

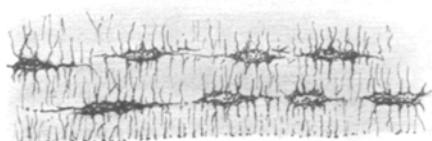
II.

**Ueber die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons
im Knochengewebe.**

Von Prof. Dr. J. Arnold in Heidelberg.

(Hierzu Taf. II.)

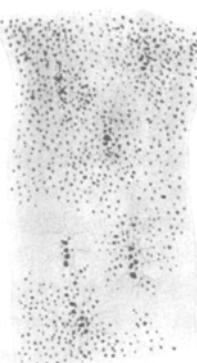
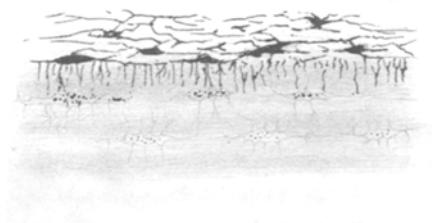
Die Betrachtung der bei der Infusion von indigschwefelsaurem Natron in den Geweben erfolgenden Abscheidungen hatte für die meisten derselben wichtige Aufschlüsse über die Saftströmungen ergeben. Darin war die Aufforderung gelegen, diese Methoden auch auf das Knochengewebe anzuwenden und zu untersuchen, ob sich auch in diesem solche Abscheidungen erreichen lassen und inwiefern sie die Ernährungsvorgänge in demselben zu veranschaulichen geeignet sind. Ein positives Resultat glaubte ich um so eher erwarten zu dürfen, als mir schon bei den ersten Infusionsversuchen nicht nur die dunkelblaue Färbung des Periostes und Markes, sondern auch die lichtere Tingirung der Knochensubstanz selbst aufgefallen war. Bei einer vorläufigen Untersuchung war es auch gelungen, Abscheidungen sowohl an den erstgenannten Stellen, als auch innerhalb der Knochenkanälchen und -lacunen nachzuweisen. Später habe ich zum Zweck einer eingehenden Prüfung dieser Verhältnisse eine grosse Zahl von Versuchen an Fröschen angestellt. Es wurden denselben grössere Mengen einer 0,2 prozentigen Lösung von Indigcarmin in das kreisende Blut innerhalb 24, 36—48 Stunden infundirt. Die Durchspülung eines oder mehrerer Lymphsäcke mit 1½ prozentiger Kochsalzlösung kam bei den einen Versuchen in Anwendung, bei den anderen nicht. Die Untersuchung der Knochen wurde in den seltensten Fällen am frischen Object ausgeführt, gewöhnlich legte ich dieselben zuerst in absoluten Alkohol, dem nach 24 Stunden concentrirte Salzsäure (4:100) zugesetzt wurde. Nach weiteren 24—48 Stunden sind die Knochen schnittfähig, ohne dass irgend welche eingreifende Veränderungen im Gewebe gesetzt wären. Die Schnitte wurden in mit Chlorkalium gesättigtem Glycerin unter-



1.

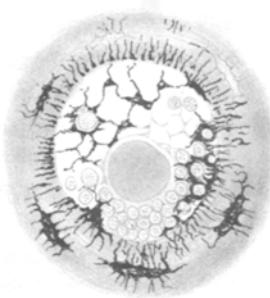
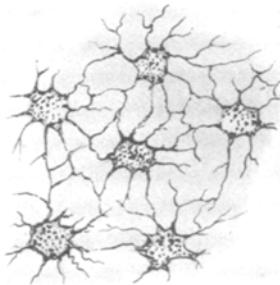
5.

2.

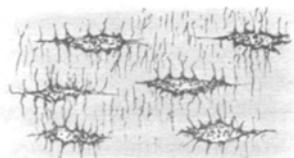


4.

6.



3.



sucht oder in Canadabalsam eingelegt. Auf diese Weise habe ich von den Knochen des Schädels, der Wirbelsäule, des Beckens und der Extremitäten zahlreiche Präparate angefertigt.

Die im Periost erfolgenden Abscheidungen halten im Allgemeinen einen netzförmigen Typus ein. In den äusseren Lagen sind die Netze mässig weitmaschig. Man trifft rundliche oder leicht zackige Figuren, die durch breite bald längere, bald kürzere Ausläufer in Verbindung stehen. So viel über die Form des Netzes im Allgemeinen. Genauere Angaben über dasselbe sind deshalb schwer zu machen, weil dieselbe je nach dem Füllungszustand der Spaltsysteme sehr wechselt. Näher am Knochen ändert sich die Configuration der blauen Zeichnung insofern, als die blauen Linien feiner werden und einander näher rücken. Ihre netzförmige Verbindung ist manchmal eine sehr spärliche; es sind mehr spindelförmige oder spießige Figuren zu finden, die nur stellenweise durch quere oder schiefe Linien in Verbindung stehen. In anderen Fällen dagegen ist eine deutlich maschige Anordnung vorhanden der Art, dass rhomboidale lichte Felder von blauen Linien umsäumt werden. Die eben erwähnten Verschiedenheiten erklären sich wohl zum einen Theil aus dem wechselnden Füllungszustande der Spalten, zum anderen aus einer differenten Structur des Periostes verschiedener Knochenpartien. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass die in einzelnen Schichten gelegenen Systeme wahrscheinlich eine verschiedene Form besitzen, dass somit je nachdem das eine oder andere sich mit Farbstoff füllt, die Zeichnung bald diesen bald jenen Charakter annimmt. Auf dem Durchschnitt trifft man blaue spindelförmige Gebilde theils isolirt stehend, theils verbunden durch feine blaue Linien, welche rhomboidale Felder umschließen (Fig. 2).

Aus der eben gegebenen Schilderung geht hervor, dass im Periost hauptsächlich zwei Systeme von Spalträumen getroffen werden, ein äusseres mit breiteren Knotenpunkten und massigeren Verbindungsästen und ein inneres zierlicher angelegtes. Diese Verschiedenheiten entsprechen unverkennbar den Abweichungen im Gefüge der beiden Periostlagen, von denen, wie längst bekannt, die äusserre lockerer beschaffen ist und weitere Maschenräume hat, während die innere derber und fester angelegt ist. In wie weit die rhomboidalen Zeichnungen der inneren Schichte mit den von

Schwalbe¹⁾ nachgewiesenen Endothelbekleidungen in Beziehung zu bringen sind, wage ich nicht zu entscheiden. Dagegen dürften die an diesen Stellen beobachteten Spaltsysteme wenigstens zum Theil mit Schwalbe's subperiostalen Räumen zu identificiren sein.

Dass die in den verschiedenen Schichten des Periostes nachgewiesenen Zeichnungen zu den Blutgefässen in Beziehung stehen, ist unverkennbar. Die ersteren sind in der Nachbarschaft der letzteren immer am vollständigsten ausgebildet. Ausserdem ist nicht selten ein durch die Adventitia der Gefässse vermittelter Zusammenhang beider vorhanden. Bezuglich des Verhaltens der Gefässse verweise ich auf die Arbeit Langer's²⁾, in der dieselben eine genaue Beschreibung erfahren haben.

Ueber das Verhältniss dieser Spaltsysteme zu den Lymphgefässen des Periostes, die von Schwalbe³⁾ und Budge⁴⁾ neuerdings in eingehender Weise beschrieben worden sind, bin ich ausser Stande Angaben zu machen, weil an solchen Objecten nur ausnahmsweise und immer nur auf kurze Strecken Füllungen derselben mit Farbstoff getroffen werden.

Im Mark findet man zunächst Gefässse, welche in den verschiedensten Richtungen verlaufen und dem entsprechend auch bald auf dem Quer-, bald auf dem Längs- und Schiefschnitt sich präsentiren. Es ist nicht meine Aufgabe, an dieser Stelle auf eine Erörterung der Zahl der Gefässse in den einzelnen Markräumen, sowie deren gegenseitige Beziehung einzugehen, man vergleiche in dieser Beziehung die Arbeiten von Neumann⁵⁾, Bizzozero⁶⁾, Hoyer⁷⁾, Langer⁸⁾ und Budge⁹⁾. Nur eines Structurverhältnisses muss

¹⁾ Schwalbe, Ueber die Lymphwege der Knochen. Zeitschr. f. Anatomie u. Entwicklungsgesch. 1876.

²⁾ Langer, Ueber das Gefässsystem der Röhrenknochen, Denkschr. d. kaiserl. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Cl. Bd. 36. 1875.

³⁾ Schwalbe, l. c.

⁴⁾ A. Budge, Ueber die Lymph- und Blutgefässse der Röhrenknochen. Sitzung des medicinisch. Vereins zu Greifswald, Mai 1876, u. die Lymphwurzeln d. Knochen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XIII. 1876.

⁵⁾ Neumann, Ueber d. Bedeutung d. Knochenmarkes. Arch. d. Heilk. Bd. 10. 1868.

⁶⁾ Bizzozero, Sul midollo delle ossa. Napoli 1869.

⁷⁾ Hoyer, Neue Beitr. zur Histologie des Knochenmarkes. Schwalbe's Jahresber. 1873.

⁸⁾ Langer, l. c. ⁹⁾ Budge, l. c.

ich hier gedenken. An sehr vielen kleineren Arterien und Venen, sowie an zahlreichen Capillaren habe ich eine Scheide nachweisen können, welche dem eigentlichen Gefäss bald sehr nahe anliegt, bald etwas oder ziemlich weit von demselben absteht. Auf dem Durchschnitt sind in dieser Scheide spindelförmige und ästige Körperchen gelegen, um welche Farbstoff abgeschieden ist, der ausserdem mehr oder weniger weit in der Richtung der Ausläufer derselben sich erstreckt. Mehreremal hatte ich Gelegenheit an Längsschnitten von Markräumen in dieser Scheide ein System von blauen Linien zu sehen, die an verästigten Knotenpunkten zu einem Netz sich vereinigten und zwischen sich lichte rhomboidale Felder einschlossen. Die Zeichnung erinnerte sehr an diejenige, welche man bei der Infusion von Indigecarmine und Irrigation des vorgelagerten Mesenteriums des lebenden Frosches um die Gefässer desselben zu Stande kommen sieht. Man vergleiche in dieser Beziehung die früher gemachten Mittheilungen¹⁾. In diesen wurde der Nachweis geliefert, dass in der Adventitia der Gefässer Farbstoffabscheidungen vorkommen, welche so regelmässige Formen einhalten, dass sie vollständig einer das Gefäss umscheidenden Endothelhaut gleichen. Bekanntlich sind von Rauber²⁾, Budge³⁾ und Schwalbe⁴⁾ in der letzten Zeit Mittheilungen über den Befund von perivasculären Räumen an verschiedenen Stellen des Knochens gemacht worden. Wenn diese auch bezüglich der Einzelheiten nicht vollkommen übereinstimmen, so geht doch soviel aus denselben mit Sicherheit hervor, dass an verschiedenen Stellen die Gefässer von einem Raum umgeben sind, welcher von den genannten Autoren als perivasculärer gedeutet wird. Ich zweifle nicht, dass dieses Gebilde mit dem oben beschriebenen identisch ist; nur glaube ich dasselbe in Rücksicht seiner Beziehung zum Endothelschlauch einerseits zu den Saftbahnen des Markgewebes andererseits als adventitiale Scheide und den Raum als adventitiale auffassen zu müssen.

Die Beziehung dieser adventitiae Scheiden zu den Saftbahnen des Markgewebes ist bei Objecten, in denen eine Abscheidung von Indigecarmine im Mark erfolgt ist, häufig nachzuweisen. Es sind

¹⁾ J. Arnold, Beitrag zur Kenntniss der Saftbahnen. *Dies. Arch. Bd. 68. 1876.*

²⁾ Rauber, Elasticität und Festigkeit der Knochen. *Leipzig 1876.*

³⁾ Schwalbe *l. c.*

⁴⁾ Budge, *l. c.*

nehmlich in solchen Fällen im Mark verästigte blaue Figuren vorhanden, die netzförmig angeordnet zwischen sich rundliche Markzellen einschliessen (Fig. 6). In der einen Richtung hängen sie mit der Gefässscheide zusammen, in der anderen reichen sie bis zur Innenfläche des Knochens, an dem sie sich anheften. An dieser Stelle sind oft grössere rundliche Farbstoffanhäufungen gelegen, die einerseits mit den in den angrenzenden Knochenschichten erfolgten Farbstoffabscheidungen, andererseits mit dem im Spaltsystem des Markes befindlichen zusammenhängen. Ob diese an der Oberfläche des Markzylinders gelegenen Zeichnungen zu den von Schwalbe nachgewiesenen perimyelären Räumen in Beziehung zu bringen sind, muss ich unbeantwortet lassen, weil die Farbstoffabscheidungen zu ungleichmässig erfolgt waren, um in dieser Richtung aus ihrer Anordnung einen sicheren Schluss ziehen zu können.

Ueber die eben geschilderte Beziehung der verästigten Zellen des Markes zu den Blutgefässen finden sich schon bei Neumann, Bizzozero, Hoyer, Feltz¹⁾, Feigel²⁾ u. A. Mittheilungen. Einige der genannten Beobachter haben sogar wahrgenommen, dass bei künstlicher Injection und bei Infusion von körnigen Farbstoffen diese die Gefässbahn verlassen und in's Markgewebe vordringen. Die oben berichteten Befunde können nur geeignet sein, eine solche durch die Scheide vermittelte Beziehung zwischen Gefäss und dem im Mark gelegenen System von Saftspalten zu illustrieren. Dass die Farbstoffabscheidungen so ungleichmässige sind, bald nur an ver einzelten Stellen, bald in ausgedehnterem Maasse zu Stande kommen, kann die Richtigkeit einer solchen Anschaugung nicht gefährden. Frühere Erfahrungen haben uns ja gelehrt, dass der Erfolg der Infusionen von so vielfachen Bedingungen abhängt. Es ist somit ganz natürlich, wenn die Abscheidungen die oben erwähnten Unregelmässigkeiten darbieten. Diese machen sich nicht blos an den Saftspalten, sondern auch an den lymphoiden Elementen geltend, die bald keine bald nur einzelne Farbstoffkörnchen enthalten, in anderen Fällen aber mit solchen dicht besetzt sind.

Die Abscheidung des Indigearmins erfolgt in der compacten

¹⁾ Feltz, Journ. de l'anatom. (Robin.) 1872.

²⁾ Feigel, Jahrb. d. k. k. wissenschaftl. Gesellschaft in Krakau. (Schwalbe's Jahresbericht) 1872.

Knochensubstanz mit besonderer Regelmässigkeit in den den Markraum begrenzenden und den unter dem Periost gelegenen Schichten.

Macht man Längs- und Querschnitte von kleineren Röhrenknochen, so findet man in der den Markraum zunächst umschliessenden Lamelle eine sehr feine und zierliche blaue Strichelung, welche durch eine Füllung der Knochenkanälchen mit Farbstoff bedingt ist (Fig. 1 und 6). Dieselben zeigen die bekannte Anordnung und erscheinen an solchen Objecten beinahe ebenso zahlreich als an Schnitten, bei denen die Knochenkanäle mit Luft oder einer Injectionsmasse gefüllt sind. Die Farbstoffabscheidung erstreckt sich manchmal nur auf die Kanälchen, gewöhnlich aber ist diese auch auf die erste Serie von Knochenlacunen ausgedehnt. Der Zustand und Grad der Füllung dieser ist ein sehr verschiedener. Bald liegen in den Lacunen nur einzelne Körnchen, bald enthalten diese grössere Mengen oder sind vollständig mit dem Farbstoff erfüllt (Fig. 1, 3 und 6). Was das Lagerungsverhältniss dieses zu den Knochenzellen anbelangt, so schien mir derselbe pericellulär zu liegen und zwar namentlich auf der einen Fläche, während die andere Fläche der Knochensubstanz zugewendet war. Die Feststellung dieser Verhältnisse begegnet allerdings den grössten Schwierigkeiten, noch grösseren als beim Bindegewebe. Die Quellen der Täuschungen sind sehr zahlreiche. Soweit man aber im Stande ist, bei solchen Objecten zu urtheilen, glaube ich aussagen zu dürfen, dass der Farbstoff die eine Fläche der Zelle einnimmt, während die andere der Wand der Knochenlacune anliegt. In Fällen, in denen die Farbstoffabscheidung eine ausgiebigere ist, erstreckt sich dieselbe auch noch auf ein zweites und selbst drittes System von Knochenkanälchen und Knochenlacunen (Fig. 3). Doch kann man nachweisen, dass mit der Entfernung vom Markkanal die Menge des in den Lacunen und Kanälchen abgeschiedenen Farbstoffes abnimmt. Hat man Schnitte durch Knochen angefertigt, die reicher an Markräumen sind, so erhält man namentlich auf dem Querschnitt zierliche Bilder der Art, dass die um die Markräume angeordneten Lamellensysteme die feine blaue Strichelung zeigen, während die anderen farblos sind. Ist die Zahl der einen Markraum umgebenden Lamellensysteme eine geringe, so lässt sich eine ziemlich vollständige Füllung der sämtlichen Knochenkanälchen und -lacunen mit Farbstoff erreichen.

Besonders zierlich ist das Bild bei der Flächenbetrachtung oder an Schiefschnitten von Knochenlamellen, in denen eine Farbstoffabscheidung zu Stande gekommen ist (Fig. 4). Man findet an solchen Präparaten die zackigen Knochenlacunen bald nur mit einzelnen, bald mit zahlreichen oder ganz dicht mit Farbstoffkörnchen angefüllt. Von ihnen treten feine zum Theil verästigte blaue Linien ab, die untereinander netzförmig sich verbinden (Fig. 4). Ich zweifle, dass bei einer noch so gelungenen Injection so schöne Bilder von dem Kanalsystem des Knochens sich herstellen lassen.

Entfernt man das Mark aus der Höhle und fertigt die Schnitte in der Weise an, dass man Flächenansichten von der an die Markhöhle grenzenden Schichte des Knochens bekommt, dann erscheint der Knochen ganz dicht mit feinen Punkten besetzt und erst bei tieferer Einstellung kommt die erste Serie der Knochenlacunen zum Vorschein (Fig. 5). Die Deutung dieses interessanten Bildes kann nicht zweifelhaft sein; wir haben es in diesen blauen Punkten mit den Oeffnungen der auf der inneren Fläche des Knochens mündenden Kanälchen zu thun. Die Beziehung derselben zum Mark und zudem in diesem gelegenen Spaltsystemen macht sich dadurch kenntlich, dass die mit Farbstoff gefüllten Spalten mit den in den Kanälchen abgeschiedenen Körnern continuirlich zusammenhängen (Fig. 6). Ob ausserdem noch eine Verbindung durch Schwalbe's perimyelären Räume vermittelt wird, kann ich aus den oben angegebenen Gründen nicht entscheiden. Man müsste sich dann vorstellen, dass von der einen Seite die Spaltsysteme des Markes, von der anderen die Knochenkanälchen in diese perimyelären Räume sich eröffnen.

Was die Farbstoffabscheidungen in den unter dem Periost gelegenen Schichten des Knochens anbelangt, so ist ihre Configuration im Wesentlichen dieselbe. Man trifft feine blaue Linien, welche die dem Periost angrenzenden Lamellen durchsetzen; auch hier kommt es zu einer Farbstoffabscheidung in dem äussersten System von Knochenlacunen (Fig. 2). Die Abscheidungen sind aber im Allgemeinen spärlicher und kommen nur in den äussersten Lamellensystemen zu Stande, sie gelangen überhaupt viel weniger häufig zur Beobachtung als die im Mark. Was die Beziehung der im Periost einerseits, im Knochen andererseits gelegenen Farbstoffmassen zu einander anbelangt, so hat es an einigen Stellen den Anschein, als ob die im Periost gelegenen blauen Linien in den

Knochen sich fortsetzen, um dort als Knochenkanälchen sich zu präsentiren. An anderen Stellen war aber ein solcher direchter Uebergang nicht nachweisbar, weil zwischen den im Periost und im Knochen befindlichen Farbstoffabscheidungen etwas massigere Ansammlungen von Farbstoff eingeschaltet waren, welche, wie bereits oben erörtert, vielleicht den Schwalbe'schen subperiostalen Räumen entsprechen. Es wäre demnach die Beziehung der im Periost gelegenen Spaltsysteme zu den Knochenkanälchen eine ähnliche wie diejenige der Safräume des Markes zu diesen.

Die eben mitgetheilten Beobachtungen weisen darauf hin, dass die Knochenkanälchen und -lacunen mit den Ernährungsvorgängen im Knochen in Beziehung zu bringen sind. Für eine solche Auffassung von der funktionellen Bedeutung derselben finden sich auch in der Literatur zahlreiche Anhaltspunkte.

Nachdem Leeuwenhoek¹⁾ die Kanälchen zuerst gesehen hat, erfuhren dieselben eine genauere Beschreibung durch Purkinje, Deutsch²⁾ und J. Müller³⁾. Der Letztere nahm an, dass das ganze System der Kanälchen mit Kalk gefüllt sei, weshalb ihnen auch der Namen der *Canaliculi chalicophori* beigelegt wurde. Treviranus⁴⁾ war wohl der Erste, der sie als wirkliche hohle Gebilde betrachtete. Dieser Auffassung schlossen sich Smee⁵⁾ und Bruns⁶⁾ an. Lessing⁷⁾ wies nach, dass im trockenen Zustand des Knochens die Kanälchen mit Luft gefüllt sind, während sie im lebenden Zustand ein mit Flüssigkeit gefülltes Lückensystem darstellen sollten: eine Anschauung, die in Führer⁸⁾ einen warmen Vertreter gefunden hat. Durch die Mittheilung Schwann's⁹⁾, dass die Knochenkörper als sternförmige Zellen mit Fortsätzen nach Art der Pigmentzellen anzusehen seien, wurde die Aufmerksamkeit mehr auf

¹⁾ Leeuwenhoek, Anatom. 1687.

²⁾ Purkinje u. Deutsch, *De penitiori ossium structura*. 1834.

³⁾ J. Müller, *Miescher's inflammat. ossium*. 1836.

⁴⁾ Treviranus, *Beiträge* 1835.

⁵⁾ Smee, *Gaz. med.* No. 30. 1840.

⁶⁾ Bruns, *Allgemein. Anatom.* 1845.

⁷⁾ Lessing, *Ueber ein plasmatisches Gefässsystem in allen Geweben, insbesondere in Knochen u. Zähnen*. Hamburg 1846.

⁸⁾ Führer, *Ueber einige Auswege des Blutumlaufes*. *Arch. f. physiol. Heilk.* Bd. X. 1859.

⁹⁾ Schwann, *Mikroskop. Unters.* 1839.

die zelligen Elemente des Knochens gelenkt. C. Krause¹⁾, Gerber²⁾, Valentin³⁾, Mayer⁴⁾, Henle⁵⁾ u. A. haben sich dieser Auffassung, dieselbe mehr oder weniger modifizirend, angeschlossen. Durch Virchow⁶⁾ ist diese Anschauung zu einer für Physiologie und Pathologie gleich wichtigen Lehre ausgebildet worden, der zu folge die Ernährung der Knochen durch ein System von anastomosirenden Zellen vermittelt werde. Der von Fürstenberg⁷⁾ und Neumann⁸⁾ geführte Nachweis, dass die von Virchow isolirten Gebilde nicht die zelligen Elemente des Knochens, sondern Theile der Intercellularsubstanz sind, war nicht im Stande, die Bedeutung der Virchow'schen Lehre zu gefährden, weil durch die Untersuchungen von Donders⁹⁾, Kölliker¹⁰⁾, Rouget¹¹⁾, Aeby¹²⁾, Beale¹³⁾, Gegenbaur¹⁴⁾ u. A. am frischen Knochen die Existenz solcher dargethan wurde. Auch durch die neueren Untersuchungen von Joseph¹⁵⁾, Kutschin¹⁶⁾, Rollett¹⁷⁾, Heitzmann¹⁸⁾, Frey¹⁹⁾ u. A. wird diese bestätigt, wenn auch die genannten Autoren bezüglich der gegenseitigen Beziehungen derselben zu einander nicht übereinstimmen. Die Einen nehmen nehmlich an, dass die Knochenzellen Ausläufer besitzen, solche in die Knochenkanälchen entsenden und durch dieselben unter einander in Verbindung stehen, während

1) Krause, Anatomie. 1840.

2) Gerber, Allgemeine Anatomie. 1840.

3) Valentin, Repertor. 1840.

4) Mayer, Müller's Arch. 1841.

5) Henle, Allgemeine Anatomie. 1841.

6) Virchow, Verhandlung d. Würzb. physik.-med. Gesellschaft Bd. I u. II. 1851.

7) Fürstenberg, Müller's Arch. 1857.

8) Neumann, Beitrag zur Kenntniss des norm. Zahneins etc. 1863.

9) Donders, Mulder's physiol. Chem. 1850.

10) Kölliker, Mikroskop. Anatom. 1850.

11) Rouget, Journ. de la physiolog. 1858.

12) Aeby, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4. 1858.

13) Beale, Structur d. einfachen Gewebe. 1862.

14) Gegenbaur, Jenaer Zeitschr. 1864.

15) Joseph, Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. 6. 1870.

16) Kutschin, Rollett's Unters. 1870.

17) Rolett, Stricker's Histologie. 1871.

18) Heitzmann, Wiener med. Jahrbücher u. Wiener akadem. Sitzungsberichte. 1872 u. 1873.

19) Frey, Histologie. 1876.

die Anderen von einem solchen Zusammenhang der Zellen sich nicht zu überzeugen vermochten.

Durch die Arbeiten von Ranzier¹⁾, Renaut²⁾ und Schwalbe³⁾ wird den Zellen des Knochengewebes eine ähnliche Beziehung zur Intercellularsubstanz angewiesen wie denjenigen des Bindegewebes. Dieselben sollen in den Knochenlacunen wandständig gelegen sein gleich den Bindegewebskörpern im Saftkanalsystem. Die oben mitgetheilten Beobachtungen können einer solchen Annahme nur als günstig bezeichnet werden. Es würden demzufolge die Saftspalten des Bindegewebes und die Knochenkanälchen mit ihren Lacunen als sich entsprechende Systeme von Räumen aufzufassen sein, in denen wandständig gelagerte Zellen und ein der Ernährung der Gewebe dienender Saft enthalten sind. Die Aehnlichkeit der Structurverhältnisse beider Gewebsarten wäre eine noch grössere, wenn die Intercellularsubstanz des Knochengewebes, wie dies von Ebner⁴⁾ dargestellt wird, aus Fibrillen sich aufbaute.

Die eben mitgetheilte Zusammenstellung der in der Literatur enthaltenen Anschauungen über die Structur des Knochengewebes im Allgemeinen und die Anordnung des Kanalsystems im Besonderen ist in mannichfacher Beziehung lehrreich. Einmal ergiebt sich aus derselben, dass soweit die Anschauungen über die Structur der Knochen auseinandergegangen sein mögen, in einer Hinsicht jeder Zeit eine Uebereinstimmung herrschte: nehmlich in der Anforderung einer der Ernährung des Knochens dienenden Vorrichtung. Ferner ist aber aus dieser Uebersicht zu entnehmen, dass das System der Knochenkanälchen mit den Ernährungsvorgängen in Verbindung gebracht worden ist, seitdem wir dessen Anordnung haben genauer kennen lernen. Auf welche Weise durch das Kanalsystem die Ernährung vermittelt wird, in welcher Beziehung dieses zum Blut- und Lymphgefäßssystem steht, darüber vermissen wir aber bestimmtere Angaben.

Die Mittheilungen Schwalbe's und Budge's sind die ersten, in denen uns insbesondere über den letzteren Punkt Aufschlüsse

¹⁾ Ranzier, Arch. d. physiol. norm. et path. 1875.

²⁾ Renaut, Dasselbst.

³⁾ Schwalbe, l. c.

⁴⁾ Ebner, Sitzungsber. d. k. k. Akademie d. Wiss. in Wien. 72. Bd. III. Abth. Juli 1875.

geboten werden, indem auf anatomischem Wege der Zusammenhang des Systemes der Knochenkanälchen mit den Lymphgefassen dargethan wird. Beide Forscher berichten uns, dass sie im Periost Netze von Lymphgefassen injicirt haben, dass aber auch im Mark und in den Haversischen Kanälen Räume sich füllen lassen; die sie als perivasculäre bezeichnen und von denen aus die Injectionsmasse in die Knochenlacunen vordringen soll. Ausserdem erwähnt Schwalbe noch subperiostale und perimyelärer Spaltsysteme, von denen aus die Injectionsmasse gleichfalls in die compacte Knochensubstanz einzutreten vermöge. Nach den Untersuchungen Schwalbe's und Budge's würden also folgende Kanalsysteme am Knochen zu unterscheiden sein, deren nächste Beziehung zum Lymphgefäßsystem und deren Gefülltsein mit Lymphen betont wird. 1) eigentliche Lymphgefäßnetze in der äusseren Schichte des Periostes, vielleicht auch im Mark (Schwalbe, Budge), 2) subperiostale und perimyeläre Spaltsysteme (Schwalbe), 3) perivasculäre Räume in den Haversischen Kanälen (Schwalbe, Budge) und endlich 4) das System der Knochenkanälchen und Knochenlacunen. Budge betrachtet die letzteren als die Anfänge der Lymphgefässe im Knochen. Er bringt somit die Knochenlacunen und Knochenkanälchen in dieselbe ausschliessliche Beziehung zum Lymphgefäßsystem, wie sie von Recklinghausen für die Spalträume des Bindegewebes angenommen worden ist. Diese Anschauung findet ihre Erklärung in den Bedingungen, unter denen eine Füllung der Knochenlacunen bei den genannten Untersuchungen zu Stande gekommen ist.

Es wird sich nun fragen, in wie fern die Resultate der oben berichteten Versuche, bei denen die Wege und Bedingungen der Farbstoffzufuhr so ganz andere waren, diese Anschauungen zu bestätigen, zu berichtigen und zu erweitern geeignet sind.

In erster Linie glaube ich hervorheben zu sollen, dass die Versuchsanordnung den Einwurf, der gegen die Injectionsresultate so häufig geltend gemacht worden ist, ausschliesst, als handle es sich bei den innerhalb der Knochenkanäle abgeschiedenen Farbstoffmassen um Zeichnungen, die ihre Entstehung einer Extravasation solcher verdanken. Zweitens aber ist zu betonen, dass der Farbstoff in das kreisende Blut unter geringem Druck infundirt und am lebenden Gewebe abgeschieden worden ist. Man ist somit gewiss

berechtigt, von den Vorgängen der Farbstoffabscheidung auf diejenigen der Ernährung einen Rückschluss zu ziehen.

Um die oben berichteten Versuchsresultate in dieser Richtung verwerthen zu können, glaube ich hauptsächlich auf folgende Verhältnisse hinweisen zu sollen.

Bei der Infusion von Indigearmin in das Blut des lebenden Thieres wird der Farbstoff hauptsächlich in der Nachbarschaft der Blutgefäße abgeschieden, ohne dass ausgedehntere Füllungen von Lymphgefäßen wahrgenommen werden. So verhält sich die Sache zunächst im Periost, in dem oft ausgedehnte Füllungen des Saftkanalsystems beobachtet werden, ohne dass eine solche auch nur in beschränkterem Maasse im Lymphgefäßsystem vorhanden ist. Ebenso konnte aber auch im Mark für diese Abscheidungen des Farbstoffes der Nachweis geführt werden, dass sie dem Verlauf der Blutgefäße folgen und zu diesen in einer innigen Beziehung stehen. Diese wird vermittelt durch die Adventitia der Gefäße und giebt sich zu erkennen in dem contuirlichen Zusammenhang der im Spalt- system der Adventitia einerseits, des Markes andererseits gelegenen Farbstoffabscheidungen. Allein nicht nur die im Periost und Mark, sondern auch die in der compacten Knochensubstanz erfolgenden Abscheidungen scheinen an den Verlauf der Gefäße gebunden, da sie hauptsächlich in den unter dem Periost und noch ausgiebiger in den um die grösseren und kleineren Mark- und Gefäßräume gelegenen Lamellen eintreten. Auch an dieser Stelle spielt die Adventitia der Gefäße eine vermittelnde Rolle bei der Abscheidung; wenigstens kann man zuweilen von derselben abtretende blaue Linien bis in die Knochenkanälchen hinein verfolgen.

Die Erwägung der eben erörterten Verhältnisse führt meines Erachtens folgerichtig zu dem Schluss, dass die Lacunen und Kanälchen des Knochengewebes nicht nur zu dem Lymphgefäßsystem, sondern auch zu dem Blutgefäßsystem in innigster Beziehung stehen und dass die letztere wesentlich durch die Adventitia der Blutgefäße vermittelt wird.

Die zuletzt erwähnte Anordnung der Adventitia entspricht vollständig derjenigen, wie ich sie früher an verschiedenen bindegewebigen Gebilden wahrgenommen und beschrieben habe. Ich will hier nur an die eine Beobachtung erinnern, dass an dem vorgelegerten Mesenterium bei Infusion von Indigcarmin in das Blut am

lebenden Object wahrgenommen werden kann, wie die Abscheidung, ich darf sagen mit einer gewissen Vorliebe und Gesetzmässigkeit in den Adventitien von Gefässen erfolgt und von da aus erst in die Spalträume des Bindegewebes sich fortsetzt. Die Ablagerung in den Scheiden kann eine so regelmässige sein, dass das Gefäss von einem System blauer Linien umgeben ist, die gleiche grosse rhomboidale Felder zwischen sich einschliessen. Also genau das-selbe Verhalten wie an den Gefässen des Markes.

Sind nun die von den Adventitien begrenzten Räume identisch mit den von Schwalbe und Budge beschriebenen perivasculären? Ich vermuthe so; denn ihre Beziehung zum Gefäss einerseits, zu der Knochensubstanz andererseits ist genau die von den genannten Forschern beschriebene. Ich habe mich der von dem Letzteren gewählten Bezeichnung nicht angeschlossen aus zwei Gründen. Ein-mal halte ich für diesen Raum die Bezeichnung perivasculär für nicht gerechtfertigt, weil derselbe nicht zwischen Gefäss und dem angrenzenden Gewebe, sondern zwischen Gefässscheide und Endothel-schlauch gelegen ist, so dass der Name adventitial den anatomischen Verhältnissen mehr entsprechen möchte. Zweitens wollte ich einer Verwechselung mit wirklichen perivasculären Räumen, wie sie an verschiedenen Stellen vorkommen sollen, vorbeugen. Aber auch noch in einer anderen Beziehung glaube ich von der Auffassung der beiden Autoren abweichen zu müssen. Dieselben bringen den von ihnen als perivasculär bezeichneten Raum in nächste Beziehung zum Lymphgefäßsystem und fassen ihn als Lymphraum auf. Für eine solche Anschauung haben meine Untersuchungen keinen An-haltspunkt ergeben, da es bei den Versuchen fast niemals zu einer Füllung von unzweifelhaften Lymphgefäßsen gekommen ist. Die am lebenden Objecte angestellte Beobachtung, dass bei Infusion von Indigearmin in's Blut zunächst die Abscheidung in diesen Scheiden erfolgt und von da in's Saftkanalsystem des Gewebes sich fortsetzt, scheint mir gleichfalls nicht geeignet, einer Auffassung dieses Rau-mes als Lymphraum zu rechtfertigen. Es müsste dann doch eine ausgedehntere Füllung von Lymphgefäßsen zu erwarten sein. In Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse glaube ich die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass diese adventitiellen Räume viel eher Vorrichtungen sind, welche dem Stoffaustausch zwischen Gefässen und Geweben einerseits, andererseits der Verbreitung des Parenchym-

saftes in diesen dienen. Damit soll nicht ausgesagt sein, dass sie zum Lymphgefäßsystem nicht in Beziehung stehen.

Warum ich in Anbetracht dieser Verhältnisse der Auffassung Budge's, welcher die Wurzeln der Lymphgefässe in die Knochenlacunen verlegt, nicht beipflichten kann, bedarf wohl keiner weiteren Begründung. Meine Untersuchungen haben mich zu dem Ergebniss geführt, dass die Knochenlacunen und Knochenkanälchen nicht nur zu den Lymphgefäßsen, sondern auch zu den Blutgefäßsen in Beziehung stehen, die Stellung des Kanalsystems des Knochens zu den Blut- und Lymphgefäßsen ist somit dieselbe wie diejenige des Saftkanalsystems des Bindegewebes zu diesen. Ich war an einer anderen Stelle bemüht den Beweis zu liefern, dass es in Anbetracht der Beziehung des Saftkanalsystems des Bindegewebes zu den Blutgefäßsen nicht gerechtfertigt ist, die Wurzeln der Lymphgefäßse in die Saftspalten zu verlegen. Die am Knochengewebe über diesen Gegenstand gemachten Wahrnehmungen können nur geeignet sein, mich in dieser Auffassung zu bestärken und dem Kanalsystem auch dieses Gewebes seine selbständige Stellung dem Blut- und Lymphgefäßse gegenüber und seine Bedeutung als Saftkanalsystem zu wahren.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

- Fig. 1. Längsschnitt durch die an die Markhöhle grenzenden Lamellensysteme. Die Kanälchen und Lacunen sind mehr oder weniger hochgradig mit Farbstoffkörnchen gefüllt.
- Fig. 2. Längsschnitt durch die an das Periost grenzenden Lamellensysteme. Der Befund am Knochen ist im Wesentlichen derselbe; nur ist die Füllung der Knochenkanälchen und Knochenlacunen mit Farbstoff eine geringgradigere. Im Periost finden sich spindelförmige und verästigte blaue Körper, die durch blaue Linien in verschiedenen Richtungen anastomosiren.
- Fig. 3. Längsschnitt durch Knochenlamellen. Die Knochenkanälchen und Knochenlacunen enthalten zahlreiche Farbstoffabscheidungen.
- Fig. 4. Anastomosirende Knochenlacunen mit Farbstoff gefüllt von der Fläche gesehen.
- Fig. 5. Flächenansicht der die Markhöhle begrenzenden Lamelle nach Entfernung des Markes. An der Oberfläche finden sich zahlreiche blaue Punkte. Die Mündungen der Knochenkanälchen an der inneren Fläche. In den tieferen mehr nach aussen gelegenen Schichten sind einzelne Farbstoff enthaltende Lacunen zu sehen.

Fig. 6. Durchschnitt durch einen kleinen Markraum. In der Mitte ist der Querschnitt eines Gefässes gelegen, das in einiger Entfernung von einer lockeren Scheide umgeben ist. An diese schliessen sich verästigte Zellen an, deren Ausläufer ein geschlossenes Netz bilden. Die Räume zwischen diesen enthalten rundliche Zellen. In dem Netz anastomosirender Zellen ist Farbstoff abgeschieden, ebenso in den Knochenkanälchen und Knochenläcunen der innersten Lamelle.

III.

Experimentelles über fettige Degeneration der Nierenepithelien.

Von Dr. Otto von Platen,
Assistent am pathologischen Institut zu Bonn.

Mit den Versuchen, welche man bisher angestellt hat, fettige Degeneration des Nierenepithels zu erzeugen, ist man nicht gerade glücklich gewesen. Wenigstens ist es nicht gelungen, die Ursachen dieser Ernährungsstörung bis auf einfache, so zu sagen elementare, Vorgänge zu verfolgen.

So schätzenswerth auch die leider so kurz ausgeführten Angaben von Manassein¹⁾ sind, dass die Inanition schliesslich zu fettiger Degeneration der Niere führt, so ist doch diese Bedingung gewiss eine so complicirte, geht mit solchen Umwälzungen im gesamten Stoffwechsel des Organismus einher, dass sie einen Rück schluss in Bezug auf das Zustandekommen der Nierenaffection nicht gestattet. Dies gilt noch mehr von der Phosphorvergiftung. Durchsichtiger schon sind die Experimente von Zielonko²⁾), welcher bei Verengerung der Aorta ascendens zuweilen fettige Degeneration des Nierenepithels erzeugte. Man sollte nun glauben, dass dies Ergebniss zu dem weiteren Versuch hätte einladen müssen, auf eine mehr directe Weise das Verhältniss der arteriellen Zufuhr zu dem genannten Prozess klar zu legen. Statt dessen sehen wir die fer-

¹⁾ Med. Centralblatt. 1868. No. 18. S. 273.

²⁾ Dieses Archiv Bd. 61. S. 267.