nun näher auf diese Frage einging, schien es mir zweckmäßig, zunächst einmal zu versuchen, über den Bau des Reticulum der Lymphknoten mir Klarheit zu verschaffen. Denn über dieses Gewebe gehen die Ansichten der verschiedenen Untersucher noch weit auseinander, ganz besonders auch über den Punkt, welche Rolle den Reticulumzellen angewiesen werden soll.

A. Litteraturübersicht.

Die Litteratur über das von HIS als adenoides, von KÖLLIKER als retikuläres bezeichnete Gewebe ist sehr umfangreich, zumal nicht nur in den Lymphknoten, in der Milz und verwandten Organen ein netzförmiges Gewebe erkannt worden ist, sondern auch vielfach in anderen Organen, Leber, Niere, Schleimbäuten u. s. w. ein solches gefunden wurde. Da indessen Unterschiede zwischen den Netzgeweben der einzelnen Organe zu bestehen scheinen, werde ich mich im folgenden wesentlich auf die Arbeiten beschränken, die sich mit dem Reticulum der Lymphknoten und verwandten Organe beschäftigen.

Die erste ausführliche Beschreibung des Reticulum und seiner Bestandteile stammt wohl von BRÜCKE (1854). Dieser untersuchte es an Schnitten durch Lymphknoten, die in sehr verdünnter Schwefelsäure gekocht, getrocknet und dann in Wasser wieder aufgeweicht worden waren. Dem Lauf der Blutgefäße folgend, findet er, daß ihre anfänglich dichte Adventitia in der Marksubstanz immer lockerer und reicher an Kernen wird. „Die ausgebildeten Bindegewebsfasern verschwinden immer mehr, und an ihre Stelle treten Kytoblasten mit eng anschließender Zellmembran, die in 2 oder 3 dünne, zugespitzte, bisweilen abgeplattete, meist fadenförmige Fortsätze ausgeht, die zu einem weichen Gewebe verfilzt sind.“ Dies

Gewebe ist von einer Unzahl feinsten Gänge durchzogen, in denen der Chylus sich fortbewegt. Diese Gänge sind nicht vom Gefäßendothel ausgekleidet, besitzen überhaupt keine besondere Wand, sondern sind eben von den verzweigten Kytoblasten gebildet. Wenn auch diese Befunde an jedenfalls nach heutigen Begriffen außerordentlich dicken Schnitten gewonnen wurden, so geht doch unzweifelhaft hervor, daß BRÜCKE das jetzt Reticulum genannte Gewebe deutlich erkannt hat. Ebenso ergibt sich aus der Beschreibung, daß BRÜCKE das Reticulum für ein zelliges Gewebe hält, welches aber kontinuierlich in das faserige Bindegewebe der Gefäßadventitia übergeht.

Sehr eingehend hat sich ferner BILLROTH mit dem retikulären Gewebe beschäftigt. Zunächst hat er den Bau des Reticulum in der Milz aller Wirbeltierklassen untersucht (1857). Beim Frosch besteht die Milzpulpa aus einem feinen Netzwerk, in dessen Maschen vorwiegend rote Blutkörperchen liegen, die sich aber relativ leicht daraus verdrängen lassen. Die einzelnen Fäden sind teils fein und rundlich, teils etwas abgeflacht wie feinste Membranen. In den dickeren Knotenpunkten des Netzwerks liegen gewöhnlich ovale Kerne. Nach Maceration mit sehr verdünnter Essigsäure gelingt es durch sanften Druck, das ganze Netzwerk in einzelne sternförmig verzweigte Zellen aufzulösen. In den MALPIGHI'schen Körperchen ist das Netzwerk ganz ähnlich, nur sind die Maschen etwas enger als in der Pulpa. Die feinen Fädchen des Netzes stehen mit der Gefäßmembran in unmittelbarem Zusammenhang. Aehnlich leicht und noch schöner läßt sich dieses Netz beim Salamander darstellen. Schwieriger als bei Amphibien und Reptilien waren die Verhältnisse bei den Fischen und Vögeln zu erkennen, am schwierigsten bei den Säugetieren. Indessen gelang schließlich doch bei allen Tierklassen der Nachweis eines ähnlich gebauten Netzes.

Ferner hat BILLROTH, wesentlich allerdings von pathologischen Gesichtspunkten aus, auch bei Lymphknoten den Bau des reticulären Gewebes untersucht, indem er sich dabei der HIS'schen Pinselmethode bediente (1860 und 1862). Bei jungen Tieren ist das Faserwerk der Lymphknoten aus sternförmigen, anastomosierenden Zellen zusammengesetzt, bei erwachsenen Tieren dagegen findet man nur selten Kerne in den Knotenpunkten des Netzes. In der zweiten Mitteilung bemerkt er noch, daß das Netz in der ganzen Alveole (Rindenknoten) vorhanden sei. In den peripheren Teilen derselben ist es enger als im Centrum, in diesem außerdem weich, so daß es beim Pinseln zuweilen ausfällt.

Ebenfalls ein wesentlich aus verzweigten und anastomosierenden Zellen gebildetes Netzwerk hat ferner R. HEIDENHAIN (1859) in den PEYER'schen Plaques von Kaninchen und Hund nach ausgepinselten Präparaten beschrieben. In der Mitte sind die Maschen des Netzwerks breit, werden nach außen hin immer enger, bis sie schließlich fast spaltförmig werden. An der Peripherie der Follikel gehen die Bälkchen dieses Netzwerks in das Bindegewebsstroma der Follikelwand über. In den Bälkchen liegen zwei Arten von Kernen, große, ovale und kleinere, rundliche; letztere sehen in ihrem Habitus denen der Lymphkörperchen ähnlich und kommen weniger in den Knotenpunkten des Netzes als im Verlauf von längeren Bälkchen vor.

Einer sehr ausführlichen Untersuchung ist das fragliche Gewebe von W. Hrs gewürdigt worden (1860 und 1862). Hrs hat zuerst entdeckt, daß sich das Netzwerk der Lymphknoten sehr leicht und schön darstellen läßt, wenn man an dünnen Schnitten die in den Maschen des Netzes liegenden Lymphkörperchen durch wiederholtes Betupfen mit einem feinen Haarpinselchen entfernt. Es gelingt dies sowohl an frischen Schnitten als auch noch leichter an solchen, die einem in Spiritus oder doppelchromsaurem Kali gehärteten Lymphknoten entnommen sind. Außer bei den Lymphknoten läßt sich diese Methode auch bei den anderen zum Lymphgefäßsystem gehörenden Organen anwenden.

In allen untersuchten Organen: Lymphknoten, Milz, Darmfollikeln u. s. w. als auch in der ganzen Schleimhaut des Darmes hat Hrs das Stützgewebe fast übereinstimmend gebaut gefunden. Im allgemeinen sind zwei Arten von Netzwerken vorhanden. Erstens ein solches, das aus anastomosierenden Zellen gebildet wird. Die betreffenden Zellen haben einen ovalen, seltener rundlichen Kern und relativ wenig Protoplasma, von dem nach allen Seiten hin Ausläufer ausstrahlen. Diese sind meist sehr fein, teilen sich dichotomisch und verbinden sich untereinander sowohl wie mit denen anderer Zellen. Gelegentlich gelingt es auch, derartige Zellen mit ihren Ausläufern isoliert zu erhalten. Die Zellfortsätze sind sehr leicht durch Fäulnis und verdünnte Alkalien, sowie durch verdünnte Essigsäure zu zerstören. Ein anderes Netz unterscheidet sich von dem beschriebenen dadurch, daß seine Bälkchen breiter sind als die Zellausläufer, daß keine bestimmt abgrenzbaren Zellkörper und Kerne zu sehen sind, und daß die Bälkchen gegen Reagentien etwas widerstandsfähiger sind. Sie werden z. B. in verdünnten Alkalien zwar blaß, aber lösen sich nicht.

Dann findet His noch besondere langgestreckte Fäden, die vorzugsweise zwischen benachbarten Gefäßen oder zwischen Gefäßen und den bindegewebigen Septen oft auf längere Strecken hin ausgespannt sind. Sie sind im allgemeinen wenig verzweigt und gegen Reagentien ebenfalls ziemlich widerstandsfähig. Häufig findet man in einer kegelförmigen Verbreiterung, mit der sie sich an die Gefäße ansetzen, oder in einer inmitten ihres Verlaufes gelegenen Anschwellung einen Kern.

Mit Entschiedenheit tritt His dafür ein, daß sämtliche Arten von Netzen zum Bindegewebe gerechnet werden müßten. Die einzelnen Systeme sind keineswegs scharf voneinander geschieden, sondern gehen ineinander sowohl als auch in das faserige Bindegewebe der gröberen Septen kontinuierlich über. Ebenso stehen sie zu der Adventitia der Gefäße in Beziehung, indem den größeren Gefäßen anastomosierende Zellen direkt aufliegen, während die Kapillaren wesentlich von Zellausläufern umspunnen werden. Gegenüber dem Einwurf, daß Bindegewebe ohne Intercellularsubstanz nicht vorkäme, nimmt His als wahrscheinlich an, daß eine anfänglich in den Maschen des Netzes vorhandene schleimige Zwischensubstanz später von den Lymphkörperchen verdrängt worden sei. Die Zellnetze sollen überall das Primäre sein. Späterhin können sie sich dann mit einer Substanz umlagern, die entweder zu elastischem oder fibrillärem Bindegewebe sich ausbildet, worauf dann in der weiteren Entwicklung die Zelle mit ihren Ausläufern atrophiert. Deshalb treten die Fasernetze auch bei älteren Individuen sehr viel reichlicher gegenüber den Zellnetzen auf als bei jungen.

Ueber die Verteilung der Netzwerke in den Lymphknoten giebt His an, daß die Zellnetze sich hauptsächlich in den Lymphsinus finden, während im Bereich der eigentlichen Drüsensubstanz das Netz meist aus kernlosen Fasern besteht. Dieses Fasernetz zeigt in den einzelnen Abschnitten des Parenchyms eine etwas verschiedene Anordnung. Am dichtesten ist es einmal an der Begrenzung des Parenchyms gegen die Sinus, dann in der Umgebung der „Vakuolen“ (Keimcentren). In den Vakuolen selbst ist es weitmaschig und scheint im Innern derselben ganz zu fehlen. Die scharfe Abgrenzung des Parenchyms gegen die Lymphsinus wird durch dieses besonders dichte Fasernetz gebildet, nicht von einer eigentlichen Grenzmembran. Auch überzeugte sich His davon, daß in dieser Grenzschicht unzweifelhaft Zellen mit Ausläufern vorhanden sind, die einerseits eine Verbindung mit den Fasern des Parenchyms,

andererseits mit den Ausläufern des Zellnetzes in den Lymphsinus herstellen.

In den Lymphknoten unterscheidet His drei Abschnitte, die allerdings nicht scharf voneinander geschieden sind, Rinde, Mark und Hilusstroma. Das letztere ist sehr reich an Bindegewebe, daher sehr derb, soweit nicht größere Mengen von Fett eingelagert sind. Auf Querschnitten findet man in ihm eine Anzahl weiter Lymph- und Blutgefäßöffnungen. Die Marksubstanz hingegen ist weich und enthält meist nur feinere Blutgefäße. Wo stärkere Gefäße in sie hineinziehen, sind sie von Ausläufern des Hilusstromas begleitet. Das Verhältnis zwischen Marksubstanz und Hilusstroma ist wechselnd, indem z. B. bei den menschlichen Inguinal- und Axillardrüsen das Hilusstroma weit in das Innere zieht und Ausläufer bis zur Peripherie sendet, während die Marksubstanz ganz schmal ist. In den entsprechenden Lymphknoten beim Rind, in den Mesenteriallymphknoten der übrigen untersuchten Tiere, sowie auch in einem, allerdings pathologisch veränderten Mesenteriallymphknoten des Menschen findet das entgegengesetzte Verhalten statt.

In der Rinde wie im Mark der Lymphdrüsen unterscheidet His nun weiterhin drei Formationen:

- 1) das trabekuläre Gerüst.
- 2) die Bahnen für die durchströmende Lymphe oder die Lymphsinus,
- 3) die eigentliche Drüsensubstanz.

Die Anordnung des feineren Netzwerks nach der His'schen Darstellung ist bereits angegeben worden. Für das gröbere Trabekelsystem giebt His, wesentlich nach Befunden an Rindlymphknoten, folgendes an. Die von der Kapsel ausgehenden, prismatischen oder runden Balken spalten sich und vereinigen sich wieder untereinander, so daß ein Maschenwerk entsteht, das, in der Rindensubstanz weit, nach der Marksubstanz zu immer enger wird. Die Entwicklung dieses Trabekulargertüstes ist bei den einzelnen Tierspecies verschieden stark, besonders beträchtlich ist das Balkennetz in der Marksubstanz der menschlichen Lymphknoten ausgebildet. Die eigentliche Drüsensubstanz nimmt überall den mittleren Raum der Trabekelmaschen ein, indem sie von diesen durch die Lymphsinus getrennt ist. Dabei bildet sie ebenso wie die Trabekel ein durch den ganzen Lymphknoten hin zusammenhängendes Parenchymnetz, das sich nur je nach dem ihm zur Verfügung stehenden Raum verschieden stark ausbildet.

Es finden sich also nach HIS in den Lymphknoten zwei sich gegenseitig durchflechtende Maschenwerke, das der Drüsensubstanz und das des Trabekelsystems, die überall voneinander durch die Lymphsinus getrennt sind. Man findet also auf Durchschnitten in den Maschen des Parenchymnetzes je einen Trabekel bezw. in den Trabekelmaschen Drüsensubstanz.

Weiterhin hat FREY die Lymphknoten und das retikulierte Gewebe einer genauen Untersuchung unterworfen. Seine Hauptarbeit über die Lymphdrüsen konnte ich mir leider nicht zugänglich machen, doch genügen die Aufsätze (1863 u. 1873), die ich eingesehen habe, um seine Ansicht vom Bau des retikulierten Gewebes kennen zu lernen. Auch FREY hat wesentlich an ausgepinselten Schnitten gearbeitet; dabei aber auch noch eine Karminfärbung angewandt. Er spricht das Netzwerk sowohl der PEYER'schen Plaques wie der Lymphknoten als unzweifelhaft zellig an, denn in den Knotenpunkten des Netzes finden sich, besonders deutlich bei jüngeren Tieren, Kerne eingelagert. Die Färbung mit Karmin schützt auch vor einer etwaigen Verwechslung von Querschnitten aufsteigender Fasern mit diesen Kernen (s. u. HENLE). Bei älteren Tieren allerdings können auf längere Strecken hin die Kerne vollständig fehlen. Als Altersmetamorphose der Lymphknoten sieht FREY das Auftreten von Fett an, das vermutlich in den Bindegewebskörperchen ausgebildet werde. Ferner soll im Alter eine Umwandlung der Netzsubstanz in fibrilläres Bindegewebe eintreten, sowie auch eine reichliche Pigmentierung, die an allen Stellen der Lymphknoten ihren Sitz haben kann.

Für zellig erklärt auch F. TH. SCHMIDT (1863) das retikuläre Gewebe, da er die Kerne deutlich in den Bälkchen liegen sieht. Besonders bemerkenswert ist eine Angabe, daß dickere, leicht gewundene Bälkchen häufig von einer membranartigen Scheide umgeben seien. Von einem derartigen Bälkchen giebt SCHMIDT auf seiner Tafel 15 No. 10 eine Abbildung, wo innerhalb der membranartigen Scheide auch noch ein Kern liegt. Die Aehnlichkeit mit den von mir erhaltenen Bildern ist geradezu überraschend.

Die Abgrenzung der Follikel gegen die Lymphsinus wird nach SCHMIDT durch eine feinkörnige Haut gebildet, in der blasse längliche Kerne in großer Zahl auftreten. Diese Haut steht mit dem Reticulum sowohl der Drüsensubstanz als auch der Sinus in direktem Zusammenhang. SCHMIDT hält daher diese Haut nur für eine Modifikation des Reticulum, besonders da auch an anderen Stellen dieses oft membranartige Ausbreitungen bildet.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch W. MÜLLER (1863) nach Untersuchungen an wesentlich menschlichem Material. MÜLLER hat ebenfalls an ausgepinselten Schnitten, wie an solchen, die mit Karmin gefärbt waren, gearbeitet. Einerseits findet er ein protoplasmatisches Netzwerk mit eingestreuten, teils rundlichen, teils elliptischen Kernen, andererseits ein unzweifelhaft aus Fasern bestehendes Netz, dem deutliche Zellen anliegen. Beide Arten hängen kontinuierlich zusammen und gehen ohne scharfe Grenze ineinander über. Betreffs der Abgrenzung des Parenchyms gegen die Lymphbahnen tritt MÜLLER entschieden dafür ein, daß diese nur durch ein besonders engmaschiges Netzwerk nie durch eine homogene Membran gebildet werde.

Auch v. KÖLLIKER schließt sich in seinem Handbuch der Gewebelehre (1863) in Bezug auf den Bau des Reticulum den bisher Genannten an. Er ist der Ansicht, daß das Reticulum ursprünglich sicher ein Zellnetz sei; jedoch beim ausgewachsenen Tier fänden sich nur noch hie und da Kerne und Zellreste, das Netz selbst bestehe wesentlich aus einem dichten Gewirre feinsten Fasern. Diese Fasern sind indessen nicht identisch mit denen des fibrillären Bindegewebes, da sie sich zum Unterschied von diesen beim Kochen in Wasser nicht lösen.

Ein entschiedener Gegner der von den bisher angeführten Autoren vertretenen Ansicht, daß das Reticulum ganz oder teilweise aus Zellen bestehe, war inzwischen in HENLE (1860) entstanden. HENLE hatte ein anderes Verfahren erdacht, um das Netzwerk deutlich zu machen. Zunächst ließ er kleine Stücke der betreffenden Organe eintrocknen, bis sie vollständig hart geworden waren. Feinste Spänchen davon wurden dann in destilliertem Wasser wieder aufgeweicht. Durch dies einfache Verfahren trat bei den meisten Organen das Netzwerk deutlich hervor. Nur bei der Milz und den Lymphdrüsen genügte das Aufweichen in Wasser nicht, um die Lymphkörperchen vollkommen aufzuhellen. Um dies zu erreichen, wurden die Schnitte auf kurze Zeit in ganz verdünnte Kalilauge übertragen (1—2 Tropfen konz. Kalilauge auf ein Uhrglas voll Wasser), bis sie gallertartig durchscheinend geworden waren, und dann in destilliertem Wasser untersucht. Alsdann trat auch bei diesen Organen das Netzwerk deutlich hervor. Die Differenz zwischen HENLE und den anderen Autoren beruht nun wesentlich darauf, daß HENLE bei den so behandelten Schnitten niemals irgend welche Zellen an der Reticulumbildung beteiligt fand, sondern stets ein reines Fasernetz erhielt. HENLE

spricht sich deshalb sehr entschieden dahin aus, daß in keinem Stadium das Reticulum von Zellen, sondern stets nur von Fasern gebildet sei. Die vermeintlich in den Bälkchen liegenden Kerne führt er auf Querschnitte von senkrecht zur Schnittrichtung aufsteigenden Bälkchen zurück, zumal sie nie in derselben optischen Ebene liegen sollen wie das Netzwerk. Ueber die Anordnung des Reticulum herrscht sonst keine Meinungsverschiedenheit. Auch HENLE findet keine Membran, sondern nur ein besonders engmaschiges Netzwerk als Abgrenzung des Parenchyms gegen die Lymphbahnen; ebenso fehlt nach ihm im Centrum der Follikel das Netzwerk meist ganz.

Außer diesem gewöhnlichen Reticulum findet HENLE aber noch ein zweites Fasernetz, das nach Zerstörung des zuerst sichtbaren durch stärkere Laugen zurückbleibt. Es ist feiner und weitmaschiger, und wird von HENLE eben wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen starke Alkalien dem elastischen Gewebe zugeordnet.

Während so die allgemeine Formation des Reticulum in den Lymphknoten von den verschiedenen Untersuchern in nicht wesentlich verschiedener Weise beschrieben worden ist, und auch spätere Untersuchungen hierüber wesentlich Neues nicht gebracht haben, dauerte der Streit über die Natur des Reticulum, ob zellig, ob faserig, weiter fort. Obwohl seit der damaligen Zeit die mikroskopische Technik ganz ungeahnte Fortschritte gemacht hat, obwohl eine große Zahl von Forschern sich mit dieser Frage beschäftigt haben, kann sie doch immer noch nicht als entschieden gelten.

Von den späteren Untersuchungen seien hier zunächst die Angaben ROLLET's (1871) und v. RECKLINGHAUSEN's (1871) erwähnt. ROLLET spricht sich für ein ursprünglich aus anastomosierenden Zellen bestehendes Reticulum aus, das allerdings im Lauf der Entwicklung später in ein Netz meist kernloser Balken übergehe. v. RECKLINGHAUSEN läßt es unentschieden, ob die an den Knotenpunkten des Netzes vorhandenen Kerne in den homogenen Bälkchen liegen oder ihnen nur angeheftet sind. Die Innenseite der Kapsel der Lymphknoten sowie die Trabekel sind nach ihm von einem platten Epithel überzogen, dessen Zellgrenzen sich durch Silbernitrat schwärzen lassen. Häufig ist es deutlich zu sehen, wie Epithelzellen von der Oberfläche eines Trabekels auf dickere Fäserchen sich fortschieben. Doch läßt v. RECKLINGHAUSEN noch unentschieden, ob alle Fasern, sowie die Markstränge einen epithelialen Ueberzug besitzen.

Diese Beobachtung eines epithelartigen Ueberzugs der Trabekel und eines Teiles der Fäserchen des Reticulum leitet über zu den Untersuchungen BIZZOZERO's und RANVIER's, mit denen eine neue Periode in der Erforschung des retikulierten Gewebes beginnt.

BIZZOZERO hat speciell den Bau der Lymphknoten beim Menschen, wie bei verschiedenen Tieren untersucht, und zwar, indem er dünne Schnitte von Organen, die in Alkohol oder 0,1—0,2 proz. Chromsäure gehärtet waren, durch Schütteln in Wasser möglichst von Lymphkörperchen zu befreien suchte. Er kam zu dem Ergebnis, daß das Reticulum ein Netzwerk homogener oder zart längsgestreifter Fasern sei. In den Lymphbahnen umkleiden Zellen entweder die Fasern, die Fasern sind gewissermaßen in ein Protoplasmarohr eingeschlossen, oder aber die Zellen sind in einer Masche des Reticulum schleierartig ausgespannt. Das Protoplasma der Zellen ist körnig, und es gelingt oft, durch dasselbe hindurch den Verlauf der Faser verfolgen zu können. Je nach der Verzweigung der Fasern sind auch die Zellen mehr oder weniger reichlich mit Ausläufern versehen. Bei längerem Schütteln der Schnitte in Wasser gelingt es oft, die Zellen gänzlich zu entfernen, ohne daß die Maschen des Fasernetzes beschädigt werden. Etwas anders liegen die Verhältnisse in der eigentlichen Drüsensubstanz, indem hier meist nur wenig protoplasmareiche Zellen an den etwas verbreiterten Knotenpunkten des Netzes liegen. Die Abgrenzung der Drüsensubstanz gegen die Lymphbahnen soll nach BIZZOZERO durch ein Endothel geschehen. Er stellt es dar als dünne, körnige, mit regelmäßig eingestreuten ovalen oder abgeplatteten Kernen versehene Protoplasamembran.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangte RANVIER (1888). An fixierten und dann ausgepinselten Schnitten von Lymphknoten bleiben außer der Kapsel und den Trabekeln nur die Bälkchen des Reticulum übrig. Kerne und Zellreste findet man nur noch dann, wenn nicht energisch genug ausgepinselt worden ist. Will man dagegen sämtliche Kerne der fixen Gewebszellen erhalten, so ist es zweckmäßig, durch Einstich in die Kapsel 1-proz. Osmiumsäure in den Lymphknoten zu injizieren. Hierdurch werden die lymphatischen Elemente wenigstens teilweise ausgetrieben, die Reticulumzellen dagegen fixiert. RANVIER spricht diese für Endothelzellen an, die sich in ihrer Form den Fasern des Reticulum genau anschmiegen. Für diese Ansicht spricht auch der Umstand, daß er nach Injektion von Silbernitratlösung auf den Trabekeln und der Oberfläche der Drüsensubstanz, sowie hier und

da auf dickeren Bälkchen die bekannte Endothel-Kittlinienzeichnung fand, die, wenn auch nicht ganz regelmäßig, so doch vollständig beweisend sei. Die einzelnen Fasern sind nach RANVIER bei jeder Art der Präparation fibrillär, bestehen auch in der That aus Bindegewebsfibrillen, die bei den Anastomosen nicht miteinander verschmelzen, sondern nur verkleben.

Beide Autoren halten also gleich HENLE an der faserigen Struktur des Reticulum fest; sie sind der Ansicht, daß es sich um eine besondere Anordnung des fibrillären Bindegewebes handle, dessen einzelne Fasern von Endothelzellen ganz oder teilweise umkleidet seien.

Als Anhänger der faserigen Struktur des Reticulum traten dann später noch eine größere Anzahl von Forschern auf. RENAUT (1888) bekennt sich im allgemeinen zur Ansicht seines Lehrers RANVIER, wesentlich auch auf Grund der mittelst der Silbernitratmethode erhaltenen Resultate.

HOYER (1889) gelangte dadurch zu der Ueberzeugung von der faserigen Struktur des Reticulum, daß es ihm gelang, an Schnitten durch Lymphknoten, die er der Trypsinverdauung nach KÜHNE unterworfen hatte, ein von Kernen und Zellresten völlig freies Fasernetz zu erhalten.

STÖHR fand bei der Untersuchung der Entwicklung der Zungenbälge, daß Leukocyten sich zwischen die Bündel des vorhandenen faserigen Bindegewebes einlagern und diese aufsplintern. Erst bei sehr starker Einlagerung von Leukocyten treten jene feinen, homogen glänzenden, netzförmig verbundenen Bälkchen auf, wie sie im allgemeinen im Reticulum des adenoiden Gewebes beschrieben werden. Stets finden sich Uebergänge zwischen beiden Faserarten. Ein wesentlicher Einwand gegen eine zellige Natur des Reticulum ist nach STÖHR auch in dem Umstande zu finden, daß sich selbst beim Erwachsenen noch fibrilläres Bindegewebe in adenoides umwandeln könne.

CARLIER (1893) ist es bei den Lymphknoten des Igels leicht gelungen, durch Ausschütteln der Schnitte in Wasser oder durch Auspinseln ein zellfreies Netzwerk zu erhalten. Bei der Katze konnte er an dünnen Schnitten ohne weiteres feststellen, daß die dünnen Reticulumfasern mit den faserigen Trabekeln direkt zusammenhängen.

GULLAND (1894) hat bei der Untersuchung der Lymphknotenentwicklung ebenfalls gefunden, daß die Leukocyten das fibrilläre

Bindegewebe auffasern, so daß auch er das retikuläre Gewebe nur für eine besonders feinmaschige Form des Bindegewebes erklärt.

MALL (1891) hat sich ebenfalls für die faserige Natur des Reticulum ausgesprochen, zum Unterschied indessen von den anderen Verfechtern dieser Ansicht das retikuläre Gewebe als eine besondere, vom faserigen oder, wie er es nennt, „weißen“ Bindegewebe vollständig verschiedene Gewebsart hingestellt. MALL bediente sich zur Darstellung der Fasernetze ebenfalls der Pankreatinverdauung der Schnitte, ließ diese alsdann auf dem Objektträger antrocknen und färbte sie mit Pikrinsäure und Säurefuchsin. Die wesentlichen Unterschiede zwischen dem fibrillären Bindegewebe und dem retikulierten sind nach ihm, daß ersteres beim Kochen Leim giebt, letzteres nicht, ferner daß die Fasern des retikulierten Gewebes ebenso wie die des elastischen im Laufe der Entwicklung allmählich an Dicke zunehmen, während die „weißen fibrösen“ Fasern nur in die Länge wachsen. In einer großen Reihe von Organen hat MALL das retikulierte Gewebe gefunden und beschrieben. Speziell bei den Lymphknoten stellt er fest, daß Kapsel und Trabekel zum weitaus größten Teil aus retikuliertem Gewebe bestehen, in das nur einzelne elastische und weiße Fasern eingestreut sind. Sonst findet sich im allgemeinen überhaupt kein fibrilläres Bindegewebe in den Lymphknoten, weshalb diese auch nach Entfernung der Kapsel beim Kochen keine Gelatine geben.

Die von BIZZOZERO an bisher angeführten Autoren halten also die fixen Zellen des Reticulum für eine Art Endothelien, die einem reinen Fasernetz, sei es fibrillär-bindegewebiger, sei es besonderer Natur, nur angelagert seien. Demgegenüber erklärt eine Gruppe von Forschern zwar auch den größten Teil der fixen Gewebszellen für angelagerte Endothelien, hält aber daran fest, daß außer diesen noch Zellen vorkommen, die mit den Fasern in direkter Verbindung stehen. Der Hauptvertreter dieser Ansicht ist

RIBBERT (1889). Die Kerne der eigentlichen Reticulumzellen sind nach ihm eckige oder spindelige, mit Safranin intensiv sich färbende, meist in den Knotenpunkten des Netzwerks liegende, kleine Gebilde. Der zugehörige Zellleib ist nur von geringem Umfang, und von ihm gehen die das Netzwerk bildenden zarten Fasern aus, die nur bei genauem Zusehen als unabhängig von dem Protoplasma der Endothelien erkannt werden können. Die letz-

teren sind platte, nach den Seiten sich verjüngende Gebilde, die den Lymphraum teils glatt begrenzen, teils etwas nach innen vorspringen. Ihre großen, hellen Kerne sind rundlich oder oval. Ueber die Verteilung des Reticulum in den Lymphknoten giebt RIBBERT an, daß es in den Rindenknoten und Marksträngen sehr eng, in den Lymphbahnen weitmaschiger sei, äußerst gering entwickelt dagegen in den Keimcentren.

Aehnlich spricht sich HANSEMANN (1891) über den Bau des Reticulum aus. Nur läßt er außer den Endothelien noch eine zweite Art von Zellen, „Lymphoblasten“, den Fasern des Reticulum anliegen, die, den Endothelien sonst ähnlich, sich wesentlich durch die Art ihrer Mitosen unterscheiden.

Unentschieden läßt es LÖWIT (1891), ob außer den thatsächlich vorhandenen Endothelien auch zugleich Reticulumzellen im Sinne RIBBERT's vorhanden sind.

Aber auch die älteste Ansicht, daß das Reticulum ganz oder zum Teil aus verzweigten Zellen bestehe oder wenigstens aus solchen hervorgehe, hat noch eine große Zahl von Vertretern gefunden. Zunächst ist hier CHIEVITZ (1881) zu erwähnen. Seine Untersuchungen beschränken sich auf die Inguinallymphknoten des Menschen und die Mesenteriallymphknoten des Schweines in erwachsenem und fötalem Zustande. Bei den betreffenden Lymphknoten wurde zumeist eine Injektion der Blutgefäße vorausgeschickt, und die alsdann angefertigten Schnitte ausgepinselt. Beim ausgewachsenen Individuum findet CHIEVITZ das Reticulum allerdings nur aus Fasern bestehend. Bei jungen Embryonen aber wird es größtenteils von verzweigten Zellen gebildet, die indessen mit zunehmendem Wachstum mehr und mehr durch Fasern ersetzt werden. Doch noch beim Neugeborenen ist ein Teil des Netzwerks sicher zellig. Da die Zellen vielfach in Kontinuität mit den Fasern stehen, glaubt CHIEVITZ, daß die letzteren durch teilweise oder vollständige Umbildung der Zellen und ihrer Ausläufer gebildet seien. In Bezug auf den allgemeinen Bau der Lymphknoten stellt sich nun aber CHIEVITZ in einen gewissen Gegensatz zu HIS. Zwar unterscheidet auch er 3 Schichten, Rinde, Mark und Hilusstroma, doch liegen beim Menschen die Verhältnisse des Trabekularsystems anders, als HIS angegeben. Nur wenige der von der Kapsel ausgehenden gröbereren Septen gelangen überhaupt bis zum Hilusstroma, und gerade diese geben keine seitlichen Aeste ab. Die meisten dagegen lösen sich nach Abgabe von viel-

leicht einigen Zweigen in feine Fädchen auf, die eben das Reticulum mit bilden helfen. Daher finden sich, speciell in der Marksubstanz, sehr viele Sinus, die rings vom Parenchym umschlossen sind, ohne einen Trabekel zu enthalten. Die Angabe von HIS, daß die Lymphsinus beim Menschen ebenso wie beim Rind stets Trabekel enthielten, glaubt CHIEVITZ damit erklären zu können, daß die lymphoide Infiltration sich häufig auf das Hilusstroma fortsetze. Dabei bleibe die nächste Umgebung der Gefäße gewöhnlich davon frei und sei durch Lymphspalten von den infiltrierten Partien geschieden. Daß HIS einen derartig veränderten Lymphknoten vor sich gehabt habe, scheint CHIEVITZ wahrscheinlich, erstens, da er von einem am Typhus Verstorbenen herstammte, zweitens, da nach HIS die größeren Gefäße gerade in den Trabekeln lägen, was in der Marksubstanz im allgemeinen nicht zutrefte. HIS habe also in diesem Falle das infiltrierte Hilusstroma als Marksubstanz angesprochen. In den Mesenteriallymphknoten des Schweines dagegen fand auch CHIEVITZ ein vollständiges Trabekelsystem, wie es von HIS als Regel aufgestellt worden ist.

Ebenso spricht sich ORTH (1884) für eine ursprünglich zellige Natur des Reticulum aus. Bei älteren Individuen schwinde indes der eigentliche Zelleib und der Kern mehr und mehr, so daß nur die Ausläufer als verschieden dicke Bälkchen übrig bleiben. Es sei dies ein Umstand, der gegen die Gleichstellung der Bälkchen des Reticulum mit den Fasern des fibrillären Bindegewebes spräche, da letzteres aus der Intercellularsubstanz entstünde. Auch verschwänden die Reticulumfasern nicht bei Behandlung mit Essigsäure, wie die Bindegewebsfasern.

TOLDT (1888) findet gleichfalls beim Erwachsenen in den homogenen Bälkchen nur selten einen Kern, hält aber daran fest, dass die Grundlage des Reticulum ein Netz von Bindegewebszellen sei. Zur Feststellung der protoplasmatischen Beschaffenheit der Bälkchen injizierte er Hunden Anilinblau und fand, daß die Reticulumbälkchen ebenso wie die lymphoiden Zellen den Farbstoff aufgespeichert hatten.

SCHIEFFERDECKER und KOSSEL (1891), sowie CZERMAK (1893) lassen ebenfalls das Reticulum aus einem Zellnetz hervorgehen, wenn auch in späterem Alter nach Schwund des Kernes und eines Teiles des Protoplasmas die ursprüngliche zellige Beschaffenheit nicht mehr erkannt werden könne.

Zu etwas anderen Ergebnissen gelangte DEMOOR (1895) auf Grund einer sehr eingehenden Untersuchung des retikulierten Gewebes in verschiedenen Organen und bei verschiedenen Tieren. Untersucht wurde wesentlich an sehr feinen Schnitten der in FLEMING'scher oder HERMANN'scher Flüssigkeit fixierten Organe, die mit Safranin oder Hämatoxylin-Eosin gefärbt wurden. DEMOOR findet zu allen Zeiten des Lebens das Reticulum aus vielfach verzweigten anastomosierenden Zellen bestehend, die einen großen hellen Kern und granuliertes Protoplasma besitzen. Niemals gelang ihm der Nachweis, daß bei älteren Individuen etwa die Zellen den Bälkchen nur anlagen, während bei der gewählten Methode der Epithelüberzug von Kapsel, Trabekeln und Follikeln leicht nachzuweisen war. Die dickeren Ausläufer zeigten hie und da eine feine fibrilläre Streifung, die meisten aber erschienen völlig homogen. Da DEMOOR nie Mitosen der Reticulumzellen beobachten konnte, wohl aber häufig bei jüngeren Tieren in den Knoten des Netzwerks größere Mengen von Protoplasma mit mehreren Kernen angehäuft waren, nimmt er für die Vermehrung derselben die direkte Kernteilung an. Selbst bei sehr alten Tieren fand er übrigens die Zahl der Reticulumkerne nicht vermindert.

Diese Befunde von DEMOOR werden von SAXER (1896) im großen ganzen bestätigt. Da SAXER Auspinseln oder Verdauen der Schnitte für zu eingreifende Operationen hält, um die feinen Verhältnisse dieses Gewebes richtig erkennen zu lassen, hat er nur an feinen Paraffinschnitten gearbeitet. Beim Rindsembryo von 26 cm Länge, bei dem die Lymphknoten bereits ausgebildet, aber noch sehr zellarm sind, findet er, „daß das feine Netzwerk in der That durch Anastomosen der verästelten Ausläufer der Bindegewebszellen entsteht, während die gröberen Septen einen faserigen Grundstock mit zwischen und auf den Fasern liegenden Zellen darstellen“. Auch beim Erwachsenen wird das feine Reticulum zweifellos durch wahre Zellen und ihre Ausläufer gebildet, die aber in gewisser Weise modifiziert sind. Sie hängen direkt zusammen mit den Endothelien, welche die Lymphräume auskleiden. Da SAXER diese sog. Endothelien nur für plattgedrückte Bindegewebs- bzw. Reticulumzellen hält, so würde also auch beim Erwachsenen der Zusammenhang der Bälkchen mit den Zellen noch leicht zu sehen sein. Auch das intrafollikuläre Reticulum besteht nach SAXER stets aus anastomosierenden Zellen. Die oft geringe Anzahl von Kernen, die aber keineswegs die Regel

sei, wäre leicht damit erklärt, daß ein sehr ausgedehntes Netz von relativ wenig Zellen gebildet werden könne.

Ein neuer Verfechter der Ansicht BIZZOZERO's und RANVIER's ist neuerdings in HÖHL (1897) entstanden. Zunächst stellte er durch Maceration der Schnitte in Drittelalkohol und nachheriges Ausschütteln, sowie durch Pankreatinverdauung ein zellfreies Fasernetz dar. Ferner aber gelang es ihm auch, durch Doppelfärbung mit Pikrokarmín oder Pikrinsäure-Säurefuchsin nach VAN GIESON die Fasern von dem Zellprotoplasma zu differenzieren. Die Fasern erschienen rot, während das Zellprotoplasma einen gelblichen Ton erhielt. „An den Bälkchen des Reticulum, am deutlichsten in den Lymphsinus erkennbar, sieht man Zellen mit großem Kern und feingranuliertem Protoplasma liegen. Sie umkleiden die Bälkchen vollständig und ziehen, wie sich BIZZOZERO treffend ausdrückt, schleierartig über deren Teilungen hinweg. Ueberall verlaufen diese Fasern glatt durch ihre bisweilen außerordentlich zarte Hülle.“ Den Einwand, daß wenn die Fasern rings von Protoplasma umgeben seien, sie doch auch einen Teil der Zellen bildeten, sucht HÖHL damit zu entkräften, daß in den nicht zum Lymphsystem gehörigen Organen, z. B. in der Leber, das Fasernetz sicher nicht an die Existenz von Zellen gebunden sei. Die einzelnen Fasern selbst zeigen nach HÖHL einen deutlich fibrillären Bau. Ferner wies HÖHL noch mittelst einer gleichzeitigen Elastinfärbung¹⁾ nach, daß mit den Bälkchen des Reticulum hie und da feinste elastische Fäserchen verlaufen.

Diese elastischen Fäserchen ziehen im Innern oder an der Oberfläche der Trabekel hin und setzen sich auf die Reticulumbälkchen fort, indem sie sich an sie anschniegen oder meist sie spiralg umranken. Oder aber sie lösen sich von den Bälkchen los und ziehen geradewegs nach den Marksträngen und Follikeln in deren Peripherie sie vielfach Netzwerke bilden.

HÖHL hat seine Untersuchungen an Material von erwachsenen Tieren vorgenommen. Er glaubt, daß die Ansicht derjenigen, die das Reticulum für zellig halten, dadurch hervorgerufen sei, daß

1) Zur Färbung des elastischen Gewebes benutzte HÖHL außer saurem Orcein nach UNNA noch eine „SPALTEHOLZ-Farbstoff V“ genannte Farbe. Eine genauere Angabe ist nicht vorhanden, und in einer späteren Mitteilung (1900) giebt HÖHL an, daß der betr. Farbstoff von der Fabrik nicht mehr in derselben Zusammensetzung geliefert werde.

sie wesentlich embryonales oder ganz jugendliches Gewebe zur Untersuchung benutzt hätten. Im jugendlichen Gewebe aber sei das Reticulum nur erst äußerst spärlich entwickelt, wie ja die Gewebe ganz allgemein Wachstumsveränderungen unterlägen. Da es ihm geglückt ist, auch mit Hilfe der üblichen Farbmethode ein Netzwerk von Fasern darzustellen, wie es sich nach dem Auspinseln der Schnitte oder nach der Trypsinverdauung zeigt, hält er es für bewiesen, daß die genannten Methoden keine Kunstprodukte liefern.

v. SCHUHMACHER (1897) schließlich wurde durch seine Untersuchungen dahin geführt, für das Reticulum der Lymphbahnen zwei Typen aufzustellen, indem in dem einen Fall, z. B. bei den Wiederkäuern, das Reticulum faserig, von Endothelzellen bedeckt sei, im anderen, z. B. beim Affen, dasselbe aus Zellen bestände. Beim Affen speciell, aber auch bei anderen Tieren, können die Reticulumzellen derartig zahlreich werden, daß sie überhaupt kein Netz mehr bilden, sondern sich epithelartig eng aneinander legen, so daß sie teilweise die Lymphsinus zwischen den Rindenknoten vollständig verlegen können. Diese Form des Gewebes, die ja kein Netz, kein Reticulum mehr darstellt, hat v. SCHUHMACHER noch besonders als „Zwischengewebe“ bezeichnet, da diese Zellmassen einerseits in direktem Zusammenhang mit den Trabekeln, andererseits mit dem eigentlichen Reticulum stehen. Auch das Trabekelsystem hat v. SCHUHMACHER bei den einzelnen Tieren in verschiedener Weise entwickelt gefunden. Während es bei den Wiederkäuern gut ausgebildet ist, sollen eigentliche Trabekel beim Menschen, Affen, Katze u. s. w. fast ganz fehlen.

Das Reticulum soll auch je nach dem Tätigkeitszustand der Lymphknoten sein Aussehen verändern. Bei derselben Species findet es v. SCHUHMACHER in dem einen Lymphknoten aus großen, protoplasmareichen Zellen bestehend, in anderen feinfaserig, protoplasmaarm, in den dritten schließlich wesentlich aus spindelförmigen Zellen bestehend. Zugleich konnten Unterschiede in der Zahl der Mitosen, sowie der Weite und dem Zellreichtum der Lymphbahnen festgestellt werden.

In der vorliegenden Litteraturübersicht sind, um nicht zu ausführlich zu werden, die Arbeiten, die sich mit dem Reticulum anderer als der lymphoiden Organe beschäftigen, im allgemeinen nicht berücksichtigt worden. Eine bis 1897 reichende Uebersicht auch darüber findet sich bei DISSE (1898).

B. Eigene Untersuchungen.

I. Untersuchungsmethoden.

Als Untersuchungsmaterial wurden wesentlich die Lymphknoten von Hund, Katze, Kaninchen und Igel benutzt, die mir in größerer Menge zu Gebote standen. Zur Fixation wurden bei diesen so ziemlich alle gebräuchlichen Flüssigkeiten angewandt. Ferner wurden Lymphknoten von Rind, Schwein, Meerschweinchen, Ratte, Maus, *Vespertilio murinus* und *Plecotes auritus* untersucht. Auch vom Menschen konnte ich einiges Material erhalten, und zwar einmal die vorzüglich in Sublimat und ZENKER'scher Flüssigkeit konservierten Lymphknoten eines jugendlichen Hingerichteten, und ferner die eines Neugeborenen, die allerdings erst einige Stunden p. m. eingelegt werden konnten. Außerdem konnte ich noch je einen Lymphknoten von Orang-Utang, Schimpanse, *Cynocephalus rufescens*, *Cercopithecus albigularis* und *Macacus rhesus* untersuchen, die ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prosector Dr. R. KRAUSE in Berlin verdanke.

Zunächst verwandte ich ausschließlich feine Paraffinschnitte, die den verschiedensten Färbemethoden unterzogen wurden, da ebenso wie SAXER auch mir das Auspinseln oder Verdauen der Schnitte als zu eingreifende Maßnahmen erschienen, als daß sie die genaue Kenntnis eines, wie aus der Litteratur hervorgeht, so außerordentlich schwierig zu erkennenden Gewebes zu vermitteln vermöchten. Durch die Ergebnisse der Untersuchungen ist dies Bedenken auch bestätigt worden. Andererseits war es mir doch durch die mit den erwähnten Methoden von früheren Untersuchern erhaltenen Ergebnisse wahrscheinlich geworden, daß ein wie immer geartetes Fasernetz vorhanden sein mußte, das eben diesen Prozeduren Widerstand leisten konnte. Aber die wichtige Frage der Beziehung dieses Netzes zu den Zellen des Reticulum konnte auf diese Weise nicht gelöst werden, da ja die Zellen in mehr oder minder großer Ausdehnung zerstört oder entfernt werden. Die Zellen aber nach dem Vorgange BIZZOZERO's und RANVIER's als Endothelzellen aufzufassen, die das Fasernetz nur umkleideten, dazu konnte ich mich nach den Befunden, die ich bei *Macacus cynomolgus* erhalten hatte, ohne weiteres nicht entschließen. In den Lymphknoten dieses Affen hatte ich große Zellen mit deutlich ausgeprägtem Exoplasma gefunden. Dieses Exoplasma ging ohne Grenze in die Balkchen des Reticulum über, die bei der damals

hauptsächlich angewandten EHRLICH-BIONDI'schen Färbung stets denselben Farbenton wie jenes annahmen. Dabei war aber diese Exoplasmaschicht keineswegs selbst starr, sondern beteiligte sich gerade in hervorragender Weise an den amöboiden Bewegungen, deren diese Zellen jedenfalls fähig waren. Meine Ansicht ging damals dahin, daß die Bälkchen ursprünglich Zellausläufer gewesen seien, aber im Laufe der Entwicklung eine tiefgreifende Umwandlung erfahren hätten, so daß man sie nicht mehr als solche betrachten könne, wenn sie auch noch mit der Grenzschicht der Zellen in direktem Zusammenhange ständen. Wenn man weiterhin annimmt, daß auch der Teil des Exoplasmas, der den Fasern zugewandt ist, dieselbe Umwandlung erfahren habe, so würde sich auf diese Weise erklären lassen, warum auch nach Zerstörung der Zellen ein vollständiges Fasernetz übrig bleibt. Wenn diese Ansicht richtig war, dann war es von vornherein nicht unwahrscheinlich, daß es mit der einen oder anderen Färbemethode gelingen mußte, diese umgewandelten Teile bezw. die Fasern in einer anderen Farbe zu erhalten, wie das nicht umgewandelte Zellprotoplasma.

Zur Entscheidung dieser Frage suchte ich zunächst nach einem Objekt, das starke Reticulumbälkchen an möglichst von Lymphocyten freien Stellen aufwies. Ganz vorzüglich geeignet fand ich die Randsinus in den Lymphknoten des Igels, wo vielfach stärkere, 6—8 μ und darüber breite Bälkchen von der Kapsel zu den Rindenknoten hinziehen. Schnitte, die mit Hämalaun und einer beliebigen Protoplasmafärbung tingiert sind, zeigen im allgemeinen folgendes Verhalten. Die Zahl der Lymphocyten ist, wie überhaupt meist in den Randsinus, recht gering, so daß selbst an dickeren, bis 10 μ starken Schnitten die Reticulumbälkchen deutlich zu sehen sind. Hie und da finden sich auch vergrößerte, rote Blutkörperchen oder Pigment enthaltende fixe Zellen in den Randsinus. Die Bälkchen selbst ziehen meist auf dem kürzesten Wege von der Kapsel nach der Rindensubstanz, wo sie scheinbar mit der Endothellage verschmelzen, die den Rindenknoten gegen die Sinus hin abgrenzt. Verzweigungen der Randsinusbälkchen sind im ganzen nicht häufig, doch kommen sowohl schräge wie quere vor. Sehr selten ist ein vollständiges Netzwerk in den Randsinus, wie es Fig. 1 zeigt, wo die Ausläufer mehrerer Zellen miteinander anastomosieren. Irgend welche Abgrenzung der Bälkchen, weder von der vergrößerten pigmenthaltigen Zelle noch von dem Protoplasma der gewöhnlichen platten Zelle, ist in dem betreffenden Präparat nicht zu erkennen.

Diese Randsinusbälkchen und ihre Beziehungen zu den fixen Gewebszellen wurden zunächst untersucht. Eine irgendwie geartete Abgrenzung der Bälkchen gegen das Zellprotoplasma gelang nun zunächst weder bei der angegebenen einfachen Färbung, noch bei Anwendung irgend einer anderen der gebräuchlichen Tinktionen, noch auch endlich an ungefärbten Präparaten. Zunächst wurde natürlich die für Darstellung von Bindegewebe lang erprobte Färbung nach VAN GIESON angewandt. Hie und da waren auch wirklich die Bälkchen in einem mehr rötlichen Ton gefärbt als das Zellprotoplasma, aber irgendwelche klaren Bilder waren nicht zu erhalten. Die HEIDENHAIN'sche Eisenalaun-Hämatoxylinfärbung, sonst für die Darstellung von Faserstrukturen so hervorragend geeignet, ließ ebenfalls keine Differenz im Farbenton oder eine deutliche Abgrenzung zwischen Bälkchen und Zellprotoplasma erkennen. Die WEIGERT'sche Methode zur Färbung der Neuroglia, in mannigfachen Variationen angewandt, erwies sich als ungeeignet, irgend etwas deutlich zu machen. Ebensowenig wurden mit der KUPFFER'schen Formol-Goldchloridmethode noch mit der OPPEL'schen Chromsilbermethode zur Darstellung der Gitterfasern in der Leber Erfolge erzielt. An Präparaten, die längere Zeit in Chrom-Osmium-Essigsäure gelegen hatten, wurde auch die FLEMMING'sche Dreifachfärbung (Safranin-Orange-Gentianaviolett) erprobt, mittels deren es FLEMMING so schön gelungen war, die Bindegewebsfibrillen bei Salamanderlarven darzustellen. Aber auch hier färbten sich Bälkchen und Zellprotoplasma annähernd im selben Ton. Allerdings traten die Fasern der Kapsel und der etwa vorhandenen Trabekel deutlich rot gegenüber dem mehr orange gefärbten Protoplasma hervor.

Andererseits fanden sich in den Lymphsinus sowie auch in den zellärmeren Teilen der Markstränge und Rindenknoten viele Bilder, die sich kaum anders deuten ließen, als daß Zellen durch ihre Ausläufer in Verbindung miteinander ständen. Auch in den Lymphknoten anderer Tiere fand sich dasselbe. So zeigt z. B. Fig. 2 einige derartige Zellen aus einem Marksinus von *Cercopithecus albigularis*. (Der betreffende Lymphknoten war in ZENKER'scher Flüssigkeit fixiert und der Schnitt mit Hämalaun und einer Säurefuchsin-Orangemischung nach SQUIRE, s. LEE u. MAYER [1888], gefärbt. Diese Färbung ist für gewisse Zwecke wohl imstande, die viel kompliziertere EHRlich-BIONDI'sche Färbung zu ersetzen. Speziell hebt sie bei geeigneter Färbedauer die roten Blutkörperchen außerordentlich schön hervor.)

Nach diesen Erfolgen war ich naturgemäß zu dem Schluß gekommen, daß in der That das Reticulum der Lymphknoten lediglich durch anastomosierende Zellen gebildet werde. Das beim Macerieren bzw. Verdauen der Schnitte zurückbleibende Fasernetz konnte ich mir nur durch eine besondere Widerstandsfähigkeit gewisser Teile des Protoplasmas erklären. Da fand ich in der neuesten Auflage von STÖHR's Lehrbuch der Histologie (1901) für die Färbung der Bindegewebsfibrillen MALLORY's phosphormolybdänsaures Hämatoxylin nach vorheriger Beize mit Phosphormolybdänsäure empfohlen. Diese mir bis dahin unbekannte Methode habe ich seitdem mehrfach erprobt und kann sie ebenso wie STÖHR für die Darstellung des Bindegewebes an den verschiedensten Stellen nur loben. Da sie im allgemeinen noch unbekannt zu sein scheint, und die Angaben von STÖHR sich auf freie Schnitte beziehen, so ist es wohl erlaubt, die von mir angewandte Methode etwas genauer zu beschreiben.

Die Objekte können beliebig fixiert sein, doch sind die Erfolge nicht gleich gut. STÖHR empfiehlt als bestes Fixationsmittel Alkohol. Da dieser bei Lymphknoten wegen der Schrumpfung, die er speciell in den äußeren Schichten leicht verursacht, nicht besonders brauchbar ist, habe ich nur wenig Erfahrung damit; in den wenigen Fällen, in denen er angewandt wurde, ist auch die Färbung gut gelungen. Von den übrigen Fixationsmitteln bewährt sich für die MALLORY-STÖHR'sche Färbung am besten die ZENKER'sche Flüssigkeit, alsdann Sublimat und Formol. Wenig zu empfehlen sind MÜLLER'sche und FLEMMING'sche Flüssigkeit. Die mit Wasser auf dem Objektträger befestigten Schnitte in der Dicke von 2—10 μ werden in der üblichen Weise in Wasser gebracht und dann in eine 10 proz. Phosphormolybdänsäure (von GRÜBLER bezogen) übertragen. Nach 5—10 Minuten werden sie kurz mit Wasser abgespült, dann auf 5—20 Minuten in folgende Hämatoxylinlösung gebracht:

kryst. Hämatoxylin	1,75
Aqua dest.	200,00
Phosphormolybdänsäure 10-proz.	10,00
kryst. Karbolsäure	5,00

Als dann werden die Schnitte wiederum in Wasser abgespült und durch Alkohohl und Xylol in Kanadabalsam gebracht. Genauere Zeitangaben lassen sich nicht machen, da das Optimum der Färbung je nach dem Objekt, der Fixationsflüssigkeit, der Dicke des Schnittes und dem Alter der Hämatoxylinlösung wechselt. Bei

gelungener Färbung ist alles Bindegewebe tief dunkelblau gefärbt, während das übrige Gewebe blaß-graublau erscheint. Die Kerne sind meist etwas dunkler als das Protoplasma, so daß sie deutlich hervortreten. Doch kann man sie vorher mit Karmin färben, ebenso wie das Protoplasma mit Orange, von besonderem Wert ist dies aber in den meisten Fällen nicht. Bei Präparaten aus Sublimat, besonders aber bei solchen aus MÜLLER'scher Flüssigkeit, ebenso bei frischen Gefrierschnitten färben sich gelegentlich alle Kerne ebenfalls intensiv blau, so daß der Zweck der deutlichen Hervorhebung des Bindegewebes vereitelt wird. Bei Präparaten aus ZENKER'scher Flüssigkeit hat sich dies nie ereignet. Nützlich scheint es zu sein, wenn die Hämatoxylinlösung einige Wochen reift; wenigstens bei den zuerst hergestellten Präparaten fand sich nur in einem Teil der Reticulumbälkchen das später zu beschreibende Bild. Ob die Färbung auf die Dauer haltbar ist, kann ich zur Zeit noch nicht entscheiden, da ich die ersten Präparate dieser Art erst im November vorigen Jahres angefertigt habe. Bisher haben sie freilich noch nicht gelitten, wie ja Hämatoxylinfärbungen im allgemeinen dauerhaft zu sein pflegen.

Diese Färbung nach MALLORY-STÖHR wandte ich späterhin auch bei Präparaten an, welche in einer besonderen Weise vorbereitet waren, die mir auch bei der Darstellung der kapillaren Venen der Milz gute Dienste geleistet hat. Dicke Gefrierschnitte (25—50 μ) möglichst frischer Lymphknoten wurden sorgfältig auf dem Objektträger ausgebreitet und ausgetrocknet. Sie halten denn ebenso gut oder noch besser als angetrocknete Paraffinschnitte eine Reihe von Prozeduren aus, ohne sich abzulösen. Meist wurden sie in Annäherung an die Methode von HENLE zur Darstellung des Reticulum mit 1—2-proz. Kalilauge 10—30 Minuten lang behandelt, dann bis zu einer Stunde in fließendem Wasser ausgewaschen und später gefärbt. Es treten so die später zu beschreibenden Fasern des Reticulum deutlich hervor, da die Zellen zerstört oder vielleicht auch nur gelockert und durch das nachherige Auswaschen entfernt worden sind.

II. Bau der einzelnen Bälkchen des Reticulum und ihre Beziehung zu den Reticulum- bzw. Endothelzellen.

Zunächst wurde diese Färbung wiederum bei Lymphknotenschnitten des Igels angewandt. Intensiv blau gefärbt waren die Kapseln (Trabekel waren in den untersuchten Lymphknoten nicht

vorhanden) sowie das adventitielle Gewebe der größeren Gefäße schon bei schwacher Vergrößerung zu erkennen. Ebenso erschienen die dickeren Reticulumbälkchen tief blau gefärbt. Bei genauerer Untersuchung mit Immersion aber konnte zunächst bei den Randsinusbälkchen deutlich erkannt werden, daß die dunkelblau gefärbten Fasern noch von einem mehr oder minder breiten blaßbläulichen Saum begrenzt waren. Wenn Zellen an den Bälkchen vorhanden waren, ließ sich ohne Mühe feststellen, daß dieser blasse Saum in das ebenso gefärbte Protoplasma der Zelle überging. Vielfach war die blaue Faser stark geschlängelt, während der blässere Saum eine geradlinige Kontur hatte. In den zuerst angefertigten Präparaten fand sich dies Bild, wie gesagt, nur bei einem Teil der Bälkchen, während in den nach gründlicher Reifung der Hämatoxylinlösung gefärbten Schnitten die blauen Fasern bei allen Randsinusbälkchen deutlich zu sehen waren. Weiterhin konnten dann solche blau gefärbten Fasern an fast allen Verbindungsbrücken zwischen den Zellen in den Lymphsinus nachgewiesen werden. Auch im Parenchym waren sie deutlich zu sehen; und überall, wo ein Bälkchen hinreichend isoliert war, erschienen die Fasern stets von einem blassen Saum umgeben.

Fast zu gleicher Zeit gelang es mir zufällig, auch noch auf eine andere Weise diese Fasern zu färben. Ein Präparat war versehentlich etwa 24 Stunden in der HANSEN'schen Pikro-Fuchsinmischung verblieben (s. BÖHM und OPPEL 1900 p. 100). Während ich mit dieser Mischung verschiedentlich 20—30 Minuten ohne besonderes Ergebnis gefärbt hatte, zeigten sich in diesem Präparat annähernd in derselben Ausdehnung wie in den nach MALLORY-STÖHR gefärbten intensiv rote Fasern auf sonst hellgelbem Grund. Auch hier war es an vielen Stellen leicht, einen gelben Saum um die rote Faser zu sehen, der ebenfalls ohne Grenze in das Zellprotoplasma überging. Bilder indessen, so klar und deutlich, wie sie eine wohlgelungene Färbung nach MALLORY-STÖHR zeigt, wurden mit der HANSEN'schen Mischung nicht erzielt. Speziell traten die feineren Fäserchen oft nur wenig oder gar nicht hervor, oder aber sie zeigten, wie oft auch die dickeren in ihren Randpartien, Uebergänge in das Gelb des Protoplasmas.

Mit diesen beiden Färbemethoden wurden nun die Lymphknoten sämtlicher Tiere untersucht, die mir zu Gebote standen. Bei allen ließ sich leicht das blaue bzw. rote Fasernetz nachweisen, wenn auch Anordnung und Menge der Fasern nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten darboten. In den meisten Fällen,

wenn nur die Reticulumbälkchen genügend frei von anliegenden Lymphocyten waren, gelang es, den anders gefärbten Saum um die Fasern nachzuweisen; selten nur konnte eine Entscheidung nicht getroffen werden. Die Dicke der einzelnen Fasern, je nach der Species wechselnd, war auch in den einzelnen Schnitten durchaus ungleich. Sie schwankte meist zwischen 1 und 4 μ , doch kamen sowohl dickere als auch noch feinere vor. Eine Zusammensetzung der Fasern aus Fibrillen, wie sie besonders von RANVIER und HÖHL beobachtet worden ist, konnte bei den gewählten Methoden nicht festgestellt werden. Sowohl in der Längsansicht wie auch auf den gleich zu erwähnenden Querschnittsbildern erscheinen die Fasern meist durchaus homogen, nur selten läßt sich eine undeutliche Längsstreifung erkennen.

Zunächst erhebt sich nun die Frage, in welcher Beziehung diese Fasern zu den Zellen bzw. Zellnetzen stehen, die bei anderen Färbungen allein sich zeigen. Der anders gefärbte Saum, der die Fasern umgibt und ohne irgendwelche Abgrenzung in das ebenso gefärbte Zellprotoplasma übergeht, ist wohl als Zellausläufer aufzufassen. Es bleibt aber noch zu entscheiden, ob er den Fasern nur anliegt oder aber sie umgibt, so daß die Faser in ihrem ganzen Verlauf von Protoplasma umgeben ist. Längsansichten sind zur Entscheidung dieser Frage natürlich ungeeignet, wenn auch der Umstand, daß fast stets zu beiden Seiten der Faser der Saum zu finden ist, mehr für die zweite Ansicht stimmen würde. Aber ein Beweis läßt sich doch nur aus der Untersuchung von Querschnittsbildern erbringen. Querschnitte, besonders etwas dickerer Fasern, sind ziemlich leicht zu finden, und in der That kann man sich in vielen Fällen deutlich davon überzeugen, daß auch die Querschnitte der Fasern rings von einer Protoplasmahülle umgeben sind. Besonders überzeugend fand ich das Bild, das ich in Fig. 5 wiederzugeben versucht habe. Es stammt aus dem Randsinus einer menschlichen Inguinaldrüse. Man sieht zwei Faserquerschnitte, einen größeren und einen kleineren, von einer relativ mächtigen Protoplasmahülle umgeben. Daß die beiden intensiv dunkelblauen Stellen wirklich Faserquerschnitte und nicht zufällige Verunreinigungen sind, darüber kann man hier besonders leicht Gewißheit erlangen, da der Schnitt 8 μ dick ist. Der kleinere Querschnitt verschwindet bei keiner Einstellung der Mikrometerschraube, indem er dabei nur wenig seinen Platz wechselt. Es handelt sich also um den Querschnitt einer fast genau senkrecht zur Schnittrichtung verlaufenden Faser.

Direkt aber ist der größere als Faserquerschnitt zu erkennen, indem er bei einer etwas anderen Einstellung in eine längsverlaufende Faser übergeht. Es handelt sich also um eine stark geschlängelte Faser, die teils parallel, teils senkrecht zur Schnitt- richtung verläuft. So gut es anging, ist dies in der Figur wieder- gegeben. Während in den Lymphsinus solche Bilder häufig zu finden sind, gelingt es im Parenchym nicht so leicht, die Um- kleidung der Fasern mit einer Protoplasmahülle festzustellen, da die dichtgedrängten Lymphocyten das Bild undeutlich machen. Hier und da in weniger zellreichen Abschnitten ist es doch möglich, wie ja von vornherein eine Differenz zwischen dem Reticulum der Lymphbahnen und des Parenchyms nicht zu erwarten ist.

Ebenso ist es auch wahrscheinlich, daß, wenn die Fasern durch die Zellausläufer hindurchziehen, sie auch innerhalb des eigent- lichen Zellkörpers liegen. Bei den gewöhnlichen, platten Reticulum- zellen ist dies indes schwer festzustellen, da die Fasern den Raum zwischen Kern und Zellwand meist vollständig ausfüllen, so daß die zarte Zellkontur gerade an dieser Stelle undeutlich wird. Auch die vergrößerten fixen Zellen, wie sie besonders schön beim Menschen und Affen zu finden sind, zeigen sich meist nicht sehr geeignet zur Entscheidung dieser Frage. Denn hier liegen die Fasern meist ganz am Rande der Zelle, so daß vielfach die Annahme nicht aus- geschlossen ist, daß die Zellen den Fasern nur anlagen. Indessen wurden schließlich doch eine ganze Reihe von Bildern gefunden, die es außer Zweifel stellen, daß hier die Fasern durch den Zell- körper hindurchziehen. Sehr schön zeigt dies z. B. Fig. 6, wo man außer dem Querschnitt ebenfalls noch einen Längsschnitt der be- treffenden Faser sieht. Aehnliche Bilder wurden auch mit der Pikrofuchsinfärbung vielfach erhalten.

Aehnlich liegen die Verhältnisse bei dem sog. Endothel, das die Lymphsinus auskleidet. An günstigen Stellen sieht man an der Abgrenzung des Parenchyms eine scheinbar zusammenhängende Protoplasmamasse mit ziemlich regelmäßig eingestreuten elliptischen Kernen. In diesem Protoplasma liegen dann die, vermutlich je nach der Spannung, der sie ausgesetzt sind, mehr oder weniger stark geschlängelten Fasern. Sie zeigen keinerlei Differenzen gegenüber den Fasern in den Sinus; an dickeren Schnitten kann man sehen, wie sie Netze mit engen, langgezogenen Maschen bilden. Vielfach stehen sie in Verbindung mit den Fasern sowohl der Lymphbahnen wie des Parenchyms, wie man ja auch an anders

gefärbten Schnitten einen direkten Zusammenhang der sog. Endothelien mit dem Reticulum sehen kann.

Ebenso stehen die Fasern der Lymphbahnen auch in direkter Verbindung mit den Fasern der Kapsel und Trabekel, während ihr Protoplasmaüberzug sich scheinbar mit dem Protoplasma der Endothelzellen verbindet. Ob auch innerhalb der Kapsel und Trabekel die Fasern noch eine Protoplasmahülle haben, konnte leider nicht festgestellt werden, da die Fasern sowie die anderen Bestandteile der Kapsel, als glatte Muskelzellen und elastisches Gewebe, zu sehr zusammengedrängt sind. Ganz unwahrscheinlich ist es nicht, da die Zahl der fixen Gewebszellen in der Kapsel und den Trabekeln meist eine recht reichliche ist.

III. Anordnung der Reticulumfasern in verschiedenen Abschnitten der Lymphknoten.

Die Verteilung der Fasern, von denen in diesem Abschnitt ohne besondere Rücksicht auf die Reticulumzellen und ihre Ausläufer gesprochen werden soll, sowie die Weite des Maschenwerks wechselt nicht nur bei verschiedenen, sondern auch bei derselben Art nicht unbeträchtlich. Im letzteren Falle ist es wohl wahrscheinlich, daß dieses verschiedene Verhalten auf einen wechselnden Füllungs- resp. Tätigkeitszustand der betreffenden Lymphknoten zurückzuführen ist. So erscheinen in dem einen Falle die Faser-maschen in den Lymphbahnen weit, es hat den Anschein, als ob relativ wenig Fasern vorhanden wären; in einem anderen Falle ist das Maschenwerk sehr eng, und demgemäß erscheint auch die Menge der Fasern beträchtlicher. Zugleich pflegen sich dann auch die Fasern durch eine stärkere Schlingelung auszuzeichnen. Derselbe Wechsel findet sich auch in den Marksträngen und Rindenknoten. Häufig, wenn auch keineswegs regelmäßig, scheint sich dieses Verhalten gegenseitig zu entsprechen, daß bei weitem Maschenwerk in den Lymphbahnen das der Markstränge eng ist und umgekehrt.

Die Maschenweite wechselt also auch innerhalb desselben Schnittes recht erheblich. Finden sich einerseits Faser-maschen von knapp 6μ Durchmesser, so sind sie an anderer Stelle so weit, daß an dünnen Schnitten überhaupt keine eigentlichen Maschen, sondern nur zerstreute Fäserchen zu sehen sind.

Andererseits zeigt an gewissen Abschnitten der Lymphknoten das Faserwerk ziemlich regelmäßig dieselbe Anordnung. So ist

an der Grenze zwischen Parenchym und Lymphbahn das Faserwerk meist aus engen, langgezogenen Maschen aufgebaut. Allerdings pflegt sich dies selten auf den ganzen Umfang des Parenchyms zu erstrecken, sondern dazwischen finden sich fast immer Stellen, an denen das Netzwerk weitere, regelmäßige Maschen aufweist. Dagegen findet sich speciell an den Rindenknoten häufig nicht nur die äußerste Schicht des Reticulum in dieser Weise angeordnet, sondern es sind zwei oder mehr Lagen solch engmaschigen Netzwerks konzentrisch hintereinander angeordnet, und zwar meist so dicht, daß gerade je eine Lymphocytenreihe dazwischen Platz hat. Dieselbe konzentrische Anordnung der Fasern findet sich auch sehr häufig an den Keimcentren, doch pflegt sie meist dasselbe nicht vollständig, sondern nur zur Hälfte oder zu Dreiviertel zu umfassen.

In den Keimcentren selbst finden sich nur äußerst spärlich feinste Fäserchen, sehr häufig sogar überhaupt keine, mit Ausnahme etwa der die kleinsten Gefäße begleitenden. Die Fasern umspinnen nämlich nicht nur die kleinsten Arterien und Venen, sondern auch häufig echte Kapillaren, bilden also gewissermaßen eine Adventitia derselben. Ebenso gehen sie, wie in das Fasersystem der Kapsel, so auch in das der Adventitia der größeren Gefäße über.

Besonders zu erwähnen ist noch ein Teil der von der Kapsel oder den größeren Trabekeln direkt ausgehenden Fasern. Während die meisten derselben mit der Grenzschicht des Reticulum im Parenchym anastomosieren, ziehen andere durch dieselbe hindurch bis tief in das Innere des Rindenknotens hinein, um dort erst mit dem eigentlichen Fasernetz in Verbindung zu treten. Wenn auch mehr oder weniger geschlängelt, pflegen diese Fasern doch im allgemeinen ziemlich direkt zu verlaufen und unterwegs keine oder nur sehr spärliche feine Anastomosen einzugehen. Aehnliche, meist ziemlich dicke Fasern ziehen häufig nicht in den Rindenknoten hinein, sondern in den Lymphsinus zwischen ihnen hindurch bis tief in die Marksubstanz, wo sie sich erst mit dem allgemeinen Reticulum verbinden. Sie vertreten gewissermaßen die bei vielen Tieren fehlenden oder doch nur spärlich vorhandenen Trabekel.

Die nicht selten speciell in den Randsinus sich findende starke Schlängelung der Fasern ist wohl auf eine, durch die angewandten Methoden bedingte Verengerung der Randsinus zurückzuführen. Erstens wird beim Zerschneiden der Lymphknoten die Lymphe aus den Randsinus am leichtesten und schnellsten abfließen, da das Reticulum in ihnen relativ wenig entwickelt ist. Dafür spricht auch der meist deutliche Mangel an Lymphocyten

in ihnen. Zweitens wirken auch die Fixationsmittel, die meist eine gewisse Schrumpfung der Gewebe herbeiführen, in den Randpartien zunächst und am energischsten ein. Drittens käme noch hinzu, daß, wo in der Kapsel und in den Trabekeln glatte Muskelzellen vorhanden sind, diese durch ihre Kontraktion, die bei den vorbereitenden Manipulationen wohl ziemlich sicher eintritt, ebenfalls auf eine Verengung wesentlich der Randsinus hinwirken. Die Zellausläufer mit ihrem beweglichen Protoplasma werden sich hierbei einfach verdicken, während die starrereren, im Netzwerk der Rindensubstanz Widerhalt findenden Fasern die Differenz zwischen dem ihnen noch zu Gebote stehenden Raum und ihrer Länge durch Schlängelung ausgleichen müssen.

Die bisher angeführten Ergebnisse sind im wesentlichen an dünnen Paraffinschnitten gewonnen worden. Wenn diese auch den Bau des einzelnen Bälkchens und im allgemeinen die Anordnung der Reticulumfasern gut erkennen lassen, so sind sie doch ungeeignet, die Menge der Fasern und die Dichtigkeit des ganzen Gewebes einigermaßen zu veranschaulichen. Hierzu sind dickere ausgepinselte oder verdaute, aber auch Gefrierschnitte ungleich geeigneter. Letztere sind allerdings nicht ohne weiteres zu verwenden, da sich bei ihnen bei der Färbung nach MALLORY-STÖHR die Kerne ganz intensiv mitfärben, so daß ein deutliches Erkennen der Fasern unmöglich ist. Für diesen Zweck ist eine vorhergehende Behandlung des Schnittes mit verdünnter Kalilauge, wie oben beschrieben, von hervorragendem Nutzen. Protoplasma und Kerne werden entfernt, während das Fasernetz, wie es scheint, vollständig erhalten bleibt. Die so behandelten Präparate zeigen dasselbe wie gute Verdauungspräparate. Man sieht selbst im Randsinus, der doch im allgemeinen ein ziemlich weitmaschiges Netzwerk aufweist, die Fasern außerordentlich dicht zusammenliegen, während in der Rindensubstanz kaum noch Platz für Lymphkörperchen vorhanden zu sein scheint. Berücksichtigt muß allerdings werden, daß infolge der Entfernung der Zellen das Netzwerk oder besser Schwammgerüst des dicken Schnittes zusammengefallen ist, so daß Fasern in eine Ebene des Gesichtsfeldes zu liegen kommen, die verschiedenen Durchschnitten angehören. Bedenkt man aber andererseits, daß alle diese Fasern noch von Zellen und deren Ausläufern umgeben gewesen sind, so erkennt man, wie außerordentlich wenig Raum dem Lymphstrom in den Lymphknoten verbleibt.

Besonders auffällig ist an diesen dickeren Schnitten der häufig vollständige Mangel von Fasern in den Keimcentren. Sie erscheinen als ziemlich kreisrunde, helle Stellen in dem sonst blau gefärbten Präparat, nur die sie durchziehenden Kapillaren sind blaß blau gefärbt. Nur selten finden sich auch feinste Fäserchen. Es wird leicht verständlich, warum die ersten Untersucher sie mit dem Namen „Vakuolen“ belegten.

IV. Die elastischen Fasern des Reticulum.

Außer den bisher beschriebenen Fasern enthalten viele der bei gewöhnlichen Protoplasmafärbungen homogen erscheinenden oder höchstens andeutungsweise eine zarte Längsstreifung zeigenden Reticulumbälkchen bezw. Zellausläufer auch noch Fasern elastischer Natur. Außer HENLE hat meines Wissens bisher nur HÖHL auf die elastischen Fasern im Innern der Lymphknoten hingewiesen, wenn auch ihr Vorkommen in der Kapsel und in den Trabekeln allgemein anerkannt ist. Man kann sich von ihrem Vorhandensein aber leicht an Präparaten überzeugen, die nach UNNA-TÄNZER mit saurem Orcein oder besser noch nach WEIGERT mit Resorcin-Fuchsin gefärbt sind. Ihre Stärke und Zahl ist bei den einzelnen Tieren sehr verschieden. Schön ausgebildet sind sie u. a. wiederum beim Igel und zwar speziell in den Randsinusbälkchen. Nicht in allen, aber doch in den meisten von ihnen findet man bei gelungener Färbung eins oder mehrere, gewöhnlich äußerst feine, aber durch den tief dunkeln Farbton sich sehr deutlich abhebende Fäserchen, die zumeist einen geraden Verlauf nehmen. Manche von diesen kann man noch weit in das Innere der Rindensubstanz hinein verfolgen. Es hat den Anschein, als ob sie hier ein Netzwerk bildeten, das allerdings erheblich weitmaschiger ist als das der eigentlichen Reticulumfasern. Wo sie in erheblicher Menge vorkommen, sind sie um die Keimcentren häufig circulär angeordnet, ebenso zeigen sie manchmal an der Grenze des Parenchyms gegen die Lymphbahnen hin parallele Anordnung. Auch in den Bälkchen der Marklymphsinus finden sich bald mehr, bald weniger feinste elastische Fasern, selten scheinen sie ganz zu fehlen.

Die Frage nach der Lagebeziehung der elastischen Fasern zu den Reticulumbälkchen war sehr viel schwieriger zu beantworten als die nach der Lage der Reticulumfasern. Denn in den meisten Fällen sind sie so fein, daß Querschnitte von ihnen kaum zu sehen sind. Da sie außerdem fast nie geschlängelt verlaufen, gelingt es

kaum, Längs- und Querschnittsbilder derselben Faser zu erhalten. Indessen spricht auch hier der Umstand, daß bei Längsansichten die elastischen Fasern stets annähernd in der Mitte der Bälkchen verlaufen, sehr zu Gunsten der Annahme, daß auch sie im Innern der protoplasmatischen Zellausläufer sich befinden. In einer Reihe von Fällen ist es dann auch schließlich geglückt, unzweifelhafte Querschnitte elastischer Fasern aufzufinden, die rings von einer Protoplasmahülle umgeben waren.

Noch schwieriger war die Lagebeziehung der elastischen zu den Reticulumfasern zu erkennen, da in den meisten Fällen eine Kombination von Elastin- und Bindegewebsfärbung keine guten Ergebnisse hatte. An den wenigen gelungenen Präparaten, die ich erhielt, liegen die elastischen Fasern den Bindegewebsfasern dicht an. Ein leidlich gutes Bild der beiderseitigen Lagebeziehungen bietet Fig. 11, die ein Randsinusbälkchen von Igellymphknoten darstellt.

Ueber die Zahl der elastischen Fasern und die Dichtigkeit ihres Netzwerkes kann man ebenfalls an Gefrierschnitten, die mit Kalilauge, eventuell 10-proz., behandelt und dann nach WEIGERT gefärbt worden sind, leicht ins klare kommen. Doch kann man hierzu auch dicke Paraffin- oder Celloidinschnitte benutzen, da das Resorcin-Fuchsin Kerne und Protoplasma so wenig färbt, daß selbst die feinsten elastischen Fasern deutlich hervortreten.

Die vorliegenden Bilder bieten übrigens zugleich einen gewissen Beweis für die elastische Natur der mit den angegebenen Methoden gefärbten Fasern. Denn selbst in den Randsinusbälkchen verlaufen sie stets gerade oder in flachen Bogen, niemals geschlängelt, wie die Reticulumfasern. Dies rührt doch wohl daher, daß bei der Verengerung des Randsinus durch die Prozeduren beim Einlegen in die Fixationsflüssigkeiten die vorher gedehnten elastischen Fasern sich eben vermöge ihrer Elastizität wieder zusammenziehen.

V. Bau des Trabekularsystems und des Reticulum in den Lymphknoten verschiedener Tiere.

Im Vorhergehenden ist der allgemeine Bau des Reticulum ohne genaueres Eingehen auf die einzelnen Tierarten geschildert worden. Für diese aber ergeben sich doch im ganzen Bau der Lymphknoten für Kapsel und Trabekel, für Anordnung und Menge der retikulierten wie elastischen Fasern eine ganze Reihe von Unterschieden, die es nahe legen, sie hier kurz auseinanderzusetzen.

Auch für die Reticulumzellen, Phagocyten, Pigmentzellen u. s. w. bestehen derartige Unterschiede, doch soll hier wesentlich auf die Fasersysteme eingegangen werden.

Da die Bezeichnungen für die einzelnen Abschnitte der Lymphknoten nicht ganz übereinstimmend gebraucht werden, möchte ich zunächst angeben, wie ich sie auch bisher, soweit wie möglich, angewandt habe. Mit Parenchym ist der meist mit Lymphocyten vollständig erfüllte Teil der Lymphknoten im Gegensatz zu den Lymphbahnen bzw. -Sinus bezeichnet. Die Ausdrücke Rinden- und Marksubstanz, sowie Rindenknotten, Keimcentren und Markstränge unterliegen wohl kaum einer Mißdeutung. Dagegen soll mit dem Namen Reticulum das von Zellen und ihren Ausläufern gebildete Netzwerk bezeichnet werden, wie man es in dünnen Schnitten mit den gebräuchlichen Kern- und Protoplasmafärbungen zu Gesicht bekommt. Demgemäß werden unter Reticulumbälkchen die Zellausläufer verstanden, mit Reticulumfasern die durch die Methoden von MALLORY-STÖHR oder HANSEN sichtbar gemachten Fasern bezeichnet. Alle Zellen, die an der Bildung des Reticulum beteiligt sind, bzw. mit den Fasern in Verbindung stehen, sollen als Reticulumzellen bezeichnet werden, also auch die sogenannten Endothelien.

Von menschlichem Material stauden mir vorzüglich konservierte Inguinal- und Halslymphknoten eines 22-jährigen Hingetrichteten zur Verfügung, die 1—2 Stunden p. m. in konz. Sublimatlösung und ZENKER'sche Flüssigkeit eingelegt waren. Wie sich bei der Untersuchung zeigte, war es trotz der späten Fixation noch nicht merklich verändert, selbst spärliche Mitosen waren noch vorhanden.

Bei den Lymphknoten des Erwachsenen waren Parenchym und Lymphbahnen deutlich von einander geschieden. Die Kapsel war von mittlerer Dicke, 40—80 μ stark. Größere Trabekel waren selten und splitterten sich bald auf. Die einzelnen Rindenknotten waren deutlich von einander abgegrenzt und enthielten meist Keimcentren mit teilweise schönen Mitosen. Das Reticulum war an dünnen Schnitten ohne Mühe zu erkennen. In fast allen Bälkchen waren nach beiden angewandten Methoden Reticulumfasern sicher vorhanden. Die Fasern waren sowohl um die Keimcentren in mehreren Lagen konzentrisch angeordnet, als auch bildeten sie eine deutliche Abgrenzung des Parenchyms gegen die Lymphbahnen. Das elastische Gewebe war im ganzen spärlich. Selbst in der Kapsel und den Trabekeln war nur wenig vorhanden, im Innern

der Lymphknoten hatte man Mühe, überhaupt eine elastische Faser zu finden. Dagegen waren in fast allen untersuchten Lymphknoten Fettzellen vorhanden, teils einzeln, teils zu größeren oder kleinere Fetträubchen vereinigt. Glatte Muskelzellen konnten nicht sicher nachgewiesen werden.

An dem kindlichen Lymphknoten fiel vor allem der große Gefäßreichtum und infolgedessen die Menge von Bindegewebe auf. Verstärkt wurde dieser Eindruck noch dadurch, daß von der Kapsel reichliche Trabekel in das Innere des Lymphknotens sich erstreckten. Keimzentren waren nicht vorhanden, überhaupt war das Aussehen des Lymphknotens ziemlich gleichförmig. Differenzen zwischen Mark- und Rindensubstanz oder eine scharfe Abgrenzung der Markstränge gegen die Lymphbahnen war nicht vorhanden. In den meisten Reticulumbälkchen waren schön ausgebildete Fasern enthalten, doch fanden sich nicht selten Bälkchen, in denen sie sicher fehlten. Bei vielen war eine Entscheidung nicht möglich, indem sie zwar in der Mitte etwas blau gefärbt waren, aber doch keine deutlich konturierte Faser enthielten. Es wäre möglich, daß es sich hier um den Anfang der Faserbildung handelte, andererseits ist aber auch die Annahme postmortaler Veränderungen nicht von der Hand zu weisen. Elastisches Gewebe war dagegen in noch geringerem Maße vorhanden als beim Erwachsenen. Nur in der Umgebung der Gefäße, doch auch hier nur spärlich, waren regelmäßig elastische Fasern zu entdecken. Sonst gelang es selbst beim genauesten Durchmustern der Präparate auch in der Kapsel und den Trabekeln kaum ein elastisches Fäserchen aufzufinden.

Der untersuchte Lymphknoten vom Orang-Utang war ziemlich groß. Von der bis 100 μ starken Kapsel zogen reichlich dickere und dünnere Trabekel in das Innere. Die Schnitte, die durch den Hilus geführt waren, zeigten eine größere Anzahl relativ weiter Blutgefäße, die von einer sehr starken Adventitia umgeben waren. Dieser Bindegewebsreichtum verhinderte die Anfertigung feinsten Schnitte, doch da der Lymphknoten ziemlich zellarm war, ließen sich die Verhältnisse des Reticuluni ganz gut übersehen. In allen Bälkchen waren Bindegewebsfasern zu sehen. Auch elastisches Gewebe war in ziemlicher Menge vorhanden. Besonders reichlich fand es sich um die Gefäße, doch war es in dem ganzen Lymphknoten verbreitet. Entsprechend der Dicke vieler Reticulumbälkchen waren in ihnen entweder eine größere Zahl von elastischen Fasern vorhanden oder diese waren, besonders in den Randsinusbälkchen, auffallend dick (2—4 μ).

Aehnlich lagen die Verhältnisse beim Schimpansen. Reichliche dicke Trabekel fanden sich im ganzen Lymphknoten. Fasern waren fast in jedem Reticulumbälkchen zu finden. Das elastische Gewebe war in der Kapsel und in den Trabekeln sowie um die Gefäße reichlich vorhanden. In der Kapsel zeigte es eine besondere Anordnung, indem es wesentlich im inneren Teil derselben angehäuft war. Sonst fanden sich elastische Fasern in den Randsinusbälkchen, hier häufig zu kleinen Bündelchen vereinigt, sowie im Parenchym, während sie im Reticulum der Lymphsinus weniger verbreitet waren.

Nicht so stark entwickelt war das Bindegewebe in den Lymphknoten von *Cynocephalus*. Die Reticulumfasern zeigten sich zwar in derselben Ausdehnung gefärbt wie bei den vorigen, aber die Kapsel war dünn, Trabekel und Gefäßadventitia spärlich entwickelt. Ebenso war auch das elastische Gewebe weniger reichlich vorhanden.

Die Lymphknoten von *Cercopithecus* und *Macacus* zeigten große Aehnlichkeit miteinander. Bei beiden war die Kapsel mittelstark, die Trabekel nicht zahlreich und kurz. Wenn auch in den meisten Reticulumbälkchen Fasern nachzuweisen waren, so kamen doch speziell in den Lymphbahnen der Marksubstanz nicht selten Bälkchen vor, in denen sich keine Fasern fanden. Um die Gefäße herum, auch um die kleinsten, war fast stets ein Fasernetz nachzuweisen, wenn auch häufig nur von einer einzigen Faserlage gebildet. Elastisches Gewebe war in mittlerer Menge vorhanden. In der Kapsel fand es sich wie beim Schimpansen wesentlich im inneren Abschnitte, wo es ebenso wie in den Trabekeln reichlich vorhanden war. Im Reticulum kamen elastische Fasern hauptsächlich nur in den Randsinusbälkchen sowie in den Rindenknoten vor, während sie in der Marksubstanz selten waren.

Von Raubtieren wurden die Lymphknoten von Hund und Katze untersucht, und zwar wurden, wie von allen Tieren, die in größerer Zahl beschafft werden konnten, die Mesenterial- und Hals- resp. Inguinallymphknoten von verschiedenen Individuen auf die mannigfachsten Arten behandelt. Ein durchgreifender Unterschied ist zwischen den mesenterialen und subkutanen Lymphknoten nicht zu machen. Im allgemeinen pflegen die mesenterialen etwas weitere Sinus und geringere Entwicklung der Rindensubstanz aufzuweisen. Doch das Verhalten der Lymphknoten in dieser Beziehung ist so wechselnd, daß eine Entscheidung, ob es sich um einen mesenterialen oder subkutanen Lymphknoten handelt,

im einzelnen Falle nach dem mikroskopischen Bilde nicht getroffen werden kann.

Die Lymphknoten der Hunde hatten trotz ihrer teilweise recht beträchtlichen Größe durchweg eine relativ dünne Kapsel, deren Stärke durchschnittlich etwa 20μ betrug, selten bis auf 40μ oder darüber anstieg. Trabekel waren nicht zahlreich und meist schwach. Gewöhnlich splitterten sie sich schon nach ganz kurzem Verlauf in das Reticulum auf. In vielen Fällen waren sie ersetzt durch eine mehr oder minder große Zahl von Reticulumfasern, die annähernd parallel verlaufend von der Kapsel aus zwischen die Rindenknoten eindrangten, dabei aber immer durch Lymphkörperchen voneinander getrennt blieben, bis sie schließlich in das Faserwerk der Marksubstanz übergingen. Das Faserwerk war überhaupt stark entwickelt, die einzelnen Fasern vielfach $3-4 \mu$ dick. Die Maschenweite betrug häufig nur $5-6 \mu$, besonders in dem Sinus der Marksubstanz. Im Parenchym waren die Fasern meist feiner, die Maschen weiter als in den Lymphsinus. Sehr deutlich trat in allen untersuchten Lymphknoten das dichte, die Grenze des Parenchyms gegen die Lymphsinus bildende Netzwerk hervor, sowie die konzentrische Anordnung der Reticulumfasern um die Keimcentren herum. In den Keimcentren selbst war dagegen kaum je eine Faser vorhanden. Das elastische Gewebe war im allgemeinen sparsam vertreten, reichlicher nur in der Kapsel, den etwa vorhandenen Trabekeln und in den Gefäßadventitien. Sonst war es ziemlich gleichmäßig, aber sparsam im ganzen Reticulum verteilt, etwas reichlicher wiederum in den Randsinusbälkchen. In manchen Fällen machte sich auch eine Differenz in der Verteilung desselben innerhalb der Kapsel bemerkbar, nur war hier nicht wie bei den Affen die innere, sondern die äußere Schicht der Kapsel der bevorzugte Sitz des elastischen Gewebes.

Bei einer ausgewachsenen, wie bei einer etwa 4—5 Monate alten Katze lagen die Verhältnisse annähernd ebenso wie bei den Hunden. Die Kapsel war durchschnittlich noch etwas dünner, Trabekel ebenfalls spärlich und schwach. Dagegen war auch hier fast in jedem Reticulumbälkchen eine meist ziemlich starke Faser zu sehen. Eine Ausnahme bildete wiederum das Reticulum der Keimcentren, in dessen Bälkchen die Fasern spärlich, und wenn vorhanden, sehr fein waren. In vielen Schnitten war in den Keimcentren überhaupt keine Faser zu erkennen, während die Reticulumbälkchen deutlich hervortraten. Sonst kamen selten faserlose Bälkchen zu Gesicht, nur hier und da in dem Randsinus der

halbwüchsigen Katze. Stets waren dies solche, die annähernd parallel zur Kapsel verliefen, nie diejenigen, die direkt von der Kapsel bezw. Trabekeln nach dem Parenchym hinzogen. Das elastische Gewebe war noch schwächer entwickelt als beim Hunde, indem es sich nur in der Kapsel, den Trabekeln, der Umgebung der Gefäße sowie in den Randsinusbälkchen vorfand, während sonst im Reticulum elastische Fasern nur selten zu sehen waren.

Bei einem 10—12-tägigen Kätzchen war das Fasernetz ebenfalls schon vollkommen ausgebildet. Selten nur fanden sich Bälkchen, in denen keine Fasern wahrzunehmen waren. Dagegen waren die Fasern im allgemeinen sehr fein, $\frac{1}{2}$ —1 μ dick, während die Reticulumbälkchen eher noch dicker waren wie bei den ausgewachsenen Tieren. Daher war es hier sehr leicht, vielfach an Querschnitten die Lage der Fasern innerhalb der Bälkchen festzustellen. In den Keimcentren waren Fasern nur in der Umgebung der Kapillaren gelegentlich zu sehen, während die Cirkulärfasern überall bereits deutlich ausgebildet waren. Die dünne Kapsel sowie die Trabekeln waren sehr zellreich, enthielten aber nur eine spärliche Menge ebenfalls meist feiner Fasern. Elastisches Gewebe war nur in der Kapsel und den Trabekeln in minimaler Menge vorhanden, auch kamen hier und da in dickeren Randsinusbälkchen einzelne elastische Fasern vor. Sonst war weder im Reticulum der Sinus noch des Parenchyms elastisches Gewebe zu finden. In dem der Kapsel anhaftenden lockeren Bindegewebe dagegen waren elastische Fasern reichlich und deutlich gefärbt.

Vom Rind wurden ebenfalls mesenteriale und Halslymphknoten untersucht. Entsprechend ihrer sehr beträchtlichen Größe war auch die Kapsel 100 μ und darüber dick. Trabekel waren reichlich vorhanden, sie fanden sich fast in jedem Lymphsinus. In fast allen Reticulumbälkchen fanden sich wohlausgebildete, ziemlich starke Fasern, nur in den Keimcentren waren wiederum keine vorhanden. Die Fasermaschen waren vielfach sehr eng. Das elastische Gewebe war in der Kapsel und den Trabekeln reichlich ausgebildet, ebenso in den Bälkchen, die mit diesen in direktem Zusammenhange standen, während es sonst nur spärlich vertreten war. In der Kapsel und den Trabekeln fanden sich reichliche Mengen von glatten Muskelzellen, die in den Trabekeln sogar die Hauptmasse ausmachten. In den letzteren war es besonders schön zu sehen, wie die Bindegewebsfasern stark geschlängelt, die elastischen Fasern dagegen fast vollkommen gerade verliefen. Fettzellen, einzeln sowohl wie zu kleinen Träub-

chen vereinigt, waren in allen untersuchten Lymphknoten vorhanden, wenn auch nicht in großen Mengen.

Sehr reichlich fanden sie sich dagegen in den Lymphknoten des Schweines. In diesen waren überhaupt große Abschnitte nicht mehr als lymphatisches Gewebe zu erkennen, indem Lymphocyten fast ganz fehlten und außer den Fettzellen nur ein sehr feinmaschiges Faserwerk mit äußerst spärlichen Zellen vorhanden war. An diesen Stellen war ein protoplasmatischer Ueberzug der Fasern nicht nachzuweisen. An den Stellen aber, die unverändertes Lymphknotengewebe zeigten, war keine Abweichung von den bei anderen Tieren beschriebenen Bildern zu finden.

Von Nagetieren wurden Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus untersucht. Sie zeigten im allgemeinen keine wesentlichen Unterschiede. Beim Kaninchen war die Kapsel meist sehr dünn, etwa 10—15 μ stark, Trabekel fehlten entweder vollständig oder es waren nur wenige, feine und kurze vorhanden. Auch sonst fanden sich Bindegewebsanhäufungen nur spärlich um die größeren Gefäße. Dagegen waren in fast allen Reticulumbälkchen mitteldicke Fasern vorhanden. Da die Bälkchen teilweise ziemlich dick waren, gelang es auch im Parenchym nicht selten, die Protoplasmahülle der Fasern zu sehen. Das Fasernetz war im allgemeinen sehr dicht, auch in den Keimcentren fanden sich ziemlich regelmäßig, wenn auch spärlich, Reticulumfasern. Elastisches Gewebe fand sich in der Kapsel, in der Umgebung der Gefäße und in den Randsinusbälkchen in geringer Menge, im übrigen Reticulum war fast nichts aufzufinden. Bei fast allen untersuchten Lymphknoten war die Marksubstanz gegenüber der Rinde stark ausgebildet, die Sinus im allgemeinen weit, wenn auch teilweise sehr zellreich. In der Rindensubstanz waren fast immer deutliche Keimcentren vorhanden, um welche die Fasern schön konzentrisch angeordnet waren. Auch die Abgrenzung des Parenchyms gegen die Sinus durch ein dichtmaschigeres Faserwerk war meist deutlich ausgesprochen.

In einzelnen Lymphknoten gerade des Kaninchens war die Lymphe in feinen Bälkchen geronnen, die vielleicht Reticulumbälkchen hätten vortäuschen können. Indessen ließen sie sich leicht einerseits von den Zellen und Reticulumbälkchen abgrenzen, andererseits auch leicht durch die Färbung unterscheiden. Bei der Färbung nach MALLORY-STÖHR blieben sie gänzlich farblos, während das Protoplasma und damit auch die Umhüllung der Reticulumfasern stets einen blaßblauen Ton annahmen. Ebenso wurden sie

bei Färbung mit Rubin-Orange goldgelb, während das Protoplasma sich orange bis rot färbte.

Beim Meerschweinchen war die Kapsel durchschnittlich um ein wenig dicker als beim Kaninchen, indem vielfach kleine Fetträubchen in sie eingelagert waren. Trabekel fehlten meist vollständig. Die Reticulumfasern waren zumeist feiner als beim Kaninchen, in vielen Reticulumbälkchen fehlten sie ganz. Dagegen war das elastische Gewebe in größerer Menge vertreten; in fast allen Randsinusbälkchen, sowie in einem großen Teil der übrigen Reticulumbälkchen fanden sich eine oder mehrere elastische Fasern. Im übrigen war der Bau der Lymphknoten ganz ähnlich wie beim Kaninchen.

Auch bei Ratte und Maus lagen die Verhältnisse nicht wesentlich verschieden. Die Kapsel war sehr dünn, eigentliche Trabekel sowie sonstige größere Bindegewebsanhäufungen fehlten. Fasern sind ebenfalls nicht in allen Reticulumbälkchen vorhanden. Stark dagegen ist das elastische Gewebe entwickelt, noch etwas mehr wie beim Meerschweinchen. Nicht nur, daß in der Kapsel und den stärkeren Reticulumbälkchen zahlreiche elastische Fasern vorkommen und teilweise zierliche Netzchen bilden, sind sie an manchen Stellen so entwickelt, daß sie einmal die Abgrenzung des Parenchyms gegen die Sinus mit bilden helfen, andererseits annähernd parallel zwischen den einzelnen Rindenknoten hinziehend die fehlenden Trabekel bis zu einem gewissen Grad ersetzen.

Vom Igel konnten ebenfalls die Lymphknoten verschiedener Exemplare untersucht werden. Die Kapsel war meist von mittlerer Stärke, Trabekel fehlten fast immer. Die Fasern waren in den meisten Bälkchen des Reticulum gut entwickelt, doch fanden sich immerhin eine ganze Reihe von Bälkchen, in denen keine wahrgenommen werden konnten. Das elastische Gewebe war in den meisten Lymphknoten reichlich vorhanden, vor allem fanden sich größere Mengen in der Kapsel und den Adventitien der größeren Gefäße. Auch waren elastische Fasern in vielen Reticulumbälkchen, einzeln oder zu mehreren, stets zu finden. In verschiedenen Lymphknoten fanden sich auch vereinzelte Fettzellen.

Schließlich hatte ich noch einige Lymphknoten von *Vespertilio murinus* und *Plecites auritus* zur Verfügung. Bei den ersteren war die Kapsel relativ dick, 20—30 μ , während sie bei den Mesenteriallymphknoten der letzteren dünner war und nur aus 1—2, selten mehr, mittelstarken Bindegewebsfasern bestand. Zwischen den einzelnen Rindenknoten fehlten sowohl Trabekel, als auch die an ihrer Stelle sonst wohl vorhandenen, von der Kapsel

aus bis tief in die Marksubstanz hineinziehenden stärkeren Reticulumfasern. Die Rindenknoten waren lediglich durch das Reticulum der Lymphsinus von einander getrennt. In vielen Reticulumbälkchen waren, wenn auch feine, Fasern nachzuweisen, in einer großen Zahl dagegen fehlten sie. Um so stärker war das elastische Gewebe entwickelt. Bei *Vespertilio* fanden sich in der Kapsel eine so reichliche Menge teilweise sehr starker elastischer Fasern, daß beinahe der Anschein erweckt wurde, als ob die Kapsel nur aus elastischem Gewebe bestände. Auch in den Reticulumbälkchen waren elastische Fasern reichlich vorhanden. Ebenso war bei *Plecotes* fast die ganze Kapsel von hier allerdings sehr feinen elastischen Fasern eingenommen. Auch in fast allen Reticulumbälkchen fanden sich feinste elastische Fäserchen, jedenfalls in viel größerer Zahl als Bindegewebefasern.

C. Vergleichung der Befunde mit denen früherer Untersucher.

Es fragt sich nun, wie wir uns nach den angeführten Befunden den Bau des Reticulum zu denken haben. Unzweifelhaft scheint mir zunächst bewiesen, daß ein mehr oder minder vollständiges Netz von Fasern in den Lymphknoten, und zwar sowohl in den Lymphsinus wie im Parenchym, vorhanden ist. Es muß also den Forschern, die das Vorhandensein eines solchen behaupteten, von HENLE an bis auf HÖHL vollständig recht gegeben werden. Eine andere Frage aber ist es, ob man dieses Fasernetz als das Wesentliche des retikulierten Gewebes ansehen muß und ob man die Deutung, die RANVIER u. A. den fixen Gewebszellen gegeben haben, annehmen muß, daß nämlich die Zellen die Fasern nur nach Art eines Endothels unkleideten. Die andere Deutung, die von den Betreffenden bekämpft wird, wäre die, daß die Fasern, da sie stets von Protoplasma umgeben seien, als Bestandteile der anastomosierenden Zellen zu betrachten sind. Auch HÖHL hat diese Frage bereits aufgeworfen. Er kommt aber zu dem Schluß, die RANVIER'sche Auffassung als zu Recht bestehend anzusehen, da zwar in den Lymphknoten die Fasern stets von Protoplasma eingehüllt seien, in anderen Organen aber, z. B. in der Leber, das Fasernetz keineswegs an eine Zellhülle gebunden sei.

Demgegenüber sind nun doch verschiedene Einwürfe möglich. Zunächst liegt der Gedanke nicht fern, daß, wie schon oben be-

merkt, es durchaus noch nicht feststeht, daß die Fasersysteme in den verschiedenen Organen wirklich übereinstimmende Gebilde sind. Wie lange ist z. B. nicht die Neuroglia als ebenfalls Netze bildendes Gewebe dem Reticulum der lymphoiden Organe homolog gesetzt worden, ganz besonders auch wegen ihrer Zusammensetzung aus Zellen und Fasern. Andererseits ist es mir auch noch nicht gelungen, mit den für das Reticulum brauchbaren Färbemethoden die Gitterfasern der Leber darzustellen. Wenn aber wirklich einmal eine distinkte Färbung der Gitterfasern sich ermöglichen läßt, so ist es nicht ausgeschlossen, daß auch an ihnen sich eine Protoplasmahülle findet, zu deren Darstellung die Metallimprägnationen nicht verwertbar sind.

Auch ein Teil meiner Befunde spricht gegen die Richtigkeit der RANVIER'schen Ansicht. Zunächst findet man fast in jedem Lymphknoten Reticulumbälkchen, in dem einen mehr, in dem anderen weniger, in denen sich keine Fasern färberisch differenzieren lassen. Daß es sich in diesen Fällen nicht um Färbefehler handelt, geht wohl daraus hervor, daß erstens solche Bälkchen in fast allen Schnitten gefunden werden können, zweitens, daß vielfach in direkt anstoßenden Bälkchen die Fasern deutlich gefärbt erscheinen. Ferner ist es auffallend, daß es weder nach MALLORY-STÖHR noch nach HANSEN gelingt, in den Keimcentren eine größere Zahl von Fasern sichtbar zu machen. Und doch besteht auch in diesen ein Netz von anastomosierenden Zellen, wie vielfach beschrieben worden ist und ohne große Mühe an hinreichend feinen Schnitten gesehen werden kann.

Meiner Ansicht nach handelt es sich um neugebildete Bälkchen, in denen es noch nicht zur Faserbildung gekommen ist. Dafür, daß die Ausbildung der Bälkchen der Faserbildung vorangeht, sprechen unter anderen die Befunde beim Kind und beim jungen Kätzchen. Beim ersteren war unzweifelhaft ein weit größerer Prozentsatz der Reticulumbälkchen faserfrei oder doch jedenfalls nicht deutlich faserhaltig als beim Erwachsenen. Bei der jungen Katze war ja allerdings das Fasernetz schon ungefähr in derselben Ausdehnung gebildet wie bei der ausgewachsenen, aber die Fasern waren durchschnittlich sehr erheblich feiner. Sicher tritt die Bildung der elastischen Fasern sehr viel später ein wie die Bälkchenbildung, denn in den erwähnten Präparaten war noch so gut wie nichts von elastischem Gewebe zu sehen, während es sich doch sowohl beim Menschen wie bei der Katze in ausgebildeten Lymphknoten vorfindet, wenn auch nicht gerade reichlich.

Vor allem aber, wenn man erwägt, wie das retikulierte Gewebe entsteht, wird es sehr wenig wahrscheinlich, daß die fixen Zellen des Reticulum als Endothelien aufzufassen sind. Selbst von Autoren, die bei ausgewachsenen Tieren einen faserigen Aufbau des Reticulum annehmen, wird zugegeben, daß es beim Embryo ganz oder teilweise aus anastomosierenden Zellen besteht. Leider konnte ich mir selbst keine passenden Säugetierembryonen verschaffen. Doch untersuchte ich die Milz einer etwa 8 cm langen Axolotllarve. In dieser fand sich ein wohl ausgebildetes, aus anastomosierenden Zellen aufgebautes Reticulum, in dem es auf keine Weise gelang, irgend welche Fasern darzustellen. Andererseits gelang es in der Milz eines ausgewachsenen Salamanders leicht, starke Fasern zu färben, die von einer hier sehr leicht sichtbaren, dicken Protoplasmahülle umgeben waren. Ein wesentlicher Unterschied ist nun zwischen den Geweben von Axolotl und Salamander kaum anzunehmen. Wie soll man sich aber den Uebergang eines protoplasmatischen Zellnetzes in ein Fasernetz mit angelagerten Endothelien vorstellen? Nach der einen Ansicht sollen die Bindegewebsfasern extracellulär in der Grundsubstanz entstehen. Soll alsdann das ursprünglich vorhandene Zellnetz sich auflösen und seine Zellen, zu Endothelien umgewandelt, die Fasern umfassen? Nach der anderen Ansicht, die wesentlich durch die Untersuchungen FLEMMING's (1897) und SPULER's (1896) gestützt wird, sollen die Bindegewebsfibrillen innerhalb der Zellen und Zellausläufer, wenn auch vielleicht nur in bestimmten Abschnitten derselben entstehen. Bei Annahme dieser Entstehungsweise der Reticulumfasern könnte das ursprünglich vorhandene Zellnetz auch weiterhin die Fasern umkleiden. Dann aber dürfte man doch auch berechtigt sein, die Fasern als Bestandteile der Zellen anzusprechen. Möglich wäre immer noch, daß im Alter oder in pathologischen Fällen das Protoplasma der Zellausläufer teilweise zu Grunde ginge, so daß auch nackte Fasern vorhanden wären. Dem aber steht gegenüber, daß fast stets ein wenn auch nur kleiner Teil der Reticulumbälkchen faserfrei bleibt, so daß jedenfalls nicht das ganze Reticulum von Fasern gebildet wird; daß aber Zellen, die anastomosieren, Netze bilden, zu den Endothelien gerechnet werden, dürfte wohl kaum allseitige Zustimmung finden.

Auch die Thatsache, daß sich in den Keimcentren nur selten und spärlich Fasern finden, dürfte sich damit erklären lassen, daß das Reticulum derselben wesentlich aus neugebildeten Bälkchen besteht. Wie von vielen Seiten angegeben ist, finden sich ja in den Keimcentren unzweifelhaft Mitosen der Reticulumzellen. Ja

nach Ansicht mancher Autoren wären die Lymphocyten Abkömmlinge dieser in lebhafter Teilung begriffenen fixen Gewebszellen. Aber selbst wenn man diese bisher noch keineswegs allseitig anerkannte Ansicht für richtig halten will, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß in den Keimcentren auch fixe Zellen neugebildet werden und daß demgemäß das Reticulum hier aus jungen Elementen zusammengesetzt ist, in deren Bälkchen sich noch keine Fasern differenziert haben. Durch eine starke Neubildung von Reticulumelementen läßt sich auch die konzentrische Schichtung der bereits vorhandenen Fasern um die Keimcentren leicht erklären. Denn sonst würde die verhältnismäßig geringe Vergrößerung der Maschen eines von vornherein vorhandenen Reticulum kaum hinreichen, um eine solche Anordnung der umgebenden Reticulum-schichten zu bedingen.

Eine weitere Schwierigkeit für die Auffassung der fixen Reticulumzellen als Endothelien ergibt sich noch aus dem Vorhandensein der elastischen Fasern innerhalb der Zellausläufer, und zwar ebenfalls, ob man die Entstehung derselben in die Inter-cellularsubstanz verlegt oder in die Zellen selbst. Für letzteres tritt vor allem GARDNER (1896) ein. Das elastische Gewebe bildet sich nach ihm ebenfalls in anastomosierenden Zellen und tritt während des Wachstums nicht in die extraprotoplasmatische Substanz heraus. Später allerdings gehen die Bildungszellen zu Grunde, so daß die elastischen Fasern frei werden, ähnlich wie die fibrillären Bindegewebsfasern. Die letztere Angabe scheint allerdings mehr für eine nachträgliche Umkleidung der elastischen Fasern in den Lymphknoten durch Endothelien zu sprechen. Indessen sind die Befunde GARDNER's im Unterhautbindegewebe u. s. w. gemacht worden, wo allerdings bisher keine Hülle um die elastischen Fasern nachgewiesen ist, ebensowenig wie um die Bindegewebsfasern, und wo das elastische Gewebe schon im embryonalen Stadium auftritt. In den Lymphknoten aber liegen die Verhältnisse doch insofern anders, als selbst beim Neugeborenen, wie schon oben gesagt, das elastische Gewebe noch so gut wie gar nicht entwickelt ist, während es bei ausgewachsenen Individuen derselben Art stets, wenn auch in verschiedener Mächtigkeit, vorhanden ist. Man müßte dann also noch ein zweites Netz von anastomosierenden Zellen annehmen, das nach Ausbildung der elastischen Fasern zu Grunde ginge, während diese dann von den Endothelien unlagert würden. Von einem derartigen zweiten Netzwerk ist aber in den Lymphknoten nichts zu finden. Sehr viel einfacher ist nach allem wohl die Annahme, daß die elastischen Fasern ebenso wie die Binde-

gewebfasern innerhalb des einmal vorhandenen Zellnetzwerkes gebildet werden, und daß in den Lymphknoten die Bildungszellen auch fernerhin erhalten bleiben, nicht wie an anderen Stellen zurückgedrängt werden bzw. vollständig schwinden.

Nach allem betrachte ich das Reticulum der Lymphknoten als ein Netzwerk von verzweigten, anastomosierenden Zellen. In den weitaus meisten Zellen bzw. Zellausläufern differenziert sich ein Teil des Protoplasmas zu Fasern, die denen des fibrillären Bindegewebes nahe stehen¹⁾. Späterhin werden auch in dem Zellprotoplasma in mehr oder minder großer Ausdehnung elastische Fasern ausgebildet.

Den Reticulumzellen müssen auch die speciell als Endothelien bezeichneten Gebilde zugerechnet werden, die in Form meist platter, länglicher Zellen mit ovalem Kern die Lymphsinus auskleiden. Ihr ganzes Aussehen sowie ihre Lagebeziehung zu den Fasern unterscheidet sie in nichts von den übrigen Reticulumzellen. Auch ist es vielfach nicht schwer, sich von dem direkten Zusammenhang der fixen Zellen sowohl der Lymphbahnen wie des Parenchyms mit den sogenannten Endothelien zu überzeugen. Schon HIS, TH. SCHMIDT u. A. haben auf diesen Zusammenhang hingewiesen. Von neueren Untersuchern ist es vor allem SAXER, der auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Thatsachen dafür eintritt, daß diese Endothelien genetisch nur platte Bindegewebs- bzw. Reticulumzellen darstellen.

Der wichtigste Grund für die Auffassung dieser Zellen als Endothelien ist der Umstand gewesen, daß es nach von RECKLINGHAUSEN und RANVIER gelingt, an den Trabekeln und der Innenfläche der Kapsel, sowie an der Oberfläche der Rindenknoten die Grenzen dieser Zellen mit Silbernitrat zu schwärzen. Diese Schwärzung der Zellgrenzen führte man früher auf eine besondere Kittsubstanz zurück, die besonders die Fähigkeit haben sollte, das Silber festzuhalten. Neuerdings ist man aber doch mehr und mehr von der Annahme einer derartigen Kittsubstanz zurückgekommen. Man nimmt vielmehr an, daß die Endothelien oder

1) Zu derselben Ansicht über den Bau des Reticulum ist WEIDENREICH (1901) bei seinen Untersuchungen über die Blutlymphdrüsen gekommen. Er sagt: „Die Reticulumzellen besitzen nämlich die Fähigkeit, in ihrem Protoplasma feinste Fibrillen zu differenzieren, ohne aber von dieser Eigenschaft in allen Fällen Gebrauch zu machen.“ (Im Original gesperrt gedruckt.)

besser platten Epithelien durch feinste, mit Gewebsflüssigkeit gefüllte Spalten getrennt seien und nur durch Interellularbrücken mit einander in Verbindung ständen. In den feinen Spalträumen würde nun das Silber mechanisch am energischsten zurückgehalten. Ganz ähnlich liegen aber auch die Verhältnisse bei den Reticulumzellen, welche die Trabekel, Kapsel und das Parenchym von den Lymphbahnen abgrenzen, da sie hier sehr zahlreich sind, wie ja auch das dichte Faserwerk an diesen Stellen zeigt, so daß auch zwischen ihnen nur feinste Spalten übrig bleiben. Diese sind nur an den Stellen unterbrochen, wo die Ausläufer benachbarter Zellen mit einander in Verbindung treten. In diesen Spalträumen kann aber das Silber ebensogut mechanisch festgehalten werden wie in denen zwischen platten Epithelien. Eine Unterstützung findet diese Erklärung der Silberzeichnung an den genannten Stellen noch durch eine Angabe RANVIER's selbst, daß nämlich die Endothelzeichnung nicht ganz vollständig sei. Auch in der dazugehörigen Zeichnung finden sich hier und da Stellen, wo die schwarzen Linien unterbrochen sind. Es würden dies eben die Stellen sein, wo zwei Zellen mit einander in Verbindung stehen.

Es fragt sich nun, ob die entwickelte Ansicht vom Bau des reticulierten Gewebes in den Lymphknoten sich mit den Befunden früherer Untersucher in Einklang bringen läßt, bezw. wie sich die abweichenden Ansichten erklären lassen.

Zunächst wäre zu bemerken, daß die Befunde von BIZZOZERO, RANVIER und HÖHL mit den meinigen fast völlig übereinstimmen. Eine Differenz besteht wesentlich, wie vorher ausgeführt, nur über die Natur der die Faser einschließenden Zellen. Am weitesten dürfte die Beschreibung, die HÖHL vom Reticulum giebt, der meinigen entsprechen, auch insofern, als HÖHL ebenfalls die elastischen Fasern desselben beschreibt. Ferner läßt HÖHL es unentschieden, ob die fixen Zellen des retikulierten Gewebes wirklich als Endothelien aufzufassen seien. Daß HÖHL diejenigen Reticulumbälkchen entgangen sind, die keine Fasern enthalten, ist leicht erklärlich, da er zumeist an Präparaten gearbeitet hat, die der Trypsinverdauung unterworfen waren, während die Untersuchung gewöhnlicher Paraffinschnitte nur zu dem Zwecke angestellt wurde, nachzuweisen, daß das durch Verdauung dargestellte Faser-netz kein Kunstprodukt, sondern von vornherein vorhanden sei.

Aber auch zwischen den Befunden der übrigen Autoren und den hier dargestellten läßt sich eine Uebereinstimmung erzielen, obwohl doch die einen das Reticulum als zellig, die anderen als faserig angesprochen haben. Diese Differenzen lassen sich nämlich

durchweg auf die angewandten Untersuchungsmethoden zurückführen. Schon HÖHL hat darauf hingewiesen, daß es z. B. E. DEMOOR bei den angewandten Färbungen, Safranin und Hämatoxylin-Eosin nicht gelingen konnte, die Fasern des reticulierten Gewebes sichtbar zu machen. Ebenso läßt sich bei allen anderen, die an feinen Schnitten und mit den üblichen Färbemethoden arbeiteten, leicht erklären, daß sie zu der Ansicht eines rein zelligen Reticulum kommen mußten. Ueberdies verwandten die meisten, die in dieser Weise untersuchten, ganz junge Tiere oder gar Embryonen, und so mußten ihnen die Fasern um so eher entgehen, als bei jungen Individuen, wie ich wenigstens bei der Katze gefunden habe, die Reticulumfasern durchschnittlich außerordentlich fein und außerdem spärlicher wie beim ausgewachsenen Tiere sind.

Umgekehrt mußten diejenigen Untersucher, die mit Hilfe der Verdauungsmethoden oder wie HENLE mit verdünnter Kalilauge den Bau des Reticulum erforschen wollten, zu der Ansicht gelangen, daß dasselbe sich aus Fasern zusammensetze. Denn auf beide Weisen wird das Zellprotoplasma zerstört, während die Fasern sich resistent erweisen. Da nun die Anzahl der faserlosen Bälkchen relativ gering ist, die Fasern andererseits untereinander zusammenhängen, so erhält man mit diesen Methoden ein Netzwerk, das vollkommen ausreichend erscheint, das eigentliche Grundgewebe, das Reticulum der Lymphknoten darzustellen. Durch die angewandten Methoden erklärt sich auch die Angabe HENLE's u. a., daß in dem Centrum der Follikel das Netzwerk meist fehle, da ja in den Keimcentren Fasern nur selten auftreten. Das hier rein zellige Reticulum wird eben durch die Kalilauge vollständig zerstört. Auch giebt z. B. TH. SCHMIDT, der die Pinselmethode angewandt hat, an, daß die von Fasern durchzogenen Teile des Reticulum gegen den Pinsel widerstandsfähiger sind wie die rein zelligen Abschnitte desselben.

Gewissermaßen eine Mittelstellung nimmt das Ausschütteln der Schnitte in Flüssigkeiten sowie die His'sche Pinselmethode ein. Je nach der Intensität der Anwendung sowie auch nach dem jeweiligen Zustand des Lymphknotens, wohl auch nach dem Alter des betreffenden Individuums wird man alle Uebergänge vom zelligen zum rein faserigen Reticulum erhalten können. Und in der That ist von denjenigen, die diese Methoden angewandt haben, das reticulirte Gewebe in der verschiedensten Weise beschrieben worden. Selbst in Schnitten desselben Lymphknotens soll es teils faserig, teils zellig sein. So giebt z. B. HIS an, daß in dem Lymphsinus wesentlich Zellnetze, im Parenchym wesentlich Fasernetze

vorhanden wären. Dies ist leicht dadurch erklärlich, daß zur Darstellung des Reticulum im Parenchym bei der großen Menge von Lymphocyten ein energischeres Auspinseln notwendig ist wie in den meist relativ zellarmen Lymphsinus. Auch die häufig wiederkehrende Angabe, daß im jugendlichen Reticulum sich reichlich Kerne in den Bälkchen fänden, während sie im Alter mehr und mehr schwänden, ist nicht schwer zu deuten. Da die Fasern in der Jugend fein sind, tritt bei vorsichtigem Auspinseln der zellige Charakter des Reticulum in den Vordergrund. Im Alter nehmen dagegen die Fasern meist fast die ganze Dicke des Reticulumbälkchens ein, die zarte Protoplasmahülle wird leicht abgestreift oder auch übersehen und die Kerne liegen dann den Fasern nur noch an oder werden gleichfalls mit abgepinselt. Nur an besonders günstigen Stellen, wo ein Kern zwischen mehreren Fasern liegt, von diesen gewissermaßen festgehalten wird, bleibt er auch bei kräftigem Auspinseln erhalten und scheint dann in einem etwas verbreiterten Knotenpunkte des Netzwerks zu liegen. Bei jugendlichen Individuen würde demnach das ganze Bälkchen, bei älteren nur die eigentliche Faser als Bestandteil des Reticulum angesehen worden sein. Auf diese Weise fällt auch der Widerspruch dieser Angaben gegen die Befunde von DEMOOR, der eine merkbare Abnahme der Zahl der Reticulumzellen selbst bei sehr alten Individuen (12-jährige Katze) entschieden in Abrede stellt.

Am schwierigsten läßt sich die Beschreibung, die RIBBERT u. a. vom Bau des Reticulum geben, mit meinen Befunden in Einklang bringen. RIBBERT hält zwar auch das Reticulum für zellig; die in den Knotenpunkten des Netzes liegenden Kerne sind klein, eckig oder spindelartig und färben sich intensiv, während die sehr zarten Zellfortsätze von großkernigen Endothelien umgeben sind, die sich oft nur schwer von den ersteren abgrenzen lassen. Derartige kleinere, stark färbare Kerne habe ich zwar auch nicht selten in den Reticulumzellen gefunden, sie aber für Funktions- bzw. Degenerationserscheinungen gehalten. Stets habe ich in solchen Fällen aber auch den direkten Zusammenhang mit den größeren, von RIBBERT als Endothelien angesprochenen Zellen zu sehen geglaubt. Möglich wäre es, daß die von RIBBERT angewandte Färbung mit konz. Vesuvin hier und da, ebenso wie auch z. B. die Rubin-Orangefärbung die Fasern in etwas anderem Farbton hervortreten läßt wie das Protoplasma, und daß dabei eine Abgrenzung derselben gegen kleine, protoplasmaarme Reticulumzellen nicht erfolgen kann, während sie gegen die größeren, protoplasmareichen sich ermöglichen läßt.

Schließlich würde noch die Frage zu erörtern sein, in welcher Beziehung die Fasern des Reticulum zu den Bindegewebsfasern stehen. Sie einfach dem fibrillären Bindegewebe zuzurechnen, wie es von vielen Seiten geschehen ist, scheint aus verschiedenen Gründen nicht angängig. Einmal ist es mir nicht gelungen, eine wirklich fibrilläre Struktur selbst der dicksten Reticulumfasern nachzuweisen. Dieselben sehen sowohl auf dem Querschnitt wie in der Längsansicht durchweg homogen aus. Nur selten läßt sich eine undeutliche Längsstreifung wahrnehmen. Es kann dies nicht ohne weiteres auf die Fixationsflüssigkeiten geschoben werden. Denn auch an Alkoholpräparaten sowie an frischen oder eingetrockneten Gefrierschnitten ließ sich eine Zusammensetzung aus Fibrillen nicht erkennen. Andererseits konnte an einem Schnitte durch menschliches Bindegewebe, das in ZENKER'scher Flüssigkeit fixiert und nach MALLORY-STÖHR gefärbt worden war, die fibrilläre Struktur der Fasern deutlich wahrgenommen werden. Auf das meist homogene Aussehen der Reticulumfasern ist auch von vielen anderen Untersuchern aufmerksam gemacht worden, während nur wenige, wie HÖHL, die Zusammensetzung der Fasern aus Fibrillen erkennen konnten. Wenn also auch, was keineswegs bestritten werden soll, die Reticulumfasern Fibrillenbündel darstellen, so müssen diese doch in anderer Weise und viel inniger miteinander verbunden sein, als es bei denen des fibrillären Bindegewebes der Fall ist.

Außer dieser morphologischen sind auch noch von verschiedenen Seiten Angaben über eine erhebliche chemische Verschiedenheit zwischen beiden Faserarten gemacht worden. Schon v. KÖLLIKER und nach ihm viele andere haben darauf hingewiesen, daß das retikulierte Gewebe beim Kochen keinen Leim giebt. Sehr genau hat sich MALL mit dem chemischen Verhalten der Bindegewebsarten beschäftigt und dabei nachgewiesen, daß sowohl im Verhalten Säuren wie Alkalien gegenüber Differenzen zwischen dem retikulierten und fibrillären Bindegewebe bestehen, das erstere sogar hier und da ähnliche Reaktionen aufweist wie das elastische Gewebe.

Wenn also demnach eine Gleichstellung des fibrillären und retikulierten Gewebes nicht angängig erscheint, so kann doch andererseits kein allzugroßer Gegensatz zwischen den beiden Faserarten bestehen. So hat STÖHR nachgewiesen, daß bei der Entwicklung der Tonsillen fibrilläres Bindegewebe durch eindringende Lymphocyten in seine Fibrillen aufgesplittert wird und so den Grundstock für Lymphgewebe abgiebt, indem erst später die homogen glänzenden Bälkchen auftreten. Die fixen Zellen des Bindegewebes scheinen demnach instande zu sein, zunächst

fibrilläres und unter veränderten Bedingungen später retikuläres Bindegewebe zu liefern. Andererseits stehen die Fasern des Reticulum nicht nur in ihrem chemischen, sondern auch in ihrem morphologischen Verhalten den elastischen Fasern nahe. Sie treten ebenso wie diese in den verschiedensten Stärken auf und verschmelzen, Netze bildend, miteinander. Auch in Bezug auf die Tinktionsfähigkeit kann das retikulierte Gewebe unter Umständen sich dem elastischen nähern. Die Kreisfasern der kapillaren Venen der Milz, die wohl als besonders angeordnete Reticulumfasern aufgefaßt werden müssen, lassen sich auch mit den üblichen Elastinfärbungen, wenn auch nur bei etwas protahiertem Einwirken, deutlich färben. Für eine derartige Verwandtschaft spricht meines Erachtens auch das gleichzeitige Vorkommen von elastischen und retikulären Fasern in den Reticulumbälkchen der Lymphknoten, vor allem wenn man annimmt, daß beide Faserarten in den Zellen selbst gebildet werden. Ferner aber sind z. B. bei den Chiropteren, bei denen die Reticulumfasern relativ spärlich sind, die elastischen Fasern um so reichlicher entwickelt, so daß es fast den Anschein hat, als ob die beiden Faserarten sich im retikulären Gewebe bis zu einem gewissen Grade ersetzen könnten.

Die vorstehende Auseinandersetzung zeigt, daß die von mir entwickelte Ansicht über den Bau des Reticulum in den Lymphknoten sich im allgemeinen mit den scheinbar vielfach abweichenden Befunden der anderen Untersucher doch wohl in Einklang bringen läßt. Dagegen lassen meine Befunde es nicht zu, daß das von His für die Rindlymphknoten aufgestellte Bauschema ohne weiteres auf alle Säugetiere übertragen wird. Kurz zusammengefaßt läßt sich das His'sche Schema dahin formulieren, daß das Parenchym und die Trabekel je ein vollständiges Maschenwerk bildeten, die sie gegenseitig durchflöchten und dabei überall durch die Lymphsinus voneinander getrennt seien. Demgemäß müßte man, wie es His auch beim Rind gefunden hat, in den Schnitten in den meisten Marksinus den Quer- oder Längsschnitt eines Trabekels finden, mit Ausnahme der Fälle, in denen ein Sinus zufällig parallel dem Trabekel angeschnitten ist. Ebenso müßten zwischen den Rindknoten häufig Trabekel angetroffen werden.

Vollständig diesem Schema entsprechend habe ich indessen nur die Lymphknoten eben des Rindes angetroffen, ebenso waren dies die einzigen, in deren Kapsel und Trabekeln ich mit Sicherheit glatte Muskelzellen nachweisen konnte. Ähnlich lagen die Verhältnisse noch beim Menschen, den Affen und den Raubtieren, doch fehlten bei diesen vielfach eigentliche Trabekel, die durch mehrere

stärkere, parallel ziehende Reticulumbälkchen ersetzt waren. Auch waren Teilungen der Trabekel und Anastomosen seltener, vielfach splitterten sie sich einfach in das Reticulum auf, so daß in den Marksinus relativ häufig nur Reticulumbälkchen vorhanden waren. Noch weniger ausgebildet war das Trabekularsystem bei den Nagern, sowie beim Igel. Relativ selten fanden sich überhaupt Trabekel und diese verloren sich meist nach ganz kurzem Verlauf im allgemeinen Reticulum. Meist verliefen nur mehrere stärkere Reticulumbälkchen von der Kapsel aus zwischen die einzelnen Rindenknotten, um dann in der Marksubstanz mit dem Reticulum der Sinus in Verbindung zu treten. Gar keine Trabekel, ja auch keine Andeutung derselben durch die parallel verlaufenden Reticulumbälkchen waren bei den Chiropteren vorhanden. Bei diesen waren Rindenknotten wie Markstränge nur durch das Reticulum der Sinus voneinander getrennt. Da indessen nur wenige Lymphknoten untersucht wurden, soll nicht in Abrede gestellt werden, daß doch bei anderen auch Trabekel vorkommen könnten, wie überhaupt die Lymphknoten selbst desselben Tieres keineswegs immer völlig übereinstimmend gebaut sind.

In der Litteratur finden sich nur wenige Angaben, nach denen das His'sche Schema nicht als durchweg gültig anerkannt wird. So zuerst die von CHEVITZ, der speziell beim Menschen ebenfalls gefunden hat, daß kein allgemeines Trabekelnetzwerk besteht, sondern daß vor allem in der Marksubstanz viele Sinus keine Trabekel beherbergen. Ferner läßt auch v. SCHUMACHER das His'sche Schema nur für die Lymphknoten der Wiederkäuer gelten. Für Mensch, Affe, Katze u. s. w. stellt er es dagegen folgendermaßen dar: „Zwischen den Rindenknotten keine Lymphsinuse, der diesen entsprechende Raum ausgefüllt durch ein Zwischengewebe, eigentliche Trabekel fehlen fast ganz.“ Dieses Zwischengewebe, das aus großen, protoplasmareichen, eng zusammenliegenden Zellen besteht, hängt einerseits mit dem Trabekulargewebe, andererseits mit dem Reticulum der Lymphbahnen zusammen. v. SCHUMACHER hält diese Zellmassen für ein besonderes Gewebe. Diese Annahme ist indessen wohl nicht notwendig, sondern es handelt sich wohl nur um sehr zahlreiche, vergrößerte und deshalb eng zusammenliegende Reticulumzellen. Dafür spricht vor allem die Angabe, daß sie mit den Trabekeln wie mit dem Reticulum in Zusammenhang stehen. Ferner schreibt ihnen v. SCHUMACHER einen großen, hellen Kern zu und hat auch in den Zellen Pigment und Lymphocyten gefunden. Die Eigenschaft der Phagocytose kommt aber nach v. SCHUMACHER selbst sehr wesentlich den Reticulumzellen

zu. Daß v. SCHUMACHER die Zellen nicht in Kontinuität fand, dürfte sich leicht dadurch erklären lassen, daß bei Vergrößerung der Zellen nicht auch die Verbindungsbrücken breiter werden müssen, und in dem Falle dürfte es schwer sein, den vorhandenen Zusammenhang der Zellen auf dem Schnitt gerade zu Gesicht zu bekommen. Wenn also auch in der Auffassung dieser Zellmassen, die auch in meinen Präparaten verschiedentlich zu sehen waren, eine Differenz zwischen v. SCHUMACHER und mir besteht, so ist doch eine Uebereinstimmung gerade dahin vorhanden, daß ein vollständiges Trabekularmaschenwerk nur den Wiederkäuern zukommt.

Dagegen wäre noch die Frage offen, ob trotz der Unterschiede im einzelnen nicht doch ein allgemeiner Bauplan der Lymphknoten aufgestellt werden kann. Es scheint dies wohl möglich zu sein, nur muß dann zunächst mit der Ansicht gebrochen werden, als ob Reticulum und Trabekel wesentlich verschiedene Gebilde seien, als ob die Trabekel dem fibrillären Bindegewebe zuzurechnen seien. Nun ergibt sich aus den Untersuchungen von MALL, daß die Trabekel unmöglich dem „collagenen“ Gewebe angehören können, da nach Entfernung der Kapsel, die ebenfalls nur minimale Spuren von fibrillärem Bindegewebe enthält, die Lymphknoten beim Kochen keinen Leim mehr liefern. Auch nach den eigenen Untersuchungen muß ich die in den Trabekeln und der Kapsel vorhandenen Fasern mit den Reticulumfasern identifizieren, da sie mit letzteren in direktem Zusammenhang stehen und mit den angewandten Methoden keine fibrilläre Struktur in ihnen erkannt werden konnte.

Als einfachste Form der Lymphknoten würde dann die zu gelten haben, die bei den Chiropteren gefunden wurde. Das ganze Gerüst derselben besteht aus einem annähernd gleichmäßig verteilten Reticulum, das nach außen hin etwas dichter die Kapsel bildet. Im Innern der Lymphknoten nimmt es je nach der Menge der eingelagerten Lymphocyten oder aus anderen Gründen gewisse Formationen an, wie die konzentrische Schichtung um die Keimcentren oder die Verdichtung an der Abgrenzung des Parenchyms gegen die Sinus. In einem fortgeschrittenen Stadium wie beim Igel oder den Nagern ordnet sich das retikulierte Gewebe zwischen den Rindenknoten in parallelen Zügen an, die zunächst noch durch Lymphocyten voneinander getrennt sind und in den Sinus der Marksubstanz in das Reticulum derselben übergehen. Ein weiterer Schritt ist dann der, daß die parallel gerichteten Reticulumzüge vermehrt werden, die zwischen ihnen befindlichen Lymphocyten verschwinden, kurz, ein eigentlicher Trabekel entsteht, der rings von Lymphsinus umgeben nach der Marksubstanz zieht und sich

dort aufsplittert. Für eine derartige Entstehung der Trabekel könnte auch die oft noch sehr reichliche Einlagerung von Lymphocyten in dieselben sprechen. Wenn schließlich in allen Sinus eine derartige enge Zusammenlagerung der Reticulumbälkchen auftritt, so erhalten wir das Bild, das sich in den Lymphknoten des Rindes zeigt.

Ob etwa diese Unterschiede im Aufbau der Lymphknoten im Zusammenhang mit der Größe des Tieres bzw. der Lymphknoten stehen, kann nach dem unvollständigen Material nicht entschieden werden. Ganz unwahrscheinlich ist es nicht, denn die einfachste Struktur findet sich bei den Chiropteren, die ausgebildetste beim Rind, während die übrigen sich annähernd der Größe nach dazwischen einreihen lassen.

Wenn man schließlich noch nach der Bedeutung der Faserbildung in dem Zellnetz des Reticulum fragt, so steht wohl außer Zweifel, daß die Reticulumfasern wesentlich den Zweck haben, dem Gewebe eine erhöhte Resistenz zu verleihen. Einen ähnlichen Zweck mag die Bildung der elastischen Fasern haben, zugleich aber wäre es möglich, daß sie auf den Lymphstrom einen gewissen Einfluß haben, indem sie vermöge ihrer Elastizität den Randsinus, in dessen Reticulum sie ja wesentlich vorkommen, ständig zu verkleinern versuchen.

Ergebnisse.

1) Das Reticulum der Lymphknoten, sowohl in dem Sinus wie im Parenchym, besteht aus anastomosierenden Zellen.

2) In den bei weitem meisten Zellen bzw. Zellausläufern ist ein Teil des Protoplasmas zu Fasern differenziert, die denen des fibrillären Bindegewebes nahe stehen, aber nicht identisch mit ihm sind. Die Fasern liegen stets innerhalb des Protoplasmas und bilden ebenso wie dieses Netze von größerer oder geringerer Maschenweite.

3) In fast allen Schnitten durch Lymphknoten finden sich Reticulumbälkchen, die keine Fasern enthalten. Bei jungen Individuen ist dies häufiger wie bei ausgewachsenen, auch sind bei ersteren die Fasern meist feiner.

4) In dem Reticulum der Keimcentren sind nur selten Fasern ausgebildet.

5) Außer diesen Reticulumfasern finden sich in den Zellausläufern elastische Fasern, die ebenfalls Netze bilden. Beim Neugeborenen fehlen sie noch fast vollständig. Ihre Menge und ihr Verhalten ist bei den einzelnen Tierarten noch größeren Verschiedenheit unterworfen als das der retikulären Fasern.

6) Die sogenannten Endothelzellen sind nur als plattgedrückte Reticulumzellen aufzufassen. Ebenso bestehen Kapsel und Trabekel größtenteils aus reticulärem Gewebe. Doch muß es vorläufig unentschieden bleiben, ob die Fasern in denselben auch noch von einer Protoplasmahülle umgeben sind oder ob diese verloren geht.

7) Das von HIS für Lymphknoten des Rindes aufgestellte Schema des Trabekulargerüstes hat nur für wenige Tiere Geltung. Es finden sich alle Uebergänge von einem durch den ganzen Lymphknoten hin zusammenhängenden Trabekelnetzwerk bis zu solchen Lymphknoten, in denen die Rindenknoten und Markstränge durch Lymphsinus von einander getrennt sind, ohne daß in diesen auch nur eine Andeutung von Trabekelbildung vorhanden ist.

Litteratur.

- 1) BILLROTH, TH., Beiträge zur vergleichenden Histologie der Milz. Arch. f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1857, S. 88—108.
- 2) — Ueber die feinere Struktur der medullären Geschwülste. VIRCHOW'S Archiv, 1860, Bd. XVIII, S. 82—99.
- 3) — Zur Struktur der Lymphdrüsen. Zeitschr. wiss. Zool., 1862, Bd. XI, S. 62—64.
- 4) BIZZOZERO, G., Beiträge zur Kenntnis des Baues der Lymphdrüsen. MOLESCHOTT'S Untersuchungen, 1876, Bd. XI, S. 300—309.
- 5) BÖHM, ALEXANDER, und OPPEL, ALBERT, Taschenbuch der mikroskopischen Technik, 4. Aufl., München 1900.
- 6) BRÜCKE, F., Ueber die Chylusgefäße und die Resorption des Chylus. Denkschriften der kaiserlichen Akademie d. Wiss., Wien 1864, Bd. VI, S. 99—136.

- 7) CARLIER, E. W., Contributions to the histology of the hedgehog. Part. IV: The lymphatic glands. The Journal of Anatomy and Physiology, 1893, Vol. XXVII, p. 354—360.
- 8) CHIEVITZ, J. H., Zur Anatomie einiger Lymphdrüsen in erwachsenem und fötalem Zustande. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1881, S. 347—370.
- 9) CZERMAK, M., Einige Ergebnisse über die Entwicklung, Zusammensetzung und Funktion der Lymphknötchen der Darmwand. Arch. f. mikrosk. Anat., 1893, Bd. XLII, S. 581—632.
- 10) DEMOOR, L., Recherches sur la structure du tissu réticulé. Archives de biologie, 1895, T. XIII, p. 1—40.
- 11) DISSE, J., Das retikuläre Bindegewebe. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 1897, Bd. VII, S. 9—28.
- 12) FLEMMING, W., Ueber die Entwicklung der collagenen Bindegewebsfibrillen bei Amphibien und Säugetieren. Arch. f. Anat., 1897, S. 171—190.
- 13) FREY, H., Ueber die Chylusgefäße der Dünndarmschleimhaut. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1863, Bd. XIII, S. 1—27.
- 14) — Ueber die Lymphbahnen der PEYER'schen Drüsen. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1863, Bd. XIII, S. 28—85.
- 15) — Das Mikroskop. 5. Aufl., Leipzig 1873.
- 16) GARDNER, M. M., Zur Frage nach der Histogenese des elastischen Bindegewebes. Sitzungsprotokoll der k. Moskauer naturf. Gesellschaft, Jahrg. 1896, No. 6, cit. nach STIEDA. III. Bericht über die anatomische, histologische und embryologische Litteratur Rußlands. Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, 1897, Bd. VII, S. 530.
- 17) GULLAND, C. LOVELL, The development of lymphatic glands. Journal of Pathology and Bacteriology, Vol. II, 1894, cit. nach MARCHAND, Fortschritte der Medizin, 1894, Bd. XII, S. 701—704.
- 18) HANSEMAN, Ein Beitrag zur Entstehung und Vermehrung der Leukocyten. Verhandlungen der anat. Gesellsch., 5. Vers., München 1891, S. 255—258.
- 19) HEIDENHAIN, RUDOLF, Beiträge zur Anatomie der PEYER'schen Drüsen. Arch. f. Anat., 1859, S. 460—480.
- 20) HENLE, J., Zur Anatomie der geschlossenen (lentikulären) Drüsen oder Follikel und der Lymphdrüsen. Zeitschr. f. rat. Med., 1860, dritte Reihe, Bd. VIII, S. 201—230.
- 21) HIS, WILHELM, Beiträge zur Kenntnis der zum Lymphsystem gehörigen Drüsen. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1860, Bd. X, S. 333—357 u. 1862, Bd. XI, S. 65—86.
- 22) HÖHL, ERWIN, Zur Histologie des adenoiden Gewebes. Arch. f. Anat., 1897, S. 133—152.
- 23) — Ueber die Natur der cirkulären Fasern der capillaren Milzvenen. Anat. Anz., 1900, Bd. XVII, S. 216—218.
- 24) HOYER, HEINRICH, Beitrag zur Kenntnis der Lymphdrüsen. Arch. f. mikrosk. Anat., 1889, Bd. XXXIV, S. 208—224.
- 25) KÖLLIKER, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 4. Aufl., Leipzig 1863, S. 607—618.

- 26) LEE, A. B., und MAYER, PAUL, Grundzüge der mikroskopischen Technik. Berlin 1898.
- 27) LÖWIT, M., Die Anordnung und Neubildung von Leukoblasten und Erythroblasten in den Blutzellen bildenden Organen. Arch. f. mikrosk. Anat., 1891, Bd. XXXVIII, S. 524—612.
- 28) MALL, F., Das retikulierte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen. Abhandlungen der math.-phys. Klasse der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissensch., 1891, Bd. XVII, S. 299—338.
- 29) MÜLLER, WILHELM, Zur Kenntnis des Baues gesunder und krankhaft veränderter Lymphdrüsen. Zeitschr. f. rat. Med., 1863, dritte Reihe, Bd. XVIII, S. 119—154.
- 30) ORTH, J., Kursus der normalen Histologie, 3. Aufl., Berlin 1884.
- 31) RANVIER, Technisches Lehrbuch der Histologie, übersetzt von NICATI und WYSS. Leipzig 1888.
- 32) RECKLINGHAUSEN, F. v., in STRICKER's „Handbuch der Lehre von den Geweben“. Leipzig 1871, Bd. I, Kap. 9, „das Lymphgefäßsystem“.
- 33) RENAUT, J., Traité d'histologie pratique, 1888, T. I.
- 34) RIBBERT, Ueber Regeneration und Entzündung der Lymphdrüsen. Beiträge zur path. Anat. und zur allg. Path., 1889, Bd. VI, S. 187—224.
- 35) ROLLET in STRICKER's „Handbuch der Lehre von den Geweben“. Leipzig 1871, Bd. I, S. 48 ff.
- 36) SAXER, FR., Ueber die Entwicklung und den Bau der normalen Lymphdrüsen und die Entstehung der roten und weißen Blutkörperchen. Anat. Hefte, 1. Abt., 1896, Bd. VI, S. 349—532.
- 37) SCHIEFFERDECKER, P., und KOSSEL, A., Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers, Abt. I. Braunschweig 1891.
- 38) SCHMIDT, F. TH., Das folliculäre Drüsengewebe der Schleimhaut der Mundhöhle und des Schlundes bei den Menschen und den Säugetieren. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1863, Bd. XIII, S. 221—302.
- 39) SCHUHMACHER, SIEGMUND, Ueber die Lymphdrüsen des *Macacus rhesus*. Arch. f. mikrosk. Anat., 1897, Bd. XLVIII, S. 145—168.
- 40) SPULER, A., Beiträge zur Histologie und Histogenese der Binde- und Stützsubstanz. Anat. Hefte, 1896, 1. Abt., H. 21 (Bd. VII, H. 1), S. 117.
- 41) STÖHR, PHILIPP, Die Entwicklung des adenoiden Gewebes der Zungenbälge und der Mandeln des Menschen. Festschrift für NÄGELI und KÖLLIKER. Zürich 1891.
- 42) — Lehrbuch der Histologie, 9. Aufl. Jena 1901.
- 43) THOMÉ, RICHARD, Endothelien als Phagocyten. (Aus den Lymphdrüsen von *Macacus cynomolgus*.) Arch. f. mikr. Anat., 1898, Bd. LII, S. 820—842.
- 44) TOLDT, C., Lehrbuch der Gewebelehre, 3. Aufl. Stuttgart 1888.
- 45) WEIDENREICH, FRANZ, Ueber Blutlymphdrüsen. Anat. Anz., 1901, Bd. XX, S. 188—204.

Figurenerklärung.

Tafel XI.

Alle Abbildungen wurden mit Hilfe des ABBE'schen Zeichenapparates mit Zeiß Apochromat 2, Kompensationsokular 6 unter Projektion auf den Arbeitstisch gezeichnet, so daß sie etwa einer 1200-fachen Vergrößerung entsprechen.

Fig. 1. Zwei vergrößerte, Pigment enthaltende, und eine kleine Reticulumzelle aus dem Randsinus eines Igellymphknotens unmittelbar an der Kapsel (*a*). Bei *b* liegt ein kleiner Lymphocyt auf einem Reticulumbälkchen. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung mit Hämalaun-Rubin-Orange.

Fig. 2. Reticulumzellen von Cercopithecus aus einem Marksinus. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung mit Hämalaun Rubin-Orange.

Fig. 3 Reticulumzellen von jungem Kätzchen mit Fasern. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung nach MALLORY-STÖHR.

Fig. 4. Reticulumbälkchen aus dem Randsinus vom Igel. In Bälkchen *a* undentliche Blaufärbung, in Bälkchen *b* keine Spur von Faserbildung. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung nach MALLORY-STÖHR mit voraufgeschickter Orangefärbung.

Fig. 5. Reticulumbälkchen vom Menschen mit 2 Faserquerschnitten, von denen der eine den Zusammenhang mit einer in Längsansicht vorhandenen Faser erkennen läßt. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung nach MALLORY-STÖHR.

Fig. 6. Zelle mit Reticulumfasern in Quer- und Längsansicht vom Menschen. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung nach MALLORY-STÖHR.

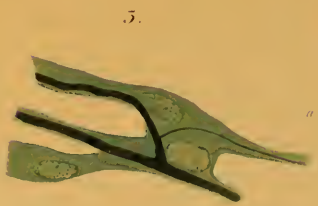
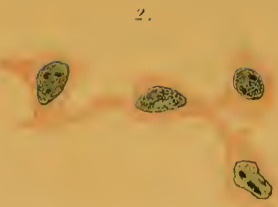
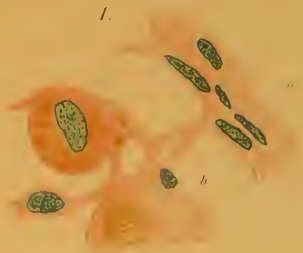
Fig. 7. Abgrenzung eines Markstranges *a* gegen den Sinus *b* durch Reticulumzellen mit eingelagerter Faser. Aus dem Lymphknoten von Cercopithecus. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung nach MALLORY-STÖHR.

Fig. 8. Reticulumzelle und -bälkchen mit Fasern in Quer- und Längsansicht vom Menschen. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung nach HANSEN, ohne besondere Kernfärbung.

Fig. 9. Elastisches Fasernetz in Randsinusbälkchen vom Igel. Fixation in ZENKER'scher Flüssigkeit, Färbung mit WEIGERT's Resorcin-Fuchsin.

Fig. 10. Reticulumzelle mit elastischer Faser, die bei *a* im Querschnitt getroffen ist. Aus demselben Stück wie Fig. 9.

Fig. 11. Randsinusbälkchen vom selben Stück, 1 Stunde in WEIGERT's Resorcin-Fuchsin. 12 Stunden in der HANSEN'schen Pikro-Fuchsinmischung gefärbt. Zeigt die Lagebeziehung der elastischen (blauen) Fasern zu den eigentlichen (roten) Reticulumfasern.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [NF_30](#)

Autor(en)/Author(s): Thomé Richard

Artikel/Article: [Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Lymphknoten. I. Das Reticulum der Lymphknoten. 133-186](#)