

in Wange

Fünftes Kapitel.

Die Lehre von den Keimblättern.

Im dritten Kapitel wurde der Verlauf des Teilungsprozesses des Eies bis zur Entstehung der Keimblase verfolgt. Die Embryonalzellen, die auf den Anfangsstadien der Teilung meist locker nebeneinander liegen, haben sich mit ihren Oberflächen fester und inniger zusammengefügt und so ein Epithel gebildet, wenn wir uns der Einteilung der Gewebe in der Histologie bedienen wollen. In der Entwicklungslehre nennt man die im Anschluß an den Furchungsprozeß entstehende Epithelmembran ein Keimblatt und faßt das Studium der Veränderungen, die sich an ihm in der nächsten Periode abspielen und den Gegenstand unseres fünften Kapitels ausmachen, unter dem Namen der wichtigen „Keimblätterlehre“ zusammen.

Ein neues Prinzip tritt von jetzt in der Entwicklung formbildend in Wirksamkeit, das Prinzip des ungleichen Wachstums, wie wir es mit W. His kurzweg bezeichnen wollen. Als der hervortretende Charakterzug der abgelaufenen Periode kann die in raschem Rhythmus sich wiederholende, mehr oder minder gleichmäßige Vermehrung der Embryonalzellen bezeichnet werden. Nachdem sich dagegen die Zellen zu einem Keimblatt fester zusammengeschlossen haben, bilden sich in ihm Bezirke ungleichen Wachstums aus, die nach einem bestimmten Gesetz verteilt und in bestimmter Weise abgegrenzt sind. Eine Folge hiervon ist, daß in dem bis jetzt mehr gleichförmigen Zellenmaterial größere und kleinere Zellenkomplexe voneinander deutlicher unterscheidbar werden, eine besondere, ihnen eigentümliche Form und Lage erhalten und die Anlage besonderer Organe darstellen. Fassen wir daher das wichtige Prinzip des ungleichen Wachstums gleich noch näher in das Auge.

Wenn in einer Zellenmembran die einzelnen Elementarteile sich gleichmäßig zu teilen fortfahren, so wird entweder eine Verdickung oder eine Größenzunahme der Membran in der Fläche die Folge davon sein. Das erste tritt ein, wenn die Teilungsebenen der Zellen der Oberfläche der Membran gleich gerichtet sind, das zweite, wenn sie vertikal zu ihr stehen. Bei der Größenzunahme in der Fläche werden die ursprünglich vorhandenen Zellen durch das Einschieben neuer Tochterzellen gleichmäßig und allmählich auseinandergedrängt, da sie ja weich und dehnbar und nur durch eine weiche Kittsubstanz verbunden sind. Nehmen wir nun an, daß ein solches Wachstum bei der Keimblase während ihrer weiteren Entwicklung allein stattfände, so könnte nichts anderes aus ihr

entstehen, als eine nur immer größer und dicker werdende Hohlkugel von Zellen.

Anders gestaltet sich die Wirkung eines ungleichen Flächenwachstums. Wenn in der Mitte einer Membran eine Zellengruppe allein sich zu wiederholten Malen in kurzer Zeit durch vertikale Ebenen teilt, so wird sie plötzlich eine viel größere Oberfläche für sich in Anspruch nehmen müssen und wird infolgedessen einen energischen Wachstumsdruck auf die Zellen der Umgebung ausüben und sie auseinanderzudrängen versuchen. In diesem Falle aber wird ein Auseinanderweichen der benachbarten Zellen, wie beim langsamen und gleichmäßig verteilten, interstitiellen Wachstum, nicht möglich sein; denn es wird die sich passiv verhaltende Umgebung gleichsam einen festen Rahmen, wie His sich ausgedrückt hat, um den sich dehnenden Teil bilden, der infolge beschleunigten Wachstums eine größere Oberfläche für sich beansprucht. Er muß sich mithin in anderer Weise Platz schaffen und seine Oberfläche dadurch vergrößern, daß er aus dem Niveau des passiven Teils nach der einen oder anderen Richtung heraustritt und eine Falte hervorruft. Die Falte wird sich noch weiter vergrößern und über das ursprüngliche Niveau weiter erheben, wenn die lebhafteren Zellteilungsprozesse in ihr andauern. So ist jetzt durch ungleiches Wachstum aus der ursprünglich gleichartigen Zellenmembran ein neuer, für sich unterscheidbarer Teil oder ein besonderes Organ entstanden.

An dem die Keimblasenwand bildenden Keimblatt, sowie an allen späteren Epithelmembranen, die sich von ihm ableiten, sind zwei verschiedene Flächen zu unterscheiden, eine innere, der Keimhöhle zugekehrte Oberfläche oder die Basis des Epithels, und eine nach außen gerichtete, freie Oberfläche.

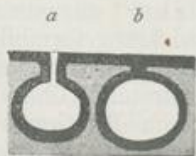


Fig. 44. Schema der Bildung des Hörbläschens.

a Hörgrübchen, b Hörbläschen, das durch Abschnürung entstanden ist und mit dem äußeren Keimblatt noch durch einen soliden Epithelstiel zusammenhängt.

Natürlich können die durch beschleunigtes Wachstum in Wucherung geratenen Zellgruppen sich entweder in dieser oder in jener Richtung Platz schaffen. Treten sie an der Basalseite des Epithels aus dem Niveau der übrigen heraus, so bezeichnet man den Vorgang in der Entwicklungsgeschichte als eine Einstülpung oder Invagination; geschieht das Wachstum dagegen über die freie Oberfläche hinaus, so haben wir es mit einer Ausstülpung zu tun. Die Ein- und Aus-

stülpungen können die verschiedensten Formen und Dimensionen annehmen und eine Fülle von Gestalten erzeugen, zumal an jedem hervorstechenden, besonderen Teil infolge ungleichen Wachstums immer wieder neue Strecken, die lebhafter als ihre Umgebung wuchern, entstehen können.

Durch Einstülpung bilden sich im Laufe der Entwicklung aus den Keimblättern Säcke (Fig. 44) oder, wenn das Wachstum in der Längsrichtung immer weiter vor sich geht, Schläuche, Röhren und Kanäle (Fig. 45). Indem diese wieder bald hier, bald da seitliche Röhren treiben, können schließlich auf das reichste baumförmig verzweigte Kanalsysteme zustande kommen. Wenn ferner die Einstülpung an der Epithelmembran längs einer Linie auftritt, sehen wir eine Rinne sich bilden.

A Faltenbildung

I Einstülpungen
II Ausstülpungen

hängt I:

Säcke

Schläuche

Kanäle

Röhren

verzweigte Kanalsysteme

Rinnen

Nicht minder wichtig für die tierische Formenbildung sind die von der freien Fläche aus erfolgenden Ausstülpungsprozesse, die ebenfalls von sehr mannigfacher Art werden können (Fig. 46). Bei Wucherung eines kleinen, kreisförmigen Bezirks einer Zellmembran entstehen zapfenförmige Erhebungen, verschieden gestaltete Papillen oder Zotten; und wie Röhren zu einem verzweigten Röhrensystem werden, so können auch wieder die Zotten, indem lokale Wucherungen an ihnen das Hervorsprossen von Seitenästen zweiter, dritter und vierter Ordnung veranlassen, sich in die kompliziertesten Zottenbüschel umwandeln. Wenn die Ausstülpung längs einer Linie erfolgt, bilden sich mit dem freien Rande nach außen gerichtete Kämme oder Faltenblätter.

Stütz D:

Papillen (Zotten)

Zottenbüschel

Kämme (Faltenblätter)

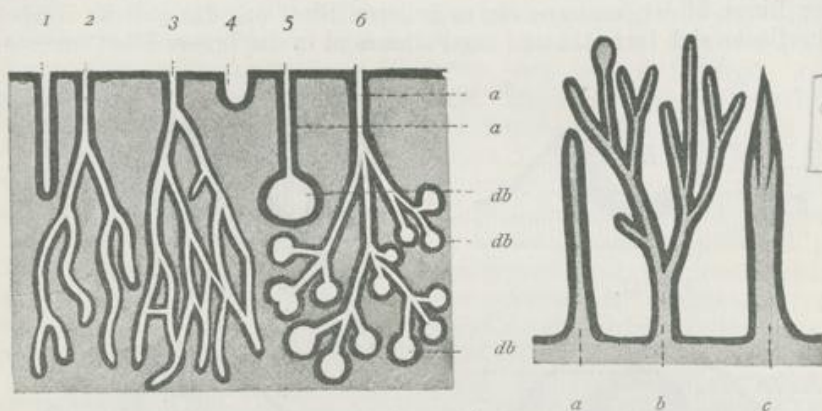


Fig. 45.

Fig. 45. Schema der Drüsenbildung.

1 Einfache tubulöse Drüse; 2 verzweigte tubulöse Drüse; 3 verzweigte tubulöse Drüse mit netzförmigen Verbindungen; 4 u. 5 einfache alveoläre Drüse, a Ausführungsgang, db Drüsenbläschen; 6 verzweigte alveoläre Drüse.

Fig. 46. Schema der Papillen- und Zottenbildung.

a Einfache Papille, b verästelte Papille oder Zottenbüschel, c einfache Papille, deren Bindegewebsgrundstock in drei Spitzen ausläuft.



Fig. 46.

[Zotten = Ausstülpungsbuchten]

Fast alle embryonalen Vorgänge, mit denen wir uns auf den folgenden Blättern bekannt zu machen haben, beruhen auf solchen, in der verschiedensten Weise erfolgenden Aus- und Einstülpungen. Dadurch erhält das embryonale Zellenmaterial auf kleinem Raum eine sehr beträchtliche Oberflächenentwicklung und eine Sonderung in zahlreiche Bezirke. Aus einfachen Keimblasen gehen so schließlich die kompliziertesten Formgebilde hervor, die zahllosen verschiedenen Arten der wirbellosen Tiere und Wirbeltiere. Vom Standpunkt des Embryologen aus lassen sich dieselben definieren als Körper, aufgebaut aus Epithellamellen, die durch häufig wiederholte, nach einem bestimmten Plan und in bestimmter Folge ausgeführte Ein- und Ausstülpungen und Faltenbildungen der verschiedensten Art eine verwickelte äußere Fläche und ein noch komplizierteres inneres Höhlensystem gewonnen haben.

Zu dem eben kurz erläuterten Hauptmittel tierischer Formbildung gesellen sich noch einige andere Hilfsmittel von mehr untergeordneter Bedeutung: 1. Verschmelzung und Trennung von Epithellamellen und 2. Bildung eines Zwischengewebes oder Mesenchyms zwischen den epithelialen Grenzblättern.

*Rinnen zu Röhren
Grübchen zu Bläschen
Schläuche zu abge-
schlossenen Säcken*

A. Verschmelzungs- und Trennungsprozesse greifen in die Entwicklung der verschiedensten Organe mit ein; dadurch werden rinnenförmige Einsenkungen zu Röhren, Grübchen und Schläuche werden zu Bläschen und abgeschlossenen Säcken. Immer bietet sich dabei dem Beobachter ein ähnlicher Hergang dar (Fig. 47—50). Die Faltenränder (Fig. 47 *f*), welche eine rinnenförmige Einstülpung (*Ri*) begrenzen, wachsen einander so lange entgegen, bis sie sich längs einer Linie treffen, sich fest aneinander legen und an der Berührungsstelle — der Nahtlinie, wie man sie genannt hat (Fig. 48 *n*) — untereinander verschmelzen. Jede Falte setzt sich aus zwei Blättern zusammen, die am Faltenrand ineinander umbiegen, aus einem inneren Blatt (Fig. 47 *i*), das die Wand der Rinne bildet, und aus einem äußeren Blatt (*a*), das auf die Körperoberfläche sich fortsetzt und am Faltenrand in das innere Blatt umbiegt.



Fig. 47.



Fig. 48.



intermediärer Substanzstreifen Fig. 49.



Fig. 50.

Fig. 47—50. Vier Schemata, um die Umwandlung einer rinnenförmigen Anlage zu einem Rohr und die dabei stattfindende Nahtbildung und Abschnürung zu erläutern.

Ri Rinne im Querschnitt, *Ro* Rohr im Querschnitt, *a* äußeres, *i* inneres Blatt der Falte des äußeren Keimblattes, *f* Firste der Falte, an welcher äußeres in inneres Faltenblatt umbiegt, *n* Naht der linken mit der rechten Firste, * Rest der Nahtstelle am äußeren Keimblatt.

Längs der Nahtlinie (Fig. 48 *n*) geht nun die Verwachsung der Faltenränder in der Weise vor sich, daß sich die gleichnamigen Blätter der linken und der rechten Seite — also äußeres mit äußerem und inneres mit innerem Blatt — verbinden. So kommt ein breiter intermediärer Substanzstreifen (*n*) zustande, in dessen Länge das durch Verwachsung der Rinnenränder entstandene Rohr noch fest mit der äußeren epithelialen Begrenzungsschicht des Körpers zusammenhängt. Im weiteren Verlauf findet dann noch eine vollständige Trennung statt dadurch, daß der anfangs breite intermediäre Substanzstreifen (Fig. 49 *n*) schmaler wird und schließlich durchreißt (Fig. 50), wobei ein Teil von ihm sich dem äußeren Blatt (*), der andere Teil der Wand des Rohres anschließt. So greifen bei der Nahtbildung Verschmelzungs- und Trennungsprozesse fast gleichzeitig ineinander, ein Vorgang, der sich auch bei anderen Einstülpungen vielfach wiederholt. Wenn z. B. ein Grübchen (Fig. 44) durch Vorwachsen und Verschmelzen der Einstülpungsränder sich zu einem Bläschen schließt, so bleibt dies an der Verwachsungsstelle vor-

übergehend mit dem äußeren Epithelblatt ebenfalls durch einen intermediären Substanzstreifen — einen Stiel — in Zusammenhang. Auch hier tritt dann im weiteren Verlauf eine Abtrennung oder, wie der Terminus technicus gewöhnlich heißt, eine Abschnürung ein, indem der Stiel des Bläschens sich verschmälert und zuletzt durchreißt. In dieser Weise werden zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung aus den epithelialen Grenzlamellen, wenn sich noch „Abschnürung“ zur Einstülpung hinzugesellt, allseitig geschlossene und in die Tiefe unter die Oberfläche versenkte, röhrenförmige und bläschenförmige Organe gebildet, wie Nervenrohr, Ohrlabyrinth, Auge, Schilddrüse usw.

Der Verschmelzungsprozeß zwischen den Berührungspunkten epithelialer Gebilde gestattet indessen noch mehrere weitere Variationen. Von Epithelröhren, die in reichem Maße baumförmig verästelt sind, können Seitenzweige, wo sie sich treffen, sich aneinander legen und an den Berührungspunkten verschmelzen. Dies geschieht bei manchen Arten von zusammengesetzten tubulösen Drüsen (Fig. 45₃). Indem an der Verlötungsstelle die zentral gelegenen Zellen auseinanderweichen, treten die Röhren in offene Verbindung miteinander. Aus einem baumförmig verästelten kann so allmählich ein netzförmiges Röhrensystem hervorgehen (Fig. 45₃). Die Verwachsung kann endlich noch in größerer Ausdehnung stattfinden, wenn die einander zugewandten Flächen einer eingestülpten Membran sich mehr oder minder vollständig fest aneinander legen und sich so verbinden, daß sie eine einzige Zellmembran herstellen. Solches geschieht z. B. beim Verschuß der embryonalen Kiemenspalten, bei der Bildung der drei halbzirkelförmigen Kanäle des Gehörganges oder bei der Verlötung der sich berührenden Flächen seröser Höhlen.

2. Ein weiterer, für die embryonale Gestaltung sehr wichtiger Prozeß, welcher wegen seiner Eigenart von den Faltungen epithelialer Lamellen für sich als etwas Besonderes unterschieden werden muß, ist die Bildung eines Zwischengewebes oder Mesenchyms. Mesenchym entsteht dadurch, daß von der Basalfläche der Epithellamellen in die zwischen ihnen gelegenen Räume und Spalten, welche von der Keimblasenhöhle abstammen, eine sehr wasserreiche, gallertige Grundsubstanz abgeschieden wird, und daß dann aus bestimmten Bezirken der Keimblätter einzelne Zellen einwandern, welche aus dem epithelialen Verbande sich frei und selbständig machen. Bei den einzelnen Tierstämmen wird das Mesenchym zu sehr verschiedenen Zeiten der embryonalen Entwicklung gebildet, bei den Echinodermen z. B. schon auf dem Keimblasenstadium (Fig. 51 A). Es wird bei ihnen zuerst in den Hohlraum der Keimblase (A) eine homogene weiche Substanz, der Gallertkern (s.c), von den Epithelzellen ausgeschieden. In ihn wandern dann aus einem kleinen Bezirk des Epithels mehrere Zellen (Fig. 51 B ms) ein, indem sie ihren epithelialen Charakter verlieren und nach Art von Lymphkörperchen Fortsätze ausstrecken. Sie verbreiten sich bald als Wanderzellen überall in der Gallerte. Bei den Wirbeltieren geschieht die Mesenchymbildung erst auf späteren Stadien, wenn schon die Zahl der Keimblätter sich durch Faltenbildung auf zwei und vier erhöht hat.

Da wir unter einem Keimblatt nach unserer oben gegebenen Definition eine Lage von epithelial angeordneten, eine Oberfläche begrenzenden Embryonalzellen verstehen, muß das in histologischer Hinsicht so grundverschiedene Gallertgewebe von den Keimblättern als etwas Besonderes unterschieden werden.

Einmal gebildet, wächst das Mesenchym als selbständiges Gewebe weiter, indem die auf einem bestimmten Entwicklungsstadium zuerst in die Gallerte eingewanderten Zellen, die man auch die Mesenchymkeime nennen kann, sich durch Teilung ununterbrochen vervielfältigen. Bei seinem Wachstum dringt es in alle Lücken hinein, welche entstehen, wenn die beiden Grenzblätter durch Faltenbildung und Ausstülpung die kompliziertesten Formen annehmen; es gibt überall eine Unterlage und Stütze für die aufliegenden Epithelzellen ab. Hierbei können einzelne Mesenchymzellen auch ihren ursprünglichen histologischen Charakter als einfache Ernährungszellen der Zwischensubstanz verändern. Indem sie hier und da auf ihrer Oberfläche kontraktile Substanz abscheiden, werden sie, wie bei manchen Tierstämmen gut zu beobachten ist, zu glatten Muskelzellen.

In unserer allgemeinen Übersicht über die jetzt folgenden Stadien der Entwicklung ist neben dem Prinzip des ungleichen Wachstums als ein zweites Entwicklungsprinzip von fundamentaler Bedeutung noch die physiologische Arbeitsteilung und die mit ihr zusammenhängende histologische Differenzierung zu besprechen. In demselben Maße, als die immer zahlreicher werdenden Embryonalzellen

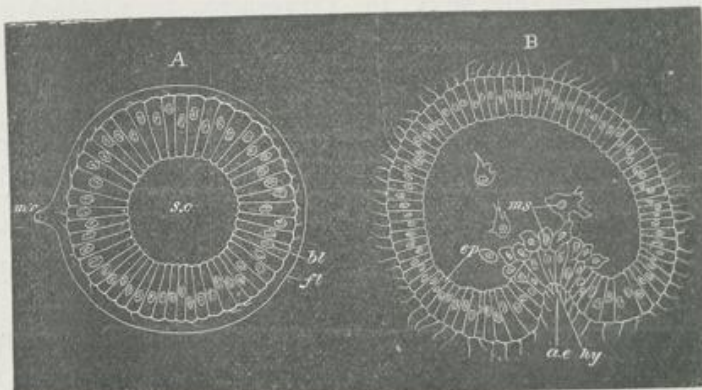


Fig. 51. Zwei Entwicklungsstadien von *Holothuria tubulosa*, im optischen Querschnitt. Nach SELENKA.

A Keimblase am Ende der Furchung. B Gastrulastadium.

mr Mikropyle, ch Chorion, s.c. Furchungshöhle, in welche frühzeitig Gallerte als Gallertkern abgeschieden wird, bl Keimblatt (Blastoderm); ep äußeres, hy inneres Keimblatt, ms vom inneren Keimblatt abstammende, amöboide Zellen, ae Urdarm.

räumlich in einzelne Gruppen und Bezirke verteilt werden, nehmen sie allmählich auch ein verschiedenes Aussehen an; sie gehen, wie man sich ausdrückt, eine histologische Differenzierung ein; dort werden sie zu Drüsenzellen, hier zu Muskelzellen umgewandelt, andere differenzieren sich zu Nerven- und Sinneszellen, andere zu Geschlechtszellen usw.; die in gleicher Art differenzierten Zellen liegen meist gruppenweise zusammen und stellen ein besonderes Gewebe dar.

In der histologischen Differenzierung, die sich während der Entwicklung allmählich vollzieht, findet eine physiologische Arbeitsteilung, die im Aggregat der ursprünglich gleichen Embryonalzellen eintritt, einen für uns sichtbaren Ausdruck. Um dies zu verstehen, müssen wir im Auge behalten, daß sich das Leben aller organischen Körper in einer Summe verschiedener Verrichtungen oder Funktionen äußert. Die Organismen

nehmen Stoffe von außen in sich auf, wobei sie das Brauchbare ihrem Körper einverleiben und das Unbrauchbare entfernen (Funktion der Ernährung und des Stoffwechsels); sie können die Form ihres Körpers durch Zusammenziehung und Ausdehnung verändern (Funktion der Bewegung); sie sind in der Lage, auf äußere Reize zu reagieren (Funktion der Erregbarkeit); sie besitzen endlich die Fähigkeit, neue Gebilde ihresgleichen zu erzeugen (Funktion der Fortpflanzung). Bei den niedersten vielzelligen Organismen verrichten noch alle einzelnen Teile in gleicher Weise die aufgeführten, für das organische Leben notwendigen Funktionen. Je höher ausgebildet aber ein Organismus wird, um so mehr sehen wir, daß seine einzelnen Zellen sich in die Aufgaben des Lebens teilen, daß einige vorzugsweise das Geschäft der Ernährung, andere der Bewegung, andere der Reizbarkeit und wieder andere das Geschäft der Fortpflanzung übernehmen, und daß mit dieser Arbeitsteilung zugleich ein höherer Grad der Vollkommenheit, mit welcher die einzelnen Funktionen ausgeführt werden, verbunden ist. Zur Verrichtung einer besonderen Arbeitsleistung bildet sich jede Zelle, gleichsam wie ein selbsttätiger Werkmeister, auch ihre besonderen Arbeitsinstrumente aus: Interzellulärsubstanzen, wo es zu stützen und Organe miteinander zu verbinden gilt, kontraktile Fibrillen zu energischer Bewegung, Leitungsbahnen zur Reizfortpflanzung usw. So werden die Embryonalzellen zu den mannigfachen Arten von Gewebszellen.

In der amerikanischen Literatur hat sich das Wort „Cytomorphosis“ eingebürgert, „um alle verschiedenen Formveränderungen zu bezeichnen, welche die Zellen und die von ihnen abstammenden Generationen erfahren, vom ersten undifferenzierten Zustand bis zu ihrem schließlichen Untergang“. SEDG. MINOT unterscheidet hierbei vier aufeinanderfolgende Hauptstadien: 1. den undifferenzierten Zustand, 2. das Stadium fortschreitender Differenzierung, 3. die regressive Metamorphose, in welcher Degeneration oder Nekrobiose stattfindet, 4. die Entfernung des abgestorbenen Materials.

Das weitere Studium der Entwicklungsgeschichte umfaßt also, wie die einleitenden Betrachtungen gelehrt haben, zwei Seiten: die eine ist das Studium der Formbildung, die zweite das Studium der histologischen Differenzierung. Bei den höheren Organismen vollzieht sich die Formbildung hauptsächlich in den Anfangsstadien, die histologische Differenzierung in den Endstadien der Entwicklung.

Da die Lehre von den Keimblättern eines der schwierigsten Kapitel der Entwicklungslehre und zurzeit noch reich an widersprechenden Beobachtungen und Deutungen ist, so muß hier besonders daran erinnert werden, daß in den „Elementen“ es nur darauf ankommen kann, die Punkte, in denen unserer Ansicht nach das Wesen der Keimblattbildung bei den Wirbeltieren beruht, in das rechte Licht zu setzen.

Zur besseren Orientierung über die weiteren Geschehnisse sei gleich vorausgeschickt, daß der Prozeß der Keimblattbildung sich in zwei Phasen zerlegen läßt. In der ersten Phase geht aus der Keimblase eine sehr charakteristische Embryonalform hervor, die Gastrula oder Darmblase, deren Leibeswand aus zwei Keimblättern aufgebaut ist. Ihre Entstehung wird als Gastrulation bezeichnet. Noch ehe diese ganz zu Ende geführt ist, beginnt schon die zweite Phase, in manchen

Fällen früher, in anderen später, einzutreten; zwischen die beiden ersten Keimblätter schieben sich noch zwei weitere, die sogenannten mittleren, hinein. In der ersten Phase wird also der Keim zwei-, in der nächsten dann vierblättrig. Die Art und Weise, wie sich beide Prozesse abspielen, zeigt in den einzelnen Wirbeltierklassen je nach der ersten Organisation des Eies, von welcher ja wieder die besondere Art des Furchungsprozesses und die besondere Beschaffenheit der Keimblase bedingt wird, gleichfalls sehr tiefgreifende Modifikationen. Wir beginnen mit den einfacheren Verhältnissen, die beim *Amphioxus* und bei den Amphibien beobachtet werden, und gehen dann zu den schwerer zu verstehenden Befunden über, welche Fische, Reptilien, Vögel und Säugetiere darbieten.

1. Die Keimblattbildung beim *Amphioxus*.

Wie schon früher gezeigt wurde, wird beim *Amphioxus* die Keimblase von Zylinderzellen begrenzt, die zu einem einschichtigen Epithel fest zusammenschließen (Fig. 52). An einer Stelle, welche als vegetativer Pol (VP) bezeichnet werden kann, sind die Zellen (vz) etwas

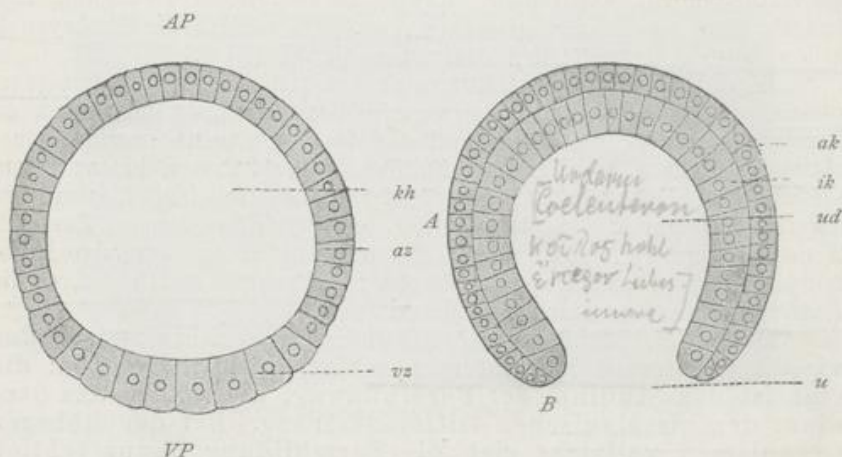


Fig. 52.

Fig. 53.

Fig. 52. Keimblase des *Amphioxus lanceolatus*. Nach HATSCHKE.

kh Keimblasenhöhle, az animale, vz vegetative Zellen. AP animaler, VP vegetativer Pol.

Fig. 53. Gastrula des *Amphioxus lanceolatus*. Nach HATSCHKE.

ak äußeres Keimblatt, ik inneres Keimblatt, u Urmund, ud Urdarm.

um veget. Pol → größer und durch eingelagerte Dotterkörnchen trüber. An dieser Stelle nimmt der Prozeß der Gastrulabildung seinen Anfang. Die vegetative Fläche beginnt sich zunächst abzuflachen und nach der Mitte der Kugel einzubuchten. Dann wird die Grube tiefer und tiefer, während die Keimblasenhöhle sich in demselben Maße verkleinert. Schließlich legt sich der eingestülpte Teil (Fig. 53 ik) unter vollständiger Verdrängung der Binnenhöhle an die Innenfläche des entgegengesetzten, nicht eingestülpten Teiles (ak) der Keimblase an. Als Endresultat ist aus der Kugel mit einfacher Wand ein becherförmiger Keim mit doppelten Wandungen, die Gastrula, entstanden.

* Archigastrea