Auf diese Weise ist derjenige Zustand hergestellt, wie er dem Extrauterinleben gemäss ist, und hat auch die Circulation diejenige Gestalt angenommen, welche von nun an bleibt. Das Foramen ovale schliesst sich theils, theils bleibt es lange Zeit, oft das ganze Leben hindurch offen, ohne dass dadurch nothwendig bedeutende Störungen in der Circulation eintreten, weil eben das Blut aus den beiden Vorhöfen doch immer mit Leichtigkeit gegen den Ort des kleinsten Widerstandes, gegen den entsprechenden Ventrikel zu fällt.

Entwickelung der Gewebe (Histogenesis).

Die Horngebilde.

Die Oberhaut.

Wir machen den Anfang mit den Horngebilden, mit den Producten des Hornblattes. Aus dem Hornblatte geht zunächst die Oberhaut hervor. Diese besteht, wie Sie wissen, aus Zellen, die in ihrer untersten Schichte höher sind als breit, auf die dann mehrere Lagen von polyedrischen Zellen und nach oben zu mehr abgeplattete Zellen folgen, die dann endlich so weit abgeplattet sind, dass sie dünne Lamellen darstellen, dicht an einander kleben, und die Kerne undeutlich werden. Das ist dann die eigentliche Hornschicht der Oberhaut, während man die tiefer liegenden succulenten Schichten als Rete mucosum Malpighii bezeichnet. Es ist bekannt, dass sie sich immer aus der Tiefe regenerirt. Einzelne haben sogar in neuerer Zeit angenommen, dass die untersten Zellen der Oberhaut aus dem darunter liegenden Bindegewebe hervorwachsen können. Es scheint das aber nicht so zu sein, es scheint, dass die Horngebilde sich immer nur regeneriren aus Keimen, die ihrer eigenen Art angehören. Es spricht dafür erstens die Entwickelung aller Epidermoidalgebilde aus dem Remakschen Hornblatte beim Embryo, und zweitens sprechen dafür auch die Versuche, welche in neuerer Zeit mit dem sogenannten Pfropfen oder Oculiren der Epidermis gemacht worden sind. Man war bei Wunden, welche vernarben, immer im Zweifel, ob der Vernarbungsprocess blos erfolgt von den Wundrändern aus, indem von da aus die Zellen des Hornblattes gewissermassen auf die Wandfläche hinüberkriechen, oder dadurch, dass aus der Tiefe Keime für neue Horngebilde nachrücken. Zu dieser letzteren Ansicht gaben die sogenannten Inseln Veranlassung, die mit Epidermis überzogenen Flecke in der Mitte einer grösseren Wundfläche. Es scheint aber doch, dass sie stets, wenn auch schmale, Verbindungen gegen die Epidermis haben, dass es Strassen gibt, wo die Epidermiszellen vom Rande gegen die Mitte vorrücken, und dass sie nur an den Stellen, die wir als Inseln erkennen, eine grössere Ausbreitung gewonnen haben. Diese Ansicht hat eine Stütze erhalten durch die Erfahrung, dass man den Vernarbungsprocess sehr beschleunigen kann, indem man auf die Mitte der Wundfläche ein ganz dünn abgeschnittenes Stück von Epidermis, an dem sich noch das lebende Rete Malpighii befindet, aufpflanzt: es befestigt sich, und von ihm geht durch Zellenbildung die

weitere Vernarbung aus. Die Franzosen bezeichnen ein so aufgepflanztes Epidermisstück als Greffe épidermique, indem sie den Process mit dem Pfropfen oder Oculiren der Bäume vergleichen.

Die Nägel.

Zu den Epidermoidalgebilden gehören auch die Nägel. Man kann, wenn man den Finger einer Leiche in siedendes Wasser steckt, wenn man ihn abbrüht, die ganze Epidermis und mit ihr den Nagel herunternehmen. Das Lösen der Epidermis beim Abbrühen entsteht dadurch, dass man die unteren succulenten Schichten des Rete Malpighii ganz mürbe und zerreisslich macht, so dass die feste Epidermis sich von der unterliegenden gefässreichen Cutis loslöst. Man sieht dann, dass der Nagel nicht auf der Cutis als solcher, sondern auf einer Epidermisschicht aufliegt.

Der Nagel selbst besteht aus Epidermiszellen. Man erkennt das zwar nicht, wenn man einfach Durchschnitte macht und sie unter das Mikroskop legt: man sieht es aber wohl, wenn man diese Durchschnitte vorher in kohlensaurem Natron oder Kali macerirt hat. Dann quellen die verhornten Zellen wieder auf, und es zeigt sich aufs Deutlichste die Zusammensetzung des ganzen Nagels aus Epidermiszellen. Der Nagel ist eingelassen in eine Epidermisfalte, in den sogenannten Nagelfalz, und wenn man diesen zurückschiebt, oft auch schon, ohne dass man dies thut, sieht man eine halbmondförmige weissliche Stelle. Diese Stelle ist die sogenannte Lunula, die Stelle, an der die neuen Nagelzellen entstehen, und von der aus der Nagel wächst. Der Nagel hat kein interstitielles Wachsthum, er wächst durch Apposition an seinem hinteren Ende. Wenn man zwei Feilstriche in den Nagel macht und deren Entfernung von Zeit zu Zeit misst, so findet man, dass sie immer dieselbe bleibt, dass aber beide Feilstriche immer nach vorne rücken. Der Nagel muss deshalb auf dem Nagelbette fortrutschen, und das thut er auch. Er hat dabei in der Structur des Nagelbettes eine eigenthümliche Leitung und Führung, indem das Nagelbett der Länge nach gerifft ist, so dass hiedurch dem Nagel bei seinem Vorrücken immer eine bestimmte Richtung vorgeschrieben ist. Diese Riffe erstrecken sich auch auf die darunterliegende Cutis, und in dieselben gehen Capillargefässe hinein. Indem der Nagel nun auf dem Nagelbette fortrutscht, bringt er von den Epidermiszellen, die zunächst unter ihm liegen (denn er selbst ist ja von der Cutis durch eine Lage von Epidermiszellen getrennt), eine Portion mit nach vorne. In der Regel gehen diese beim Waschen und Reinigen mit fort, so dass man nichts von ihnen bemerkt, aber an Spitalsleichen hat man nicht selten Gelegenheit, zu sehen, dass sich bedeutende Massen unter den Fussnägeln angesammelt haben, die, wenn man sie näher untersucht, sich als aus lauter Epidermiszellen bestehend erweisen.

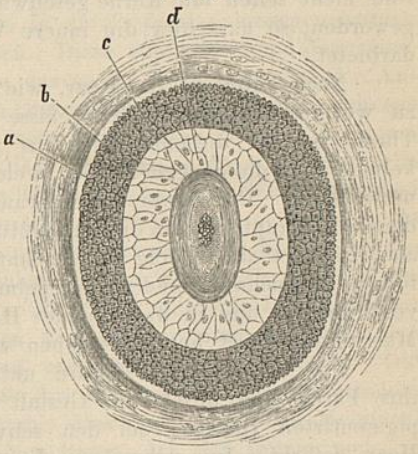
Wir kürzen bekanntlich unsere Nägel, wir schneiden sie ab. Wenn sie nicht gekürzt werden, so erlangen sie eine bedeutende Länge und wachsen zu einer förmlichen Kralle aus. In Berlin befinden sich auf dem anatomischen Museum ein Paar Finger von einem malayischen Häuptlinge, die von Schönlein an das Museum geschenkt worden sind. An diesen sind diese Krallen zu sehen. Die Malayenhäuptlinge, um zu

zeigen, dass sie nicht zu arbeiten brauchen, lassen ihre Nägel wachsen und schützen sie sogar durch Futterale. Die Nägel sind in doppelter Weise gekrümmt, erstens im Querdurchmesser, wie man dies ja auch, wenn auch schwächer, an jedem geschnittenen Nagel sieht, und zweitens im Längsdurchmesser nach abwärts. Sie stellen also umgekehrte, nach dem Lauf gekrümmte Rinnen dar.

Die Haare.

Das Haar besteht aus dreierlei Substanzen. Am Haarschaft unterscheidet man erstens eine äusserliche Schicht von dünnen, plattenartigen Zellen, die mit ihren Rändern dachziegelförmig übereinander liegen und die Cuticula des Haares bilden. Wenn man das Haar mit Schwefelsäure betupft, so löst sich diese Cuticula in Lappen von der Oberfläche des Haares ab. Darunter liegt die Substantia propria. Sie besteht aus Zellen, die nach beiden Enden spitz zulaufen, aus Spindeln, welche sich gegen einander abgeplattet haben und dadurch kantig geworden sind. Sie bilden bei Weitem die Hauptmasse des ganzen Haares. Nur in der Mitte liegt noch die sogenannte Marksubstanz. Diese besteht aus unregelmässig gestalteten Zellen, welche von der Haarzwiebel aus, dem untersten, verdickten Theile des Haares, den wir bald besprechen werden, nach oben vorgeschoben worden sind. Das Mark des Haares geht aber keineswegs immer continuirlich durch das ganze Haar hindurch, sondern es lässt nicht selten bedeutende Lücken zwischen sich, so dass es nur stellenweise und mit Unterbrechungen im Innern des Haares abgelagert ist, und fehlt in vielen Fällen ganz. Nach unten zu verdickt sich das Haar und geht in die Haarzwiebel über. Diese steckt mit einem Theile des Haares im Haarbalge und ist auf der Haarpapille, der Papilla pili, befestigt.

Fig. 102.



Der Haarbalg ist als eine Ausstülpung der Cutis in das subcutane Bindegewebe zu betrachten. Manchmal ragen auch, wie bei den Barthaaren am Kinn die Wurzeln der Haare bis zwischen die einzelnen Muskelbündel hinein. Diese bindegewebige Ausstülpung geht nach unten in das subcutane Bindegewebe über, und Dr. Werthheim hat darauf aufmerksam gemacht, dass immer zu dem Grunde des Haarbalges ein eigener Bindegewebsstrang, wie ein Stiel, hingeht. Auf die bindegewebige Schicht des Haarbalges, in der zugleich die Gefässe desselben enthalten sind, folgt nach innen zu eine eigenthümliche Faserschicht. Die Fasern sind der Quere nach ringförmig angeordnet und haben sehr stark verlängerte Kerne, ähnlich lange Kerne, wie sie die glatten Muskelfasern

besitzen. Man kennt aber an diesen Fasern bis jetzt keine Contractionserscheinungen. Auf diese Ringfaserschicht des Haarbalges folgt die sogenannte Glashaut, eine dünne Haut, an der man keine eigentliche Structur erkennen kann, an der man nur mehrfach in spitzen Winkeln sich durchkreuzende quere Linien sieht. Ein Querschnitt durch den Haarbalg (Figur 102) zeigt dieselbe in *a*. Diese Glashaut grenzt den eigentlichen Haarbalg gegen die sogenannten Wurzelscheiden des Haares ab. Wurzelscheiden des Haares gibt es zwei, eine äussere und eine innere. Die äussere (Figur 102 *b*) Wurzelscheide ist eine directe Fortsetzung des Rete Malpighii und besteht aus denselben succulenten Zellen wie dieses. Die Entwickelung und die Bedeutung der inneren Wurzelscheide werden wir später noch kennen lernen. Ich will jetzt nur darauf aufmerksam machen, dass die innere Wurzelscheide den Raum zwischen der äusseren Wurzelscheide und dem Haare ausfüllt, und dass sie aus zwei Schichten besteht, einer äusseren Schicht (Figur 102 *c*) von länglichen, durchsichtigen, kernlosen Zellen, welche gewöhnlich so aneinandergefügt sind, dass sie Spalträume zwischen sich lassen: dies ist die Henle'sche Schicht. Darauf folgt nach innen eine Schicht von dickeren, kernhaltigen, aber gleichfalls glasartig durchsichtigen Zellen: das ist die Huxley'sche Schicht (Figur 102 *d*). Im oberen Theile der inneren Wurzelscheide sind nicht selten alle Kerne geschwunden und die Zellengrenzen unsichtbar geworden, so dass hier die innere Wurzelscheide das Bild einer Glashaut darbietet.

Nach unten ist das Haar, wie gesagt, auf die Papilla pili aufgesetzt, zu welcher ernährende Blutgefässe hingehen. In ihrem oberflächlichen Theile besteht dieselbe ganz aus polyedrischen Zellen, und auf diesen keimen nun die jungen Zellen, welche sich in die Substanz des Haares umwandeln. Die äussersten verwandeln sich in die Cuticula des Haares, dann die Hauptmasse in die Substantia propria desselben: zunächst der Axe aber befindet sich häufig eine Quantität von Zellen, welche nicht spindelförmig auswachsen, sondern unregelmässig gestaltet bleiben, gewissermassen verkümmern, und in die Axe des Haares beim Wachsthum als sogenannte Marksubstanz mit heraufgeschoben werden.

Die verschiedenen Haare unterscheiden sich von einander durch ihre Farbe und durch die Gestalt des Querschnittes. Bei den dunkelpigmentirten Haaren, bei den schwarzen und braunen, ist das ganze Haar gefärbt. Im mikroskopischen Bilde erscheint die Färbung in der Marksubstanz des Haares am dunkelsten, was aber zum Theil, vielleicht gänzlich, von der Aggregation der Zellen herrührt, indem die Substantia propria fester gefügt ist und deshalb das Licht gleichmässiger durchlässt als die Marksubstanz mit den unregelmässigen Zellen und dem zum Theil mit Luft gefüllten Räumen zwischen ihnen. Im Alter ergrauen bekanntlich die Haare. Dieses Ergrauen hat in zweierlei Dingen seinen Grund. Zunächst in dem Eintritte von Luft. Wenn die Marksubstanz und die Zellen der Substantia propria durch Eintrocknen an Volum verlieren, so dringt von aussen her durch die Spalträume, die sich immer in der Substantia propria finden, nach und nach immer mehr Luft in das Haar ein, und wegen der starken Reflexion, welche das Licht erleidet, wenn es aus der stark lichtbrechenden Hornsubstanz in die schwach lichtbrechende Luft übergehen soll, erhält das Haar einen silbergrauen

Schimmer. Das völlige Weisswerden des Haares beruht dann auch auf dem Schwunde des Pigments. Bei dem eigenthümlichen Silberglanze des Haares der Greise spielt aber immer die Luft, die in das Haar eingetreten ist, eine wesentliche Rolle. Denn selbst das Haar der Albinos, der pigmentlosen Individuen, ist, so lange dieselben jung sind, nicht so silberglänzend wie das Haar eines Greises, der in seiner Jugend ganz schwarzes Haar gehabt hat, indem zwar das Haar des Albinos nicht pigmentirt ist, aber noch nicht die Menge Luft in demselben enthalten ist, wie sie sich im Haare der Greise vorfindet.

Der Querschnitt der Haare ist im Allgemeinen elliptisch, aber sie unterscheiden sich in mehr drehrunde und in mehr platte. Je drehrunder das Haar ist, um so schlichter ist es, weil ein Cylinder immer weniger Neigung hat, sich zu biegen, als eine Platte oder ein Streifen. Je platter das Haar ist, um so mehr Neigung hat es, sich zu kräuseln, und das platteste unter allen Haaren ist das Wollhaar der Neger.

Die Entwickelung des ganzen Haares geht vom Hornblatte aus. Das Hornblatt treibt zuerst kleine Zapfen in die darunterliegende Cutis, in das darunterliegende Bindegewebe hinein, oder richtiger gesagt, es bilden sich in der sich entwickelnden Cutis bestimmte Stellen, wo dieselbe nicht in der Weise, wie an den übrigen, nach aufwärts wächst, wo also dadurch, indem das Bindegewebe ja in Contact bleibt mit dem Hornblatte, zapfenförmige Fortsätze vom Hornblatte in die Tiefe hineingezogen werden und in die Tiefe hineinwachsen können. Diese zapfenförmigen Fortsätze, die aus denselben Zellen bestehen wie das ganze Hornblatt, sind die Anlage des Haares. Ein solcher Zapfen bekommt nun an seinem unteren Ende einen Eindruck und dabei eine mehr birnförmige Gestalt. In diesem Eindrucke, den er unten bekommt, liegt die sich entwickelnde Papilla pili. Zugleich metamorphosirt sich ein Theil der Zellen in der Weise, dass sie sich nicht mehr polyedrisch gegen einander abplatten, sondern dass sie spindelförmig auswachsen, sich aber so an einander drücken, dass sie kantig werden und sich zu einer festeren Substanz, zur Substantia propria des Haares, vereinigen. Nach aussen davon bildet sich eine Schicht von platten Zellen, die Cuticula, und nach aussen von dieser metamorphosiren sich Zellen zu der nachherigen Henle'schen und Huxley'schen Schichte. Die nachherige äussere Wurzelscheide behält ihre frühere Beschaffenheit, indem ihre Zellen mit denen des Rete Malpighii übereinstimmen. Die Metamorphose bezieht sich auf den kegelförmigen Raum, der sich immer mehr in die Länge auszieht, und dessen äussere Grenze die innere Wurzelscheide ist, die Sie sich anfangs als oben geschlossen denken müssen. In ihr liegt schon das junge Haar, das sich immer mehr verlängert, indem von der Papilla pili aus immer neue Zellen nachwachsen und so den gebildeten jungen Haarschaft immer weiter nach oben schieben. Er löst sich dabei in seinem oberen Theile von seiner Umgebung los und fängt an, sich an seiner Spitze umzubiegen. Zu dieser Zeit aber ist das ganze Gebilde mehr an die Oberfläche gerückt: an der Oberfläche reiben sich die Epidermiszellen ab, stossen sich ab, und so wird am Ende die Spitze des Haares frei, steckt nun aus dem Haarbalge heraus und kann frei weiter wachsen. Deshalb begrenzt sich auch am Halse des jungen Haarschaftes die innere Wurzelscheide, die von demselben durchbrochen worden ist, während sich die äussere Wurzelscheide direct in das Rete Malpighii der benachbarten

Epidermis fortsetzt. Während sich das Haar entwickelt, entwickeln sich noch ein paar seitliche Zapfen, die sich gleichfalls mit Zellen des Hornblattes anfüllen, ganz in derselben Weise indem eben eine bestimmte Stelle des Bindegewebes nicht weiter wächst, und dadurch Raum gegeben wird für das Hineinwuchern einer Quantität von Zellen des Hornblattes. Diese Zellen, die den ganzen Zapfen ausfüllen, bis sich später ein Ausführungsgang in demselben gebildet hat, sind nichts Anderes als das Enchym der Talgdrüsen, die Secretionszellen derselben. Die äussere Partie des Haarbalgs aber mit dem M. arrector pili, der sich an denselben ansetzt und dann zur Cutis hingeht, sind Bildungen, die aus dem mittleren Keimblatte hervorgehen.

Die ersten Haare, welche das Kind mit auf die Welt bringt, die Flaumhaare, fallen aus und werden durch neue ersetzt. Beim Haarwechsel lockert sich die Verbindung zwischen der Papilla pili und dem Haare, indem die Keimschicht abstirbt. Die Papille schwindet, das Haar lockert sich im Haarbalge und fällt aus. Man findet oft Haare noch im Haarbalge stecken, an denen die Papille sammt den succulenten Zellen des Bulbus schon geschwunden ist, und an denen dann die übriggebliebenen Horngebilde des letzteren eine Gruppe von struppigen Enden darstellen. Gleichzeitig entwickelt sich in demselben Haarbalge ein neuer Keim, aus welchem ganz in derselben Weise, wie früher, ein neues Haar hervorgeht und in dem alten Haarbalge fortwächst.

Der Knorpel.

Stellen im Embryo, an denen sich Knorpel entwickelt, zeichnen sich auf mikroskopischen Schnitten von ihrer Umgebung zunächst dadurch aus, dass sie lichter, durchsichtiger werden. Dabei rücken die einzelnen Embryonalzellen von einander, und es lagert sich zwischen ihnen eine Zwischensubstanz ab, die aber selbst Product der Zellen ist, die durch Metamorphose der eigenen Substanz der Zellen entstanden ist. Dies ist die sogenannte hyaline Zwischensubstanz des Knorpels, nach welcher der gewöhnliche Knorpel „hyaliner Knorpel“ genannt wird. Knorpel, bei denen sie in sehr geringer Menge vorhanden ist, so dass der ganze Knorpel im Durchschnitte, wenn Sie sich die Zellen aus demselben herausgefallen denken, wie ein Netz erscheinen würde, hat man auch Netzknorpel genannt. Als Netzknorpel im eigentlichen Sinne pflegt man indessen eine bestimmte Art sehr biegsamen gelblichen Knorpels zu bezeichnen, wie er z. B. in der Ohrmuschel des Menschen vorkommt. Hier ist die Zwischensubstanz mit zahlreichen und dünnen elastischen Fasern derartig durchzogen, dass dieselben ein dichtes Netzwerk bilden. Noch bestimmter bezeichnet man diesen Knorpel als Netzfaserknorpel, auch nennt man ihn wohl gelben oder elastischen Knorpel. Bisweilen entwickelt sich im hyalinen Knorpel die Zwischensubstanz so stark, dass die ursprünglichen Knorpelzellen ganz vereinzelt in ihr gefunden werden, so dass, wenn man einen Schnitt von solchem Knorpel unter dem Mikroskope bei starker Vergrösserung ansieht, man oft nur zwei oder drei Knorpelzellen im Sehfelde hat. Solcher Knorpel kommt aber im menschlichen Körper nicht vor, er kommt namentlich bei den Fischen vor.

Die hyaline Zwischensubstanz des Knorpels kann wiederum verschiedene secundäre Veränderungen erleiden, sie kann körnig werden oder streifig, faserig, so dass es aussieht, als ob sie aus Fasern zusammengewebt wäre. Das aber, was wir gewöhnlich Faserknorpel nennen, ist nicht davon faserig, dass die hyaline Grundsubstanz zerfasert wäre; der sogenannte Faserknorpel ist Bindegewebe, beziehungsweise fibröses Gewebe, in welches Knorpelzellen einzeln oder in Nestern eingesprengt sind.

Das Bindegewebe.

Ueber die Entwickelung des gemeinen Bindegewebes und des fibrösen Gewebes ist ein langer Streit geführt worden, indem die Einen die Bindegewebsfasern aus Zellen hervorgehen lassen, die Andern aber nur die Bindegewebskörperchen von Zellen ableiten, die Fasern dagegen aus einer Zwischensubstanz, welche sich secundär zwischen diesen Zellen bilden soll. Ich kann dieser letzteren Ansicht nicht beitreten. Ich bin der Ansicht, dass sich die Bindegewebsfasern sämmtlich aus Zellen entwickelt haben, von den Zellen gebildet, gesponnen worden sind. Wenn man die frühesten Stadien des Bindegewebes untersucht, so findet man, dass die ursprünglich nackten embryonalen Zellen amöbenartig Fortsätze treiben, Fortsätze ausstrecken, dass diese Fortsätze aber nicht mehr zurückgezogen werden, sondern dass sie eine eigenthümliche Metamorphose erleiden und in immer feinere Fäden auswachsen, so dass vielfach verzweigte, in sehr fein verzweigte Endfäden nach verschiedenen Seiten auslaufende Fasern entstehen. Aus solchen Zellen besteht in der frühesten Zeit das ganze embryonale Bindegewebe. In späterer Zeit aber findet man sie nur vereinzelt; nur ausnahmsweise, z. B. im Stroma der Chorioida, setzen sie noch ganze Gewebe zusammen.

Zwischen diesen Bindegewebszellen soll sich nun eine Zwischensubstanz bilden, aus der sollen die Bindegewebsfasern hervorgehen, während aus den Zellen nur die Bindegewebskörperchen entstehen sollen. Diese Zwischensubstanz ist aber eine wässerige Flüssigkeit, die später resorbirt wird, und von der nichts übrig bleibt als vielleicht die Kittsubstanz Rollet's, durch welche die einzelnen Bindegewebsfasern mit einander verbunden sind. Das Bindegewebe hat zu dieser Zeit eine gallertartige Consistenz nach Art der Wharton'schen Sulze des Nabelstranges und es gehört in diesem Stadium dem Virchow'schen Schleimgewebe an. Es ist gesagt worden, dass das Virchow'sche Schleimgewebe nur da angetroffen werde, wo sich später der Panniculus adiposus bildet. Da wird es noch in einem späteren Stadium angetroffen, in einem früheren Stadium wird es aber als Anlage von allem gemeinen Bindegewebe angetroffen. Ueberall da, wo sich später das gemeine faserige Bindegewebe bildet, findet sich vor demselben eine Substanz, die aus verzweigten Zellen und einer Quantität von Flüssigkeit besteht, die zwischen ihnen ist, wenn sie auch nicht überall den Grad von Succulenz, wie die Wharton'sche Sulze, erreicht. In einem älteren Stadium wird sie immer ärmer an Flüssigkeit, und dabei strecken die nun sich neu bildenden Zellen ihre Fortsätze nicht mehr nach allen Seiten, sondern wesentlich nach zwei Richtungen aus, wobei gewöhnlich die Fortsätze der einen Seite viel länger werden als die der

andern. Hiedurch entstehen eben die langen Fasern, die wir später als Bindegewebsfasern kennen. Strittig sind dabei nachfolgende Punkte: Erstens, ob immer aus einer solchen Zelle nach einer Seite hin mehrere Fasern auswachsen, oder ob auch eine Zelle so auswachsen kann, dass sie nur eine einzige Bindegewebsfaser bildet; zweitens, ob diese mehrfachen Fasern dadurch entstehen, dass ein Fortsatz sich verzweigt und nun in seinen einzelnen Aesten weiter wächst, oder umgekehrt ein Fortsatz sich auffasert, sich spaltet und dadurch eine Reihe von Bindegewebsfibrillen neben einander entsteht.

Bei den Untersuchungen, die Dr. Kusnetzoff hier im Laboratorium über die Entwickelung der Cutis angestellt hat, hat es sich gezeigt, dass dieselbe wesentlich unter der Oberfläche, in der dem Rete Malpighii zunächst liegenden Partie, wächst, und daraus erklärt es sich, dass die Zapfen, welche die Haare bilden, durch ein locales Zurückbleiben in die Tiefe gezogen werden, und dass in derselben Weise Zapfen vom Hornblatte in die Tiefe gezogen werden, aus welchen sich das Epithel der Schweissdrüsen bildet. Aehnlich verhält es sich auch mit dem Bindegewebe der Schleimhaut des Darmcanals, so dass hier auch auf ganz einfache und natürliche Weise Vertiefungen entstehen, welche vom Baer'schen Schleimblatte, Remak's Darmdrüsenblatte, das dann schon in das Cylinderepithel des Darmes umgewandelt ist, ausgekleidet sind und die Anlagen der Drüsen in der Wand des Darmcanals darstellen.

In ähnlicher Weise, wie das gemeine Bindegewebe, bildet sich auch das fibröse Gewebe, dessen Entwickelung von Obersteiner an Sehnen beobachtet worden ist. Da gibt es ein Stadium, wo die ganze Sehne aus lauter Zellen zusammengesetzt ist, die sehr lang auslaufende Fortsätze haben, und diese nach der Länge der Sehne hinlaufenden Fortsätze sind nichts Anderes als die Fasern des späteren Sehnengewebes. Das, was wir Bindegewebskörperchen und was wir Sehnenkörperchen nennen, sind die Reste der ursprünglichen Zellen. Wenn man sich fragt, wie es denn möglich sei, dass bei der grossen Masse von Fasersubstanz verhältnissmässig nur so wenig Zellen zu finden sind, so gibt es dafür zwei Erklärungsgründe: erstens, es kann ein Theil der Zellen zu Grunde gegangen sein; zweitens muss man aber auch berücksichtigen, dass die Fasern immer weiter wachsen, und deshalb eine Faser, die ursprünglich von einer Zelle ausgegangen, zuletzt eine sehr grosse Länge bekommt, indem sie mit der ganzen Sehne weiter wächst, und ebenso ist es auch im Bindegewebe. Aus diesem Principe erklärt es sich hinreichend, dass, wenn wirklich alle Zellen noch existirten, wir doch verhältnissmässig wenige in der späteren Sehne und im späteren Bindegewebe finden würden; weil eben die Fortsätze so lang gewachsen sind, dass sie an Volum die noch unmetamorphosirten und als solche kenntlichen Zellenreste um ein Vielfaches übertreffen.

Die Knochen.

Wenn man einen Durchschnitt durch einen Knochen macht und einen dünnen Schliff unter das Mikroskop bringt, so fallen an demselben eine Menge mit zahlreichen verzweigten Fortsätzen versehene Gebilde auf. Es sind dies die sogenannten Knochenkörperchen. Man hat eine Zeit lang

geglaubt, dass in diesen Knochenkörperchen die Kalksalze enthalten seien, welche eben den Knochen zum Knochen gemacht haben. Man war in diese Voraussetzung durch eine seltsame Täuschung hineingeführt worden. Man untersuchte damals noch vielfältig trockene Knochenschliffe: wenn man diese im durchfallenden Lichte betrachtete, so waren die Knochenkörperchen dunkel, schwärzlich, und wenn man sie im auffallenden Lichte betrachtete, war die Zwischensubstanz dunkel, und die Knochenkörperchen erschienen hell, weisslich. Man glaubte, dass dies vom Lichte herrühre, welches von der weissen Kalksubstanz reflectirt würde. Der Grund war aber ein ganz anderer. Diese Knochenkörperchen sind Hohlräume, und zwar sind es die Hohlräume, in welchen die Reste derjenigen Zellen liegen oder lagen, welche den Knochen aufgebaut haben. In trockenen Knochenschliffen waren diese Hohlräume mit Luft gefüllt. Im auffallenden Lichte wurde also an den Stellen, wo sich diese Knochenkörperchen befanden, weil das Licht hier aus einem stark brechenden Medium, aus der Knochensubstanz, in ein schwach brechendes Medium, in Luft übergehen sollte, viel Licht zurückgeworfen und wegen der höchst unregelmässigen Gestalt der kleinen Höhlen unregelmässig zerstreut. Von diesem Lichte gelangte ein guter Theil in das Mikroskop, während von den übrigen Stellen des Knochenschliffes, da die Oberfläche polirt war, das Licht so reflectirt wurde, dass gar nichts davon ins Mikroskop gelangte. Das war der Grund, warum diese Knochenschliffe im auffallenden Lichte dunkel waren und die Knochenkörperchen sich als helle Punkte auszeichneten. Im durchfallenden Lichte war das Umgekehrte der Fall. Durch die homogene Zwischensubstanz ging das Licht einfach hindurch, dagegen wurde an den Knochenkörperchen eine grosse Menge desselben reflectirt und nach rückwärts unregelmässig zerstreut. Dieses Licht fehlte an den betreffenden Stellen, und deshalb erschienen die Knochenkörperchen schwärzlich.

Die Knochenkörperchen entsprechen insofern den Bindegewebskörperchen, als in ihnen ursprünglich die Reste der Zellen liegen, welche den Knochen aufgebaut haben. Man sollte eigentlich nicht den Hohlraum, in dem dieser Rest liegt, sondern diesen Rest selbst als das Knochenkörperchen bezeichnen.

Die Knochenkörperchen findet man concentrisch gelagert um Canäle, deren Querschnitte in Querschnitten langer Knochen, und deren Längsschnitte in Längsschnitten langer Knochen vorherrschen. Diese Canäle sind die Haversischen Canäle: sie sind Canäle, in welchen die Gefässe und die Nerven verlaufen, die durch die Foramina nutritia in die Knochen eindringen.

Der Knochen sollte nach der älteren Vorstellung ganz aus Knorpel hervorgehen. Es war dabei schwer zu begreifen, wie die Textur des Knorpels sich durch einfache Einlagerung von Kalksalzen in die Textur des Knochens umwandeln sollte. Man erfuhr auch bald, dass die Kalksalze nicht in den Knochenkörperchen abgelagert werden, sondern dass sie in der Zwischensubstanz abgelagert werden, und dass der normale dreibasisch phosphorsaure Kalk, welcher mit etwas normaler phosphorsaurer Magnesia, etwas kohlensaurem Kalk und Fluor in noch räthselhafter Verbindung die Verknöcherungsmasse bildet, sich so mit dieser Zwischensubstanz verbindet, dass sie morphologisch, dass sie mittelst des Mikroskopes nicht von einander unterschieden, sondern nur auf chemischem Wege getrennt werden

können. Durch chemische Mittel kann man die Kalksalze trennen, einerseits, indem man sie mit Säuren auszieht, so dass man die organische Grundlage des Knochens zurückbehält, andererseits, indem man den Knochen mit Alkalien kocht, auf diese Weise die organische Grundlage nach und nach zerstört und nun ein weisses, erdiges Gerippe des Knochens zurückbehält, die Kalksalze ohne die organische Grundlage des Knochens.

Spätere Untersuchungen haben aber auch gezeigt, dass von dem Skelete des ausgewachsenen Menschen nur ein verschwindend kleiner Bruchtheil noch aus Knochen besteht, der aus Knorpel verknöchert ist, dass aller anderer Knochen durch Verknöcherung einer leimgebenden, einer dem Bindegewebe verwandten Grundlage entstanden ist, und daraus erklärt es sich, dass die organische Grundlage der Knochen, wenn sie zerkocht wird, kein Chondrin, sondern Leim gibt. Die ersten Nachrichten über diesen complicirteren Process der Knochenbildung und des Knochenwachsthums sind, so viel mir bekannt, in Dr. Quain's Anatomie, herausgegeben von Sharpey, enthalten. Er ist dann später von Heinrich Müller und anderen deutschen Anatomen genau und ausführlich verfolgt worden. In Rücksicht auf den sogenannten primären und den sogenannten secundären Knochen herrscht keine volle Uebereinstimmung, doch könnte man sich leicht einigen. Alle geben zu, dass sich im Knorpel Kalksalze ablagern. Das hierdurch entstehende Product verdient meiner Ansicht nach allein den Namen primärer Knochen; alles Uebrige ist secundärer Knochen, gleichviel, ob es wieder zu Grunde geht, beziehungsweise durch secundären Knochen späterer Bildung ersetzt wird, oder nicht.

Nehmen wir als Beispiel den Entwickelungsgang eines Röhrenknochens, weil von da aus die Bildung der übrigen Knochen leicht zu verstehen ist. Da, wo ein Röhrenknochen entstehen soll, ist zuerst eine kleine längliche, knorpelige Anlage vorhanden, die im Allgemeinen die Gestalt des späteren Knochens hat. In dem mittleren Theile dieser knorpeligen Grundlage lagern sich Kalksalze ab, es entsteht in der Mitte eine Verknöcherung. Diese ist die Anlage der späteren Diaphyse. Der Knochen wächst noch weiter an seinen Enden, während die Verknöcherung auch nach beiden Seiten vorrückt, aber nach aussen von dem verknöcherten Stück der Diaphyse bildet sich nun kein Knorpel mehr, sondern dieses Stück ist von dem früheren Perichondrium umschlossen, das jetzt, wo es auf dem Knochen aufliegt, den Namen des Periosts erhält. Zwischen diesem und dem Knochen bilden sich fortwährend junge Zellen, die jungen Zellen des Bindegewebes ähnlich sind, sich aber nicht in faseriges Bindegewebe umbilden, sondern nur spindelförmig oder keilförmig auswachsen und Fortsätze treiben. Zwischen diesen, oder richtiger in ihrer eigenen sich metamorphosirenden Substanz lagert sich Knochenerde ab, so dass sie durch sich bildende Knochenmasse in ähnlicher Weise von einander getrennt werden, wie die ursprünglichen Knorpelzellen durch die wachsende Zwischensubstanz des Knorpels immer weiter von einander getrennt wurden. Hiedurch entsteht also eine Knochensubstanz, welche nicht, wie die ursprüngliche aus dem Knorpel verknöcherte, rundliche Hohlräume enthält, in welchen die Zellen liegen, die ursprünglich den Knorpel aufgebaut hatten, sondern es entsteht jetzt eine Knochensubstanz, in welcher spindelförmige, sehr unregelmässig gestaltete Räume enthalten sind, in denen nun die Zellen oder vielmehr die Reste solcher Zellen liegen, wie sie jetzt an dem Aufbau

des Knochens arbeiten. Diese Zellen bekommen, wie gesagt, auch Fortsätze, und auf diese Weise entstehen die zahlreichen kleinen hohlen Fortsätze, welche von den Knochenkörperchen ausgehen, und die man früher fälschlich mit dem Namen der Kalkcanälchen der Knochen bezeichnet hat. Es scheint indess, als ob ein grosser Theil dieser hohlen Fortsätze sich erst später entwickelte, und vielleicht beruht ihre Bildung auf Corrosion einer schon gebildeten Knochensubstanz. Getrocknete Knochenschliffe zeigen ausserdem Sprünge und Dehiscenzen, die im Leben gar nicht vorhanden sind.

Während auf diese Weise der Knochen in der Diaphyse in die Dicke wächst und an den Enden durch Zunahme der Knorpelmasse in die Länge, beginnt im Innern desselben ein Schwund. In dem Axentheile degeneriren die Zellen fettig, ihre Zwischenwände verschwinden, indem die Kalksalze derselben resorbirt werden. So bildet sich in der Mitte eine weiche fettreiche Masse, welche nichts Anderes ist als das Mark.

Jetzt aber bilden sich auch an den Enden, erst an dem einen und dann an dem anderen Ende, Verknöcherungspunkte, und auf die Weise sind nun auch die Epiphysen als Knochenstücke angelegt. Indem nun die Epiphysen in ihren mittleren Theilen verknöchern, bleiben sie an der Gelenkfläche knorpelig, und hier wächst neuer Knorpel nach, während er von innen her weiter verknöchert. Andererseits bleibt eine knorpelige Zone jederseits zwischen der Epiphyse und der Diaphyse, und hier ist es, wo das Hauptlängenwachsthum des Knochens stattfindet. Dieses geht so vor sich, dass sich durch Proliferation der vorhandenen Knorpelzellen immer neue und neue bilden, die sich in Reihen anordnen, die grösser auswachsen, und von denen die ältesten, diejenigen, welche zunächst an der Diaphyse liegen, in der Weise verknöchern, dass die Kalksalze zuerst in die Theile der Zwischensubstanz vordringen, welche die einzelnen Knorpelzellen zunächst umgeben, und dann sich über die ganze Zwischensubstanz ausbreiten. Indem sich nun die Markhöhle gebildet und frühzeitig mit einem gefässreichen Bindegewebe durchzogen und ausgekleidet hat, dringen die Blutgefässe immer mehr gegen die Grenze zwischen Diaphyse und Epiphyse vor. Der Resorptionsprocess, der ursprünglich in der Axe eingeleitet worden ist, nimmt eine grössere Ausdehnung an, so dass nach sehr kurzer Zeit schon die ganze ursprüngliche knorpelige Anlage des Mittelstücks geschwunden ist, und dass sie ersetzt wurde durch Knochen, der sich bereits aus einer leimgebenden Grundlage gebildet hat, durch sogenannten secundären Knochen. Aber dieser Process ist nicht auf die Diaphyse allein beschränkt, auch in der Epiphyse geht ein ähnlicher Process vor sich. Die Zwischenwände der ursprünglichen Knorpelzellen werden resorbirt, und es entstehen nun darin grössere Höhlen: das sind die Höhlen der spongiösen Substanz der Epiphysen. In diese Höhlen zieht sich das bindegewebige Stroma hinein und mit demselben kommen Zellenkeime, welche den Wänden der Höhlen dieser spongiösen Substanz aufsitzen. Diese Zellenkeime wachsen zu denselben Körperchen aus, wie wir sie an der Oberfläche der Diaphyse kennen gelernt haben. Sie bauen auch hier secundären Knochen auf, indem primärer Knochen mehr und mehr verzehrt wird. So substituirt sich nach und nach der secundäre dem primären Knochen, indem letzterer nahezu vollständig aufgezehrt wird.

Wenn endlich das Längenwachsthum des Knochens beendigt ist, so verschwindet die weiche Schicht zwischen Diaphyse und Epiphyse, die

im Laufe der Zeiten immer dünner geworden ist, zuletzt vollständig, und die Epiphyse verwächst knöchern mit der Diaphyse.

Da behauptet worden ist, dass der Knochen nicht nur in der Weise, wie ich es hier dargestellt habe, wachse, einerseits in die Dicke durch Auflagerung von secundärem Knochen, und andererseits in die Länge durch Nachbildung von Knorpelsubstanz an der Oberfläche der Epiphyse und zwischen der Epiphyse und Diaphyse, da Einige dem Knochen noch ausserdem ein sogenanntes interstitielles Wachsthum zuschreiben, so muss ich die Gründe angeben, weshalb ich dieses interstitielle Wachsthum nicht anerkenne.

Es ist erstens schon durch die Versuche von Flourens dargethan worden, dass der Knochen durch Auflagerung neuer Schichten in die Dicke wächst. Man legte zuerst einen Ring um den Knochen eines jungen Thieres und fand, dass dieser Ring vom Knochen überwallt wurde, dass er immer tiefer in die Substanz des Knochens eindrang. Es ist dieser Versuch ursprünglich nicht ganz vorwurfsfrei angestellt worden, da ja ein Ring sich hineinschnüren muss, wenn er den Knochen rings umgibt. Man hat deshalb die Versuche später so angestellt, dass man statt des Ringes kleine Stückchen Platinblech unter die Beinhaut brachte, und diese wurden auch überwallt und gelangten in die Substanz des Knochens hinein. Hatte man das Thier aufwachsen lassen, und tödtete man es erst dann, so fand man das Platinblech in der Markhöhle des Knochens. Es war also klar, dass der Theil, an dem das Platinblech ursprünglich gelegen hatte, vollständig zerstört worden war, und dass dort sich Markhöhle gebildet hatte. Man hat ferner Thiere während ihres Aufwachsens mit Krapp gefüttert und hat gefunden, dass dabei der phosphorsaure Kalk, der sich in den Knochen ablagert, den Farbstoff mitnimmt, so dass die Knochen roth gefärbt werden. Nun hat man die Thiere eine Weile mit Krapp gefüttert, dann ausgesetzt, sie dann wieder mit Krapp gefüttert u. s. w., und hat dann rothe und farblose Schichten über einander gefunden, was wieder dafür spricht, dass durch die schichtenweise Ablagerung von der Oberfläche her der Knochen wächst.

Das Längenwachsthum des Knochens ist hinreichend erklärt durch die Zunahme an Knorpel, welche einerseits an der freien Oberfläche der Gelenke stattfindet, und andererseits in der Schichte, welche sich auf beiden Seiten zwischen Epiphyse und Diaphyse befindet. Ein Wachsthum des Knochens in der Weise, dass sich der Knochen als solcher ausdehnt, ist nicht denkbar wegen der Consistenz des Knochens. Es ist zwar bekannt, dass anscheinend harte und spröde Körper, wie z. B. das Eis, unter hohem Druck ihre Form wie eine wachsartige Masse verändern können. Das hängt aber mit den eigenthümlichen Eigenschaften des Eises zusammen, die sich beim Knochen nicht wieder finden, und dann finden sich auch beim Knochen die Druckverhältnisse nicht wieder, die eine solche harte Masse zwingen könnten, sich wie eine plastische zu verhalten. Wenn der Knochen noch wächst, nachdem die Epiphyse mit der Diaphyse in Verbindung getreten, wenn er sich dann noch verändert, so kann dies auch nur immer durch Apposition und durch gleichzeitige Zerstörung eines Theiles des vorhandenen Knochens geschehen, gerade so wie eine Stadt sich nicht in ihren einzelnen Häuserreihen ohne Weiteres ausdehnen kann, wie sie sich aber wesentlich dadurch verändern kann, dass aussen Häuser

angebaut und im Innern Häuser eingerissen und die Strassen erweitert werden: denn der Knochen ist ja selbst eine grosse Stadt, in welcher sich eine grosse Menge von Elementarorganismen massive Häuser gebaut hat. Diese massiven Häuser als solche können sich nicht ausdehnen oder verschieben, aber die Elementarorganismen können einige derselben einreissen und andere dafür anbauen, und das geschieht auch in sehr grosser Ausdehnung, nicht nur in den Röhrenknochen, sondern auch in allen übrigen. Anfangs hat man nur die Arbeiter gekannt, die die neuen Häuser aufbauen, und hat sie mit dem Namen der Osteoblasten bezeichnet. Wir haben sie in dem Vorhergehenden besprochen. Später hat Kölliker auch die Arbeiter beschrieben, die die Häuser einreissen. Es sind dies grosse Zellen, die er mit dem Namen der Osteoklasten bezeichnet, und die er überall da findet, wo Knochensubstanz zu Grunde geht, so dass er den Resorptionsprocess in wesentlichen Zusammenhang bringt mit der Thätigkeit dieser Zellen.

Die übrigen Knochen bauen sich meistens auch in doppelter Weise auf wie die Röhrenknochen, und zwar die dickeren Knochen, die Knochen der Schädelbasis, der Wirbelkörper u. s. w., in ähnlicher Weise wie die Epiphyse der Röhrenknochen, so dass erst eine knorpelige Grundlage vorhanden ist, die verknöchert, und dass dann die Zwischenwände schwinden, welche die Zellen in der verknöcherten Substanz trennen, sich grössere Hohlräume bilden, äusserlich Knorpel angelagert wird, der wiederum verknöchert, oder zwischen dem Knochen und dem Periost Zellen entstehen, die secundären Knochen aufbauen. Es wird auch im Innern secundärer Knochen gebildet, indem sich ein bindegewebiges gefässreiches Stroma mit Osteoblasten hineinzieht. Nur die platten Knochen des Hirnschädels haben niemals eine knorpelige Grundlage. Das Scheitelbein, die Schuppe des Hinterhauptbeins, des Schläfenbeins und des Stirnbeins entstehen von vorneherein aus einer bindegewebigen Anlage, übrigens ganz ähnlich wie der secundäre Knochen, indem sich Zellen bilden, die in ihrer ersten Anlage Bindegewebskeimen ähnlich sehen, die sich aber nicht in Bindegewebe, sondern in Knochensubstanz, in secundäre Knochen umwandeln.

Die Entwickelungsgeschichte des Knochens ist sehr lehrreich in Rücksicht auf Histologie und Histogenesis überhaupt, indem man es hier so recht augenfällig vor sich hat, dass nicht in allen Zeiten die Entwickelung der Dinge auf gleiche Weise vor sich geht, und dass es ganz verkehrt ist, wenn man die Anfänge der Gewebselemente, wie man sie beim Erwachsenen vorfindet, in den ersten Stufen des embryonalen Lebens sucht. Das ist der Irrweg, den man auch beim Knochen gegangen ist, und daher hielt man so fest an der Idee, dass der ganze Knochen aus Knorpel entstehe. Man muss die Entwickelung bestimmter Gewebe immer nur untersuchen wollen, wenn bereits ein Theil dieses selben Gewebes fertig oder doch in seiner wesentlichen Gestalt ausgeprägt ist: denn zu dieser Zeit erst findet man die Generationen, die sich unmittelbar in das in Frage stehende Gewebe umwandeln, findet man die Keime, aus denen unmittelbar ähnliche Gewebstheile hervorgehen. In den früheren Stadien findet man allerdings an derselben Stelle auch Keime, aus denen aber möglicher Weise niemals das wird, was wir hier später antreffen, sondern deren entwickelte Gestalten durch spätere, anders aussehende Generationen verdrängt und ersetzt werden; oder es ändert sich später der Modus der Entwickelung, und es treten

neue Generationen auf, neben denen die alten zwar fortexistiren, aber denen gegenüber sie so sehr in der Minderzahl sind, dass sie jetzt nicht mehr die wesentliche, nicht die Hauptmasse des Gewebes ausmachen.

Nicht allein bei den Knochen, sondern auch beim Bindegewebe und bei den Muskelfasern hat man diesen Wechsel zu wenig berücksichtigt.

Die Zähne und ihre Entwickelung.

Die Zähne bestehen wesentlich aus zwei Substanzen, aus der Substantia propria dentis, oder der Substantia eburnea, und aus dem sehr harten Schmelze, der Substantia adamantina. Wenn man einen Zahnschliff unter das Mikroskop bringt, so sieht man von der centralen Höhle des Zahnes, in welcher der Rest des Zahnkeims liegt, zahlreiche Röhren, die gegen die Peripherie hin verlaufen, sich verzweigen, und zahlreiche Anastomosen mit einander eingehen. Dies sind die Röhren der Substantia eburnea. Auf dem Querschnitte sieht man diese Röhren von einem Hofe umgeben, der je nach dem Einstellen heller oder dunkler wird und davon herzurühren scheint, dass die Substanz, welche zunächst um diese Röhren liegt, das Licht etwas anders bricht, als die übrige, vielleicht aber auch seinen Grund nur in der Zurückwerfung des Lichtes an den Wänden der Zahnröhrchen hat. Aus dieser Substantia eburnea besteht die Zahnkrone und auch die Wurzel. In ihr finden sich gegen die Oberfläche des Zahnes hin eigenthümliche kugelförmige Figuren mit Zwischenräumen, die man mit dem Namen der Interglobularräume bezeichnet hat, und die in neuerer Zeit von Czermak beschrieben worden sind, ohne dass man bis jetzt den Ursprung dieser Figuren mit Sicherheit kennt.

Der Schmelz des Zahnes besteht aus lauter prismatischen Stücken, die partienweise parallel neben einander liegen, dann aber wieder partienweise gegen einander verschoben sind, so dass sie miteinander sehr spitze Winkel machen. Die einzelnen Schmelzprismen sind nicht ganz gerade und glatt, sondern haben kleine Einbiegungen, in Folge welcher sie bei starken Vergrösserungen unter dem Mikroskope quergestreift erscheinen.

Ebur und Schmelz verdanken ihre Festigkeit der Einlagerung von denselben anorganischen Substanzen, die wir bei den Knochen als Verknöcherungsmasse kennen gelernt haben, und sie betragen beim Schmelz neun Zehntheile seines Gewichtes, während sie beim Knochen im Durchschnitt nur etwas über drei Fünftheile ausmachen. Der Schmelz ist so hart, dass eine gute englische Feile sich in kurzer Zeit auf demselben abstumpft. Zu diesen beiden Substanzen des Zahnes kommt bei den bleibenden Zähnen noch eine dritte hinzu, welche sich secundär auf der Wurzel auflagert, und diese ist die Substantia ossea. Sie ist wahrer secundärer Knochen, der sich von der Beinhaut der Zahnwurzel aus auf der letzteren ablagert, ganz in derselben Weise, wie sich aus den Zellen, die sich unter der Beinhaut der Diaphyse eines Röhrenknochens bilden, auf eben dieser Diaphyse neue Schichten bilden. Die Substantia ossea des Zahnes unterscheidet sich von anderem secundärem Knochen nur dadurch, dass sie im Allgemeinen sehr dicht ist, mehr das Gefüge und die Dichtigkeit von sclerosirtem Knochen hat, zweitens, dass die einzelnen Knochen-

körperchen noch unregelmässiger gestaltet sind, als beim gewöhnlichen secundären Knochen, und drittens dadurch, dass sie unregelmässiger gelagert sind.

Die Entwickelung der Zähne beginnt beim menschlichen Embryo mit dem Ende des zweiten Monates. Da zeigt es sich zuerst, dass im gefässreichen Theile des Kiefers der äussere und der innere Rand stärker wächst, als die mittlere Partie. Dadurch entsteht eine Rinne. Da aber der Boden derselben mit dem Epithel in Contact bleibt, so wird hiedurch ein leistenförmiger Epithelialfortsatz in die Tiefe gezogen, ganz in derselben Weise, wie wir das Haar und die Schweissdrüsen nicht dadurch haben entstehen sehen, dass das Hornblatt in die Tiefe hineinwucherte, sondern umgekehrt dadurch, dass bestimmte Stellen der Cutis im Wachsthume zurückblieben, und deshalb Epithelialpartien, die ursprünglich an der Oberfläche lagen, immer mehr in die Tiefe gerückt wurden. Die Epithelleiste, die auf diese Weise in die Tiefe gezogen wird, bildet den sogenannten Schmelzkeim. Später wächst nun der Kiefer weiter aus, und es wird auch die Rinne, in der dieser leistenförmige Fortsatz liegt, in ihren tieferen Theilen geräumiger. In diesen tieferen Theilen wuchern nun die Epithelialzellen, so dass der Schmelzkeim sich in seiner unteren Partie sehr bedeutend erweitert, während er gegen die Oberfläche hin durch das Gegeneinanderwachsen der Kieferränder eingeschnürt, verdünnt wird. Zu dieser Zeit wachsen vom Boden der ursprünglichen Rinne des Kiefers Zapfen hervor, Fortsätze, welche nichts anderes sind, als die Zahnkeime. Diese stülpen den Boden des Schmelzkeimes ein, und zugleich wachsen zwischen den Zahnkeimen Scheidewände in die Höhe, welche dieselben nun von einander trennen und im Hinaufwachsen auch den Schmelzkeim in einzelne Stücke zerschneiden. Auf diese Weise sind also die Zellen für die einzelnen Zahnkeime gebildet, und jeder Zahnkeim hat nun seinen Antheil an dem Schmelzkeim in Gestalt einer Kappe, welche auf seiner Oberfläche aufliegt. Dann schnürt sich der Hals des Schmelzkeimes vollständig ab, und der Schmelzkeim besteht jetzt für jeden einzelnen Zahn aus einer Epithelpartie, welche in die Tiefe des Kiefers hineingezogen worden ist und wie eine Kappe auf dem Zahnkeime aufliegt.

Der ganze zukünftige Zahn bildet sich zwischen Zahnkeim und Schmelzkeim auf folgende Weise. Der Schmelzkeim hat eine periphere Schicht von Epithelzellen, die cylindrisch sind, indem sie der tiefsten Schichte des Pflasterepithels entsprechen. Man fängt von dieser Zeit an zu unterscheiden dasjenige Epithel des Schmelzkeimes, welches auf dem Zahnkeime aufliegt, das nennt man das innere Epithel, und dasjenige Epithel, das vom Zahnkeime abgewendet ist, das nennt man das äussere Epithel. Von der Masse nun, die dazwischen liegt, wachsen die mittleren der Zellen sternförmig aus und werden dabei im hohen Grade succulent, und auch zwischen den Zellen lagert sich Flüssigkeit ab, während die Zellen selbst mit ihren Fortsätzen untereinander in Verbindung treten, so dass der äussere Anschein von einem Schleimgewebe entsteht. Von dem Schleimgewebe des Bindegewebes ist aber dieses Gebilde ganz verschieden, weil man es eben nur mit metamorphosirten Epithelialzellen, nicht aber mit einer Bindegewebsbildung zu thun hat. Nun wachsen die Cylinderzellen noch mehr in die Länge und fangen an, an ihrem dem Zahnkeime

zugewendeten und auf dem Zahnkeime aufliegenden Ende zu verknöchern, zu verkalken. Dabei wachsen sie immer weiter in die Länge und eine immer weitere Strecke von ihnen verknöchert. Sie sehen ein, dass auf diese Weise prismatische Stücke einer harten, verknöcherten Substanz gebildet werden, die eben die Schmelzprismen sind.

Der Schmelz ist also das verkalkte innere Epithelium des Schmelzorgans. Er konnte eine solche Dicke erlangen, weil während des Verkalkungsprocesses der noch weich gebliebene Theil jeder Cylinderzelle noch weiter in die Länge wuchs und so den Kalksalzen noch immer neue organische Grundlage darbot.

Andererseits fangen die oberflächlichsten Zellen des Zahnkeimes, der, wie wir gesehen haben, von unten her in das Schmelzorgan hineingewachsen ist, an, Fortsätze zu bekommen, die sich gegen die Peripherie strecken und sich verzweigen. Um diese Fortsätze herum bildet sich Knochensubstanz: oder vielleicht, richtiger gesagt, diese Fortsätze selbst wandeln sich in eine Substanz um, welche verknöchert, so dass aber immer ein Axentheil übrig bleibt, der nicht verknöchert. Diese Zellen nennt man die Odontoblasten, die verknöcherte Masse ist die Masse des Zahnbeins, und die nicht verknöchernden Axentheile dieser Fortsätze entsprechen den späteren Zahncanälchen, in welchen also die Reste der Fortsätze stecken. Nun denken Sie sich, dass sämmtliche Fortsätze weiter wachsen und der Verknöcherungsprocess weiter fortschreitet, so wird dadurch eine immer dicker werdende Schicht von Zahnsubstanz gebildet, die unmittelbar mit dem sich bildenden Schmelze verbunden, verlöthet ist. Diese verknöcherte Substanz sitzt dem weichen Zahnkeime zuerst wie eine Scheibe, dann wie ein kleines Hütchen auf, indem die Formen der späteren Zahnkrone sich immer mehr vervollständigen und zwar sogleich in ihren späteren Dimensionen, indem dieselbe von der Spitze gegen die Basis hin aufgebaut wird.

Man muss hier zweierlei Wachsthum des Ebur unterscheiden, Wachsthum in die Dicke und Wachsthum am unteren scharfen Rande. Beim Wachsthum in die Dicke müssen die bildenden Zellen, die Odontoblasten, immer weiter zurückrücken, indem ihre wachsenden Fortsätze, so wie sie gebildet werden, auch durch den Verknöcherungsprocess einbezogen werden in das sich neu bildende Ebur, ähnlich wie an den Schmelzzellen der Verknöcherungsprocess in umgekehrter Richtung weiter vor sich geht. Es wird auch angegeben, dass mehrere dieser Odontoblasten durch ihre Fortsätze mit einander in Verbindung stehen, und dass, wenn bei der fortschreitenden Verknöcherung die eine Zelle ganz aufgezehrt wird, sie dann bei der Arbeit des Aufbaues des Zahnes von der nächsten Zelle abgelöst wird, die nun den von ihr angelegten Zahncanal weiter baut. Das Wachsthum am scharfen Rande des Ebur geschieht dadurch, dass sich hier neue Odontoblasten in Thätigkeit setzen und mittelst ihrer Fortsätze neues Zahnbein und neue Zahnröhren anlegen, somit die ähnliche Arbeit wie ihre Vorgänger aufnehmen und nach und nach die ganze Zahnkrone aufbauen. Erst, wenn die ganze Zahnkrone in ihrer äusseren Form aufgebaut ist, bildet sich die Wurzel der Zähne von demselben Zahnkeime aus und in ganz analoger Weise, indem an der Basis der Zahnkrone, am scharfen Rande des Ebur sich neue Odontoblasten bilden, und neue Zahncanäle und neues Zahnbein sich anlegen, bis endlich auch die ganze

Zahnwurzel fertig ist. Ja es ist der Zahn noch keineswegs fertig in seiner Wurzel, wenn er bereits an der Oberfläche durchbricht, indem dann noch gar nicht der Raum im Kiefer gegeben ist, um die ganze Wurzel zu beherbergen.

Der Zahnwechsel.

Für den Zahnwechsel wird schon in frühester Zeit vorgesorgt. Bereits von den ursprünglichen Schmelzkeimen sondert sich bei jedem einzelnen Zahnkeime eine kleine Partie von Epithelialzellen ab, welche einen accessorischen Keim bildet, der ursprünglich neben dem sich entwickelnden Milchzahne liegt. Später, wenn der Kiefer wächst und der Milchzahn herauswächst, so wird dieser zweite Keim immer mehr nach abwärts gezogen und liegt zuletzt ganz in der Tiefe neben dem entwickelten Zahne. Zur Zeit aber, wo sich der Zahnwechsel vorbereitet, gehen in diesem accessorischen Keime dieselben Veränderungen vor, wie sie früher im Keime des Milchzahnes vorgegangen sind. Die Epithelzellen fangen an zu wuchern, es bildet sich aus ihnen das Schmelzorgan, und es wächst von unten her eine Zahnpapille hinein, kurz es wiederholt sich Alles, was wir beim Milchzahne beobachtet haben. Während sich nun die neue Zahnkrone anlegt und wächst, übt sie einen Druck auf die Wurzel des Milchzahnes aus und macht diese dadurch atrophisch. Nach Kölliker bilden sich auch hiebei seine Osteoklasten, hier Odontoklasten, die die Wurzel des Milchzahnes nach und nach zerstören. Auf diese Weise rückt der bleibende Zahn dem Milchzahne nach, derselbe wird endlich dadurch, dass seine Wurzel resorbirt wird, locker, fällt aus, und der neue tritt an seine Stelle. Wenn der bleibende Zahn sich nicht unter dem Milchzahne entwickelt, sondern schief neben ihm, so geschieht es, dass die Wurzel nicht atrophirt, woraus man sieht, dass der Druck, den der nachwachsende Zahn ausübt, einen wesentlichen Antheil an dem Atrophiren der Wurzel hat. Es wächst dann der neue Zahn neben dem Milchzahne heraus, und dieser muss gewaltsam entfernt werden, damit der neue Zahn in seine richtige Stellung einrücken kann.

Zeiten des Hervorbrechens der Zähne.

Man muss zwei Dentitionsperioden unterscheiden. Die erste Dentitionsperiode rechnet nach Monaten und umfasst das Hervorbrechen der Milchzähne. Der erste Schneidezahn bricht hervor zwischen dem 7. bis 9. Monate, der zweite Schneidezahn zwischen dem 8. bis 10. Monate, der Eckzahn im 18. bis 20. Monate. Der erste Milchbackenzahn zwischen dem 13. bis 15. Monate, der zweite Milchbackenzahn zwischen dem 23. bis 25. Monate.

Der erste bleibende Backenzahn entsteht zwischen dem 7. und 8. Lebensjahre. Im 8. oder 9. Jahre fallen die Schneidezähne aus und werden durch neue ersetzt. Im 10. fallen die Milchbackenzähne weg und werden durch neue ersetzt. Im 11. Lebensjahre fällt der Eckzahn aus und wird durch einen neuen ersetzt. Im 12. Lebensjahre endlich beendigt sich diese Zahnungsperiode mit dem Hervortreten des zweiten grossen Backenzahnes.

Dann folgt nur noch der sogenannte Weisheitszahn, der keine bestimmte Zeit einhält, aber gewöhnlich zwischen dem 16. und 25. Lebensjahre hervorbricht.

In der folgenden Tabelle sind in der ersten Columne die Zähne nach ihrer Stellung im Munde mit römischen Ziffern bezeichnet, so dass I den ersten Scheidezahn, VIII den Weisheitszahn bezeichnet. Columne zwei zeigt in arabischen Ziffern den Monat an, in dem der Milchzahn, von der Geburt an gerechnet, hervorbricht. Columne drei zeigt in arabischen Ziffern das Lebensjahr an, in dem der bleibende Zahn hervorbricht.

Zahnungstabelle.

Zahn	Erste Dentitionsperiode in Monaten	Zweite Dentitionsperiode in Jahren
I	7—9	8—9
II	8—10	8—9
III	18—20	11
IV	13—15	10
V	23—25	10
VI		7—8
VII		12
VIII		16—25

Wiederholter Zahnwechsel ist mehrmals beobachtet worden, zum Theil noch in hohem Alter, aber er ist im Allgemeinen sehr selten.

Entwickelung der Elemente des Nervensystems.

Bei der Entwickelung der Elemente des Nervensystems geht die Umwandlung von Embryonalzellen in Ganglienkugeln auf eine verhältnissmässig einfache Weise vor sich. Sie treiben Fortsätze, und diese sind dann eben die Fortsätze der Ganglienkugeln. Anfangs sind alle diese Zellen fortsatzlos. Ueber die Bildung der Nervenfasern weiss man nur, dass sie sämmtlich marklos angelegt werden. Da, wo später markhaltige Nervenfasern entstehen sollen, verlängern sich die Kerne der Embryonalzellen, und die ganzen Zellen strecken sich in die Länge, so dass man in einem gewissen Stadium täuschend den Anblick hat, als ob man es mit Zügen von glatten Muskelfasern zu thun hätte. Später entstehen hieraus Fasern, in deren Substanz diese Kerne noch eingelagert sind, und aus diesen Fasern entstehen dann in nicht näher bekannter Weise die markhaltigen Fasern mit ihren Axencylindern. Ob diese ganze Bildung dadurch zu Stande kommt, dass Reihen von Zellen, die der Länge nach ausgewachsen sind, mit einander verschmelzen, oder ob sie dadurch zu Stande kommt, dass eine einzelne Zelle Sprossen treibt, der Spross wieder seinen eigenen Kern bildet und linear weitere ähnliche Sprossen forttreibt, ist nicht mit Sicherheit bekannt, doch ist Letzteres im Laufe der Zeit, wenn man alle beobachteten Thatsachen zusammenhält, das wahrscheinlichere geworden. Damit stimmen auch die Erfahrungen überein, welche man über Regeneration von Nerven gemacht hat. Wenn

man ein Stück aus einem Nervenstamme ausgeschnitten hat, so gehen die Nervenfasern des peripherischen Stumpfes zu Grunde, aber vom centralen sprossen neue, welche weiter und weiter und in das Perineurium des peripheren hineinwachsen. Anfangs sind sie marklos, später werden sie markhaltig.

Entwickelung der Muskelfasern.

Etwas näher kennt man die Entwickelung der Muskelfasern im Embryo. Die Bildung der Herzmuskelfasern geht nach den Untersuchungen, die O'Leary im hiesigen Laboratorium vorgenommen hat, folgendermassen von statten. Man findet im Herzen von Schweinsembryonen in einem gewissen Stadium spindelförmige Zellen, die in der Mitte einen etwas verlängerten Kern haben. In diesen spindelförmigen Zellen bilden sich zuerst an der Oberfläche Sarcous elements aus, die schon regelmässig in Längs- und Querreihen angeordnet sind, wie sie später im quergestreiften Muskel die Fibrillen einerseits und die Bowmann'schen Scheiben andererseits darstellen. Diese Umwandlung der ursprünglichen Zellsubstanz in eine gegliederte, aus Sarcous elements und einer isotropen Zwischensubstanz bestehende Masse schreitet allmälig von aussen gegen das Innere vor. Im Innern bleibt aber ein spindelförmiges unmetamorphosirtes Stück, das aus dem Kerne mit etwas Protoplasma an seinen beiden Enden besteht. Das ist es, was man mit dem Namen eines Muskelkörperchens bezeichnet. Bei den Muskeln mancher anderer Thiere, z. B. in vielen Muskeln von Arthropoden, bleibt in der Axe der Muskelfaser durchlaufend eine solche kernhaltige Protoplasmamasse zurück, die nicht in eigentliche Muskelsubstanz umgewandelt wird, während die Muskelsubstanz den Mantel des Muskelcylinders bildet. Es muss übrigens bemerkt werden, dass das Herz sich bereits contrahirt zu einer Zeit, wo diese Metamorphose noch nicht vor sich gegangen ist, wo noch keine Spur von Sarcous elements im Herzen zu sehen ist, sondern wo das ganze Herzfleisch noch aus nackten Zellen besteht.

In ähnlicher Weise geht auch die Entwickelung der Skeletmuskeln von statten, nur dass bei den Säugethieren und beim Menschen das Protoplasma sich nicht rings um den Kern herum metamorphosirt, sondern seitlich von demselben, so dass der Kern nach aussen an der Scheide zu liegen kommt. Anfangs ist er häufig in die metamorphosirte Substanz eingebettet. Man findet platt, bandartig angelegte Skeletmuskeln, bei denen die Fibrillen auseinanderweichen und den Kern zwischen sich nehmen; beim weiteren Wachsthum in die Dicke aber kommt er excentrisch zu liegen und wird zuletzt gegen das Sarkolemma hin hinausgedrängt. Die Bildung der Fasern geht nach Einigen so von statten, dass mehrere Embryonalzellen miteinander zu einer verschmelzen und auf diese Weise eine Faser bilden, nach Andern so, dass eine Embryonalzelle eine Muskelfaser anlegt und sich immer weiter verlängert, dadurch, dass sie weiter auswächst, einen Spross bildet mit einem neuen Kern, wieder auswächst u. s. w., und das Protoplasma dieser ganzen Zellenfamilie, die sich auf diese Weisung durch Sprossung der Länge nach vermehrt hat, sich schliesslich in quergestreifte Muskelsubstanz umwandelt.

Es ist dies eine Controverse, deren Entscheidung deshalb grosse Schwierigkeiten macht, weil ja das Protoplasma der einen Embryonalzelle so eng mit dem der anderen verbunden ist, dass man im lebenden Zustande die Grenzen gar nicht sieht, und sich erst nach dem Erhärten in Erhärtungsflüssigkeiten die einzelnen Zellengrenzen erkennen und die einzelnen Zellen von einander isoliren lassen. Erinnern Sie sich daran, dass beim Ureter dasselbe selbst im erwachsenen Thiere der Fall ist, so dass Engelmann fand, dass sich im lebenden Ureter die einzelnen contractilen Faserzellen nicht von einander unterscheiden liessen, sondern das Ganze als eine contractile Masse erschien, in welcher Längskerne eingesprengt waren, und erst nach dem Tode sich die Substanz der einzelnen Faserzellen von einander trennte.

Auch in späterer Zeit, auch nach der Geburt, werden noch neue Muskelfasern gebildet. Budge hat durch Zählung und Messung nachgewiesen, dass die Muskeln nicht nur dadurch wachsen, dass die einzelnen Muskelfasern dicker werden, sondern dass wirklich im Extrauterinleben sich noch neue Muskelfasern nachbilden. Diese spätere Bildung von Muskelfasern geht nicht immer in der Weise vor sich, wie sie im Embryo vor sich gegangen. Es giebt noch eine andere Art der Bildung von Muskelfasern, die zuerst von Margo beobachtet wurde. Er gibt an, dass er eigenthümliche rundliche Zellen beobachtet habe, die er mit dem Namen der Sarcoblasten bezeichnet. Diese Zellen hätten sich, nachdem sie bis zu einer beträchtlichen Grösse herangewachsen, in mehrere wurstförmige Stücke getheilt. Diese hätten Querstreifen bekommen, und seien zu Muskelfasern ausgewachsen, beziehungsweise zusammengewachsen. Seine Angaben sind von Paneth ausführlich bestätigt worden. Die wurstförmigen Körper, Sarkoblasten, bilden sich aus dem Protoplasma nackter Zellen, sie sind aber selbst keine Zellen, sondern nur Massen contractiler Substanz, die durch Fusion mit einander die contractile Substanz der neuen Muskelfasern bilden. Diese sogenannten Sarcoblasten fand Margo nesterweise in Spalträumen zwischen den schon fertigen Muskelfasern eingeschlossen, von wo aus sie dann das weitere Wachsthum des Muskels, die Zunahme der Anzahl von Fasern, seiner Ansicht nach bewirkten. Ich muss erwähnen, dass bei den Sehnen etwas Aehnliches vorkommt, dass bei diesen auch in Spalträumen Nester von Bindegewebskeimen, von Zellen vorkommen, aus denen später wieder fibröse Fasern hervorgehen.

Entwickelung der elastischen Fasern.

Bei der Entwickelung des elastischen Nackenbandes der Wiederkäuer entstehen zuerst in einer bindegewebigen Grundlage sehr feine elastische Fasern, denen später dicker werdende folgen. Ich sah diese ersten Fasern, als Alex. v. Winiwarter sich im hiesigen Laboratorium mit der Untersuchung des Nackenbandes beschäftigte. Andere Beobachter haben das Gleiche gesehen. Ueber die Art und Weise der Entstehung dieser sehr feinen Fasern konnten wir damals keine bestimmte Ueberzeugung gewinnen. Ebenso sehe ich jetzt an den Präparaten von Benedetto Morpurgo, der sich mit der Entwickelung der Arterienwand be-

schäftigt, sehr frühzeitig elastische Lamellen entwickelt, die gegen Kali schon sehr widerstandsfähig sind, aber in Rücksicht auf ihre Dicke und in Rücksicht auf die Dimensionen der Faserzeichnung nur ein zwerghaftes Abbild der späteren Fasernetze und elastischen Platten der Media darstellen.

In den Sehnen kommen Elemente vor, welche in Rücksicht auf ihren hohen Brechungsindex und ihre Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Alkalien ganz den elastischen gleichen. Arnold Spina hat dieselben näher untersucht. Nach seiner Ansicht entstehen sie als Abscheidungsproducte von Zellen an der Oberfläche derselben.

Entwickelung der Linse.

Die Linse entsteht, wie wir gesehen haben, aus einem Haufen von Zellen des Hornblattes. Die Zellen in diesem Haufen, welche der Oberhaut, der nachherigen Hornhaut, zugewendet sind, behalten ihre Gestalt; die von ihr abgewendeten wachsen cylindrisch aus und richten sich dabei senkrecht, etwas divergirend, gegen die Hornhaut, so dass es ein Stadium gibt, wo die Linse im mikroskopischen Durchschnitte das Bild eines Körbchens gibt, dessen Stangen die cylindrisch ausgewachsenen Zellen der hinteren (inneren) Hälfte des Zellenhaufens sind. Diese cylindrisch ausgewachsenen Zellen sind die Anlage der ersten Linsenfasern. Sie bilden die Fasern des Linsenkernes. Die vorderen (äusseren) Zellen, die ihre Gestalt behalten haben, sind Anlage des Epithels, welches die vordere Wand der sich erst später bildenden Kapsel an ihrer inneren Seite bekleidet. Wir wollen sie schon jetzt Kapselepithelzellen nennen. An der Peripherie, in der Gegend des grössten Kreises der Linsenanlage entstehen nun immer neue Zellen, und zwar vom Kapselepithel aus. Diese dienen theils dazu, das Kapselepithel an seiner Peripherie weiter zu bauen, theils wachsen sie zu Linsenfasern aus, die sich an die ursprünglichen äusserlich anlegen und sie dann umwachsen und auf diese Weise immer neue Faserschichten bilden. Die Linse wächst also durch fortwährende Auflagerung von neuen Faserschichten, und die Fasern entstehen sämmtlich am Rande, in der Gegend des grössten Kreises der Linse, von wo aus sie sich beim weiteren Wachsen über die vordere und hintere Oberfläche ausbreiten und sich dem früher entworfenen Schema (S. 150) entsprechend dem Pole bald mehr, bald weniger nähern.

Fig. 103.

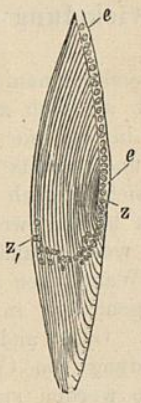
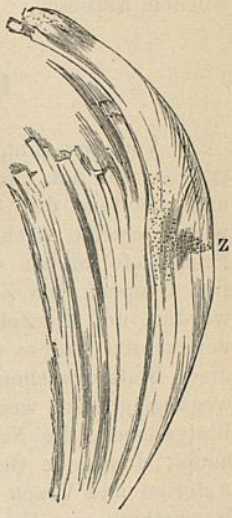


Fig. 104.



Wenn man eine Linse in der Richtung der Achse durchschneidet, so findet man, wie von Becker gezeigt hat, eine Zone von Kernen, welche sich vom grössten Kreise der Linse gegen die Mitte hin erstreckt. Diese Zone enthält die Kerne der Linsenfasern, die sich hier entwickelt haben.

Figur 104 zeigt einen Schnitt vom Rande einer Kalbslinse nach von Becker. Die Striche deuten den Verlauf der Fasern an. Bei *z* beginnt die Kernzone und erstreckt sich von da ins Innere. Weiter nach innen zerstreuen sich die Kerne, weil sie beim Wachsen der Linsenfasern nach verschiedenen Orten verschoben sind.

Figur 103 zeigt die Region bei *z* in stärkerer Vergrösserung, um zu zeigen, wie die Kernzone *z z*, eine Fortsetzung der Kernreihe des Kapselepithels *(e e)* bildet.

Wenn die Linse eine gewisse Grösse erreicht hat, wird die Anlage der Linsenkapsel sichtbar. Es erscheinen zuerst Zellen, welche die ganze Linse und auch die vordere Zellenschicht umgeben: sie sind so mit einander verschmolzen, dass man ihre Grenzen nur undeutlich wahrnimmt, selbst nachdem sie erhärtet sind. Doch nach der Lagerung der Kerne sieht man, dass man es mit einer einfachen Zellenschicht zu thun hat.

Der Ursprung dieser Zellen ist nicht bekannt, und ebenso wenig die Art, wie sie sich vermehren. Dass sie dies thun, ist sehr wahrscheinlich, da die Linse zu dieser Zeit noch verhältnissmässig klein ist, und also auch die Kapsel noch bedeutend wachsen muss.

Die Lage dieser Zellen unmittelbar auf der Linsensubstanz und die eigenthümliche gleichmässige Durchsichtigkeit dieser Schichte charakterisirt sie als Anlage der gefässlosen, der eigentlichen bleibenden Linsenkapsel, nicht der erst später nach aussen von ihr erscheinenden gefässreichen Kapsel.

Entwickelung der Blutgefässe.

Von den Blutgefässen kennen wir zweierlei Art der Entwickelung, erstens die Art, in der sie sich zu allererst im Fruchthofe entwickeln, und zweitens die Art, in der sie sich weiter im Embryo entwickeln, wenn derselbe wächst, und bereits ein Gefässsystem vorhanden ist. Im Fruchthofe bilden sie sich einfach durch Differenzirung, dadurch, dass sich Gruppen von Zellen bilden, welche in Blutkörperchen umgewandelt werden, und die Zellen, welche zunächst um sie herumliegen, mit einander verwachsen und so die Wandungen von Räumen bilden, in welchen nun diese Blutkörperchen liegen, und in welchen sie vom Herzen aus in Bewegung gesetzt werden. Ganz anders ist die spätere Neubildung von Blutgefässen, die Neubildung von Capillaren und von Blutgefässen überhaupt, denn alle Gefässe werden später als Capillargefässe angelegt, und Arterien und Venen bilden sich dann nur noch durch Erweiterung, durch Wachsthum von Capillaren.

Die Bildung der Capillaren besteht dann darin, dass von der Wand der Gefässe sich Protoplasmafortsätze — die Gefässwand selbst besteht ja aus Protoplasma — hinausschieben. Diese Fortsätze spannen,

einander begegnend, Brücken von einem Gefässe zum andern, theils gerade, theils bogenförmige. Sie sind anfangs solid, später aber werden sie hohl, indem vom Gefässlumen sich eine trichterförmige Lichtung hineinzieht, die weiter und weiter fortschreitet, gewöhnlich von beiden Seiten zugleich, bis sich die ganze Brücke in einen hohlen Protoplasmaschlauch verwandelt hat. Die Lichtung erweitert sich, und die Blutkörperchen strömen hindurch. Die Capillargefässe geben dann, wie gesagt, wieder die Grundlage zur Bildung von grösseren Gefässen, von Arterien und Venen.

SCHLUSS

Wien, im Jänner 1887.

Druck von Adolf Holzhausen,
k. k. Hof- und Universitäts-Buchdrucker in Wien.