

ZUR KENNTNISS DER RIESENZELLEN UND DER STÜTZSUBSTANZ DES KNOCHENMARKES.

Taf. XIII und XIV.

Vor ein paar Jahren mit Untersuchungen über die Stützsubstanz, das interstitielle Gewebe, des Knochenmarkes beschäftigt, konnte ich nicht umhin, auch den eigentlichen Markzellen, v. A. aber den Riesenzellen, meine Aufmerksamkeit zu widmen. Es waren besonders die langen Extremitätenknochen von jungen Katzen und Kaninchen (von 1—4 Wochen), welche mein Material bildeten. Als Fixirmittel benutzte ich die gewöhnlichen Härtingsflüssigkeiten, vorzüglich Sublimatessig, Sublimat-Eisessig-Pikrinsäure und die Carnoy'sche Flüssigkeit. Als Färbemittel dienten besonders die Heidenhain'she Eisen-Alaun-Hämatoxylinmethode mit einer Nachfärbung in Toluidin, Säurefuchsin oder Erythrosin.

A. Die Riesenzellen.

Bei der genaueren Betrachtung der Riesenzellen mit starker Vergrößerung fand ich nun im Sommer 1900 bei drei- bis vierwöchentlichen Katzenjungen im Marke von Humerus und Femur eigenthümliche helle Gänge und Lückensysteme, welche das Zellenprotoplasma durchwebten. Die fraglichen Bilder erinnerten in der That in auffallender Weise an das Kanälchensystem, welches in den letzten Jahren von EMIL HOLMGREN zuerst in den Nervenzellen der Spinalganglien entdeckt und beschrieben worden ist. Selbst hatte ich in den Riesenzellen bisher keine derartigen Bildungen gesehen, und in der mir zugänglichen Literatur hatte ich sie nicht erwähnt oder abgebildet gefunden. Dass sie in den älteren Arbeiten berücksichtigt sein konnten, war kaum möglich, nicht nur weil zu ihrer Wahrnehmung die besten Linsensysteme nöthig sind, sondern auch weil bloss die neuere histologische Technik sie in deutlicher Weise darzuthun vermag. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass die Riesenzellen sehr wechselnde Gebilde sind, indem unter ihnen eine Reihe von Variationen vorkommen. In Folge dessen wäre es möglich, dass nur gewisse Arten von ihnen solche Gangsysteme darbieten und andere Arten nichts derartiges zeigen könnten. In der betreffenden Literatur fand ich sehr wenige Angaben, welche als diese Structur betreffend angesehen werden können. In der Mittheilung von VAN DER STRICHT¹⁾ über die Zelltheilung in den Riesenzellen des Knochenmarkes kommt zwar folgender Passus vor: »A l'intérieur de protoplasma existent souvent des vacuoles, remplies par une substance claire, homogène: à aspect hyalin. Ces vacuoles sont entourées de tout côté par le protoplasma cellulaire«. Es ist nun möglich, dass dieser Forscher eine Art des fraglichen Höhlensystems vor sich gehabt hat. Durch den liebenswürdigen Hinweis des geehrten Verf. bin ich auf einige andere Angaben von ihm hinsichtlich des Vorkommens von Vacuolen in den Riesenzellen des Knochenmarkes und der Leber aufmerksam gemacht worden, nämlich in zwei Arbeiten in den Arch. de Biologie von d. J. 1891 und 1892. In der ersteren sagt er²⁾ von den

¹⁾ O. VAN DER STRICHT, Verhandl. d. Versaml. der Anatom. Section des Internat. Medicin. Congresses in Berlin 1890.

²⁾ O. VAN DER STRICHT, Le développement du sang dans le foie embryonnaire. Archives de Biologie, Tome XI, 1891, und Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang. Ibidem, Tome XII, 1892.

Leberriesenzellen: »On y trouve souvent une ou plusieurs vacuoles remplies par une matière d'une réfringence spéciale, hyaline. Celle-ci ressemble légèrement au protoplasma homogène et incolore des érythroblastes.» Hinsichtlich der Riesenzellen des Knochenmarkes sagt er (T. XII, S. 308), nachdem er S. 257 erwähnt hat, dass im Inneren des Protoplasmas eine oder mehrere Vacuolen vorkommen, welche von einer hyalinen, homogenen Substanz gefüllt und nahe dem Kern oder mehr peripherisch belegen sind: »Au point de vue de la texture du protoplasma on peut y rencontrer les vacuoles dont nous avons parlé plus haut, quelquefois peu nombreuses; d'autres fois, tout le corps cellulaire en est parsemé». Er theilt auch ein paar Figuren solcher Riesenzellen mit; die in ihnen vorhandenen Vacuolen mit ihren undeutlichen, mehr oder weniger verwischten Grenzen ähneln eher den später von M. HEIDENHAIN erwähnten Bildungen als den von mir beschriebenen, scharf abgegrenzten gewundenen Kanälchen. In der grossen Arbeit von MARTIN HEIDENHAIN¹⁾, in welcher dieser Forscher seine Untersuchungen über die Centrakörper der Riesenzellen veröffentlicht hat, widmet er auch der Form und dem Baue der Zellen ein paar Capitel (VI und VII). Er hebt ebenfalls die wechselnde Beschaffenheit dieser Zellen hervor. »Es ergab sich bald«, sagt er, »dass die im Verhältniss zur Mitose als 'ruhend' gedachten, normalen Zellen in einer grossen Anzahl verschiedener Formen auftreten, deren ungemain wechselndes Aussehen aber nur zum Theil auf blossen Varianten der körperlichen Ausbildung beruht, zum andern Theil jedoch mit voller Sicherheit auf eine regelrechte Folge 'funktioneller Zustände' zu beziehen ist.« Die Strukturmerkmale der Riesenzellen, fügt er hinzu, nach morphologischen und physiologischen Gesichtspunkten zu ordnen war eine Aufgabe, die noch keiner der ihm vorangegangenen Autoren sich gestellt hatte, wie denn überhaupt betreffs der physiologischen Funktion der Riesenzellen bisher nichts Sicheres bekannt geworden ist. Ausserdem hat man auch die Jugendform und die Degenerationsformen zu berücksichtigen. Die äussere Gestalt der Riesenzellen, sagt HEIDENHAIN, ist im allgemeinen eine rundliche oder elipsoidische, bei nicht ganz ausgewachsenen häufig eine streng kuglige mit überaus häufigen, theils flacheren, theils hügelartig vorspringenden Auswölbungen der Oberfläche. Die Kerne sind ihrer Grundform nach dickwandige Hohlkugeln, welche fenster- oder kanalartige Durchbrechungen der Wände zeigen; auf Schnitten erhält man deshalb gerne ringförmige Kerngebilde (Kernschnitte); zuweilen finden sich ausser dem grossen Kern noch kleinere, von ihm abgetrennte Kerntheile. In dem Zellenprotoplasma hat HEIDENHAIN eine zonenweise, concentrisch zur Kernoberfläche sich anordnende Gliederung der Zellsubstanz dargestellt und beschrieben, und zwar eine *Innen-, Mittel- und Aussenschicht*. Die *Innenschicht* ist dem Anschein nach homogen, füllt die Hohlkugel (das Pyrenocöl) aus und umkleidet auch die Aussenseite des Kerns; in ihr verlaufen die Mitomfäden radiär oder schräg gegen die sie von der Mittelschicht abgrenzenden Membran. Die *Mittelschicht* ist hinsichtlich ihres inneren Aufbaues vollständig dunkel geblieben. »Ich bin«, sagt HEIDENHAIN, »der Ueberzeugung, dass weder die heutige histologische Technik für sich allein, noch auch überhaupt der uns zu Gebote stehende physikalische Apparat zum Zwecke einer feineren Zergliederung dieser Masse ausreicht. Für gewöhnlich hat man den Eindruck einer ganz kompakten, dicht gefügten Substanz, welche nicht einmal irgend etwas von 'Protoplasma-Körnigkeit' erkennen lässt. Dabei ist ihre Färbbarkeit eine ausserordentlich hohe . . .«. Er ist übrigens geneigt, sich die hypothetisch vorausgesetzten interfilaren Räume zu Lebzeiten der Zelle als von einer ungemain eiweissreichen Flüssigkeit erfüllt zu denken, welche nach der Ausfällung alles übrige verdeckt, oder »ich halte dafür, dass die Riesenzelle innerhalb der zweiten Zone jenes eiweissartige Rohmaterial in grösserer Menge aufstapelt, dessen sie zu ihrer specifischen physiologischen Thätigkeit bedarf.« Er erwähnt dann noch gewisse eigenthümliche Bilder der Mittelschicht, in denen die dunkel färbbare Substanz »auf ein System von Balken und Septen reducirt« ist, »welche hellere Räume zwischen sich fassen. Die ganze Masse sieht hier wie schaumig aus; jedoch handelt es sich durchaus nicht um eine echte Vakuolen-Bildung, denn die dicht neben einander liegenden hellen Räume zeigen keine scharfrandige Abgrenzung; auch muss ich«, sagt er, »die Möglichkeit offen lassen, dass sie durchgehends unter einander in Communication stehen«. Was die Herausbildung dieses Zustandes betrifft, so hebt er hervor, dass er in der kompakten Masse ungemain feine, nicht deutlich begrenzte helle Flecken, die dann an Zahl und Grösse allmählig zunehmen, gesehen hat. Es ist »nichts gewöhnlicher, als dass man in der Mittelschicht eine grössere oder geringere Zahl solcher hellerer Stellen antrifft, die aber meist verwaschen erscheinen, daher denn diese Dinge zunächst höchst unscheinbar sind. Die helleren Stellen sind der Form nach rund oder länglichrund: in diesem letzteren Falle liegt die Achse paratangentiale. Sind die helleren Stellen grösser und zudem zahlreicher geworden, stehen sie dicht bei einander und wiegen unter ihnen die in der Richtung der Tangente lang gezogenen Formen vor, so gewinnt die Mittelschicht unter Umständen auf

¹⁾ MARTIN HEIDENHAIN, Neue Untersuchungen über die Centrakörper und ihre Beziehungen zum Kern- und Zellenprotoplasma. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd 43, 1894.

dem optischen Querschnitte das Ansehen einer concentrisch-blättrigen Bildung». Es handelt sich nach HEIDENHAIN hier *keineswegs* um die Ausscheidung irgend einer weniger färbbaren Substanz. Vielmehr schwindet an den sich aufhellenden Stellen ein Theil der ursprünglich schon vorhandenen Materie, so dass eine Substanz-Abminderung, und zwar der interfilaren Eiweissmassen, vorliegt. Man muss annehmen, dass in der Mittelschicht eiweissartige Stoffe in massenhafter Weise angesammelt, umgearbeitet und dann wieder abgegeben werden. Auch in der Kernhohlkugel (im Endoplasma) kommen Parteen einer Mittelschicht vor. Zwischen der Mittelschicht des Exoplasma und der Aussenschicht desselben bemerkt man nur selten eine deutliche Grenzmembran zweiter Ordnung, sondern hier finden sich eine Unmasse sehr feiner Höcker und Spitzchen. Die *Aussenschicht* selbst (der Randsaum) ähnelt in ihrem Aussehen der Innenschicht; ihre Färbbarkeit ist eine relativ geringe. Entweder kann man nichts anderes an ihrer Substanz erkennen, als eine feine Körnelung, die Protoplasmakörnelung, oder es zeigt sich ein reguläres Mitom mit radiär oder schräg verlaufenden Fasern, oder es finden sich etwas gröbere netzartige Bildungen (Artefakte?). Nach aussen hin ist die Aussenschicht (der Randsaum) von einer starken Zellenmembran (Grenzmembran erster Ordnung) bedeckt. Die Randsäume sind an den verschiedenen Zellen sehr verschieden breit und können sich in gewisser Weise aus der Mittelschicht ausbilden. HEIDENHAIN glaubt auch, dass die Randsäume, nämlich in den Fällen, wo sie der inneren Grenzmembran anliegen, abgestossen werden können. In der Umgebung der Riesenzellen trifft man sehr oft Detritusmassen, gerinnselartige oder vakuolisirte Massen von verschiedenem Aussehen. »Die von der Zellenoberfläche abgelösten Eiweissmassen gerathen in gelöster Form in den Säftestrom und an ihrer Stelle erscheinen im Umfange des Zellenkörpers grosse vakuolenähnliche Hohlräume oder auch freie Räume von weiter Ausdehnung». »Meiner Meinung nach», sagt HEIDENHAIN, »ist die Aufnahme und Umarbeitung eiweissartiger Körper, welche aus dem Lymph- und Blutstrom entnommen werden und wieder dahin zurückkehren, die einzige Funktion der Megacaryocyten.« Er meint, dass sie auf die Zusammensetzung des Blutplasma Einfluss haben.

Ich habe diese Darstellung MARTIN HEIDENHAIN'S so ausführlich referirt, weil sie unsere Kenntniss vom Baue dieser merkwürdigen Zellen in besonderer Weise erweitert haben und die von mir hier unten zu beschreibenden Befunde gerade in der Beleuchtung der HEIDENHAIN'schen Darstellung verständlicher werden.

Auf dem Anatomenkongress in Bonn (Mai 1901) gab ich eine gedrängte Darstellung¹⁾ der Ergebnisse meiner betreffenden Untersuchungen. Ich werde sie hier, in Verbindung mit einer Anzahl von Figuren, etwas ausführlicher mittheilen.

In den von mir untersuchten langen Extremitätenknochen junger Katzen und Kaninchen erscheinen die meisten Riesenzellen des Knochenmarkes als gleichartig gebaut. Die drei HEIDENHAIN'schen concentrischen Zonen sind hier nur sehr selten und auch unvollständig entwickelt. Das Zellenprotoplasma besteht in den meisten Zellen nur aus der Mittelschicht; in einzelnen Fällen erkennt man auch die Aussenschicht; dagegen sieht man von der Innenschicht nur Spuren. Die Mittelschicht umgiebt den Kern aussen und dringt auch in die Hohlkuppel des Kerns hinein; hier und da trifft man in der letzteren die homogene, gewöhnlich hell gefärbte Sphäre (Fig. 1 und 4) mit mehr oder weniger scharfer Abgrenzung gegen die endoplasmatische Mittelschicht und mit einer verschiedenen Anzahl von scharf gefärbten Centrosomen. Eine Aussenschicht, ein Randsaum, ist nur an einzelnen Zellen zu finden. In den Fig. 5 und 8 sind zwei solche mit der Aussenschicht versehene Zellen abgebildet worden. In der Umgebung mancher Riesenzellen erkennt man auch die von HEIDENHAIN erwähnten »Detritusmassen« in der Gestalt körniger Belege oder Gerinnsel verschiedener Form; bald erscheinen sie als von der Zellenoberfläche ganz abgelöst, bald ihr noch theilweise anhängend; in den Fig. 3, 4, 6 und 7 sind einige solche Zellen abgebildet. Die Frage der Bedeutung und der Entstehung dieser Belege ist natürlicherweise äusserst schwer zu beantworten; gewöhnlich färben sie sich stärker als die eigentliche Aussenschicht und erscheinen auch körniger. Ihre Lage und Form können wohl für eine Abstossung von der Zellenoberfläche sprechen; dies lässt sich aber schwerlich beweisen.

Hinsichtlich der Grösse und Gestalt der Riesenzellen habe ich zu den Angaben früherer Forscher nichts hinzuzufügen. Diese beiden Eigenschaften wechseln bekanntlich innerhalb der beschriebenen Grenzen. Ebenso habe ich in Bezug auf die Form und den Bau des Kerns nichts Neues zu sagen. Meine Mittheilung bezieht sich auf gewisse Bauverhältnisse des Zellenkörpers. Da in der Mehrzahl der von mir untersuchten Präparate die Mittelschicht den eigentlichen Zellenkörper bildet, so beziehen sich meine Angaben auch hauptsächlich auf diese Schicht. Die Substanz derselben färbt sich in den genannten Färbemitteln stark und erscheint, wie HEIDENHAIN angiebt,

¹⁾ GUSTAF RETZIUS, Ueber Kanälchenbildungen in den Riesenzellen des Knochenmarkes. Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. auf der Versammlung in Bonn v. 26—29 Mai 1901 (Ergänzungsheft z. Anatom. Anzeiger, Band 19, 1901).

im Ganzen kompakt, indem man keine eigentliche Protoplasmakörnelung und keine Mitomfasern in ihr wahrnimmt. Dagegen erkennt man in ihr eine gewisse Scheckigkeit, bunt zerstreute kleine hellere Flecken von sehr unbestimmter Form und ohne markirte Abgrenzung. Es ähnelt diese Scheckigkeit (Fig. 3, 5, 8) in der That der Beschreibung und den Abbildungen HEIDENHAIN'S. Sie erscheinen als ein System von kleinen, wahrscheinlich unter einander zusammenhängenden Hohlbildungen im Protoplasma, die gegen die Substanz ganz unbestimmt abgegrenzt sind.

Ausser diesen kleinen Flecken fand ich aber nun auch in meinen Präparaten *eine Menge grösserer heller Räume und Gänge*, welche von verschiedner Form und Grösse sind und in der Regel gegen die Protoplasmasubstanz eine ganz scharfe Abgrenzung zeigen. Auf der Taf. XIII habe ich in der Fig. 1—9 eine Anzahl Riesenzellen abbilden lassen, welche diese Systeme von Räumen und Gängen in ihrer wechselnden Anordnung wiedergeben. Bald sind sie mehr rundlich, oval oder elliptisch, bald noch mehr gestreckt, gang- oder kanalartig. Bei dem Heben und Senken des Tubus erkennt man leicht, dass sie sich in verschiedener Weise winden; man kann sie in solcher Weise streckenweise durch grössere Stücke des Zellenkörpers verfolgen. Oft krümmen sie sich bogen- oder sogar S-förmig und laufen offenbar hier und da mit einander zusammen. Zuweilen ähneln sie mehr Vacuolen (Fig. 5, 7 und 8), in anderen Fällen mehr wurmförmigen Gebilden (Fig. 1, 2, 3, 4). Ihre Anzahl ist auch, wie erwähnt, recht verschieden; bald sieht man sie nur vereinzelt, bald an einer Partie des Zellenkörpers zahlreicher vorhanden (Fig. 1), bald sind sie ungefähr gleichmässig im ganzen Zellenkörper zerstreut (Fig. 4 und 7). Auch ihre Weite wechselt nicht unbedeutend; im Allgemeinen sind die wurmförmig ausgezogenen schmaler (Fig. 2 und 3), die mehr vacuolenförmigen breiter (Fig. 5 und 7). Bald überwiegt in einer Zelle wesentlich die wurmförmige Beschaffenheit der Gebilde — oder ist sogar alleine vertreten (Fig. 2) —, bald wieder die vacuolenförmige Beschaffenheit derselben (Fig. 5, 7 und 8); bald kommen beide Formen neben einander, oder auch in verschiedenen Partien derselben Zelle (Fig. 1 und 4), vor. Die wurmförmigen zeigen aber eine verschiedene Weite, und zwar nicht nur unter sich, sondern auch an verschiedenen Theilen ihres Verlaufs; sie spitzen sich nämlich in der Regel gegen beide Enden zu.

Diese Beschreibung stützt sich hauptsächlich auf die Befunde im rothen Marke der langen Knochen von *Kaninchen-* und *Katzenjungen*. Später fand ich indessen ganz ähnliche Verhältnisse in dem Marke der langen Knochen des neugeborenen *Kindes*. Auch hier sah ich in den Riesenzellen in mehr oder weniger reichlicher Entwicklung die entsprechenden Kanälchen in dem Protoplasma zerstreut. Die Fig. 3 der Taf. XIV stellt eine solche Riesenzelle isolirt dar, und in der Fig. 2 derselben Tafel sieht man in ihrer natürlichen Lage im Marke zwei Riesenzellen, in deren Protoplasma zahlreiche Kanälchen vorhanden sind.

Wie oben erwähnt wurde, sind diese Gebilde im Ganzen, wie Kanälchen, scharf begrenzt; bei genauer Einstellung sieht man dies deutlich, und zwar besonders auf dem Querschnitte der wurmförmigen; eine Membran oder eine besonders gefärbte oder differenzirte Grenzschrift gegen das Protoplasma habe ich jedoch nicht sehen können. Sie scheinen ein eigenthümliches Lückensystem im Zellenprotoplasma darzustellen, welches eine hellere, die Farbstoffe gar nicht oder nur sehr wenig aufnehmende Substanz enthalten. In der That ähneln sie, wie oben hervorgehoben wurde, in auffallender Weise den von EMIL HOLMGREN in den Nervenzellen entdeckten Kanälchen, welche dieser Forscher als eine Art intrazellulärer Saftbahnen oder Saftkanälchen deutete. Ich fasste auch die entsprechenden Gebilde in den Riesenzellen gewissermassen als solche Kanälchen auf. Da ich, wie HOLMGREN, der Ansicht war, dass seine Kanälchen mit den von GOLGI entdeckten Netzen der Spinalganglienzellen nahe verwandt sind, versuchte ich sogleich auch die Gebilde in den Riesenzellen nach GOLGI zu färben, erhielt aber keine Färbung derselben; nun ist aber die Darstellung der GOLGI'schen Netze in den Nervenzellen sehr schwer und launenhaft, so dass das negative Ausfallen der Färbung der Gebilde in den Riesenzellen keinen sicheren Beweis liefert. Vielleicht wird es einem anderen Forscher einmal gelingen, die Färbung der letzteren auszuführen.

Die intrazellulären Gebilde der Riesenzellen können in allen Partien der fraglichen Schicht des Zellenkörpers vorkommen, und zwar sowohl im Endoplasma der Hohlkugel des Kerns als überall in derselben Schicht des Exoplasma. Im Endoplasma halten sie sich aber nur in der Substanz der sog. Mittelschicht; da in meinen Präparaten eine eigentliche Innenschicht nur spurweise vorkommt, so kann ich hinsichtlich des Verhaltens der Kanälchen in derselben nur wenig sagen; indessen scheinen sie mir in ihr nicht vorhanden zu sein. Jedenfalls waren sie nie in der Sphäre zu finden; in den Fig. 1 und 4, wo eine gut entwickelte Sphäre wiedergegeben ist, finden sie sich nur in der Umgebung, und meistens dicht am Kernumfang.

In der in diesen Zellen so stark entwickelten Mittelschicht des Exoplasma kommen die fraglichen intrazellulären Gebilde sowohl in der nächsten Umgebung des Kerns, und dort in der That besonders häufig und reichlich, als auch in allen anderen Partien der Schicht, und zwar bis an die äussere Grenze, vor; ja man trifft sogar hier und da Stellen, wo sie an der Aussenfläche ausmünden (Fig. 2 links, Fig. 6 links, Fig. 7).

Wenn eine *Aussenschicht* vorhanden ist (Fig. 5 und 8), so findet man in ihr nie solche Gebilde. Dagegen sieht man an manchen Stellen, dass diese Schicht in die Mittelschicht Fortsätze hineinschickt, welche den intrazellulären Gebilden vollständig ähnlich sind, d. h. es hat den Anschein, als ob die letzteren sich nach der Aussenschicht öffneten und mit ihr zusammenhängen. Man kommt hierdurch allmählig zu der Auffassung, dass die *intrazellulären Räume und Gänge eine Art Kanälchen bilden, in welchen sich aus dem übrigen Zellenprotoplasma eine hellere Substanz ausscheiden dürfte*, welche nach der Aussenfläche der Mittelschicht zieht, um dort die Aussenschicht zu bilden. Zwar ist es schwer, dieses sicher zu beweisen; es ist jedoch eine Deutung, welche theils das Vorkommen der intrazellulären Gebilde, theils auch die Bildung der Aussenschicht erklären kann. Eine solche Deutung der Verhältnisse stimmt auch mit HEIDENHAIN'S Ansicht überein, dass diese Zellen gewisse Substanzen (Eiweisssubstanzen) aufnehmen, verarbeiten und nach aussen hin ausscheiden. Die Riesenzellen würden nach dieser Anschauung als eine Art isolirt gelagerter Drüsenzellen zu bezeichnen sein. Demgemäss wären die intrazellulären Gebilde nicht als Saftkanälchen, resp. Ernährungskanälchen in gewöhnlichem Sinne, sondern vielmehr, oder wenigstens gleichzeitig, als eine Art *Secretionsgänge* zu betrachten sein.

Da ich in der früheren Literatur über die Riesenzellen keine Angaben über solche Kanälchen, sondern nur über die oben von MARTIN HEIDENHAIN erwähnten kleinen hellen Felder ohne scharfe Abgrenzung fand und seine Abbildungen dieser Structuren mit meinen Bildern gar nicht übereinstimmten, so entschloss ich mich, mich an diesen Forscher, welcher auf dem fraglichen Gebiete die grösste Erfahrung besitzt, zu wenden. Mit seiner liebenswürdigen Erlaubniss schickte ich ihm eine Anzahl meiner betreffenden Präparate zur Ansicht. Obwohl leider mehrere derselben auf dem Wege nach Tübingen zu Schaden kamen, blieb doch noch so viel von ihnen erhalten, dass Kollege HEIDENHAIN sie durchmustern und sich von der Beschaffenheit der intrazellulären Gänge eine bestimmte Auffassung bilden konnte. Er hat mir auch geantwortet, dass er solche Gebilde nie gesehen habe, sondern nur die von ihm früher beschriebenen und abgebildeten kleinen verwaschenen Flecken und Felder ohne scharfe Abgrenzung; auch hinsichtlich der betreffenden Literatur antwortete mir Kollege HEIDENHAIN, dass von diesen Kanälchen der Riesenzellen, soweit er wisse, nichts bekannt sei.

Es erübrigt zu entscheiden, ob diese Flecken und Felder HEIDENHAIN'S zu meinen grösseren, scharf markirten Gebilden in irgendwelcher Beziehung stehen können. Obwohl gerade die verwaschene Beschaffenheit der fraglichen Flecken und Felder gegen eine nähere Verwandtschaft der beiden Structuren spricht, so dürfte eine solche Verwandtschaft doch nicht ganz ausgeschlossen sein. Hier und da glaubt man Uebergangsbildungen zu sehen, und es ist nicht unmöglich, dass sich die grösseren Gebilde, die Kanälchen, aus den kleinen Flecken entwickeln. Es ist dies zwar schwer zu entscheiden, lässt sich aber bis auf Weiteres nicht von der Hand weisen. Dasselbe gilt auch hinsichtlich der oben erwähnten, von VAN DER STRICHT in den Riesenzellen gesehenen Vacuolen.

Bevor ich diesen Bericht abschliesse, kann ich nicht umhin, zu erwähnen, dass ich in vielen anderen, kleineren Knochenmarkzellen derselben Präparate Bilder gesehen habe, welche darauf hindeuten, dass auch in ihrem Zellenprotoplasma ähnliche intrazelluläre Bildungen vorkommen. Sowohl in vielen der frei in den Maschenräumen des Knochenmarkes belegenen *Markzellen* (Taf. XIV, Fig. 2) als auch in den eigentlichen *Osteoblasten* (Fig. 4) nahm ich, und zwar nicht nur bei dem *Kaninchen* und der *Katze*, sondern auch besonders schön im Marke der Extremitäten des neugeborenen *Kindes*, eben *solche helle, längliche, oft etwas gewundene Kanälchen* wahr.

B. Die Stützsubstanz.

Als ich mich im Jahre 1888 speciell mit Untersuchungen über die Verknöcherung beschäftigte, sah ich oft in den Schnitten der mit Flemming'schem Gemisch und Anilinfarben behandelten langen Extremitätenknochen von jungen Kaninchen und Katzen im Marke ein schönes Netz von *reichlich verästelten Zellen*, in deren Maschen die übrigen wenig oder nicht verästelten Markzellen lagen; nicht selten waren diese letzteren Zellen entweder durch die Präparation mehr oder weniger ausgespült oder auch fehlten sie ganz und die Grundsubstanz erschien ganz durchsichtig; dann lag das Netzwerk in seiner vollen Pracht vor. In den Handbüchern und den mir zugänglichen Schriften über den Bau des Knochenmarkes suchte ich damals vergebens nach hierauf bezügliche An-

gaben, und in den betreffenden Abbildungen jener Publikationen konnte ich nichts davon entdecken. Ich kam aber nicht zur Veröffentlichung der erwähnten Befunde.

Bei einer ein paar Jahre später vorgenommenen erneuerten Forschung in der Literatur fand ich indessen das fragliche Zellennetz von einigen Autoren erwähnt oder wenigstens angedeutet. Man hat hin und wieder das Knochenmark mit einem adenoiden Gewebe verglichen und sogar von Bindegewebsfasern und abgeplatteten Bindegewebszellen in demselben geredet.

In anderen Fällen hat man es jedoch auch als ein wirkliches Zellennetz aufgefasst. In den Knochen der *Vögel* scheint BIZZOZERO zusammen mit TORRE¹⁾ dieses Netz zuerst beschrieben zu haben. Bei abmagernden, schlecht ernährten Hühnchen zeigt sich das intravasale Gewebe als aus reichlicher hyaliner Grundsubstanz mit spärlich eingestreuten Leucocyten und völlig oder nahezu ihres Fettes beraubten Fettzellen bestehend; von der Peripherie dieser Zellen gehen lange verästelte Fortsätze aus, welche mit den Fortsätzen der Nachbarzellen anastomosieren oder sich an die Venenwände anlegen. Es wird von den genannten Autoren auch eine Abbildung der sternförmig gestalteten Zellen gegeben.

Der erste, welcher meines Wissens eine genauere Darstellung von dem Stützgewebe des Markes bei den Säugethieren gegeben hat, ist der norwegische Forscher GEELMUYDEN. In seiner ausführlichen, in norwegischer Sprache veröffentlichten Arbeit über das Knochenmark²⁾ spricht er von dem retikulären Gewebe in den Diaphysen als so fein und spröde, dass es ihm nur einmal gelungen sei, es auszupinseln; in den kurzen spongiösen Knochen scheint dies besser gelungen zu sein. »Das Bindegewebsnetz«, sagt er, »welches das Stützgewebe der Rundzellenansammlung in den erwähnten spongiösen Knochen bildet, ist stärker als in den rohrförmigen Knochen entwickelt. Sogar in sehr zellenreichem Marke erkennt man die Faserzüge«. Am besten studirt man das Reticulum in dem schleimigen rothen Marke der Wirbel der Phthisiker und anderer abgemagerter Individuen. »Hier kann man das Stützgewebe deutlich wahrnehmen, wie es aus den Ausläufern der Fettzellen und der spindelförmigen und sternförmigen Zellen gebildet wird, die sowohl unter sich als mit den Wänden der Blutgefäße kommunizieren«. In seiner in demselben Jahre erschienenen deutschen Abhandlung³⁾ über den gleichen Gegenstand äusserte er: »Spindelförmige und sternförmige, bald mehr, bald weniger protoplasmatische Bindegewebszellen kommen im rothen Knochenmark in grosser Menge vor«. Und ferner, dass, wenn die Markinfiltration auf Kosten des Fettes überhand nimmt, sich *lymphoides* Mark ergibt; »als Stütze des sonst nur lose zusammenhängenden Gewebes erscheint hier, statt der Fettzellen, ein Netz von sternförmigen anastomosirenden Bindegewebszellen«. GEELMUYDEN hat aber von diesem Gewebe keine andere Abbildung gegeben als von einigen anastomosirenden Fettzellen.

Seitdem ist die Frage vom Baue des Knochenmarkes wiederholt von vielen Autoren berührt worden. Das fragliche Zellennetzwerk wurde auch in dem 1. Bande der 6. Auflage von v. KÖLLIKER's *Handbuch der Gewebelehre des Menschen* (vom J. 1889) gelegentlich erwähnt. Auf Seite 298 findet sich folgender Passus: »Im Innern des Markes zeigt sich in schwammigen Knochen fast gar kein Bindegewebe, ausser in den grösseren Ansammlungen desselben, dagegen ist dieses Gewebe in den Diaphysen als ein sehr lockeres und zartes, das Fett enthaltendes und die Gefässe und Nerven tragendes Maschenwerk mit Leichtigkeit nachzuweisen. Seine Elemente sind die des lockeren Bindegewebes, jedoch so viel ich sehe, ohne alle elastische Fasern, bei jungen Geschöpfen auch mit sternförmigen anastomosirenden Bindegewebskörperchen, die auch in späteren Zeiten noch vorkommen können«.

In seiner grossen Abhandlung über die Entstehung der Blutkörperchen⁴⁾ bespricht VAN DER STRICHT auch in eingehender Weise den Bau des Knochenmarkes und erwähnt dabei »das adenoide Gewebe« desselben; man bekommt, sagt er, oft Stellen in den Schnitten, an welchen die Maschen des Reticulum frei sind, und dann nimmt man die Trabekeln desselben wahr. Er giebt hiervon eine kleine Darstellung, die meiner Ansicht nach aber wenig befriedigend ist.

In den neueren histologischen Lehrbüchern findet man über den fraglichen Bau des Knochenmarkes etwas differirende und wenig fixe Angaben. So z. B. sagt SCHIEFFERDECKER⁵⁾: »Die Gefässe werden begleitet von fibrilärem Bindegewebe und dieses breitet sich in den Markräumen bedeutend aus, indem es ein sehr zartes Gerüstwerk

¹⁾ G. BIZZOZERO und A. A. TORRE, *Ueber die Entstehung und Entwicklung der rothen Blutkörperchen*. Moleschott's Unters. zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Bd 12, 1878.

²⁾ H. C. GEELMUYDEN, *Benmarvens forhold i sygdomme og dens fysiologiske funktion*. Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, 1886.

³⁾ H. C. GEELMUYDEN, *Das Verhalten des Knochenmarkes in Krankheiten und die physiologische Funktion desselben*. Virchow's Archiv, 105 Band, 1886.

⁴⁾ O. VAN DER STRICHT, *Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang*. Archives de Biologie, T. 12, 1892.

⁵⁾ P. SCHIEFFERDECKER und A. KOSSEL, *Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers*, I, 2, 1891.

bildet, das theilweise noch fibrillär ist, so besonders in der Nähe der Gefässe und der Oberfläche der Markmasse, theilweise in reticuläres Gewebe übergeht und so dem Gerüst der Lymphdrüsen gleicht».

BÖHM und DAVIDOFF¹⁾ äussern: »Das rothe Knochenmark ist eine schwammige Masse, die aus verschiedenen Elementen, welche sämmtlich im *retikulären* Gewebe liegen, zusammengesetzt ist. Ausserdem enthält das rothe Mark zahlreiche Gefässe, fixe Bindegewebszellen etc.».

In SZYMONOWICZ's neuem Lehrbuch²⁾ heisst es, dass die verschiedenen Elemente des rothen Markes »innerhalb des retikulären Bindegewebes verteilt sind.»

In der neuesten, neunten Auflage des Lehrbuchs von STÖHR³⁾ findet man folgende Darstellung: »Die Elemente des *rothen* Knochenmarkes sind: Eine geringe Menge fibrillären Bindegewebes, das in den grossen Markhöhlen zu einer diese auskleidenden Haut, dem *Endost*, verdichtet ist, im spongiösen Markraume dagegen fast ganz fehlt, wenige Fettzellen, grössere und kleinere Markzellen, Riesenzellen ('Myeloplaxen')». Hier ist also weder von adenoidem resp. retikulärem Gewebe noch von Bindegewebszellen die Rede. Ebenso wenig wie in den anderen Lehrbüchern findet man hier in den Figuren das Stützgewebe abgebildet.

Im vorigen Jahre hat J. A. HAMMAR⁴⁾ nachgewiesen, dass dem rothen Stadium des Knochenmarkes im embryonalen und foetalen Zustande ein noch früheres Stadium, dasjenige des *primären* Knochenmarkes, vorhergeht, in welchem das Mark aus einem die Gefässe umgebenden, gallertigen Bindegewebe mit verzweigten, spindelförmigen oder sternförmigen, anastomosirenden Zellen und homogener Grundsubstanz besteht; erst später rücken die leucocytären Markzellen in dieses Gewebe hinein. In den Röhrenknochen, wo die diaphysäre Markhöhle schon von typischem, rothem Mark erfüllt ist, lässt sich an der Verknöcherungsgrenze, zwischen den jüngsten enchondralen Knochenlamellen, eine breitere oder schmälere Zone nachweisen, wo die Leukocyten vollständig oder fast völlig fehlen und nur ein gallertiges Bindegewebe die Gefässe umgiebt.

Schliesslich hat in der letzten Zeit D. OTTOLENGHI⁵⁾ in seiner Mittheilung über die Nerven des Knochenmarkes erwähnt, dass er mit der Golgifärbung eine Art verästelter Zellen dargestellt hat, welche Nervenzellen ähnlich, aber doch wahrscheinlich Bindegewebszellen sind; sie finden sich besonders reichlich beim *Hunde* und *Kaninchen*, und zwar beim ersteren um die kleineren Gefässe und im eigentlichen Parenchym, beim letzteren auch in den Gefässwänden und zwischen den Fettzellen. Auch beim *Hühnchen* fand er sie in den Gefässwänden und in der gelatinösen Markpulpa, wo sie nach OTTOLENGHI wahrscheinlich zuerst von BIZZZERO gesehen worden sind. Auf der Tafel sind zwei solche mit Golgi gefärbte verästelte Zellen abgebildet, nämlich eine vom Kaninchen und eine vom Hunde.

Aus dieser kurzen literarischen Darstellung geht somit hervor, dass einzelne Autoren in dem Knochenmarke eine Art Stützgewebe der sog. Markpulpa mehr oder weniger deutlich erwähnt haben, nämlich theils in der Gestalt eines Reticulum, eines adenoiden Gewebes, theils als verästelte Bindegewebszellen; andere Autoren dagegen erwähnen dieses Gewebe gar nicht oder in sehr schwebender Weise.

Wie ich oben anführte, habe ich mich schon vor längerer Zeit von der Existenz zahlreicher, reichlich verästelter Zellen im jungen und rothen Marke des *Kaninchens*, der *Katze* und des *Menschen* überzeugt. In den mit Flemmingschem Gemisch behandelten langen Knochen junger Individuen lassen sie sich, besonders nach der Färbung mit Erythrosin, Rosanilin oder anderen Anilinfarben, oft in schöner Weise, sowohl an Quer- als Längsschnitten des Knochens, nachweisen, und zwar vor Allem an solchen Stellen des Präparates, wo die übrigen Zellen, die eigentlichen Markzellen, entweder ausgefallen oder sonst nur sparsam vorhanden sind. Die fraglichen Zellen liegen hier und da in der sog. Pulpa zerstreut und schicken ihre oft sehr lange und sehr fein dichotomisch verästelten Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen; diese Fortsätze durchspinnen das Mark und, indem sie sich gegenseitig kreuzen, bilden sie gewissermassen ein Stützgewebe desselben. Oft hat es den Anschein, als ob sie untereinander zusammenhängen, anastomosirten, und sich an die Gefässwände ansetzten. Es ist aber ein solcher Zusammenhang äusserst schwer *sicher* nachgewiesen; es ist sogar leicht möglich, dass das scheinbare Reticulum, das offenbar zu der Annahme eines echten adenoiden Gewebes Anlass gegeben hat, nur auf eine reichliche Kreuzung der zahlreichen feinen Fortsätze zurückzuführen ist. Ein echtes adenoides Gewebe, wie dasjenige der Lymphdrüsen und der Milz, giebt es meiner Ansicht nach in dem Knochenmarke nicht.

¹⁾ A. A. BÖHM und M. VON DAVIDOFF, Lehrbuch der Histologie des Menschen, 1895.

²⁾ L. SZYMONOWICZ, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie, 1900.

³⁾ PH. STÖHR, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen, 9. Aufl., 1901.

⁴⁾ J. A. HAMMAR, *Primäres und rotes Knochenmark*. Anat. Anz. Band 19, N:o 22, 1901.

⁵⁾ D. OTTOLENGHI, *Sui nervi del midollo delle ossa*. Atti d. R. Accad. d. scienze di Torino, Vol. 36, 1901 und Archives ital. de Biologie T. 37, I, 1902.

Auf Tafel XIV habe ich in der Fig. 1 (von einem Knochen eines Kaninchenjungen) eine Partie eines Querschnitts, der nicht weit von dem sog. Verknöcherungsrande getroffen hat, abgebildet. In dem Raume zwischen den quergeschnittenen Blutgefässen, von denen nur das in der Mitte befindliche einige Blutkörperchen enthält, finden sich sieben verästelte Zellen, deren Zellenkörper sich als bipolar-spindelförmig oder dreieckig oder mehr multipolar zeigen; von ihnen gehen die Fortsätze nach verschiedenen Richtungen aus und verästeln sich, oft mit kleinen knotigen Verdickungen an den Verzweigungsstellen, in sehr intrikater Weise. Hier und da schmiegen sie sich um die Gefässwände herum; ob sie sich dabei an ihnen befestigen, ist, wie oben angedeutet wurde, schwer zu entscheiden; eine Befestigung an den Verknöcherungsflächen sowie an den Osteoblasten, Riesenzellen und anderen Markzellen ist nicht wahrzunehmen und auch sehr unwahrscheinlich.

In der Fig. 2 der Taf. XIV habe ich eine Partie eines Längsschnittes vom Humerus eines neugeborenen Kindes, und zwar weit von dem sog. Verknöcherungsrande, wiedergegeben. Man sieht hier in der Markpulpa zwischen den weiten Blutgefässöffnungen mehrere lang ausgezogene, verästelte Zellen, die theilweise, v. A. an den Verzweigungsstellen, mit flügelartigen Ausbreitungen des Protoplasma, versehen sind. In den Maschenräumen zwischen ihnen sieht man sieben Markzellen und zwei Riesenzellen.

Schon vor einer Reihe von Jahren fand ich, beim Studium der Nerven des Knochenmarkes mittelst der *Golgi*färbung, oft schwärzlich gefärbte, sehr verästelte Zellen, welche offenbar mit den neulich von OTTOLENGHI erwähnten identisch sind. Ich nahm schon zu jener Zeit von ihnen eine Anzahl von Abbildungen, von denen ich auf Taf. XIV in den Fig. 5, 6 und 7 drei aus dem Knochenmarke junger Kaninchen mittheile. Es war stets meine Absicht, diese Untersuchungen, und zwar v. A. hinsichtlich der Nerven und der Gefässe des Knochenmarkes, weiter zu führen, bevor ich zur Veröffentlichung kam; ich fand aber nicht Gelegenheit dazu.

Da ich nun betreffs der Nerven nicht weiter gekommen bin, als die von OTTOLENGHI gewonnenen Ergebnisse, so werde ich auf dieses Thema hier nicht eingehen. Hinsichtlich der verästelten Zellen aber sind meine Abbildungen weit mehr erläuternd als die von ihm gegebenen zwei Zellenbilder. Ich habe sie aber auch besonders deshalb hier mitgetheilt, weil sie in Verbindung mit den oben beschriebenen, durch andere Fixationsmethoden dargestellten verästelten Zellen des Knochenmarkes an Interesse gewinnen. Die beiden Arten von Präparaten erklären und ergänzen in der That einander. Offenbar sind die verästelten Zellen der beiden identischer Art. In den *Golgi*präparaten lässt sich die Verbreitung und Anordnung der Zellen, wie die Fig. 5—7 zeigen, bei schwächerer Vergrößerung leichter überblicken. Man sieht sie gewöhnlich in den zwischen den Blutgefässen befindlichen Räumen die verzweigten Fortsätze nach verschiedenen Richtungen aussenden; die Zellenkörper liegen oft in der Umgebung der Gefässe, aber nicht direct an ihnen, sondern von ihnen etwas entfernt; sie kommen aber auch noch weiter von den Gefässen entfernt vor. Die Fig. 5 und 6 rühren von dem oberen Theil des Femur eines zweiwöchigen und die Fig. 7 von dem Humerus eines sechswöchigen Kaninchens her, in der letztgenannten Figur sind die Conturen von fünf Fettzellen angegeben. Die Blutgefässe sind durch Conturzeichnungen angezeigt.

In diesen *Golgi*präparaten konnte ich nie einen wahren Zusammenhang der Fortsätze der verschiedenen Zellen nachweisen; indessen scheint es, als ob in diesen Präparaten die feinsten Aeste seltener gefärbt werden. Jedenfalls sprechen auch diese Bilder entschieden gegen die Ansicht, dass man es mit einem *adenoiden* Gewebe zu thun hat. Die *Golgi*präparate aus der Milz und den Lymphdrüsen sind ganz anderer Art.

Als Ergebniss dieser Untersuchung ist demnach anzusehen, dass in dem rothen Knochenmark der Säugethiere (Kaninchen, Katze, Mensch) eine besondere Art von reichlich verästelten Zellen konstant vorkommt, deren Zweige die Pulpa in verschiedenen Richtungen durchspinnt. Diese Zellen stellen eine Art Stützsubstanz der Markpulpa dar. Offenbar sind sie echte *Bindegewebszellen*. Ein wirkliches adenoides (reticuläres) Gewebe giebt es aber hier nicht. Die Zellen sind wohl in dem Marke mehr entwickelter Thiere, d. h. nach der Geburt und in älteren Stadien mit den Zellen nahe verwandt, die von einigen Autoren im embryonalen und foetalen Marke beschrieben worden sind. Wie oben erwähnt worden ist, hat HAMMAR dargethan, dass dem eigentlichen rothen Marke ein *primäres* Stadium vorausläuft, in dem das Mark aus verästelten Bindegewebszellen und einer hyalinen Grundsubstanz besteht, in welche nur später die Leucocyten einwandern, sowie dass ein solches Stadium an der Verknöcherungsgrenze vorhanden ist. Es sind wohl zweifellos gerade diese Zellen, die dann in den älteren Stadien persistiren.

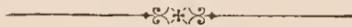


Tafel XIII.

Riesenzellen des Knochenmarkes.

Fig. 1—9 stellen Riesenzellen des Knochenmarkes eines langen Extremitätenknochens einer jungen *Katze* dar. In *Fig. 1* und *4* sieht man in der Mitte eine Partie der Sphäre mit einigen Centalkörperchen und nach aussen von ihr Partien des Kerns; sowohl nach innen wie nach aussen vom Kern erkennt man im Protoplasma helle gewundene Gänge und Höhlen, welche einem intrazellulären Kanalsystem angehören. — *Fig. 2, 3, 5—8* stellen Riesenzellen mit ähnlichen Gängen in verschiedenen Variationen dar; in *Fig. 3* und *6* ist nur je eine Partie der Zelle wiedergegeben. In *Fig. 5* und *6* ist eine dünne Aussenschicht sichtbar. — *Fig. 9* zeigt eine Riesenzelle von der Seite her, der jungen Knochensubstanz anliegend.

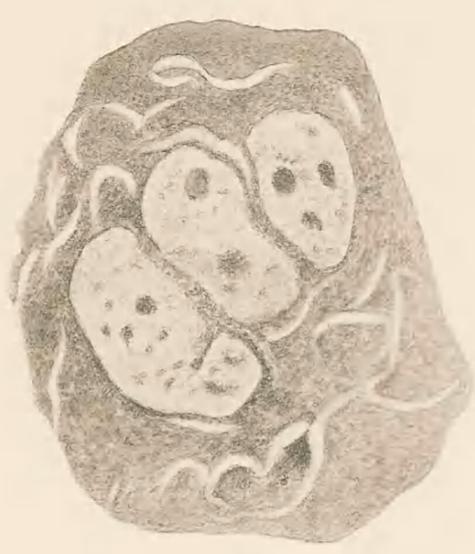
Härtung in Carnoy'schem Gemisch, Färbung nach M. Heidenhain (Eisenalaun-Hämatoxylin), Erythrosin und Toluidin
Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30, Tubusl. 160 Mm, Comp. Ocul. 12.



1.



2.



3.



4.



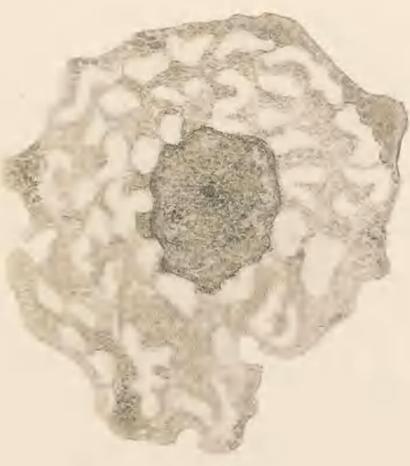
5.



6.



7.



8.



9.



Tafel XIV.

Riesenzellen, Markzellen und Stützsubstanz des Knochenmarkes.

Fig. 1. Partie von einem Querschnitt eines langen Extremitätenknochens vom jungen *Kaninchen* mit osteogener Substanz und ihr anliegenden Osteoblasten; *bb* Querschnitte von Blutgefässen (theils mit, theils ohne Blutkörperchen) und mit zwischen ihnen befindlichen, den Markraum durchspinnenden, reichlich verästelten bindegewebigen Stützzellen. Flemm. Lös. Erythrosin. Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30 und Compens. Ocul. 12, 160 Mm. Tubuslänge.

Fig. 2. Partie eines Längsschnittes eines langen Extremitätenknochens vom neugeborenen *Kinde*; *bb* leere Blutgefässöffnungen; im Markraum zwischen ihnen sieht man reichlich verästelte bindegewebige Stützzellen, Riesenzellen und kleinere Markzellen, die beiden letzteren mit HOLMGREN'schen Kanälchen. Flemm. Lös., Erythrosin. Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30 und Compens. Ocul. 12, 160 Mm. Tubuslänge.

Fig. 3. Eine Riesenzelle aus dem Marke eines langen Extremitätenknochens vom neugeborenen *Kinde*, mit HOLMGREN'schen Kanälchen. Beh. und Vergröss. wie in Fig. 2.

Fig. 4. Drei Osteoblasten aus demselben Marke wie in Fig. 3. Dies. Beh. und Vergröss. wie in Fig. 2. Die HOLMGREN'schen Kanälchen sind in diesen Zellen deutlich ausgeprägt.

Fig. 5—7. Partien vom Marke der langen Extremitätenknochen (Fig. 5 und 6 vom Femur, Fig. 7 vom Humerus) des zweimonatlichen *Kaninchens*, nach Golgi'scher Behandlung; *bb* Blutgefässe mit den sich um und zwischen dieselben verzweigenden bindegewebigen Stützzellen. Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [NF_10](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Riesenzellen und der Stützsubstanz des Knochenmarkes 37-44](#)