Wenn wir aber in die Nähe eines warmen Ofens oder in die Nähe eines Feuers kommen, so nehmen wir diese Dinge nicht allein durch das Gesicht wahr, sondern auch durch die Strahlung, welche unsere Haut trifft. Da nun von allen Körpern Strahlungen ausgehen, und zwar nicht blos, wenn sie beleuchtet sind, sondern auch im Dunkeln, aber eben Strahlungen, die wir nicht sehen, sondern Strahlungen von dunklen Wärmestrahlen, so ist es, wenn wir uns die Empfindlichkeit von Hautnerven sehr erhöht und verfeinert denken, nicht ganz unmöglich, dass die Ausstrahlungen der Körper als solche von Thieren empfunden werden, und dass sie dadurch geleitet werden, dieselben zu vermeiden.

Freilich setzt dies eine Schärfe des Unterscheidungsvermögens voraus, von welcher unter uns Menschen selbst der Empfindlichste keine Vorstellung hat: aber haben wir denn eine Vorstellung von der Feinheit des Geruchssinnes eines Hundes oder eines Rehes? Bei den Fledermäusen kommen ausserdem sehr ausgebreitete und zarte Hautoberflächen vor. Zunächst die Hautoberfläche der Flügel mit ihren sehr zahlreichen Nerven, dann die Hautfalten auf der Nase, welche namentlich bei einem Genus, das davon den Namen Phyllostoma erhielt, zu förmlichen gefalteten blattartigen Fortsätzen entwickelt sind. Wenn man dies berücksichtigt, so kann man es nicht für unmöglich halten, dass vielleicht hier Eindrücke auf sehr empfindliche und in vortheilhafte Bedingungen gesetzte Tast- oder Temperaturnerven übertragen und durch diese wahrgenommen werden. Nach Jurine sollen geblendete Fledermäuse an Hindernisse anstossen, wenn ihnen jederseits der äussere Gehörgang mit Pomade oder Stärkekleister verschmiert ist. Bei sehenden soll dies nicht der Fall sein.

Es ist sehr schwer zu urtheilen über die Frage nach dem sechsten Sinn, weil wir von einem solchen uns gar keine Vorstellung machen können. Alle unsere Vorstellungen stammen aus den fünf Sinnen, die wir besprochen haben, und für die Vorstellungen, die uns aus den Wahrnehmungen eines sechsten Sinnes erwachsen könnten, fehlt es deshalb in unserem Gehirne ganz an Materiale: wir können uns eben diese Vorstellungen nicht bilden.

Zeugung und Entwickelung.

Urzeugung.

Auf welche Weise können sich Organismen, also im Allgemeinen Thiere und Pflanzen vermehren? Da tritt uns zunächst die grosse Frage von der Urzeugung, von der sogenannten Generatio aequivoca seu spontanea entgegen. Es handelt sich nicht darum, die Frage zu erörtern, ob überhaupt jemals Organismen aus unbelebten und anorganischen Dingen entstanden sind, sondern es handelt sich darum, die Frage zu erörtern, ob noch heutzutage aus unbelebten Dingen lebendige hervorgehen.

Die Generatio aequivoca hat im Laufe der Zeiten immer mehr an Terrain verloren. Im Alterthume gab man ihr die weiteste Ausdehnung. Selbst Aristoteles glaubte, dass die Raupen aus den grünen Blättern, dass die Maden aus dem Käse entstehen, ja dass gewisse Fische, die sich

im Schlamme und im Sande finden, aus dem Schlamme und Sande entstanden seien.

Erst die Academia del Cimento legte die Axt an diese Theorie, indem Redi nachwies, dass die Maden nicht aus dem Käse und aus dem Fleische, sondern aus Eiern entstehen, welche die Fliegen an das Fleisch hinlegen. Redi bedeckte Fleisch mit einem Sturz aus Gaze und fand nun, dass sich in dem Fleische keine Maden entwickelten: er sah aber, dass die Fliegen das Fleisch umschwärmten, und dass sie da, wo das Fleisch nahe an der Gaze lag, ihre Eier an dem Sturze absetzten.

In späterer Zeit wurden diese Beobachtungen von Anderen fortgesetzt. Vor Allen ist es aber Swammerdam, der durch genaues Studium des Lebens, der Metamorphose und der Fortpflanzung der Insecten in Rücksicht auf diese die Lehre von der Urzeugung für alle Zeiten unmöglich gemacht hat. Er legte seine Beobachtungen in dem berühmten Werke, das er Biblia naturae seu Historia insectorum benannte, nieder.

Während man nun auf diese Weise über die höher entwickelten Thiere belehrt wurde, eröffnete sich durch das Mikroskop ein neues weites Feld für die Lehre von der Generatio spontanea, indem man eine ganz neue Welt von kleinen thierischen und pflanzlichen Organismen kennen lernte, welche anscheinend aus leblosen Dingen hervorgingen. Man schuf eine ganze Abtheilung von Thieren, die noch heute als solche in der Zoologie existirt, die Abtheilung der Infusorien oder Aufgussthierchen, das heisst der Thiere, die man in Aufgüssen von verschiedenen Dingen fand und züchtete, zum Theil von Dingen, von denen man glauben sollte, dass sie wenig geeignet sind, organischem Leben zu dienen, z. B. in Aufgüssen von Pfeffer. Da man nun solche Thierchen in allen möglichen Aufgüssen entstehen sah, auch in solchen, in welchen anscheinend keine anderen solchen Thiere oder deren Keime hineingekommen waren, so glaubten Viele die Generatio aequivoca für die Infusorien aufrecht erhalten zu müssen.

Da war es in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts namentlich Ehrenberg, der durch seine ausgedehnten Untersuchungen über die Infusorien die Entstehung derselben auf dem Wege der Urzeugung in wirksamer Weise bekämpfte. Er konnte aber immer nur zeigen, dass die Generatio aequivoca auch für die Infusorien höchst unwahrscheinlich sei. Der experimentelle Beweis, dass sie auch für die niedrigsten Organismen nicht existire, wurde erst später, und zwar am Ende der dreissiger und am Anfange der vierziger Jahre geliefert von Schwann, von Schultze und von Helmholtz.

Man wusste seit längerer Zeit, dass man die Gährung, bei der sich bekanntlich ein mikroskopischer Pilz entwickelt, durch hermetischen Verschluss hindern könne, dass man sie auch hintanhalten könne durch kleine Mengen von Substanzen, welche dem organischen Leben feindlich sind, so z. B. durch kleine Mengen schwefeliger Säure. Darauf beruht das Schwefeln des Mostes und der Weinfässer, das ja seit langer Zeit geübt wurde. Man wusste ferner, dass man die Schimmelbildung durch hermetischen Verschluss hindern kann. Darauf beruht das Einsieden des Dunstobstes. Es wird das Obst zu diesem Zwecke in Gläser hineingelegt, die mit einer Thierblase oder jetzt mit Pergamentpapier verschlossen werden. Dann werden diese längere Zeit auf 100° erhitzt, so dass die

ganze Flüssigkeit im Innern die Temperatur von 100° annimmt. Dann nimmt man sie heraus und lässt sie, ohne sie zu öffnen, stehen. Der Process, der hier vorgegangen ist, ist uns jetzt ganz klar. Wir wissen, dass die Keime des Organischen darin zerstört worden sind, und dass eben der hermetische Verschluss gehindert hat, dass neue Keime hineinkamen und dass deswegen keine Schimmelbildung eintritt.

Alle diese Wahrnehmungen mussten also zu der Idee führen, dass es die Keime des Organischen seien, welche die Schimmelbildung und die Gährung einleiten, und dass eben die Keime des Organischen von aussen hineinkommen, dass sie nicht durch Generatio aequivoca in den Substanzen entstehen.

In der That überzeugte Milne Edwards sich, dass, wenn man die Aufgüsse, in welchen die Infusorien in Masse entstanden, in einem Glasgefässe auf 100° längere Zeit erhitzte und das Glasgefäss zuschmolz, dann auch die Infusorien sich nicht bildeten. Die Parteigänger der Generatio aequivoca machten aber geltend, dass man hier den Organismen ja die Lebensbedingungen abschneide: man könne nicht erwarten, dass sich mikroskopische Thiere oder Pflanzen entwickeln sollten, wenn man ihnen den Sauerstoff der atmosphärischen Luft vorenthalte. Um diesem Einwande zu begegnen, wurden nach einander von Schwann, von Schultze und von Helmholtz Versuche angestellt, bei welchen atmosphärische Luft reichlich zugeführt wurde, bei denen aber die Keime des Organischen in der atmosphärischen Luft vorher zerstört waren. Denken Sie sich eine Flasche oder einen Kolben, in welchem sich die Flüssigkeit befindet, welche der Fäulniss oder der Gährung unterliegen soll, denken Sie sich, dieselbe sei zum Sieden erhitzt, um die Keime des Organischen in ihr zu zerstören, und von da ab werde ihr zwar die Luftzufuhr nicht abgeschnitten, aber es werde ihr nur solche Luft zugeführt, die entweder vorher in ganz kleinen Blasen durch concentrirte Schwefelsäure gegangen und dann wieder mit Wasser gewaschen ist, oder die man vorher so weit erhitzt hat, als es das zuführende Glasrohr, wozu man ein enges Rohr aus schwer schmelzbarem böhmischen Glase wählt, erträgt, ohne weich zu werden; dann entstehen in der Flüssigkeit keine Organismen, es entsteht keine Schimmelbildung, keine Gährung und auch keine Fäulniss im gewöhnlichen Sinne des Wortes, weil deren Erscheinungen wesentlich unter der Mitwirkung niederer Organismen zu Stande kommen.

In neuerer Zeit hat man ein noch viel einfacheres Mittel, die atmosphärische Luft zu reinigen, ein Mittel, das sich, wenn auch nicht immer, so doch häufig wirksam erweist. Man braucht eine Flasche, in der man z. B. eingesottenes Obst aufbewahrt, gar nicht hermetisch zu verschliessen, wenn sie nur einen hinreichend langen Hals hat, welchen man mit loser Baumwolle vollstopfen kann, so ist diese lose Baumwolle, obwohl sie die atmosphärische Luft nicht abhält, doch ein Schutzmittel gegen die Schimmelbildung. Die Sporen des Schimmels, die sonst auf das Obst gefallen wären, bleiben jetzt an den Fasern der Baumwolle hängen.

Zu jener Zeit, als die erwähnten Versuche gemacht wurden, in den Jahren 1836 und 1837, wurde auch die richtige Theorie der Alkoholgährung aufgestellt, die Theorie, welche aussagt, dass der Zucker unter dem directen Einflusse der kleinen lebenden Organismen zerfalle, welche

wir mit dem Namen der Gährungspilze, Torula cerevisiae, bezeichnen. Cagniard-Latour und bald darauf und unabhängig von ihm Th. Schwann hatten den Vegetationsprocess derselben während der Gährung mit Hilfe des Mikroskops direct beobachtet. Mein verstorbener Lehrer Eilhard Mitscherlich ist damals von einem berühmten Fachgenossen verspottet worden, weil er die Theorie vertheidigte, welche heutzutage allgemein angenommen ist und seltsamer Weise in manchen Kreisen als eine Errungenschaft der neuesten Zeit angesehen wird.

Es bleibt nun noch eine Reihe von Thatsachen übrig, die für die Generatio spontanea in Anspruch genommen wurden, von denen es sich aber auch gezeigt hat, dass sie in ganz anderer Weise zu erklären sind. Man hatte zunächst gefunden, dass sich Thiere und Pflanzen mitunter in Gegenden entwickeln, in denen sie früher gar nicht gefunden worden sind, so dass man auf den ersten Anblick nicht recht begriff, woher denn die Keime gekommen sein sollten, aus denen sich diese Thiere oder Pflanzen entwickelten. Es versumpfte z. B. eine Gegend, die früher trocken gelegen hatte, und wo meilenweit keine Sumpfpflanzen zu finden waren, und mit der Versumpfung stellte sich auch eine ganze Flora von Sumpfpflanzen ein. Eine chlornatriumhaltige Quelle wurde zu Tage gefördert, und um die Salzquelle herum zeigten sich nach einiger Zeit solche Pflanzen, welche auf einem chlornatriumhaltigen Boden zu gedeihen pflegen, sogenannte Natronpflanzen, die früher in der ganzen Gegend nicht zu finden waren. Offenbar hat es sich aber hier nicht um eine Generatio spontanea gehandelt, sondern nur darum, dass Keime dahin vertragen worden sind, die auch früher dahin vertragen wurden, und von denen manche vielleicht lange an Ort und Stelle gelegen hatten, für welche aber die günstigen Bedingungen zur Entwickelung fehlten. Wir wissen, dass die Samen mancher Pflanzen ihre Lebensfähigkeit viele Jahre lang bewahren können, und dass es dann nur der günstigen Bedingungen für ihre Entwickelung bedarf, um die letztere hervorzurufen. Somit können wir aus solchen Thatsachen, wie die eben erwähnten, keinen Grund mehr für die Generatio spantanea ableiten.

Ein anderes Factum ist folgendes: Man fand in sonst ganz dürren Gegenden in Gruben von Gestein, in welchen sich Wasser angesammelt hatte, ja selbst in Dachrinnen, die man früher leer gefunden, die auch gelegentlich gekehrt worden waren, wenn sich Wasser darin ansammelte, kleine Thiere, Räderthierchen und Tardigraden. Man glaubte annehmen zu müssen, dass dieselben durch Generatio aequivoca entstanden seien. Nun ist es aber bekannt, dass bei diesen Thieren nicht nur die Keime, sondern die Thiere selbst eine wunderbare Dauerhaftigkeit besitzen. Sie können gänzlich austrocknen und können dann durch Monate lang aufbewahrt werden. Sie sind bis neun Monate lang im getrockneten Zustande aufbewahrt worden, und wenn man sie dann wieder aufweichte, so lebten sie wieder auf und waren wie vor dem Austrocknen. Sie können also auch im ausgetrockneten Zustande vom Winde als Staub vertragen werden und da, wo sie niederfallen, wieder aufleben, wenn ihnen das dazu nöthige Wasser zukommt.

Man könnte sagen, auf diesen Gesteinen und in diesen Dachrinnen, wo sich eine sehr hohe Temperatur durch die Sonnenstrahlen entwickelt, müssten die Thiere umgekommen sein, da ja bekanntermassen die meisten

Thiere keine Temperatur von 50° und darüber aushalten. Aber die vertrockneten Thiere verhalten sich anders als die feuchten. Doyère hat die vertrockneten Thiere auf 120°, ja auf 140° erhitzen können, ohne dass sie dadurch ihre Lebensfähigkeit verloren hätten. Es hängt das offenbar damit zusammen, dass die Eiweisskörper in höheren Temperaturen nur dann in den unlöslichen Zustand übergehen, wenn sie durchfeuchtet sind. Gewöhnliches lösliches Eiweiss, wenn es eingetrocknet wird, kann längere Zeit auf 100° erhitzt werden, ohne dass es dadurch seine Löslichkeit verliert. Doyère's Angaben ist in neuerer Zeit widersprochen worden, aber in einer Weise, welche in Rücksicht auf die Generatio aequivoca nichts ändert. Es sollen nicht die Thiere sein, welche widerstehen, sondern die Eier derselben, aus denen dann neue Thiere hervorgehen.

Andere Gründe für die Generatio spontanea hat man von den Eingeweidewürmern hernehmen wollen. Es schien, als habe man hier mit weniger Unwahrscheinlichkeit zu kämpfen als bei der Generatio spontanea im weiteren Sinne. Die Eingeweidewürmer sollten nicht aus etwas Leblosem entstehen, sondern aus Elementen des Wohnthieres, welche sich in anomaler Weise entwickelt hatten. Man muss sich daran erinnern, dass die Spermatozoiden längere Zeit für Thiere gehalten wurden, und da sich diese offenbar aus Elementen des menschlichen Organismus entwickelten, so kam den Leuten der Schritt nicht so gross vor, auch noch anzunehmen, dass andere Thiere, welche sich im Organismus finden, dass Eingeweidewürmer aus den Elementen desselben hervorgehen.

Die ausgedehnten Studien, die in neuerer Zeit über Eingeweidewürmer gemacht worden sind, haben aber von alledem nichts bewahrheitet, sie haben nur gezeigt, dass die Eingeweidewürmer sich aus Keimen entwickeln, die von ihresgleichen herrühren, niemals aus solchen, welche vom Hause aus ihrem Wohnthiere eigenthümlich angehören und einen integrirenden Bestandtheil von dem Leibe desselben ausmachen.

Vermehrung durch Theilung.

Die einfachste Art der Fortpflanzung und der Vermehrung, welche wir kennen, ist die durch Theilung. Man muss die Vermehrung durch Theilung im Zusammenhange auffassen mit dem Reproductionsvermögen. Das Reproductionsvermögen ist im Allgemeinen um so grösser, je niedriger die Thiere in der Thierreihe stehen. Menschen und Säugethiere reproduciren, wie bekannt, nur gewisse Gewebe, sie reproduciren die Horngebilde, Knochen, Bindegewebe, bis zu einem gewissen Grade Theile des Nervensystems, insofern als ein durchschnittener Nerv, wenn die Enden nicht zu weit von einander entfernt sind, zusammenheilt, so dass er wieder leitend wird. Sie reproduciren aber keine ganzen Körpertheile, keine ganzen Organe.

Schon bei den Reptilien kommt die Reproduction ganzer Körpertheile, wenn auch unvollkommen, vor. Man sieht nicht selten Eidechsen, die statt ihres langen, zierlichen Schwanzes einen kurzen, missgefärbten Kegel an einem natürlich gefärbten Stumpf angesetzt tragen. Das sind solche, bei denen der Schwanz verloren gegangen, bei denen er sich in Gestalt eines solchen Kegels reproducirt hat.

Bei den Froschlarven und noch mehr bei den Tritonen kommen Reproductionen ganzer Extremitäten vor. Beinchen, die man ihnen abgeschnitten hat, werden wieder reproducirt, auch ein halber Unterkiefer, ein halbes Auge kann reproducirt werden.

Noch viel grösser ist das Reproductionsvermögen bei manchen wirbellosen Thieren.

Das grösste Reproductionsvermögen findet sich bei manchen Würmern und bei manchen Polypen. So bei den Naiden, unter denen namentlich Nais proboscidea zu einer Reihe von Versuchen gedient hat. Man kann dieselbe nicht blos durchschneiden, so dass dann das eine Stück und das andere Stück hintereinander fortkriechen und am hinteren Stücke ein neuer Kopf entsteht und am vorderen ein neuer Schwanz, sondern man kann sie sogar in mehrere Stücke schneiden, und jedes dieser kann sich noch zum vollständigen Thiere entwickeln. Die Planarien kann man in verschiedenen Richtungen durchschneiden, und die einzelnen Stücke ergänzen sich dann wieder nach und nach zu vollständigen Thieren. Unser kleiner Süsswasserpolyp, die Hydra viridis, hat ihren Namen nach ihrem Reproductionsvermögen, weil sie in dieser Beziehung mit der Hydra verglichen wird, dem Märchen des Reproductionsvermögens, das uns das Alterthum überliefert hat. Abraham Trembley hat an der Hydra viridis eine lange Reihe von Versuchen gemacht, durch welche er gezeigt hat, dass grössere Stücke der Axe sich zu ganzen Thieren reproduciren, einzelne abgeschnittene Arme zwar im Wasser fortleben, aber kein ganzes Thier wieder aufbauen.

Sie brauchen jetzt an die Stelle dieser künstlichen Theilung nur eine natürliche zu setzen und haben dann das, was wir mit dem Namen der Fortpflanzung, der Vermehrung durch Theilung benennen.

Denken Sie sich z. B., dass die Glocke einer Vorticelle sich zuerst am Rande einbiegt, dass die Einbiegung immer tiefer wird, so dass aus der becherförmigen Glocke zuletzt zwei Glocken entstehen, dass sich diese vollständig von einander trennen, dass jeder der beiden ein eigenes Stielstück nachwächst, so haben Sie nun zwei Vorticellen, zwei Individuen statt des früheren einfachen Individuums. Auch bei anderen Infusorien kommt in ähnlicher Weise Vermehrung durch Theilung sehr häufig vor. Es muss indessen bemerkt werden, dass man eine Zeitlang auch Erscheinungen als Theilungsbilder gedeutet hat, die es nicht waren. Leeuwenhoek hatte schon am Ende des 17. Jahrhunderts angegeben, dass sich zwei Thiere gleicher Art an einander legen, so dass sie eine Masse zu bilden scheinen. Es war dies die jetzt sogenannte Conjugation. Solche Doppelthiere hat man später durch längere Zeit für Infusorien in Theilung angesehen, nachdem man die Theilung als verbreitete Vermehrungsart bei den Infusorien erkannt hatte. In neuerer Zeit haben aber zahlreiche Beobachter bestätigt, dass jene Doppelthiere in der That durch Vereinigung zweier früher einzeln lebenden Individuen entstehen. Ueber die Bedeutung dieser Conjugation herrschen verschiedene Ansichten. Die meisten stimmen aber darin überein, dass sie dieselbe, wenn auch in verschiedener Weise, für einen vorbereitenden Act für die weitere Fortpflanzung und Vermehrung halten.

Die Fortpflanzung durch Theilung ist nicht auf freilebende Organismen beschränkt: sie kommt auch im ausgedehntesten Masse in den

Elementarorganismen vor, welche unseren Körper zusammensetzen, in den Zellen. Sie ist hier angenommen worden, so lange überhaupt die Zellentheorie existirt, aber direct beobachtet ist sie erst später von S. Stricker. Die früheren Angaben über Theilung der Zellen beziehen sich darauf, dass man eine Reihe von Bildern neben einander gehabt, bei welchen man verschiedene Grade der Einschnürung gesehen hatte, und deshalb auch mit einem gewissen Rechte auf eine Theilung der Zellen schloss. Es ist aber noch ein Unterschied, ob man einen solchen Schluss aus einer Reihe von Bildern macht, oder ob man vor seinen Augen solche Theilungen vor sich gehen sieht. Das ist eben erst später geschehen. Es zeigte sich, dass, während das Protoplasma einer Zelle gewöhnlich eine Hauptmasse ist, von der die Fortsätze ausgehen, dasselbe sich zunächst so anordnet, dass es zwei Hauptmassen bildet, die aber noch durch eine Brücke mit einander in Verbindung stehen. Diese Brücke wird nach und nach immer dünner und länger, manchmal kann sie sich dazwischen wieder verdicken, die Protoplasmamassen können temporär wieder zusammenfliessen, dann gehen sie wieder auseinander, endlich kommt ein Moment, wo diese Protoplasmabrücke reisst und aus einem Individuum, aus einer Zelle zwei geworden sind. Die Theilung des Zellkernes geht der des Protoplasmas kürzere oder längere Zeit voran, und sie wird in vielen Fällen eingeleitet durch sichtbare Veränderungen des Kernes. Es entstehen in demselben sich metamorphosirende, zum Theil sehr zierliche Figuren von anscheinenden Fasern, Fäden oder Röhrchen, die sich schliesslich in zwei Gruppen anordnen, welche anfangs noch zusammenhängen, sich aber endlich vollständig von einander trennen. Man nennt diesen Vorgang Karyokinesis.

Vermehrung durch Knospenbildung.

Die andere Art der Fortpflanzung ist die durch Knospenbildung. Das Wesentliche der Knospenbildung ist, dass irgendwo an dem mütterlichen Organismus ein Gebilde, eine Hervorragung entsteht, die sich in der Weise differenzirt, dass man darin die Anlage des neuen Individuums erkennt, dass dieses neue Individuum sich bis zu einem gewissen Grade von Vollkommenheit an dem mütterlichen Stamme entwickelt, während es sich allerdings später von demselben ablösen kann. Der Name und das Paradigma der Knospenbildung ist, wie Sie leicht einsehen, von den Pflanzen hergenommen, wo Sie den Process der Knospung täglich und stündlich vor sich gehen sehen. In der That sind es auch die Thiere, welche man früher als Pflanzenthiere bezeichnete, an welchen die Knospung zuerst beobachtet wurde. Es bildet sich bei ihnen ein Stamm, an dem wie an einer Pflanze neue Knospen und neue Aeste sich entwickeln. Aber wesentlich derselbe Process kommt auch bei anderen Thieren vor. So fand Milne Edwards an der sicilianischen Küste einen Wurm, Myrianida fasciata, der an seinem hinteren Ende durch Knospung ein neues Individuum erzeugte, dann zwischen seinem Hinterende und dem Vorderende des Jungen ein zweites und so fort, bis eine Kette von sechs Individuen entstand. Dabei hatten die Jungen Geschlechtsorgane, während dieselben dem Mutterthiere fehlten. Einen ähnlichen Process der Knospung stellt die Gliederung bei den Bandwürmern dar, nur dass hier keine

vollständigen Thiere, sondern unselbstständige, der geschlechtlichen Fortpflanzung dienende Partialorganismen erzeugt werden.

Fortpflanzung durch Keimkörper und durch Eier.

Die dritte Art der Fortpflanzung und Vermehrung ist die durch Keimkörper und durch Eier. Man hat diese früher so von einander unterschieden, dass man gesagt hat, Keimkörper sind solche Körper, aus denen sich in ähnlicher Weise wie aus Eiern junge Individuen entwickeln können, aber ohne dass sie erst befruchtet werden. Die Eier unterscheiden sich dadurch von den Keimkörpern, dass sie die geschlechtliche Fortpflanzung repräsentiren, dass es nothwendig ist, dass das Ei vor seiner Entwickelung erst befruchtet wird. Dieser Unterschied hat sich aber in neuerer Zeit nicht mehr als haltbar erwiesen. Denn es hat sich erstens gezeigt, dass die ersten Anfänge der Entwickelung bei allen Eiern statthaben, gleichviel, ob sie befruchtet sind oder nicht, dass sie sich also in Rücksicht auf ihre Entwickelungsfähigkeit von den Keimkörpern nur dadurch unterscheiden, dass sie nach den allerersten Anfängen der Entwickelung stehen bleiben. Aber noch mehr: die Eier gewisser Thiere entwickeln sich, wenn sie auch nicht befruchtet worden sind, vollständig. Es findet dies statt bei der sogenannten Parthenogenesis.

Dieselbe wurde zuerst durch Beobachtungen an Bienen sichergestellt. Es ist bekannt, dass die Bienenkönigin den Stock fortpflanzt, dass es aber ausserdem in dem Stocke eine grosse Menge von verkümmerten Weibchen gibt, welche den Namen der Arbeitsbienen führen. Diese sind in ihren ersten Anfängen, als junge Maden nicht verschieden von der Königin, sie werden nur durch die Art der Aufzucht verschieden gemacht. Es zeigt sich, dass, wenn die jungen Königinnen in einem verhältnissmässig frühen Stadium zu Grunde gehen, die Arbeitsbienen, damit der Stock seines Oberhauptes nicht beraubt wird, Arbeitermaden in die Königinnenzellen hineinschleppen und anfangen, sie mit einem besseren und reichlicheren Futter, dem sogenannten Königinnenbrod, zu füttern, und dass sie sich dadurch neue Königinnen aufzuziehen wissen.

Es ist weiter bekannt, dass die Bienenkönigin sich niemals innerhalb des Stockes begattet, sondern dass sie dies immer nur auf ihren Ausflügen thut. Nun haben Bienenwirthe beobachtet, dass, wenn eine Königin flügellahm wird, sie nicht aufhört Eier zu legen, und dass auch diese Eier sich noch entwickeln, aber dass sich aus diesen nur Drohnen entwickeln, und man sagt dann, die Königin sei drohnenbrütig geworden. Es war dies schon eine sehr wichtige Erfahrung, weil man einerseits mit grosser Gewissheit wusste, dass sich die Königin niemals innerhalb des Stockes begattet, und man hier andererseits doch die Thatsache vor sich hatte, dass eine solche nicht befruchtete Königin noch Eier legte, aus welchen Larven und aus diesen wieder Bienen hervorgingen. Der Pfarrer Dzierzon scheint der Erste gewesen zu sein, der die Consequenz aus dieser Erfahrung gezogen hat. Er experimentirte auch über den Gegenstand, indem er einen Stock dadurch drohnenbrütig machte, dass er die Königinnenbrut zerstörte und nur eine jungfräuliche Königin zurückliess, der er die Flügel abgeschnitten hatte.

Nun kam noch eine andere Beobachtung hinzu. Man hatte aus Italien die sogenannte Goldbiene eingeführt, weil sie sehr fleissig arbeitet und friedfertiger ist als unsere einheimische Biene. Da ist es nun geschehen, dass sich die Königinnen von solchen Goldbienen auf ihren Excursionen mit Drohnen von unseren einheimischen Bienen begattet haben. Dadurch sind Bastarde entstanden. Aber nur die Weibchen trugen die Zeichen davon, nur die Königinnen und die Arbeiterinnen, die Drohnen waren nach wie vor reine Goldbienen. Wenn man nun dies mit der Erfahrung zusammenhält, die man früher mit drohnenbrütigen Königinnen gemacht hatte, so musste man es wahrscheinlich finden, dass sich überhaupt bei den Bienen die Arbeiterinnen und die Königinnen, also die weiblichen Individuen, aus befruchteten Eiern entwickeln, dass sich aber die Drohnen aus unbefruchteten Eiern entwickeln.

Von Siebold untersuchte nun eine grosse Menge von Eiern, welche bereits in die Zellen gelegt waren, und er fand auf den Eiern, die er Drohnenzellen entnommen hatte, niemals ein Spermatozoid, dagegen konnte er in der Mehrzahl der Fälle auf den Eiern, die aus den Königinnen- oder Arbeiterzellen genommen waren, Spermatozoiden nachweisen. Es lag also klar zu Tage, dass die Weibchen sich aus befruchteten, die Männchen aus unbefruchteten Eiern entwickeln.

Hiemit war auch ein anderes Factum aufgeklärt, die Thatsache, dass sich in einer Drohnenzelle immer nur ein Männchen und in den anderen Zellen immer nur Weibchen entwickeln. Man hat sich gefragt: wie macht es die Königin, dass sie die Eier in ihrem Leibe unterscheidet und in die eine Art von Zellen Drohneneier, in die anderen Weibcheneier legt? Dies geschieht aber nicht, sondern sie legt dieselben Eier in alle Zellen, aber den einen gibt sie Samen aus ihrer Samentasche mit, den anderen nicht. Wann sie dies zu thun hat und wann nicht, erfährt sie aus den Dimensionen der Zelle, die sie mittelst ihres Hinterleibes ermisst.

Später hat man die Parthenogenesis auch bei mehreren Schmetterlingen beobachtet; bei Liparis dispar hat sie Weyenbergh bis zur dritten Generation verfolgt, und hier entstanden Männchen und Weibchen, und zwar in ziemlich gleicher Menge.

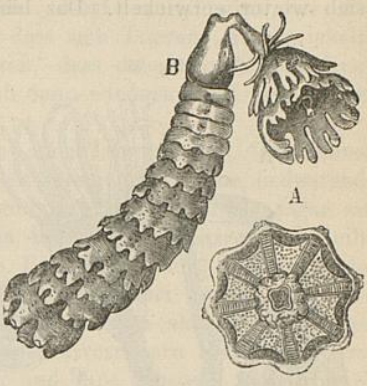
Wir sehen also, dass man gar keinen Halt mehr hat, im Grossen und Ganzen einen Unterschied zwischen einem Keimkörper und einem Ei in der Weise zu machen, dass man sagt, das Ei kann sich nur entwickeln, wenn es befruchtet wird, der Keimkörper entwickelt sich unbefruchtet. Denn wir sehen hier, dass sich Eier sowohl befruchtet, als nichtbefruchtet entwickeln, ja dass aus den befruchteten Eiern Männchen und Weibchen, und ebenso aus den unbefruchteten Männchen und Weibchen hervorgehen.

Generationswechsel.

Ehe wir näher auf die Natur der Eier eingehen, muss ich noch bemerken, dass keineswegs jedes Thier oder jede Species auf eine Art der Fortpflanzung angewiesen ist. Bei ein und derselben Art können verschiedene Arten der Fortpflanzung vorkommen.

Durch die Untersuchungen von Sars und Steenstrup ist dies zunächst für die Medusen sichergestellt worden. In der Ostsee kommt eine Meduse in sehr grosser Menge vor, die den Namen Aurelia aurita führt. Aus den Eiern derselben geht ein kleiner bewimperter Embryo hervor, der im Wasser herumschwimmt. Dieser nimmt dann Birnform an und setzt sich mit einem Ende fest. Jetzt wächst er aus zu einem kleinen Polypen, er nimmt eine Vasenform an, oben bilden sich Höcker aus, und er wächst nun, indem er höher und höher wird. Dann fängt diese kleine Vase an, Einkerbungen zu bekommen, sich der Quere nach zu theilen. An den Rändern dieser so theilweise von einander gesonderten Scheiben bilden sich Hervorragungen, die Theilung greift tiefer, und das Ganze besteht nun aus Scheiben, die miteinander durch einen Stiel in Verbindung stehen. Endlich atrophirt dieser Stiel, die Scheiben fallen auseinander und schwimmen selbstständig als Medusen im Meere herum. Figur 74 zeigt einen älteren Zapfen, von dem schon mehrere Medusen abgefallen sind, ferner in B einen Zapfen in Theilung und in A eine frei gewordene Meduse.

Fig. 74. *)



Auch durch Sprossung auf den Seiten der festsitzenden Larven bilden sich Medusen. Ferner gibt es Polypenformen, bei welchen das Geschäft der Ernährung und der Fortpflanzung zwischen den Individuen getheilt ist. Figur 75 zeigt einen Ast von Campanularia gelatinosa; *a* ist der Ernährungspolyp, *b* eine sogenannte Brutkapsel, in der Knospen sprossen, die sich zu Medusen entwickeln, *c* ein leerer Becher, *B* und *C* sind successive Entwickelungsstadien und *D* ist die frei gewordene Meduse. Diese Medusen werden wieder geschlechtsreif, aus ihren Eiern geht später wieder ein Embryo hervor, der sich wieder festsetzt, aus dem Embryo geht wieder ein Polypenstock hervor u. s. w.

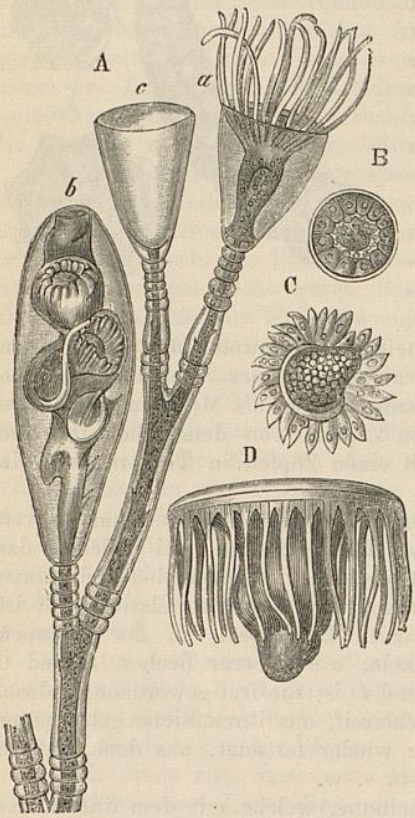
Dies ist die merkwürdige Erscheinung, welche mit dem Namen des Generationswechsels belegt worden ist.

Man muss sagen, dass sie uns nur bei den Thieren merkwürdig und fremdartig erscheint: denn bei den Pflanzen haben wir sie alle Tage vor uns. Wir legen ein Samenkorn in die Erde, und daraus geht ein Strauch oder ein Baum hervor, und an dessen Aesten gibt es Blüthenknospen und Blattknospen. Die Blattknospen entsprechen den Polypenglocken, welche dem Stamme die Nahrung zuführen, und die Blüthenknospen den Brutkapseln des Polypenstockes, denen die Fortpflanzung anheimgegeben ist. In ihnen entwickelt sich ein Gebilde, welche Sie der Meduse vergleichen können, die vom Polypen abstammt, die Blüthe. Diese setzt eine Frucht an und bringt Samenkörner, Eier, zur Reife, aus denen wieder der Baum

*) Fig. 74 und 75 aus Prof. Schmarda's Zoologie.

entsteht. Sie haben also hier wieder Fortpflanzung durch Knospung und geschlechtliche Fortpflanzung neben einander. Der ganze Unterschied besteht darin, dass beim Polypenstocke die Blüthe abfällt, noch ehe sie zur Frucht gereift ist, und dass sie dann frei im Meere herumschwimmt und sich weiter entwickelt. Das hängt mit dem Unterschiede zwischen Thier- und Pflanzenleben zusammen. Die Blüthe der Pflanze kann nicht zur Reife kommen ohne den Stamm, aus dem sie ihre Nahrung nimmt, die Blüthe des Polypenstockes fällt ab, schwimmt frei herum und kann die Nahrung selbst suchen und aufnehmen und so das Material sammeln, um in sich Frucht anzusetzen.

Fig. 75.



Aehnliche Erscheinungen unter anderer Form kommen bei den Würmern vor, und sie sind uns am bekanntesten bei den Eingeweidewürmern. Aus dem Gliede eines Bandwurmes, aus den befruchteten Eiern, die sich darin befinden, geht ein Embryo hervor, der sich zu einem Blasenwurm entwickelt. Dieser pflanzt sich durch Knospung fort, bis das Thier, in dem er lebt, von einem andern gefressen wird. Dann wandeln sich die Knospen des Blasenwurmes in diesem andern Thiere durch eine andere Art von Knospung in einen Bandwurm um. In den einzelnen Gliedern desselben entstehen nun wieder Eier und Samen, der Bandwurm legt sich zusammen, so dass sich zwei Glieder mit einander begatten, die Eier werden befruchtet, aus ihnen geht wieder ein Embryo hervor, und so beginnt der Kreislauf von Neuem.

So kennen wir jetzt die Erscheinungen des Generationswechsels bei einer Reihe von niederen Thieren, die theils nicht parasitisch, theils ganz parasitisch leben, theils einen Theil ihres Lebens ausserhalb, den andern innerhalb eines Wohnthieres zubringen.

Wenn wir das ganze Gebiet überblicken, so müssen wir sagen, dass der Schlüssel zu allen diesen Erscheinungen in dem Lehrsatze liegt, dass unter Umständen auch Larven, auch unentwickelte Thiere, sich fortpflanzen können. Darin, dass die alten Zoologen diesen Satz nicht anerkannten, ist es begründet, dass ihnen von vorneherein alle diese Erscheinungen so fremdartig, so unbegreiflich waren. Dass aus einem Ei ein Thier hervorgehen kann, das dem Mutterthiere völlig unähnlich ist, wusste man seit

Jahrhunderten. So lange man die Metamorphose der Insecten kannte, wusste man, dass aus den Eiern Thierchen hervorgehen können, die erst Umwandlungen durchmachen müssen, ehe sie dem Mutterthiere ähnlich werden. Aber man glaubte, dass sie sich niemals fortpflanzen, ehe sie diese Metamorphose durchgemacht haben. Jetzt sehen wir aber den Generationswechsel eben darin beruhen, dass sich Larven, unentwickelte Thiere, auf verschiedene Weise fortpflanzen, dass dann die Abkömmlinge erst Metamorphosen durchmachen und sich dann wiederum auf eine andere Weise fortpflanzen.

Dieser Satz, dass unter Umständen auch Larven sich fortpflanzen können, hat in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts eine bedeutende Erweiterung erlitten. Er muss heutzutage in gewissem Sinne sogar auf die Wirbelthiere ausgedehnt werden. Man brachte aus Mexico eine Reihe von Axoloteln (Siredon pisciformis) nach Paris, die dort im Jardin des plantes gehegt wurden. Dieselben pflanzten sich fort und die Kinder schwammen, wie die Eltern, im Wasser herum. Dann aber, nach einigen Generationen, verloren einzelne Thiere, deren Grosseltern noch im Wasser herumschwammen, ihre äusseren Kiemen und ihre Flossen, formten sich in die Gestalt eines Landsalamanders um, verliessen das Wasser und lebten von jetzt an im Moose, das man ihnen am Rande des Wassers hinlegte. Zur Zeit der Weltausstellung im Jahre 1867 hatte man bereits Gelegenheit, diese merkwürdigen Thiere zu sehen.

Wenn man diese Metamorphose mit der des Landsalamanders vergleicht, so kann man sie nicht als eine regressive betrachten, man muss vielmehr das im Wasser lebende Axolotel, das sich geschlechtlich fortpflanzte, mit der Larve des Salamanders vergleichen.

Die Eier und der Eierstock.

Wir kommen nun dazu, die Eier, den Eierstock und die Entwickelung der Eier näher zu betrachten. Das Ei besteht aus drei wesentlichen Stücken: aus der Dotterhaut, aus dem Dotter und aus dem Keimbläschen, der Vesicula germinativa Purkinjii. Die Dotterhaut kann sehr verschieden beschaffen sein, sie kann sehr dünn und zart, andererseits sehr stark sein. Der Dotter besteht aus eiweissartigen Substanzen, in welchen eine grössere oder geringere Menge von stark lichtbrechenden Körnchen eingelagert ist, so dass er dadurch mehr oder weniger undurchsichtig ist. Das Keimbläschen ist ein anscheinend bläschenartig gebildeter Körper, der im Innern des Dotters liegt und so lange leicht und gut zu unterscheiden ist, als eben der Dotter eine geringere Menge von körnigen Elementen enthält. Später aber, wo der Dotter undurchsichtig geworden ist, muss erst die Dotterhaut zersprengt werden, damit das Keimbläschen aus dem Dotter heraustritt und beobachtet werden kann. In dem Keimbläschen hat man noch wiederum einen Körper, den Wagner'schen Keimfleck, die Macula germinativa Wagneri unterschieden. Diese ist aber nicht beständig vorhanden und kommt manchmal einfach, manchmal mehrfach vor. Aus ihr oder doch aus dem Inhalte des Keimbläschens geht nach neueren Untersuchungen der weibliche Keim hervor, der sich mit einem aus einem Spermatozoid sich bildenden männlichen Keime vereinigt. Beim Säugethiere ist die Dotterhaut verhältnissmässig dick, so dass, wenn wir das

ganze Ei unter das Mikroskop bringen, die Querschnittansicht der Dotterhaut, welche das Mikroskop gibt, sich als eine lichte, durchsichtige Zone von dem darinliegenden, durch die stark lichtbrechenden Körner dunklen Dotter absetzt. Deshalb hat die Dotterhaut der Säugethiere und des Menschen den etwas seltsamen Namen Zona pellucida erhalten. In ihr liegt also im fertig entwickelten Ei der stark mit Körnern durchsetzte Dotter und darin das Keimbläschen.

Das Ei der Säugethiere und des Menschen ist, ehe der Entwickelungsprocess begonnen hat, kugelrund, und das des letzteren hat im Zustande der Reife, das heisst zu der Zeit, wo es im Begriffe ist, vom Eierstocke abzufallen, eine Zehntel- bis eine Achtellinie, also etwa einen Viertelmillimeter im Durchmesser.

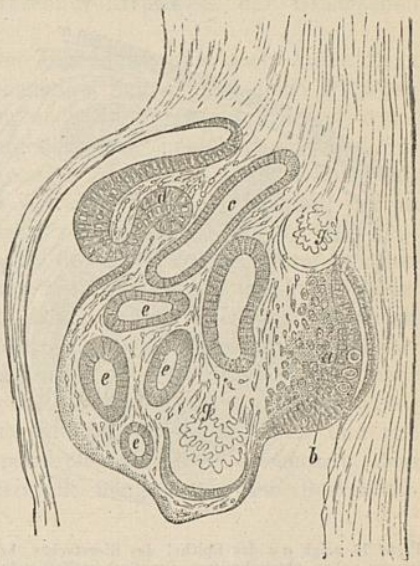
Ich muss vorweg bemerken, dass das Ei der Säugethiere zu denjenigen Eiern gehört, bei welchen sich die Entwickelung von den ersten Anfängen an über die ganze Dottermasse erstreckt, so dass der ganze Dotter zum Aufbau des Embryo und der Eihäute verwendet wird. Es gibt aber Thiere, bei denen dies nicht der Fall ist, bei denen ausser diesem sogenannten Bildungsdotter noch ein anderer Dotter, der Nahrungsdotter vorkommt, ein Dotter, der nicht direct zum Aufbau des Embryo verwendet wird, sondern der dem bereits bis zu einem gewissen Grade entwickelten Embryo zur Nahrung dient. Dieser Nahrungsdotter kommt in grösster Ausdehnung bei den Vögeln und den Reptilien, ausserdem aber auch bei den Fischen vor, bei den einen in grösserer, bei den anderen in geringerer Entwickelung.

Da wir nun vielfach die Entwickelung des Hühnchens als Paradigma benützen werden, so muss ich hier auf den Bau des Vogeleies, das mit einem solchen Nahrungsdotter versehen ist, näher eingehen. Das Vogelei in seinen ersten Anfängen besteht aus dem Dotter, der anfangs nur Bildungsdotter ist, und aus dem darinliegenden Keimbläschen. Nun wächst es weiter, und es sammeln sich unter dem Bildungsdotter kugelige Elemente an, die sich polyëdrisch gegen einander abplatten, und die ganz durchsetzt sind mit sehr zahlreichen Fettkörnchen, Fetttropfen. Diese Fetttropfen sind das Dotterfett, das Dotteröl, das namentlich aus den Eiern der Schildkröten in Südamerika und auf den Inseln der Südsee vielfach gewonnen wird. Diese Elemente scheinen nicht vom Bildungsdotter und damit nicht von der eigentlichen Eizelle abzustammen, sondern von den denselben zunächst umgebenden Gewebselementen; sie vermehren sich und dadurch erlangt dieser Nahrungsdotter endlich eine so grosse Ausdehnung, dass er bei Weitem die Hauptmasse des ganzen Eies ausmacht, und der Bildungsdotter zusammengeschoben ist an einer Stelle, in einer Scheibe, die sich durch ihre lichtere Farbe von dem gelben Nahrungsdotter auszeichnet. Diese lichte Schicht ist nichts Anderes als das, was wir im gewöhnlichen Leben mit dem Namen des Keimes oder des Hahnentrittes bezeichnen. Wenn wir ein Ei aufschlagen, so kommt diese Scheibe immer an die Oberfläche. Es müssen also die verschiedenen Theile des Dotters ein verschiedenes specifisches Gewicht haben, es muss der Theil, welcher der Keimscheibe gegenüber ist, specifisch schwerer sein als der Theil, an dem die Keimscheibe liegt. Das leitet nun Purkinje davon ab, dass sich von der Keimscheibe nach abwärts eine Region verfolgen lässt, welche die Gestalt einer dünnhalsigen Flasche mit nach abwärts gerichtetem Corpus

hat, und in welcher diejenigen Elemente des Nahrungsdotters liegen, welche noch am wenigsten, zum grossen Theile gar nicht, mit Fettkörnchen durchsetzt sind. Es befindet sich also in dem Theile, der der Keimscheibe gegenüber liegt, eine grössere Menge von solchen fettarmen Elementen, die specifisch schwerer sind als der fettreiche Dotter, und die deswegen dem Dotter, wenn er schwimmt, eine solche Lage geben, dass die Keimscheibe nach oben zu liegen kommt.

Wenn der Nahrungsdotter vollständig entwickelt ist, reisst sich das Ei vom Eierstocke los, und nun wird es, indem es durch den Eileiter hindurchgeht, mit Schichten von Eiweiss umgeben. In diesen Schichten bilden sich durch theilweise Gerinnung häutige Ausscheidungen, vermöge welcher das Eiweiss einen gewissen Zusammenhang bekommt, und indem das Ei sich fortwährend im Eileiter dreht, wird die vor und hinter demselben liegende Eiweissmasse zu Schnüren aufgedreht. Diese ziehen sich nachher zurück in die übrige Eiweissmasse, und sie sind es, welche man später im Eiweiss an den beiden Enden des Dotters als Chalazen oder Hagelschnüre findet. Jetzt umgibt sich das ganze Ei sammt dem Eiweiss mit einer Faserhaut, welche man als die Schalenhaut des Hühnereies, Membrana testae, bezeichnet, und auf derselben lagern sich später die Kalksalze ab, die die feste Kalkschale bilden. Bei denjenigen Thieren, die häutige Eier legen, ist der Process ebenso, nur dass zuletzt die Auflagerung der Kalksalze ausbleibt.

Fig. 76.



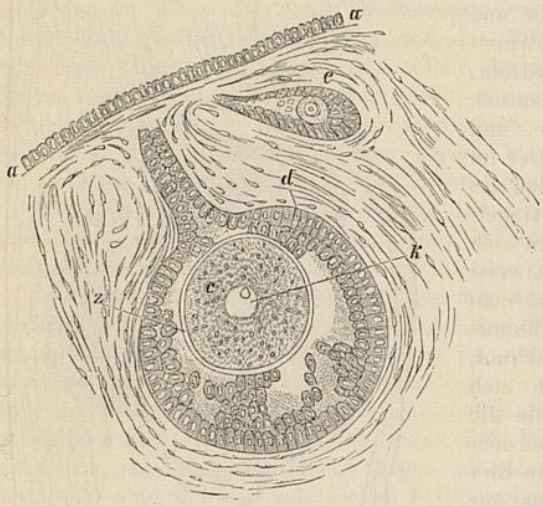
a Eierstockhügel.
b Epithel desselben.
c Ausführungsgang des Wolff'schen Körpers.
e Durchschnittene Canäle des Wolff'schen Körpers.
g Glomeruli desselben.

Wenn wir nun zu den Eiern der Säugethiere und des Menschen zurückkehren und ihre Lagerung im Eierstocke untersuchen, so finden wir, dass dieser aus einem bindegewebigen Stroma besteht, in das bei einigen Thieren in grösserer, bei den anderen in geringerer Menge Zellen eingestreut sind. Ausserdem finden sich aber darin grössere und kleinere Hohlräume, welche von einer bindegewebigen Kapsel und einem Gefässnetze umgeben sind. In diesen Hohlgebilden befindet sich ein Ei, bisweilen deren zwei, drei; sie sind das, was wir mit dem Namen der Graaf'schen Follikel bezeichnen. So lange die Graaf'schen Follikel noch klein sind, so dass das Ei einen verhältnissmässig grossen Bruchtheil ihres Binnenraumes ausfüllt, sind sie im Uebrigen mit Zellen ausgefüllt, in welche das Ei eingebettet ist und die im Allgemeinen radial um das Ei angeordnet sind. Wenn aber später der Graaf'sche Follikel grösser wird, ist er mit Flüssigkeit gefüllt, und die Zellen bilden nur eine Auskleidung.

An der Stelle aber, wo das Ei liegt, befindet sich eine Anhäufung jener Zellen, welche das Ei umgibt, und in welche das Ei eingebettet ist. Die Auskleidung von Zellen, dieses innere Epithel des Graaf'schen Follikels, nennen wir Membrana granulosa, die verdickte scheibenförmige Stelle, in welche das Ei eingebettet ist, Discus oophorus.

Auf welche Weise sind nun die Eier im Eierstocke entstanden? Darüber haben wir erst durch die Untersuchungen von Pflüger Klarheit bekommen. Pflüger fand, dass der Eierstock der Säugethiere und des Menschen in derselben Weise wie der Eierstock der Insecten von Hause aus sich wie eine tubulöse Drüse oder richtiger wie ein System von tubulösen Drüsen entwickelt. Er fand, dass die Eier sich aus einzelnen Zellen entwickeln, welche von dem Epithel dieser tubulösen Drüsen abstammen, dass sich aber dann die Drüsenschläuche in Stücke abschnüren, die die einzelnen Eier umgeben und enthalten, und dass diese abgeschnürten Stücke nun die Graaf'schen Follikel sind. Waldeyer hat die Entwickelung noch weiter nach rückwärts verfolgt.

Fig. 77.



Figur 77 zeigt *a a* das Epithel des Eierstockes, bei *e* einen ganz jungen, eben abgeschnürten Graaf'schen Follikel mit dem darin liegenden Ei; bei *d* einen weiter entwickelten, darin das Ei mit der Zona pellucida *z*, dem Dotter und dem Keimbläschen *k*.

Es liegt im Embryo zu beiden Seiten der Wirbelsäule ein Organ, das wir später näher kennen lernen werden, und das man mit dem Namen des Wolff'schen Körpers bezeichnet. Es ist das eine Primordialniere, eine Niere für den Embryo, die ihm dient, ehe er seine bleibende Niere hat. An, auf und zum Theil auf Kosten dieses Organs entwickelt sich die Geschlechtsdrüse, sowohl beim Manne als beim Weibe. Figur 76 zeigt nach Waldeyer das Epithel, welches den Wolff'schen Körper überzieht, und welches sich hier an einer bestimmten Stelle, dem Eierstockhügel *a*, verdickt. Nun fängt es an, Fortsätze in die Tiefe, in den Eierstockhügel zu treiben, oder, richtiger gesagt, das darunter liegende bindegewebige Stroma wächst, und bestimmte Stellen wachsen nicht mit, so dass sie dadurch mit dem Epithel, das darüber liegt, in die Tiefe zurücktreten, und auf diese Weise entstehen Gruben, aus denen bei weiterer Vertiefung Schläuche werden, welche von dem Epithel ausgekleidet sind. Schon frühzeitig zeigen sich in diesem Epithel einzelne Zellen, die grösser als die anderen sind, und diese entwickeln sich jetzt so, dass sie sich von dem Mutterboden loslösen und von den anderen umgeben werden. Diese grösseren Zellen sind die Eier, und aus den anderen Zellen wird das Epithel des Graaf-

schen Follikels, das heisst es werden daraus die Zellen der Membrana granulosa und des Discus oophorus.

Der weitere Vorgang besteht nun darin, dass sich einzelne Stücke dieser Schläuche, in deren jedem sich ein Ei befindet, abschnüren, und auf diese Weise die Graaf'schen Follikel angelegt werden. In Figur 77 sieht man die Anlage eines Graaf'schen Follikels, der sich eben abgeschnürt hat. Endlich, wie gesagt, wird eine grosse Menge Flüssigkeit abgesondert, so dass sich im Innern ein mit Flüssigkeit gefüllter Hohlraum bildet und die Zellen ringsum an der Wand des Graaf'schen Follikels liegen. An einer Seite bleibt eine verdickte Scheibe, der Discus oophorus, in dem das Ei liegt. Kölliker weicht von Waldeyer darin ab, dass er die Zellen der Membrana granulosa und des Discus oophorus aus Schläuchen des Wolff'schen Körpers ableitet, welche nach ihm in den sich bildenden Eierstock hineinwuchern und den Abschnürungsprocess der Graaf'schen Follikeln vermitteln sollen.

Die Eier haben in ihrem ersten Jugendzustande noch keine Zona pellucida, sondern sind nackte amöbenartige Zellen, und nach Pflüger vermehren sie sich in diesem Stadium noch durch Theilung. Erst wenn diese Vermehrung durch Theilung aufgehört hat, umgeben sich die einzelnen Zellen mit einer Membran, die sich zur Zona pellucida ausbildet. So ist das Ei encystirt, und es bildet sich der Graaf'sche Follikel, der in der erwähnten Weise durch Abschnürung entstanden ist, weiter aus.

In ganz analoger Weise geht auch die erste Entwickelung bei den Vögeln und den Reptilien vor sich, nur mit dem Unterschiede, dass hier, wenn das Ei so weit fertig gebildet ist, dass es eine Dotterhaut bekommen soll, sich zu dem Bildungsdotter noch ein Nahrungsdotter hinzubildet, ferner mit dem Unterschiede, dass kein mit einem Hohlraume versehener Graaf'scher Follikel existirt, sondern das Ei dauernd und bis zu seiner Reife eng umschlossen bleibt. Damit, mit der Grösse der Eier und mit der relativ geringen Masse des Eierstockstromas hängt es zusammen, dass bei den Eierlegern die Eier am Eierstock hängen wie die Beeren an einer Traube.

Ablösung der Eier.

Wenn das Ei befruchtet werden soll, so muss es sich vom Eierstock loslösen, und dies geschieht auf folgende Weise: Wenn ein Graaf'scher Follikel an die Oberfläche gelangt ist, bekommt er immer mehr Flüssigkeit, so dass er anfängt, über die Oberfläche des Eierstocks hervorzuragen. Mit der grösseren Menge der Flüssigkeit, die sich in ihm ansammelt, tritt auch eine grössere Spannung, ein grösserer Druck ein. Dieser Druck hindert die Circulation des Blutes in den Gefässen des Graaf'schen Follikels. Diese und mit ihnen das Gewebe werden atrophisch und zerreisslich, und in Folge davon tritt früher oder später eine Zerreissung des Graaf'schen Follikels an der Oberfläche ein, so dass das Ei nun durch den Druck der Flüssigkeit ausgestossen wird. Es nimmt dabei immer eine grössere oder geringere Menge von Zellen des Discus oophorus mit.

Früher glaubte man, dass bei diesem Abfallen des Eies vom Eierstock jedesmal das Peritonaeum zerreisse. Man schrieb eben dem Eierstocke einen peritonaealen Ueberzug zu; Koster hat aber nachgewiesen,

dass das Peritonaeum nicht über denjenigen Theil der Oberfläche des Eierstocks, an welchem sich die Eier ablösen, hinweggeht, ja dass sich hier nicht einmal das Epithel des Peritonaeums fortsetzt, sondern dass der Eierstock mit einem Cylinderepithel bekleidet ist, entsprechend dem cylindrischen Baue des ursprünglichen Keimepithels, aus welchem sich die Auskleidung des Graaf'schen Follikels und das Ei entwickelt haben. Erst in der Zeit der Involution des Weibes, um das fünfzigste Jahr herum und später, bekommt der Eierstock einen fibrösen Ueberzug, und damit hört dann auch das Herausfallen der Eier aus den Graaf'schen Follikeln auf. Bei den Vögeln ist der ganze Process ein ähnlicher, nur mit dem Unterschiede, dass dort die grössere Spannung nicht durch Flüssigkeit hervorgebracht wird, welche sich im Graaf'schen Follikel ansammelt, sondern durch das Wachsthum des Nahrungsdotters. Dadurch werden die Blutgefässe zusammengedrückt, die Haut des Graaf'schen Follikels mürbe und zerreisslich, und das Ei fällt ab.

Es fragt sich nun: wann und unter welchen Umständen fallen überhaupt Eier ab? Man wusste schon längst, dass die Hühner lange Zeit fortfahren, Eier zu legen, auch wenn sie nicht mit einem Hahne in Berührung gekommen sind, dass also bei diesen Thieren sicher das Abfallen der Eier vom Eierstock vom Coitus unabhängig sei. Nichtsdestoweniger hielt man in Rücksicht auf die Säugethiere und den Menschen hartnäckig die Vorstellung fest, dass die Eier in Folge des Coitus abfallen. Man stellte sich vor, es entstehe dabei eine plötzliche Congestion zu den Geschlechtsorganen und damit auch zum Eierstocke, und diese bewirke die Zerreissung der schon im Vorhinein geschwellten Graaf'schen Follikel. Die Untersuchungen von Coste, von Negrier, von Raciborski, von Bischoff und von Courty haben aber vollständig sichergestellt, dass sich die Sache nicht so verhalte, sondern dass bei den Säugethieren und beim Menschen die Eier sich periodisch vom Eierstocke ablösen, ehe noch ein Coitus stattgefunden, und unabhängig davon, ob überhaupt einer stattfindet. Bei den Säugethieren ist die Zeit, zu welcher die Eier abfallen, die Zeit der Brunst. Man hat das Abfallen der Eier constatirt, indem man Hündinnen, sowie die ersten Zeichen der Brunst eintraten, absperrte, sie hernach tödtete und die Eier im Eileiter und Uterus aufsuchte. Man hat auch Gelegenheit gefunden, die Eier beim Menschen nachzuweisen. Man hat bei Mädchen, bei denen das Hymen erhalten war, und die eines plötzlichen Todes kurze Zeit nach der Menstruation gestorben waren, Eier theils in der Tuba, theils im Uterus nachweisen können. So ist es auch für die Menschen ausser Zweifel gestellt, dass das Abfallen der Eier nicht mit dem Coitus zusammenhängt, sondern wie bei den Thieren periodisch erfolgt. Es erfolgt hier zur Zeit der Menstruation. Diese letztere Angabe, die in den vierziger und fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts von mehreren Seiten und, wie es scheint, auf Grund guter Beobachtungen gemacht wurde, hat in neuerer Zeit zahlreiche Gegner gefunden. Die gegen sie angeführten Beobachtungen scheinen mir aber kein schlagendes Argument zu liefern. Man stützt sich darauf, dass bei Frauen, die bald nach der Menstruation starben, oft an den Eierstöcken kein frisches Corpus luteum, also keine Spur, dass vor Kurzem ein Ei ausgetreten, vorgefunden wurde, was jedenfalls nur beweist, dass nicht nothwendig bei jeder Menstrualblutung auch ein Ei abfällt, aber nicht beweist, dass die Eier nicht, wenn sie abfallen,

zur Zeit der Menstrualblutung abgefallen. Ferner stützt man sich darauf, dass Frauen, denen beide Eierstöcke ausgeschnitten waren, noch eine Zeit lang in regelmässiger Periode Blut verloren. Dies beweist, dass das Abfallen der Eier nicht die Ursache der Blutung ist, wenigstens nicht die einzige, aber es beweist wieder nicht, dass die Eier, welche abfallen, nicht zur Zeit der periodischen Blutung abfallen. Endlich stützt man sich darauf, dass Frauen schwanger geworden sind, welche nach einer Entbindung und während des Säugens noch nicht wieder menstruirt waren, oder solche, die aus irgend einem andern Grunde in den letzten vier Wochen oder länger vor dem Beischlafe nicht menstruirt waren, oder Mädchen, bei denen die Menstruation überhaupt noch nicht eingetreten war; aber dies kann wieder nur beweisen, dass das Abfallen der Eier beim Menschen nicht nothwendig mit einer Blutung verbunden ist, wie es ja bei den Säugethieren in der Regel ohne eine solche vor sich geht. Nach den Erfahrungen von Leopold erfolgt das Abfallen der Eier vorwiegend mit der Menstruation, doch auch in der Zwischenzeit. Holst gibt auf Grund klinischer Untersuchungen an, dass Volum und Consistenz der Ovarien zur Zeit der Menstruation grösser seien als sonst.

Menstruation.

Das Eintreten der Menstruation fällt bekanntlich mit der Zeit, in welcher die Mädchen fruchtbar werden, zusammen. Die Menstruation leitet sich ein dadurch, dass etwas Schleim aus dem Os uteri und aus der Scheide ausfliesst. Der Schleim wird röthlich, und es tritt dann eine immer grössere Menge von Blut aus. Das dauert einige Tage, bei manchen Frauen bis 8 Tage, dann wird der Ausfluss wieder geringer und hört endlich ganz auf. Die Menge des Blutes, welche dabei ausgesondert wird, ist verschieden, sie wird angegeben auf 200 Gramm, sie steigt aber nach Longet auch auf 300, ja auf 500 Gramm, also ein Zollpfund. Das Menstrualblut ist an und für sich von dem gewöhnlichen Blute nicht verschieden. Aber es ist ihm immer eine grössere oder geringere Menge von Schleim beigemischt, und deshalb kann es häufig als Menstrualblut erkannt werden. Es ist dies in gerichtlichen Fällen von Bedeutung, weil bei Haussuchungen nach blutbefleckten Kleidern, wenn sich irgend ein blutbefleckter Leinwandlappen findet, manchmal ein Frauenzimmer der Familie auftritt und sagt: Das Blut ist von mir, ich habe diesen Leinwandlappen während der Menstruation benützt. Menstrualblut zeichnet sich, je mehr es mit Uterus- und Vaginalschleim gemischt ist, um so mehr dadurch aus, dass es die Wäsche viel mehr hart macht als Blut, das aus einer Wunde geflossen ist, während letzteres auch in geringer Menge tiefer gefärbte und schärfer begrenzte Flecken ohne farblos infiltrirten Rand macht. Der Experte kann also durch Befühlen des Leinwandstückes und Untersuchen der Farbe und der Ränder der Flecken oft die Angabe des Frauenzimmers bestätigen; er kann sagen, es sei Menstrualblut und nicht Blut, das aus einer Wunde geflossen ist. Dagegen ist die umgekehrte Aussage aus der Untersuchung mit blossem Auge nicht zu rechtfertigen und hat selbst nach der mikroskopischen und chemischen Untersuchung ihr Bedenkliches, da bei profuser Menstruation das Blut so reichlich und so rein fliessen kann, dass ihm keine in Betracht kommenden Mengen von Schleim und von Epithelial-

zellen beigemischt sind und es von solchem, das aus einer Wunde geflossen ist, nicht unterschieden werden kann.

Vor etwa vierzig Jahren und länger stritt man schon darüber, ob das Menstrualblut austrete, wie man sich damals ausdrückte, per rhexin oder per diapedesin, ob dabei die Capillaren zerreissen, oder ob das Blut durch die Wandungen der Capillaren hindurchschwitze. Da es sich zeigte, dass im Menstrualblute die Blutkörperchen enthalten sind wie im andern Blute, so erhielt die Ansicht die entschiedene Oberhand, dass das Menstrualblut durch Rhexis, durch Zerreissung von Capillaren, ausgeschieden werden müsse. Heutzutage kann man aber das Vorkommen von Blutkörperchen im Menstrualblute nicht mehr als entscheidend hiefür ansehen; denn S. Stricker hat nachgewiesen, dass nicht nur farblose Blutkörperchen, sondern auch rothe unter Umständen durch die Wandungen der Capillargefässe hindurchtreten können, und diese besonderen Umstände können sehr wohl auch im menstruirten Uterus vorhanden sein. Man hat bei Inversio uteri den Process der Menstruation direct an der inneren Uterusoberfläche beobachtet, und es wird beschrieben, es träte das Blut in kleinen Pünktchen hervor, gleichsam wie der Schweiss aus der Haut hervortritt.

Die Zeit, zu welcher die Menstruation eintritt und aufhört, ist verschieden. Die Zeit ist im Allgemeinen früher in warmen Ländern. Nach Longet ist das Alter, in dem die Menstruation eintritt, in Warschau im Mittel $16^3/_4$ Jahre, in Paris $14^3/_4$ Jahre, in Marseille noch nicht 14. In Calcutta soll für indische Mädchen, nach den Angaben englischer Aerzte, das gewöhnliche Alter der beginnenden Menstruation $12^1/_2$ Jahre sein. Es muss übrigens bemerkt werden, dass dies nicht allein vom Klima als solchem abhängt, nicht allein vom Einflusse der Temperatur, denn auch in nordischen Gegenden werden Frauenzimmer, die einer südlichen Race angehören, früher menstruirt und entwickelt als die Töchter des Landes. Es ist diese Beobachtung vielfach an Zigeunermädchen gemacht worden, die sich in nördlichen Ländern aufhielten. Manche halten sogar den Einfluss der Race für das Wesentliche, den des Klimas für ganz untergeordnet, wenn nicht bedeutungslos. Bei den Töchtern der Reichen pflegt die Menstruation früher aufzutreten als bei den Töchtern der Armen und in der Stadt früher als auf dem Lande.

Zu allen diesen Angaben muss indessen hinzugefügt werden, dass die Mittelzahlen deshalb von geringerem Werthe sind, weil die Zeit des Eintrittes an ein und demselben Orte und unter anscheinend gleichen Bedingungen innerhalb so weiter Grenzen variirt. Nach den Zusammenstellungen von Wilh. Stricker tritt die Menstruation in Mitteleuropa am häufigsten im 18., 17. und 16. Lebensjahre ein, seltener, aber auch noch in vielen Fällen im 19., 20. oder 15., bedeutend seltener, nur in 1 von 16 Fällen, im 14. Verspätete Menstruationen im 21. und 22. Lebensjahre werden ziemlich häufig beobachtet und weiter mit zunehmender Seltenheit bis zum 26. Frühzeitige Menstruation von Mädchen im Alter von 12, 11 oder 10 Jahren ist schon in den verschiedensten Klimaten beobachtet. Manchmal reichen die Fälle noch in viel frühere Kindheit hinauf. Vom Schiffsarzte Lostalot wurde 1876 auf Numea in Neucaledonien ein in London geborenes Mädchen im Alter von 4 Jahren 2 Monaten beobachtet, das mit 22 Monaten menstruirt worden war, faustgrosse Brüste und einen

Flaum von Schamhaaren zeigte. Das Kind war dabei kräftig entwickelt und wog 52 englische Pfund. In neuester Zeit hat O. Stocker einen Fall beschrieben, in dem bei einem Zwillingskinde sich schon, als es 1 Jahr alt war, die ersten Blutspuren fanden. Regelmässig stellte sich die Menstruation seit dem dritten Jahre ein, und zwar mit dreitägiger Dauer. Das Kind war körperlich gleichfalls sehr stark entwickelt.

Die Periode selbst tritt bei sonst gesunden Frauen meist mit ziemlicher Regelmässigkeit im Verlaufe eines Mondmonats, also nach vier Wochen ein. Man hat aus einer grösseren Anzahl das Mittel genommen und dabei eine etwas kleinere Zahl gefunden. Aber das ist eigentlich kein Gegenstand für das Nehmen einer Mittelzahl in der Weise, dass man die Angaben von einer Reihe von Frauen addirt und dann durch die Anzahl der Angaben dividirt. Wenn man sagen will, welche Periode die normale ist, so muss man nicht das Mittel aus den Perioden einer Reihe von Frauen nehmen, sondern man muss die Periode von einer Reihe von Frauenzimmern verzeichnen und diejenige Periode als die normale betrachten, die bei der grössten Anzahl der Frauen vorkommt. Das ist offenbar die regelmässige Periode eines Mondmonats. Das Aufhören der Periode und damit der Beginn der Involution ist nicht genau an ein bestimmtes Lebensalter geknüpft. Manchmal beginnt es schon in den Vierzigern, manchmal tritt es erst in den Fünfzigern auf.

Corpus luteum.

Was geschieht nun im Eierstocke, nachdem sich das Ei von demselben abgelöst hat? Nachdem hier die Gefässe vorher durch den Druck der Flüssigkeit im Graaf'schen Follikel comprimirt waren, werden sie nun plötzlich dieses Druckes entlastet, es ist zugleich eine Zerreissung des Gewebes eingetreten, und beide Ursachen bewirken eine Congestion, welche zu einer Art von Entzündungsprocess wird. Es häuft sich an der inneren Oberfläche des zerrissenen Graaf'schen Follikels und in der Wand selbst eine grosse Menge von Zellen an, die sich theilweise zu Gewebe organisiren, von der Oberfläche aus tritt eine reichliche Vascularisation ein, und auf diese Weise bildet sich eine compacte Masse, die wir der gelben Farbe wegen, die sie später annimmt, mit dem Namen des Corpus luteum bezeichnen. Die gelbliche Farbe rührt vom Haematoidin her, welches sich häufig in beträchtlicher Menge in diese Corpora lutea eingelagert findet. Das Haematoidin der Corpora lutea war das Material, an welchem Holm nachgewiesen hat, dass dasselbe nicht, wie man eine Zeitlang glaubte, identisch sei mit dem orangegelben oder orangerothen Gallenfarbstoffe, dem Cholepyrrhin oder Bilirubin. Es ist, wie ich schon früher beim Cholepyrrhin erwähnte, dieser von Virchow in alten apoplektischen Herden zuerst gefundene und beschriebene Farbstoff wahrscheinlich identisch mit dem, der den Dotter der Vogeleier gelb färbt und der Lutein oder Haemolutein genannt wird.

Man muss zwei Arten von Corpora lutea unterscheiden: die einen, welche sich vorfinden, wenn keine Schwangerschaft eingetreten ist, und die anderen, welche sich vorfinden, wenn Schwangerschaft eingetreten ist. Die ersteren sind viel kleiner und haben eine viel kürzere Lebensdauer: sie verschwinden nach verhältnissmässig kurzer Zeit, und das Ganze zieht

sich wieder in das Gewebe des Eierstocks zurück. Nach ein bis zwei Monaten ist keine Spur davon zu finden. Wenn dagegen eine Schwangerschaft eintritt, dann wächst auch das Corpus luteum sehr gross aus, seine Masse kann so gross oder grösser werden als die des ganzen Eierstocks, und noch gegen das Ende der Schwangerschaft können sich die Reste eines solchen Corpus luteum vorfinden. So lautet wenigstens die gangbare Lehre. Das Corpus luteum, dessen Reste man in Leichen schwangerer oder während der Geburt verstorbener Weiber findet, ist nach der gewöhnlichen Annahme, welche die Ablösung der Eier während der Schwangerschaft gänzlich aufhören lässt, stets noch das Corpus luteum, welches dem Graaf'schen Follikel angehört, dessen Ei im Uterus zur Entwickelung kam. Diesem widerspricht jedoch Meyerhofer. Nach ihm lösen sich auch während der Schwangerschaft Eier ab. Er stützt sich darauf, dass bei Tubarschwangerschaften nahezu in der Hälfte der Fälle das Corpus luteum nicht auf derselben Seite mit der Frucht, sondern auf der entgegengesetzten gefunden sei, ja dass dies selbst in Fällen vorgekommen, in denen wegen anomaler Bildung des Uterus kein Ueberwandern durch die Höhle desselben stattfinden konnte. Es bleibt nach der gangbaren Lehre in solchen Fällen nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass das Ei in die Bauchhöhle gefallen und von dort aus in die andere Tuba gelangt sei. Die Möglichkeit einer solchen Ueberwanderung ist von Leopold bei Kaninchen experimentell nachgewiesen, indem auch solche noch trächtig wurden, denen ein Ovarium exstirpirt und die Tuba der anderen Seite doppelt unterbunden und durchschnitten war. Ob sie auch bei Menschen vorkommt, weiss man bis jetzt nicht.

Es sind ferner bei Frauen, die in den ersten Tagen nach der Entbindung starben, in einzelnen Fällen Corpora lutea beobachtet und abgebildet worden, denen man nach ihrem Aussehen nicht wohl ein Alter von 9 Monaten zuschreiben konnte.

Auch im Eierstocke der Vögel bildet sich, wenn das Ei abgefallen ist, ein Corpus luteum. Aber wegen der anderen Gestalt des Eierstocks, der eben keine compacte Masse bildet, wie der Eierstock des Menschen, sondern an dem die Eier frei aufgehängt sind, kann hier keine Kuppe entstehen, die über eine Fläche hervorragt, wie dies beim Corpus luteum der Säugethiere der Fall ist. Das Corpus luteum ist hier ein gelapptes Gebilde, das neben den übrigen noch am Eierstock sitzenden Eiern an demselben hängt.

Uebergang des Eies in die Tuba.

Das Ei selbst wird, wenn es vom Eierstocke abfällt, normaler Weise von der Tuba aufgenommen. Auf welche Weise dies geschieht, ist nicht mit Sicherheit bekannt. Offenbar kann die Tuba in jenem Momente, wo sie das Ei aufnimmt, nicht die Lage haben, in der wir sie in der Leiche vorfinden, denn diese wäre dazu durchaus ungeeignet. Sie muss aufgerichtet sein, so dass sie in innigere Verbindung mit dem Eierstocke tritt. Nur eine Fimbria, die sogenannte Fimbria ovarica, reicht in der Leiche bis an den Eierstock heran, und ihr Epithel geht sogar bisweilen unmittelbar in das Epithel des Eierstocks über, bisweilen schiebt sich aber noch anderes Epithel dazwischen ein. Aber auf welche Weise richten

sich die übrigen Fimbrien in der Weise auf, dass sie einen Trichter bilden, in welchen das Ei hineinfällt? Darüber gibt es zwei Vorstellungen. Nach der ersten richtet sich die Tuba durch Gefässcongestion, durch eine Art Erection auf, nach der zweiten wird die Tuba durch die Contraction ihrer Muskelfasern und durch diejenigen in der Ala vespertilionis an den Eierstock in passender Weise herangebracht. Man hat aus dem Verlaufe dieser Muskelfasern ableiten wollen, dass, wenn sie sich zusammenziehen, die Tuba gerade so aufgerichtet wird, dass das Ei hineinfällt: aber bei ihrem höchst complicirten Verlaufe würde man auch manches Andere haben ableiten können, als eben dasjenige, was man ableiten wollte. Es ist aber die Vorstellung nicht ausgeschlossen, dass im Leben die Tuba dauernd eine andere Lage habe als in der Leiche, wenigstens eine andere als in der geöffneten Leiche. In der That mehren sich in neuerer Zeit die Angaben, nach denen in gefrorenen Leichen die Fimbrien mit ihren Innenflächen im Contact mit dem Ovarium gefunden sind.

Der Same.

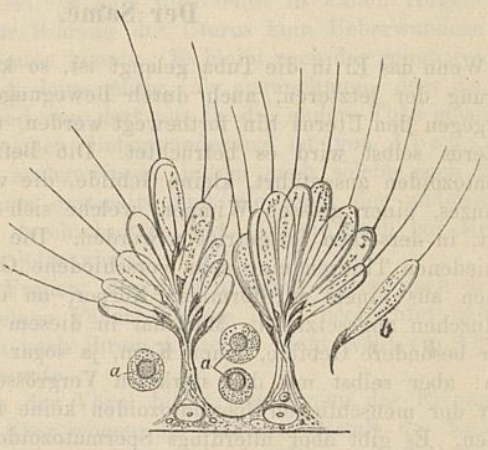
Wenn das Ei in die Tuba gelangt ist, so kann es durch die Flimmerbewegung der letzteren, auch durch Bewegungen in der Musculatur der Tuba gegen den Uterus hin fortbewegt werden, und auf diesem Wege oder im Uterus selbst wird es befruchtet. Die Befruchtung wird durch die Spermatozoiden ausgeführt, kleine Gebilde, die vermöge eines sogenannten Schwanzes, einer grossen Wimper, welche sich lebhaft in der Flüssigkeit bewegt, in derselben fortgetrieben werden. Die Spermatozoiden haben bei verschiedenen Thieren eine sehr verschiedene Gestalt. Die des Menschen bestehen aus einem birnförmigen Körper, an dessen dickerem Ende das Schwänzchen angesetzt ist. Man hat in diesem birnförmigen Körper noch wieder besondere Gebilde, einen Kern, ja sogar einen Saugnapf entdecken wollen: aber selbst mit den stärksten Vergrösserungen lässt sich an dem Körper der menschlichen Spermatozoiden keine feinere Organisation unterscheiden. Es gibt aber allerdings Spermatozoiden, welche offenbar einen complicirteren Bau haben, als er an denen des Menschen sichtbar ist. Dies sind z. B. die Spermatozoiden des Salamanders, welche einen länglichen Körper haben, vorne an demselben ein stachelartiges Gebilde mit einer Art Widerhaken und hinten einen sehr langen Schweif, über welchem man eine Wellenlinie sich bei den Bewegungen des Spermatozoids fortwährend bewegen sieht. Diese Wellenlinie hat verschiedene Deutungen erfahren, bis Czermak entschieden nachgewiesen, dass auf dem Schwänzchen dieses Spermatozoids sich eine Art von Flosse befindet, ein platter Saum, der, wie die Rückenflosse eines Fisches, in Wellenform flottirt und dadurch diese wellenförmige Linie hervorruft.

Um die Spermatozoiden in ihrer Entwickelung zu verfolgen, müssen wir zu den Samencanälchen des Hodens zurückgehen. Diese münden bekanntlich in das sogenannte Rete vasculosum Halleri, aus diesem gehen die Ductuli efferentes hervor. Diese bilden die Coni vasculosi des Nebenhodens und aus diesen setzt sich wieder der Canal des Nebenhodens zusammen, der nach zahlreichen Windungen in das Vas deferens übergeht. Die Bildungsstätte der Spermatozoiden sind die Samencanälchen selbst. Die Spermatozoiden müssen also, ehe sie zum Vas deferens und den Samen-

blasen hin gelangen können, den vorher beschriebenen Weg zurücklegen. Die Samencanälchen haben eine bindegewebige Membran, die, wie die Untersuchungen von Ludwig gezeigt haben, unmittelbar von Lymphe umspült ist, so dass man die interstitiellen Gewebsräume um die Hodencanälchen herum direct von den Lymphgefässen des Hodens aus injiciren kann. Ausserdem werden sie von zahlreichen Blutcapillaren umsponnen, und in ihrem Innern sind sie mit einem Epithel ausgekleidet, in dem man nach den Untersuchungen von v. Ebner und von Neumann zwei Arten von Zellen unterscheiden muss. Die einen sind mit einer sogenannten Fussplatte, in der auch zugleich der Kern liegt, auf der Membrana propria des Samencanälchens befestigt. Sie haben einen in axipetaler Richtung schlank aufstrebenden Zellenleib, der sich im Laufe der Entwickelung an seinem oberen Ende in eine Reihe von Lappen theilt, die nun einzeln fortwachsen. So entstehen palmenartige Gebilde, wie sie Figur 78 und

Fig. 78.

Fig. 79.



Figur 79 von der Ratte nach Zeichnungen von Neumann zeigen. Zwischen denselben liegt die zweite Art von Zellen, sphäroidische Zellen, Figur 79 *aa*, welche, in eine weiche Masse eingebettet, die ganzen Zwischenräume zwischen den ersten ausfüllen. In den oben erwähnten Lappen nun bilden sich die Spermatozoiden. Zuerst sieht man den Körper, wie in Figur 78, dann auch den Schweif, wie in Figur 79. Ein weiteres Entwickelungsstadium zeigt Figur 80 und endlich Figur 81, das fertige, von der Mutterzelle abgefallene Spermatozoid.

Sertoli gibt dagegen an, dass die Spermatozoiden aus den Rundzellen des Hodens entstehen, die zwischen den Stielen dieser Zellen liegen (Figur 79 *aa*). Klein vereinigt beide Befunde dahin, dass die Rundzellen während der Bildung der Spermatozoiden axifugale Fortsätze treiben, die letzteren mit einander verschmelzen und so den Stiel der Ebnerschen Zelle bilden.

Die ausgebildeten und freigewordenen Spermatozoiden rücken in den Samencanälchen fort, bis sie in die Ductuli efferentes kommen. In diesen ändert sich das Epithel, es wird hier in ein Flimmerepithel umgewandelt.

Nun werden die Spermatozoiden von den Flimmern erfasst, deren Bewegung, wie schon der Entdecker dieses Flimmerepithels, Otto Becker, wusste, von dem Hoden gegen das Vas deferens hin gerichtet ist. Durch die Flimmerbewegung werden sie also in den Coni vasculosi fortgetrieben bis in den Canal des Nebenhodens hin. Am Anfange des Canals des Nebenhodens und sicher bis zur Mitte hin befindet sich ein Flimmerepithel, das noch viel grösser ist als das in den Coni vasculosi und in den Ductuli efferentes. Das in den Coni vasculosi und den Ductuli efferentes ist dem ähnlich, das sich auf der Respirationsschleimhaut und in der Nase befindet, dieses aber besteht aus viel höheren Zellen, deren Kern im unteren Dritttheil liegt und die Cilien haben, welche nicht einfach wie Gerten auf- und abwärts schwingen, sondern sehr lang sind und wellenförmige Bewegungen machen. Von diesem Flimmerepithel werden die Spermatozoiden weiter fortgetrieben. Wie weit dasselbe beim Menschen reicht, ist nicht mit Sicherheit bekannt, bei Säugethieren hat es Becker schon bis in das Vas deferens verfolgt.

Fig. 80.

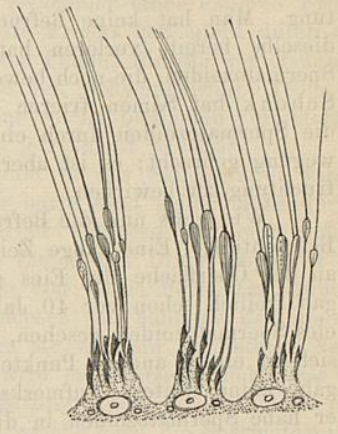


Fig. 81.

Auf diese Weise gelangen die Spermatozoiden in das Vas deferens und in die Samenblasen hinein und können, nachdem sie in den weiblichen Organismus hineingebracht sind und freie Bewegung in der Flüssigkeit bekommen haben, die Befruchtung vornehmen.

Die Befruchtung.

Es fragt sich nun: auf welche Weise geschieht denn die Befruchtung? Ursprünglich hatte man die Idee, dass ein flüchtiger Körper von dem Samen ausgehe, die sogenannte Aura seminalis, und dass dieser die Eier befruchte. Diese Ansicht war aber schon durch Versuche von Spallanzani erschüttert, indem dieser Befruchtung mit sehr verdünntem Samen vornahm, aber es immer nothwendig fand, den Samen in unmittelbare Berührung mit den Eiern zu bringen. Später haben Prévost und Dumas Versuche über diesen Gegenstand angestellt und gezeigt, dass nicht nur kein flüchtiger Körper vom Samen ausgeht, der befruchten kann, sondern dass auch die Samenflüssigkeit nicht im Stande ist zu befruchten, dass es die Spermatozoiden sind, welche zu dem Ei gelangen müssen. Sie filtrirten mit Wasser verdünnten Froschsamen und fanden, dass derselbe schlechter befruchte als nicht filtrirter, und je öfter sie ihn filtrirten, um so mehr nahm sein Befruchtungsvermögen ab, begreiflicherweise, weil zwar einige

Spermatozoiden immer durch das Filter hindurchschlüpften, aber beim wiederholten Filtriren immer ein neuer Theil derselben auf dem Filtrum zurückblieb.

Die Beweglichkeit der Spermatozoiden ist nothwendig zur Befruchtung. Man hat keine Befruchtung erzielt durch Spermatozoiden, welche dieselbe bereits verloren hatten. Andererseits scheinen aber nicht alle Spermatozoiden, die noch beweglich sind, im Stande zu sein, zu befruchten. Schenk hat Samen frieren lassen, hat ihn dann wieder aufgethaut und die Spermatozoiden durch eine Temperatur von 30^0—40^0 wieder zur Bewegung gebracht; es ist aber nicht gelungen, mit diesem Samen noch Befruchtung zu bewirken.

Wie geht nun die Befruchtung vor sich? Worin besteht der Act der Befruchtung? Eine lange Zeit hatte man die Spermatozoiden immer nur an der Oberfläche des Eies gesehen. Ein englischer Beobachter, Barry, gab freilich schon vor 40 Jahren an, er habe im Innern des Kaninchen-eies Spermatozoiden gesehen, aber es hat ihm Niemand geglaubt: er hatte sich in einem andern Punkte getäuscht, und deshalb hat man dieser Angabe keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt. Dann gab Newport an, er habe Spermatozoiden in die Eier der Frösche eindringen gesehen, und Keber gab an, dass er Spermatozoiden in die Eier von Muscheln eindringen sah, und zwar durch eine eigene trichterförmige Oeffnung, die er mit dem Namen der Mikropyle belegte. Zugleich gab er auch an, er habe sie im Innern des Kaninchenei es gesehen. Diesem trat Bischoff entgegen und wies nach, dass das, was Keber vor sich gehabt hatte, kein wahres Kaninchenei gewesen sei, und er bezweifelte deshalb damals auch die Angaben von Keber über die Mollusken. In einer späteren Abhandlung hat er aber diese Angabe von Keber bestätigt und auch in ein wahres Kaninchenei die Spermatozoiden verfolgen können. Seitdem ist bei einer grossen Anzahl von Thieren verschiedener Ordnungen und Gattungen das Eindringen der Spermatozoiden verfolgt worden, und man hat heutzutage keinen Zweifel mehr darüber, dass dies für die Befruchtung unerlässlich sei. Auch über das weitere Schicksal der Spermatozoiden scheinen neuere Untersuchungen Aufschluss gegeben zu haben. Nach ihnen bildet sich aus einem Spermatozoid ein männlicher Keim, der sich mit dem aus dem Wagner'schen Keimfleck oder doch aus einem Theil des Inhaltes des Keimbläschens gebildeten weiblichen Keime vereinigt. Beide geben mit einander die Substanz, aus der bei der später zu besprechenden Zerklüftung des Dotters die Kerne der Embryonalzellen hervorgehen. Wenn uns die Fusion des männlichen und weiblichen Keimes begreiflich erscheinen lässt, dass sowohl die Eigenschaften des Vaters als auch die der Mutter auf das Kind übergehen, so sind anderseits die sogenannten Rückschlagerscheinungen bis jetzt ohne jede Erklärung, und doch sind diese Erscheinungen von einer grösseren Anzahl von Thierzüchtern anerkannt. Sie bestehen darin, dass das Junge eine oder die andere Eigenschaft von einem männlichen Individuum zeigt, von dem die Mutter nicht jetzt, aber früher einmal geschwängert worden war. Eine Stute, die einmal von einem Eselhengst getragen hat, gilt als zur Pferdezucht für alle Zeiten verdorben. In neuester Zeit ist von Alfr. Lingard von einer Frau berichtet worden, die einen Mann heiratete, in dessen Familie Hypospadie durch sechs Generationen erblich war. Sie gebar ihm drei mit Hypospadie behaftete

Söhne. Sie ward dann Witwe, heiratete einen anderen Mann aus fehlerfreier Familie und gebar auch diesem vier Söhne sämmtlich mit Hypospadie. Es setzt dies eine Veränderung des mütterlichen Organismus durch die Frucht voraus, die sich später noch gegenüber einer anderen Frucht geltend machen kann. Ich sage durch die Frucht und nicht durch den männlichen Samen, denn in den angeführten Fällen, für die wir eben vergeblich Erklärung suchen, handelt es sich um Schwängerung. Fälle, in denen Cohabitation ohne Schwängerung eine solche bleibende Veränderung der Mutter hervorgebracht hätte, sind bis jetzt nicht bekannt.

Wie kommen nun die Spermatozoiden in das Säugethierei hinein und durch die dicke und verhältnissmässig harte Zona pellucida hindurch? Man sieht auf der Zona pellucida bei starker Vergrösserung eine radiale Streifung, und Pflüger gibt an, dass die Zellen des Discus oophorus gelegentlich in diese Streifen, die nach ihm von Poren herrühren, hineinwachsen, die ganze Zona pellucida durchwachsen und dann an der inneren Seite in einen Knopf anschwellen, so dass sie wie ein vernieteter Nagel in der Zona pellucida stecken. Hienach wird es wahrscheinlich, dass die Zona pellucida des Menschen und der Säugethiere nicht eine, sondern eine grosse Anzahl von Mikropylen habe, durch welche eben die Spermatozoiden in das Innere das Eies einwandern können. Vielleicht ist aber auch die Consistenz der Zona zu dieser Zeit eine wesentlich geringere als die, welche wir ihr nach dem mikroskopischen Bilde und nach dem Verhalten von reifen Eierstockeiern beim Zerquetschen zuschreiben möchten. Hensen bildet nach eigenen Beobachtungen Spermatozoiden in der Substanz der Zona ab, die wesentlich von der radialen Richtung abweichen und wellenförmig gebogene Schwänze zeigen. Die so schief gestellten dringen indessen nach Hensen nicht durch, sondern bleiben in der Zona stecken. Derselbe Beobachter zählte in einem Kaninchenei bei einer Einstellung 22 Spermatozoiden, welche die Zona schon passirt hatten, und schätzt, dass wohl 40 bis 50 eingedrungen sein mochten.

Wo treffen nun Spermatozoiden und Eier miteinander zusammen? Gewiss treffen sie häufig erst im Uterus miteinander zusammen, nämlich immer dann, wenn bis zur nächsten Begattung die Eier Zeit gehabt haben, ihren Weg durch die Tuben zurückzulegen und im Uterus anzulangen. Sie scheinen aber auch schon in der Tuba mit dem Samen zusammenzutreffen. Dies muss man schliessen aus den Tubarschwangerschaften, denjenigen Schwangerschaften, bei welchen das Ei sich nicht im Uterus, sondern in der Tuba entwickelt, wenn man nicht annehmen will, dass das Ei erst in den Uterus gelangt und dann in die Tuba zurückgekehrt, oder von der andern Seite her durch den Uterus hindurchgewandert ist. Beim Vorrücken im Uterus und in der Tuba steht den Spermatozoiden zwar der Strom entgegen, den die Flimmerhaare hervorbringen, aber einen solchen Strom überwinden sie, wie G. Lott beobachtete, mit ruckweisen Bewegungen. Es scheint kaum mehr zweifelhaft, dass sie selbst über die Tuba hinaus in die Bauchhöhle ausschwärmen.

Kann die Befruchtung auch im Eierstocke vor sich gehen, so dass Spermatozoiden in das Ei eindringen, welches sich noch im geschlossenen Graaf'schen Follikel befindet? Oder sollte es geschehen können, dass ein Follikel sich öffnet, ohne das Ei auszustossen, und die Spermatozoiden eindringen lässt? Eines von beiden würde für das Zustandekommen wahrer

Eierstockschwangerschaften nothwendig sein. Ich habe nie ein überzeugendes Präparat von einer solchen gesehen, doch sind von guten Beobachtern solche beschrieben worden, bei denen angeblich beide Tuben durchgängig und völlig intact waren, also den Verdacht ausschlossen, dass aus einer Tubarschwangerschaft durch Verlöthung und Einbeziehung des Eierstocks anscheinend eine Eierstockschwangerschaft entstanden sei.

Es kann aber auch die Befruchtung ganz am Eingange der Tuba stattfinden, und es kann dann geschehen, dass das Ei hinterher sich nicht fortwährend in der Tuba entwickelt, sondern in die Bauchhöhle hinaustritt und sich dort weiter entwickelt. Das sind die sogenannten Bauchhöhlenschwangerschaften. Vielleicht können solche Bauchhöhlenschwangerschaften auch so zu Stande kommen, dass das Ei gleich anfangs in die Bauchhöhle fällt und dort von Spermatozoiden befruchtet wird, die durch die Tuba in die Bauchhöhle ausgeschwärmt sind.

Der Furchungs- oder Zerklüftungsprocess des Dotters.

Ehe die eigentliche Entwickelung beginnt, findet eine Reihe von vorbereitenden Veränderungen statt. Diese beginnen damit, dass der Dotter des Eies sich in zwei Massen zusammenballt. Er zieht sich dabei etwas von der Zona pellucida zurück, das Keimbläschen verschwindet und statt der einen sphärischen Masse erscheinen nun zwei Halbkugeln, und in jeder derselben liegt wiederum ein heller Fleck in ähnlicher Weise, wie früher das Keimbläschen im Dotter lag. Darauf fangen diese Halbkugeln an, sich von der Oberfläche in einer Furche einzuschnüren, und jede dieser beiden Halbkugeln theilt sich wieder in zwei Stücke, so dass nun der ganze Dotter in vier Stücke getheilt ist. Diese Kugelquartanten, die wie die Abtheilungen einer Orange neben einander liegen, theilen sich dann der Quere nach, so dass jetzt acht Kugeloctanten entstehen, und diese theilen sich in ähnlicher Weise dadurch, dass sich die Masse um neue Centra zusammenzieht, fort und fort in immer kleinere und kleinere Stücke, in deren jedem wieder ein heller Fleck zum Vorschein kommt. Wenn endlich die Theilung immer weiter und weiter fortgeschritten ist, so ist das Endproduct dieses Furchungs- oder Zerklüftungsprocesses eine Masse von Keimzellen; die letzten Theilungsproducte, die entstehen, gleichen im Wesentlichen, in ihren Dimensionen und ihren Eigenschaften, nackten Zellen, in welchen der helle Fleck, der sich in der Mitte befindet, den Kern darstellt.

Die Furchung bezieht sich überall nur auf den Bildungsdotter, der Nahrungsdotter ist dabei vollkommen unbetheiligt. Deshalb erstreckt sich bei denjenigen Thieren, die nur einen Bildungsdotter haben, der Furchungsprocess über das ganze Ei. Bei denjenigen aber, die einen Bildungsdotter und einen Nahrungsdotter haben, erstreckt sich die Furchung nur über den Theil des Eies, welchen der Bildungsdotter ausmacht.

Durch die Furchung sind die Bausteine für den Aufbau des Embryo geliefert. Sie gruppiren sich zunächst im Säugethiere so, dass sie sich gegen die Peripherie zurückziehen, so dass sich eine Höhle bildet, dass sie einen Theil des Eies mit einer einfachen Schichte auskleiden und an einem andern Theile desselben angehäuft sind. Die ganze Summe dieser

Zellen bezeichnet man jetzt mit dem Namen der Keimhaut, und den Theil, wo sie angehäuft sind, nennt man den Embryonalfleck.

Die Bausteine für den Embryo haben aber vor anderen Bausteinen den Vorzug, dass sie sich durch Theilung vermehren. Zunächst entwickelt sich eine zweite Schicht von Zellen; die Keimhaut besteht von da an also aus zwei Lagen, aus zwei Blättern, die man mit dem Namen des äusseren Blattes und des inneren Blattes der Keimhaut bezeichnet, und von denen jedes, theils selbstständig, theils mit dem andern vereinigt, durch weitere Vermehrung der Zellen fortwächst.

Da der Embryo zunächst aus dem Embryonalfleck oder Keimhügel hervorgeht, so ist hiemit ein Gegensatz gegeben zwischen einem Theile des Eies, in welchem sich der Embryo entwickelt, und einem andern Theile des Eies, welcher dieser Entwickelung gegenüber eine secundäre Rolle spielt. Dieser Gegensatz existirt aber nicht bei allen Eiern in gleicher Weise. Bei den Eiern der meisten wirbellosen Thiere existirt ein solcher Gegensatz überhaupt nicht, sondern, nachdem der Furchungsprocess zu Ende ist, fangen die Zellen, die sich bei der Furchung gebildet haben, an, zu proliferiren, sich zur Gestalt des künftigen Embryo zu verschieben, u. s. w., es wird gewissermassen aus der zusammenhängenden Masse der neue Embryo geformt. Dies sind diejenigen Thiere, von denen man sagt, dass kein Gegensatz zwischen Embryo und Dotter existire. Bei den Gliederthieren existirt dieser Gegensatz, und zwar so, dass der Embryo sich, wie bei den Wirbelthieren, an einer bestimmten Stelle entwickelt, aber nicht, wie bei diesen, mit der Bauchseite auf dem Dotter liegt, sondern umgekehrt mit der Rückseite, oder, wenn man sich das Ei umgekehrt vorstellen will, so, dass der Embryo den Dotter auf dem Rücken trägt. Bei den Cephalopoden finden wir, dass der Embryo den Dotter auf dem Kopfe trägt, oder wenn Sie sich das Ei umgekehrt denken, auf dem Kopfe stehend auf dem Dotter ruht. Endlich bei den Wirbelthieren sehen wir den Embryo bäuchlings auf dem Dotter ruhen.

Unter den Wirbelthieren selbst nun muss man wieder zwei grosse Abtheilungen unterscheiden: diejenigen, die Amnion und Allantoïs, die wir bald näher kennen lernen werden, entwickeln, das sind die Säugethiere, die Vögel und die Reptilien, und diejenigen, die kein Amnion und keine Allantoïs haben, das sind die Amphibien und die Fische. Die Thiere der ersten Abtheilung zerfallen dann wiederum in zwei grosse Abtheilungen, wovon die eine von den Vögeln und Reptilien gebildet wird, bei denen ein mächtiger Nahrungsdotter vorhanden ist, welcher erst später von dem Embryo resorbirt wird. Die zweite dieser Abtheilungen bilden die Säugethiere, die keinen Nahrungsdotter haben, weil sie eben das Material für ihre weitere Ernährung und ihr Wachsthum während der Entwickelung dem mütterlichen Organismus entnehmen.

Ehe wir zur Entwickelung des Embryo übergehen, muss ich bemerken, dass der Furchungsprocess nicht nothwendig von der Befruchtung abhängt. Die Untersuchungen, welche von Bischoff, von Hensen, von Oellacher an Wirbelthieren verschiedener Abtheilungen gemacht sind, haben gezeigt, dass der Furchungsprocess, wenn auch nicht mit der vollen Regelmässigkeit, auch vor sich geht an unbefruchteten Eiern, dass er aber nicht vollständig abläuft, dass er nicht zu dem Endresultate, nicht zur Bildung der Keimhäute führt. Oellacher hat versucht, wie das schon früher Prévost

und Dumas gethan hatten, unbefruchtete Eier zu bebrüten, und er hat gefunden, dass die entstandenen Furchungskugeln proliferiren, dass sich neue Zellen am Rande entwickeln in ähnlicher Weise, wie dies bei befruchteten Hühnereiern geschieht, dass aber diese Zellen sich nicht mit der gewohnten Regelmässigkeit anordnen, und dass im Centrum des Keimes bald eine regressive Metamorphose beginnt, die bei weiterer Bebrütung das Uebergewicht über die progressive erhält, die am Rande vor sich geht, so dass die Bebrütung keine weiteren Resultate hat. Es wird dieser Vorgang von Oellacher als parthenogenetischer Vorgang aufgefasst, so dass die Eier von den Insecten, bei denen Parthenogenesis vorkommt, sich dadurch von den Eiern der Wirbelthiere unterscheiden würden, dass die unbefruchteten Eier den ganzen Entwickelungsprocess durchmachen können, während bei den nichtbefruchteten Wirbelthiereiern nur die ersten vorbereitenden Stadien durchlaufen werden und dann der weitere Entwickelungsprocess, wenn ich mich so ausdrücken darf, verunglückt.

Waldeyer hat ferner darauf hingewiesen, dass wahrscheinlich die sogenannten Dermoidcysten im Eierstocke aufgefasst werden müssten als parthenogenetische Producte, dass sie wahrscheinlich daraus hervorgegangen seien, dass sich ein Ei entwickelt habe, wenn auch nicht in der normalen Weise, doch zu Gewebstheilen von ähnlicher Art, wie sie im normalen Organismus vorkommen.

Die Keimblätter.

Der erste Schritt zur Weiterentwickelung war der, dass die Keimhaut durch Proliferation ihrer Zellen eine zweite Schicht bildete und somit zwei Blätter der Keimhaut, ein äusseres und ein inneres Keimblatt, gebildet wurden. Diese Trennung setzt sich bis zu einer gewissen Grenze in den Keimhügel hinein fort. Dann verliert der Embryonalfleck seine kreisrunde Gestalt, er wird ein wenig elliptisch und zugleich zeigt sich in der Längsaxe der Ellipse eine Furche. Diese Furche ist die sogenannte primitive Rinne. Ich will hier gleich vorwegnehmen, dass aus dieser primitiven Rinne später bei den meisten Wirbelthieren der Canalis centralis medullae spinalis und dessen Fortsetzung in das Gehirn, also der vierte Ventrikel und der Aquaeductus Sylvii wird. Zu beiden Seiten dieses Centralcanals liegen ein paar Schichten, die sich später erheben, um sich schliesslich über der primitiven Rinne zu schliessen, dieselbe zu überdachen. Dies sind die sogenannten Uranlagen des Centralnervensystems. Diese bilden sich also aus der oberflächlichen Schicht und gehören ihrer Lage nach dem äusseren Blatte der Keimhaut an. Ehe ich aber die weitere Verwendung des letzteren bespreche, muss ich darauf aufmerksam machen, dass in Rücksicht auf die Art und Weise, wie sich der Keim verhält, und wie sich das Material desselben in dem zukünftigen Embryo vertheilt, im Laufe der Zeiten sehr verschiedene Theorien geherrscht haben. Die bis zum Ende der dreissiger Jahre und Anfangs der vierziger Jahre herrschende Theorie von Pander und v. Baer nahm an, dass sich aus dem äusseren Blatte der Keimhaut der sogenannte animale Leib des Embryo bilde, also Oberhaut, Muskeln, Knochen, Nervensystem, dass sich aber aus dem inneren Blatte der Keimhaut der sogenannte vegetative Leib bilde, die Eingeweide, und dass sich dann ein drittes Blatt zwischen

beiden entwickle, das Gefässblatt, aus dem die Blutgefässe hervorgehen sollten.

Diese Theorie wurde zuerst von Reichert angegriffen, der sagte: Aus der äussersten Zellenschichte, aus v. Baer's äusserem Keimblatte oder serösem Blatte bildet sich überhaupt nichts, das ist eine Umhüllungshaut, die zu Grunde geht. Dagegen entsteht aus den Anlagen zu beiden Seiten der primitiven Rinne das Centralnervensystem, unmittelbar darunter entsteht die Chorda dorsalis, um welche herum sich hinterher die Wirbel entwickeln, und aus dem Baer'schen Schleimblatte oder inneren Keimblatte entwickelt sich wiederum nichts Anderes als das Epithelium des Darmcanals. Alles Uebrige entwickelt sich aus einem neuen Gebilde, das zwischen beiden liegt, das aber nicht v. Baer's Gefässblatt ist, sondern das Reichert mit dem Namen der Membrana intermedia bezeichnet.

Diese Auffassung der Dinge basirt auf der richtigen Grundanschauung, dass die peripherischen Schichten, sowohl die oberflächlichste als die tiefste, als die ältesten sich an und für sich weniger verändern, dass aus ihnen verhältnissmässig nicht viel mehr wird, sondern dass der grösste Theil des Embryo aus der in steter Proliferation begriffenen Zellenmasse entsteht, die zwischen ihnen liegt. Aus dieser baut sich die Membrana intermedia Reichert's auf und aus dieser fast der ganze Leib des Embryo.

In Rücksicht auf die Bildung des Keimes sind in späterer Zeit noch wesentliche neue Beobachtungen hinzugekommen. Beim Hühnchen hebt sich der Keim von der Unterlage etwas ab, so dass hier eine sogenannte Keimhöhle entsteht. In dieser befinden sich einige zellige Elemente, die sich nach den Beobachtungen von Stricker und Peremeschko gegen den Rand hin verschieben und sich mit anderen Elementen, welche durch Proliferation der Zellen am Rande des Keimes erzeugt werden, zwischen die beiden Blätter der Keimhaut hineinbegeben und hier eine Zwischenschicht bilden, aus welcher sich ein sehr grosser Theil des Embryo entwickelt. Nach His soll der Keim nicht blos aus Elementen des gefurchten Dotters bestehen, sondern es sollen Zellen des nicht gefurchten sich direct am Aufbaue des Embryo betheiligen.

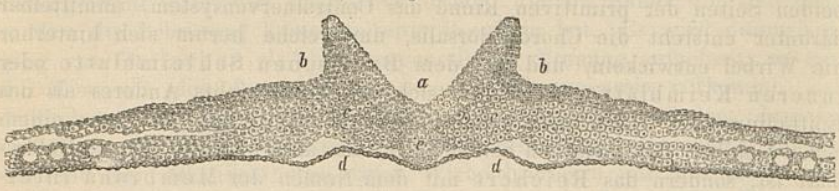
Ich erwähne indess diese Angaben hier nur kurz, weil diese frühen Stadien im Säugethierei nicht hinreichend beobachtet sind, und die Angaben, die vom Hühnerei entnommen sind, nicht in derselben Weise auf den Menschen übertragen werden können, wie die, welche nach Beobachtungen an Säugethieren gemacht sind. Ich musste sie aber deshalb erwähnen, weil wir genöthigt sind, vielfach das Hühnchen, dessen Entwickelung der Beobachtung leicht zugänglich ist, als Paradigma für die Wirbelthiere überhaupt zu benützen.

Zu der Zeit, wo diese eben besprochenen Veränderungen im Keime des Hühnereies stattfinden, fängt derselbe an seiner Peripherie zu wachsen an und wächst immer weiter über den Nahrungsdotter hin, so dass man schon äusserlich und mit blossem Auge seine Ausbreitung erkennt.

Dann bildet sich in der Mitte ein heller Fleck, die sogenannte Area pellucida. In diesem hellen Flecke entwickelt sich der Embryo, entwickelt sich die primitive Rinne und theilen sich die verschiedenen Keimblätter von einander. Zu der Zeit, wo die primitive Rinne sich merklich vertieft, wo sich ihre Ränder bereits wallförmig erhoben haben, denken

Sie sich einen Querschnitt durch den Embryo gemacht, so haben Sie beistehende Figur 82 vor sich. Erstens das Centralnervensystem, das hier schon in Hufeisenform erscheint, und die primitive Rinne *a*, ferner die seitliche Fortsetzung des äusseren Blattes der Keimhaut *b b*, aus welcher

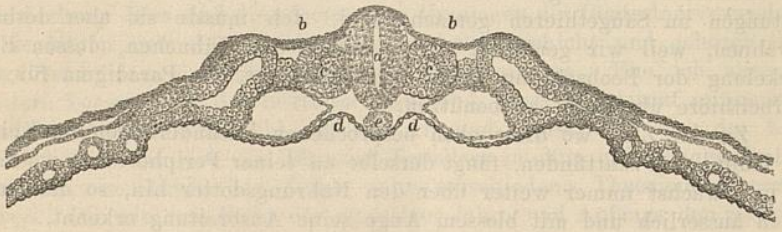
Fig. 82.



hier die Epidermoidalgebilde hervorgehen. Dieses äussere Keimblatt, Remak's Hornblatt, wird jetzt meistens als Ectoderm, auch als Epiblast bezeichnet. Unter dem Centralnervensystem befindet sich die Chorda dorsalis *(e)* und zu allerunterst, unter der Chorda dorsalis hinziehend, das innere Blatt der Keimhaut *(d d)*, Entoderm oder Hypoblast, aus welchem, wie schon Reichert angegeben hat, nur das Epithelium des Darmcanals und der Drüsen desselben hervorgeht, wenn nicht etwa ausserdem noch die Chorda dorsalis von ihm abstammt. Zwischen äusserem und innerem Blatt liegt eine Zellenmasse *c c*, aus welcher zu beiden Seiten der Chorda und des Centralnervensystems die Uranlage der Wirbel hervorgeht. Weiter seitlich spaltet sich dieses mittlere Keimblatt, Mesoderm oder Mesoblast, in eine äussere Platte, welche dem äusseren Keimblatte, dem sogenannten Hornblatte anliegt, und welche wir nach Remak mit dem Namen der Hautmuskelplatte bezeichnen, und in eine innere Platte, welche dem inneren Keimblatte, dem Schleimblatte v. Baer's anliegt, und welche wir mit dem Namen der Darmfaserplatte bezeichnen. Das ist das erste Stadium, in welchem die Anlage der verschiedenen Theile deutlich von einander geschieden ist.

Wir gehen jetzt zu einem zweiten Stadium über, das Sie in Figur 83 dargestellt sehen. Hier ist das Centralnervensystem schon nach oben

Fig. 83.



geschlossen und umgibt den jetzt noch spaltförmigen Canalis centralis medullae spinalis *(a)*. Zu beiden Seiten liegen zunächst die Massen, aus welchen später die Wirbel hervorgehen, die Uranlage des Wirbelsystems *(c c)*. Seitlich von ihnen liegt jederseits ein Zellenhaufen, aus dem wir

später den Ausführungsgang der Urniere des Embryo hervorgehen sehen. Darunter liegt schon die Anlage von zwei grossen Blutgefässen, den Aorten. Die Trennung zwischen Darmfaserplatte und Hautmuskelplatte hat sich bereits so vollständig vollzogen, dass zwischen beiden eine Höhle vorhanden ist. Diese Höhle ist die erste Anlage der Pleuroperitonealhöhle.

Eihäute und Placenta.

Ehe wir nun die Entwickelung des Embryo weiter verfolgen, gehen wir zu der Art und Weise über, wie er sich mit seinen Schutz- und Hilfsgebilden, den sogenannten Eihäuten umgibt. Denken Sie sich, dass der Embryo sich mit seinem Kopfe und auch mit den Partien zu beiden Seiten der Axe, aus denen sich später seine Flanken bilden, etwas nach abwärts krümme, so erhalten Sie eine Gestalt, die sich am leichtesten unter dem Bilde eines umgestürzten Kahnes vorstellen lässt, eines Kahnes, dessen Kiel nach oben und dessen offene Seite nach dem Dotter gewendet ist. Wenn Sie sich denken, der noch sehr kleine Embryo wachse und senke sich dabei in den Dotter ein, indem an seiner Peripherie das äussere Blatt der Keimhaut mit der Hautmuskelplatte so viel nachwächst, dass dadurch für das Wachsthum und die Ortsveränderung des Embryo der nöthige Spielraum geschaffen wird, so muss dadurch eine Falte entstehen, deren freier Rand oben eine der ursprünglichen Grösse des Embryo entsprechende Oeffnung umschliesst, den Embryo mantelartig überdeckt und an der Peripherie mit der Anlage für seine Flanke in directem Zusammenhange steht. Dieser Mantel ist das Amnion, und die obere Oeffnung ist der Ort des Amnionnabels. Man schildert den Vorgang gewöhnlich so, als ob das Amnion über den Embryo hinaufwachse, um sich über ihm zu schliessen. Das ist aber nur theilweise richtig, indem der Embryo namentlich an der Peripherie und an den Enden seinen Ort mehr verändert als der freie Rand der Amnionfalte. Dieser schliesst sich nun immer enger zusammen, wobei nach den Beobachtungen von Schenk eine Zellenwucherung vom Hornblatte ausgeht, die endlich die Oeffnung vollständig verschliesst. Dann trennt sich in diesem Nabel das Amnion vollständig vom Reste des äusseren Blattes der Keimhaut, wobei es an der bezüglichen Stelle wieder eine kleine Oeffnung bekommt, die sich demnächst aber auch wieder schliesst. Das Amnion ist beim Menschen schon am 4. bis 5. Tage fertig. Hiemit hat also der Embryo eine neue Hülle bekommen. Ausserdem geht aber noch das äussere Blatt der Keimhaut mit der Verstärkung, die es durch die Hautmuskelplatte von dem mittleren Keimblatte aus erfahren hat, um das ganze Ei herum, denn Embryo und Amnion haben sich ja im Amnionnabel von ihm abgeschnürt, ohne eine Lücke zu lassen. Alles Material, das sie verbraucht haben, ist durch Wachsthum ersetzt worden. Bei den Säugethieren und den Menschen ist unterdessen die Dotterhaut, die Zona pellucida, geschwunden. Das äussere Blatt der Keimhaut bildet jetzt die äusserste Bedeckung des Eies.

In Figur 84, welche das Hühnchen nach v. Baer darstellt, ist *d* die Dotterhaut, *s* das äussere Blatt der Keimhaut, *m m* der freie Rand der Amnionfalte, welcher sich zum Amnionnabel zusammenzieht. In Figur 85 (gleichfalls Hühnchen nach v. Baer) sieht man das Amnion *m m* bereits geschlossen und vom Rest des äusseren Keimblattes *(s s)* getrennt.

Bei Säugethieren und Menschen nun entstehen an der Oberfläche des Eies Fortsätze, mittelst welcher es sich in der Uterusschleimhaut wie mit Würzelchen befestigt. Ich muss hier daran erinnern, dass sich an der inneren Oberfläche des Uterus eine grosse Menge von Drüsen befindet, die sogenannten Utriculardrüsen. Es sind dies schlauchförmige, ästig verzweigte Drüsen, welche, da der Uterus kein eigenes Schleimhautgewebe hat, mit ihrem Körper bis tief in die Muskelsubstanz eingesenkt sind. Der Uterus selbst ist wie die Tuba mit einem Flimmerepithel ausgekleidet. Die Ausdehnung dieses Flimmerepithels wird von verschiedenen Beobachtern verschieden angegeben. Einige haben es nur im Fundus uteri, manchmal sogar nur in einer Strecke nachweisen können, die im Fundus quer von der Mündung der einen Tuba zur Mündung der andern herübergeht. Andere haben es bis in den Cervix verfolgt. Es scheint nach den Untersuchungen von Chrobak das Epithel im Uterus einem viel grösseren Wechsel unterworfen zu sein als das in anderen Organen, und damit hängt es auch wohl zusammen, dass die Angaben über die Ausdehnung der Flimmerbewegung im Uterus so sehr verschieden sind.

Fig. 84.

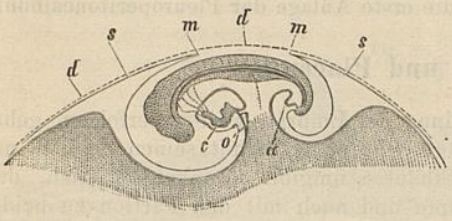
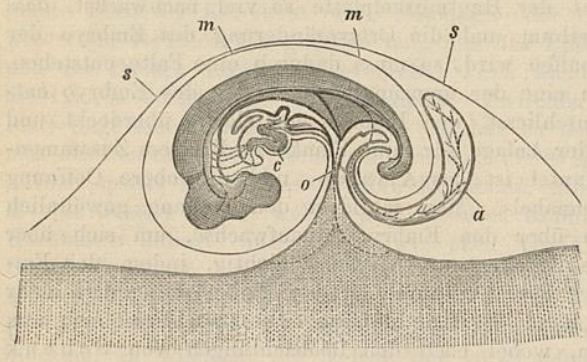


Fig. 85.



Das Epithel der Uterusschleimhaut setzt sich nun in die Utriculardrüsen fort. Man war früher der Meinung, dass es hier nicht flimmere. Nur in Rücksicht auf den Uterus des Schweines war schon 1852 von Dr. Nylander angegeben worden, dass hier auch das Epithel der Utriculardrüsen flimmere. In neuerer Zeit hat Friedländer angegeben, dass es beim Weibe und bei der Hündin flimmere, und G. Lott fand es nicht nur beim Schweine, sondern auch bei der Kuh, dem Schafe, dem Kaninchen, der Maus und der Fledermaus bis in den Grund dieser Drüsen hinab flimmernd, so dass man es jetzt als wahrscheinlich bezeichnen kann, dass allgemein die Utriculardrüsen bis in die Tiefe mit Flimmerepithel ausgekleidet sind.

Diese Glandulae utriculares sind es nun, welche zur Befestigung des Eies dienen. In diese wachsen die Zotten hinein, welche an der Oberfläche vom äusseren Blatte der Keimhaut aus getrieben werden. Um die Stelle herum, wo sich das Ei befestigt, wird die Drüsenschicht

hyperämisch, sie schwillt an und umwallt das Ei. In die Drüsen dieses Walles wachsen immer neue Zotten hinein, und so wird zuletzt das ganze Ei in die Uterusschleimhaut eingeschlossen. Es ist ringsum zottig und die Zotten sind sämmtlich wie Wurzeln in die Uterusschleimhaut eingetrieben. Dieses Stadium, in dem das Ei an seiner ganzen Oberfläche mit Zotten bedeckt ist, dauert beim Menschen vom 25. bis zum 30. Tage. Reichert, der Gelegenheit hatte, ein menschliches Ei vom 12. oder 13. Tage der Schwangerschaft zu untersuchen, fand dasselbe schon vollständig überwallt; es war linsenförmig abgeplattet und hatte an der der Uterushöhle zugewendeten Seite noch keine Zotten. Auch am äusseren, gegen die Wand zugewendeten Pole waren erst die ersten Anfänge derselben sichtbar. Die längsten Zotten befanden sich an der Peripherie und an dem der Peripherie zunächst liegenden Theile der äusseren, der Uteruswand zugewendeten Fläche. Kundrat und ebenso Lieberkühn sind entgegen den Angaben früherer Beobachter der Ansicht, dass nur die ersten Zotten in Glandulae utriculares eindringen, dass sich später in der wuchernden Schleimhaut selbstständig die Höhlen und Gänge bilden, welche zur Aufnahme der Zotten dienen, oder anders ausgedrückt, dass Uterussubstanz und Chorion in einander hineinwuchern, ohne dass die Zotten des letzteren Wege finden, die bereits im nichtschwangeren Uterus vorgebildet waren.

So lange das Chorion und die Zotten gefässlos sind, heisst es das primäre oder gefässlose Chorion, dann aber entstehen auf demselben Zotten, in welche die jetzt zu beschreibende Allantoïs Gefässe hineinsendet, und damit ist es in das sogenannte secundäre oder gefässreiche Chorion umgewandelt.

Es bildet sich vor dem hinteren Ende des Darmes ein faltenartiger Wulst (Figur 84 *a*), dessen Inneres mit der Darmhöhle in Verbindung tritt. Er ist zuerst nach hinten, etwas später nach abwärts gerichtet, wächst dann weiter aus und nimmt die Gestalt einer Blase an (Figur 85 *a*), und diese ist die Allantoïs. Sie heisst auch der Harnsack, weil sie eine wahre Harnblase für den Embryo ist und das Secret der Wolff'schen Körper aufnimmt. Diese Allantoïs wächst an der ganzen inneren Oberfläche des Chorion entlang, und so bringt sie ihre Gefässe, die späteren Vasa umbilicalia, die von zwei Arterien gespeist werden, und aus denen anfangs zwei, später eine Vene das Blut abführen, zu allen Theilen des Chorion, welches sich entwickelt hat. Es atrophiren nun die gefässlosen Zotten, und statt deren bilden sich neue gefässhaltige Zotten, die die alten verdrängen. So entsteht das secundäre, das gefässreiche Chorion. Bei manchen Thieren, z. B. bei den Wiederkäuern, existirt während der ganzen Schwangerschaft die Allantoïs als eine Blase, ja sie gewinnt als solche eine sehr bedeutende Ausdehnung. Beim Menschen ist dies aber durchaus nicht der Fall. Sie ist hier nur vom 15. bis 25. oder 28. Tage als Blase gesehen, später verliert sie ihr Lumen, aber sie dient noch als Träger der Gefässe, die auch hier dieselbe Function und Bedeutung haben. Da sie sich hierbei ganz dem Chorion anschliesst und mit demselben verwächst, so ist in dem, was der Geburtshelfer das Chorion nennt, der grösste Theil der Allantoïs mit enthalten. Ein anderer Theil, der sogenannte Stiel der Allantoïs, liegt später im Nabelstrange, und nur das unterste Ende bleibt offen und wird zur Harnblase. Der Urachus ist das Verbindungsstück

zwischen dem Theile der Allantoïs, der im Nabelstrange eingeschlossen ist, und dem Theile, der zur Harnblase wird.

Wir haben bei der Amnionbildung den Embryo sich abschnüren sehen, von der Höhle, welche vom inneren Blatte der Keimhaut und von einer auf demselben fortwachsenden Fortsetzung der Darmfaserplatte umgeben oder doch (bei den Eiern mit Nahrungsdotter) nach und nach umwachsen war. Der auf diese Weise entstehende Sack ist der Dottersack oder, wie er bei denjenigen Thieren, die, wie der Mensch, keinen Nahrungsdotter haben, heisst, die Nabelblase. Der Gang, durch den Dottersack oder Nabelblase längere oder kürzere Zeit mit der Darmhöhle in Verbindung stehen, die Lichtung des Stieles der Nabelblase, der wie der Stiel der Allantoïs in den Nabelstrang einbezogen wird, ist der Ductus omphalomeseraïcus seu omphaloëntericus. (Figur 84 *o* und 85 *o*.) Beim Menschen hat die Nabelblase frühzeitig ihr ganzes Wachsthum durchlaufen. Am Ende des ersten Monates liegt sie schon an der Wand zwischen Amnion und Chorion, wo ihre Spur auch noch am Ende der Schwangerschaft zu finden ist. Das Amnion hat sich immer weiter ausgedehnt und die Nabelblase theils verdrängt, theils ihren Stiel in einen mehr und mehr verlängerten Nabelstrang eingeschnürt. Zwischen dem 35. und 40. Tage obliterirt der Ductus omphalomeseraïcus seu omphaloëntericus. Die Gefässe der Nabelblase sind die Vasa omphalomeseraïca seu omphaloënterica, und zwar anfangs zwei Venen und zwei Arterien, von denen später eine Arterie und eine Vene schwindet, so dass eine Vena und eine Arteria omphalomeseraïca übrig bleibt.

Während bei den Säugethieren die Nabelblase ein so hinfälliges Gebilde ist, so existirt sie bei den Eierlegern mit Nahrungsdotter als Dottersack während der ganzen Zeit des Embryonallebens und überdauert dasselbe bei manchen Fischen geraume Zeit. Jetzt bei der weiten Ausbreitung der künstlichen Fischzucht hat wohl Jeder schon die jungen Forellen und Lachse mit ihren Dottersäcken herumschwimmen sehen. Es entwickelt sich in ihr ein reiches Gefässsystem, zu dem die Arteria omphalomeseraïca das Blut hinführt und aus dem die Vena omphalomeseraïca das Blut abführt. Von der Wand aus bilden sich gefässreiche Zotten in den Nahrungsdotter hinein, und nun entwickelt sich ein Resorptionsprocess, vermöge dessen der ganze Dotter nach und nach aufgesaugt wird. Die Art und Weise, wie dies geschieht, ist bis jetzt noch räthselhaft. Man weiss nur, dass die grösste Masse des Dotterfettes zunächst in die Leber übergeht. Man findet zu einer gewissen Zeit die Leber des Hühnerembryos ganz gelb vom resorbirten Dotterfett, welches dann später wieder verbraucht wird. Die Nabelblase oder der Dottersack bildet also bei den Eierlegern das Ernährungsorgan, und die Allantoïs, die sich an der inneren Oberfläche des Eies unter der Membrana testae ausbreitet, bildet das Respirationsorgan, indem ihre Blutgefässe die atmosphärische Luft aufnehmen, welche durch die Schale des Eies diffundirt wird. Schwann hat schon im Jahre 1836 nachgewiesen, dass das Hühnchen im Ei, dass der Embryo schon in verhältnissmässig früher Zeit athmet. Demgemäss bleibt die Entwickelung frühzeitig stehen, wenn man das Ei in irrespirable Gase hineinbringt oder ihm in irgend einer Art den Zutritt der atmosphärischen Luft abschneidet. So findet also bei den Eierlegern mit Nahrungsdotter die Ernährung statt durch die Nabelblase, die Respiration durch die Allantoïs.

Wie verhält es sich nun in dieser Beziehung mit dem Ei der Säugethiere? Bei diesen ist Ernährungsorgan und Respirationsorgan in ein Gebilde vereinigt. Es liegen beide Functionen erst dem gefässreichen Chorion, später der Placenta ob.

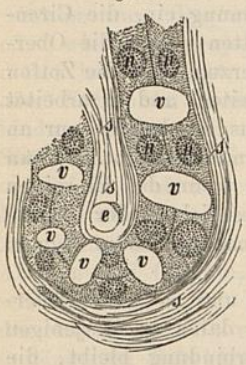
Wir haben gesehen, dass das Ei vollständig überwallt wird und also eine Zeit lang in der Wand des Uterus eingeschlossen ist: später wächst es aber, dadurch tritt an der Oberfläche eine Spannung ein, die Circulation wird erschwert, und dadurch werden die Zotten gegen die Oberfläche hin atrophisch. Es bleibt das Chorion als Ueberzug, aber die Zotten verschwinden. Das Ei wächst immer weiter und weiter, und so arbeitet es sich aus der Uterusschleimhaut zuletzt ganz heraus, so dass es nur an einer scheibenförmigen Stelle mit derselben in Verbindung bleibt. Wenn dieser Process des Herausarbeitens nicht stattfindet, wenn das Ei seinen Ueberzug von der Wand des Uterus behält, so dass es sich in der Uteruswand weiter entwickelt, dann entsteht das, was man mit dem Namen einer interstitiellen Schwangerschaft bezeichnet.

Wenn es sich nun aber herausgearbeitet hat und an seiner Oberfläche die Zotten geschwunden sind, so haben sich dafür an derjenigen Seite, an welcher das Ei mit dem Uterus in Verbindung bleibt, die Zotten immer mehr vermehrt, sie sind immer weiter gewachsen, es hat sich vom Uterus aus eine grosse Menge neuen Gewebes gebildet, so dass hier jetzt ein massiges Organ entstanden ist, welches man mit dem Namen der Placenta belegt. In dieses Organ gehen also von einer Seite hinein die Gefässe des Embryo, die Endäste der Vasa umbilicalia, die in die Zotten hineingehen, und zwar gehen sie in der Weise in sie hinein, dass sie die Zapfen der hirschgeweihartig verzweigten Zotten mit Capillarschlingen versehen. Dabei ist eine Capillarschlinge nicht blos für einen Zapfen bestimmt, sondern sie steigt in einen Zapfen hinauf, steigt wieder herunter, dann ebenso in den nächsten und so fort, so dass ein und dieselbe Capillarschlinge eine Reihe von Zapfen versehen kann. Von der anderen Seite kommen in die Placenta hinein die mütterlichen Gefässe. Die Zotten selbst sind mit protoplasmareichen Zellen bekleidet, die man auch als ein Epithel der Zotten bezeichnet hat, und sie sind mit diesen beim Menschen in verhältnissmässig weite mütterliche Bluträume eingesenkt, in die mütterliche Arterien das Blut einführen, und aus denen mütterliche Venen das Blut abführen, so dass sie direct vom mütterlichen Blute bespült werden. Ich muss indess bemerken, dass man unsere Kenntniss vom Bau der menschlichen Placenta nicht als vollkommen, nicht als abgeschlossen betrachten kann, weil bei gewissen Thieren, deren Placenta man mit mehr Leichtigkeit und Sicherheit untersuchen kann als die des Menschen, und bei denen uns über den Bau des Mutterkuchens nicht der geringste Zweifel bleibt, Verhältnisse vorkommen, die so weit abweichen von dem, was wir beim Menschen vorfinden, dass es kaum glaublich ist, dass innerhalb der Reihe der Säugethiere so grosse Abweichungen vorkommen sollten.

Beim Kaninchen liegt, wie J. Mauthner durch im hiesigen physiologischen Institute gemachte Untersuchungen nachgewiesen hat, zwischen den Zotten ein dichtes Netz von Blutcapillaren, die so gebildet werden, dass die einander gegenüberliegenden Bekleidungszellen so mit einander verwachsen, dass sie zwischen sich netzförmig zu einem Canalsystem

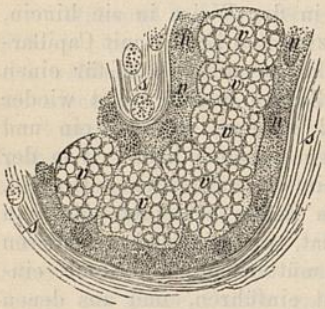
verbundene Räume lassen, in denen das mütterliche Blut circulirt. In Figur 86 ist *s s* das bindegewebige Stroma der Zotten, *e* ein fötales Capillargefäss, *n n* sind die miteinander verwachsenen Bekleidungszellen und *v v* die von ihnen eingeschlossenen mütterlichen Capillaren, die Räume des eben erwähnten Canalsystems. Wenn die Placenta stark mit Blut überfüllt ist, so werden die Verbindungsstücke der Bekleidungszellen zu dünnen Protoplasmasträngen ausgedehnt, wie dies Figur 87 zeigt, in der die Buchstaben dieselbe Bedeutung haben wie in Figur 86. Man denke sich nun diese Stränge zerrissen, so würde ganz der Zustand hergestellt sein, wie man ihn beim Menschen findet: die Bekleidungszellen wären das sogenannte Epithelium der Zotten. Es ist deshalb die Vermuthung nicht abzuweisen, dass auch beim Menschen im Leben zwischen den Zotten ein ähnliches geschlossenes Capillarsystem liegt, und dass die gemeinsamen Bluträume, welche man in der Placenta vorfindet, nur Leichenerscheinung sind.

Fig. 86.



Jedenfalls ist, durch verhältnissmässig dünne Schichten getrennt, das Blut des Embryo in stetem Diffusionsprocesse mit dem Blute der Mutter. Es nimmt Material aus dem Blute der Mutter auf dem Wege der Diffusion und Filtration auf, es nimmt aber mit demselben auch Sauerstoff aus dem Blute der Mutter auf, so dass also die Placenta zugleich Ernährungs- und Respirationsorgan für den Embryo ist.

Fig. 87.



Ehe wir weiter gehen, muss ich noch auf einige Lehren aufmerksam machen, die freilich jetzt keine Geltung mehr haben, deren Terminologie sich aber noch in vielen Büchern vorfindet, und die man deswegen kennen muss. Dasjenige Chorion, das wir das primäre Chorion genannt haben, ist das primäre Chorion Reichert's, und das, was wir das secundäre oder das gefässreiche Chorion genannt haben, ist das secundäre Chorion Reichert's. Einige nahmen ein primäres, ein secundäres und ein tertiäres Chorion an. Das primäre sollte aus der Zona pellucida hervorgehen, es sollten die Fortsätze sein, die die Zona pellucida zuerst in die Utriculardrüsen hineinschickt. Dann war natürlich das gefässlose, vom äusseren Blatte der Keimhaut stammende Chorion das secundäre und das gefässreiche das tertiäre. Reichert hat aber nachgewiesen, dass dieses primäre Chorion nicht existirt, dass die Zona pellucida verschwindet, ohne ein Chorion zu bilden, und dass die Zapfen, die man auf Eiern, welche kurze Zeit im Uterus gelegen haben, findet, aus Epithelzellen bestehen und vom Epithel der Utriculardrüsen herrühren, das dem Ei angeklebt ist, und das man beim Herausnehmen des Eies mit ausgerissen hat.

Ferner werden Sie in den Büchern von einer Decidua, von einer Decidua reflexa und von einer Decidua serotina lesen. Diese ganze Terminologie beruht auf folgender Anschauung. Man nahm an, dass sich im Uterus durch Ausschwitzung von der Uteruswand eine Haut bilde, welche den ganzen Uterus auskleide und die drei Eingänge desselben schliesse, das war die Decidua oder hinfällige Haut. Nun sollte das Ei von der einen oder andern Tuba hereinkommen und die Decidua vor sich herschieben, zurückstülpen. So entstand die Decidua reflexa. Endlich sollte sie dieselbe so weit vor sich herschieben, dass die Decidua und die Decidua reflexa sich an einander legten, und nun sollte an der Stelle, wo die Decidua zurückgestülpt, wo also eine freie Stelle an der Uteruswand entstanden war, eine neue Ausschwitzung stattfinden, und so sollte sich die Decidua serotina bilden und aus dieser später die Placenta. Heutzutage haben diese Bezeichnungen keinen Sinn mehr, weil wir durch E. H. Weber wissen, dass diese Häute nicht existiren, dass das Ei in die offene Uterushöhle hineingelangt, von der Schleimhaut umwallt und überwallt wird, und durch sein eigenes Wachsthum sich wieder hervorarbeitet, so dass es nur an der Placentarseite mit der Uteruswand in Verbindung bleibt.

Zwillinge und Drillinge.

Es entsteht nun die Frage: Wie gestaltet sich die Sache, wenn Zwillinge oder Drillinge sich im Uterus entwickeln? Zwillingsgeburten sind ziemlich häufig, es kommt nach Longet auf je 70 bis 80 Geburten eine Zwillingsgeburt. Dagegen sind Drillingsgeburten ausserordentlich viel seltener; man hat nach Longet unter 37.441 Geburtsfällen nur fünf Drillingsgeburten gezählt: die Drillingsgeburten sind also 100mal seltener als die Zwillingsgeburten. Die verschiedenen Früchte sind theils vollständig getrennt, theils haben sie verwachsene Placenten und deren Gefässe communiciren mit einander. Sie können dann auch zwei in einem Chorion, ja selbst zwei in einem Amnion liegen. Was das letztere anlangt, so nimmt man wegen der Art der Entwickelung des Amnion an, dass es anfangs bei Zwillingen immer doppelt sei und erst später durch Atrophie der aneinandergelegten Theile in Eines verschmelze. Ein ähnlicher Fusionsprocess kann erfahrungsmässig auch für das Chorion vorkommen. Es wäre also hiernach möglich, dass alle Zwillinge in einem Chorion, so wie die in zweien, aus zwei verschiedenen Eiern stammen. Andererseits aber machen die verschiedenen Stufen und Arten der Doppelmissbildungen es wahrscheinlich, dass auch der Keim in einem Ei doppelt sein oder bei der Furchung doppelt werden könne. Man muss es deshalb dahingestellt sein lassen, inwieweit die Zwillinge mit gemeinschaftlichem Chorion aus zwei Eiern und inwieweit sie aus einem Ei stammen. Als eine merkwürdige Thatsache verdient erwähnt zu werden, dass sie nach den Erfahrungen der Geburtshelfer ausnahmslos, oder fast ausnahmslos gleichen Geschlechtes sind. Dass Zwillinge aus einem einzigen Ei stammen können, wird dadurch erwiesen, dass mit einander verwachsene Zwillinge, wie es die in der ganzen Welt bekannt gewordenen siamesischen Brüder waren, immer mittelst analoger Theile mit einander verwachsen sind, also einen directen Uebergang zu den Doppelmissbildungen darstellen. Nach

Analogie von Vorgängen, die Fol an den Eiern von Seesternen beobachtet hat, kann man vermuthen, dass Doppelmissgeburten oder Zwillinge aus einem Ei dadurch entstehen, dass zwei Spermatozoiden wirksam eindringen und zur Bildung von zwei Keimen und somit von zwei Furchungscentren Veranlassung geben.

Superfötation.

Eine zweite Frage ist die, ob die beiden Eier, aus denen die Zwillinge hervorgehen, zu gleicher Zeit oder doch nahezu zu gleicher Zeit befruchtet werden müssen, oder ob erst ein Ei in den Uterus hineingelangen und dort befruchtet werden kann, dem vier oder acht Wochen später ein zweites Ei folgt, um dort auch noch befruchtet zu werden und sich dann neben dem andern zu entwickeln. Es ist dies die Frage nach der sogenannten Superfötation.

Die Lehre von der Superfötation stützt sich in erster Reihe darauf, dass Zwillinge zur Welt gekommen sind, von denen der eine anscheinend viel weiter entwickelt war als der andere, so dass man sich dadurch veranlasst sah, anzunehmen, dass der eine thatsächlich älter sei als der andere. Man muss aber wohl berücksichtigen, dass sich in der Regel die Zwillinge ungleich entwickeln, dass der eine sich stärker entwickelt als der andere, so dass es wohl den Anschein haben kann, als ob der andere jünger sei, weil er eben in der Entwickelung gegen seinen stärkeren Bruder zurückgeblieben ist. In der Mehrzahl der citirten Fälle sind aber nicht einmal beide lebendig geboren worden, sondern sie sind entweder beide todt geboren, oder der stärkere, der angeblich ältere, war lebend, während der angeblich jüngere todt geboren wurde. Nun weiss man aber, dass Kinder, die im Mutterleibe absterben, nicht faulen, sondern nur einem langsamen Macerationsprocesse unterliegen. An dem Grade desselben lässt sich nicht sicher erkennen, vor wie langer Zeit der Tod erfolgt ist. Es kann wohl vorkommen, dass der schwächere der Zwillinge abstirbt, dass er dann noch längere Zeit im Mutterleibe bleibt und nun mit dem stärkeren zusammen ausgestossen wird, wodurch dann der Anschein entsteht, als ob man es mit einer Frucht zu thun habe, die jünger ist, weil sie thatsächlich in der Entwickelung zurückgeblieben ist, weil sie nicht nur schwächer entwickelt ist, sondern weil sie die Zeichen an sich trägt, die einem früheren Entwickelungsstadium angehören.

Ein Fall, der bisweilen auch für die Superfötation angeführt wird, ist folgender: Ein Frauenzimmer kam mit einem weissen Kinde und einem Mulatten nieder. Das ist aber ein Fall, der gar nichts mit der Superfötation zu thun hat, denn es ist gar nicht gesagt, dass diese beiden Zwillinge ungleich entwickelt waren, sondern nur, dass der eine ein weisses Kind und der andere ein Mulatte war. Das erklärt sich einfach so, dass bei derselben Menstruation zwei Eier in den Uterus gelangt sind, dass das Frauenzimmer wahrscheinlich ziemlich kurz hintereinander mit einem Weissen und einem Neger geschlechtlich verkehrte, und dass das eine Ei vom Samen des Weissen, das andere von dem des Negers befruchtet wurde. Solche Fälle, in der beide Befruchtungen innerhalb einer und derselben Menstruationsperiode stattgefunden haben können, unterscheidet man auch in neuerer Zeit von den Fällen von Superfötation und nennt

sie mit Kussmaul Fälle von Ueberschwängerung, Fälle von Superföcundation. Wenn übrigens alle verzeichneten Fälle richtig beobachtet und wahrheitsgetreu beschrieben sind, so kann man die wahre Superfötation nicht schlechthin leugnen, weil einzelne dieser Fälle kaum eine andere Erklärung zulassen, so namentlich der von Prof. Ed. Hofmann in seinem Lehrbuche der gerichtlichen Medicin angeführte Fall von Eisenmann, in dem eine Frau am 30. April 1748 einen ausgetragenen Knaben gebar und am 17. September desselben Jahres ein zweites Kind, dessen Anwesenheit schon bei der Geburt des ersten constatirt war. Im Jahre 1755 starb die Frau, und bei der Obduction fand sich ein einfacher, kein doppelter Uterus.

Aufbau des Embryo.

Wir wollen jetzt näher in den Aufbau des Embryo eingehen, und zwar wollen wir ihn erst im Allgemeinen und dann den Aufbau der einzelnen Systeme durchnehmen.

Fig. 88.

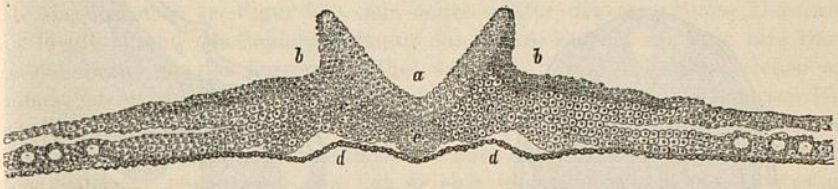
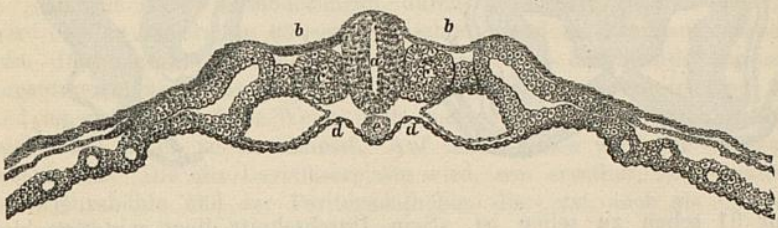


Fig. 89.



Wir haben in den Schichten des Embryo zunächst die Anlage des Centralnervensystems kennen gelernt, dann die Fortsetzung des äusseren Keimblattes gegen die Peripherie hin (siehe Figur 88 b. Diese Figur, sowie 89, 92 und 93 sind nach grossen Wandtafeln auf Holz photographirt und geschnitten. Die Wandtafeln wurden von Seboth nach Präparaten von Hühnchen in der Weise gemalt, dass die einzelnen Arten von Zellen in den Hauptdimensionen durchgezählt wurden. Es stimmen also nicht nur die relativen Dimensionen mit der Wirklichkeit; es stimmt auch im Grossen und Ganzen die Anzahl der Zellen), die wir nach Remak mit dem Namen des Hornblattes bezeichnet haben. Ferner haben wir unter dem Centralnervensystem die Chorda dorsalis *(e)* kennen gelernt, und unter der Chorda dorsalis, unter dem ganzen Embryo hingehend, das sogenannte innere Keimblatt oder Baer's Schleimhaut *(d)*. Zwischen beiden liegt nun das mittlere Keimblatt, die grosse Masse, die im Wesentlichen der

Membrana intermedia von Reichert entspricht, und welche sich von der Peripherie gegen die Axe hin in zwei Schichten spaltet, von welchen die eine mit dem Hornblatte, die andere mit dem inneren Keimblatte verwachsen ist. Die äussere haben wir nach Remak mit dem Namen der Hautmuskelplatte, die innere haben wir nach Remak mit dem Namen der Darmfaserplatte bezeichnet. Wir haben in Figur 89 ein zweites Stadium. In diesem hat sich die primitive Rinne nach oben zum Canalis centralis medullae spinalis *(a)* geschlossen, es haben sich zwei gesonderte Zellenmassen *(c)* zu beiden Seiten des Rückenmarks gebildet, aus denen später die Wirbel hervorgehen werden. Man sieht in Figur 91 eine solche Anlage bei *b* unter dem Hornblatte liegen. Nach Aussen von der Urwirbelanlage liegt in Figur 89 eine Zellenmasse, aus welcher später der Wolfsche Körper, die Primordialniere, hervorgeht, dessen Ausführungsgang in

Fig. 90.

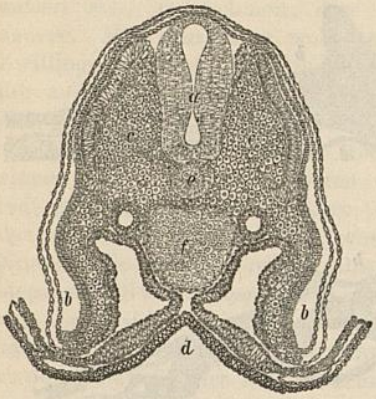


Fig. 91.

Figur 91 schon zu sehen ist. Sein Durchschnitt liegt wie eine kleine Rosette in dem Höcker, der zwischen Darm und Flanke in die künftige Pleuroperitonaealhöhle vorspringt. Darunter liegt die (s. Figur 89) Anlage zweier grosser Blutgefässe, welche die primitiven Aorten sind, die man in Figur 91 näher aneinander gerückt wieder sieht. In Figur 90, die ein Stadium darstellt, das dem Alter nach zwischen Figur 89 und Figur 91 liegt, sind sie zu einer einfachen Aorta abdominalis *(f)* vereinigt. Es rührt dies daher, dass hier der Schnitt tiefer unten durch den Bauch geht, während er in Figur 91 die Gegend des Schultergürtels trifft, in der die Aorten als Fortsetzung der Arcus aortae noch getrennt sind.

In diesem Stadium nun fängt die Uranlage des Wirbelsystems an, mit den benachbarten Theilen des mittleren Keimblattes nach aufwärts zu wuchern, und zwar so weit, dass sie hier auf das Niveau des Centralnervensystems kommt, und endlich wuchern die Elemente des mittleren Keimblattes herüber und schliessen sich, zwischen Hornhaut und Nervensystem eindringend, also auf dem Rückenmarksrohre, nach oben. Der

Verschluss erfolgt nicht in allen Theilen zugleich, ebenso wie der Verschluss des Centralnervensystems nicht in allen Theilen zugleich erfolgt. Zu gleicher Zeit schreitet die Metamorphose gegen die Chorda dorsalis hin fort. Die Zellen, die sich früher nicht von den übrigen Embryozellen unterschieden, werden in Knorpelzellen umgewandelt, und es bilden sich nun die Wirbelkörper. Die Vereinigung der Aorten, oder vielmehr das Wachsthum des vereinigten Stückes der Aorten, schreitet fort, und ebenso entwickeln sich die Wolff'schen Körper weiter, deren Ausführungsgänge man in Figur 90 und Figur 91 schon erkennt. Auch haben sich schon reichlich Zellen angesammelt seitlich zwischen dem Hornblatte und der alten Hautmuskelplatte, welche jetzt die Auskleidung der künftigen Pleuroperitonaealhöhle bildet. Diese Zellen bauen die Flanken des Embryo auf, die mit ihrem unteren Theile noch direct in das Amnion übergehen. Der Embryo ist zu dieser Zeit nach unten noch offen. Es existirt noch keine Darmhöhle, es existirt noch kein Ductus omphalomeseraicus seu omphaloëntericus. Diese bilden sich nun dadurch, dass sich das innere Keimblatt, das Sie in Figur 90 *d* dachförmig eingebogen sehen, mit der daraufliegenden Darmfaserplatte nach abwärts biegt; zwischen ihnen beiden erscheinen neue Elemente (s. Figur 91), aus denen später die eigentliche Darmwand wird, während das Schleimblatt nur das innere Epithel und die alte Darmfaserplatte nur das äussere Epithel darstellt. Diese Schichten ziehen sich nach unten zusammen und bilden auf diese Weise einen verengerten Hals, so dass es jetzt zwei Höhlen gibt: die eine ist die Darmhöhle und die andere ist die Höhle der Nabelblase oder des Dottersackes. Dieser Hals wird immer enger, und nun hat er sich umgewandelt in den Ductus omphalomeseraicus seu omphaloëntericus.

Neben diesen Veränderungen, durch welche der Darmcanal angelegt wird, gehen andere im äusseren Keimblatte und in der Hautmuskelplatte her. Diejenige Partie, die wir als die gegen die absteigende Amnionfalte heruntersteigende kennen gelernt haben, wächst immer weiter und weiter und umwächst auf diese Weise nach und nach den Darm, so dass sie ihn auch nach unten zu umschliesst. Auf diese Weise wird die Leibeshöhle geschlossen. Die alte Darmfaserplatte wird, wie erwähnt, zur Auskleidung der Pleurahöhle und der Peritonaealhöhle, die jetzt noch als Pleuroperitonaealhöhle mit einander vereinigt sind.

Schon früher hat sich der Kopf des Embryo nach abwärts gebogen, und es wuchert von ihm gegen die Bauchseite eine Zellenmasse herunter, die man mit dem Namen der Baer'schen Kopfkappe bezeichnet. Unter dieser Zellenmasse entsteht eine Höhle, die sogenannte Fovea cardiaca, und in dieser findet man die Anlage des Herzens, die nach den Beobachtungen von Schenk dadurch entsteht, dass sich die Darmfaserplatte hier unter dem Darme noch einmal ausstülpt, weiter und weiter sich ausstülpt und endlich sich abschnürt, so dass vor dem Darme noch eine neue Höhle entsteht, die nichts Anderes ist als die Höhle des Herzens, mit welcher die grossen Gefässe, sobald sie als Höhle beobachtet wird, schon in Verbindung stehen, ohne dass die Art und Weise, wie diese Verbindung zu Stande kommt, mit Sicherheit bekannt wäre. Nach Darreste und nach His soll zwar das Herz aus der Darmfaserplatte hervorgehen, aber seine Anlage soll ursprünglich eine paarige sein, so dass beide Hälften in der Medianebene sich vereinigen.

Die weiteren Veränderungen des Embryo beziehen sich theils auf die Entwickelung der inneren, theils auf die der äusseren Geschlechtstheile, auf die Bildung des Gesichtes und auf das Hervorwachsen der Extremitäten. Wir werden diese Vorgänge einzeln und in bestimmter Ordnung durchgehen.

Entwickelung des Nervensystems.

Wir wollen mit dem Centralnervensysteme anfangen. Wir haben gesehen, dass beim Menschen, bei den Säugethieren und den Vögeln das Centralnervensystem sich aus einer Masse anlegte, die sich rinnenförmig einbog, indem ihre Seitentheile sich erhoben, so dass die primitive Rinne entstand, und dass sich dann die Anlage des Centralnervensystems über der primitiven Rinne schloss und diese zum Canalis centralis medullae spinalis wurde. Das ist auch ebenso bei den Reptilien und den Amphibien. Es ist aber nicht so bei den Knochenfischen. Vor einer Reihe von Jahren hat Schapringer hier im Laboratorium gefunden, dass bei der Forelle sich das Centralnervensystem in ganz anderer Weise anlegt. Die ursprünglich vorhandene, aber sehr flache primitive Rinne verstreicht, und das Nervensystem legt sich als ein solider Strang an. Der Querschnitt desselben ist etwas eiförmig oder birnförmig, so dass die lange Axe dieser Ellipse oder dieser Ovoide in der Medianebene steht. Dann dehisciren die Zellen in der Mitte, so kommt ein Spalt zu Stande. Es ergibt sich dadurch eine Ansicht, ganz ähnlich wie wir sie in Figur 89 haben, aber diese Gestalt kommt auf ganz andere Weise zu Stande, als dies eben bei den Säugethieren, den Vögeln, den Reptilien und den Amphibien geschieht. Es war nun zu untersuchen, wie sich in dieser Beziehung die sogenannten Palaeïchthyes verhalten, das heisst die Abtheilungen von Fischen, deren Repräsentanten schon vor der Kreide existirten, und die jetzt noch vertreten sind durch die Haie, die Rochen, die Chimären, die Störe, die Spatularien, durch die Genera Lipisosteus, Polypterus und Amia und durch den Ceratodus Forsteri. Es ist dies auch bereits geschehen. F. M. Balfour hat bei Haien die Bildung des Rückenmarks ganz so wie bei den übrigen Wirbelthieren gefunden und ebenso Schenk, der auch bei Torpedo dasselbe beobachtete.

Wenn das Centralnervensystem sich nun schliesst, so schliesst es sich nicht in seiner ganzen Länge zugleich, sondern zunächst in seiner Mitte, so dass die Wülste nach oben und unten in einem sehr spitzen Winkel auseinanderstehen. Der untere Theil schliesst sich normalerweise später vollständig. Ein Theil der oberen Partie aber bleibt offen und stellt den vierten Ventrikel mit dem Calamus scriptorius dar. In dem Theile nun, der vor demselben liegt, bilden sich Ausbuchtungen, Erweiterungen, die sogenannten drei Gehirnzellen. Aus der ersten dieser Gehirnzellen bildet sich der N. opticus, der N. olfactorius und die Hemisphären des Grosshirns. Aus dem Verbindungsstücke zwischen erster und zweiter Hirnzelle bilden sich die Sehhügel, aus der zweiten Gehirnzelle das Mesencephalon, die Corpora quadrigemina. Aus der dritten Gehirnzelle bildet sich das kleine Gehirn, der vordere Theil der Medulla oblongata mit den Oliven und der N. acusticus.

Es entwickeln sich zuerst die Corpora quadrigemina (Figur 92 *m* und Figur 93 *m*) in der Weise, dass sie den übrigen Gehirntheilen vorauseilen und die Hauptmasse des ganzen Gehirns ausmachen. Erst später kommen ihnen das kleine Gehirn und das grosse Gehirn in der Entwickelung nach, bis endlich die Hemisphären des grossen Gehirns immer mehr das Uebergewicht erlangen und beim Menschen alles Uebrige, die Corpora quadrigemina und selbst das kleine Gehirn, vollständig überwachsen. Es macht also das Gehirn während der Entwickelung einen ähnlichen Gang durch, wie sich derselbe zeigt, wenn wir den Bau des Gehirns der Wirbelthiere von den niederen zu den höheren verfolgen, wie es ja überhaupt eine allgemeine Erfahrung ist, dass die niederen Wirbelthiere diejenigen sind, die in ihrer Organisation dem embryonalen Zustande am nächsten stehen, während die höchsten Wirbelthiere die sind, die sich am weitesten vom embryonalen Zustande entfernt haben. Man hat deshalb früher wohl gesagt: Die höheren Wirbelthiere durchlaufen im embryonalen Leben alle Stadien der Wirbelthierreihe, sie sind erst den Fischen, dann den Amphibien, dann den Vögeln und endlich den Säugethieren ähnlich. So ausgedrückt ist diese Angabe unrichtig; richtig ist es aber, dass die Embryonen aller Wirbelthiere sich untereinander viel ähnlicher sehen als die entwickelten Wirbelthiere selbst, und dass sie sich im Laufe der Entwickelung nach und nach in der Weise verändern, dass sie einander immer unähnlicher werden, und sich dabei die höher stehenden immer weiter als die niedrig stehenden vom embryonalen Zustande entfernen.

Fig. 92. Fig. 93.

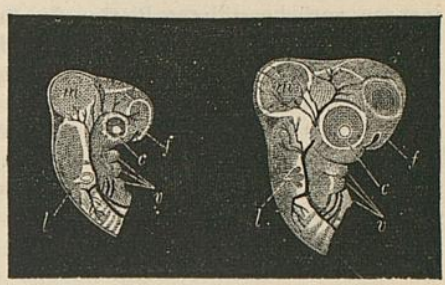


Fig. 92 und 93 nach Reissner.

Von den übrigen Theilen des Nervensystems werden zuerst die Ganglien sichtbar, und zwar zuerst das Ganglion semilunare Gasseri und die Wurzelganglien der Spinalnerven. Hensen und Schenk sahen diese in den frühesten Stadien, als integrirenden Theil der Uranlage des Centralnervensystems, buckelförmig hervorragend. Später, als sie schon zwischen den Wirbeln gefunden wurden, hatten sie sich davon getrennt und waren nur noch durch einen Strang, die spätere Wurzel, mit dem Rückenmarke verbunden. Nach Schenk stammen auch sämmtliche Ganglien des Sympathicus von der ursprünglichen Anlage des Centralnervensystems ab.

Entwickelung des Auges.

Im nahen Zusammenhange mit der Entwickelung des Nervensystems steht die Entwickelung der höheren Sinnesorgane. Aus der ersten Gehirnzelle bildet sich seitlich und nach abwärts eine Ausstülpung. Diese ist nichts Anderes als die erste Anlage des N. opticus. Dieser Ausstülpung gegenüber bildet sich im äusseren Keimblatte eine kleine Grube. Diese Grube drückt die Ausstülpung, die hohl, kolbenartig ist, von vorne und von

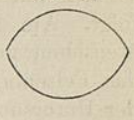
unten her ein, so dass eine Partie derselben hineingebogen, hineingestülpt wird. Dabei schliesst sich diese Grube mit den Zellen, welche sie bilden, nach vorn vollständig gegen das äussere Keimblatt ab und trennt sich von ihm, so dass dieses nun darüber hinweggeht. Es entsteht auf diese Weise hier ein rundliches Gebilde, das in den erwähnten Fortsatz des Gehirns hineingedrückt liegt und nichts Anderes ist als die Linse. Die Linse wächst nun durch Neubildung von Zellen immer weiter, die ursprüngliche Ausstülpung des Gehirns theilt sich in einen Stiel und in den in sich zurückgestülpten Kolben. Der Stiel ist der N. opticus, und der in sich zurückgestülpte Kolben ist die Retina; aber wohl gemerkt, die ganze Retina mit Einschluss der Stäbchenschichte entsteht aus dem inneren zurückgestülpten Blatte; das äussere Blatt des Kolbens, in welches sich das andere eingestülpt hat, wird nur umgewandelt in die Pigmentschicht der Chorioidea. Aus den umgebenden Zellen, die vom mittleren Keimblatte abstammen, bildet sich nun ein bindegewebiger Ueberzug, welcher in das Stroma der Chorioidea umgewandelt wird, in welchem sich nun die Gefässe der Chorioidea bilden. Gleichzeitig aber lagert sich eine durchsichtige Masse zwischen der Linse und der Retina ab, und diese ist der Glaskörper. Aus dem Theile des äusseren Keimblattes, der über die Linse weggeht, ist das Epithel der Hornhaut geworden, während die anderen Schichten der Hornhaut sich aus Elementen des mittleren Keimblattes gebildet haben, die bei der Abschnürung des Linsenkeimes rings um die Abschnürungsstelle hereinwucherten. Die Augenlider sind eine spätere Bildung. Sie entstehen als Falten nach oben und unten von der Hornhaut, die gegen einander wachsen. Zwischen Linse und Hornhaut sammelt sich etwas Flüssigkeit an, der Humor aqueus. Sie haben also jetzt schon die brechenden Medien des Auges, Sie haben die Cornea, nahe dahinter die Linse, dahinter den Glaskörper, der von der Retina umschlossen ist, die mit dem N. opticus in Verbindung steht. Darüber liegt schon die Chorioidea: nach abwärts aber, da, wo sich das äussere Keimblatt in den Kolben eingestülpt hat, bleibt eine Zeit lang eine offene Stelle, ein Spalt in der Chorioidea und auch in der Pigmentschicht, und dies ist das sogenannte normale oder physiologische Colobom (Figur 92 *c* und 93 *c*). Wenn sich dieser Spalt später nicht schliesst, so stellt er das vor, was mit dem Namen des bleibenden Coloboms bezeichnet wird. Das pathologische Colobom setzt sich bekanntlich auch in die Iris fort. Aber die Iris selbst existirt zu der Zeit nicht, wo das normale Colobom sichtbar wird, sondern sie entsteht erst von der Chorioidea als ein sich nach vorn hin verbreiternder Saum, der ringsum über die Linse herüberwächst. Dann entstehen zuletzt an der Innenseite des Ciliartheils der Chorioidea die Ciliarfortsätze, welche sich nun in die Zonula Zinnii, oder vielmehr zunächst in den Ciliartheil der Retina hineinschieben, in den Theil der Retinaanlage, der nicht zur wirklichen Netzhaut verwendet wird.

Auf diese Weise ist das Auge angelegt worden und enthält bereits alle wesentlichen Theile. Aber es unterscheidet sich noch von dem vollständig entwickelten Auge durch seinen Gefässreichthum. Der Glaskörper hat Gefässe, die von der Arteria hyaloidea ausgehen, die Hornhaut hat Gefässe, und die Linse ist mit einer gefässreichen Kapsel umgeben. Die Gefässe des Glaskörpers schwinden dann, es bleibt aber noch eine Arterie, die durch den Glaskörper zur gefässreichen Linsenkapsel hinläuft, die

sogenannte Arteria capsularis. Beim neugebornen Menschen ist die gefässreiche Linsenkapsel bereits geschwunden, aber nicht so bei den reissenden Thieren. Bei den jungen Kätzchen findet man sie noch vor, und wenn man sie injicirt und dann vorne die Iris aufhebt, so findet man, dass die Pupille mit einer Membran geschlossen ist, welche ein zierliches Gefässnetz trägt. Diese Membran ist die sogenannte Membrana pupillaris, sie ist eben der Theil der gefässreichen Kapsel, der hinter der Pupille liegt und mit dem Pupillarrande der Iris verbunden ist. Dann folgt, wenn man die Iris von der Linse abhebt, ein membranöser Trichter, der als solcher erst durch das Abheben gestaltet wird. Er geht vom Pupillarrande zum Umfang der Linse und ist nichts Anderes als der Rest der vordern Hälfte der gefässreichen Linsenkapsel, ist das, was man mit dem Namen der Membrana capsulo-pupillaris bezeichnet.

Das Auge des neugebornen Menschen unterscheidet sich noch in einigen Punkten von dem später weiter entwickelten. Die Cornea ist in der Mitte nicht dünner, sondern dicker als am Rande. Die Linse prominirt stark, so dass die Iris auf ihr in einer convexen Oberfläche ruht. Es existirt also hier keine hintere Augenkammer, wie sie später beim Erwachsenen existirt, und auch die vordere Augenkammer ist sehr eng, weil eben die Cornea in der Mitte verhältnissmässig dick ist und die Linse stark convex. Auch die Gefässe der Hornhaut verhalten sich etwas verschieden von denen der Hornhaut des Erwachsenen. Beim Erwachsenen bildet das gefässfreie Feld der Hornhaut eine Ellipse mit querliegender grosser Axe, beim Neugebornen aber bildet es eine Figur wie die nebenstehende, indem die Gefässe von oben und von unten über die Hornhaut hinübergreifen, und zwar weiter als beim Erwachsenen, rechts und links aber nicht.

Fig. 94.



Entwickelung des Geruchsorgans.

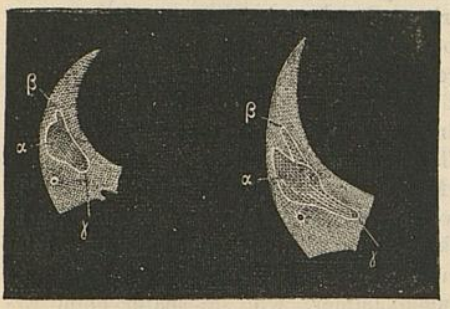
Das Geruchsorgan entwickelt sich so, dass der Geruchsnerv ebenso wie der N. opticus als Hirnausstülpung entsteht, während sich im äusseren Keimblatte ein Grübchen bildet, aus dessen Zellen das Geruchsepithel hervorgeht, und mit welchem sich der N. olfactorius in Verbindung setzt. Bei Säugethieren und Menschen werden nachher durch das weitere Wachsen des Gesichtsschädels diese Gebilde in die Tiefe verlegt.

Entwickelung des inneren Ohres.

Das Ohr legt sich in analoger Weise an. Auch hier bildet sich von der Oberfläche eine Einstülpung des Hornblattes, welche sich wiederum zu einem kleinen Säckchen schliesst und abschnürt. Dieses kleine Säckchen, mit dem das Centralnervensystem durch den sich bildenden N. acusticus in Verbindung tritt, ist das Gehörbläschen (Figur 92 *l*), die erste Anlage des inneren Ohres. Die Entwickelung des äusseren und des mittleren Ohres werden wir später kennen lernen. Aus diesem Bläschen geht nun hervor die Schnecke, der Sacculus, der Utriculus, die Bogengänge und der Aquaeductus vestibuli. In einer verhältnissmässig frühen Periode verflacht es sich und bekommt zwei Eindrücke, so dass es in drei Abtheilungen

getheilt erscheint (Figur 93 *l*). Dann wächst die mittlere Partie weiter aus und bekommt eine weitere Höhle, während die seitlichen Partien nach entgegengesetzten Seiten dünner und schlanker auswachsen. Das eine Stück, das nach aufwärts wächst (Figur 95 und 96 β), ist der sogenannte Recessus labyrinthi oder Recessus vestibuli, und aus ihm wird der Aquaeductus vestibuli. Aus der Abtheilung, die nach abwärts und innen wächst (Figur 95 und 96 γ), wird die Schnecke. Nun bilden sich faltenförmige Hervorragungen, welche sich von der Hauptmasse des Gehörbläschens abzweigen. Diese faltenartigen Hervorragungen sind die Anlagen der Bogengänge. Letztere entstehen so, dass Sie sich vorstellen müssen, dass die Falten in ihrer Fläche zusammengedrückt werden, und die Blätter derselben sich wieder mit einander vereinigen, so dass nur eine bogenförmige Lichtung bleibt, die dem Rande der Falte folgt. Am spätesten entwickelt sich das Corti'sche Organ. Es ist beim Menschen und Säugethiere erst vollständig entwickelt zu einer Zeit, wo das Felsenbein verknöchert ist. Darin liegt eine wesentliche Erschwerung der Untersuchung. Man kann das Gehörorgan von Embryonen sehr leicht untersuchen, so lange man durch den Knorpel des Felsenbeins Durchschnitte machen und die Dinge frisch unter das Mikroskop bringen kann. Zu dieser Zeit ist aber an der Stelle, wo sich später das Corti'sche Organ entwickelt, nur ein Cylinderepithel vorhanden, das auf der Membrana basilaris steht, und an welchem man schon die Stellen erkennt, wo sich Steg und Saite entwickeln werden. Aber die Zeit der Entwickelung von Steg und Saite fällt, wie gesagt, in eine Periode, in der das Felsenbein schon verknöchert ist, in der man also schon mittelst Säuren (am besten geschieht es mittelst Pikrin- oder Chromsäure) entkalken muss, um durch die betreffenden Theile Durchschnitte machen zu können.

Fig. 95. Fig. 96.



Figur 95 und 96 nach Reissner.

Entwickelung des Knochen-, Haut- und Muskelsystems.

Wir gehen nun zur Entwickelung des Knochen-, des Haut- und des Muskelsystems über. Zu beiden Seiten des Centralnervensystems und der Chorda dorsalis liegen, wie wir früher gesehen haben, ein Paar Zellenmassen, aus denen später die Wirbel hervorgehen. Ein Theil dieser Zellenmassen, und zwar zunächst der mehr nach aussen liegende, metamorphosirt sich, die Zellen verändern ihr Ansehen. Diese Metamorphose dringt immer weiter nach innen und gegen das Centralnervensystem und die Chorda dorsalis vor, so dass zuletzt beiderseits zwei Stücke von knorpeliger Anlage entstehen, welche die Chorda und das Centralnervensystem von beiden Seiten einschliessen. Von diesen baut sich weiter nach aufwärts ein im Laufe der Zeit fester werdendes Gerüst gleichfalls aus Zellen des mittleren Keimblattes und schliesst das Centralnervensystem von oben ein. Auf diese

Weise entwickeln sich die Wirbelbögen und später die Dornfortsätze. Andererseits wachsen jene Anlagen gleichzeitig um die Chorda herum und bilden auf diese Weise die Wirbelkörper, so dass die Chorda in den Wirbelkörpern zu liegen kommt, wo sie bei den niederen Wirbelthieren theils ganz, theils in ausgedehnten Resten während des ganzen Lebens gefunden wird. Von den seitlichen Stücken, die sich zum Wirbelkörper vereinigen, geht auch die Bildung der queren und der schrägen Fortsätze der Wirbel aus. Die Anzahl der Wirbel, die rudimentären des Schwanzendes mit eingerechnet, beträgt nach Fol im Maximum 38, und zwar wenn der Embryo 8 bis 9 Millimeter lang ist. Später schwinden die hintersten, aus denen bei geschwänzten Säugethieren die eigentlichen Schwanzwirbel werden.

An der Schädelbasis gestaltet sich die Sache etwas anders. Da bilden sich zuerst zwei schienenartige Stücke unter dem Centralnervensystem und zu beiden Seiten der Verlängerung der Chorda. Dies sind die Rathke'schen Schädelbalken. Erst später erkennt man in der Knorpelmasse, die sich hier bildet, drei Verknöcherungspunkte hintereinander. Diese drei Verknöcherungspunkte, die in der knorpeligen Schädelbasis erst viel später erscheinen, sind die Grundlage der Lehre von den drei Schädelwirbeln. Von diesen gehört der eine in den Basaltheil des Hinterhauptbeines, der zweite in den hintern Keilbeinkörper, der vorderste und letzte in den vordern Keilbeinkörper. Die Schuppe des Hinterhaupt-, Stirn- und Schläfenbeins und die Scheitelbeine entstehen, wie wir später sehen werden, aus einer bindegewebigen Anlage. Auch der Gesichtsschädel steht nicht mit der Bildung des Wirbelsystems in unmittelbarem Zusammenhange und wir müssen ihn gesondert betrachten. Das vordere Ende der Chorda dorsalis ist nach Reichert die Hypophysis cerebri, während Rathke die Hypophysis durch eine Einstülpung in die Schädelbasis von unten her entstehen lässt.

Fig. 97.

Um die Entwickelung des Gesichtsschädels zu verstehen, müssen wir an die erste Bildung des Arteriensystems anknüpfen. Gehen wir von einem menschlichen Embryo aus, der in Figur 97 $16^3/_4$mal vergrössert nach der Natur dargestellt ist. Das Herz c richtet sich mit seinem vorderen arte-

riellen Ende gegen den Kopf und ragt noch aus dem Leibe hervor. Dahinter (darunter) sieht man die schon stark entwickelte Leber *h*, dann den Nabelstrang *f* und zuletzt das Schwanzende *u*, das durch die Schrumpfung in Weingeist etwas stärker nach abwärts (vorwärts) gebogen ist. Vom Herzen gehen zu dieser Zeit nach oben zu jederseits die Aortenbögen aus, nachdem bereits im Abdominaltheile des Embryo die beiden primitiven Aorten zu einer Aorta verschmolzen sind. Diese Aortenbögen sind nun zuerst jederseits einer, dann kommt ein zweiter und dann ein dritter. Zwischen diese Aortenbögen und das äussere Blatt der Keimhaut lagert sich Substanz ab, so dass zu beiden Seiten drei Schienen entstehen und zwischen denselben Spalten (Figur 92 und 93 *v*). Da diese Spalten den Kiemenspalten der Fische entsprechen und sich auch beim Fischembryo in die Kiemenspalten umwandeln, so hat ihr Entdecker Rathke sie mit dem Namen der Kiemenspalten belegt. Später hat Reichert ihnen den Namen der Visceralspalten gegeben, und dieser Name hat im Allgemeinen den Vorzug erhalten, weil eben der Embryo der höheren Wirbelthiere zu keiner Zeit Kiemen oder auch nur Andeutungen derselben hat. Die Schienen nun, welche zwischen den Spalten liegen, bezeichnet man mit dem Namen der Visceralbögen, und diese spielen nach den Untersuchungen von Reichert eine wesentliche Rolle bei der Entwickelung des Gesichtsschädels.

Der oberste enthält nach Reichert die Anlage für den Hammer und den Amboss und ausserdem die Anlage für den Ober- und den Unterkiefer. Er spaltet sich in seinem vorderen Theil in zwei Stücke, in ein oberes und in ein unteres. Das obere Stück ist die Anlage für den Oberkiefer und bildet den oberen Theil des Gesichtes zusammen mit einem Fortsatze, der von der Stirngegend des Embryo herunterwuchert, und den wir mit dem Namen des Stirnfortsatzes bezeichnen (Figur 92 und 93 *f*). Wir haben gesehen, dass in einer frühen Periode auch beim menschlichen Embryo das Auge wie bei den Thieren seitlich liegt. Nun wachsen die oberen Branchen des ersten Visceralbogens unter dem Auge hin und der Stirnfortsatz wächst zwischen den beiden Augen nach abwärts; dabei aber dehnt sich das Gehirn mit den rückwärtigen Bedeckungen weiter aus, und in Folge dieses Wachsthums werden die beiden Augen, die früher mehr seitlich lagen, mehr nach vorne gebracht. Sie haben also ein Stadium, wo von vorne gesehen die beiden Augen sichtbar sind, wo sie aber jederseits noch seitlich zwischen dem Stirnfortsatze und der oberen Abtheilung des ersten Visceralbogens eingeschlossen liegen, dann werden sie zugleich mit den sie zunächst umgebenden Theilen weiter nach vorne gewendet. Die beiden Visceralbögen wachsen näher aneinander, der Stirnfortsatz wächst weiter herab: indem beider Grenzen verschmelzen, bildet sich aus der oberen Hälfte des Visceralbogens jederseits der Oberkiefer, aus dem Stirnfortsatze die Nase.

Gleichzeitig gehen entsprechende Veränderungen in der Tiefe vor, indem von beiden Seiten eine Scheidewand hereinwächst, die das spätere Gaumendach darstellt, und von oben und hinten nach unten und vorne eine Scheidewand herunterwächst, die den Vomer und die knorpelige Nasenscheidewand darstellt. Jetzt ist noch ein weiter Spalt vorhanden, der die zukünftige Nasenhöhle mit der Mundhöhle verbindet. Dieser Spalt macht, wenn er offen bleibt, den sogenannten Wolfsrachen. Vom Stirnfortsatz wächst, nachdem er das Material zur Nase hergegeben, noch ein

Hautlappen herunter, der die beiden Hautlappen zur Vereinigung bringt, die mit der oberen Hälfte des ersten Visceralbogens herüberkommen, und diese drei Stücke bilden mit einander die Oberlippe. Wenn die eine oder die andere der Verbindungen des Mittelstückes mit den Seitenstücken oder beide offen bleiben, dann wird dadurch die einfache oder die doppelte Hasenscharte hervorgebracht.

In derselben Zeit nun bildet sich auch der Unterkiefer. Daran nimmt der Hammer einen wesentlichen Antheil. Seine Anlage liegt nach den Untersuchungen von Schenk und Gruber der Hauptmasse nach, die des Amboss in ihrer Totalität nicht im Visceralbogen selbst, sondern beide Anlagen bilden einen Theil des knorpeligen Schädels, von dem sie sich später losschälen. Sie wissen, dass der Hammer einen Fortsatz hat, den man als den langen Fortsatz, Processus Meckelii, Ravii, Folii bezeichnet. Dieser ist frühzeitig entwickelt und sieht von jeder Seite her nach vorne, so dass die beiden Fortsätze des Hammers wie die Branchen einer Zange gegeneinander gewendet sind. Nun lagert sich darauf immer neue Substanz ab, dieselbe tritt nach vorne in Verbindung, und das Ganze, was sich nun gebildet hat, ist die Anlage des Unterkiefers. Nun wächst aber nicht mehr der lange Fortsatz des Hammers, sondern die Zwischensubstanz, die sich zwischen beiden langen Fortsätzen eingelagert hat. Dadurch werden die beiden Hammeranlagen weit von einander getrennt, so dass sie zuletzt in den Trommelhöhlen liegen, und nur noch das Ende des langen Fortsatzes des Hammers in der Fissura Glaseri steckt, durch die hindurch er im Fötus bis zum Unterkiefer reichte und mit demselben verbunden war. Bei denjenigen Wirbelthieren, die nur einen Gehörknochen haben, bei den Vögeln, den Reptilien und Amphibien, kann man noch ganz gut später die Betheiligung der Anlage des Hammers an der Bildung des Unterkiefers verfolgen. Da wird der Amboss zu einem Knochen, an welchem der Unterkiefer aufgehängt ist, zum Quadratbein, und der Hammer selbst wird zum Gelenkstück des Unterkiefers, während der übrige Theil des Unterkiefers der Zwischensubstanz entspricht, aus welcher beim Menschen schliesslich der ganze Unterkiefer hervorgeht. Die Visceralspalte, die hier offen war und von der man also ursprünglich bis in die Höhle des Pharynx hineingelangen konnte, schliesst sich nun. In der Tiefe befindet sich noch eine Aussackung der Mundrachenhöhle, aus der Tuba und Trommelhöhle entstehen. Die Trommelhöhle ist nach aussen begrenzt vom Trommelfell, dessen äussere Fläche in Continuität mit der der Haut steht und anfangs auch in gleicher Höhe liegt. Erst später bildet sich der äussere Gehörgang durch Wachsthum nach aussen, bei dem das Trommelfell in der Tiefe zurückbleibt. Die Continuität des Hornblattes bleibt erhalten, indem es sowohl die Innenwand des äusseren Gehörganges, als auch die Aussenwand des Trommelfells überzieht.

An der Wurzel des zweiten Visceralbogens liegt, nach Schenk und Gruber noch mit dem Rande des Foramen ovale knorpelig vereinigt, die Anlage des Steigbügels, er enthält ferner die Anlage des Processus styloideus, des Ligamentum stylohyoideum und der oberen Hörner des Zungenbeins. Aus dem dritten Visceralbogen bilden sich die unteren Hörner des Zungenbeins, und als Verbindungsstück entsteht der Körper desselben. Indem sich so die Visceralbögen metamorphosiren und die Visceralspalten schliessen, vereinigt sich das Hautsystem nach vorne (unten) und die ganze

Region des Halses ist gebildet. In analoger Weise schliesst sich die Wand des Thorax über dem Herzen und schon früher die Bauchhöhle, indem sich die ursprünglich seitlich gewendeten Flanken des Embryo, die sich frühzeitig nach abwärts krümmten, nach unten vereinigen. Auf diese Weise ist der Embryo nach unten vollständig abgeschlossen.

Im Anfange des zweiten Monats zeigt sich beim Menschen schon die erste Spur der Arme und Beine. Nahe der Mitte des Embryo, etwas vor derselben, wachsen zwei zungenförmige Fortsätze heraus, die von hinten (oben) nach vorne (unten) gerichtet sind, das ist die Anlage der oberen Extremitäten, — und am unteren Ende des Embryo wachsen ähnliche zwei Fortsätze aus, das ist die Anlage der unteren Extremitäten. Diese Anlagen verlängern sich und gliedern sich zunächst in drei Stücke, welche bei den oberen Extremitäten Oberarm, Vorderarm und Hand, bei den unteren Oberschenkel, Unterschenkel und Fuss sind. Dann gliedert sich das untere Stück, welches der Hand, beziehungsweise dem Fusse entspricht, weiter, indem man Finger und Zehen äusserlich durch Furchen abgetheilt sieht und zugleich im Innern die Theilung in Handwurzel, Mittelhand und Finger, beziehungsweise in Fusswurzel, Mittelfuss und Zehen eintritt.

In dieser Zeit beginnt auch die Entwickelung der äusseren Genitalien. Es bildet sich in der fünften Woche beim Menschen in der Gegend, wo später das Perinaeum ist, eine Längsfurche. Diese wird immer tiefer und durchbricht die Substanz des Embryo, so dass hier eine Communication mit der Darmhöhle entsteht, welche also auch eine Communication mit dem Stiele der Allantoïs herstellt. Während im Uebrigen die Allantoïs beim Menschen aufgehört hat als Blase zu existiren, ist derjenige Theil, welchen die Flanken des Embryo mit in dessen Leibeshöhle eingeschlossen haben, wie bereits erwähnt wurde, offen geblieben, er hat seine Höhle behalten, und dieser Hohlkörper ist die Harnblase, und das obere Ende, das zum Nabel hingeht, ist der Urachus. Es entsteht hier also eine Oeffnung, welche sowohl mit dem Mastdarm als mit der Harnblase communicirt.

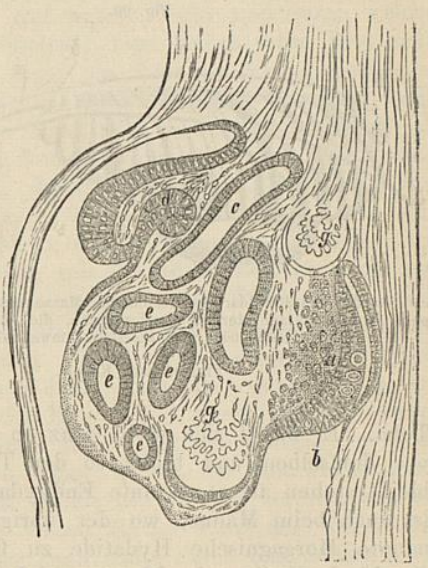
Im vorderen Theile dieses Spaltes bilden sich jederseits zwei Hervorragungen. Diese verwachsen beim Manne vollständig mit einander und bilden den Penis. Beim Weibe dagegen verwachsen sie nur an ihrem oberen Ende, an ihrem unteren bleiben sie getrennt. Die obere Partie wird zur Clitoris, die untere getrennte Partie zu den kleinen Schamlippen oder Nymphen. Nach unten und hinten von diesen Wülsten wachsen ein Paar neue heraus. Diese schliessen sich beim Manne, indem sie sich von beiden Seiten her mit einander vereinigen und den Hodensack bilden; beim Weibe vereinigen sie sich nicht mit einander, sondern wachsen zu beiden Seiten der früher beschriebenen Wülste nach aufwärts, und später, erst in der letzten Zeit der Entwickelung des Fötus, gegen das Ende der Schwangerschaft, überwachsen sie die kleinen Schamlippen vollständig, so dass sie jetzt die äussere Schamspalte bilden. Diese zwei Wülste werden also beim Weibe zu den äusseren Schamlippen. Es entsprechen sich also, was die äusseren Geschlechtstheile anlangt, Penis einerseits und Clitoris mit den kleinen Schamlippen andererseits, der Hodensack beim Manne entspricht den grossen Schamlippen beim Weibe. Indessen hat sich wiederum eine Substanzbrücke gebildet, durch welche der hintere Theil des ursprüng-

lichen Spaltes vom vorderen Theile desselben getrennt ist. Diese Substanzbrücke ist der Damm, das Perinaeum. Die Trennung geht auch in die Tiefe hinein, und es sind auf diese Weise Harn- und Geschlechtsöffnungen vollständig gesondert von der Oeffnung zur Ausführung der Fäces. Beim Weibe ist ein eigener Canal gebildet, der zu den inneren Genitalien hinführt, die Scheide.

Entwickelung der inneren Geschlechtstheile.

Wir können jetzt zu der Entwickelung der inneren Genitalien übergehen. Diese steht in nahem Zusammenhange mit der Entwickelung des uropoëtischen Systems. Wir haben gesehen, dass sich schon in sehr früher Zeit beim Embryo die Primordialniere anlegt. Wir haben schon in den Figuren 90 und 91 die Entwickelung ihres Ausführungsganges verfolgt. An diesem entstehen Blinddärmchen, welche wahre Harncanäle sind, ähnlich den Harncanälen der bleibenden Nieren. Sie sondern die Harnbestandtheile des Embryo ab, bis die bleibenden Nieren da sind. Wir haben in Figur 98 einen Durchschnitt mit durchschnittenen Harncanälen *(e e)* und Glomerulis *(g g)*. Diese Urnieren, die nach ihrem Entdecker Caspar Friedrich Wolff den Namen der Wolff'schen Körper erhielten, liegen zu beiden Seiten des Embryo und reichen in der frühesten Zeit bis in den Kopftheil des Embryo hinauf. Später aber wächst der Embryo weiter und die Wolff'schen Körper wachsen nicht in gleichem Grade mit. Die Folge davon ist, dass sie im Embryo immer weniger weit hinaufreichen und zuletzt in einem gewissen Stadium der Entwickelung als ein Paar verhältnissmässig kurze Organe unten im Becken liegen. Zu dieser Zeit entwickelt sich nun an und über ihnen ein neues Gebilde, die bleibende Niere. Schon lange vorher war die Anlage für dieselbe in schwer erkennbarer Form vorhanden. Der epitheliale Theil derselben stammte von einer Ausstülpung des Wolff-schen- oder Urnierenganges, während der bindegewebige Antheil nach A. Kallay aus dem Urwirbeltheile des mittleren Keimblattes stammt. Die bleibenden Nieren stehen mit der Wurzel der Allantoïs durch ein Paar Ausführungsgänge, die späteren Ureteren, in Verbindung. Am Kopfende der bleibenden Nieren entstehen verhältnissmässig früh ein Paar ihnen kappenartig aufgesetzte Gebilde. Diese sind die Anlagen der Neben-

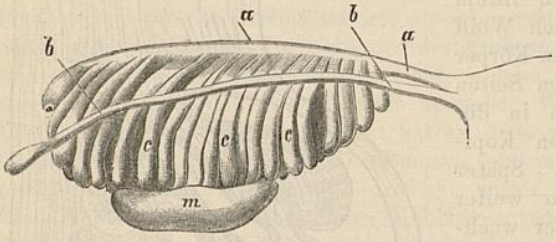
Fig. 98.



a Eierstockhügel.
b Epithel desselben.
c Ausführungsgang des Wolff'schen Körpers.
e Durchschnittene Canäle des Wolff'schen Körpers.
g Glomeruli desselben.

nieren, der Capsulae suprarenales. Die Nieren wachsen immer weiter und weiter, während der Wolff'sche Körper in seiner Entwickelung zurückbleibt und eine Metamorphose erleidet. Es verdickt sich an einer Seite des Wolff'schen Körpers das Epithel, es entsteht hier ein Hügel, der sogenannte Eierstockhügel (Figur 98 *a* und *b*), aus diesem Keimepithel entwickeln sich die Schläuche, aus denen die Eier entstehen, kurz es entwickelt sich an und auf dem Wolff'schen Körper eine neue Drüse, die Geschlechtsdrüse. In derselben Weise entwickelt sich beim Manne der Hode, nur dass hier aus dem Keimepithel das Epithel der Samencanälchen gebildet wird. Der Wolff'sche Körper geht dabei nicht ganz zu Grunde, sondern ein Theil seiner Substanz wird beim Manne zur Bildung des Nebenhodens, beim Weibe zur Bildung des Parovariums verwendet. Der Ausführungsgang des Wolff'schen Körpers geht beim Manne auch nicht zu Grunde, sondern wird in das Vas deferens umgewandelt. Beim Weibe gehen die Ausführungsgänge des Wolff'schen Körpers zu Grunde, nur bei einigen Thieren bleiben Reste davon als sogenannte Gartner'sche Gänge. Es hat sich bei beiden Geschlechtern neben dem Ausführungsgange (Figur 99 *a*) noch ein Faden gebildet, der sich in ein hohles, blindendigendes Gebilde *(b b)* umwandelt. In Figur 98 *d* ist die erste Anlage dieses Fadens nach Waldeyer im Querschnitt dargestellt. Man sieht sie in Form einer Volute links neben dem Querschnitte des Ausführungsganges *(c)* des Wolff'schen Körpers. Der Faden ist von J. Müller entdeckt worden und heisst nach ihm der Müller'sche Faden. Er wird zur Tuba. Er öffnet sich nicht ganz an seinem blinden Ende, sondern etwas vor demselben und bildet so den Trichter der Tuba. Das blinde Ende bleibt stehen als sogenannte Endhydatide der Tuba. Dieses blinde Ende ist auch beim Manne, wo der übrige Faden zu Grunde geht, als sogenannte Morgagnische Hydatide zu finden. Wenn wir also die inneren Geschlechtstheile beim Manne und beim Weibe vergleichen, so haben wir als vergleichbare Dinge: Eierstock und Hoden, Nebeneierstock und Nebenhoden. Nicht vergleichbar aber sind Tuba und Vas deferens, denn das Vas deferens entsteht aus dem Ausführungsgange des Wolff'schen Körpers, die Tuba aus dem Müller'schen Faden. Vergleichbar sind wieder die Endhydatide der Tuba und die Morgagnische Hydatide am Hoden. Welchem Gebilde entspricht nun der Uterus? Man hat in früheren Zeiten den Uterus mit den Samenblasen verglichen. Dieser Vergleich ist aber durchaus unhaltbar. Der Uterus entsteht an der Vereinigung der Müllerschen Fäden, die ja die Tuben darstellen. Er kann beim Manne nur mit der Prostata und der Vesicula prostatica verglichen werden, die nach dem

Fig. 99.



c c c ist die aus Blinddärmen bestehende Masse des Wolff'schen Körpers, *m* die Anlage der Generationsdrüse, die sich entweder zum Hoden oder zum Eierstock umwandelt.

Fig. 99 nach Kobelt.

Ausdrucke E. H. Weber's bei einigen Thieren, wo sie stark entwickelt ist, einen förmlichen Uterus masculinus darstellt.

Descensus testiculorum.

Der Hode liegt ursprünglich ebenso wie der Eierstock in der Bauchhöhle; er ist vom Peritonaeum überzogen. Er soll aber in den Hodensack hineingelangen. Er muss also seinen Weg durch den Leistencanal nehmen. Diese Ortsveränderung ist der sogenannte Descensus testiculorum. In der Mitte des Fötallebens beginnt der Hode nach abwärts zu rücken, im siebenten Monat gelangt er an den Eingang des Leistencanals, um im achten durch ihn hindurchzugehen und sich im neunten bis in den Hodensack hinabzusenken. Es ist bekannt, dass er bei diesem Descensus eine Reihe von Hüllen bekommt. Zunächst die Tunica vaginalis propria, die sich vom Peritonaeum ableitet und nichts Anderes ist als das Peritonaeum, welches über den Hoden zurückgestülpt ist und sich über demselben geschlossen und abgeschnürt hat. Zweitens die Tunica vaginalis communis funiculi spermatici et testis, die eine ausgesackte und verlängerte Partie der Fascia transversa ist. Endlich der M. cremaster, der sich in derselben Weise vom M. obliquus internus abdominis ableitet. Es fragt sich: Auf welche Weise und durch welche Kraft erfolgt das Herabsteigen des Hodens? Vom Hoden selbst lässt sich, wenn er noch in der Bauchhöhle liegt, ein faseriger Strang verfolgen, erst bis zum äusseren Leistenringe und dann ein Theil desselben noch bis in den Grund des Hodensackes. Man stellt es nun wohl so dar, als ob dieser Strang, den man mit dem Namen des Hunter'schen Leitbandes, Gubernaculum Hunteri, bezeichnet, durch seine stete Verkürzung den Hoden nach sich zöge und auf diese Weise den Hoden erst in den Leistencanal hinein und dann endlich in den Hodensack hinabzöge. Auf diese Weise würde der Hode das sein, was zuvörderst bewegt wird, und er würde die Umhüllungen mitnehmen, indem er das Peritonaeum nach sich zieht und die Fascia transversa und die Fasern des Musc. obliquus abdominis internus vor sich hertreibt. Wenn man jedoch den Vorgang beim Schweine verfolgt, so muss man dadurch zu einer ganz andern Ansicht geführt werden. Hier sind die Dinge weit deutlicher und klarer auseinandergelegt als beim Menschen. Hier sieht man, wenn der Hode noch ganz oben im Leistencanale ist, einen Beutel, der vom Peritonaeum gebildet wird und von den späteren Hüllen des Hodens bereits umgeben ist, in den Hodensack hinabragen. Dieser Beutel führt den Namen des Processus vaginalis peritonaei. Dieser kann kaum durch eine andere Kraft hinabgetrieben worden sein, als durch den Druck der Flüssigkeit in der Bauchhöhle. Er ist gewiss durch kein Gubernaculum Hunteri hinabgezogen worden, denn er liegt ganz frei im Hodensacke, so dass man ihn, wenn man den Hodensack öffnet, mit Leichtigkeit aus demselben herausheben kann. Er ist von einem succulenten Bindegewebe umgeben. Dieses verliert hinterher einen grossen Theil seiner Flüssigkeit und zieht sich dadurch auf ein geringeres Volumen zusammen, wodurch die Höhle des Processus vaginalis peritonaei noch tiefer in den Hodensack hinabgezogen und so der Raum, den der Hode nachher einnimmt, frei gemacht wird. Diese Umwandlung succulenten Bindegewebes in weniger

succulentes kommt überall im Embryo vor, indem das embryonale Bindegewebe eine viel mehr succulente Beschaffenheit, eine gelatinöse Consistenz hat, ganz verschieden von dem fertigen Bindegewebe. Es gleicht der Warthon'schen Sulze des Nabelstranges, dem Schleimgewebe von Virchow. Es ist ganz klar, dass beim Schweine dem Hoden erst der Raum im Hodensack und der freie Weg dahin durch den Processus vaginalis peritonaei gemacht wird, und dass er allmälig in diesen bereits gemachten Raum hineinrückt und seine Hüllen schon vorfindet. Man kann nur noch fragen: Was zieht ihn in diesen Raum hinab? Dies kann nicht das Gubernaculum allein sein, denn es würde in dem häutigen nachgiebigen Hodensack, in den der Hode doch schliesslich hinabgelangen soll, keinen festen Punkt finden. Man muss sich denken, dass die Gefässe und Nerven des Hodens und der über ihm liegende Theil des Peritonaeums sich verlängern und ihm zur Bewegung nach abwärts Raum geben, dass dagegen die Wand des Processus vaginalis peritonaei sich nicht in gleichem Masse ausdehnt, dann wird, da der Wasserdruck das Peritonaeum unten im Hodensack festhält, dasselbe beim weiteren Wachsen des Fötus wie über eine flüssige Rolle herübergezogen, bis schliesslich der Hode in den Hodensack gelangt ist. Man weiss, dass auch beim Menschen der Processus vaginalis peritonaei dem Hoden vorausgeht, nur nicht so weit wie beim Schwein; ja es wird angegeben, dass die erste Spur desselben schon zu Anfang des dritten Schwangerschaftsmonates sichtbar sei. Es kann somit kaum zweifelhaft sein, dass auch beim Menschen die Mechanik des Descensus testiculi dieselbe ist.

Entwickelung des chylopoëtischen Systems.

Wir haben gesehen, dass das Baer'sche Schleimblatt oder das innere Keimblatt von dem inneren Theile der Reichert'schen Membrana intermedia, von der Darmfaserplatte Remak's, überwachsen wird (Figur 83, 84 und 100). Zwischen die Darmfaserplatte und das Baer'sche Schleimblatt schieben sich neue Zellen (Figur 101) ein, welche mit den Zellen, die die Urwirbelanlage ausmachen, übereinstimmen, und die nach der Ansicht von Schenk auch von dieser Urwirbelanlage abstammen. Aus der Darmfaserplatte geht nach Schenk nur das Epithelium des Peritonaealüberzuges des Darms und des Mesenteriums hervor. Aus dem Schleimblatte geht das Epithel des Darmcanals und das Enchym der Drüsen, welche in der Wand des Darmcanals liegen, hervor. Aus den neuen Zellen, die sich zwischen beide eingeschoben haben, geht nun die übrige Wand des Darms hervor, also die Muskeln, das Bindegewebe und die Gefässe. Die so gebildete Wand schliesst sich nun, wie wir früher gesehen haben, nach unten, sie schnürt den Embryo vom Dotter ab, so dass er nur noch durch einen Gang mit demselben in Verbindung steht, und dieser Gang ist der Ductus omphalomeseraïcus seu omphaloëntericus (Figur 84 und 85 *o*).

Der Darm, der nun mit dem Embryo in die Länge wächst, und dessen Höhle auf diese Weise gebildet wurde, ist ursprünglich gerade und liegt der Länge nach in der Mitte vor der Wirbelsäule. Dann bekommt er aber in der Mitte eine Ausbiegung nach vorn und über derselben eine

leichte Erweiterung unterhalb der Schlundgegend. Die Erweiterung ist die Anlage des Magens: er liegt anfangs mit der Cardia nach oben, mit dem Pylorus nach unten, mit der grossen Curvatur nach hinten und mit der kleinen nach vorn. Er schliesst sich jetzt noch an den Schlund an, weil keine eigentliche Anlage für den Oesophagus vorhanden ist, oder wenigstens nur eine sehr kurze, indem die ganze Brusthöhle noch nicht gebildet ist, und somit auch der Raum für den Oesophagus, die Strecke, die er später durchmisst, noch nicht gegeben ist. Aus der vorerwähnten Ausbiegung des mittleren Theiles des Darms wird eine Schlinge, indem der Darm vom Magen erst nach abwärts steigt, dann sich nach rechts, dann wieder nach aufwärts wendet, einen queren Bogen beschreibt und an der linken Seite wieder herabsteigt. Aus dem ersten absteigenden Theile wird der Dünndarm, der quere Bogen mit seinem aufsteigenden

Fig. 100.

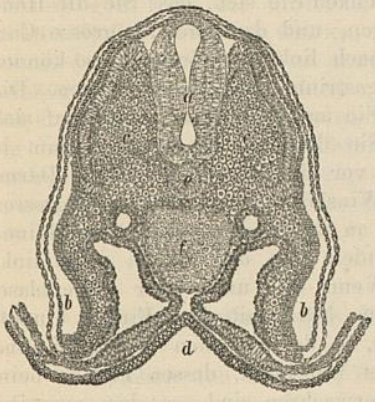
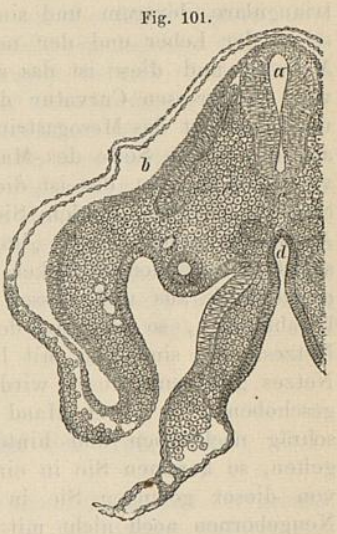


Fig. 101.



und absteigenden Theile das Colon, das weiter absteigende Endstück bildet später die Flexura sigmoidea und das Rectum. Unterdessen geht am Magen eine Veränderung vor, die darin besteht, dass sich die grosse Curvatur nach links und die kleine nach rechts wendet, und mit ihr der Pylorus und das oberste Stück des Darms, so dass das Hufeisen des Duodenums gebildet wird. Das Darmstück zwischen diesem und dem Colon ascendens wächst nun sehr stark in die Länge, und dadurch entstehen die vielfachen Windungen des Jejunum und Ileum, die bei ihrer grossen Gesammtlänge doch sämmtlich in einer verhältnissmässig kurzen Strecke an die Rückwand der Bauchhöhle angeheftet sind, so dass ihr Mesenterium an der Wurzel platt, an seiner Insertion an den Darm, den Windungen desselben entsprechend, vielfach gefaltet ist.

Nach vorne vom unteren Ende des Magens und oberen des Dünndarms entwickelt sich die Leber, und zwar zuerst median; indem aber der Magen nach links geschoben wird, wird das Hufeisen des Duodenums und mit ihm die Leber nach rechts herübergeschoben, so dass die Haupt-

masse der Leber im rechten Hypochondrium liegt. Mehr nach hinten entwickelt sich eine andere Anlage von Zellen, in welche das Schleimblatt hineinwuchert und sie mit einer Auskleidung versieht. Das ist das Pankreas.

Entwickelung des Peritonaeums.

Es fragt sich nun: Auf welche Weise entwickelt sich das Peritonaeum und wie bekommen diese verschiedenen Theile ihren Peritonaealüberzug? Leber und Magen liegen ursprünglich hinter einander und sind beide von beiden Seiten vom Peritonaeum überzogen. Es existirt also eine Brücke desselben von der Abdominalwand zur Leber: diese ist das spätere Ligamentum suspensorium hepatis und weiter nach oben, nachdem das Zwerchfell entwickelt ist, das Kranzband mit dem Ligamentum triangulare dextrum und sinistrum. Es existirt ferner eine Brücke zwischen der Leber und der nach vorne gewendeten kleinen Curvatur des Magens, und diese ist das spätere kleine Netz. Es existirt eine Brücke von der grossen Curvatur des Magens zur Rückwand der Leibeshöhle, und diese ist das Mesogastrium. Nun denken Sie sich, dass Sie die Hand auf die rechte Seite des Magens hinlegen, und dass Sie die grosse Curvatur des Magens, das ist die hintere, nach links hin drücken, so können Sie dies nur thun, indem Sie das Mesogastrium nach links drücken. Die Ausdrücke „rechts“ und „links“ haben Sie auf das Object, nicht auf sich selbst zu beziehen. Denken Sie sich, Sie dehnten das Mesogastrium in einen Sack aus und liessen denselben vor den Windungen des Darms herabhängen, so ist dies der Saccus Winslowii, der Sack des grossen Netzes. Sie sind aber mit Ihrer Hand an der rechten Seite des kleinen Netzes gewesen, dieses wird also, nachdem Sie den Magen nach links geschoben, vor Ihrer Hand liegen. Wenn Sie unter der Gallenblase, schräg nach oben und hinter das kleine Netz mit dem Finger hinaufgehen, so kommen Sie in eine Oeffnung, in das Foramen Winslowii, und von dieser gelangen Sie in den Saccus Winslowii, dessen Platten beim Neugebornen noch nicht mit einander verwachsen sind, so dass man ihn vom Foramen Winslowii aus noch in seiner ganzen Ausdehnung aufblasen kann. Später verwachsen die vordere und die hintere Wand mehr oder weniger vollständig mit einander, und das grosse Netz stellt nun eine einzige zusammenhängende Platte dar.

Wir begegnen aber noch einer auffallenden Erscheinung, der Verwachsung des grossen Netzes mit dem Mesocolon transversum. Wie kommt diese zu Stande? Sie haben gesehen, dass die Darmschlinge, aus welcher das Colon transversum hervorging, relativ hinaufgerückt ist. Mit ihr rückte auch ihr Mesenterium hinauf. Dieses hat also seinen Ansatz an einer verhältnissmässig hohen Stelle. So ist es an einen Ort gelangt, an dem es in unmittelbare Berührung kommt mit der hinteren Wand des vor ihm herabsteigenden grossen Netzes, und mit ihm verwächst. Diese Verwachsung ist schon vollendet zur Zeit der Geburt, wenn die vordere und hintere Wand des grossen Netzes noch nicht mit einander verwachsen sind, wenn der Saccus Winslowii noch wegsam ist.

Entwickelung der Milz und der Lymphdrüsen des Mesenteriums.

Die Milz entwickelt sich im Mesogastrium und wird deshalb auch mit dem Mesogastrium nach links hin verschoben. Ihr Peritonaealüberzug ist kein anderer als derjenige, welchen sie von Haus aus von den Platten des Mesogastriums bekommen hat, zwischen denen sie sich entwickelt. In derselben Weise, in der sich die Milz im Mesogastrium entwickelt, entwickeln sich die Lymphdrüsen im Mesenterium.

Entwickelung der Lungen.

Schon ziemlich früh, indessen erst, wenn die Leber bereits eine gewisse Ausbildung erlangt hat und die Visceralbögen angelegt sind, kündigt sich die Entwickelung der Lungen an, zuerst dadurch, dass sich die Wand des Vorderdarms nach rechts und nach links verdickt. Diese Verdickung geht von der mittleren Schichte derselben aus. An den verdickten Stellen entstehen Gruben, in die sich das Schleimblatt hineinsenkt. Indem die verdickten Stellen stärker herauswachsen und nun schon kleine Anhänge des Vorderdarms bilden, trennt sich das Ganze mehr und mehr von demselben, so dass nur noch eine mediane Oeffnung bleibt, die in die beiden Anhänge hineinführt; das ist die Stimmritze. Die Anhänge wachsen, die Höhlen oder Gänge in ihnen verzweigen sich baumförmig; so entstehen Bronchien und Infundibula. Das Letzte, was sich bildet, sind die Lungenbläschen.

Entwickelung des Herzens und der Arterien.

Wir gehen nun über zur Entwickelung des Herzens und der grossen Gefässe. Wir haben gesehen, dass ursprünglich im Embryo zwei Aorten vorhanden waren. Diese Aorten gingen aus einem länglichen Schlauche, dem Herzen, hervor, welcher sich nach oben zu in zwei Aeste spaltete, und sie liefen zu beiden Seiten vor der Wirbelsäule herunter. Sie gaben beim Vogelembryo an der Seite zwei Arterien ab, welche in den Dottersack übergingen und die Arteriae omphalomeseraïcae darstellten. Beim Menschen gingen erst seitlich eine Reihe von kleinen Gefässen ab, die aber dann verödeten bis auf zwei, und das waren die Arteriae omphalomeseraïcae. Das Blut, das aus dem Fruchthofe zurückkam, floss in grossen Venen zurück, welche sich wiederum in zwei Hauptvenen sammelten, die sich dann vereinigten und das Blut in das untere Ende des Herzens zurückbrachten. Es war dies die erste Circulationsperiode, die Circulation durch die Nabelblase. Noch während derselben beginnen aber gewisse Veränderungen, welche sich sowohl auf das Herz und die Arterien, als auch auf die Venen beziehen. Das Herz bleibt nicht gerade, sondern wird zunächst eine Schlinge, welche aus dem Leibe des Embryo nach vorne (Figur 84 und 85 *c*, Figur 97 *c*) herausragt. Aus dieser Schlinge geht nun nicht mehr ein Aortenbogen jederseits hervor, sondern es ent-

wickelt sich zu dem ersten Aortenbogen ein zweiter und dann ein dritter. Es sind dies die drei Aortenbögen, von denen wir schon früher gesprochen, die als die Grundlage für die drei Visceralbögen dienen. Im Herzen bilden sich nun zwei Einschnürungen, zwischen welchen der am meisten hervorragende Theil liegt. Er communicirt mit dem rückwärtigen Theile der Schlinge, aus dem der ursprünglich einfache Vorhof wird, durch eine Enge, den Canalis auricularis, und durch eine andere Enge, das Fretum Halleri, mit dem arteriellen Theile der Schlinge, aus dem der Bulbus arteriosus hervorgeht, der sich dann in die Aorten theilt. Die beiden Aorten bleiben nicht ihrer ganzen Länge nach doppelt, sondern sie verbinden sich in der Mitte mit einander, so dass eine einfache Aorta abdominalis entsteht, die vor der Wirbelsäule heruntergeht und jederseits von den drei Aortenbögen gespeist wird. Unten spaltet sie sich wieder in zwei Arterien, in die Arterien der Allantois, in die Umbilicalarterien. Es kann auf den ersten Anblick unmöglich erscheinen, dass sich zwei Arterien, in denen Blut circulirt, an einander legen und sich mit einander vereinigen. Man muss sich dies aber nicht so vorstellen, als ob die beiden Arterien sich aufthäten und dann ein gemeinsames Rinnsal bildeten. Sie legen sich an einander und werden an einer Stelle mit einander verlöthet. An dieser Stelle entsteht eine Communication in ähnlicher Weise, wie eine solche lochartige Communication zwischen der Aorta dextra und sinistra des Frosches existirt. Jetzt ist also ein Stück da, das ihnen gemeinsam ist. Dieses Stück wächst nun fortwährend, so dass dadurch die getrennten Partien immer weiter von einander entfernt werden, dass ein langer Stamm entsteht, der oben von den Aortenbögen gebildet wird und sich unten in die Umbilicalarterien theilt. Diese unteren Endäste bleiben aber die Umbilicalarterien nicht immer. Wenn sich die unteren Extremitäten des Embryo gebildet haben, so muss natürlich auch zu ihnen eine grosse Menge Blutes gebracht werden, ebenso zu den sich entwickelnden Beckenorganen. Zuerst gehen verhältnissmässig kleine Gefässe hin, die von diesen unteren Endästen abgehen; nachher aber verlangen sie eine verhältnissmässig grosse Menge Blutes, so dass die Aeste für das Becken und die unteren Extremitäten als die Endäste der Aorta erscheinen. Es sind dies die Arteriae iliacae communes.

Am oberen Ende des Arteriensystems bilden sich ausser diesen drei Aortenbögen nach v. Baer's Beobachtungen noch ein vierter und ein fünfter jederseits. Dafür fangen aber die oberen jetzt zu schwinden an, so dass zur Zeit nur drei vorhanden sind. Das, was von den oberen übrig bleibt, wird jederseits verwendet zur Carotis. Aus dem dritten von oben wird jederseits die Subclavia, der vierte von oben schwindet auf der rechten Seite, auf der linken Seite wird er in den bleibenden Arcus aortae umgewandelt, die fünften und untersten jeder Seite geben die beiden Hauptäste der Arteria pulmonalis und der linke ausserdem den Ductus arteriosus Botalli her. Der Stamm der Arteria pulmonalis wird nach Rokitansky gebildet, indem im Bulbus arteriosus ein Septum entsteht und so dieser ursprünglich einfache Stamm in zwei Stämme getrennt wird, von denen der eine der Arteria pulmonalis, der andere der Aorta angehört.

Zu dieser Zeit wird auch das Herz getrennt, und zwar bildet sich zuerst im Ventrikel eine Furche von vorne nach hinten. Diese Furche

gleicht sich bei den meisten Thieren später wieder aus, aber bei einigen Säugethieren, wie beim Dügong (Halicore), prägt sie sich noch stärker aus, so dass das Herz durch einen tiefen Einschnitt äusserlich schon in zwei Ventrikel getheilt ist. So wie sich diese Furche bildet, wächst parallel mit ihr im Innern die Herzscheidewand, anfangs als sichelförmige Leiste mit nach oben gerichteter Concavität. Die schliesslich noch bleibende Lücke wird zum Ostium aorticum verwendet. Etwa gleichzeitig wächst eine Scheidewand im Vorhof von oben nach unten. Sie beginnt nach Rokitansky, dessen Untersuchungen wir hier folgen, an der linken Seite der Circumferenz des einmündenden Körpervenenstammes. Es ist dies das Septum atriorum. Es wächst hinab bis an das ursprünglich einfache Ostium atrioventriculare, das somit in ein rechtes und ein linkes getheilt wird. Hier vereinigt sich nun das Septum ventriculorum mit dem Septum atriorum. Ehe diese Vereinigung sich vollendet, wird nach Lindes und nach Rokitansky das Septum atriorum in bedeutender Ausdehnung netzförmig durchbrochen. Dieser Durchbruch ist zugleich die Anlage des Foramen ovale. Die Valvula foraminis ovalis ist eine spätere Bildung. Das sind mit der Bildung der Arterien für das sich entwickelnde chylopoëtische System die Hauptveränderungen, welche im Arteriensysteme vor sich gehen. Ich muss nur noch hinzufügen, dass eine der beiden Arteriae omphalomeseraïcae obliterirt, so dass später nur eine vorhanden ist, und dass diese eine es ist, welche dem Darmcanal die ersten Gefässe abgibt, so dass sich ihr Stamm, wenn die Circulation durch die Nabelblase aufhört, als der Stamm einer Arteria meseraïca seu mesenterialis darstellt.

Entwickelung der Venen.

In der ersten Circulationsperiode, in der noch keine Allantoïs existirt und die ernährende Circulation noch durch die Nabelblase geht, da fliesst im Embryo noch verhältnissmässig wenig Blut. Die ersten grösseren Venen, die sich ausbilden, sind die sogenannten Cardinalvenen von Rathke. Für jede Hälfte des Körpers existirt eine obere und eine untere Cardinalvene. Jederseits münden die obere und die untere Cardinalvene zusammen in einen kurzen, horizontal verlaufenden Stamm. Diese beiden Stämme, die so entstehen, sind die Ductus Cuvieri, welche zusammen in das venöse Ende des Herzens einmünden. Zugeführt wird dem Embryo das Blut durch die Vena omphalomeseraïca, die allein noch übrig ist von den beiden Venae omphalomeseraïcae, indem die andere zu Grunde gegangen ist. Bei der weiteren Entwickelung des Embryo geht die Vena omphalomeseraïca eine Verbindung mit der Leber ein. Sowie sich die Leber entwickelt, vertheilt sich die Vena omphalomeseraïca in ihr und bildet auf diese Weise ein primitives Pfortadersystem. Zu gleicher Zeit aber entwickelt sich der Darmcanal, und es kommt also auch Blut von demselben, und zwar durch eine Vene, welche als Vena meseraïca zu benennen ist. Diese Vene mündet in die Vena omphalomeseraïca ein, und durch diese geht ihr Blut zur Leber. Nun wächst aber der Darmcanal immer weiter, und die Nabelblase bleibt im Wachsthum zurück und atrophirt endlich, so dass, während ursprünglich die Vena meseraïca als ein kleiner Ast der

Vena omphalomeseraïca erschien, jetzt umgekehrt die Vena omphalomeseraïca einen kleinen Ast der Vena meseraïca darstellt, und der Stamm dieser Vena meseraïca, der in die Leber hineingeht, ist nichts Anderes als die Pfortader, der grosse Venenstamm, der das Blut des chylopoëtischen Systems in die Leber hineinführt. Von den beiden Nabelvenen schwindet auch die eine, und die andere geht gleichfalls eine Verbindung mit der Leber ein, so dass eine kurze Zeit lang die Leber mehr Blut von der Nabelvene als von der Vena omphalomeseraïca erhält. Das ist aber ein vorübergehender Zustand. Es entwickelt sich mit den unteren Extremitäten und den Beckenorganen zugleich eine grosse Vene vor der Wirbelsäule, und diese ist die Vena cava ascendens. Von der Vena umbilicalis bildet sich nun eine Anastomose zur Vena cava ascendens, welche hinter der Leber weggeht, und diese Anastomose ist der Ductus venosus Arantii. Auf diese Weise wird das Blut der Nabelvene wieder von der Leber abgelenkt und derjenige Zustand hergestellt, der sich später zur Zeit der Geburt vorfindet. Die ganze weitere Entwickelung des Venensystems der unteren Körperhälfte beruht nun auf der Entwickelung des Systems der unteren Hohlvene, in welche die Venen der unteren Extremitäten, der Geschlechtstheile, der Nieren u. s. w. einmünden, in der Weise, wie wir es noch zur Zeit der Geburt finden.

Was wird nun aus den Cardinalvenen? Die oberen gehen direct in die äusseren Jugularvenen über, während die inneren Jugularvenen eine spätere Bildung sind. Zu dieser Zeit aber tritt das Herz nach abwärts. Sie entsinnen sich, dass es in der ersten Zeit des embryonalen Lebens ganz hoch am Halse lag, dass es aber mit der Bildung des dritten, vierten, fünften Aortenbogens, die sich nach einander unter dem ersten und zweiten bildeten, immer weiter nach abwärts rückte. Mit dieser Lageveränderung ist es verbunden, dass die Ductus Cuvieri, die zuerst horizontal verliefen, jetzt mit einander einen nach oben offenen Winkel machen, schräg nach abwärts gerichtet sind. Die beiden von aussen und oben nach innen und unten verlaufenden Gefässe sind die beiden oberen Hohlvenen. Die obere Hohlvene ist von Hause aus doppelt. Bei den Amphibien und Reptilien, bei denen dieser Zustand persistirt, bezeichnet man diese Venen nicht mit dem Namen der oberen Hohlvenen, sondern mit dem Namen der Subclavien. Geht man aber auf die Entwickelungsgeschichte zurück, so muss man diese beiden Subclavien, die aus den Ductus Cuvieri entstanden sind, als die oberen Hohlvenen ansehen. Von ihnen persistirt beim Säugethiere und Menschen nur die rechte. Es bildet sich nämlich eine Anastomose von der linken oberen Hohlvene zur rechten und der Stamm der linken oberen Hohlvene obliterirt. Aus den unteren Cardinalvenen ist nun rechterseits die Vena azygos und linkerseits die Vena hemiazygos entstanden. Dass rechts eine Azygos und links eine Hemiazygos entsteht, hängt damit zusammen, dass der Stamm der linken oberen Hohlvene, der linke Ductus Cuvieri zu Grunde geht und nur der rechte persistirt. Auf diese Weise stellt sich der Zustand her, welchen man als den Zustand der zweiten Circulationsperiode bezeichnet, und der bis zur Geburt dauert.

Der schwangere Uterus.

Während der Zeit der Gestation wächst, wie Sie wissen, der Uterus bedeutend an Masse, und zwar kommt diese Massenzunahme wesentlich her von der Vermehrung der Muskelfasern, der Blutgefässe und des Blutes in den letzteren. Anfangs überwiegt die Dickenzunahme über die Ausdehnung des Uterus. Später aber bleibt diese Massenzunahme hinter der Ausdehnung zurück, so dass sich dann die Wandungen des Uterus verdünnen. Nach Braxton Hicks soll der Uterus vom dritten Monate an leichte periodische Zusammenziehungen machen, welche drei bis fünf Minuten anhalten, und die man durch die aufgelegte Hand fühlen kann. Er legt auf diese Contractionen einen grossen Werth als auf ein diagnostisches Hilfsmittel, um eine normale Schwangerschaft von einer extrauterinen oder von einer Geschwulst zu unterscheiden. Wenn die Zeit der Gestation zu Ende geht, so vermindert sich die Menge des Fruchtwassers etwas. Es verdünnt sich zuletzt die Cervicalportion des Uterus, und es bereitet sich auf diese Weise der Act der Entbindung vor.

Die Geburt.

Wir wollen nur die mechanischen Grundsätze kennen lernen, nach denen das Kind aus dem Uterus ausgetrieben wird, da die Einzelheiten ausführlich in der Geburtshilfe gelehrt werden. Es wird durch die Zusammenziehungen des Uterus ausgetrieben, aber so, dass der Uterus zunächst nicht auf das Kind selbst, sondern auf das Fruchtwasser drückt, das ist auf den Liquor Amnii. Dies ist von wesentlicher Bedeutung nicht allein für die Sicherheit und die Erhaltung des Kindes, sondern namentlich für die Erweiterung des Muttermundes, indem nach einem bekannten physikalischen Gesetze der Druck in einer Flüssigkeit nach allen Richtungen sich mit gleicher Stärke fortpflanzt und deshalb die Blase, das heisst der Theil der Eihäute, der in das Orificium uteri hineingetrieben wird, viel mehr geeignet ist, das Orificium uteri zu erweitern, als irgend ein Kindestheil, der in denselben hineingedrängt werden könnte. Der alte Anatom und Geburtshelfer Röderer sagte schon, die Blase erweitere den Muttermund wie ein Cuneus aquosus, wie ein aus Wasser gebildeter Keil.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass wenn die Blase einmal gesprungen ist, in der Regel die Geburt rascher vorwärts geht. Deshalb kam man einmal auf die Idee, die Geburt dadurch zu beschleunigen, dass man die Eihäute frühzeitig zerriss, die Blase sprengte. Der Erfolg war aber durchaus das Gegentheil von dem, was man erwartete. Die Geburt ging sehr langsam vorwärts, und man war häufig genöthigt, schliesslich die Zange anzuwenden und das Kind aus dem Uterus herauszuholen. Das lag daran, dass hier die Eihäute zu einer Zeit gesprengt waren, wo der vordringende Kopf des Kindes sich noch nicht in das eröffnete Os uteri hineindrängen konnte, weil dasselbe noch nicht hinreichend erweitert war. Normalerweise ist der Vorgang folgender. Es erweitert die Blase den Muttermund so weit, dass der Kopf in denselben

sich hineindrängen kann, und wenn dies geschehen ist, dann übt der Kopf mit dem nachdrängenden Körper des Kindes auf den Theil des Fruchtwassers, welcher auf diese Weise in der Blase, das heisst in dem in den Muttermund hineinragenden Theil der Eihäute, durch den Kopf gleichsam wie durch einen Stöpsel abgetrennt wird, einen Druck aus, der in der Regel hinreicht, um die Blase zu sprengen. Nun ist die Oeffnung, das Orificium uteri externum, so erweitert, dass der Kopf selbst sich durchdrängen kann. Es werden auch heute noch Blasen zersprengt, aber nur dann, wenn sie so ausserordentlich zähe und widerstandsfähig sind, dass sie selbst in dieser Periode noch nicht zerreissen; aber diese Periode wird jetzt mit vollem Rechte von den Geburtshelfern allgemein abgewartet.

Nachdem das Kind aus dem Uterus herausgetrieben ist, kann sich derselbe auf einen viel kleineren Raum zusammenziehen. Damit hängt dreierlei zusammen. Erstens das Auspressen des Blutes aus der Placenta foetalis. Dieses Blut geht in das Kind über, während die Zusammenziehung der Nabelarterien den Eintritt neuen Fötalblutes in die Placenta hindert. Hiedurch erfährt das Kind in den ersten Minuten des extrauterinen Lebens nach A. Schücking eine Gewichtszunahme von 30 bis 110 Gramm. Es ist nach ihm fehlerhaft, die Nabelschnur sofort nach der Geburt zu unterbinden, da man hiedurch dem Kinde einen Theil des ihm sonst zukommenden Blutes vorenthält. G. Violet dagegen legt auf den so erzeugten Blutreichthum keinen Werth. Er verstärkt nach ihm nur den Icterus neonatorum, die Gelbsucht der Neugebornen, die er ausschliesslich vom Zugrundegehen des Ueberflusses an rothen Blutkörperchen herleitet. In der Praxis ist es schon seit sehr langer Zeit Regel gewesen, die Nabelschnur erst dann zu unterbinden, wenn sie aufgehört hat zu klopfen, zu pulsiren. Zweitens hängt damit zusammen die Loslösung der Placenta, die schon durch trophische Vorgänge in der letzten Zeit der Schwangerschaft vorbereitet ist, und die jetzt erfolgt. Drittens hängt damit zusammen die Compression der Lumina der Gefässe, die bei der Ablösung der Placenta zerreissen. Denn obgleich hier Gefässe von der Dicke eines Federkiels zerreissen, so tritt doch in gewöhnlichen Fällen keine das Leben irgendwie gefährdende Blutung ein, weil eben die Zusammenziehung des Uterus die Lumina der Gefässe, die durchrissen sind, verschliesst. Das ist auch der Grund, weshalb gefährliche Blutungen eintreten, wenn sich die Placenta zu einer Zeit loslöst, zu welcher das Kind sich noch im Uterus befindet, wo also der Uterus sich nicht zusammenziehen kann. Auch wenn nach der Geburt des Kindes heftige Blutungen eintreten und die Placenta noch im Uterus zurückgeblieben ist, löst man sie und befördert sie vollständig heraus, damit der Uterus sich auf ein möglichst kleines Volumen zusammenziehen und auf diese Weise die durchrissenen Gefässlumina verschliessen könne.

Das Kind nach der Geburt.

Welches sind nun die Veränderungen, die mit dem Kinde unmittelbar nach der Geburt vor sich gehen, welches sind die Ursachen des ersten Athemzuges, und welches sind die Ursachen der Veränderungen

in der Circulation? Der erste Athemzug hat zunächst seinen Grund in der venösen Beschaffenheit des Blutes. Sobald das Kind einmal aus dem Uterus heraus ist, auch wenn es noch mit der Nabelschnur in Verbindung ist, wird sein Blut nicht mehr in der früheren Weise durch das Placentarblut sauerstoffartig gemacht, weil der Uterus sich zusammenzieht und deshalb die Circulation durch die Placenta nicht mehr in der früheren Weise vor sich geht. Es ist schon erwähnt worden, dass man dieses Venöswerden des Blutes nach der Rosenthal'schen Theorie als die Ursache des ersten Athemzuges ansehen muss, und dass dies auch seine Bestätigung darin findet, dass Kinder, bei denen im Mutterleibe die Nabelschnur comprimirt wird, Inspirationsbewegungen machen, bei welchen sie das Fruchtwasser aspiriren. Preyer sah Meerschweinchen auch innerhalb des Uterus und bei erhaltener Placentarcirculation athmen, wenn ihr Kopf in einer dafür gemachten Wandöffnung steckte; ja wenn der Uterus gar nicht eröffnet, sondern nur in denselben eine farbstoffhaltige Flüssigkeit gespritzt war, so aspirirten sie diese mit dem Fruchtwasser, sobald sie gestochen oder gestossen wurden. Verschiedene Reflexreize waren also geeignet, Inspirationsbewegungen auszulösen. Es beweisen diese Beobachtungen aber nicht, dass die Verarmung des Blutes an Sauerstoff als solche nicht die Ursache für den ersten Athemzug abgeben könne. Ein Anregungsmittel für den ersten Athemzug liegt auch offenbar in der Berührung der Haut mit der atmosphärischen Luft und in dem Temperaturwechsel, dem das Kind ausgesetzt ist. Es ist bekannt, dass Erwachsene, und noch mehr Kinder, wenn sie in ein kaltes Bad hineinsteigen, häufig zu einer heftigen Inspirationsbewegung reflectorisch angeregt werden. Es ist ebenso bekannt, dass es bei asphyktisch geborenen Kindern zu den wirksamsten Wiederbelebungsmitteln gehört, dass man sie in ein warmes Bad hineintaucht, sie dann aus demselben heraushebt, ihnen aus einem Schwamme kaltes Wasser auf die Brust herunterfliessen lässt und diese Operation mehrmals wiederholt.

Mit dem Beginne des ersten Athemzuges hängt aber nun die Veränderung in der Circulation aufs Innigste zusammen. Bis jetzt war die Lunge luftleer und auf einen kleinen Raum zurückgedrängt, an der Rückseite des Thorax zu beiden Seiten des Herzens gelegen. Wenn nun aber der Thorax ausgedehnt wird, so tritt Luft in die Lunge ein. Diese Luft tritt nur deshalb in die Lunge ein, weil im Thorax ein negativer Druck entsteht, das heisst, weil der Druck unter den der Atmosphäre sinkt. Aus demselben Grunde aber, aus welchem in die Luftwege der Lunge von aussen her die atmosphärische Luft eingesaugt wird, aus demselben Grunde muss auch in die Blutgefässe der Lunge das Blut eingesaugt werden, und zwar dasjenige Blut, das aus dem rechten Herzen hervorgeht und das bisher durch den Ductus arteriosus Botalli in die Aorta hineinging. Wenn man bedenkt, dass die Aorta schon Blut aus dem linken Ventrikel bekommt, dass also in derselben ein beträchtlicher Druck herrscht, so ist es klar, dass für das Blut, das aus dem rechten Ventrikel kommt, nun nicht mehr der Weg durch den Ductus arteriosus Botalli der Weg des geringsten Widerstandes ist, sondern dass es derjenige sein muss, der in die Lungenschlagadern führt. Da nun Flüssigkeiten unter allen Umständen den Weg des kleinsten Widerstandes gehen, so ist es auch ganz klar, dass das Blut aus dem rechten Ventrikel nicht

mehr durch den Ductus arteriosus Botalli, sondern in die Pulmonalarterie hineingehen wird. Zugleich entsteht offenbar in der Musculatur des Ductus arteriosus, wahrscheinlich auf reflectorischem Wege angeregt, eine Zusammenziehung, so dass er sein Lumen immer mehr und endlich bis auf ein Verschwinden desselben verengert. Dadurch wird die spätere Obliteration des Ductus arteriosus Botalli eingeleitet, die wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie die Obliteration eines jeden Gefässes erfolgt, durch welches das Blut nicht mehr hindurchcirculirt. Sie wissen, dass, wenn man ein Gefäss unterbindet, dieses sich nicht allein an der Unterbindungsstelle schliesst, sondern dass es obliterirt, so weit der Thrombus in dem Gefässe hinaufreicht so weit eben keine Circulation durch das Gefäss mehr stattfindet.

Eine ähnliche Contraction findet offenbar in den Nabelarterien statt. Es zeigt sich dies in dem gänzlichen Aufhören der Circulation durch den Nabelstrang. Wenn man das Kind zwischen die Schenkel der Mutter legt, während die Placenta noch im Uterus ist, und man fühlt von Zeit zu Zeit die Nabelschnur an, so wird man bemerken, dass sie schwächer und schwächer klopft und endlich zu klopfen aufhört. Wenn man sie jetzt durchschneidet, so spritzt nicht etwa das Blut heraus, sondern es fliessen nur wenige Tropfen Blutes heraus, und man kann sie mit aller Musse unterbinden. Ja man kann sie sogar in der Mehrzahl der Fälle ununterbunden lassen, ohne dass das Kind sich verblutet. Es ist das ein Experiment, das nicht einmal, sondern oftmals und öfter gemacht worden ist, als es gut war. Unter einem Theile der Geburtshelfer hatte sich einmal die Vorstellung gebildet, dass die Unterbindung der Nabelschnur allerhand Nachkrankheiten zur Folge habe. Sie sei etwas Unnatürliches, denn das Vieh unterbinde die Nabelschnur nicht, sondern beisse sie nur durch. Es wurde also thatsächlich in einer Reihe von Fällen die Nabelschnur nicht unterbunden, sondern man wartete, bis sie aufgehört hatte zu klopfen, und dann durchschnitt man sie. In der Mehrzahl der Fälle trat hiebei durchaus keine irgendwie nennenswerthe Blutung ein, dann aber passirten einige Unglücksfälle; es hatte sich eben die Muskulatur der Nabelschnur noch nicht hinreichend zusammengezogen, oder die Zusammenziehung hatte nicht angehalten, es verbluteten sich ein paar Kinder, und seitdem wurde die Nabelschnur nach wie vor unterbunden. Die Contraction ist in ihren Folgen auch noch an Leichen junger Kinder nachweisbar. Das Blutgerinnsel in der Arterie ist fadenförmig verdünnt oder vollständig unterbrochen. Nur ausnahmsweise setzt es sich mit weniger verringertem Querschnitt vom intraabdominellen Theile des Gefässes in den Nabelstrang fort. Wir haben schon, als wir vom Bau der Arterien im Allgemeinen sprachen, gesehen, wie die Nabelarterien durch ihren Bau mehr als andere Schlagadern für den Selbstverschluss geeignet sind. Namentlich sind es der Mangel der elastischen Intima und die nach innen von den Ringfasern liegenden Längsfasern, die ihnen hierbei zu statten kommen. Letztere werden unter dem Druck der Ringfasern einseitig zusammengedrängt, so dass der Querschnitt des Lumens erst halbmond-, dann neumondförmig wird und endlich als lineares Bogenstück gänzlich verschwindet. Strawinski hat diesen Vorgang durch Untersuchungen an Leichen klargelegt und durch Abbildungen erläutert.

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