

ÜBER
DIE BLUTGEFÄSSE DER KNOCHEN DES SCHÄELDACHES
UND
DER HARTEN HIRNHAUT.

VON
PROF. KARL LANGER,
VIRALICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Mit 4 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 11. JÄNNER 1877.

Gefässe der Knochen des Schädeldaches und der harten Hirnhaut.

An die vor anderthalb Jahren publicirte Abhandlung über die Blutgefässe der Röhrenknochen reihe ich die vorliegende Mittheilung über die Gefässverhältnisse in den Knochen des Schädeldaches. Es schien mir wünschenswerth, die Untersuchung auch nach dieser Richtung hin auszu dehnen, weil diese Knochen wegen ihrer Entstehung innerhalb einer bindegewebigen Grundlage eine besondere Gruppe von Skeletstücken darstellen.

Die Untersuchung erstreckte sich daher auch auf den in der Bildung begriffenen Knochen und wurden in dieselbe auch die Gefässverhältnisse der harten Hirnhaut einbezogen.

Bei der Darstellung der Gefässe bin ich wie früher vorgegangen. Die Arterien wurden direct aber auf möglichst kurzem Wege, durch die *Meningea* oder einen ihrer Äste, die Venen theils direct durch den *Sinus*, theils nach Anbohrung des Knochens durch die Diploë injicirt. Um sich den Erfolg einer Injection durch die Diploë möglichst zu sichern, wähle man Individuen aus den 20er und 30er Jahren, deren Diploë in der Regel stärker entwickelt ist, als bei ganz jungen und sehr alten Leuten. Wenn man mehrere Bohrlöcher an geeigneten Stellen (*Tubera*, Nasenränder) angelegt hat, wird es meistens gelungen sein, Knochen und Dura beide in grösserem Umfange bis in die Capillaren zu füllen. Bei solchen Injectionen übergeht die Masse nicht nur ganz leicht in die Breschet'schen Venen, sondern auch in die Dura-Venen, die äusseren Venen der Calvaria, in die der Augenhöhle, der Schläfengrube, selbst in die Hauptstämme des Halses, welche bei fortgesetztem Injectionsdrucke einen leicht flüssigen Injectionsstoff bis in die *Sinus spinates* und selbst bis zum Herzen gelangen lassen.

Indem ich zur Besprechung der Befunde übergehe, beginne ich mit der Schilderung der

A. Gefässverhältnisse in der *Dura mater*.

Aus den zahlreichen voreapillaren Anastomosen, welche sich sämmtliche Abzweigungen aller *Arteriae meningae* nicht nur an derselben Körperseite, sondern auch über die Scheitelmitte hinweg zusenden, erklären

sich manche bemerkenswerthe Injections-Ergebnisse: zunächst der Übergang des Injectionsstoffes über die Sichel hinweg nach der anderen Seite, dann die gelegentlich vorkommende Asymmetrie in der Vertheilung der Astfolge der beiderseitigen Arterien. Es kommt manchmal besonders in der Stirngegend vor, dass z. B. die linke *Meningea media* auch auf der rechten Seite Disgebiete mit Blut versorgt, seien es grössere Bezirke oder so, dass nur die beiden von Hyrtl beschriebenen neben dem Sichelansatze hinter der Stirnnaht herablaufenden Zweige aus einer asymmetrischen Arterie abkommen, welches Stämmchen dann quer über die Stirnfontanelle hinwegzieht¹. Es erklärt sich ferner aus diesen allseitig ausgreifenden Anastomosen der Eintritt des Injectionsstoffes aus der *Meningea media* in sämtliche andere *Meningeae* und rückläufig in deren Stämme, in die *Ophthalmica*, selbst in die *Carotis interna* und dann wieder peripheriewärts in ihre Hirnzweige.

Die Endzweige der *Art. meningea media* durchdringen wie schon Cruveilhier angegeben hat, auch vollends die Substanz der dicken *Sinus*-Wände bis zur innersten Fläche derselben. Hier zweigen auch die grössten *Arteriae perforantes* (Hyrtl) ab und hier entstehen die absteigenden Zweige für die Sichel.

Die grösseren Zweige, welche neben der Pfeilnaht in den Knochen eindringen, haben nebst Venen noch ein ganzes Bündel von feineren Zweigen an ihrer Seite. Diese letzteren sind theils Ramificationen der grösseren Arterie, theils Ansläuffer des arteriösen Meningealplexus. Es hat den Anschein, als ob die grössere Arterie ein *Ramus perforans*, die kleineren aber dazu bestimmt wären, in dem Knochen sich aufzulösen.

Die Sichel bekommt ausser den erwähnten absteigenden Zweigen der *Meningeae* noch einen oder noch einen zweiten Ast von der *Arteria cerebri anterior*, welcher am concaven Rande der Sichel fortzieht und mit den Ansläuffern der absteigenden Arterien anastomosirt. Am sichersten gelangt man zur Ansicht dieser, wie ich glaube, bisher unbekannt gebliebenen Arterien, wenn man an einem Kinde die inneren Carotiden mit sehr feinen Massen injicirt, dann mittelst eines Sägeschnittes die Calvaria sammt den darin eingelagerten Grosshirnhemisphären abträgt und die eine der Hemisphären vorsichtig aus ihrer Nische heraushebt. Damit bringt man sich die obere Fläche des *Corpus callosum* sammt seinen Arterien zur Ansicht. Der Ast für die Sichel entsteht gerade an der Stelle, wo sich der Stamm der vorderen Hirnarterie über das Balkenknie schlingt, um in den grossen Gehirnspace zu gelangen. Wenn noch ein zweiter Sichelast vorhanden ist, so löst er sich ungefähr in der Mitte der Länge des Balkens und wahrscheinlich immer von der Arterie der anderen Seite.

Der Fund dieser Arterie zeigt, dass das Vertheilungsgebiet der Hirnarterien keineswegs so in sich abgeschlossen ist, als man sich dasselbe bisher vorgestellt hat. Bekannt ist zwar, dass auch die *Carotis interna* und ihr Zweig, die *Arteria ophthalmica*, Meningealzweige abgeben, dass somit centralwärts Verbindungen bestehen, dass aber auch an der Peripherie, nämlich zwischen eigentlichen Hirnarterien und Meningealarterien solche Anastomosen vorhanden sind, dürfte nicht bekannt gewesen sein. Es erklärt sich aber diese Verbindung schon aus dem Umstande, dass die Sichel nicht frei zwischen die Hemisphären eingeschaltet, sondern mit der *Pia mater* in directen Zusammenhang gebracht ist, nämlich durch die in den *Sinus longitudinalis inferior* eintretenden Hirnvenen, welche somit diesen Arterien gleichsam den Weg vorzeichnen. Darauf hin habe ich auch die Verbindung, welche die oberen Hirn Venen mit der Sichel und mit der oberen Dura vermitteln, untersucht, und es haben sich dabei auch hier wieder feinere, diese Venen begleitende Arterienzweige nachweisen lassen. Wie mir scheint, sind diese Verbindungen überhaupt nichts weniger als so vereinzelt und auf diese Stellen beschränkt, indem ich später auch unter dem Tentorium feine, von der Pyramidengegend der Dura abgehende Fäden angetroffen habe, welche arteriell injicirt waren.

Über die feinere Vertheilung der Blutgefässe in der *Dura mater* liegen bereits mehrere Arbeiten vor, zunächst jene von Böhm², dann die von Paskowitsch³ und die von Michel⁴. Als Endergebniss

¹ Dieser Fall von Asymmetrie findet sich auch abgebildet in der von J. Ladamiral in farbigem Öldruck ausgeführten Tafel von F. Ruysch. (Icon. duræ matris a cl. viro Fr. Ruyschio. Delineata et coloribus impressa a J. Ladamiral. 1730.)

² Virchow's Archiv, Bd. 47, p. 218.

³ Beiträge zu Anatomie und Histologie von Landzert. 1. Hft., p. 58.

⁴ Berichte der k. sächs. Gesellsch. der Wissensch. 1872, p. 331.

dieser Arbeiten, insbesondere der letzteren ist hervorzuheben, dass in der Dura zwei Gefässnetze vorhanden sind, ein aus feineren Röhren zusammengesetztes an ihrer inneren freien Fläche und ein von grösseren Gefässen dargestelltes an der äusseren, dem Knochen zugewendeten Fläche. Nach den Schilderungen von Michel, welcher hauptsächlich die Dura des Hundes zu seinen Untersuchungen benützte, und der auch der erste das äussere Netz und zwar vom Hunde abgebildet hatte, übergehen die feinsten Arterien, welche sich allenthalben in der Dura vertheilen, ganz unmittelbar in diese Netze ein, welche beide erst später als venöse betrachtet.

Der folgende Bericht über die Resultate meiner Untersuchungen betrifft nur die Verhältnisse in der harten Hirnhaut des Menschen, worin allerdings auch zwei Gefässnetze, ein inneres und ein äusseres vorkommen, deren Zusammenhang mit den zu- und ableitenden Stämmchen sich mir jedoch in anderer Weise dargestellt hat, als aus den vorliegenden, insbesondere den Verhältnissen der Hunde-Dura entnommenen Schilderungen hervorgeht.

Das innere Netz, welches ich partienweise ganz dicht zu füllen vermochte, besteht aus Röhren, welche bezüglich ihrer Durchmesser keineswegs zu den feineren gehören: sie übertreffen, wenn prall gefüllt um das Zweifache und mehr die Durchmesser der feinsten Drüsengefässe; nur dann, wenn sie nicht prall gefüllt sind, zeigen sie sich feiner. Sie sind so zartwandig, dass der geringste Überdruck, auch dann, wenn mit sehr flüssigen Massen injicirt wird, alsbald Extravasate veranlasst. Entsprechend der Anordnung der die oberflächliche Schichte der Dura darstellenden Faserbündel bildet es in der Mitte der Scheitelbeingegegend, wo die Fasern in parallele Züge geordnet sind, längliche, schmale, stumpf und spitzwinkelig abgeschlossene Maschen, in der Stirngegend wieder, wo das Duragewebe mehr verflochten ist, kürzere, verschieden verschobene und verdrückte Quadrate. (Fig. 1.)

Es unterscheidet sich, wenn seine Injection gelungen ist bezüglich der Gestaltung seiner Röhren in nichts Wesentlichem von anderen Netzen dieser Form; nur dann wieder, wenn es nicht prall gefüllt ist, erscheinen die Röhren stellenweise auffallend verengt und kommen in den Knotenpunkten des Netzes die beschriebenen grösseren Aufquellungen vor, welche ihm das Aussehen eines Lymphgefässnetzes geben.

Die Frage nach der Stellung dieses Netzes, beziehungsweise die Frage, wie hier, an der inneren Oberfläche der Dura der Kreislauf des Blutes zum Abschlusse kommt, glaube ich dahin beantworten zu können, dass das Netz als ein echtes intermediäres aufzufassen sei, als eine Gefässformation nämlich, welche zwischen arterielle und venöse Endverzweigungen eingeschaltet ist. Denn ich konnte in ganz gelungenen Präparaten und bilateralen Injectionen den ganzen peripherischen Röhrenzug lückenlos verfolgen; ich sah wie die feine Ramification der Arterien in die Röhren des Netzes übergeht, und überzeugte mich, dass die Venenstämmchen nur durch allmählig sich vereinigende Wurzelzweige aus diesem Netze hervorgehen. Das Netz gehört somit nicht zum venösen Bezirke, sondern besteht aus wahren Übergangsgefässen; es überlagert daher die beiderseitigen Astfolgen und stellt eine nach der Fläche ausgebreitete Grenzformation dar, wie solche auch in anderen Membranen, z. B. serösen Häuten vorkommen. In Fig. 2 ist ein Theil dieses Netzes im Zusammenhange mit der arteriellen Astfolge und mit den Wurzeln der Venen dargestellt.

An Durchschnitten der Membran (Fig. 3) lassen sich die Niveauverhältnisse all dieser Gefässe leicht zur Ansicht bringen. Sie zeigen, wie die grösseren Arterien und Venenzweige von aussen anlangend vorerst nur bis zur Mitte der Dicke der Membran vordringen, sich aber daselbst wieder in Zweige theilen, welche öfter zwischen den zwei Hauptschichten des Gewebes noch eine Strecke weit fortlaufen, bis sie endlich zur Oberfläche gelangen, um mit ihren feinsten Vertheilungen das Netz darzustellen.

Der Nachweis dieses inneren Oberflächennetzes der *Dura mater* ist mir auch beim Neugeborenen und bei zwei Embryonen aus dem 6. und 7. Monate der Schwangerschaft gelungen. In der Gestaltung desselben sind kaum wesentliche Altersunterschiede wahrzunehmen.

Auch muss ich hinzufügen, dass bei älteren Personen an der inneren Oberfläche der harten Hirnhaut öfter kleine, bindegewebige Flocken haften, und dass sich auch diese leicht injiciren lassen, um so

leichter, als die darin enthaltenen Gefässe bedeutend grösser sind. Die Maschen ihres Gefässgeflechtes sind mehr rundlich und das ganze Gebilde bietet im injicirten Zustande das Aussehen eines Synovialzöftchens.

Es war von vorn herein anzunehmen, dass in der Siebel, welche beim Erwachsenen leicht in zwei Schichten zerlegt werden kann, sich beiderseits das feine capillare Begrenzungsnetz finden werde; es ist mir auch gelungen, das Netz auf beiden Seiten zur Ansicht zu bringen, doch immer nur in kleineren Partien, woraus ich aber doch ersahen konnte, dass es sich in nichts Wesentlichem von dem Netze in der den Knochen unmittelbar deckenden Dura unterscheidet.

Spuren dieses Netzes traf ich auch an der Siebel des Neugeborenen, doch nur oben nahe an dem Sinus, wo sich die Falx gleichfalls in zwei Blätter zerlegen lässt. Gegen den feinen Rand und im Innern der Siebel Neugeborner und Embryonen finden sich aber andere Verhältnisse, welche ich erst später im Zusammenhang mit der Beschreibung der an der äusseren Fläche der Dura vorkommenden Gefässverhältnisse schildern werde.

Rücksichtlich des Verlaufes der feineren arteriellen Stämmchen innerhalb der Dura habe ich noch zu bemerken, dass sie auch in der Substanz der Membran nicht selten geschlingelt angetroffen werden, und zwar nicht blos bei älteren Personen, sondern auch bei Kindern. Aus diesen Schlängelungen, welche auch in der Siebel vorkommen, können sich, gelegentlich doch immer nur bei älteren, korkzieherartige Windungen entwickeln, und diese können, wie ich bei einem sehr alten Manne gesehen, weiter ausgebildet, bis zu förmlichen Verknäuelungen sich gestalten.

An der äusseren Oberfläche der harten Hirnhaut findet sich vorerst ein aus dicken Gefässröhren bestehendes Netz mit mehr oder weniger weit offenen unregelmässigen Maschen, innerhalb welcher sich aber da und dort noch etwas feinere, gleichfalls netzförmig zusammentretende Röhren einschalten, stellenweise mit deutlichen oft längeren in die Maschenräume hereinragenden Fortsätzen. Manche dieser Fortsätze mögen nur den Abbruch der Injection bedeuten, viel andere aber sind sicher eigene Formationen, wichtig für den Übergang des Blutes aus dem arteriellen in den venösen Bezirk, wie alsbald nachgewiesen werden soll.

Das Netz lässt sich, selbst in grösseren Partien leicht von der Diploë her füllen, bildet die äusserste Schichte der Membran, gleichsam die innerste Schichte des von der Dura dargestellten Periosts; und überlagert daher auch sämtliche grössere Meningealgefässe (Fig. 4). Beim Ablösen der Membran bleiben mitunter Partien desselben am Knochen haften, meistens dann, wenn sich am Knochen die bekannten lamellosen Auflagerungen finden, deren Furchen genau die Formen des Netzes wiederholen. Die auffällige Weite der Gefässe, die Leichtigkeit, womit dieselben von der Diploë aus gefüllt werden können, bezeugte schon, dass das Netz ein venöses ist; und zum Beweise, dass es unmittelbar mit den Gefässen der Diploë in Verbindung steht, dienen zerstreute, und zwar injicirte Flocken, welche sich an der äusseren Fläche einer frisch abgelösten harten Hirnhaut bemerkbar machen.

Das Netz entspricht dem von Michel aus der Dura des Hundes dargestellten Venennetz, ist aber nicht die einzige an der äussern Fläche dieser Membran vorkommende Gefässformation; es findet sich vielmehr noch eine zu dieser venösen parallele arterielle, bestehend aus feinen Röhren, welche sich theilweise an die venösen anschliessen, aber auch in die grossen Maschenräume theils vereinzelte, theils anastomosirende Zweige absenden. Ich fand es bei einem älteren Manne zunächst an dem *Sinus longitudinalis*, über den hinweg sich dasselbe fortsetzt. Ich sah es ferner ziemlich dicht an Stellen, wo es über grössere meningeeale Gefässstämme sich lagert. Dass dieses Netz ein arterielles ist, dafür spricht ausser der Feinheit seiner Röhren, auch der nicht schwer nachweisbare Zusammenhang desselben mit den arteriellen Verzweigungen. Auch an ihm sah ich stellenweise doch nur wenige kurze Gefässstümpfen haften, welche beim Ablösen der Haut aus den feinen Poren des Knochens herausgezogen waren. Ausser den localen Verschiedenheiten scheinen beide Netze noch Verschiedenheiten zu zeigen, welche vom Alter und der Beschaffenheit der Knochen abhängig sind. Bei jüngeren Individuen scheinen sie dichter zu sein als bei älteren.

Obgleich beide dieser Netze, das venöse und das arterielle in nachweisbarem Zusammenhang mit den Knochengefässen stehen, so bilden sie denn doch wieder Begrenzungsnetze des Dura-Gewebes und es ergibt sich die Frage, ob und für diesen Fall, wie sie mit einander in Verbindung stehen, d. h. wie gegebenen Falles zwischen ihnen der Kreislauf zum Abschluss gelangt.

Durch die Möglichkeit, das venöse Netz von arterieller Seite her direct, wenn auch nur theilweise zu füllen, ist überhaupt schon der Nachweis für den Zusammenhang beider erbracht, und wenn nach gelungener arterieller Injection auch noch von Seite der Venen her eine Injection gemacht wird, gelingt es die thatsächlich vorhandenen Übergänge auch einzeln zu ermitteln.

Bei dieser Untersuchung muss man sich vergegenwärtigen, dass die sichtbaren arteriellen Ausläufer schon sehr fein sind, und sich, betreffend die Durchmesser von den Röhren des inneren Netzes, nicht unterscheiden, dass dagegen auf Seite der Venen, wenn auch deren Injection gut gelungen ist, doch keine entsprechend feine Ramification nachweisbar ist. So wird man bald zu dem Schlusse gelangen, es müsse da ein Übergang stattfinden von feinsten arteriellen Zweigen in die grösseren venösen Gefässe.

Solche Übergänge wirklich aufzufinden, gelingt, wie gesagt, nicht schwer an Präparaten von Doppelinjectionen. Man erkennt, dass es die bald längeren, bald kürzeren zapfenartigen Anhänge der venösen Gefässe sind, welche die feinsten arteriellen Zweige in sich aufnehmen; sie gehen meistens seitlich von einem Venenrohr ab, sind anfangs kaum dünner als die Stammvene und schärfen sich bald langsamer, bald rascher in eine Spitze zu, welche den Zusammenhang mit dem arteriellen Zweigchen vermittelt. Ich war so glücklich solche Doppelinjectionen herzustellen, wo die beiden Farbstoffe gerade an der Übergangsstelle zur Begegnung gelangten, wie dies in Fig. 5 abgebildet ist. Die Zeichnung ist zwar bei kleinerer Vergrösserung angefertigt, doch wurde Alles auch mit stärkeren Linsen durchgeprüft. Die Übergänge sind zahlreich genug, da ich in dem Gesichtsfelde eines Nr. 2-Objectivs manchmal fünf derselben constatiren konnte. Die Übergangsarterien sind meistens Ausläufer einer Netzpartie, gehen aber auch direct von einem grösseren Stämmchen als unverzweigte wahre Endarterien ab; ich sah auch Fälle, wo ein schon feines Gefäss sich dichotomisch theilte, mit einem kurzen Zweige in einen ihm entgegenkommenden Venenzapfen übergieng, während der Zweite sich an den Zapfen anlehnte und parallel mit ihm weiter verlief. Die aufnehmenden zapfenartigen Ansätze der Venen sind bald ganz kurz, bald aber auch von einer überraschenden Länge, selbstverständlich ohne während dieses Verlaufes irgend einen Ast abzugeben.

Ganz so geformte, doch nur sehr vereinzelte Verbindungen feiner Arterien mit Venenanhängen habe ich auch bei tieferen Einstellungen des Mikroskopes wahrgenommen, so dass ich annehmen darf, dass auch zwischen den zwei Hauptschichten der Dura, da, wo sich die gegen die Innenfläche ansteigenden Gefässe zu ramificiren beginnen und mit Theilen ihrer Astfolge einschalten, der Abschluss des Kreislaufes in derselben Weise wie in der äussersten Schichte vollzogen wird.

Bekanntlich hat auch Michel aus der *Dura mater* des Hundes unmittelbare Übergänge feinsten Arterien in grössere Venen beschrieben. Nach seiner Beschreibung findet die ziemlich spärliche Capillarvertheilung der Meningeal-Arterien zum grössten Theile auf der äusseren Oberfläche, weit geringer aber im Gewebe der Dura selbst statt; und das daraus hervorgehende arterielle Capillarnetz übergeht in zwei venöse Systeme, von denen das stärkere auf der Aussen-, das schwächere auf der Innenfläche sich befindet, und welche mit einander durch von dem Netze der Innenfläche abgehende und das Gewebe der Dura durchsetzende Äste communiciren. Die Verbindungen geschehen vorzugsweise an Stellen, wo das innere Netz mit knotenartigen Anschwellungen versehen ist.

Wenn diese Darstellung auch auf die Verhältnisse beim Menschen übertragen werden wollte, so müsste ich sie nach meinen Erfahrungen modificiren, zunächst in Betreff des innern Netzes, welches ich bereits als ein intermediäres bezeichnet habe. Seine Einschaltung zwischen eine arterielle und eine venöse Astfolge bezeugen dies, zu dem auch der Umstand, dass seine Röhren, trotz des verhältnissmässig grösseren Durchmessers doch die feinsten in dieser Region sind. Auch fasse ich die Vertheilung der Arterien insoferne anders auf, als ich eine

zweite (nach Einrechnung der Äste zwischen den zwei Schichten der Dura eine dritte) Astfolge unterscheide, welche gleichfalls, wenn auch nicht überall dicht, zu einem Flächennetze zusammentritt. Von der Gestaltung des Übergangsrohres sehe ich ganz ab, die ja leicht hin durch das Mehr oder Weniger der Füllung der beiden zusammentretenden und gewiss auch ungleich ausdehnbaren Röhrenstückchen ein verschiedenes Aussehen bekommen kann. Für sicher halte ich, dass das Übergangsrohr bei praller Füllung sich in der beschriebenen Weise darstellen werde.

Es besteht also bezüglich des Abschlusses des Kreislaufes in den beiden Lagen der harten Hirnhaut eine bemerkenswerthe Verschiedenheit. Um diesen Unterschied auch in der Fig. 5 hervortreten zu lassen, habe ich auch eine Venenwurzel bei x aufgenommen, deren Astfolge nach der Tiefe, nämlich gegen die Innenfläche der harten Hirnhaut gerichtet ist.

Aus der Gestaltung der directen Übergänge an den äusseren Schichten der Dura erklärt sich der leichte Übergang der Injectionsflüssigkeit aus der Meningeal-Arterie in die Meningeal-Venen, ohne dass sich gelegentlich weder in dem Knochen noch in dem Innen-Netz viel Farbstoff vorfindet. Der Injectionsstrom erfährt nämlich eine Ablenkung, weil die grossen Zwischengefässe des venösen äusseren Netzes leichter praticabel sind und zum Übergange jedenfalls auch kürzere Wege darbieten als das feine Netz der inneren Oberfläche. Damit dürfte in der That, wie Michel darlegt, die Möglichkeit geboten sein, für rasche Ausgleichs bei Stauungen, insbesondere rücksichtlich der Bahn des innern Oberflächen-Netzes, also eine Art Circulation derivative im Sinne von Suequet.

Dennoch aber möchte ich diesen Übergang nicht ohne gewisse Einschränkungen unter den Begriff des bisher sogenannten „unmittelbaren Überganges“ subsummiren, wie derselbe auf die Schwellkörper, nach Suequet und Hoyer auch auf die in anderen Organen vorkommende Übergangsweise bezogen wird, wo nämlich in dieselben Venenwurzeln zwei Wege aus den Arterien führen, ein längerer durch die intermediären Gefässe, ein kürzerer direct von den arteriellen Stämmchen her. In diesen Fällen führt der kürzere Weg durch einen anderen Bezirk des Organes und in ein anderes venöses Wurzelnetz, wenn auch in demselben Organe und in weiterer Folge zu denselben venösen Stämmen; in der Meninx aber ist die Wende des Kreislaufes nur eine, und diese bis an die äusserste Peripherie der arteriellen Vertheilung verschoben, auch durch arterielle Gefässröhren vermittelt, welche sich bezüglich ihres Durchmessers kaum unterscheiden von denen des intermediären Grenznetzes der inneren Oberfläche. Es unterscheidet sich daher diese Übergangsweise von der gewöhnlichen durch intermediäre vermittelten nur darin, dass der ins Feinste zerfallenen Arterienramification, keine gleich feine verästelte venöse Astfolge gegenüber gestellt ist.

Für das Organ, die *Dura mater*, diese als Ganzes genommen, bietet die beschriebene Übergangsweise allerdings einen zweiten kürzeren Weg zum Abschlusse des Kreislaufes dar, und damit die Möglichkeit einer Derivation des Blutstromes aber nur von der inneren Fläche. Um darzuthun, dass diese Einrichtung eigentlich doch nur eine, allerdings in physiologischer Beziehung bemerkenswerthe Modification der gewöhnlichen für typisch geltenden Weise des Kreislaufsabschlusses ist, stütze ich mich zur weiteren Begründung dieser Anschauung noch auf einen Befund, der nachweisen könnte, wie diese Modification zu Stande käme.

Ich habe vorhin gesagt, dass das innere Netz an der Sichel des Neugeborenen und Embryo zwar oben, in der Nähe des Sinus vorkommt, dass aber an dem dünnen Rande dieses membranösen Fortsatzes andere Gefässverhältnisse sich finden.

Die in grösseren Abständen von einander gegen den Sichelrand absteigenden Arterien zerfallen in jedem Astgebiete in sehr feine Endzweige, welche netzförmig verbunden sind und dann von ebenfalls feinen, und allmählig anwachsenden Venenwurzeln gesammelt werden. Diese stellen alsbald grössere Stämmchen dar, welche wieder aufsteigen, aber nicht im Anschlusse an die Arterien, sondern entfernt von ihnen in den Zwischenräumen derselben. (Siehe Fig. 6.) Es ist dies gewiss ein Verhältniss im Übergange, welches noch als typisch bezeichnet werden kann.

Je weiter aufwärts aber diese Gefässschichte verfolgt wird, desto mehr ändert sich das Aussehen der Venen. Denn nicht nur die Stämme auch ihre Zweige und selbst das Wurzelnetz schwellen beträchtlich an,

mit Maschenräumen, die sich nach oben zu immer mehr verengen, wobei aber das Kaliber der arteriellen Endäste keineswegs zunimmt, so dass dann der Übergang wieder durch feine arterielle Zweige dargestellt wird, welche gleich von grösseren Gefässen des venösen Bezirkes aufgenommen werden. Also eine Übergangstorn, welche der in der äusseren Schichte der Dura vorkommenden ähnlich ist, sich aber doch aus gewöhnlichen Formen herausgebildet hat. Das Verhältniss ist in Fig. 7 dargestellt, doch nur in einer kleinen Partie, während bei completer Injection, das die feinen Arterien annehmende venöse Netz den ganzen Zwischenraum zwischen zwei Arterienstämmchen ausfüllt, und sich dann auch gegen die Arterien mit Anastomosenketten begrenzt, woraus dann *Jenae comitantes* der Arterien hervorgehen, welche ausser dem grossen venösen Stamm auch in den Sinus eingehen.

Dieser Gefässbau reicht beim Embryo (von 6 Monaten) nicht so weit herab, wie beim Kinde, bei dem es sich ganz oben zu einem so dichten Venenplexus umgestaltet, dass es fasst den Eindruck eines in der Fläche ausgebreiteten Schwellnetzes macht. Ich werde diesen Plexus noch einmal zur Sprache bringen, erwähne aber hier nur noch, dass er in der Siehel eine mittlere Gefässlage darstellt, über welche beiderseits das innere Netz der Dura allmählig herüber wächst und dass er gleichsam eine Gefässformation vorstellt, in welcher die beiderseitigen äusseren Gefässlagen der Dura innerhalb der Siehel zusammentreten.

Es liegt auch in der That beim Kinde an der äusseren Fläche der harten Hirnhaut ein Venennetz, welches mindestens topographisch auf das beim Erwachsenen vorkommende zu beziehen ist. Es ist in Fig. 8 abgebildet, aber nach einer arteriellen Injection, zu dem Zwecke, um darin die Übergänge der Arterien in das Netz besser überblicken zu können. Es erscheint da allerdings nicht seiner wahren Beschaffenheit entsprechend geschwellt, doch sah ich es in einem anderen aus der Nachbarschaft des Siehelausatzes entnommenen Präparate (Fig. 9) ganz gefüllt und da stellte es sich als ein dichtes rundmaschiges aus dicken Röhren bestehendes Wurzelgeflecht dar von Venenstämmchen, welche gegen den Sinus ihren Abfluss nehmen, ganz also in derselben Weise geformt, wie der Venenplexus in der Siehel. Dass zwischen diesem Netze und dem beim Erwachsenen auch eine entwicklungsgeschichtliche Beziehung besteht, ist mehr als wahrscheinlich.

B. Der *Sinus longitudinalis*.

Behufs einer möglichst vollständigen Beschreibung der Gefässe des Schädeldaches mussten auch die Sinus insbesondere der *Sinus longitudinalis superior* in die Untersuchung einbezogen werden; dabei haben sich auch einige bisher weniger beachtete Verhältnisse der Wahrnehmungen dargeboten, deren Schilderung gleichfalls hier ihren Platz finden soll.

Bekanntlich entleeren dreierlei Venen ihr Blut in diesen Sinus; vorerst die Venen der Dura, dann die der Knochen, endlich die oberen Venen der Grosshirnhemisphären.

Die ersteren nehmen allenthalben in ihrem Verlaufe auch Knochenvenen auf, so dass wenn man absehen will von den Balkenvenen nur die Venen der Siehel eigentliche Duravenen sind. Alle seitlichen, über die Wände des Schädeldaches herabziehenden Meningealvenen gehen dabei, meistens mehrfach in Äste getheilt auch mit dem Sinus Verbindungen ein. Die grösste dieser Venen ist der von Breschet sogenannte *Sinus spheno-parietalis*, welcher längs der Kronennaht herabgeht und mindestens einen Ast der *Arteria meningea media* begleitet, oft genug in tiefe Furchen des Knochens eingegraben. Bekannt ist auch, dass alle Zweige der Meningealarterien von zwei Venen begleitet werden, so dass der *Terminus „Sulci arteriosi“* nichts weniger denn als richtig bezeichnet werden kann.

Rücksichtlich der Hirnvenen ist seit Cruveilhier bekannt, dass die von der hinteren Hälfte des Hemisphären kommenden nicht in gerader Richtung in den Sinus eingehen, sondern gegen den Strom desselben, also in nach hinten offenen, mitunter sehr spitzigen Winkeln an denselben herantreten. Ganz sachgemäss wird auch von Cruveilhier hervorgehoben, dass diese Venen eine Strecke weit zwischen Lamellen der Dura eingelagert verlaufen, zu welcher Angabe ich beifügen kann, dass ich Fälle kenne, wo diese Venen einen über zwei Zoll langen Weg innerhalb der Duraschichten zurücklegen, auch solche Venen, welche schon in der Gegend des Scheitelbeines vom Gehirn sich lösen, so dass dadurch auch weit vom Sinus we eine Verbindung

der Hirnhemisphäre mit der Dura-Kapsel hergestellt wird. Cruveilhier ist es auch, welcher darauf aufmerksam macht, dass sich an der Seite des Sinus Venenräume befinden, welche, von zahlreichen bindegewebigen Fibrillen durchzogen, eine Art erectiles Gewebe darstellen. Diese Venenräume, welche das trabeculäre Gewebe, im Abgangswinkel der Siebel durchsetzen, wurden von L. Meyer¹ gewiss mit Recht als ein ausgleichender Mechanismus betrachtet, der in Function tritt zu dem Zwecke, um die beim Wechsel von Blutrülle und Blutleere des Gehirns in der hermetisch geschlossenen und räumlich nicht veränderlichen Schädelhöhle sich ergebenden Volumsdifferenzen rasch zu beheben, indem sie bei Blutleere des Gehirns sich mit Blut füllen, dagegen bei Hyperaemie des Gehirns wieder entleeren.

Um in das immer noch nicht genauer gekannte Verhältniss der in den Sinus eingehenden Venen Einsicht zu bekommen, und die Ausdehnung und den Zusammenhang dieser Cavernen genauer kennen zu lernen, habe ich vom Sinus und seiner Astfolge Corrosions-Präparate angefertigt, deren eines die Fig. 9 in der Ansicht von oben, die Fig. 10 in der Ansicht von unten darstellt.

Daraus habe ich Folgendes entnommen: Zunächst, dass die Venen von dem ganzen hinteren Abschnitte der Grosshirnhemisphären nicht gerade da in das Lumen des Sinus eingehen, wo sie aussen mit der Wand desselben zusammentreten, sondern dass sie innerhalb dieser oft noch lange Strecken weit fortlaufend sich erst am Scheitel in den Sinus öffnen und da mit den weiter vorne von den Hemisphären abgehenden sich veremigen, so dass es also nur ein kurzes, kaum 2 Centimeter langes Stück des Sinus ist, welches die meisten und grössten Hirnvenen aufnimmt; die von ganz hinten kommenden müssen in Folge dessen eine bis 3 Centimeter lange Strecke innerhalb der Sinuswand zurücklegen, bevor sie wirklich einmünden, so dass es bei der Grösse dieser Venen mitunter den Anschein hat, als sei der Sinus verdoppelt. Meistens verlaufen diese Venen neben dem Sinus, eine oder die andere auch unter demselben, nämlich im Ansatz der Siebel.

Gerade da, wo die meisten und grössten Hirnvenen sich in den Sinus öffnen, also am Scheitel des Kopfes finden sich die von Cruveilhier zuerst bemerkten cavernösen Räume; sie stellen sich an Corrosions-Präparaten als Netze dar, bestehend aus grösseren und kleineren Gefässen, welche mittelst Stämmchen bald an einer, bald an mehreren Stellen in den Sinus sich öffnen. Sie umgeben beiderseits den Sinus und bilden also die bekannten zwischen den aufgelösten Balken der Dura hervortretenden Buchten. Wenn stärker entwickelt, wie bei älteren Personen, drängen sie sich auch nach oben vor, indem sie die Dura verdünnen und die innere Knochen tafel einbiegen; sie brechen aber auch durch beide hindurch, und eröffnen dann nicht selten vollends die Diploë. Andere dieser Räume sind an die untere, nur wenig kantig vortretende Peripherie des Sinus angesetzt, und reichen bis in die Falx, deren zwei Blätter sie auseinanderdrängen.

Wenn auch diese Räume stark ausgeweitet in der Regel nur bei älteren Personen vorkommen, so finden sie sich doch schon, und zwar an derselben Stelle auch beim Kinde vor.

An Corrosions-Präparaten kann man sich leicht überzeugen, dass sie nicht eigentlich Buchten des Sinus, auch nicht der Hirnvenen sind, wie Luschka meint, da sich ihre Abgüsse ganz leicht von beiden ablösen lassen; sie entwickeln sich nur aus den Knochenvenen und aus den Venen der harten Hirnhaut. Ihre Substrate sind also die an der Aussenfläche der Dura befindlichen Venenplexus, dann die früher beschriebenen schon beim Kinde so dichten Venennetze in der Siebel und insbesondere die Venengeflechte, welche die dicken Sinuswände durchsetzen. Die letzteren dringen bis an die innere Sinuswand vor, wo sie feiner und engmaschiger ausgebreitet *Vasa vasorum* darstellen, mit einem aus feinen Gefässröhrchen bestehenden inneren Wandnetze.

Alle diese Venen bilden schon im jugendlichen Alter ganz ansehnliche *Receptacula sanguinis*, erfahren aber doch erst im höheren Alter und unter mehr oder weniger pathologischen Zuständen (bei Säufem, Herzkrankheiten u. s. w.) eine ungewöhnliche Ausweitung, die bis zum Durchbrechen der inneren Tafel führen kann.

¹ Virchow's Archiv. Bd. XIX, p. 315.

Wie bekannt werden die Grübchen an der inneren Oberfläche der Calvaria und auch die an der Schädelbasis vorkommenden Grübchen mit den Wucherungen Pachionischer Granulationen in Verbindung gebracht und deshalb als *Foveae glandulares* bezeichnet. Ich kann zwar gegenüber vorliegenden Berichten nicht in Abrede stellen, dass diese Gebilde solche Eindrücke in den Knochen veranlassen können, doch muss ich andererseits nach eigenen Erfahrungen, wie sie mir injicirte Präparate dargeboten, die Angabe Trolard's¹ bestätigen, der sich dahin ausspricht, dass das in solche Grübchen eingelagerte Körperchen ein Venendivertikel ist.

Ich habe in solchen Fällen, wo die Diploë eröffnet war, auch den Zusammenhang solcher Buchten, mit diploëtischen Venen nachweisen können, wie dies bei *a* der Fig. 9 dargestellt ist. Der Nachweis gelingt leicht während der Ablösung einer, namentlich mit Harzmassen gut injicirten *Dura mater*. Der geschilderte Befund kann um so weniger auffallen, als ja allgemein bekannt ist, dass auch an den anderen grossen Sinus Ectasien vorkommen, welche sogar Schwund des Knochens veranlassen.

C. Gefässe des ausgebildeten Knochens.

In Übereinstimmung mit der Thatsache, dass die Schädelbedeckung ursprünglich aus einer einheitlichen, blasenartig geformten Membran hervorgeht, kann ich gleich von vorne herein aussprechen, dass auch das Blutgefässsystem der Calvaria ein einheitliches Ganzes darstellt, wie später beim Erwachsenen, so auch schon von Anfang an beim Embryo und beim Kinde. Wenn sich auch durch Ablagerung discreter Verknöcherungskerne die primitive Hirnkapsel in verschiedene Felder, und schliesslich in leicht trennbare Knochensegmente scheidet, so stehen deren Gefässe doch mit einander in unmittelbarstem Zusammenhange, anfangs durch Vermittlung der in den Interstitialmembranen enthaltenen Gefässe, später durch die Gefässe, welche den sogenannten Nahtknorpel durchsetzen. Bekannt ist ja schon, dass die Breschet'schen Venen durch die Nähte hindurch von einem auf den anderen Knochen herübergreifen; und es sind ganz leicht in den die Nahtfugen begrenzenden Knochenflächen, zwischen den vortretenden Nahtzacken die grösseren und kleineren Lücken, welche den Gefässübertritt vermitteln, nachzuweisen, insbesondere deutlich zeigen sie sich an den Knochen jugendlicher Individuen.

Ganz in derselben Weise, wie in der Calvaria die Gefässe ein Ganzes darstellen, so sind auch Verbindungen allenthalben in grosser Zahl nachweisbar, wodurch die Gefässe der Dura mit jenen der äusseren Schädelbedeckungen und selbst mit den Gefässen des Gehirns sich einheitlich verbinden. Dass dieser letztere Verband nicht auf die Venen beschränkt bleibt, sondern auch die Arterien betrifft, habe ich früher hervorgehoben.

Um instructive Präparate von den Gefässen des festen Knochens zu erhalten, empfehle ich bilaterale Injectionen vorzunehmen, die Arterien von der Meningea aus, die Venen von der Diploë aus zu injiciren, weil durch arterielle Injectionen die Venen nur theilweise gefüllt werden können, schon wegen der *Arteriae perforantes*, durch welche sehr viel Injectionsstoff entweicht, dann aber auch wegen des leichten Übertrittes desselben in die Venen schon im Bereiche der *Dura mater*. Ich muss nochmals betonen, dass sich nach Anbohrung der Diploë wirklich die Venen und nicht etwa blos die Canäle füllen. So schwer sich beim Erwachsenen von den Arterien her die Venen füllen lassen, so leicht ist dagegen der Übergang der Injectionsmasse in die Venen bei Kindern, wo es wieder kaum gelingt, eine feinere arterielle Injection rein herzustellen.

Sehr anschauliche Übersichtspräparate von den Venen der Diploë lassen sich herstellen, wenn man an mehreren Stellen die Diploë anbohrt, dann den Knochen in verdünnter Salzsäure auslaugt und nachdem er durch Weingeist entwässert worden mit Terpentineist und Lack aufhellt. Es gelingen die Injectionen auch mit Harzmassen und von solchen Präparaten lassen sich auch Corrosionen herstellen.

¹ Archive générale de Médecine. 1876, p. 260.

Bezüglich der im Knochen enthaltenen Canäle und Zellen, habe ich einleitend nur hervorzuheben, dass die zwischen den Lamellen der äusseren und inneren Tafel lagernden, meistens sternförmig zusammentretenden Havers'schen Canäle erst später eigene Lamellensysteme bekommen, welche mit dem Alter durch wiederholte Schichtung sich vermehren; dass ferner nur in den grösseren diploëtischen Räumen sich fetthaltiges Mark findet und dass endlich sich auch hier das ganze Röhrensystem, markhaltige und marklose Canäle bei vorsichtiger Maceration aus der Knochensubstanz isoliren lässt. Die engeren Canäle lassen sich als feine zu Netzen vereinigte Fäden aus der zerfallenden Substanz hervorziehen. Fig. 12. Die weiteren aber stellen in ihrem Zusammenhange, nachdem die zerfallene Knochensubstanz beseitigt ist, ein schwammartiges Gewebe vor, an welchem, wenn in kleineren Partien unter das Mikroskop gebracht, man leicht die Continuität der grösseren Räume unter einander, aber auch mit den engeren Canälen nachweisen kann. War das Object mit einem der Säure widerstehenden Farbstoffe injicirt, so bieten solche isolirte Canäle auch eine gute Übersicht über den Verlauf und die Verbindungen der Gefässe.

An isolirten Canälen macht sich deutlich in einem hellen Contour die sie begrenzende hyaline Membran ersichtlich, deren Selbstständigkeit schon solche Fälle beweisen, wo sich der Inhalt stellenweise von ihr abgelöst hat; sie erscheint aber oft genug an den Rissenden auch ganz leer, daher deutlich geschieden.

Alle Canäle und Räume, markhaltige und marklose, enthalten Blutgefässe. In den engen habe ich überall zwei Gefässröhrchen (Fig. 12) angetroffen, ein dünnes, die Arterie und ein viel dickeres, die Vene; beide liegen dicht beisammen; stellenweise überkreuzt sich die Arterie mit der Vene; an Abzweigungen des Canals angelangt, theilen auch sie sich in Zweige. Der Canal wird aber von ihnen nicht vollständig ausgefüllt, da sich da und dort, wo sie etwas von der Wand ablenken, unter stärkeren Vergrösserungen auch ein faseriges Gewebe sichtbar macht. In grösseren, obwohl noch marklosen Canälen, welche ein grösseres Venenstämmchen enthalten, finden sich meistens zwei Arterien, welche beide in laxen Touren die Vene umkreisen.

In allen grösseren Räumen aber, worin Mark enthalten ist, findet sich ein aus dickeren Gefässen dargestelltes Netz, welches die Markmasse nach allen Richtungen durchsetzt, beziehungsweise die Markzellen gruppenweise in seine Maschenräume einschliesst. Es ist dies das eigene Marknetz, und unterscheidet sich kaum wesentlich von dem im Marke und in der Spongiosa anderer Knochen enthaltenen Gefässnetze. Jedermann wird gleich beim ersten Anblicke dieses Netzes sagen, dass es ein venöses sei und den Wurzelbezirk der Venen darstellt; es ist auch in der That in ganzer Fülle seiner Röhren nur durch Injection von Seite der Venen darstellbar.

Aus Durchschnitten, welche senkrecht auf die Tafeln fallen, wird man die Verbindung der diploëtischen Gefässe mit jenen der engeren Tafelcanäle, des Pericraniums und der Dura sehen, Flachschnitte aber, mehr oder weniger dick, bringen die Vertheilung der Gefässe am besten zur Ansicht.

Solche Lamellen zeigen, dass die Arterien, die sich darin auf weiteren Strecken verfolgen lassen, vielfach verzweigen, und wie in der Meninx so auch hier in einem vorcapillaren Plexus vereinigen, der sämtliche Canäle durchzieht. Von den Bestandtheilen dieses Netzes gehen in die Markräume Endzweige ab, welche in dem Marknetze endigen.

Es entsteht nun die Frage, wie sich der Übergang aus dem arteriellen in den venösen Bezirk hier gestaltet.

Es ist nicht leicht, diese Übergänge zur Ansicht zu bekommen, da die Menge der Markzellen, die Grösse und Dichte der Gefässe des Marknetzes die Durchsicht des Ganzen hindern.

Am sichersten kommt man dabei fort, wenn man nur arteriell injicirte Präparate zur Aufsuchung der Übergänge benützt, weil darin die Arterien nach ihrem ganzen Verlaufe erkennbar sind, und das venöse Netz, wenn auch unvollständig injicirt, doch hinreichend deutlich markirt ist. Solchen Präparaten sind die Fig. 15 und 16 entnommen, doch erst nachdem ich mir über die arteriellen Züge vollständig Überzeugung verschafft habe. Allerdings ist das venöse Netz nicht vollständig, einzelne Röhrchen desselben sogar ganz dünn: dies hat aber nur den Übelstand, dass man nicht zur Ansicht sämtlicher Uebergänge gelangt, und

dass die Uebergänge, welche man zu Gesichte bekommt, nicht alle jene Form zeigen, die sie thatsächlich besitzen.

Es wiederholen sich hier dieselben Verhältnisse wie an dem Aussenetze der Dura; es gehen nämlich auch hier wieder ganz feine arterielle Ausläufer gleich in grössere Venen ein. Es ist dies eine Übergangsweise, welche auch im Marke langröhriger Knochen vorkommt, und sich dadurch, dass sie an der äussersten Peripherie der arteriellen Ramification die Kreislaufcurve abschliesst, der typischen Übergangsweise anschliesst, sich von derselben aber nur durch den Mangel von intermediären Gefässen unterscheidet, also durch den Ausfall einer besonderen Röhrensuite, welche zwischen zwei gleichmässige, ihr von beiden Seiten entgegenkommende Gefässvertheilungen einschaltet. Sie gehört also gleichfalls nicht zu jener Übergangsweise, welche eigentlich als eine „unmittelbare“, innerhalb der Stämmchen stattfindende bezeichnet werden kann.

Sie erklärt aber doch den leichten Übergang der Injectionsflüssigkeit in den venösen Bezirk, der um so widerstandsloser vollendet werden kann, wenn, wie in Fig. 16 dargestellt ist, die Verbindung ganz nahe an eine schon formirte Venenwurzel herangerückt ist.

Ganz gute Einsicht gewähren auch Präparate der Markräume, welche man durch Maceration des Knochens gewinnt, wenn sich ihr Inhalt gut erhalten hat (Fig. 20 und 15).

Mehr als wahrscheinlich ist es mir, dass solche Übergänge feinsten Arterien in grössere Venen auch in den feineren Canälen der compacten Tafeln vorkommen, weil ich zwar nur einmal in den Canälen eines Flächenschnittes einen aus der Seite einer Venenwand austretenden zapfenförmigen Anhang fand, der mit einem arteriell injicirten Gefässe in Verbindung stand. Nur einmal sah ich das in Fig. 13 abgebildete Verhältniss, wo in einem aus der Compacta herausmacerirten Canal ein von der Arterie aus injicirtes Gefäss in ein Venenstämmchen ganz unzweifelhaft überging. An dem Zusammenhange beider konnte ich nicht zweifeln, da die eingerückte Injectionsmasse sogar die Blutkörper in einen Klumpen zusammengeballt hat. Doch war es mir nicht mehr möglich, den Zusammenhang des injicirten Röhrehens mit der arteriellen Vertheilung darzuthun.

Nach den heute schon gewonnenen Anschauungen dürfte es kaum mehr nöthig sein, auf den Beweis zurückzukommen, dass das venöse Netz des Markes mit eigenen Röhrenwandungen ausgestattet sei; ich will nur bemerken, dass es nicht schwer hält, Röhrenstücke des unvollständig injicirten Netzes nur nach den Contouren der Wandungen gelegentlich zwischen den Fettzellen hindurch weiter zu verfolgen.

Die aus dem beschriebenen Marknetze hervorkommenden Venenstämmchen erster Ordnung, bilden sich in einer Astfolge, welche Ähnlichkeit hat mit der Anordnung der Zinken an einem Hirschgeweih, indem stets nur dicke, dabei kurze Zweige zusammenstehen, was zur Folge hat, dass das rückkehrende Blut alsbald in weitere Röhren gelangt. Diese durchsetzen bald eigene gleichweite Canäle, bald auch solche Räume, die Mark enthalten, nehmen aber dann innerhalb dieser, wieder in kurzer Astfolge Wurzelzweige aus dem Marknetze auf. Sie treten alsbald wieder zusammen und stellen jenes, die Diploë nach allen Richtungen durchziehende Netz dar, welches ich als diploëtisches Venennetz bezeichnen will (Fig. 14).

Alle Venen, mit inbegriffen die Stämmchen und Stämme, sind so dünnhäutig, dass die Selbstständigkeit ihrer Wände eben nur da ersichtlich wird, wo sie sich von der Wand der Canäle abheben. Daraus geht schon hervor, dass das Verhältniss der Venenwände, auch der grössten, zu der Canalwand nicht so aufzufassen ist, als ob die Bekleidung der letzteren auch die Venenwand wäre, da immer noch zwischen beiden sich Spuren eines faserigen Wesens nachweisen lassen. Zudem hat jede Vene, gleichviel ob sie in einem weiteren oder engeren Canal eingebettet ist, immer mindestens eine Arterie an der Seite, welche häufig ihren Platz wechselt, bald da, bald dort sichtbar wird, das Venenrohr also umlagert und von der Canalwand scheidet.

Über die Astfolge der Breschet'schen Venen geben, wie gesagt, Corrosions- und aufgehellte Präparate die beste Übersicht; dieselbe ist kurzstämmig und so dicht, dass alsbald an ihre Nebencanäle erster Ordnung sich das dichte, schon aus grösseren Röhren bestehende diploëtische Netz reiht, welches gleich wieder die

Wurzeln aus dem Marknetze aufnimmt. Eine durch allmähliges Herantreten von Ästen und Zweigen an Hauptstämme, also eine etwa den Meningealgefässen ähnliche Ramification ist an den Breschet'schen Venen nicht vorhanden: sie stellen nur vereinzelte Canäle vor, welche aus dem gleichmässig das diploëtische Gewebe durchziehenden Netze wie aus einem Parenchyme hervorkommen. Das Fassungsvermögen des diploëtischen Venensystems ist ein wahrhaft colossales an und für sich schon, noch mehr aber im Vergleiche mit jenem des arteriellen Gebietes; an einen rascheren Blutumlauf darin ist daher kaum zu denken, und es begreift sich das Vorhandensein so vieler Answeige aus diesem Venen-Labyrinth.

An den Austrittsöffnungen der Breschet'schen Venen kommen Klappen vor.

Zum vollen Nachweise der Einheit des Gefässsystems der ganzen Calvaria erübrigt noch die Untersuchung der Gefässanordnung in den Nähten. Der Beweis für den Übertritt der Gefässe aus einen in den anderen Knochen ist durch Anbohrungs-injection nahe den Nähten leicht zu erbringen: es füllen sich dadurch immer auch die Venen des benachbarten Knochens. Aus solchen Präparaten lernt man auch das Gefässverhalten in der Nahtfuge kennen. Fig. 21 und 22 stellen diese Gefässe dar aus der Kronennaht eines 10 Jahre alten Kindes, Fig. 21 einen Flächenschnitt innerhalb der äusseren compacten Tafel, Fig. 22 einen Querschnitt.

Daraus ist erstens zu erschen, dass der sogenannte Nahtknorpel von einem feinen Gefässnetze durchzogen wird, welches nach beiden Seiten mit den Ästen des benachbarten Knochens communicirt. In Fig. 21 erscheint es im Durchschnitte, will man es aber in seiner vollen Ausdehnung zur Ansicht bekommen, so muss man die Naht lösen, und da zeigt sich, dass es die ganze Dicke der Naht durchsetzt und wenn man es im Zusammenhange, aufliegend auf einem oder dem anderen Knochen betrachtet, dass es aus mehr feinen, in ziemlich enge, vielgestaltige Maschen verwobenen Gefässröhren besteht. Nur im Innern der Naht kann man da oder dort auch grössere Gefässe, offenbar Venen, wahrnehmen, welche das Netz sammeln. Die grösste Ausdehnung erreicht das Netz in Nähten, worin die Knochen mit breiteren Flächen zusammentreten, in Anderen, z. B. dem oberen Theile der zackigen Kronennaht ist es durch die Nahtzacken vielfach verdrückt und kommt daher in dem Fig. 16 dargestellten Flächenschnitt nur da wo sich die Nahtzacke schief gegen die Bildfläche stellt, deutlicher zur Ansicht, während es da, wo sich die Seitenfläche der Naht senkrecht einstellt, mehr zusammengedrängt erscheint.

Trotz der Communicationen mit den Gefässen der benachbarten Knochen behauptet es doch eine gewisse Selbstständigkeit, indem die von einer Seite eingedrungene Injectionsmasse sich leichter in dem Netze vertheilt, als in den anderen Knochen eindringt. Der Grund davon scheint eben der zu sein, dass dieses Netz ein Sammelnetz ist, worin schon anführende Venen entstehen, welche dann direct in die Meningealvenen eingehen, welche an der Naht entlang verlaufen. Solche im Innern der Naht, d. i. entsprechend der Schichte der Diploë wurzelnden Venen sind im Durchschnitte Fig. 22 abgebildet.

Die Nähte vermitteln also nicht nur die Gefässverbindungen zwischen den zusammentretenden Knochen, sondern sind auch Sammelorte für Venenstämmchen.

D. Gefässe des kindlichen Knochens.

Der erste Blick auf die Schädelknochen eines Embryo oder Neugeborenen lehrt, dass sich dieselben bezüglich ihrer Architectur wesentlich von den ausgebildeten Knochen unterscheiden. Sie besitzen auch keine eigentlichen compacten Grenztafeln, und ihre Diploë zeigt noch nicht den charakteristischen zelligen Bau; sie sind vielmehr, wie schon Breschet beschrieben, durchaus von radiären Canälen durchzogen, welche von dem ursprünglichen Verknöcherungspunkte aus gegen die Nahtränder ausstrahlen.

Diese Anordnung hat zunächst darin ihren Grund, dass die Canäle von einem Centrum aus sich bilden, sich nach Massgabe des Wachstums des Knochens in die Breite verlängern und durch dichotomische Theilung auch vermehren. Da aber diese Canäle alle wieder unter einander anastomosiren, so stellt ihre Gesamtheit eigentlich ein Netz vor, dessen Maschenräume im Bereiche der radiären Anordnung länglich

sind, im ursprünglichen Verknöcherungskern aber, wo alle Canäle zusammentreten, sich mehr rundlich oder polygonal gestalten. Denn hier ist bereits eine zellige Diploë vorhanden, weil bei der ersten Anlage des Verknöcherungspunktes die abgelagerten Knochenbalken alsbald netzförmig zusammentreten und sich schichten.

Schon an einem 3 Monate alten Embryo besteht die kleine Scheibe des Scheitelbeines in der Mitte aus etwa drei Schichten, deren Zwischenräume durch runde Lücken sich beiderseits öffnen, und peripheriewärts aus radiär abgehenden, anfangs in doppelter Schichte lagernden Balken, welche durch schiefgelegte Balken mit einander vereinigt, längliche Lücken begrenzen.

Auf dieser Grundlage baut sich der Knochen weiter fort, zunächst durch Verlängerung und Schichtung seiner Balken, doch geschieht der Ansatz neuer Lamellen nicht gleichmässig auf den beiden Flächen, denn wenn dies der Fall wäre, müsste der Knochen, wenn er älter geworden, gerade in der Mitte am dicksten sein und sich gleichmässig von beiden Flächen her gegen den Rand zusehärten. Beides ist nicht der Fall, indem einerseits der Knochen des Kindes am Tuber nicht dicker ist, als in einigem Abstände vom Rande, wo er sogar gelegentlich dicker angetroffen wird, als am Tuber und andererseits, indem sich der Knochen gegen den Nahtrand mehr von der äusseren als von der inneren Fläche aus zusehärt.

Es muss also der Ansatz neuer Lamellen ungleichmässig vor sich gehen. Da aber oft genug schon beim Neugeborenen Störungen in der Knochenbildung wahrnehmbar sind, so werde ich die Merkmale der Ungleichheit in der Apposition neuer Lamellen nach Befunden an Embryonen aus dem fünften bis siebenten Monate darlegen.

Es zeigen sich am Scheitelbein, welches ich als den typischen Knochen schildere, innen und aussen ganz auffällige Verschiedenheiten.

Der Knochen ist aussen am Tuber ganz glatt, zwar porös, doch anscheinend ganz compact; dann folgen radiäre von compacten Balken begrenzte Furchen, in welchen sich die schief gegen die Oberfläche gerichteten inneren Canäle mit schlitzförmigen Lücken öffnen. Gegen den Rand des Knochens wird aber die äussere Oberfläche ganz rauh, die Öffnungen und Furchen werden dichter, und die Bälkchen endigen wie aufgelöst frei in Spitzen oder Schüppchen, welche sich dachziegelförmig auf einander schichten, mit gegen den Nahtrand vortretenden Enden. Diese Partien nehmen auch viel leichter eine Carminfärbung an, als das Tuber und seine nächste Umgebung.

Die innere Oberfläche ist zwar auch durch vortretende Balken gefurcht und mit schlitzförmigen Öffnungen versehen, doch glatt und auch schwieriger zu tingiren; ihre Substanz ist auch compacter bis an die tiefste, dem Tuber entsprechende Stelle, wo sich die Diploë mit grösseren Lücken öffnet und oft tief eingegrabene, gegen den vorderen unteren Winkel des Knochens gerichtete Rinnen entsendet. Tiefer und dichter gereiht, einen gerieften Saum darstellend, finden sich die Rinnen nur ganz nahe am Knochenrande, also da, wo sich die Randstrahlen isoliren und die im Innern des Knochens laufenden Canäle öffnen.

Diese Verschiedenheit im Aussehen der beiden Flächen gründet sich auf die Architectur des Knochens, welche aus einem radiär gegen das Tuber geführten Durchschnitt ersichtlich wird.

Im Tuber zeigen sich zellig geformte diploëtische Räume, welche beiderseits von einer compacteren Lamelle begrenzt werden; ausserhalb des Tuber aber findet sich beim Embryo und Kinde nur eine innere Lamelle, auf die hin, wie auf eine Grundlamelle sich eine neue Serie von Lamellen aufgebaut hat, doch nicht parallel mit ihr, sondern in dachziegelartig gegen den Knochenrand geschichteten Blättchen, deren Durchschnitte sich gegen die Durchschnittslinie der inneren Grundlamelle einfiederig reihen, wie Fig. 17 zeigt.

In einiger Entfernung vom Tuber öffnet sich also das Canalsystem auf der ganzen Fläche, weil die äussere Tafel früher endigt, oder wie ich auch sah, mit der inneren Tafel sich vereinigt, die Spongiosa des Tubers zum Theile abschliessend. In allen Fällen sind die schief, d. i. dachziegelförmig, auf die Randpartie der äusseren Fläche aufgelegten Schichten ein jüngerer Zuwachs, dem an der inneren Seite kein anderer gleicher entspricht. Man kann also sagen, dass es hauptsächlich die innere Lamelle ist, welche das Wachsthum des Scheitelbeines

in die Breite rings um das Tuber bedingt, dass aber in dieser Periode, das ist bis zur Geburt und vielleicht auch eine Zeit darüber hinaus, das Wachstum in die Dicke vorwaltend auf der äusseren Oberfläche stattfindet, und zwar wieder mehr in der Randpartie als im Bereiche des Tuber.

Darans würden sich auch jene Fälle erklären, wo bei Embryonen und Kindern die peripherisch das Tuber umgebende Partie des Knochens dicker ist, als der centrale Theil desselben.

Bei Neugeborenen habe ich diese Architectur oft genug ganz ungestört von anderen, den Bau des Knochens beeinflussenden Processen angetroffen, nur muss ich gestehen, dass ich da, und manchmal auch schon bei älteren Embryonen, *Impressiones digitatae* angetroffen habe, welche offenbar durch Resorption der innersten Lamelle zu Stande gekommen sind.

Wenn ich nun den geschilderten, wie ich glaube, mindestens bis zur Zeit der Geburt normalen Vorgang des Knochenwachstums als den die Architectur bedingenden betrachten darf, kann ich auch sagen, dass die anfangs geräumigen radiären Canäle sich mit reihenweise geordneten Spalten nach innen in die da befindlichen Rinnen öffnen, dass von ihnen aber auch in der Randpartie des Knochens, zwischen die daselbst dachziegelförmig aufgelegten Lamellen Zweigcanäle abgehen, welche sich an der äusseren Oberfläche, sei es in Rinnen, wie näher dem Nahtrande, sei es in spaltförmigen Öffnungen, wie näher dem Tuber öffnen.

Denkt man sich dieses Canalsystem von Venen durchzogen, so ergibt sich aus der geschilderten Anlage desselben auch die Richtung des venösen Blutstromes. Seine Stammwurzeln werden sich an der äussersten Peripherie, d. i. an den Nahträndern und dann in der Randpartie an der äusseren Oberfläche des Knochens befinden. Die peripherischen gelangen direct in die Canäle, die äusseren aber durch die schief nach innen dringenden Zweigcanäle. Ein Theil der Stämme kommt centralwärts fortlaufen in die Spongiosa des Tuber, wo bereits ein aus grösseren Gefässen bestehender rundmaschiger Plexus sich befindet. (wie Fig. 30 an dem Scheitelbein zeigt); der andere Theil, durch die schiefgeschlitzten inneren, grösseren Lücken an die innere Fläche des Knochens, wo die Venen in den daselbst befindlichen Rinnen gegen das Tuber ziehen und sich da mit den Venen der Spongiosa vereinigen zu grösseren Stämmchen, welche in die daselbst entstehenden tieferen Rinnen eingebettet und darin fortlaufend schliesslich den vorderen unteren Winkel des Scheitelbeines erreichen.

Ist das Venensystem prall gefüllt, so lässt sich auch thatsächlich der Ursprung der inneren radiären Stämmchen in der Nähe des Nahtrandes nachweisen; ferner an der äusseren Oberfläche der Randpartie des Knochens ein lockerer, aus dickeren Gefässen bestehender venöser Wurzelplexus finden, dessen Zusammenhang mit den radiären Strömchen leicht darstellbar ist, endlich auch die radiären grösseren Venen demonstrieren, welche an der inneren Oberfläche des Knochens in die daselbst befindlichen Rinnen eingebettet, aber auch so an die *Dura mater* eng angeschlossen sind, dass wenn dieselbe abgelöst wird, sie mit vom Knochen abgerissen werden.

Breschet hat das ganze Canalsystem als ein venöses bezeichnet, und es hat nach vollständiger Füllung der Venen, insbesondere mit plastischer Harzmasse wirklich den Anschein, als ob die Venen allein den Inhalt der Canäle darstellen würden, bei genauerer Untersuchung des Röhreninhaltes aber überzeugt man sich, dass seine Grundlage von bindegewebigen Strängen dargestellt wird, welche gleichwie nach innen mit den Fasermassen der *Dura mater*, so auch nach aussen mit jenen des Pericraniums in Verbindung stehen, d. h. Abzweigungen derselben sind. Ich werde diese Stränge als Markstränge bezeichnen, obgleich sie noch kein fetthaltiges Mark enthalten, sondern nur jene Zellenmassen, welche als Osteoblasten bekannt sind und die äussere Oberfläche des bindegewebigen Gebildes epithelartig umgeben. Diese Markstränge sind die Leitgebilde für sämtliche Knochengefässe, nicht nur aber für die Venen, sondern auch für die Arterien.

Um eine Übersicht von der Anordnung des ganzen Gefässapparates zu bekommen, benütze man vorerst gut von arterieller Seite her injicirte Schädelknochen von 5 bis 6 monatlichen Embryonen, die, wenn mit Terpentin aufgehellte, sich ganz, auch vollständig durchsichtig unter das Mikroskop bringen lassen. Darin sieht man, wie die von den Zweigen der *Meningeae* abgehende Astfolge als dünne, allseitig anastomosirende Röhren sämtliche Canälchen durchsetzt und ein Endnetz darstellt, welches in weite Maschen verflochten,

die Anordnung der Canäle vollständig wiederholt, so dass sich in jedem Canälchen auch ein arterielles Gefäss vorfindet. An dieses arterielle Gerüste sind die Venen angeschlossen, doch nicht blos in Ästen und Stämmchen, sondern auch in einem Netze, welches den ganzen Markstrang durchzieht, so dass in jedem Markstrange auch ein Gefässnetzstrang enthalten ist. Die Ansicht, welche man von diesem Netze bekommt, ist sehr wesentlich beeinflusst von der Methode seiner Darstellung.

Benützt man nämlich zur Untersuchung desselben blos arterielle Injectionen, so zeigt es Ansichten, wie sie Fig. 23, 24 und 25 wiedergeben. Es genügt zwar die Injection, um das Netz zu kennzeichnen, doch nicht, um dasselbe ganz zu füllen und in voller Plasticität zur Ansicht zu bringen. Soll dies erreicht werden, so muss auch eine venöse Injection am besten durch Anbohrung der Diploë und, wo möglich, mit Harzmasse vorgenommen werden; dann gibt das Netz, wie es sich in der Mitte zwischen Tuber und Nahtrand formt, Ansichten, wie sie Fig. 27 nach gelungener Injection mit Berlinerblau und Fig. 28 nach einer Harzinjection darstellen.

Nach allem, was ich von diesem Netze gesehen, kann ich sagen, dass es durch den Zusammenfluss kurzer und dicker Röhren entsteht, deren Zwischenräume sich als ziemlich enge, grösstentheils rundliche oder doch abgerundete Maschen darstellen. Im Ganzen genommen längs geordnet, schliesst es sich an ein grösseres venöses Stämmchen der Hauptgefässe an, begrenzt sich aber andererseits mit einer Anastomosenkette, woraus sich auch neue Wurzelzweige gestalten. Ist es nicht gut gefüllt, so sind die Maschen natürlich grösser, auch verschieden verzogen und die Röhren enger, mitunter fadendünn, doch aber wieder an den Knotenpunkten aufgequollen, und die Stämme und Wurzelzweige sind bald dicker, bald dünner, an den Aststellen auch hin und her geknickt, indess sie bei voller Füllung spulrund und ganz gestreckt erscheinen.

Wenn sich stellenweise nur die Hauptstämme und höchstens Theile des Netzes gut füllen, dann bildet das Netz unterbrochene Anhänge der Stämme, einzelne Maschen nur hakenartig angeschlossene Bögen.

So wenig charakteristisch also das Netz nach arteriellen Injectionen sich darstellt, so verwerthbar, ja einzig verwendbar sind solche Präparate zum Nachweise des Überganges aus den Arterien in die Venen, womit allerdings wieder der Nachtheil verbunden ist, dass die Übergänge weder in voller Zahl noch in der wahren Form zum Vorschein kommen.

Der Übergang aus einem in das andere Röhrensystem wird auch hier wieder ohne Einschaltung eigentlicher intermediärer Gefässe durchgeführt, indem die feinsten Arterien gleich unmittelbar in grössere Venen des Netzstranges einmünden, woraus sich gleichfalls wieder der nur zu leichte Übergang der Injectionsflüssigkeit in die Venen erklärt. Auf diese Übergänge beziehen sich die Fig. 23 und 24.

Diese feinsten Arterien sind nicht unmittelbar jene Zweige, welche das nach den Canälen geordnete Endnetz darstellen, sondern eigene, erst von diesen abzweigende und keine weitere Anastomosen eingehende Röhren, also wahre Endarterien: sie gehen bald in die Röhren des Netzes ein, bald auch in eine schon entstehende Wurzelvene; immer aber ist der Weg aus dem arteriellen Kreislaufschenkel in den venösen ein sehr kurzer. In der Regel geschieht der Übergang in demselben Canale, worin auch die Mutterarterie enthalten ist, er geschieht aber auch in einem benachbarten Canale, in welchen der freie Endast durch einen Querschenkel des Canales eintritt.

Nach dem, über den Einfluss der Präparation auf das Aussehen des Netzes Gesagten, versteht es sich von selbst, dass auch die Verbindungsstellen zwischen Arterien und Venen nicht so beschaffen sein werden, wie sie in den Figuren 23 und 24 abgebildet sind, dass sie vielmehr Formen besitzen, ähnlich jenen auf der Aussentfläche der *Dura mater*, offenbar also werden auch da die feinsten Arterien in bald kürzere, bald längere zapfenartige Anhänge der venösen Gefässe eingehen.

Die beschriebenen Netzstränge stellen zunächst jene Gefässformation dar, welche den Gefässen im Diploëmark des ausgebildeten Knochens entspricht, beziehungsweise in dieselbe übergeht; in ihnen ist aber offenbar auch jene vorschreitende Vascularisation zu erkennen, welche den Knochenbildungsprocess einleitet. Sie durchziehen daher nicht nur alle Canäle, sondern finden sich auch an der äusseren Fläche des Knochens, wohin sie durch die Lücken und Spalten der schief aufsteigenden Zweigcanäle gelangen.

Daselbst bilden sie, in Furchen und Grübchen eingebettet, eine doppelt netzförmig in sich verschlungene Gefässformation von ganz auffälliger Gestaltung, den vaskulären Bestandtheil der tiefen zelligweichen, nämlich osteoblastischen Schichte des Perieraniums. Sie lässt sich ebenso leicht als Überzug des Knochens, wie auch im Zusammenhange mit dem Perieranium darstellen. Ein Theil derselben ist in Fig. 25 abgebildet.

Ihre Stämmchen bilden das auf der äusseren Fläche des Knochens lagernde, schon früher erwähnte Wurzelnetz; seine Abzugscanäle gehen theils in die radiären Venen, theils in den Sinus.

Dieser äusseren Gefässlage entspricht an der inneren Fläche des Knochens das äussere Netz der *Dura mater*, welchem für die Knochenbildung gewiss dieselbe Bedeutung zukommt. Ist ja doch auch das äussere Netz der *Dura* des Mannes mit Knocheneinlagerungen in Zusammenhang zu bringen, indem sich dasselbe, wenn blätterige Auflagerungen an der Knochen tafel vorkommen, in die Furchen der neugebildeten Knochen-schichte eingelagert findet. Es ist selbstverständlich, dass, gleichwie die Marknetze allenthalben nach aussen Verbindungszweige absenden, auch zum *Dura*-Netze Röhrenleitungen führen, so dass durch diese beiderseitig ausgreifenden Anastomosen die Calvaria mit ihren sämtlichen Bedeckungen in vascul ren Zusammenhang gebracht ist.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient das Verhalten der Gefässe am Nahtrande, wo der Ansatz neuer Substanz zur Vergrösserung des Knochens in die Breite stattfindet. Es ist dies im Fortgang des Wachstums jene Richtung, nach welcher hin die Dimension des Knochens am meisten gewinnt. Während sich aber im röhrigen Knochen an der Verknöcherungsgrenze seines vorwaltenden Wachstums das Blutgefässsystem abschliesst, und nur durch Ansätze neuer keimender Sprossen Schritt für Schritt weiter fortbildet, gelangt in einem Schädeldachknochen das Gefässsystem auch da nicht zu einem Abschlusse, indem es gleich von Haus aus mit jenem des verknöchernden Substrates ein einheitliches Ganze darstellt, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass die grundlegenden Gewebe für den sich bildenden Knochen, obgleich zu derselben Gewebsgruppe gehörig, sich doch histologisch wesentlich von einander unterscheiden, Bindegewebe und Knorpel.

Es dringen alle drei Gefässstrata, die in und auf dem embryonalen und kindlichen Knochen liegenden, bis in die Spalten zwischen den Randstrahlen fort, und setzen sich in ununterbrochene Verbindung mit den Gefässen der Interstitialmembranen, Fig. 26, doch nicht so, dass sich die Grenze zwischen Knochen und Membran vollends verwischen würde, indem man dieselbe an gut injicirten Objecten selbst mit unbewaffnetem Auge deutlich nachweisen kann; die Membran ist nämlich immer weniger gefärbt als der Knochen, und es ist auch thatsächlich der Knochen nicht nur viel gefässreicher, sondern auch mit dickeren Gefässröhren ausgestattet.

Die bis an den Nahtrand vorgeschrittenen Netze ändern ihre Form, indem sich die Maschen strecken und die Röhren etwas dünner werden, doch sind sie immer noch sehr dicht, und indem sich da die Längsgefässe, Arterien und Venenwurzeln deutlich hervorheben und die Röhren des Plexus noch mehr longitudinal ordnen, bekommt jede zwischen zwei Randstrahlen eingeschaltete Gefässgruppe den Anschein einer pinselförmigen Anordnung. Da und dort aber sieht man auch dickere, offenbar venöse Röhren, die Räume bogenförmig überbrücken, und manchen Knochenstrahl umgreifen; es sieht dann aus, als ob sich mit diesen Bögen das venöse Marknetz begrenzen wollte. Dünne, von diesen Bögen und Bündeln abgehende Röhren, Arterienzweige und Venenwurzeln treten nun in die Interstitialmembran.

In dieser verändert sich die ganze Gefässanlage vollends; das Netz, welches sich in zwei bis drei Lagen schichtet, wird schütter, indem seine gleichmässig feinen Röhren in weit offene Maschen zusammentreten. Besonders auffallend ist das Dünnerwerden sämtlicher Venen, deren Astfolge sich schwer von der der arteriellen unterscheiden lässt; sie treten überhaupt vor dem arteriellen und intermediären Bezirke in keiner Weise mehr vor, weder bezüglich der Grösse und Anordnung ihrer Röhren, noch auch bezüglich ihrer Menge, wodurch sich aber gerade das dem Knochen zukommende Gefässgebiet so sehr auszeichnet. Man kann daher sagen, dass mit dem Vorschreiten der Verknöcherung die Capacität des venösen Systemes sehr beträchtlich zunimmt.

Dass das Netz der Interstitialmembran die Gefässe der anstossenden Knochen einigt, und dass es sich continuirlich durch alle Fontanell- und Nahtmembranen fortzieht, ist selbstverständlich. Noch muss ich hinzufügen, dass die in den Interstitialmembranen sich bildenden kleineren Venenstämmchen, auch wenn sie sich an entsprechende Arterien anschliessen, immer nur einfach, nicht doppelt sind.

In Fig. 26 sind die zwischen den Randstrahlen eingelagerten Gefässstränge abgebildet, ohne dass jedoch das Bild Anspruch auf Vollständigkeit machen könnte: es stellt ein arterielles Injectionspräparat dar.

Fig. 18 gibt die Ansicht eines radiären Durchschnittes durch den Knochenrand mit austretenden Blutgefässen, worunter sich auch Venen bemerkbar machen.

Schöne Ansichten von dem Übergange der Gefässe aus dem Knochen in die Interstitialmembranen gibt auch die aufgehellte Calvaria gut injectirter Embryonen von kleinen Thieren, wie Kaminchen, da sich das ganze Object ohne weitere Präparation unter das Mikroskop bringen lässt.

Wenn bei einem Kinde schon dickere Ränder zweier Knochen aneinandertreten, wie in dem unteren Theile der Kronennaht, dann ist statt einer Interstitialmembran schon eine Nahtfuge vorhanden, welche gleichfalls gefässhaltig ist, und wie beim Erwachsenen den vasculären Zusammenhang herstellt. Eine Durchschnittsansicht davon gibt Fig. 19.

Um die Übersicht über die Anlage des Venensystems der Schädelknochen beim Kinde zu vervollständigen, muss ich noch hinzufügen, dass es ausser den in die radiären Canäle aufgenommenen Venen, welche innen am Taber austreten, noch eine zweite Serie von Stämmchen gibt, welche ich als periphere bezeichnen werde.

Sie haben dieselben Bezugsquellen im Knochen, wie die radiären, formiren sich aber mit diesen Venen anastomosirend schon im Bereiche des Verknöcherungsrandes; sie nehmen auch die Stämmchen des äusseren Netzes der *Dura mater* auf, und übergehen längs den Sagittalnahten in den Sinus, seitlich aber, an der Kronen- und Lambdanaht in die da verlaufenden Meningealvenen; ihre Durchschnitte kommen allemal beim Ablösen der harten Hirnhaut an den betreffenden Stellen, sie selbst an aufgehellten Präparaten zum Vorschein. Noch muss ich darauf aufmerksam machen, dass sie da, wo sie den Knochen verlassen, sich oft anastomotische Zweige zusenden, welche eine den Nahträndern entlangziehende, allerdings häufig unterbrochene, und wie mir scheint nur an der Kronennaht constantere Anastomosenkette herstellen.

Die gegebene Beschreibung der Venen ist, wie schon früher angedeutet, den Verhältnissen im Scheitelbein entnommen, wo es kleine Störungen, namentlich in den Radialzügen nur dann erfährt, wenn *Impressiones digitatae* die Knochensubstanz stellenweise verflüchten. Grössere, in den Knochen aufgenommene, also Breschet'sche Venen sind darin noch nicht zur Ausbildung gekommen; als Andeutung solcher, könnte das Stämmchen genommen werden, welches am Taber entsteht und zum vorderen unteren Winkel des Knochens hinzieht. Fig. 30.

An den beiden anderen Knochen des Schädeldaches erleidet aber die Gefässanlage bereits Modificationen, namentlich am Stirnbein und zwar in Folge seiner Gestaltung, seiner Abknickung nämlich in den Orbitaltheil, und der Verdickung am Jochfortsatze, worin sich bereits Spongiosa findet, welche sich an dem Orbitabrande entlang, bis gegen die Stirnnaht fortzieht. Da ist bereits die Anlage eines grösseren Venenstammes bedingt, der aber auch in der Schnappe seine Wurzeln fasst, und zwar nicht nur in der dünneren Spongiosa des Taber, sondern auch in den von der Stirnfontanelle und der Stirnnaht abgehenden radiären Canälchen. Dieses Stämmchen repräsentirt also schon eine Breschet'sche, im *Foramen supraorbitale* austretende Vene, neben der sich auch ein oder das andere Stämmchen an der Kronennaht bemerkbar macht, welches in die Sphenoparietal-Vene übergeht; Fig. 29 gibt eine Ansicht dieser Venengänge aus einem linken Stirnbein.

Andeutungen Breschet'scher Canäle und Venen habe ich auch in der Hinterhauptschuppe gesehen, die auch schon beim Kinde dicker ist, als das Scheitelbein.

Nach allem bisher Mitgetheilten begründet die Gefässanlage in den Knochen der Calvaria ganz beträchtliche Altersunterschiede, welche selbstverständlich parallel gehen mit Verschiedenheiten in der Architektur des Knochens. Diese Unterschiede dauern aber nicht lange, da alsbald nach der Geburt des

Kindes der Process beginnt, wodurch die infantile Form in die definitive übergeführt wird; der Process dürfte schon im fünften Lebensjahre zum Abschluss kommen, und die äusseren Anzeichen seines Abschlusses werden folgende sein: der volle Verschluss der Fontanellen, herbeigeführt durch ein gesteigertes Wachsthum in die Breite, dann die Consolidirung der zackigen Nähte, bedingt durch das Wachsthum des Knochens in die Dicke. Seine Aufgabe besteht in der Ausbildung der anscheinend zelligen und später markhaltigen Diploë und unter Einem in der Umgestaltung des Venensystems, des Netzes in den radiären Canälen zu dem diploëtischen Netze und seiner Abzugsröhren zu den Breschet'schen Venen. Sein Ablauf aber ist mannigfachen Störungen unterworfen, deren bemerkenswertheste durch *Craniotabes* herbeigeführt werden.

Die ersten Veränderungen, womit der ganze Process der Umbildung eingeleitet wird, bestehen in der Aufnahme aller jener Venenstämmchen, welche bisher ausserhalb des Knochens lagen, insbesondere jener von seiner inneren Oberfläche in das Innere desselben. Es geschieht dies durch Auflagerung neuer Lamellen. Statt der in der Gegend des Tub. früher befindlichen grösseren Lücken sind dann nur mehr feine Poren wahrnehmbar. Communicationsöffnungen für Verbindungen mit den Gefässen der Dura, aber keine Durchtrittsöffnungen mehr für grössere Venen. Aus den früher gegen den vorderen unteren Winkel des Scheitelbeines ziehenden tieferen Furchen sind Canäle entstanden, deren Abschluss sich immer weiter vom Tub. entfernt; die innere Tafel glättet sich immer mehr, so dass bei Kindern am Ende des zweiten Lebensjahres nur mehr die arteriellen Furchen eingezeichnet sind.

Die formale Umformung des venösen Netzes besteht darin, dass das gestreckte Maschenwerk ein gleichmässiges Aussehen bekommt, was offenbar durch Ausweitung mindestens der grösseren Anastomosen möglich wird, indem diese dann in die directe Astfolge der radiären Venen einbezogen werden; dass sich aber bei der Bildung des grossröhrigen diploëtischen Netzes auch das in den Marksträngen enthaltene Netz partienweise betheiligt, halte ich auf Grund des Befundes, welchen Fig. 31 darstellt, für sicher.

Die Abbildung bezieht sich auf einen Abschnitt des Venenplexus im Stirntheil des Stirnbeines eines kaum ein volles Jahr alten, etwas hydrokephalen Kindes. Grosse Röhren sind da untereinander verflochten, deren einzelne sich zu einer Netzpartie von gleicher Breite, wie die Röhre selbst anreihen; andere Röhren aber zeigen wieder Lücken, die wie zerstreute Inseln in einem continuirlichen breiten Strom eingeschaltet sind, so dass man füglich einen zwischen diesen beiden Formen bestehenden genetischen Zusammenhang annehmen kann und sagen darf, es seien diese Röhren grösseren Calibers aus dem Netze durch Confluenz feiner Röhren hervorgegangen.

Doch können nicht alle Theile des in den infantilen Marksträngen enthaltenen Netzes in den grösseren Röhrennetzen aufgehen, ein Theil muss ja erhalten bleiben schon als Substrat für das Netz, welches später die Markklümpchen in den diploëtischen Räumen durchzieht, vorzugsweise aber um die feinsten Ausläufer des arteriellen Bezirkes aufzunehmen und in das Venengebiet zu überführen. Diese Partien des Netzes, allerdings schon umgeformt, sind gleichfalls in der Fig. 31 zum Ausdruck gekommen; sie sind in die Zwischenräume der grösseren Röhren der Netzstränge eingeschaltet.

Wie die Bestandtheile des diploëtischen Venennetzes, so entstehen gewiss auch die Breschet'schen Venen, die ausführenden Stämme; zum Beweise dafür, dass dies wirklich der Fall sei, habe ich in Fig. 32 einen solchen Breschet'schen Venenstamm von demselben Kinde abgebildet, denn er zeigt auch die Spuren der Confluenz aus mehreren Röhren in den bis dahin noch erhaltenen inselartig eingeschalteten Maschenlücken.

Wenn schon nach dem Gesagten kein Zweifel über das Substrat und die Entstehungsweise der Breschet'schen Venen bestehen kann, so kommt noch die Frage über die Localisation ihrer Hauptstämme zu beantworten. So vielfach auch diese Venen beziehentlich ihrer Wurzeln und deren Vertheilung über die Fläche der Calvaria variiren, wie aus den Breschet'schen Abbildungen zu ersehen, so zeigt sich doch beziehentlich der Richtung, in der sie zusammenlaufen und der Anlage ihrer Ausgänge aus dem Knochen eine gewisse Constanz, denn immer sind doch der *Margo supraorbitalis*, dann die beiden unteren Winkel des Scheitelbeines die constantesten Austrittsstellen dieser Venencanäle. Dass aber diese Anordnung auch schon

beim Kinde präformirt ist, ergibt sich aus der Abbildung des Stirnbeines Fig. 29, worin bereits ein Breschet'scher Canal enthalten ist, und des Scheitelbeines Fig. 30, worin die Breschet'schen Venen bereits durch Plexuszüge stärkerer Venencanäle angedeutet sind, welche vom Tuber ansstrahlen.

Rücksichtlich dieser letzteren kann man auch sagen, dass sie aus den typischen, infantilen radiären Venen hervorgehen, rücksichtlich jener aber, welche an der Kronennaht entlang herablaufen, daher querwegs über die radiären Canäle hinwegziehen, muss wohl, um ihr Zustandekommen zu erklären, eine Übergangsform angenommen werden; diese ergibt sich aber in der That aus den früher besprochenen Anastomosenketten, welche am Verknöcherungssamme der Knochen da oder dort allerdings unterbrochen die Wurzeln der radiären Venen mit einander verbinden. Bildet sich etwa beim Kinde schon eine solche geschlossene Anastomosenkette aus, und erweitert sie sich zu einem Stämmchen, dann kommt ein solcher Fall zu Stande, wie ich ihn an einem zehnjährigen Knaben im Scheitelbein beobachtet habe, wo eine Breschet'sche Vene in einem etwa fingerbreiten Abstände die Kronennaht ihrer ganzen Länge nach verfolgte, die also in einer Linie lag, deren Abstand von der Naht als Mass für die daselbst erfolgte Zunahme des Knochens gelten kann. Kommt es aber da nicht zur Ausbildung einer continuirlichen Anastomosenkette, so öffnet sich dann die peripheriewärts abgehende Serie von Venenstämmchen in den da herablaufenden und dann auch grösseren *Sinus sphenoparietalis*, dessen Communicationszweige mit dem *Sinus longitudinalis* ihn zu einer grossen, natürlich nicht immer so bedeutenden Nebenleitung des Sinus gestalten können, woraus sich die tief in die innere Knochentafel eingegrabenen Furchen längs der Kronennaht erklären.

Zum Schlusse komme ich noch auf die von Welker¹ bereits erwähnten Linien zu sprechen, welche nicht selten an den Nahträndern der Schädelknochen von Kindern beobachtet werden, und in dem von ihnen begrenzten Saume die Resultate des Randwachstums zur Schau tragen. Zuckerkandel² hat diese Linien als Spuren gesteigerten Knochenwachstums ausführlicher beschrieben. Wenn auch diese Linien zumeist an hydrokephalischen Schädeln vorkommen, so findet man sie gelegentlich doch auch an Schädeln, welche keine Spuren krankhafter Bildung zeigen, sie müssen daher in Texturvarietäten ihren Grund haben, welche auch bei normalem Wachstum vorkommen können. Factisch ist, dass sie die Umrisse des jungen Knochens in den älter gewordenen einzeichnen und daher schärfere Begrenzungen sind neuer, von aussen aufgetragener Lamellen. Während aber in der Regel die neugebildeten Lamellen in unregelmässig vortretende Spitzen und Blättchen ausgehen, die Gefässöffnungen ganz zerstreut erscheinen und deshalb der Rand der neuen Lamellen sie von den älteren nicht deutlich scheidet, bildet er in diesen Fällen eine schärfere Begrenzung, und zwar dadurch, dass sich die Gefässporen linear ordnen, in Folge dessen dann auch der jüngere Saum durch die dicht zusammengedrängten Gefässführen eine regelmässige Strichelung und einen anderen Farbenton bekommt. So sehe ich es an dem normalen von Zuckerkandel beschriebenen Schädel; da handelt es sich gewiss um kein unterbrochenes oder ruckweises Wachstum.

In dem zweiten, ein hydrokephalisches Kind betreffenden Falle ist der neue Saum von dem centralen Knochenheile nicht nur durch eine schärfer gezogene, sondern stellenweise sogar rinnenförmig ausgebildete Linie abgegrenzt und ragt mit rückwärts ausgreifenden kurzen, nahtzackenartigen Fortsätzen etwas über den älteren Theil hervor. Seine Fläche ist nicht gerieft, sondern wie gewöhnlich schuppig rau. In diesem Falle könnte man eher vermuthen, dass eine Unterbrechung und eine später erfolgende Steigerung des Wachstums vor sich gegangen, obgleich an der inneren Fläche des Knochens keine solche Abgrenzungslinie wahrnehmbar ist.

Wenn nun schon die stellenweise gestellten Poren in diesen Linien deutlich auf den Einfluss der Gefässformation hinweisen, so dürfte durch den zweiten Fall, wo die Linie sich stellenweise als Furche ausprägt, noch mehr die Vermuthung begründet werden, dass die nächste Veranlassung dieser Erscheinung in der Anordnung der Gefässe liege. Ich erinnere da nochmals an die variablen Anastomosenketten, nämlich die Bindeglieder

¹ Untersuchungen über Wachstum und Bau des menschlichen Schädels, p. 7.

² Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. 1874.

der radialen Venen, und es hat in der That den Anschein, als ob subperiostal an dieser Linie entlang eine kleine Vene eingelagert gewesen wäre.

Noch mehr scheint mir den Einfluss der Gefässe auf diese Formation ein Injectionsergebniss zu bestätigen, gewonnen gelegentlich der Injection der Diploë an dem Schädel eines etwas hydrokephalischen, etwa neun Monate alten Kindes. Dabei füllten sich vorerst, wie es Fig. 33 in etwas verkleinertem Massstabe darstellt, beiderseits an dem Stirnbein je zwei schmale Plexuszüge etwas grösserer Venen, deren Richtung fast genau mit den Contouren übereinstimmt, welche man einzeichnen müsste, um den früheren Umfang des Knochens abzugrenzen. Es ist dieser Fall jedenfalls ein Beweis, wie gerne sich an den Nahträndern entlang, insbesondere aber an der Kronennaht, solche Anastomosen zwischen den ursprünglich radiär angelegten Venen entwickeln.

Es sei mir nur noch gestattet, die Ergebnisse dieser Arbeit in Kürze zusammenzufassen:

1. Die *Arteria cerebri anterior* gibt am Balkenknie, an die Sichel einen oder zwei Meningeal- zweige ab, welche mit den vom Ansatzrande der Sichel abstiegenden Ästen der eigentlichen Meningeal- arterien anastomosiren. Ausser diesen bestehen noch andere Anastomosen zwischen den Arterien der Gehirnrinde und den Meningae, zunächst längs der in den *Sinus longitudinalis* eingehenden oberen Hirnvenen.

2. Die von Cruveilhier zuerst beschriebenen venösen Buchten an den Seiten des *Sinus longitudinalis*, zeigen einen in der That cavernösen Bau; sie sind eigentlich keine Buchten des Sinus, sondern dichte Netze grösserer Venen, hervorgegangen aus dem Netze der die Sinuswände durchziehenden Venen, in welche sich auch diploëtische Venenzweige öffnen. Ursprünglich sind diese Netze beiderseits neben dem Sinus und in der Sichel nur nach der Fläche ausgebreitet, werden aber am Scheitel schon beim Kinde geräumiger, noch geräumiger aber und selbst varicos im Alter und bei gewissen mit Blutstauungen einhergehenden Krankheiten. In diesem Zustande brechen sie durch die harte Hirnhaut hindurch, setzen Eindrücke an der inneren Knochen- tafel, zehren diese mitunter auch auf und eröffnen dadurch die Diploë. Die sogenannten *Foveolae glandulares* kommen also zunächst durch Varicositäten der Meningeal- und Knochenvenen zu Stande. Ich bestätige damit die Beobachtung von Trolard.

Diese Darstellung fasst auf Corrosionspräparaten des Sinus, woran auch ersichtlich ist, dass sämtliche obere Hirnvenen des Mittel- und Hinterhauptlappens nur am Scheitel durch ganz nahe beisammen liegende Öffnungen in den Sinus eingehen, daher einzelne bis $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Wege in der Sinuswand zurücklegen müssen, um an ihr Ziel zu gelangen.

3. Das an der Innenfläche der *Dura mater* befindliche, schon mehrfach beschriebene Netz feiner Gefässe ist ein intermediäres, eingeschaltet zwischen zwei gleichmässige Astfolgen, nämlich die arterielle und die venöse, welche beide sich peripheriewärts in immer feiner werdende Zweige zerlegen und von dem Netze überlagert werden.

4. An der Aussenfläche der harten Hirnhaut befindet sich erstens ein aus dickeren Gefässen bestehendes mehr oder weniger dichtes Netz, welches ein venöses ist und mit den feineren Knochen- venen in Verbindung steht; dann eine aus feinen Röhren bestehende, ein sehr lockeres Netz darstel- lende arterielle Vertheilung; beide Netze gehen in einander über, durch directe Verbindungen feiner arterieller Röhren in bei weitem dickere Venen. Den Übergang vermitteln konische, von den Venen abtretende, manchmal sehr lange Zapfen, deren Spitzen die feinen arteriellen Röhren auf- nehmen.

5. Die Havers'schen Canäle mit Einschluss der markhaltigen diploëtischen grösseren Räume lassen sich durch langsame Maceration der frischen Knochen in Salzsäure isoliren mit einer anscheinend ganz structur-

losen Begrenzungsmembran. Alle Canäle enthalten eine grössere Vene und eine feine Arterie; in den grösseren Räumen ist fetthaltiges Mark eingeschlossen.

6. Die Arterien durchziehen, allseitig mit einander anastomosirend und in zartere Gefässe zertheilt, sämtliche Räume des Knochens, bilden somit ein nach diesen Canälen und den diploëtischen Räumen geordnetes Netz, dem entsprechend sich auch die sie begleitenden Venen netzförmig ordnen und das einem cavernösen Netze ähnliche diploëtische Venennetz darstellen. Von diesen Venen gehen Stämmchen ab, welche sich in den Markklümpchen in feine Netze, die Marknetze, auflösen.

7. Auch das Marknetz ist noch ein venöses Netz: seine Röhren übertreffen, wenn voll gefüllt, um das Vier- bis Fünffache die dahin gelangenden feinsten Arterien, und vermitteln den Abschluss des Kreislaufes, indem auch hier, wie an der äusseren Fläche der *Dura mater* die feinsten arteriellen Röhren gleich von diesen grösseren venösen Röhren aufgenommen werden.

8. Sämmtliche Nähte werden nach ihrer ganzen Dicke von einem aus feinen Röhren bestehenden Gefässnetze durchzogen, welches die feineren Gefässe der da zusammentretenden Knochen aufnimmt, aber auch Venenstämmchen bildet, welche mit jenen aus der Diploë austretenden vereinigt, in die an den Nähten befindlichen Meningealvenen eingehen.

9. Die Apposition neuer Lamellen auf die Flächen der Schädeldachknochen ist beim Embryo und Neugeborenen eine ungleichmässige. Beweis dessen die äussere schuppig rauhe Oberfläche ringsum das beim Neugeborenen ganz glatte, aus fast compacter Substanz bestehende Tuber: es schichten sich nämlich daselbst dachziegelartig kürzere, auf die innerste Lamelle aufgelagerte Blättchen, die an einem radiär vom Sagittalrande zum Tuber gerichteten Durchschnitte sich an die innere Lamelle einfiedrig anreihen.

10. Beim Neugeborenen findet sich nur im Tuber eine Diploë mit einem rundmaschigen, diploëtischen Venennetze. Von da gehen radiäre, dichotomisch sich vervielfältigende und unter einander anastomosirende Canäle aus, worin je eine feine Arterie und eine grössere Vene und ein um diese Vene sich reihendes Venennetz enthalten ist. Diese Netzstränge dringen zwischen den dachziegelartig aufgelegten Knochenlamellen auch an die äussere Oberfläche, wo sie unter einander zu einem zierlichen Doppelnetze vereinigt, sich flächenartig in der innersten, osteoblastischen Schichte des Perieraniums ausbreiten.

11. Der Abschluss des Kreislaufes geschieht im kindlichen Knochen gleichfalls wieder durch den unmittelbaren Übergang der feinsten Arterien in die Röhren dieser Netzstränge: die Übergänge scheinen sehr zahlreich zu sein, da es kaum möglich ist, rein arterielle Injectionen ohne Füllung dieses Netzes und der in den radiären Canälen befindlichen Venen zu erzielen.

12. Am Nahtrande des Knochens übergehen ohne bestimmte Grenze allenthalben die radiär netzförmig angeordneten Gefässe in die Interstitialmembranen, worin sie ein zwei- bis dreischichtiges Netz darstellen. Dieses lockermaschige Netz besteht aber nur aus sehr feinen Gefässen, während alsbald am Verknöcherungsrande die Venen schon durch ihr Caliber hervortreten und sich vervielfältigen, so dass an gut injicirten Objecten die intensivere Färbung auch ohne Zuhilfenahme des Mikroskops schon die Grenze zwischen Knochen und Interstitialmembranen erkennen lässt. Durch die Netze der Naht- und Fontanellemembranen wird das Gefässsystem sämtlicher Knochen zu einem einheitlichen Ganzen vereinigt.

13. Die Abzugsanäle der Venen des kindlichen Knochens wurzeln theils in der Diploë des Tubers, theils an der Peripherie in den Nahrändern. Die ersteren gehen im Scheitelbein als Plexus grösserer Gefässe vorgebildet gegen die unteren Winkel des Knochens, die letzteren am Sagittalrande in den *Sinus longitudinalis*, am Kronenrande in die *Vena spheno-parietalis*. Diese Abzugsplexus liegen beim Neugeborenen noch frei, nur in Rinnen des Knochens eingelagert, an der inneren Fläche desselben, werden aber bald nach der Geburt von Knochensubstanz umlagert und so in Canäle eingeschlossen.

14. Aus diesem Plexus gehen durch Coalition der Röhren die Breschet'schen Venen hervor. Eigentliche Breschet'sche Venen kommen daher beim Neugeborenen im Scheitelbein noch nicht vor. Dagegen ist in dieser Zeit im Stirnbein schon ein solcher ganz in den Knochen aufgenommener Venencanal vorhanden, welcher am *Foramen supraorbitale* von einer Klappe geschützt sich nach aussen öffnet.

15. Es bestehen also bezüglich der Anlage der Gefässe, namentlich der Venen, gleichwie auch bezüglich der Architectur der Knochen beträchtliche Altersunterschiede. Die mit dem Wachsthum einhersehtenden Veränderungen scheinen schon im fünften Lebensjahre, manchmal vielleicht sogar früher zum Abschluss zu kommen.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TABULA I.

- Fig. 1. Feines Gefässnetz der Innenfläche der harten Hirnhaut; aus der Stirngegend eines Mannes von mittleren Jahren. Hartnack. Ocular II. Objectiv 2.
- „ 2. Theile dieses feinen Netzes, im Zusammenhange dargestellt mit den zuleitenden Arterien und ableitenden Venen; aus der Gegend des *Tuber parietale*, von einem 60 Jahre alten Manne; laterale Injection. Aufgenommen mit Oc. II. Obj. 2. Durchgeprüft mit Obj. 5.
- „ 3. Durchschnitt der *Dura mater* zur Darstellung der schichtenweisen Gefässvertheilung, mit dem Querschnitte eines grösseren meningealen Arterienastes. Oc. II. Obj. 2.
- „ 4. Das Venennetz von der Aussenfläche der *Dura mater*, nicht ganz dicht gefüllt; aus der Gegend des Scheitelbeines. Von einem älteren Manne. Loupenvergrösserung.
- „ 5. Theile des venösen Netzes der Aussenfläche der *Dura mater* mit den entsprechenden feinen Vertheilungen der Arterien und unmittelbaren Übergänge der feinsten arteriellen Röhren in conische Zapfen. Um den Unterschied in der Astfolge der beiderseitigen Venenwurzeln zu zeigen, ist bei „ eine aus der Tiefe, d. i. von der Innenfläche der *Dura* kommende Venenwurzel gezeichnet. Nach einem Präparate aus der harten Hirnhaut eines 60gers; bilaterale Injection. Aufgenommen bei Oc. II. Obj. 2. Controlirt mit Obj. 5.
- „ 6. Vertheilung der Arterien und Venen in dem dünnen Rande der Falx eines Neugeborenen. Oc. II. Obj. 2.
- „ 7. Arterielle Endverzweigung und venöse Wurzeln aus der oberen Hälfte der Falx eines Neugeborenen. Oc. II. Obj. 2.
- „ 8. Venennetz an der äusseren Oberfläche der harten Hirnhaut eines Neugeborenen; aus der Scheitelbeingegegend. Nach einer arteriellen Injection.
- „ 9. Dasselbe Netz aus der Nähe des Siehelausatzes, dichter gefüllt durch eine Veneninjection. Beide Präparate gezeichnet mit Oc. II. Obj. 2.

TABULA II.

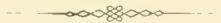
- Fig. 10 u. 11. *Sinus longitudinalis superior* eines Mannes mittleren Alters, mit den angeschlossenen cavernösen Räumen und oberen Hirnvenen; nach einem Corrosionspräparate. Fig. 10 in der Ansicht von oben, Fig. 11 in der Ansicht von unten.
- „ 12. Isolirter Havers'scher Canal aus der compacten Tafel eines Erwachsenen; mit den darin enthaltenen Gefässen, einer grossen Vene und einer feinen Arterie. Arterielle Injection. Oc. II. Obj. 5.
- „ 13. Ein ähnlicher Canal, mit Gefässen und einem Zweigcanal, worin eine feine Arterie unmittelbar in eine Vene übergeht.
- „ 14. Das diploëtische Venennetz, aus dem Scheitelbein eines Erwachsenen. Nach einem Corrosionspräparate. Kleine Loupenvergrösserung.
- „ 15 u. 16. Theile des venösen Marknetzes, durch arterielle Injection dargestellt; mit Übergängen von feinen Arterien im Röhrechen des Netzes. Oc. II. Obj. 5.
- „ 17. Radiärer Durchschnitt aus dem Randstücke vom Stirnbein eines etwa 6 Monate alten Embryos, um daran die Schichtung der Lamellen zu demonstrieren und den Übertritt der arteriell injicirten Gefässe in das Pericranium. Oc. II. Obj. 5.
- „ 18. Nahrand desselben Knochens, mit dem Übergänge der Gefässe aus seinen Canälen in die Fontanellmembran. Etwas stärker vergrössert.
- „ 19. Horizontaler Durchschnitt durch die Mitte der Höhe der Kronennaht, mit den darin enthaltenen Gefässen; von einem Neugeborenen. Oc. II. Obj. 2.

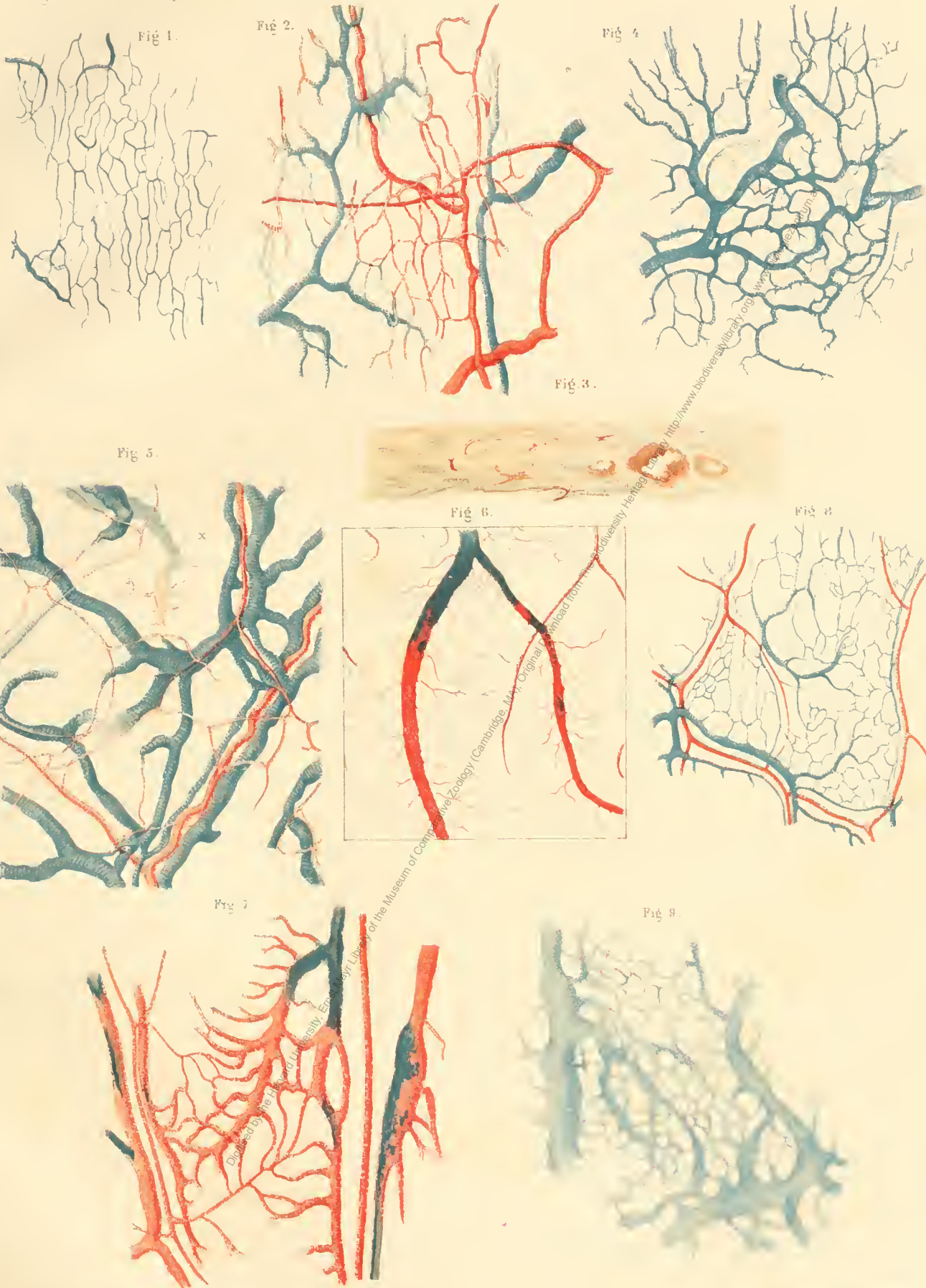
TABULA III.

- Fig. 20. Theile des venösen Marknetzes, mit einem Arterienzweig und Übergängen feinsten Arterien in Röhren des Netzes. Arterielle Injection. Macerationspräparat. Oc. II, Obj. 4.
- „ 21. Tangentialschnitt durch die Kronennaht, nebst dem darin enthaltenen Gefässnetze. Von einem 10jährigen Knaben. Venöse Injection. Oc. II, Obj. 2.
- „ 22. Durchschnitt durch die Kronennaht, mit darin enthaltenen Venenwurzeln desselben Knaben. Oc. II, Obj. 2.
- „ 23 u. 24. Venöse Netzstränge der Gefässcanäle im Scheitelbein eines Embryos von etwa 7 Monaten; zur Darstellung der Übergänge feinsten Arterien in die Röhren des Netzes. Fig. 23 Oc. II, Obj. 4; Fig. 24 Oc. II, Obj. 5.
- „ 25. Venöses Netz von der äusseren Oberfläche des Scheitelbeines, nahe seinem Nahtrande. Von einem Embryo. Oc. II, Obj. 4.
- „ 26. Nahtrand des Scheitelbeines eines 7monatlichen Embryos, darstellend den Übertritt der Gefässe in die Interstitialmembran. Oc. II, Obj. 2. (Fig. 23—26 nach arteriell injicirten Präparaten.)

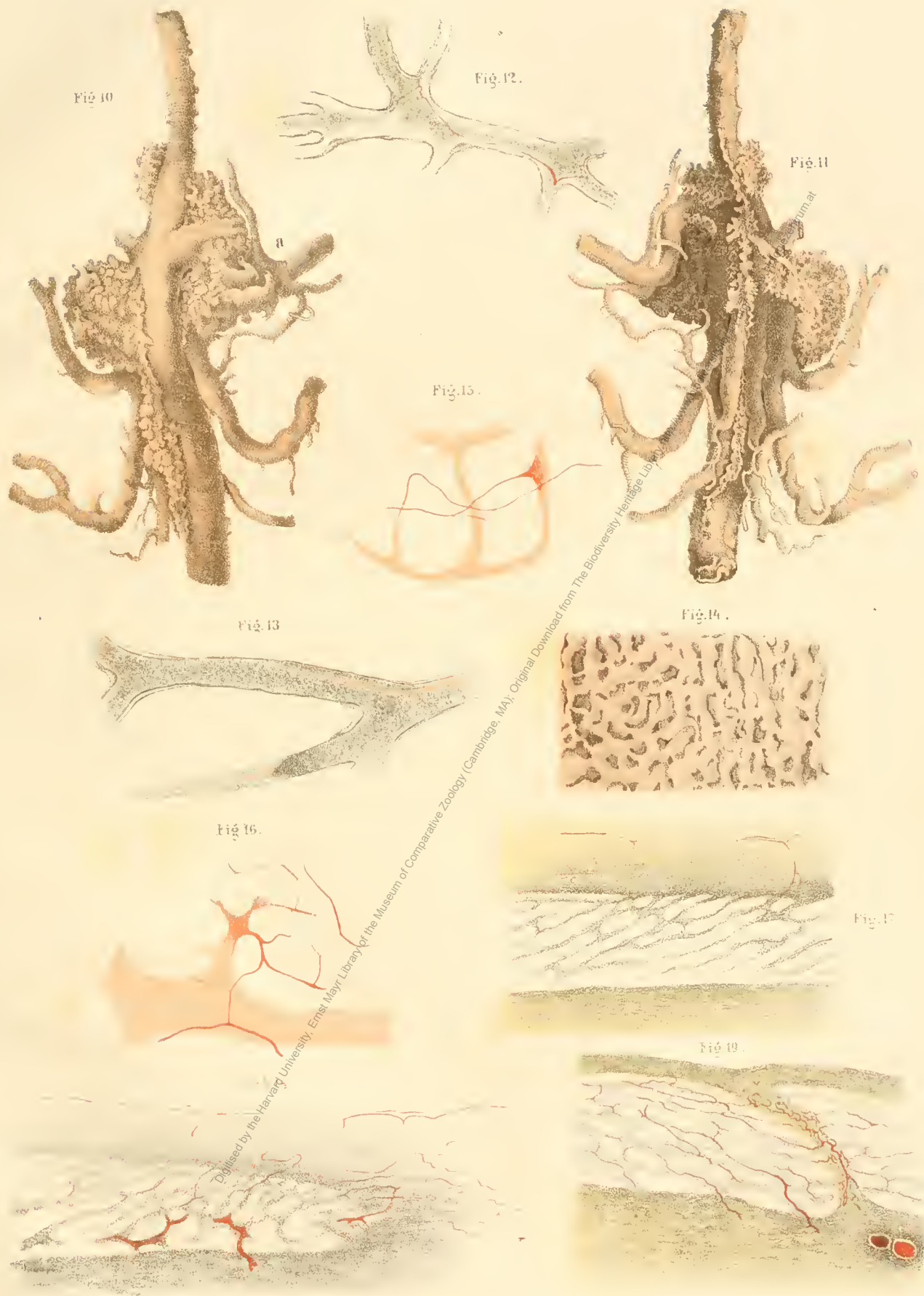
TABULA IV.

- Fig. 27. Venen der radiären Canäle, aus der Peripherie des Scheitelbeines eines Neugeborenen. Dichtere venöse Injection mit Berlinerblau. Oc. II, Obj. 4.
- „ 28. Ähnliches Object, von einem etwa 5 Monate alten Embryo. Venöse Injection mit Harzmasse. Oc. II, Obj. 2.
- „ 29. Venös injicirtes linkes Stirnbein eines Neugeborenen, mit einer Breschet'schen Vene. Etwas verkleinert.
- „ 30. Venös injicirtes linkes Scheitelbein eines Neugeborenen.
- „ 31. Aus dem Stirnbein, nahe dem Kronenrande eines kaum mehr als 9 Monate alten Kindes, mit Theilen des sich gestaltenden diploëtischen Venennetzes. Oc. II, Obj. 4.
- „ 32. Theil einer sich bildenden Breschet'schen Vene; aus demselben Objecte. Loupenvergrösserung.
- „ 33. Ansicht der Calvaria desselben Kindes, um daran grössere Venenzüge zu demonstrieren, welche sich entsprechend den Vergrösserungslinien der Knochen, insbesondere am Stirnbein, gelegentlich entwickeln. Etwas verkleinert.





Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

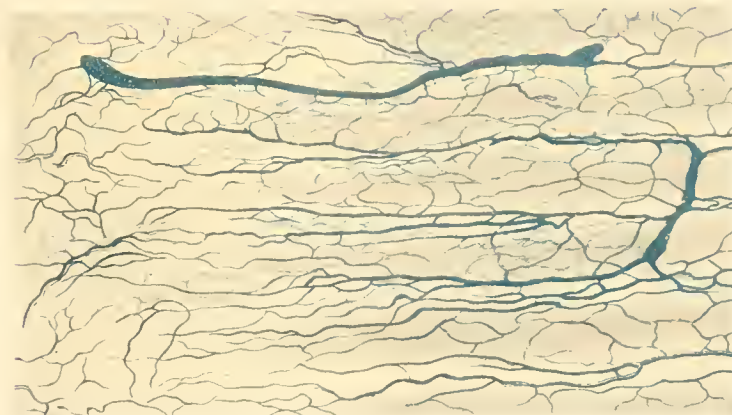
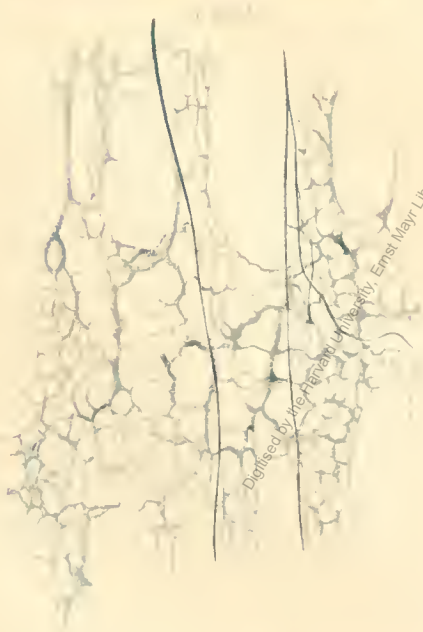


Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

Fig. 20



11-1-1944



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

Fig 27

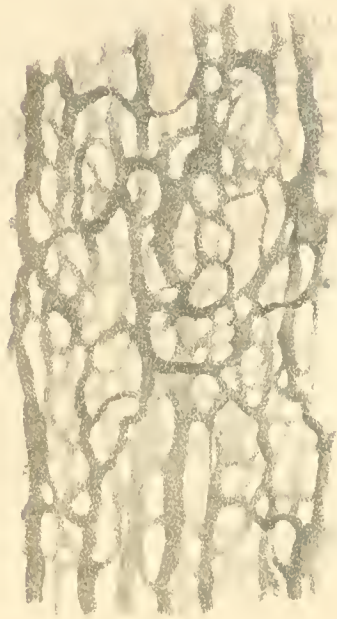


Fig 32



Fig 31



Fig. 28.

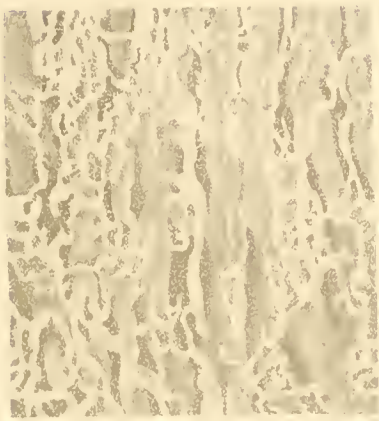


Fig 33

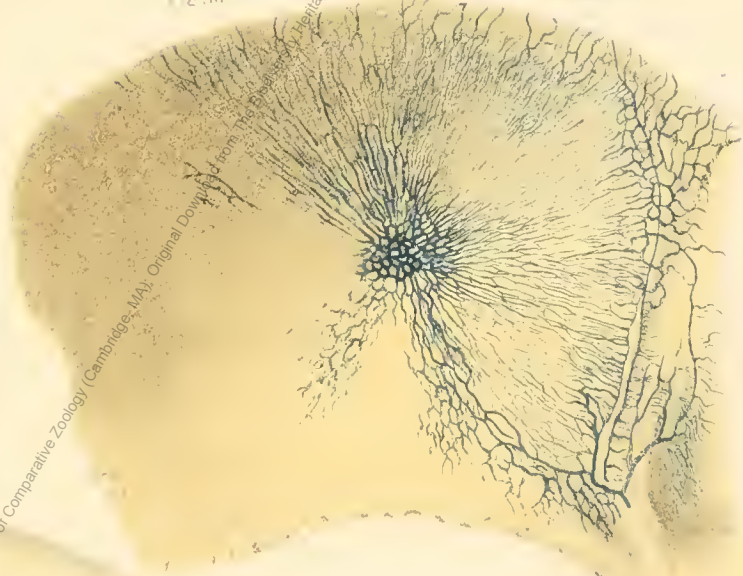
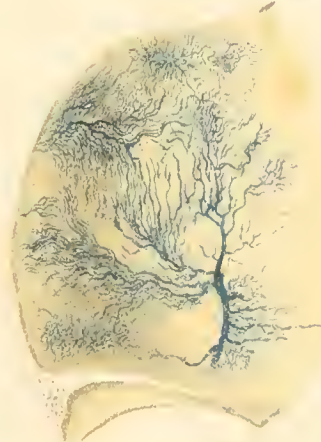


Fig 29



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [37_1](#)

Autor(en)/Author(s): Langer Carl Ritter von Edenberg

Artikel/Article: [Über die Blutgefäße der Knochen des Schädeldaches und der harten Hirnhaut. \(Mit 4 Tafeln.\) 217-240](#)