

(Aus dem Embryologischen Institute der Wiener Universität. — Vorstand: A. FISCHEL.)

## Die Keimbahn des Menschen.

Von  
G. POLITZER.

Mit 22 Textabbildungen.

(Eingegangen am 1. Februar 1933.)

### Inhalt.

1. Schrifttum (S. 331).
2. Werkstoff und Methode (S. 334).
3. Über die Lage und Beschaffenheit der Urkeimzellen bei Embryonen von 0,3—8,5 mm Länge (S. 336).
4. Besprechung der Ergebnisse (S. 348).
5. Die Einwände gegen die Lehre von der Keimbahn, insbesondere die von H. Stieve (S. 353).  
Literaturverzeichnis (S. 360).

### 1. Schrifttum.

NUSSBAUM hat 1880 eine grundlegende Arbeit „Zur Differenzierung des Geschlechts im Tierreich“ veröffentlicht. Die allgemeinen Ergebnisse dieser an Batrachiern und Teleostern durchgeführten Untersuchung faßt NUSSBAUM in folgende Sätze zusammen: „Es teilt sich demgemäß das gefurchte Ei in das Zellmaterial des Individuums und in die Zellen für die Erhaltung der Art . . . Die beiden Zellgruppen und ihre Abkömmlinge vermehren sich aber durchaus unabhängig voneinander, so daß die Geschlechtszellen an dem Aufbau der Gewebe des Individuums keinen Anteil haben und aus dem Zellenmaterial des Individuums keine einzige Samen- oder Eizelle hervorgeht.“ Diese Gedankengänge NUSSBAUMS waren zweifellos für die Aufstellung der „Theorie von der Kontinuität des Keimplasmas“ durch WEISMANN von grundlegender Bedeutung.

NUSSBAUM selbst war es allerdings in seinen Untersuchungen nicht gelungen, die Geschlechtszellen bis auf das befruchtete Ei zurückzuverfolgen. Dies lag vor allem daran, daß bei der von NUSSBAUM angewandten Technik eine Kennzeichnung der Urkeimzellen nur durch ihre Form und durch ihren Gehalt an Dotterplättchen möglich war. Die vollständige Ermittlung des Schicksals der zu Geschlechtszellen bestimmten Anteile des befruchteten Eies gelang erst BOVERI bei *Ascaris megalcephala*. BOVERI stellte fest, daß in den Körperzellen eine Diminution des Chromatins stattfindet, während die Geschlechtszellen dauernd Sammelchromosomen enthalten. Unter Zugrundelegung dieses Merkmales konnte zum ersten Male die „Keimbahn“ eines Tieres ermittelt werden (1887). Dieser

Untersuchung BOVERIS folgten zahlreiche weitere Arbeiten, in welchen die Keimbahn von Wirbellosen mit voller Sicherheit bestimmt wurde. In jüngster Zeit hat PENNERS unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete durch ein weiteres interessantes Beispiel bereichert und das Schrifttum über die Keimbahn der Wirbellosen in übersichtlicher Weise zusammengefaßt.

Im Gegensatz hierzu konnte die Keimbahn bei den Wirbeltieren bisher nicht sicher festgestellt werden. Zwar steht es heute fest, daß die Urkeimzellen bei den Wirbeltieren ursprünglich extraregionär liegen und erst später in den medialen Abschnitt der Urogenitalfalte gelangen, also an jenen Ort, wo die Gonade gebildet wird. Allerdings scheint der Ort des ersten Auftretens dieser Urkeimzellen und der Weg, auf welchem sie in die Urogenitalfalte gelangen, nicht bei allen Klassen der Wirbeltiere der gleiche zu sein. Während die Urkeimzellen bei den Säugetieren anscheinend zuerst in den caudalen Abschnitten des Dottersackentoderms auftreten und dann vermutlich auf dem Wege einer aktiven Wanderung durch das Mesenterium dorsale in die Urogenitalfalte gelangen, liegen sie bei den Vögeln und bei den Reptilien im kranialen Abschnitte der Keimscheibe und es wird angenommen, daß sie von dort auf dem Blutwege in die Gegend der späteren Gonade eingeschwemmt werden. Die Darstellung des Schrifttumes hierüber findet sich bei CELESTINO DA COSTA.

Die Untersuchung der Urkeimzellen ist nur an vortrefflich gefärbten und erhaltenen Embryonen möglich; es ist deshalb begreiflich, daß über die Keimbahn des Menschen bisher nur wenige Angaben vorliegen. FELIX berichtet, daß sich bei einem menschlichen Embryo mit 13—14 Ursegmentpaaren (Embryo Pfannenstiel III) „in der Umgebung der Kloake, also in der Gegend des ehemaligen Primitivstreifens, zwischen ihr und dem visceralen Mesoblast freie große Zellen fanden, welche den primitiven Genitalzellen anderer Wirbeltiere gleichen und sich von den Zellen ihrer Umgebung durch Größe des Zelleibes und den Besitz von Dotterplättchen unterscheiden. Es sind im ganzen Embryo 7 solche Zellen nachweisbar, alle in nächster Umgebung der Kloake und sämtliche zwischen ihr und dem visceralen Mesoblast, also extraregionär gelegen“. Bei einem Embryo mit 2,5 mm Länge und 23 Ursegmentpaaren (Embryo Meyer Nr. 300 Thompson) sind nach FELIX 12 primäre Urkeimzellen vorhanden. Bei einem Embryo von 4,9 mm NL. und 33—35 Ursegmentpaaren (FELIX) waren „im ersten bis fünften und im elften bis zwölften Rumpsegmente typische Genitalzellen teils im, teils unter dem Cölomepithel, nahe der Wurzel des Mesenteriums und im medialen Abhange der Urogenitalfalte“ nachweisbar.

Diese Angaben von FELIX sind an Embryonen ermittelt worden, welche mit Carmin gefärbt waren, einem Farbstoffe, welcher für die Darstellung der die Urkeimzellen kennzeichnenden Merkmale ungeeignet ist. FELIX hat auch nur weit weniger Urkeimzellen bei diesen Embryonen gefunden als bei gleich alten gut fixierten und gefärbten Embryonen nachweisbar sind.

FUSS hat unter der Leitung NUSSBAUMS einige Embryonen von Säugetieren untersucht und die Lage der Urkeimzellen bei ihnen festgestellt. Es standen ihm insgesamt 3 menschliche Embryonen zur Verfügung. Der jüngste maß 2,5 mm. Seine Medullarrinne war „noch offen“. Demnach dürfte er — die

Urwirbelzahl ist leider bei FUSC nicht angegeben — weniger als 8 Ursegmentpaare besessen haben. Die Urkeimzellen liegen im Epithel des kurzen Hinterdarmes oder in dessen Umgebung, einige auch „in den noch offenen Darmabschnitten, in dem eigentlichen Enteroderm und höher hinauf, weiter lateral, bis zum Dotterblatt hin“. Die Urkeimzellen liegen nur im caudalen Drittel des Embryo. Der zweite von FUSC beschriebene Embryo dürfte, soweit sich dies nach den spärlichen Angaben über den Ausbildungsgrad einiger Organe dieses Embryo sagen läßt, 16—18 Ursegmentpaare besitzen. Die Urkeimzellen liegen vor allem in der Wand des Hinterdarmes, in den caudalen Abschnitten des entodermalen Blattes des Dottersackes, sowie in dem diesen entodermalen Abschnitten benachbarten embryonalen Bindegewebe. Wie aus den Abbildungen der Arbeit FUSC hervorgeht, hat auch er vorwiegend nur auf die Zellform und Zellgröße als Merkmale der Urkeimzellen geachtet.

KOHO hat unter der Leitung KOLMERS eine Untersuchung über die Keimbahn des Menschen veröffentlicht. Der jüngste Embryo, welchen er untersuchte, war der Embryo A mit 4 Ursegmentpaaren des Wiener embryologischen Institutes, welchen STERNBERG (1927) ausführlich beschrieb. Er ist hinsichtlich seiner Fixierung und Färbung zur Ermittlung der Urkeimzellen nicht geeignet, weshalb auch die von KOHO angeführte Beobachtung, daß die Urkeimzellen dieses Embryo „im Mesoderm der Urwirbel“ liegen, unzutreffend ist. Auch der zweite Embryo KOHOS (2,3 mm Länge, 23—24 Ursegmentpaare), ist zur Untersuchung der Urkeimzellen nicht verwendbar. Der Hinterdarm dieses Embryo, welcher in diesem Entwicklungsstadium nach meinen eigenen Erfahrungen etwa die Hälfte der Urkeimzellen beherbergen müßte, ist mißbildet. Diese Tatsache wurde von KOHO nicht beachtet, so daß seine Angaben über die Lage der Urkeimzellen unzutreffend sind. Die Embryonen von 5 und von 7 mm Länge, über welche KOHO berichtet, sind bereits zu alt, um über die ursprüngliche Lage der Urkeimzellen Aufschlüsse zu liefern. Der Mangel an geeigneten jungen Stadien von menschlichen Embryonen macht sich demnach auch in den Schlußfolgerungen KOHOS geltend: die Urkeimzellen sollen nämlich ursprünglich im Mesenchym gelegen sein und erst bei Embryonen von etwa 5 mm Länge in das Entoderm einwandern. Diese Angabe ist, wie in dieser Arbeit gezeigt werden soll, unrichtig.

STIEVE veröffentlichte 1927 eine Arbeit über die Entwicklung der Keimzellen und der Zwischenzellen in der Hodenanlage des Menschen. Bei dem jüngsten von STIEVE untersuchten Embryo „Hugo“, welcher noch keine Urwirbel besitzt, sollen keine Urkeimzellen vorhanden sein. Der nächstältere Embryo von 2,8 mm Länge — seine Urwirbelzahl wird nicht angegeben — enthält einige Urkeimzellen im Mesenchym nahe dem Darmrohre, einige auch im Epithel des caudalen Darmabschnittes selbst. In dem jüngst erschienenen Beitrag STIEVES zum Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen wird berichtet, daß der Embryo Heinrich (0,94 mm gr. L.) keine Urkeimzellen enthalte, ferner sind einige Urkeimzellen aus dem Epithel des Hinterdarmes eines Embryo von 2,27 mm Länge und 17—18 Urwirbelpaaren (Keimling Ilse) abgebildet. STIEVE allerdings steht betreffs der Deutung dieser Zellen als Urkeimzellen auf einem anderen Standpunkt als die übrigen Untersucher.

Überblicken wir diese bisher vorliegenden Angaben über die Lage, über die Zahl und über die Beschaffenheit der Urkeimzellen bei jungen menschlichen Embryonen, so erscheint es vollkommen begreiflich, daß betreffs der Deutung dieser spärlichen, außerdem an ungeeigneten Embryonen ermittelten Tatsachen, widersprechende Angaben vorliegen.

Schon in einigen früheren Arbeiten habe ich versucht, die Lage, die Zahl und die Beschaffenheit der Urkeimzellen bei einigen jungen Embryonen der Sammlung des Wiener embryologischen Institutes zu ermitteln. Bei einem Embryo von 26—27 Ursegmentpaaren (Bs) habe ich bereits (1928b) die Zahl und die Lage der Urkeimzellen durch ein besonderes Modellierverfahren bestimmt und auch einige neue Angaben über die Beschaffenheit der Urkeimzellen veröffentlicht. Gelegentlich der ausführlichen Beschreibungen eines Embryo mit 4 (Cs), mit 7 (Ct) und mit 18 (B) Ursegmentpaaren (1928a, 1930) habe ich gleichfalls auf das Vorkommen von Urkeimzellen hingewiesen. Ferner haben STERNBERG und *ich* (1929) die Urkeimzellen bei einem mißbildeten menschlichen Embryo, welcher nach der Beschaffenheit der am weitesten entwickelten Organanlagen einem Embryo mit etwa 22 Urwirbelpaaren entsprach, beschrieben.

Obgleich durch diese Untersuchungen an einwandfrei fixierten und gefärbten menschlichen Embryonen das Vorhandensein von Urkeimzellen als erwiesen gelten darf, vertritt STEVE in dem bereits erwähnten Handbuchbeitrag weiterhin seinen ablehnenden Standpunkt. Der Umstand, daß gerade diese Ansichten STEVES in dem Handbuche der mikroskopischen Anatomie des Menschen, in einem Buche, das durch Jahrzehnte hindurch als Nachschlagewerk zu dienen bestimmt ist, vertreten werden, erfordert es, die Unrichtigkeit der Anschauungen STEVES an einer möglichst vollständigen Reihe junger menschlicher Embryonen zu erweisen. Hierbei beschränke ich mich auf die Beschreibung der Urkeimzellen bei Embryonen von 0,3—8,5 mm, da bereits FISCHEL festgestellt hat, daß bei Embryonen von 7 mm gr. L. bis zu Feten aus dem Ende der Schwangerschaft stets Urkeimzellen in der Gonade vorhanden sind; Beobachtungen, welche allerdings von STEVE (1930) nicht gewürdigt werden.

## 2. Werkstoff und Methode.

Bei der Auswahl der für diese Arbeit verwendeten Embryonen wurde mit äußerster Strenge vorgegangen, so daß von den 40 jüngsten Embryonen (bis 8,5 mm gr. L.) der Sammlung des Wiener embryologischen Institutes nur 14 zu dieser Untersuchung herangezogen wurden. Die Embryonen Bi I, Bi 24 und Bi 25 entstammen der Sammlung des histologisch-embryologischen Institutes der Brünner Universität. Die Urkeimzellen des Embryo Bi 24 wurden von FLORIAN bereits vorgewiesen (1931). Herr Prof. Dr. FLORIAN hat mir diese Embryonen und auch die von ihm angefertigten graphischen Rekonstruktionen von Längs- und Querschnitten durch diese Embryonen in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt.

Bei der Auswahl der für diese Untersuchung geeigneten Embryonen wurde vor allem darauf geachtet, daß die Schnittreihen lückenlos sind, ferner wurden nur einwandfrei fixierte und gefärbte Embryonen verwendet. Als besonders geeignet erwies sich die Färbung mit dem Heidenhainschen (und Hansenschen)

Hämatoxylin. Die mit Boraxcarmin, Alauncochenille, mit Mallory und mit Azan gefärbten Embryonen wurden ausgeschieden. Die Bezeichnung, die Fixierung, die Färbung, die Urwirbelzahl der Embryonen, sowie die Schnittrichtung, ferner die von diesen Embryonen stammenden Abbildungen und die Arbeiten, in welchen diese Embryonen bereits erwähnt wurden, sind in der beistehenden Tabelle angegeben.

Tabelle I.

Bezeichnung	Fixierung	Färbung	Länge in mm	Zahl der Urwirbelpaare	Schnittrichtung	Abbildungen	veröffentlicht in
Bi I . . .	Zenker	Hans. Eos.	0,3	0	schräg	1	—
Bi 24 . . .	„	desgl.	0,625	0	quer	2,3	—
Bi 25 . . .	Bouin	desgl.	ca. 0,8	0	schräg	4	—
Cs. . . . .	„	Hdh. Eos.	1,6	4	sagitt.	5	Z. Anat. 93 (1930)
Ct. . . . .	„	desgl.	2,2	7	quer	6	Z. Anat. 93 (1930)
B . . . . .	„	desgl.	4,2	18	„	7	Z. Anat. 92 (1930); 87 (1928a)
Bs . . . . .	„	desgl.	4,0	26—27	„	8,9	Z. Anat. 92 (1930); 87 (1928b)
Fu . . . . .	„	Hdh. Eos.	4,5	28—29	„	10—12	—
Dh . . . . .	„	Hal. Eos.	4,0	30	„	13	—
Ea . . . . .	„	Hdh. Eos.	5,0	—	„	14, 15	—
I . . . . .	„	Hal. Eos.	6,0	—	front.	—	Z. Anat. 92 (1930); Bergel, 89 (1929)
Bb . . . . .	„	Hdh. Eos.	6,5	—	quer	16	—
K . . . . .	„	desgl.	7,0	—	sagitt.	17	Z. Anat. 92 (1930)
Cx . . . . .	„	Hal. Eos.	7,0	—	„	—	—
Cn . . . . .	„	desgl.	7,5	—	quer	—	Z. Anat. 92 (1930)
Et . . . . .	„	desgl.	8,0	—	„	18	—
Fd . . . . .	„	desgl.	8,5	—	„	—	—

Abkürzungen: Hdh. Eos. = Heidenhains Hämatoxylin-Eosin; Hans. Eos. = Hansens Hämatoxylin-Eosin; Hal. Eos. = Hämalan-Eosin; front. = frontal; sagitt. = sagittal; Z. Anat. = Z. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte.

Da STEVE die Zeichnungen in den Veröffentlichungen Anderer als schematisiert bezeichnet, wenn sie seinen eigenen Anschauungen nicht entsprechen, obwohl er selbst ausschließlich gezeichnete Abbildungen verwendet, habe ich dieser Arbeit ausschließlich *Mikrophotogramme* beigegeben.

Aus Ersparnisgründen wurden hierbei einige Abbildungen früheren (eigenen) Arbeiten entnommen, obgleich ich die gleichen Befunde auch in einer Reihe neuer Lichtbilder darstellen könnte. Ferner wurden die neuen Abbildungen bei geringerer Vergrößerung als die bereits veröffentlichten Abb. 5—9 angefertigt, um Raum zu sparen. Diese Abbildungen, welche auch bei Lupenvergrößerung angesehen werden können, wurden mit dem „Phoku“-Apparate des histologischen Institutes der Wiener Universität unter der liebenswürdigen Beihilfe des Herrn Ministerialrat Dr. RICHARD BAECKER angefertigt.

### 3. Über die Lage und Beschaffenheit der Urkeimzellen bei Embryonen von 0,3 bis 8,5 mm Länge.

**Bi I, 0,3 mm gr. L., ohne Urwirbel, Sammlung Florian (Abb. 1).**

Der Embryo Bi I ist vortrefflich erhalten und gefärbt, die Länge des dorsalwärts konvex gekrümmten Keimschildes beträgt — entlang der Krümmung gemessen — 300  $\mu$ . Der Embryo weist die frühe Entwicklungsstufe eines Primitivstreifens auf.

In der ventralen Wand des Dottersackes liegt in der Median-Sagittalebene, von dem vorderen und dem hinteren Pole des Dottersackes etwa gleich weit entfernt, die in der Abb. 1 wiedergegebene Zelle. Diese Zelle ist rund. Sie besitzt ein mit Eosin nur sehr schwach rosa gefärbtes Cytoplasma. Der Kern ist rund und

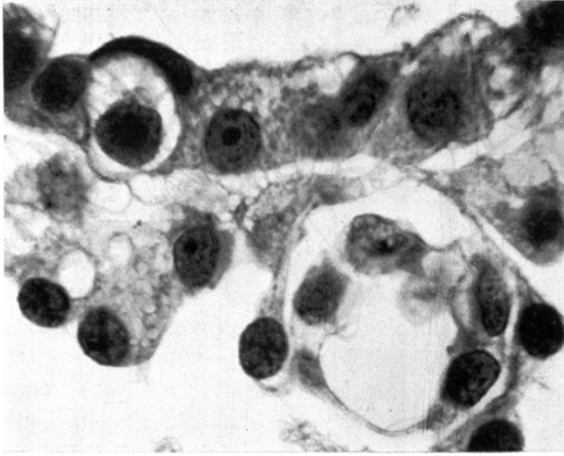


Abb. 1. Embryo Bi I, 0,3 mm, ohne Urwirbel, Urkeimzelle (?) im entodermalen Epithel des Dottersackes. Vergr. 1200:1.

liegt nahe der basalen Fläche der Zelle. Im Cytoplasma befindet sich eine — in der Abbildung nicht deutlich sichtbare — Sphäre mit körnigen Einlagerungen; gegen die Sphäre ist ein kurzer, spitzer Fortsatz des Kernes gerichtet. Die Zelle delt die Nachbarzellen ein wenig ein. An der gegen die Höhle des Dottersackes zu gelegenen Seite der Zelle liegt ihr eine stark abgeflachte Zelle mit einem — im Schnitte — sichelförmigen Kerne auf, höchstwahrscheinlich eine umgeformte Epithelzelle des Dottersackes.

Andere Zellen, welche wie die in der Abb. 1 wiedergegebene Zelle beschaffen sind, enthält der Embryo nicht.

Der etwa gleich alte Embryo BENEKE, welchen ich durch die Liebesswürdigkeit des Herrn Professor FLORIAN gleichfalls untersuchen durfte, enthält kein der in der Abb. 1 wiedergegebenen Zelle ähnelndes Gebilde. Doch ist der Embryo BENEKE zur Untersuchung dieser Zellen nicht gut geeignet, da die Schnitte nur sehr schwach gefärbt sind.

**Bi 24, 0,625 mm gr. L., ohne Urwirbel, Sammlung Florian (Abb. 2, 3).**

Der Embryo Bi 24 ist nach den Angaben FLORIANs ein wenig weiter entwickelt als der von STIEVE beschriebene Embryo „Hugo“ (1926). Er weist eine frühe Entwicklungsstufe eines Kopffortsatzes auf. Die Schnittebene dieses Embryo verläuft nicht quer, vielmehr von dorso-kranial nach ventro-caudal. Sie schließt mit der Transversalebene einen nach dorsal und kranial offenen Winkel von 19° ein. Die Fixierung des Embryo ist gut, wenn auch nicht so vortrefflich wie die der Embryonen Bi I und Bi 25. Die Karyokinesen sind nämlich ein

wenig verklumpt. Das Protoplasma der Zellen ist leicht verquollen. Nichtsdestoweniger ist der Embryo Bi 24, wie auch die Mikrophotogramme (Abb. 2, 3) lehren, sicher gut genug erhalten, um, wie dies bereits FLORIAN 1931 erwähnte, die Zahl und die Lage der Urkeimzellen festzustellen.

Betreffs des Baues des Embryo nehme ich der ausführlichen von FLORIAN vorgesehenen Beschreibung folgende Tatsachen vorweg: der Embryo weist bereits die frühe Entwicklungsstufe eines Kopffortsatzes auf. Sein Dottersack besitzt dorso-caudal einen trichterförmigen Fortsatz, das Diverticulum allanto-entericum (FLORIAN). Die caudale und die caudo-laterale Wand des Dottersackes sind, wie dies FLORIAN bereits bei einigen anderen annähernd gleich alten

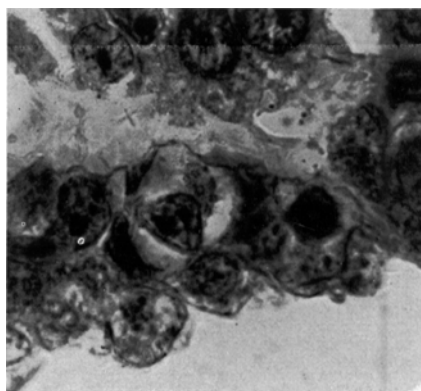
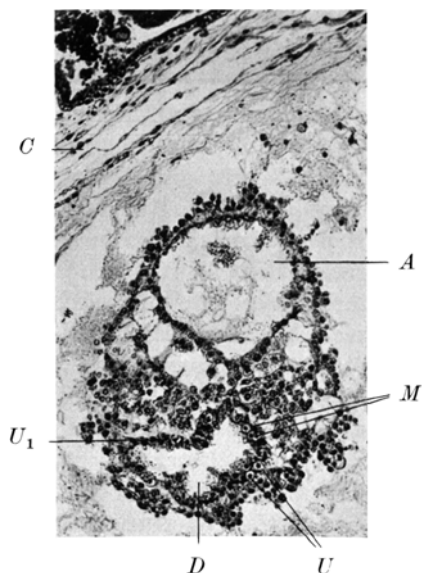


Abb. 3. Embryo Bi 24, 0,625 mm, ohne Urwirbel, Schnitt durch die Wand des Dottersackes. Die bereits in der Abb. 2 sichtbare Urkeimzelle ( $U_1$ ) bei stärkerer Vergrößerung dargestellt.

Abb. 2. Embryo Bi 24, 0,625 mm, ohne Urwirbel, Querschnitt durch den caudalen Teil der Embryonalanlage.  $A$  = Mark-Amnionhöhle;  $C$  = Chorionplatte;  $D$  = Dottersack;  $M$  = Mitosen;  $U$  = Urgeschlechtszellen;  $U_1$  = die in der Abb. 3 bei stärkerer Vergrößerung wiedergegebene Urgeschlechtszelle;  $Z$  = Zotten.

Embryonen beschrieben hat (1930), höckerig. Im caudalen Drittel des Dottersackes ist das Epithel hochprismatisch, sonst niedrig.

Die Bestimmung der Lage und der Beschaffenheit der Urkeimzellen ist infolge der hinreichend guten Fixierung und der vortrefflichen Färbung des Embryo im allgemeinen leicht, da sich die Urkeimzellen deutlich von den benachbarten Epithelzellen unterscheiden. Auf größere Schwierigkeiten stößt die Untersuchung der Urkeimzellen nur dort, wo die, wie erwähnt grobhöckerige, caudale Wand des Dottersackes von dem Schnitte flach getroffen wird. Hier sind die Urkeimzellen von den Nachbarzellen nur schwer unterscheidbar, so daß hier möglicherweise die eine oder andere Epithelzelle den Urkeimzellen zugezählt wurde.

Insgesamt wurden 41 Urkeimzellen gezählt. Diese Zellen liegen nahezu alle in der Umgebung der Abgangsstelle des Diverticulum allanto-entericum im

entodermalen Epithel des Dottersackes. Nur eine Zelle liegt im Grunde des Divertikels, eine zweite ein wenig weiter kranial als die anderen Zellen, jedoch auch noch im caudalen Viertel des Dottersackes. 3 Urkeimzellen befinden sich in Mitose. In den Epithelzellen des Darmes sind Mitosen reichlich vorhanden. Die in Mitose befindlichen Urkeimzellen sind — wie die Beobachtungen an diesem und an den übrigen hier verwerteten Embryonen lehren — größer als in Teilung begriffene Epithelzellen. Ferner liegen die Mitosen der Urkeimzellen in der Tiefe des Epithels, während die Karyokinesen der Darmepithelzellen nahe der freien Oberfläche des Darmepithels liegen, so daß sie häufig die Oberfläche des Epithels gegen die Lichtung zu vorwölben. Am deutlichsten ist die Prophase der Mitosen der Urkeimzellen erkennbar. Während nämlich die Abrundung der Zellen ansonsten in diesem Stadium erst beginnt, sind die Urkeimzellen bereits in der Prophase kugelig, da ja schon die Ruhezellen kugelförmig sind.

Das Verhalten der Urkeimzellen soll nun durch 2 Abbildungen veranschaulicht werden. Die mit schwacher Vergrößerung aufgenommene Abb. 2 gibt einen Querschnitt durch die Mark-Amnionhöhle (*A*) und den Dottersack (*D*) wieder. Im Dottersackepithel kann man schon bei der schwachen Vergrößerung der Abb. 2 einige größere Zellen wahrnehmen. Von diesen größeren Zellen sind jedoch nur 5 Urkeimzellen; zwei (in der Abbildung mit *M* bezeichnet) stellen in Mitose befindliche entodermale Epithelzellen des Dottersackes dar. Die in der Abb. 2 mit *U*<sub>1</sub> bezeichnete Zelle ist in der Abb. 3 bei starker Vergrößerung wiedergegeben. Die Zelle ist groß und „blasig“. Sie reicht nicht bis an die freie Fläche des Dottersackepithels heran. Das Cytoplasma ist mit Eosin nur sehr schwach gefärbt. In ihm liegt ein strahliges Gebilde, welches einige sehr kleine, mit Hämatoxylin dunkel gefärbte Körnchen enthält. Wir werden dieses Gebilde als Sphäre mit Centriolen bezeichnen und verschieben die Erörterung, ob wir zu dieser Bezeichnung berechtigt sind, auf einen anderen Abschnitt der Arbeit (S. 349). Der Kern zeigt eine feine netzartige Struktur und enthält zwei dunkelgefärbte Nucleolen. Er besitzt einen plumpen, kegelförmigen Fortsatz, welcher gegen die Sphäre gerichtet ist.

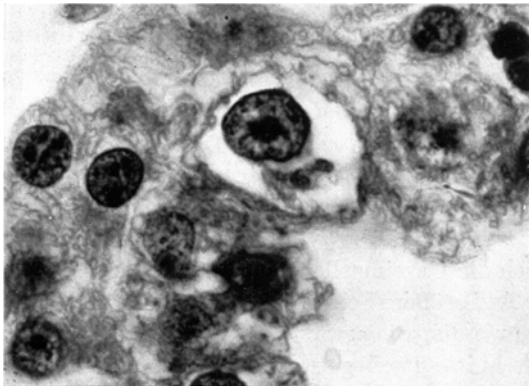


Abb. 4. Embryo Bi 25, etwa 0,8 mm, ohne Urwirbel, Urkeimzelle im entodermalen Epithel des Dottersackes.

**Bi 25, etwa 0,8 mm gr. L.,  
ohne Urwirbel, Sammlung  
Florian (Abb. 4).**

Der vortrefflich erhaltene und gefärbte Embryo Bi 25 ist in schräger Richtung geschnitten. Genaue Angaben über seine größte Länge können noch nicht gemacht werden, da graphische Rekonstruktionen des Embryo bisher nicht angefertigt wurden.

FLORIAN schätzt die größte Länge dieses Embryo, welche eine frühe Entwicklungsstufe des Kopffortsatzes erkennen läßt, auf etwa 800  $\mu$ . Bei diesem



Embryo wurden insgesamt 19 Urkeimzellen gezählt, welche in der Wand des Dottersackes nahe der Abgangsstelle des Diverticulum allanto-entericum liegen. Die Abb. 4 gibt eine dieser Urkeimzellen wieder. In der Abbildung ist die Sphäre dieser Zelle deutlich sichtbar. Von den Urkeimzellen des Embryo befinden sich zwei in Karyokinese.

#### Embryo Cs, 1,6 mm gr. L., 4 Urwirbel (Abb. 5).

Der Embryo ist annähernd sagittal geschnitten; wie aus den plastischen Rekonstruktionen dieses Embryo hervorgeht, schließt die Schnittebene mit der Sagittalebene einen Winkel von 10—15° ein, und zwar öffnet sich dieser Winkel nach links und kranial. Die Erhaltung des Embryo ist vortrefflich. Die Färbung mit Heidenhains Hämatoxylin ist sehr zart. Für viele Zwecke, z. B. für die Untersuchung des Primitivknotens und des Primitivstreifens ist diese schwache Färbung sehr geeignet. Die genaue Untersuchung der Urkeimzellen ist jedoch an kräftig gefärbten Präparaten leichter durchführbar. Insbesondere die Sphäre und ihre Inhaltsgebilde, sowie die Zellgrenzen treten bei starker Färbung weit besser hervor.

Einige Befunde an diesem Embryo sind früher veröffentlicht worden (POLITZER 1930). Der Kopf und das caudale Körperende des Embryo sind bereits gegen den Mittelteil des Embryo abgeknickt, während die Achse

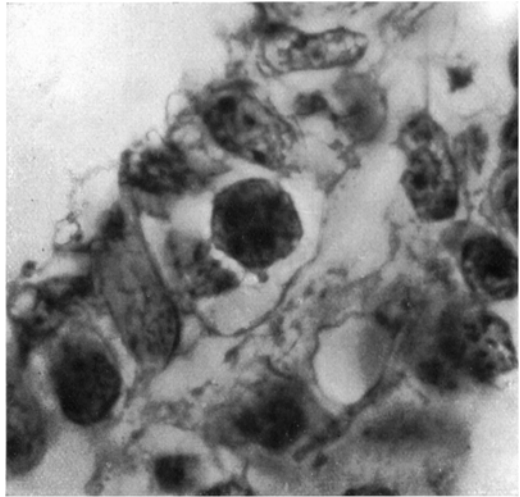


Abb. 5. Embryo Cs, 1,6 mm gr. L., 4 Urwirbelpaare. Urkeimzelle in der Wand des caudalen Abschnittes des Dottersackes ventral von der Abgangsstelle der Allantois (351). Vergr. 1570:1.

des Medullarrohres bei dem etwa gleichalten Embryo A mit 4 Urwirbelpaaren gestreckt verläuft (STERNBERG 1927). Die Medullaranlage weist eine noch sehr seichte Medullarrinne auf. Vorderdarm und Hinterdarm sind in Form kurzer, flacher Buchten angelegt. Das mesodermale Feld ist schmal und im Gegensatze zu dem Verhalten bei dem Embryo A bereits ventralwärts gerichtet (POLITZER-STERNBERG 1930). Es sind 4 Urwirbelpaare vorhanden, das kraniale und das caudale unsegmentierte Mesoderm ist gegen diese 4 Urwirbelpaare deutlich abgegrenzt. Die genaue Beschreibung der Herzanlage dieses Embryo wird WIRTINGER veröffentlichen; Angaben über das Verhalten des Primitivknotens und des Primitivstreifens dieses Embryo finden sich bei POLITZER (1930).

Der Embryo besitzt mindestens 37 Urkeimzellen. Infolge der schwachen Färbung des Embryo ist es jedoch möglich, daß einige Urkeimzellen übersehen wurden. Die Urkeimzellen liegen durchwegs im Entoderm, und zwar in der Nähe der Abgangsstelle der Allantois. Die Allantois selbst enthält keine Urkeimzellen. Karyokinesen wurden in den Urkeimzellen nicht gefunden. Eine ventral von der

Abgangsstelle der Allantois im entodermalen Epithel des Dottersackes gelegene Urkeimzelle ist in der Abb. 5 wiedergegeben. Die Zelle ist kugelförmig, sie reicht nicht bis an die freie Oberfläche des Epithels; die Sphäre und ihre körnigen Einlagerungen sind in der Abbildung gut sichtbar.

**Embryo Ct, 2,2 mm, 7 Urwirbel (Abb. 6).**

Der Embryo Ct wurde bereits ausführlich beschrieben (POLITZER 1930). Er ist vortrefflich erhalten und gut gefärbt. Bei der technischen Verarbeitung des Embryo ist jedoch der Dottersack mit einem Teil des Darmentoderms ab-

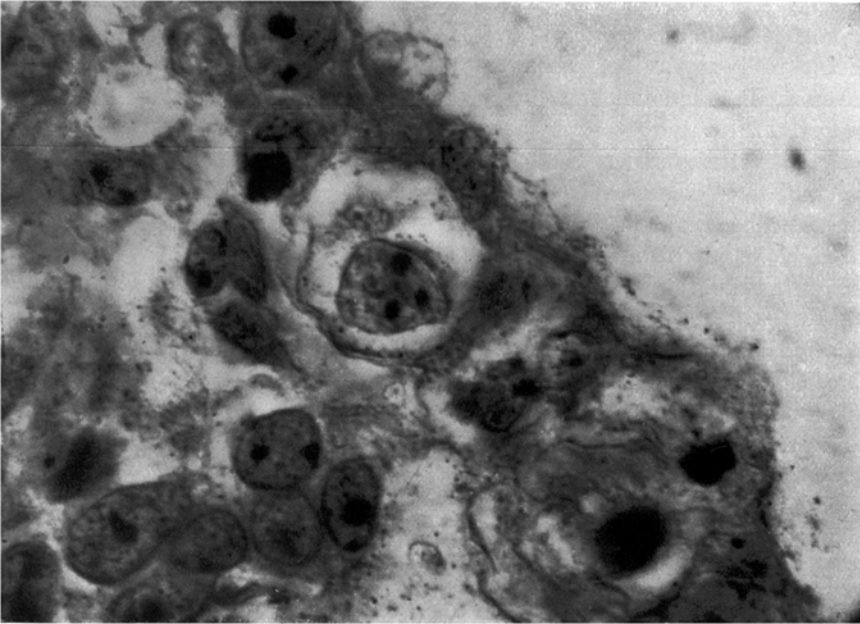


Abb. 6. Embryo Ct, 2,2 mm gr. L. 7 Urwirbelpaare. Urkeimzelle in der Wand der Kloake (1812). Vergr. 1570:1.

gerissen, so daß eine genaue Angabe der Zahl der Urkeimzellen nicht möglich ist. Es wurden insgesamt 30 Urkeimzellen gezählt, welche durchwegs im Entoderm der Kloake nahe der Abgangsstelle der Allantois gelegen sind. In der Allantois selbst sind keine Urkeimzellen nachweisbar. Karyokinesen in Urkeimzellen konnten nicht festgestellt werden. Die Abb. 6 gibt eine Urkeimzelle aus dem Epithel der Kloake wieder. Die Zelle liegt ein wenig dorsal von der flachen Längsfurche, welche den ventralen und den dorsalen Teil der Kloake voneinander trennt (vgl. POLITZER 1928b).

**Embryo B, 4,2 mm, 18 Urwirbel (Abb. 7).**

Auch der Embryo B wurde bereits ausführlich beschrieben (POLITZER 1928a). Der Embryo ist gut erhalten und kräftig gefärbt. Die Struktur der Kerne und die Eigenschaften der Sphäre treten in den Urkeimzellen deutlich hervor. Die

Zellform hingegen ist weniger gut erhalten, indem vermutlich eine geringe Quellung der Gewebe stattgefunden hat. Die Urkeimzellen finden sich vor allem im Entoderm des caudalen, konisch verjüngten Abschnittes des Dottersackes, zum Teil auch im kranialen Bereiche der Kloake, in der Nähe der Abgangsstelle der Allantois. 151 Urkeimzellen liegen im entodermalen Epithel des Hinterdarmes und der Kloake. Im mittleren und im kranialen Teile des die Urkeimzellen beherbergenden Abschnittes des Embryo sind jedoch auch einige Urkeimzellen in dem den Darm umgebenden embryonalen Bindegewebe nachweisbar. Diese Zellen liegen jedoch in unmittelbarer Nachbarschaft des Entoderm. Zwei im Entoderm gelegene Urkeimzellen befinden sich in Mitose. Bei einer dritten, in Teilung begriffenen Zelle kann ich nicht mit voller Sicherheit entscheiden, ob es sich um eine Urkeimzelle oder um eine entodermale Epithelzelle handelt. An einer Zelle ist ein von dem Entoderm in das Mesenchym vordringender Fortsatz nachweisbar, ein Befund, welcher uns bei dem als nächsten zu schildernden Embryo Bs noch beschäftigen wird.

Die Abb. 7 gibt zwei im Entoderm liegende Urkeimzellen wieder. An der linken ist eine Sphäre zu sehen, in welche mehrere kleine, dunkelgefärbte Körnchen in Form einer Platte eingelagert sind. Diese Centriolenplatte liegt, so wie dies für Urkeimzellen typisch ist, in einer Ebene, welche auf der durch den Kern und Sphärenmittelpunkt gelegten Geraden senkrecht steht. Die Kerne beider Zellen besitzen einen gegen die Sphäre gerichteten konischen Fortsatz. In der rechten Zelle befindet sich in der linken unteren Ecke gleichfalls eine Centriolenplatte, welche jedoch fast parallel zur Schnittebene gestellt ist. Der gegen diese Sphäre gerichtete Fortsatz des Kernes liegt in einem anderen optischen Querschnitt als das Lichtbild und ist daher in der Abbildung nicht sichtbar.

Zusammenfassend kann über den Befund bei diesem Embryo B berichtet werden, daß 151 im Entoderm des caudalen Dottersackabschnittes und im kranialen Bereiche der Kloake gelegene Urkeimzellen vorhanden sind. Einige Urkeimzellen liegen in unmittelbarer Nachbarschaft des Entoderm im embryonalen Bindegewebe.

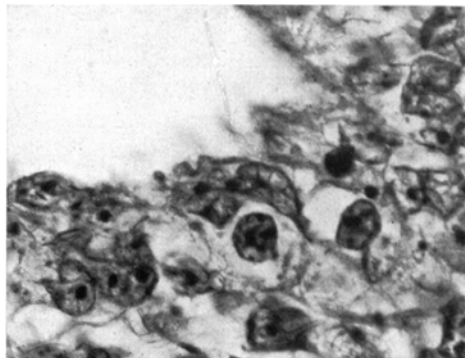


Abb. 7. Embryo B, 4,2 mm. 18 Urwirbelpaare. 2 Urkeimzellen in der Wand des Hinterdarmes (2526). Vergr. 800:1.

#### Embryo Bs, 4 mm, 26—27 Urwirbelpaare (Abb. 8, 9).

Die die Urkeimzellen betreffenden Befunde bei dem Embryo Bs wurden bereits veröffentlicht (POLITZER 1928b). Der Embryo ist vortrefflich erhalten und mit Heidenhains Hämatoxylin und Eosin kräftig gefärbt. Er enthält 586 Urkeimzellen, von welchen 256 im Entoderm, 330 im Mesoderm liegen. Die im Entoderm befindlichen Urkeimzellen liegen in der Wand des Hinterdarmes, und zwar vorwiegend in dem von der hinteren Darmforte bis zu der Abgangs-

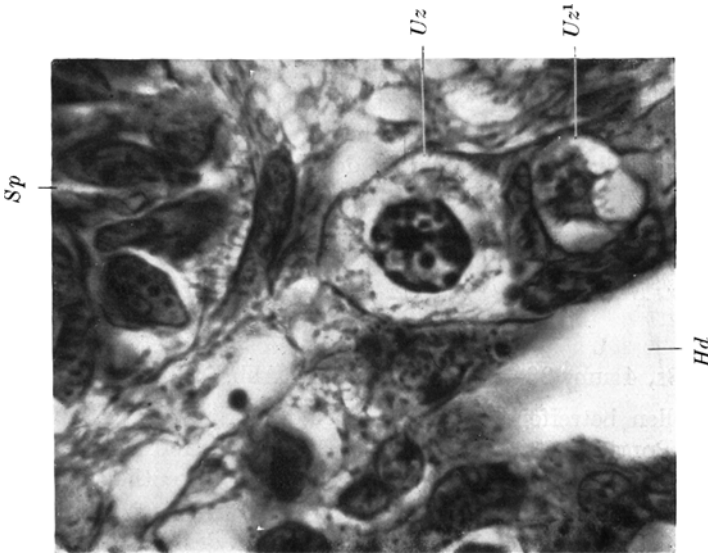
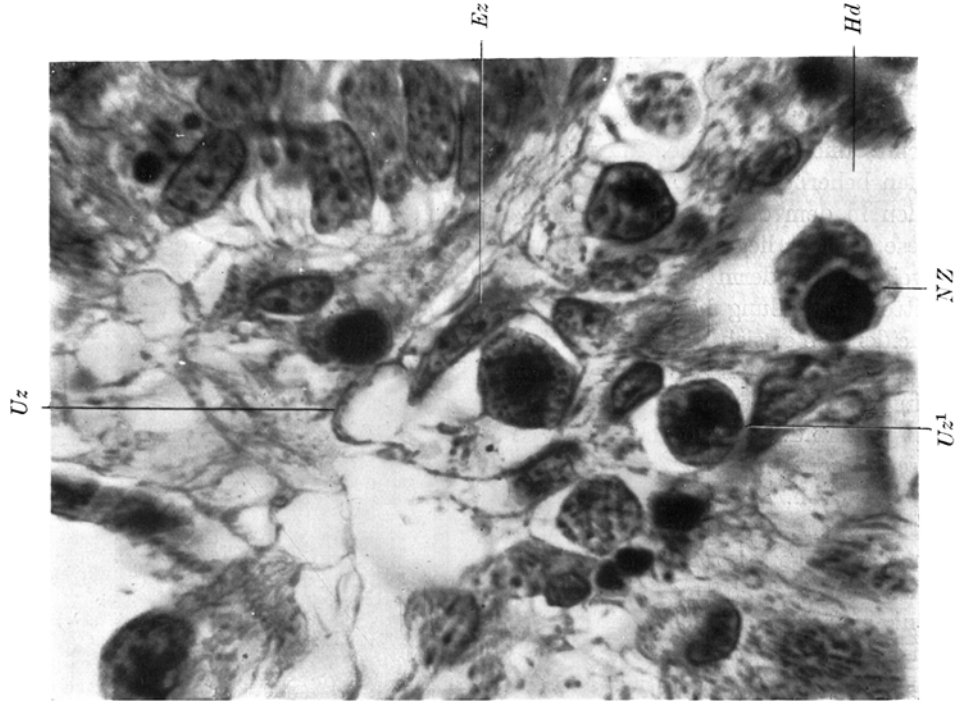


Abb. 8. Embryo Bs, 4 mm gr. L. 26-27 Urvirbelpaare. Schnitt durch die Wand des Hinterdarmes (*Hd*). *Sp* = Splanchnopleura; *Uz* = Prophase in einer Urgeschlechtszelle; *Uz*<sup>1</sup> = Flachschnitt durch eine Urgeschlechtszelle (2511). Vergr. 1700:1.

Abb. 9. Embryo Bs, 4 mm gr. L. 26-27 Urvirbelpaare. Schnitt durch die Wand des Hinterdarmes (*Hd*). *Uz* = „wandernde“ Urgeschlechtszelle; *Ez* = Epithelzelle; *Uz*<sup>1</sup> = Urgeschlechtszelle; *NZ* = im Untergang befindliche (?) Zelle in der Lichtung des Hinterdarmes (2457). Vergr. 1700:1.

stelle der Allantois reichenden Abschnitte. Nur 23 Urkeimzellen befinden sich im dorso-kranialen Teile der Kloakenwand. Die im Mesoderm befindlichen Urkeimzellen liegen in dem den Darm umgebenden Mesenchym, ferner nahe dem medialen Grenzgraben der Urogenitalfalte und im medialen Abschnitte der Urogenitalfalte selbst. Im caudalen Teile dieses die Urkeimzellen enthaltenden Abschnittes des Embryo liegen die Urkeimzellen vorwiegend im Darmepithel, somit im Entoderm, im kranialen nahezu ausschließlich in dem das Darmrohr umgebenden embryonalen Bindegewebe, im dorsalen Darmgekröse und in der Urogenitalfalte, also im Mesoderm. Im mittleren Abschnitte finden sie sich sowohl im Darmepithel als auch im embryonalen Bindegewebe.

Einige Einzelheiten über die Beschaffenheit der Zellen sollen an der Hand der Abb. 8 und 9 beschrieben werden. In der Abb. 8 ist eine Zelle in Karyokinese wiedergegeben, welche durch ihre Größe auffällt. Im Gegensatz zu den Darmepithelzellen in Mitose erreicht sie die freie Oberfläche nicht. Es handelt sich höchstwahrscheinlich um die Prophase einer Urgeschlechtszelle. In der Abb. 9 ist eine Urkeimzelle dargestellt, welche einen Fortsatz in das das Darmepithel umgebende embryonale Bindegewebe entsendet. Der Kern besitzt einen kurzen spitzen Fortsatz, welcher gegen die deutlich sichtbare Sphäre gerichtet ist. In die Sphäre sind zahlreiche kleine mit Hämatoxylin dunkelgefärbte Körnchen eingelagert. Die Sphäre liegt an der gegen das Mesenchym gerichteten Seite des Kernes. Diese Fortsätze, welche man auch an anderen Urkeimzellen feststellen kann, fassen wir, wie später erörtert werden wird, als Ausdruck der beginnenden Auswanderung der Urkeimzellen aus dem Entoderm in das umgebende embryonale Bindegewebe auf.

#### Embryo Fu, 4,5 mm, 28—29 Urvirbelpaare (Abb. 10—12).

Der Embryo Fu ist vortrefflich erhalten, teils mit Heidenhains Hämatoxylin-Eosin, teils mit Hämalaun-Eosin kräftig gefärbt. Die Zahl der Urkeimzellen und ihre Anordnung entspricht nahezu vollkommen den bei dem Embryo Bs beschriebenen Verhältnissen. Insbesondere sei darauf hingewiesen, daß die Urkeimzellen auch bei diesem Embryo in dem kranialen Teile des die Urkeimzellen beherbergenden Abschnittes des Embryo nahezu ausschließlich im Mesoderm, caudal dagegen im Entoderm gelegen sind, während sie in dem mittleren Bereiche auf das Entoderm und Mesoderm verteilt sind. Im Mesoderm liegen sie vorwiegend bereits nahe dem medialen Grenzgraben der Urogenitalfalte und im medialen Abschnitte der Urogenitalfalte selbst, einige auch in dem das Darmrohr umgebenden embryonalen Bindegewebe.

Über die zwischen der Wanderungsrichtung der Zellen und der Lage der Sphäre bestehende Beziehung sollen die Abb. 10—12 Aufschluß geben. In der Abb. 10 ist ein Teil des Cölomepithels und des das Darmrohr umgebenden embryonalen Bindegewebes in der Höhe der dorsalen Wand des Hinterdarmes wiedergegeben. Die Abbildung ist — wie auch die folgenden Bilder — so gestellt, daß die Dorsalseite des Embryo dem oberen, die Ventralseite des Embryo dem unteren Bildrand entspricht. Dicht unter dem Cölomepithel liegt eine längliche Urkeimzelle, welche einen kleinen Protoplasmafortsatz nach oben und rechts aussendet. Die Sphäre liegt an der Dorsalseite des Kernes. Sie liegt somit an

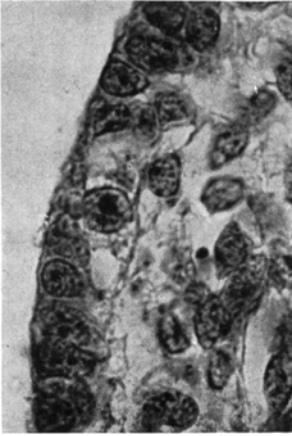


Abb. 10. Embryo Fu, 4,5 mm gr. L. 28-29 Urwirbelpaare. Urkeimzelle in der Wand des Cöloms, etwa in der Höhe der dorsalen Wand des Hinterdarmes (7410). Vergr. 800 : 1.

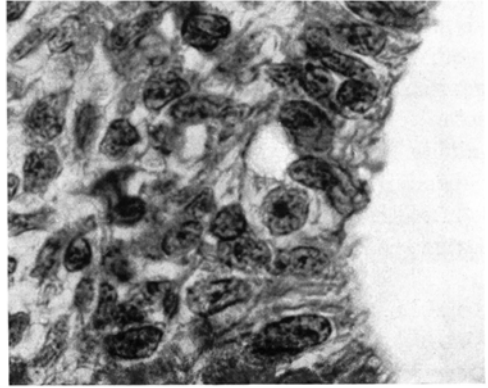


Abb. 11. Embryo Fu, 4,5 mm gr. L. 28-29 Urwirbelpaare. Auswandernde Epithelzelle in der Wand des Hinterdarmes (886). Vergr. 800 : 1.

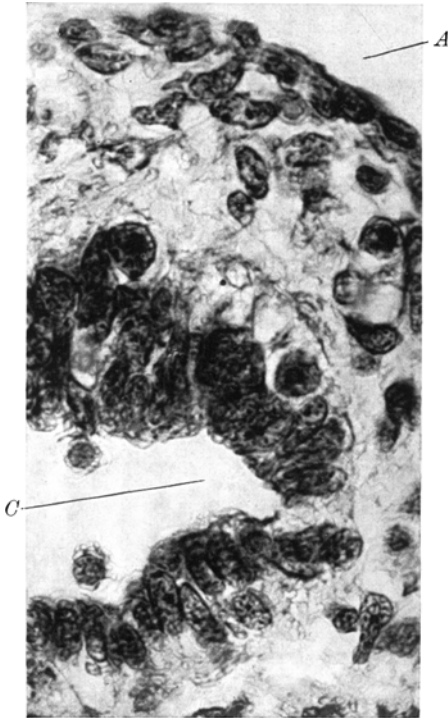


Abb. 12. Embryo Fu, 4,5 mm gr. L. 28-29 Urwirbelpaare. Urkeimzelle in dem Engpasse zwischen Aorta (A) und medialem Grenzgraben der Urogenitalfalte (C) (8310). Vergr. 800 : 1.

jener Seite des Kernes, welche gegen das Ziel der angenommenen Wanderung also gegen die Urogenitalfalte gerichtet ist. Die Abb. 11 stellt einen Schnitt durch die Wand des Hinterdarmes dar. Im Darmepithel liegt eine Urkeimzelle, welche dorsolateralwärts (also in die Wanderungsrichtung) einen Fortsatz in das Mesenchym entsendet. Die Sphäre liegt zwischen dem Fortsatz und dem Kerne der Zelle, also wieder an der der Urogenitalfalte zugekehrten Seite des Kernes. In der Abb. 12 ist bei A die Wand der Aorta, bei C der mediale Grenzgraben der Urogenitalfalte wiedergegeben. In dem schmalen, von embryonalem Bindegewebe ausgefüllten Engpasse zwischen Cölo- und Aorta ist eine dem Cöloepithel angeschmiegte Urkeimzelle sichtbar, welche einen dorso-lateralwärts, also gegen die Urogenitalfalte zu, gerichteten Fortsatz besitzt. Die Sphäre liegt wieder zwischen diesem Fortsatz und dem Kerne.

Zusammenfassend kann über die Embryonen Bs und Fu ausgesagt werden, daß die *Urkeimzellen bei ihnen teils im Entoderm, teils im Mesoderm liegen*. Im

*caudalen Abschnitte* des die Urkeimzellen beherbergenden Teiles des Embryo liegen die Zellen *vorwiegend im Entoderm, im kranialen Teile vorwiegend im Mesoderm*. An jenen Urkeimzellen, deren Wanderungsrichtung klar zutage tritt, also an den das Darmrohr verlassenden Zellen, an den dem Cölomepithel angeschmiegtten Zellen, sowie an den den Engpaß zwischen Cölom und Aorta durchwandernden Zellen läßt sich ausnahmslos feststellen, daß *die Sphäre an der dem Wanderungsziele, d. i. der Urogenitalfalte, zugekehrten Seite des Kernes liegt*.

#### Embryo Dh, 4 mm, 30 Urvirbelpaare (Abb. 13).

Der Embryo Dh ist sehr gut erhalten und sehr kräftig mit Heidenhains Hämatoxylin und Eosin gefärbt. Die an der Hand der Abb. 7 geschilderten Einzelheiten über die Anordnung der Centriolen in der Sphäre sind an den Urkeimzellen des Embryo Dh leicht feststellbar. Die Lage der Urkeimzellen entspricht jener der Embryonen Bs und Fu. Die Abb. 13 gibt einen Schnitt durch einen Teil des Mesenterium dorsale des Hinterdarmes wieder. Dicht unter dem Cölomepithel befindet sich eine Urkeimzelle, deren Centriolenplatte sichtbar ist. Die Abbildung zeigt den deutlichen Unterschied in der Beschaffenheit des Kernes der Urkeimzelle (*U*), der Kerne der Zellen des embryonalen Bindegewebes (*M*), des Cölomepithels (*C*) und der Kerne der Blutzellen (*B*) in den Mesenterialgefäßen.

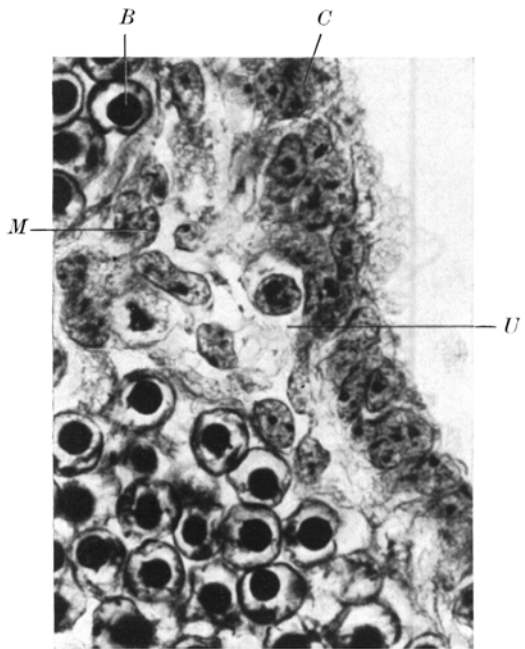


Abb. 13. Embryo Dh, 4 mm. 30 Urvirbelpaare. Schnitt durch das Mesenterium dorsale. *B* = Blutzelle; *C* = Cölom; *M* = embryonales Bindegewebe; *U* = Urogenitalzelle (5812). Vergr. 800:1.

#### Embryo Ea, 5 mm (Abb. 14, 15).

Der Embryo Ea ist vortrefflich erhalten und gut gefärbt. Die Urkeimzellen liegen zum größten Teile in der Gekrösewurzel des caudalen Schenkels der Nabelschleife und in dem medialen Abschnitte der Urogenitalfalte. 108 Urkeimzellen, das ist nur ein kleiner Bruchteil der Gesamtzahl, liegen noch im Entoderm. Sie befinden sich in dem caudal von dem Dottergange gelegenen Abschnitte des Darmrohres. Die Kloake hingegen enthält keine Urkeimzellen.

Die Abb. 14 gibt einen Schnitt durch die Wand des Hinterdarmes wieder. Im Bilde ist die Darmwand (*H*), das sie umgebende Bindegewebe (*M*) und die Cölomwand (*C*) sichtbar. Im Entoderm liegt eine große blasige Zelle, welche einen Kern mit vergrößerter Chromatinstruktur enthält. Vermutlich handelt es sich um eine im frühesten Beginne der Prophase befindliche Urkeimzelle; die stark in die Quere gestreckte Sphäre liegt an der im Bilde unteren Seite

des Kernes. Eine zweite Urkeimzelle befindet sich im Mesenchym. Sie besitzt einen dorsalwärts (also in die Wanderungsrichtung) gerichteten Fortsatz. Die Sphäre liegt zwischen diesem Fortsatz und dem Kern, somit wieder an der der Urogenitalfalte zugekehrten Seite des Kernes.

Die Abb. 15 gibt einen Schnitt durch die Übergangsstelle des Darmepithels in das Epithel des Dotterganges wieder. Die beiden Epithelien sind verschiedenartig und grenzen am Darmnabel unvermittelt aneinander (FISCHEL 1929, S. 284,

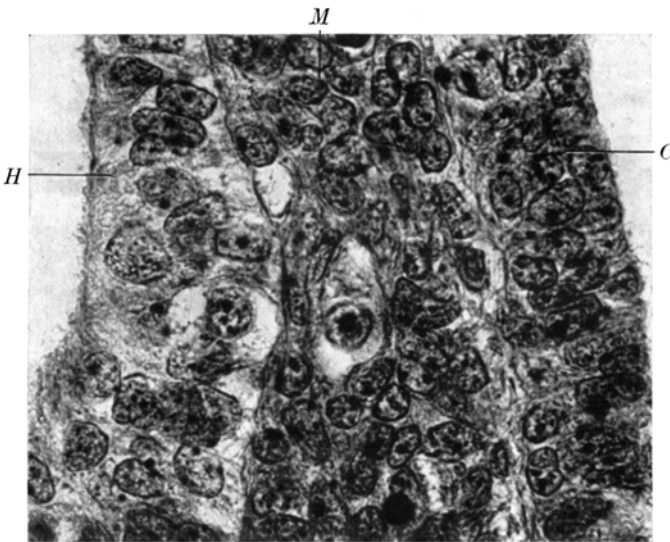


Abb. 14. Embryo Ea, 5 mm. Schnitt durch die Wand des Hinterdarmes (*H*), durch das sie umgebende embryonale Bindegewebe (*M*) und durch die Cöliomwand (*C*). Im Hinterdarm eine Urkeimzelle in Prophase, im Mesenchym eine wandernde Urkeimzelle (2412). Vergr. 800:1.

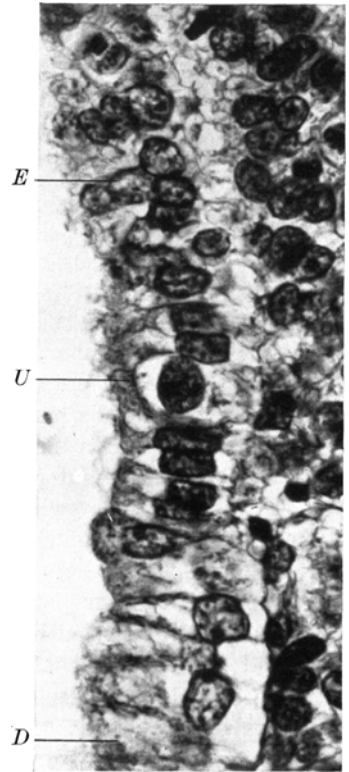


Abb. 15. Embryo Ea, 5 mm gr. L. Schnitt durch den Darmnabel. *E* = Darmentoderm; *D* = Dottersackentoderm; *U* = Urkeimzelle (2145). Vergr. 800:1.

Abb. 235). Im Bilde oben ist das Darmepithel, im Bilde unten das Epithel des Dotterganges sichtbar. Etwa an der Grenze liegt eine Urkeimzelle, welche sich deutlich sowohl von den Epithelzellen des Darmes als auch von denen des Dotterganges unterscheidet.

### Embryo I, 6 mm.

Der Embryo I, dessen Fehlbildung des Gehirnes und Dotterstieles von BERGEL beschrieben wurde, ist ausgezeichnet erhalten und gefärbt. Die Urkeimzellen befinden sich zum größten Teile im medialen Gebiete der Urogenitalfalte. Nur 27 Urkeimzellen liegen im Darmepithel, und zwar im caudalen Schenkel der Nabelschleife. Eine dieser Zellen ist in Teilung begriffen.



**Embryo Bb, 6,5 mm (Abb. 16).**

Der Embryo ist vorzüglich erhalten und stark mit Heidenhains Hämatoxylin gefärbt. Leider kann ein Tragglas mit Immersionslinsen nicht untersucht werden. Demgemäß sind die zahlenmäßigen Ermittlungen bei diesem Embryo keine genauen.

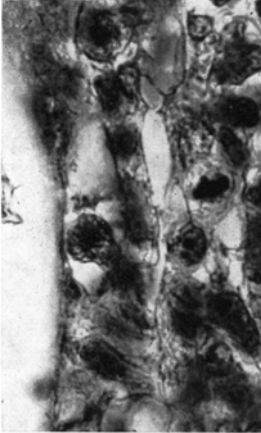


Abb. 16. Embryo Bb, 6,5 mm gr. L. Schnitt durch die Wand des caudalen Schenkels der Nabelschleife. Intraepithelial wandernde (?) Urkeimzelle (723). Vergr. 800 : 1.

Die Urkeimzellen liegen vorwiegend im medialen Abschnitte der Urogenitalfalte, nur 11 Zellen wurden im Entoderm, und zwar im Epithel des caudalen Schenkels der Nabelschleife, gefunden.

Die Abb. 14 gibt eine dieser im Darmepithel gelegenen Urkeimzellen wieder. Die Zelle besitzt einen dorsalwärts gerichteten Fortsatz, welcher sich zwischen die Nachbarzellen einschiebt. Dicht oberhalb der Sphäre ist dieser Fortsatz in der zum optischen Querschnitt senkrechten Richtung stark eingeschnürt, ein Befund, welcher

in der Abbildung nicht wiedergegeben werden konnte. Auch in dieser Zelle liegt die Sphäre zwischen

dem Fortsatze und zwischen dem Kern. Es scheint sich um die intra-epitheliale Wanderung einer Urkeimzelle zu handeln.

**Embryo K, 7 mm (Abb. 17).**

Der Embryo K ist vortrefflich erhalten und mit Heidenhains Hämatoxylin kräftig gefärbt. 67 Urkeimzellen liegen im Darmepithel, von diesen sind 2 in Teilung begriffen. Die überwiegende Mehrzahl der Urkeimzellen liegt im medianen Abschnitte der Urogenitalfalte. Die dichte Lagerung der Urkeimzellen in diesem Gebiete des Embryo wird durch die Abb. 17 veranschaulicht, welche einen Flachschnitt durch die Anlage der Gonade wiedergibt. In diesem Schnitte sind 22 Urkeimzellen sichtbar.

**Embryo Cx, 7 mm.**

Auch bei diesem Embryo befindet sich die überwiegende Mehrzahl der Urkeimzellen bereits in der Keimdrüse. Nur

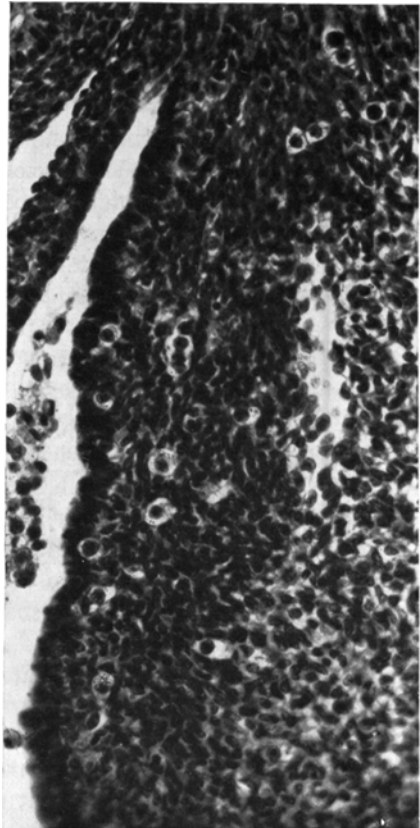


Abb. 17. Embryo K, 7 mm gr. L. Flachschnitt über die Keimdrüsenanlage. Zahlreiche Urkeimzellen (1832). Vergr. 255 : 1.

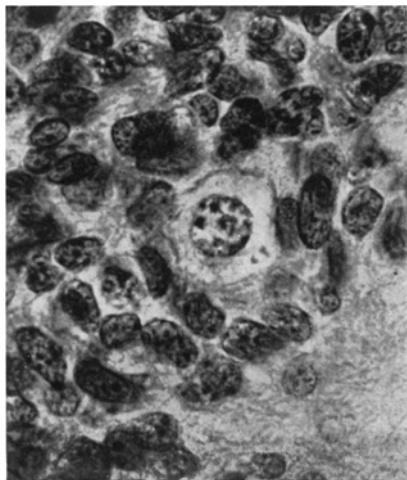


Abb. 18. Embryo Et, 8 mm gr. L. Prophase in einer Urkeimzelle in der Wand des caudalen Schenkels der Nabelschleife (2533). Vergr. 800 : 1.

13 Zellen liegen im Darmepithel, und zwar im caudalen Schenkel der Nabelschleife.

#### Embryo Cn, 7,5 mm.

Bei diesem Embryo konnte trotz 2 maliger gründlicher Durchsicht sämtlicher Schnitte mit Immersionslinsen keine einzige Urkeimzelle im Darmepithel nachgewiesen werden.

#### Embryo Et, 8 mm (Abb. 18).

Bei diesem Embryo sind 15 Urkeimzellen im Darmepithel nachweisbar, von denen eine (Abb. 18) in Teilung begriffen ist.

#### Embryo Fd, 8,5 mm.

Dieser Embryo enthält nur 5 Urkeimzellen im Darmepithel, und zwar in der Umgebung der Anlage des Coecum.

### 4. Besprechung der Ergebnisse.

#### Namengebung.

DANTSCHAKOFF, BERENBERG-GOSSLER und STIEVE bezeichnen die Urkeimzellen als entodermale Wanderzellen. Gegen diese Bezeichnung haben sich POLITZER und FISCHEL ausgesprochen. „STIEVE glaubt durch den Ausdruck ‚entodermale Wanderzellen‘ eine möglichst hypothesenfreie Ausdrucksweise zu gewinnen, ohne zu beachten, daß damit die Annahme verknüpft ist, daß die fraglichen Zellen dem Entoderm entstammen. Tatsächlich sind bisher Übergangsstadien von Darmepithelzellen in Urkeimzellen beim Menschen nicht beschrieben worden; sie fehlen zumindest in dem von mir untersuchten Stadium bestimmt. Auch sind die Urgeschlechtszellen dem epithelialen Verbande der Darmzellen nicht eingegliedert. Während nämlich die Centriolen in Epithelien, wie dies bereits HEIDENHAIN nachgewiesen hat, an der dem Lumen zugekehrten Seite der Zelle liegen, sind die durch die Sphäre besonders kenntlichen Centriolen der Urgeschlechtszellen in verschiedenen Zellen verschieden angeordnet. Während die in Teilung befindlichen Epithelzellen an die Lichtung des Darmrohres herandrücken, ja selbst die Oberfläche vorwölben, ist ein solches Verhalten in den Urgeschlechtszellen nicht nachweisbar. Auch nehmen die Urkeimzellen an der Bildung des bei unserem Embryo gut sichtbaren Schlußleistennetzes des Epithels nicht teil. Die Urgeschlechtszellen sind also dem Epithelverbande nicht eingefügt“ (POLITZER 1928 b).

H. O. NEUMANN hat jüngst den Namen „große blasige Embryonalzellen“ vorgeschlagen, welchen auch STIEVE in seinem Handbuchbeitrag verwendet. Diese Bezeichnung ist ungeeignet, da es auch andere große blasige Embryonalzellen, wie z. B. die Chordazellen oder die Zellen der Blutinseln gibt, welche von den Urkeimzellen leicht unterschieden werden können. Die Bezeichnung „große blasige Embryonalzellen“ ist somit vieldeutig und demnach unbrauchbar.

Den Namen Urkeimzellen oder Urgeschlechtszellen liegt die Annahme einer Beziehung dieser Zellen zu den Geschlechtszellen der Keimdrüsen zugrunde. Wir hoffen, in der Folge beweisen zu können, daß diese Annahme wohlbegründet ist und daß demnach der Verwendung dieser Namen für die beschriebenen Zellen kein Hindernis im Wege steht.

### Beschaffenheit der Urkeimzellen.

Die Urkeimzellen besitzen die Form einer Kugel oder eines Längsellipsoides. Die Kerne sind rund, häufig besitzen sie an der der Sphäre zugekehrten Seite einen kurzen, spitzen Fortsatz. Die Kerne zeigen eine sehr feine Netzstruktur. Sie enthalten 1—2 Nucleolen. Das Plasma ist mit Eosin sehr schwach gefärbt, wodurch sich die Urkeimzellen mühelos von Blutzellen unterscheiden lassen. Im Cytoplasma liegt ein sphärenähnliches Gebilde, in welches mehrere kleinere, mit Hämatoxylin dunkel gefärbte Körnchen eingelagert sind. Vermutlich handelt es sich um Centriolen. Diese Körnchen bilden eine Platte, welche auf der dem Mittelpunkt des Kernes und der Sphäre verbindenden Geraden senkrecht steht, die Centriolenplatte der Sphäre. In den runden Urgeschlechtszellen liegt der Kern in der Zellmitte; in den ellipsoidischen ein wenig exzentrisch in der Längsachse der Zelle.

Gegen diese Deutung der sphärenähnlichen Bildung im Zelleibe der Urgeschlechtszellen als Sphäre hat BERENBERG-GOSSLER (1912, 1914) eingewendet, daß diese „Sphäre“ keine echte Sphäre sei, sondern nur eine „Laune des Heidenhainschen Hämatoxylins“. Nun ist es klar, daß der einzige Beweis für die Richtigkeit unserer Annahme, daß es sich um eine Sphäre handelt, nur durch das Verhalten dieses Gebildes während der Karyokinese erbracht werden könnte. Gerade dieser Beweis ist jedoch infolge des Umstandes, daß Karyokinesen in Urkeimzellen zwar vorkommen, jedoch selten sind, ferner daß die späteren Stadien der Karyokinese der Urkeimzellen von anderen Karyokinesen kaum unterschieden werden können, noch nicht erbracht worden. Nichtsdestoweniger ist der Ausspruch BERENBERG-GOSSLERS unzutreffend. Das von uns als Sphäre bezeichnete Gebilde ist in jeder Urkeimzelle vorhanden. Mitunter glaubt man eine Urkeimzelle ohne Sphäre vor sich zu haben. Untersucht man jedoch — gegebenenfalls mit Hilfe graphischer Rekonstruktionen — die der Urkeimzelle entsprechende Stelle auf den Nachbarschnitten, dann findet man stets die die Sphäre beherbergende Protoplasmakalotte der betreffenden Zelle.

### Karyokinesen in Urkeimzellen.

Die Urkeimzellen teilen sich mitotisch. Die Prophasen in den Urkeimzellen lassen sich von den Prophasen in den Epithelzellen des Darm- und Dottersackepithels leicht unterscheiden. Sie sind größer, liegen in der Tiefe des Epithels und zeigen manchmal deutliche Reste der Sphäre. Hingegen können die späteren Phasen der Karyokinesen der Urkeimzellen von anderen Mitosen nicht mit Sicherheit unterschieden werden. Die Mitosen in Urkeimzellen sind selten. Mehr als 3 Prophasen in Urkeimzellen konnte ich bei keinem meiner Embryonen finden. Diese Seltenheit der Mitosen erklärt es auch, warum Untersucher, denen nur eine geringe Zahl von Keimlingen zur Verfügung stand, das Vorkommen von

Karyokinesen gezeugnet haben (STIEVE 1927). Tatsächlich entspricht aber die Zahl der Mitosen in den Urkeimzellen der nach folgenden Gesichtspunkten durchgeführten Berechnung. Bei einem Embryo mit 0,6 mm gr. L. (Bi 24) sind etwa 40 Urkeimzellen vorhanden, bei dem Embryo Bs mit 26—27 Urwirbelpaaren und 4 mm gr. L. finden sich etwa 600 Urkeimzellen. Die Zeitspanne zwischen dem Alter dieser beiden Embryonen beträgt wahrscheinlich 10 Tage. Die Zahl der Urkeimzellen ist demnach innerhalb dieser Zeit von 40 auf 600 gestiegen, es müssen somit 560 Karyokinesen<sup>1</sup> stattgefunden haben. Nehmen wir an, daß die Karyokinese bei menschlichen Embryonen 40 Minuten dauere, so ergibt sich, daß sich jeweils  $1\frac{1}{2}$  Zellen in Teilung befinden müssen. Nehmen wir ferner an, daß die Prophase ein Drittel der Zeit der gesamten Karyokinese beansprucht, dann wären in jedem zweiten Embryo eine Urkeimzelle in Teilung, und zwar in Prophase zu erwarten. Das Ergebnis unserer selbstverständlich nur annähernden Berechnung entspricht sehr gut unseren Beobachtungen. Daß bei einigen Embryonen keine einzige, bei anderen sogar 3 Mitosen vorhanden sind, wird durch die seit langem bekannte Tatsache erklärt, daß die Karyokinesen häufig schubweise auftreten.

### Wanderung der Urkeimzellen.

#### a) Statistische Beweise.

Bei den Embryonen Bi 24 und Bi 25 befinden sich die Urkeimzellen im entodermalen Epithel des Dottersackes, und zwar nahe dem Diverticulum allantoentericum. Die Tatsache, daß die Urkeimzellen dieser Embryonen dicht beieinanderliegen, läßt vermuten, daß alle diese Urkeimzellen aus einer oder aus wenigen Stammzellen hervorgegangen sind. Bei dem Embryo Bi I wurde tatsächlich nur eine Zelle gefunden, welche die die Urkeimzellen kennzeichnenden Eigenschaften aufweist. Ob diese Zelle tatsächlich die *Stammzelle* der Urgeschlechtszellen ist, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, da uns andere für die Untersuchung der Urkeimzellen geeignete Embryonen der Altersstufe des Embryo Bi I nicht zur Verfügung stehen, unsere Annahme somit nur auf die Beobachtungen an einem einzigen Embryo dieser Altersstufe gegründet ist.

Bei den Embryonen Bi 24, Bi 25, Cs und Ct liegen alle Urkeimzellen im Entoderm; bei dem Embryo B liegen 151 Urkeimzellen im Darmepithel, einige wenige Zellen befinden sich bereits in dem das Entoderm umgebenden embryonalen Bindegewebe, jedoch in unmittelbarer Nachbarschaft des inneren Keimblattes; bei dem Embryo Bs, Fu und Dh liegen bereits etwas mehr Urkeimzellen im Mesoderm als im Entoderm. Die außerhalb des Entoderms befindlichen Urgeschlechtszellen verteilen sich auf das das Darmrohr umgebende Bindegewebe, auf die Gegend der medialen Grenzrinne und auf den medialen Abschnitt der Urogenitalfalte. Hierbei liegen die Urkeimzellen im kranialen Bereiche des die Urkeimzellen enthaltenden Abschnittes des Embryo vorwiegend im Bereiche des Mesoderm, im caudalen im Bereiche des Entoderm, im mittleren Abschnitte sind sie im Entoderm und im Mesoderm in etwa gleicher Zahl vorhanden. Bei den älteren Embryonen nimmt die Zahl der im Entoderm befindlichen Zellen

<sup>1</sup> Naturgemäß Einzelteilungen, nicht etwa „Teilungsschritte“.

schnell ab. Die Tab. 2 enthält die Zahl der im Entoderm gelegenen Urkeimzellen bei einigen älteren Embryonen unseres Untersuchungsmateriales. Der Zahl der Urkeimzellen bei dem Embryo Bb wurde aus dem auf S. 347 erörterten Gründen ein Fragezeichen beigesetzt.

Tabelle 2.

Name des Embryo	Länge in mm	Zahl der Urkeimzellen im Entoderm	Name des Embryo	Länge in mm	Zahl der Urkeimzellen im Entoderm
Bs . . .	4	256	Cx . . .	7	13
Ea . . .	5	108	Cn . . .	7,5	0
I . . . .	6	27	Et . . .	8	15
Bb . . .	6,5	11 (?)	Fd . . .	8,5	5
K . . . .	7	22			

Diese Abnahme der Zahl der Urkeimzellen im Entoderm geht mit einer starken Zunahme der Zahl der Urkeimzellen in der Gekrösewurzel, vor allem aber im medialen Abschnitte der Urogenitalfalte einher. Die Tatsache, daß die Zahl der Urkeimzellen im Mesoderm zunimmt, während sie im Entoderm abnimmt, läßt nur die Deutung zu, daß *die Urkeimzellen aus dem entodermalen Epithel in die Urogenitalfalte*, also dorthin, wo später die Gonade entsteht, *einwandern*. Wir werden noch einige morphologische Tatsachen besprechen, welche diese Deutung gleichfalls stützen.

Auch nach dem Beginne der Auswanderung der Urkeimzellen aus dem Darmepithel sind einzelne Karyokinesen in den im Entoderm befindlichen Urkeimzellen vorhanden. Sogar von den 15 im Entoderm gelegenen Urkeimzellen des Embryo Et ist eine in Teilung begriffen (Abb. 18).

Die Urkeimzellen liegen ursprünglich in der caudalen Wand des Dottersackes in der Umgebung der Allantois (Bi 24, Bi 25, Cs). Bei älteren Embryonen finden sie sich im Hinterdarm und im kranialen Teile der Kloake vor (B, Bs, Fu, Dh). Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, daß ja der caudale Teil des Dottersackes den Hinterdarm mit der Kloake liefert. Während die Urkeimzellen bei den jüngeren Embryonen Ct, B zum Teil in der Kloake liegen, befinden sich die noch im Entoderm befindlichen Urkeimzellen bei älteren Embryonen im caudalen Schenkel der Nabelschleife (I, Bb, K, Cx, Et, Fd). Dieses Verhalten wird durch die von KERMAUNER und BERENBERG-GOSSLER (1913) an der Hand einiger Fehlbildungen aufgestellte Annahme erklärt, daß die Kloake ursprünglich das Bildungsmaterial der Blase und der primären Urethra einerseits, des Rectum, des Colon und des unteren Ileum andererseits enthalte. Durch die fortschreitende Unterteilung der Kloake werden die ursprünglich in der Kloakenwand befindlichen Urkeimzellen dem caudalen Schenkel der Nabelschleife zugeteilt (vgl. hierzu STERNBERG-POLTZER 1931, POLTZER 1932).

#### b) Morphologische Beweise.

Einige der im Entoderm befindlichen Urkeimzellen (Abb. 9, 11) entsenden kolbenförmige Fortsätze in das embryonale Bindegewebe. Diese Fortsätze sind an jener Stelle, an welcher sie die Basalmembran des Epithels durchsetzen, meist ringförmig eingeschnürt. Diese Urkeimzellen sind vermutlich auf der Wanderung

in das Mesoderm begriffen. Hierfür spricht ferner, daß diese Zellen am häufigsten in jenen Embryonen angetroffen werden (Bs, Fu, Dh, Ea), bei denen schon aus den oben angeführten statistischen Gründen eine rege Auswanderung von Urkeimzellen aus dem Entoderm angenommen werden muß. Bei den in den Abb. 9 und 11 wiedergegebenen Zellen liegt nur ein kleiner Teil der Zellen im Bindegewebe, während sich der große die Sphäre und den Kern enthaltende Zellabschnitt noch im entodermalen Epithel befindet. Andere Zellen liegen bereits fast ganz im embryonalen Bindegewebe und dellen das Darmepithel von der basalen Seite her ein wenig ein. In allen diesen Fällen liegt die Sphäre an der dem Wanderungsziele zugekehrten Seite des Kernes. In seltenen Fällen findet man Zellen von der Art der in der Abb. 16 wiedergegebenen vor. Diese Zellen besitzen einen Fortsatz, welcher zwischen die benachbarten Epithelzellen, parallel zur freien Oberfläche des Epithels vorzudringen scheint. Vielleicht handelt es sich hier um Zellen, welche innerhalb des Epithels wandern.

Es wurde bereits erwähnt, daß in den aus dem Entoderm auswandernden durch die in das Mesoderm vorragenden Fortsätze gekennzeichneten Urkeimzellen eine *typische Stellung der Sphäre* nachweisbar ist. Es soll nunmehr geprüft werden, ob die Sphäre auch in den im Mesoderm wandernden Zellen eine kennzeichnende Lage besitzt. Für diese Prüfung können nur jene im Mesoderm liegenden Urkeimzellen herangezogen werden, welche an ihrem gestreckten Zelleibe erkennen lassen, daß sie in Wanderung begriffen sind. Ferner muß in der betreffenden Zelle die Wanderungsrichtung gegen die Gonade eindeutig bestimmbar sein. Diese Bedingungen sind in jenen wandernden Urkeimzellen erfüllt, welche sich in dem dünnen Bindegewebsmantel zwischen entodermalem Darmepithel und Peritoneum, ferner in dem Engpasse zwischen dem medialen Grenzgraben der Urogenitalfalte und der Aorta befinden. Es lassen sich auch Befunde an jenen Urgeschlechtszellen gut verwerten, welche der basalen Seite des Cölomepithels eng angeschmiegt sind. Nochmals muß aber hervorgehoben werden, daß zu dieser Prüfung nur jene Urkeimzellen verwendet werden dürfen, welche einen gestreckten Zelleib besitzen. *In allen diesen Fällen liegt, wie aus den Abb. 10 bis 12 erkennbar ist, die Sphäre stets der dem Wanderungsziele, d. h. der Urogenitalfalte zugekehrten Seite des Kernes nahe. Im Gegensatz zu dieser Regel ist die Stellung der Sphäre in den Urkeimzellen, die zur Gänze entweder noch im Entoderm oder bereits in der Gonade liegen, anscheinend keine feste.* Daß die Sphäre in wandernden Urkeimzellen typische Lage besitzt, stimmt mit unseren Erfahrungen über die Bedeutung des Zentralapparates gut überein. Wir wissen ja, daß das Centrosoma der geißeltragenden Zellen mit Sicherheit als dynamisches Zentrum der Zelle aufgefaßt werden darf und daß auch an anderen Zellen Beziehungen zwischen dem Cytozentrum und den Bewegungsorganellen nachgewiesen worden sind.

Schon in meiner ersten Mitteilung über die Urkeimzellen des Menschen (1928 b) habe ich darauf hingewiesen, daß, wie dies übrigens schon BERENBERG-GOSSLER (1912, 1914) betonte, nur die im Entoderm und in der Gonade befindlichen Urkeimzellen in Teilung angetroffen werden, während sich die auf der Wanderung befindlichen Urkeimzellen nicht teilen. Zwischen Bewegung und Teilung besteht

anscheinend ein Antagonismus. Hierfür gibt es experimentelle Beweise. Wird in der Hornhaut der Urodelenlarve z. B. durch ultraviolettes Licht (POLITZER-ALBERTI) oder durch Ätzstoffe (KORNFELD) ein Epitheldefekt gesetzt, dann erfolgt vorerst eine Defektdeckung durch aktive Wanderung der benachbarten Epithelzellen; die Teilungsvorgänge werden unterbrochen und setzen erst dann wieder ein, wenn diese Wanderung abgeschlossen ist. Dieser Antagonismus von Wanderung und Teilung stellt nur ein weiteres Beispiel für den allgemein gültigen Satz PETERS dar, daß sich „arbeitende Zellen nicht (mitotisch) teilen“ und daß „sich (mitotisch) teilende Zellen nicht arbeiten“.

Daß es Urkeimzellen gibt, welche ihr Ziel nicht erreichen (abgeirrte — „aberrante“ — Urkeimzellen), die vielmehr unterwegs liegenbleiben, oder gar in Gegenden abirren, in welche sie unter normalen Bedingungen überhaupt nicht gelangen, ist erwiesen. Doch ist dies — unter normalen Umständen — durchaus kein häufiges Vorkommnis<sup>1</sup>. Bei dem Embryo Bs habe ich auch bei neuerlicher Durchsicht der Schnittreihe wie seinerzeit (1928b) keine einzige abgeirrte Urkeimzelle gefunden. Dagegen ist bei dem Embryo Fu eine Urkeimzelle im lateralen Grenzgraben der Urogenitalfalte, bei dem Embryo Ea eine Urgeschlechtszelle im Darmnabel nachweisbar (Abb. 15). Allerdings darf man auch bei der Prüfung dieser Frage nur jene Zellen als Urkeimzellen bezeichnen, welche die oben erwähnten Kennzeichen dieser Zellart besitzen. STIEVE geht hierbei weniger kritisch vor. In der Abb. 13 seines Handbuchbeitrages bildet er eine „große blasige Embryonalzelle“ aus dem Mesenchym des Kopfes des Keimlings „Ilse“, 2,27 mm Scheitel-Steißlänge (!) mit 17—18 Urwirbelpaaren ab, welche sicherlich keine Urkeimzelle, sondern eine jener embryonalen Blutzellen ist, welche im Bereiche des Kopfmesenchym auftreten und von denen angenommen wird, daß sie aus den Mesenchymzellen entstehen. An dieser Deutung der Abb. 13 STIEVES besteht kein Zweifel: der Kern ist viel dunkler, das Protoplasma stärker gefärbt als in den Urkeimzellen.

Auf einige in meiner früheren Arbeit 1928b besprochene Fragen (genitaloide Zellen FELIX, ROTTERS Hypothese zur Entstehung der malignen Geschwülste, palingenetische Auffassung der Keimbahn) wird hier nicht näher eingegangen, da sich an meiner Stellungnahme hierzu nichts geändert hat.

## 5. Die Einwände gegen die Lehre von der Keimbahn, insbesondere die von H. STIEVE.

Unsere Untersuchungen an jungen menschlichen Embryonen haben ergeben, daß bereits bei Embryonen von 0,6 mm Länge im entodermalen Epithel des caudalen Abschnittes des Dottersackes Urkeimzellen vorhanden sind. Diese Urkeimzellen beginnen bei 4 mm langen Embryonen aus der Wand des Hinterdarmes auszuwandern und befinden sich bei Embryonen mit 7 mm gr. L. in ihrer überwiegenden Mehrzahl im medialen Abschnitte der Urogenitalfalte, also an jener Stelle, an welcher die Gonade gebildet wird. Hier schließt die Untersuchung

<sup>1</sup> Auf experimentellem Wege kann eine abnorme Verteilung der Urkeimzellen beim Huhne erzielt werden, wenn die Urogenitalfalte vor Einwanderung der Urkeimzellen zerstört wird (DANTSCHAKOFF).

FISCHELS über die Entwicklung der Keimdrüse beim Menschen an, in welcher auf Grund der Befunde an mehr als 100 Embryonen der Nachweis erbracht wird, daß bei sämtlichen Embryonen von 7 mm gr. L. bis zum Neugeborenen Urkeimzellen bzw. Oo- oder Spermioгонien in der Keimdrüse vorhanden sind.

Während in den meisten neueren Untersuchungen über die Entwicklung der Keimdrüsen bei Wirbeltieren über das Vorkommen einer Keimbahn berichtet wird (Schrifttum bei CELESTINO DA COSTA), haben SIMKINS, HARGITT, STIEVE (1927, 1930), H. O. NEUMANN die Ansicht ausgesprochen, daß die als Urkeimzellen bezeichneten Gebilde nicht, wie die meisten Untersucher meinen, die Stammzellen der Keimzellen sind, sondern vielmehr vergängliche Gebilde von unbekannter Bedeutung darstellen. Die Keimzellen sollen vielmehr nach der Ansicht dieser Forscher aus dem Oberflächenepithel der Keimdrüse, also aus dem Cölomepithel hervorgehen. Wir wollen nunmehr diese Arbeiten daraufhin prüfen, ob in ihnen tatsächlich Beobachtungen enthalten sind, welche in Widerspruch zu unseren Angaben stehen.

Die Arbeit SIMKINS wurde an menschlichen Embryonen durchgeführt, welche, wie die der Arbeit beigegebenen Lichtbilder lehren, durchwegs so schlecht erhalten sind, daß sie zu einer wissenschaftlichen Untersuchung unbrauchbar sind.

Die Arbeit HARGITTS, über die Entwicklung der Keimdrüse bei der Ratte enthält nur schematisierte Strichzeichnungen, aus welchen ebenso wie aus dem Texte hervorgeht, daß der Verf. die verschiedenen Zellen der Keimdrüse nur nach ihrer Größe und Form unterscheidet, was natürlich nicht genügt, um Urkeimzellen als solche zu bestimmen.

STIEVE (1927) hat die Entwicklung der Keimdrüsen an menschlichen Embryonen untersucht. Er lehnt die Annahme einer Keimbahn ab und gibt vielmehr an, daß die sog. Urkeimzellen zugrunde gehen, während die Oo- und Spermioгонien dem Cölomepithel der Keimdrüse entstammen. STIEVE war 1927 die bereits 1925 erschienene Arbeit von KOHNO unbekannt; 1930 vertritt STIEVE in seinem Handbuchbeitrag die gleiche Ansicht wie 1927, obwohl inzwischen auch die Arbeiten FISCHELS und POLITZERS (1928a und b) erschienen sind. Er nimmt gegen die Annahme einer Keimbahn Stellung, sowohl auf Grund seiner Beobachtungen an einigen jungen menschlichen Embryonen als auch auf Grund der Angaben des Schrifttums.

STIEVE gibt an, daß bei jungen menschlichen Embryonen keine Urkeimzellen vorhanden sind. Dieser Behauptung liegen die Befunde an dem Embryo „Hugo“ (STIEVE 1926) und an dem Embryo „Heinrich“ (s. S. 333) zugrunde. Der nächstältere Embryo der Sammlung STIEVES scheint der Embryo „Ilse“ zu sein, welcher bereits 17—18 Urwirbelpaare besitzt. Wie wir nun gezeigt haben, sind Urkeimzellen bereits bei dem Embryo Bi 24 von 0,625 mm gr. L. und bei dem Embryo Bi 25 von etwa 0,8 mm gr. L. vorhanden. Es ist sogar auf Grund unserer Beobachtungen an dem Embryo Bi I wahrscheinlich, daß schon bei Embryonen von 0,3 mm gr. L. Urkeimzellen vorkommen. Ferner finden sich bei Embryonen mit wenigen Ursegmentpaaren (Cs, Ct) zahlreiche Urkeimzellen vor. Die Angabe STIEVES, daß in den Kaninchenembryonen aus dem Nachlasse C. RABLS (STIEVE 1927) keine Urkeimzellen nachweisbar sind, ist nicht



stichhaltig, da diese Embryonen mit Carmin gefärbt und daher zur Untersuchung der Urkeimzellen unbrauchbar sind<sup>1</sup>.

Bei menschlichen Embryonen von 15 bis etwa 27 mm gr. L. sollen nach der Angabe von STIEVE keine Urkeimzellen in den Keimdrüsen vorhanden sein. „In ihrem Inneren (der Keimdrüsen) finden sich jetzt ausschließlich kleine Zellen, deren Bau ich schon oben geschildert habe. Es gelingt nicht, auch nur eine einzige Zelle nachzuweisen, die den Bau der sog. ‚primären Geschlechtszellen‘ besitzt, ja nicht einmal ein Gebilde, das man überhaupt mit solchen Zellen vergleichen könnte. Auch diese Tatsache ist ein Beweis dafür, daß die sog. primären

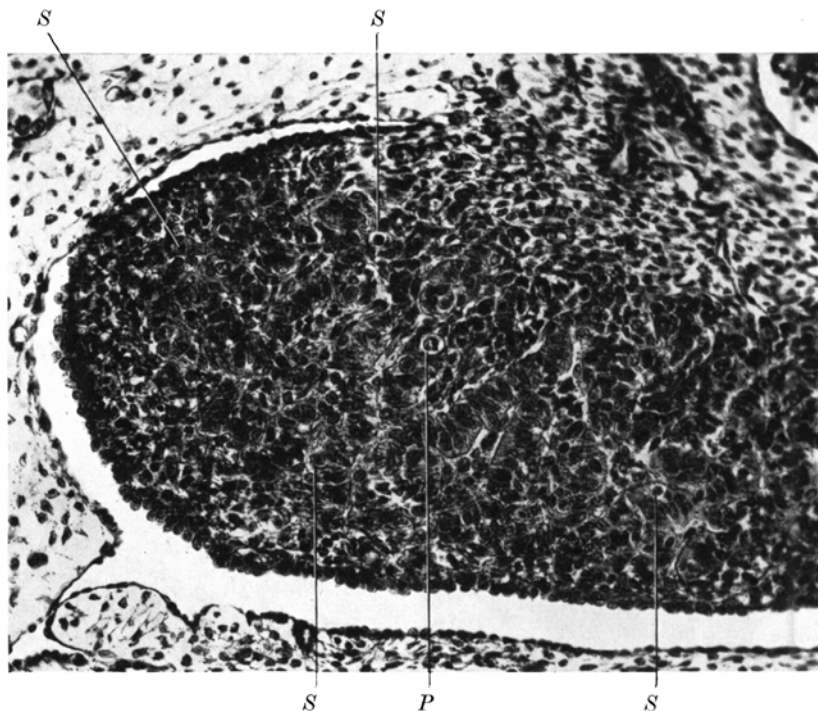


Abb. 19. Embryo Er, 19 mm gr. L. Längsschnitt durch den Hoden. P = Prophase in einer Spermiogonie; S = Spermiogonien (6812). Bouin, Delafields Hämatoxylin-Chromotrop. Vergr. 205:1.

Keimzellen (entodermalen Wanderzellen) mit der Keimzellenbildung nicht das geringste zu tun haben“ (STIEVE 1927. S. 256). Dieser Satz kehrt, gleichfalls fett gedruckt, in fast unverändertem Wortlaute, im Handbuchbeitrage STIEVES wieder. Bestünde dieser Einwand STIEVES zu Recht, dann wäre tatsächlich die Lehre von der Keimbahn nicht haltbar.

Zur Prüfung der Richtigkeit dieser Angabe von STIEVE habe ich die menschlichen Embryonen von 15—27 mm gr. L. aus der Sammlung des Wiener embryo-

<sup>1</sup> Übrigens sind sämtliche Schnittreihen von Kaninchen, welche RABL vor seiner Berufung nach Leipzig besaß, wie mir Prof. FISCHER mitteilte, nicht mit Carmin, sondern mit Alaun-Cochinille gefärbt. Sie sind auch nicht in Zenkers Gemisch, sondern in Sublimat-Pikrinsäure fixiert. Derartige Präparate sind ebensowenig wie die in Zenkers Gemisch fixierten und mit Carmin gefärbten für cytologische Untersuchungen geeignet.

logischen Institutes untersucht. Hierzu wurden nur die einwandfrei fixierten und gefärbten Objekte aus einer weit größeren Anzahl von Embryonen ausgewählt. Es sind dies insgesamt 31 Keimlinge, von denen 18 weiblich und 13 männlich sind. Darunter sind 7 Embryonen 22—27 mm und 24 Embryonen 15—21 mm



Abb. 20. Embryo Bz, 21 mm gr. L. Querschnitt durch den Hoden. 2 Spermogonien, hiervon eine in Prophase (16513). Bouin, Heidenhains Hämatoxylin-Eosin. Vergr. 800 : 1.

lang. *In allen diesen Embryonen, in männlichen wie in weiblichen sind Keimzellen in großer Zahl vorhanden.*

Es ist mir völlig unverständlich, wie STIEVE diese Zellen, welche nicht nur in den mit Heidenhains oder Delafields Hämatoxylin gefärbten Präparaten, sondern auch in den mit Hämalaun oder sogar mit Azan gefärbten Schnitten deutlich sichtbar sind, übersehen konnte. Einige Abbildungen (Lichtbilder!) sollen das Vorkommen von Keimzellen in diesen Embryonen veranschaulichen.

Die Abb. 19 stellt einen Längsschnitt durch den Hoden eines 19 mm langen Embryo dar. In den Hodensträngen sind die Keimzellen (Spermogonien) bereits bei schwacher Vergrößerung sichtbar. Eine von ihnen (*P*) befindet sich in Teilung.

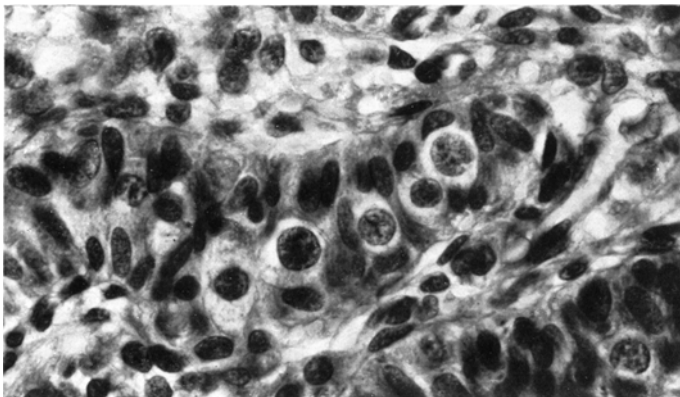


Abb. 21. Embryo Ek, 27 mm gr. L. Schnitt durch den Hoden. Zahlreiche Spermogonien in einem Hodenstrange (29823). Bouin, Delafields Hämatoxylin-Chromotrop. Vergr. 660 : 1.

Die Abb. 20 stammt von einem 21 mm langen männlichen Embryo. Es sind in der Abbildung 2 Spermogonien sichtbar. Die im Bilde linke befindet sich im Beginne der mitotischen Teilung, die im Bilde rechte stellt das Ruhestadium einer Spermogonie dar. In dem mit Eosin nur schwach gefärbten Cytoplasma liegt eine mit einer Centriolenplatte ausgestattete Sphäre.

Die Abb. 21 stellt einen Teil eines Querschnittes durch den Hoden eines 27 mm langen Embryo dar. In der Abbildung ist vor allem ein der Länge nach

getroffener Hodenstrang sichtbar, welcher zahlreiche Spermio gonien enthält. Noch viel deutlicher als in den Hoden sind die Keimzellen in den Eierstöcken sichtbar, doch habe ich Spermio gonien abgebildet, da sich STIEVES Aussagen vor allem auf männliche Keimdrüsen beziehen.

Wir können auf Grund dieser durch die Abb. 19—21 veranschaulichten an allen übrigen Embryonen gleichfalls wahrnehmbaren Befunde feststellen, daß in sämtlichen Keimdrüsen männlicher und weiblicher Embryonen zwischen 15 und 27 mm gr. L. Urkeimzellen (bzw. Spermio- oder Oogonien) vorhanden sind, daß somit die Angabe STIEVES über das Fehlen der Urkeimzellen bei Embryonen dieser Altersstufe falsch ist.

STIEVE führt ferner an, daß in der Abb. 517 des Lehrbuches der Entwicklung des Menschen von FISCHEL, welche einen „Schnitt durch die Keimdrüse (Hoden) und Urniere eines 20 mm langen menschlichen Embryo“ wiedergibt, nur kleine Zellen und keine „großen, blasigen Embryonalzellen“ sichtbar seien.

Wie jedoch ein Blick auf diese Abbildung lehrt, ist sie bei so schwacher Vergrößerung gezeichnet, daß an ihr die einzelnen Zellformen innerhalb der Hodenstränge überhaupt nicht angegeben werden konnte. Diese Abbildung dient auch nicht dem Zwecke, diese Zellformen zur Anschauung zu bringen, sondern soll nur, wie aus dem Texte klar hervorgeht, die Anordnung der Hodenstränge und das Rete testis

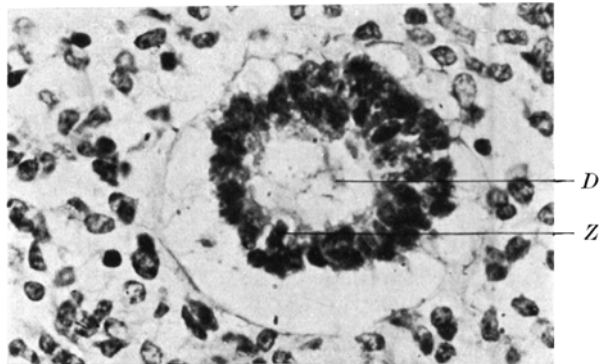


Abb. 22. Aus H. O. Neumann. Erläuterung im Text. D = Darmlichtung, Z = große blasige Embryonalzelle.

wiedergeben. Ob und wie viele Spermio gonien der dieser Abbildung zugrunde liegende Schnitt tatsächlich enthielt, ließe sich nur durch eine Untersuchung mit stärkerer Vergrößerung ermitteln. Diese Untersuchung ist leider nicht möglich, da das betreffende Präparat der Sammlung weiland Prof. KOLMERS angehörte, und diese Sammlung nach dem Tode ihres Besitzers nicht mehr zugänglich ist. Die oben angeführten Beobachtungen an 31 Embryonen dieser Altersstufe lassen mich jedoch nicht zweifeln, daß auch in diesem Hoden Spermio gonien vorhanden gewesen sind.

Vor allem beruft sich aber STIEVE auf H. O. NEUMANN. Dieser hat seine Untersuchung nur an einigen wenigen menschlichen Embryonen ausgeführt. Der jüngste Embryo ist 5 mm, der nächste 8 mm lang. Da aber die Urkeimzellen bei Embryonen von 8 mm Länge, wie oben geschildert wurde, bereits in ihrer überwiegenden Mehrzahl in der Gonade und im Mesenterium dorsale liegen, kommt zur Prüfung der Richtigkeit der Annahme von der Wanderung der Urkeimzellen nur der 5 mm lange Embryo in Betracht. Von diesem Embryo hat nun H. O. NEUMANN Lichtbilder veröffentlicht, von denen eines (Abb. 4 der Arbeit NEUMANN'S) hier in der Abb. 22 wiedergegeben wird. Wir sehen, daß das

Epithel des Hinterdarmes von dem das Darmrohr umgebenden Bindegewebe abgehoben ist und als formlose Zellmasse im Inneren der „Bindegewebslücke“ liegt. In dieser Zellmasse ist eine hellere Stelle erkennbar, welche laut Versicherung des Verf. eine „große blasige Embryonalzelle“ ist. Schon aus der Betrachtung dieser einen Abbildung geht klar hervor, daß dieser Embryo so schlecht fixiert und gefärbt ist, daß er für eine wissenschaftliche Untersuchung überhaupt nicht hätte herangezogen werden sollen. Das gleiche folgt auch aus der Betrachtung der übrigen von diesem Embryo stammenden Abbildungen.

Da H. O. NEUMANN über menschliche Embryonen von weniger als 5 mm Länge nicht verfügte, versuchte er diesem Mangel durch die Untersuchung einiger Furchungsstadien der Maus abzuhelfen. Wie die Bilder der Schnitte durch diese Keime zeigen, sind auch diese Präparate schlecht fixiert und schlecht verarbeitet. Tatsächlich ergab diese Untersuchung nichts, was nicht SOBOTTA an seinen weitaus zahlreicheren und weitaus besser fixierten und geschnittenen Mäusekeimen bereits festgestellt hätte. Die Arbeit NEUMANNs ist demnach zur Entscheidung dieser Frage überhaupt nicht geeignet, da sie an einem zu geringen und zu schlechten Material von einem Manne ausgeführt wurde, der die Schwierigkeit dieser Untersuchung gar nicht kennt. Diese Arbeit nennt aber STIEVE „schön und gründlich“ (!).

Aus unseren Ausführungen geht hervor, daß die *Einwände* STIEVES und NEUMANNs gegen die *Lehre von der Keimbahn auf falschen Untersuchungsergebnissen beruhen*. STIEVE bringt aber auch einige eigene Ansichten über die Entstehung und über den Untergang der „großen blasigen Embryonalzellen“ sowie über die Bildung der Spermiogonien:

1. Die „großen blasigen Embryonalzellen“ entstehen aus Zellen ihrer Umgebung, und zwar teils aus Darmepithelzellen, teils aus Zellen des embryonalen Bindegewebes.

2. Die „großen blasigen Embryonalzellen“ gehen zugrunde.

3. Die „großen blasigen Embryonalzellen“ wandeln sich wieder in „gewöhnliche“ Mesenchymzellen um.

4. Die Spermiogonien entstehen aus indifferenten Zellen der Hodenstränge.

Diese Ansichten sucht STIEVE mit folgenden, aus seinem Handbuchbeitrag entnommenen Sätzen zu begründen.

„Jetzt findet man im Bereiche der Anlage (der Keimdrüse) häufiger als früher größere Zellen mit meist rundem Kern und schärfer abgesetztem hellem Protoplasmaleib, die den entodermalen Wanderzellen in allen Einzelheiten gleichen. Sie sind, wie die Übergänge zu den kleinsten Zellformen beweisen, an Ort und Stelle aus den Gebilden der Keimzapfen, also den Abkömmlingen des Keimepithels entstanden (S. 9)<sup>1</sup> . . . „In den Keimsträngen (von 32—40 mm langen Embryonen) findet man massenhaft unentwickelte Hodenzellen in ihrer bezeichnenden Stellung; daneben ziemlich zahlreiche Spermatogonien und alle möglichen Übergänge zwischen den beiden genannten Zellformen, die deutlich zeigen, wie die Spermatogonien aus den ursprünglichen unentwickelten Zellen entstehen (S. 19)“ . . . „Während der Entwicklung der Keimdrüsen wachsen dauernd viele der dem Keimepithel entstammenden Zellen in den Keimsträngen zu Spermato-

<sup>1</sup> Die Hervorhebung dieser und der folgenden Stellen rührt von mir her.

gonien heran. Sie verändern dabei ihre Größe und Form und auch das Verhalten der Mitochondrien. Häufig genug findet man Zellen, in denen einerseits stäbchenförmige, andererseits körnige Mitochondrien liegen. *Dabei läßt sich deutlich zeigen, daß diese großen Zellen an Ort und Stelle entstehen*, und zwar in einer Zeit, in der im Mesenchym noch entodermale Wanderzellen liegen, die sich später in Bindegewebszellen umwandeln (S. 28)“ . . .

STIEVE glaubt also tatsächlich in Schnitten durch einige wenige Keimdrüsen alle diese Zellumwandlungen „sehen“, „wahrnehmen“, „verfolgen“, d. h. also aus Zustandsbildern *Vorgänge* ermitteln zu können. Es ist klar, daß dies nicht möglich ist und daß alle auf derartigen grundsätzlich falschen Deutungen beruhenden Ansichten vollkommen haltlos sind. STIEVE begeht hier denselben Fehler wie bei seinen Untersuchungen über die Bildung von Muskelzellen in der Gebärmutter von Schwangeren. FISCHER-WASELS hat diesen Fehler und die Arbeitsweise STIEVES einer ebenso treffenden wie vernichtenden Kritik unterzogen, der ich mich vollständig anschließe. Die auf schlechten Beobachtungen und auf grundsätzlich falschen Folgerungen beruhenden Ansichten STIEVES müssen daher abgelehnt werden.

Die Lehre von der Keimbahn erfordert die Annahme einer Wanderung der Urkeimzellen von ihrer ursprünglichen Lagerungsstätte in die Keimdrüsenanlage. Eine derartige Annahme kann naturgemäß am besten durch für sie günstige Ergebnisse von *experimentellen Untersuchungen* gestützt werden. Derartige Ergebnisse liegen nun tatsächlich vor. Sie betreffen die Entwicklung der Keimdrüse bei Vögeln (REAGAN, WILLIERS, DANTSCHAKOFF, BENOIT).

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, liegen die Urkeimzellen bei Vögeln ursprünglich im kranialen Bereiche der Keimscheibe und gelangen erst später in jenen Abschnitt der Urogenitalfalte, in welchem die Keimdrüse entsteht. DANTSCHAKOFF hat die Entstehung der Keimdrüse auf experimentellem Wege geprüft und gelangt mit dieser Methode zu für uns wichtigen Ergebnissen:

1. Werden die noch im kranialen Bereiche der Keimscheibe liegenden Urkeimzellen durch Hitze zerstört, so sind späterhin keine Urkeimzellen in der Urogenitalfalte vorhanden und es wird auch keine Gonade gebildet. Dieser Versuch beweist, daß die großen, *seit langem als Urkeimzellen gedeuteten Zellen im kranialen Bereiche der Keimscheibe mit den Urkeimzellen der Gonade identisch sind*. Damit ist auch bewiesen, daß die Urkeimzellen nicht an Ort und Stelle aus dem Cölomepithel entstehen, sondern daß sie *in die Keimdrüsenanlage einwandern* müssen. Der Versuch beweist ferner, daß eine Keimdrüse nur dann entsteht, wenn diese Einwanderung der Urkeimzellen erfolgt. Diesen Beweis liefert DANTSCHAKOFF auch noch durch die nachfolgend erwähnten Versuchsergebnisse.

2. Wird die Urogenitalfalte vor Einwanderung der Urkeimzellen in die Chorio-Allantois verpflanzt, entwickelt sie sich nicht weiter. Wird jedoch diese Transplantation erst nach der Einwanderung der Urkeimzellen in die Urogenitalfalte vorgenommen, dann entsteht eine typische Gonade. Dieser Versuch beweist, daß *die Urkeimzellen zur Entwicklung der Gonade unentbehrlich sind und daß das Cölomepithel keine Geschlechtszellen bildet*.

3. Die Lebendkultur junger Gonaden ergab, daß das Cölomepithel, das Bindegewebe der Gonade, die Urkeimzellen und die Urnierkanälchen selbst-

ständig weiterwachsen. *Umwandlungen einer dieser Zellarten in eine andere finden dabei niemals statt.* Durch dieses Ergebnis werden CHAMPYS gegenteilige Angaben, welche auch von STIEVE zur Stützung seiner Anschauungen verwendet wurden, widerlegt.

Diese Untersuchungen DANTSCHAKOFFS werden ergänzt durch die Versuche REAGANS, WILLIERS und BENOITS, welche mit anderen Versuchsanordnungen übereinstimmende Ergebnisse erzielten. Von einer genauen Wiedergabe dieser Arbeiten sehe ich jedoch ab, da sie zum Teil nur in sehr kurzer Form veröffentlicht wurden, zum Teil von ihnen erst Vorberichte vorliegen.

Durch diese Untersuchungen ist *das Vorhandensein einer Keimbahn bei den Vögeln experimentell bewiesen.* Diese auf experimentellem Wege erzielten Ergebnisse bilden eine sichere Stütze für die beim Menschen natürlich nur mittels der morphologischen Methode ableitbare Annahme einer Keimbahn. Sie sprechen ferner eindeutig gegen die Entstehung der Urkeimzellen aus dem Cölomepithel.

Zusammenfassend kann als wesentliches Ergebnis unserer Untersuchung ausgesagt werden, daß *beim Menschen eine Keimbahn nachweisbar ist. Bei den jüngsten von uns untersuchten Embryonen waren bereits im caudalen Bereiche des entodermalen Dottersackepithels Urkeimzellen vorhanden. Bei Embryonen von 4—7 mm gr. L. wandern diese Zellen in die Urogenitalfalte. Diese Urkeimzellen sind; wie aus den Untersuchungen FISCHELS, welche hier noch durch einige Ermittlungen ergänzt wurden, hervorgeht, die Stammzellen der Spermio- bzw. Oogonien.*

#### Literaturverzeichnis.

- BENOIT, J., Destruction des gonocytes primaires dans le Blastoderme du Poulet par les rayons ultra-violets, aux premiers stades du développement embryonnaire. Proc. of the Soc. Internat. Congr. f. sex-research 1930; zit. nach CELESTINO DA COSTA — Contribution à l'étude de la lignée germinale chez le poulet, Destruction précoce des gonocytes primaires par les rayons ultra-violets. C. r. Soc. Biol. Paris 104 (1930). — BERENBERG-GOSSLER, H. v., Die Urgeschlechtszellen des Hühnerembryos am 3. und 4. Bebrütungstage mit besonderer Berücksichtigung der Kern- und Plasmastrukturen. Arch. mikrosk. Anat. 81 (1912) — Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der caudalen Darmabschnitte und des Urogenitalsystems auf teratologischer Grundlage. Anat. H. 49 (1913) — Über Herkunft und Wesen der sogenannten primären Urgeschlechtszellen der Amnioten. Anat. Anz. 47 (1914). — BERGEL, A., Der Dotterstiel als Ursache einer menschlichen Fehlbildung. Z. Anat. 89 (1929). — BOVERI, TH., Über Differenzierung der Zellkerne während der Furchung des Eies von *Ascaris megaloccephala*. Anat. Anz. 2 (1887) — Die Entwicklung von *Ascaris megaloccephala* mit besonderer Rücksicht auf die Kernverhältnisse. Festschrift zum 70. Geburtstag von Karl v. Kupffer. Jena: G. Fischer 1899. — CELESTINO DA COSTA, A., L'état actuel du problème de l'origine des cellules sexuelles. Bull. Assoc. Anatomistes 1932. — CHAMPY, C., Quelques résultats de la méthode de culture des Tissus. VI. Le Testicule. Archives de Zool. 60 (1920). — DANTSCHAKOFF, W., Untersuchungen über die Entwicklung des Blutes und Bindegewebes bei den Vögeln I. Anat. H. 37 (1908). — Keimzelle und Gonade. Die entodermale Wanderzelle als Stammzelle in der Keimbahn. Experimentelle Beweise. Vorläufige Mitteilung. Z. Zellforsch. 14 (1931). — DANTSCHAKOFF, WERA, WERA DANTSCHAKOFF jr. u. LYDIA BERESKINA, Keimzelle und Gonade. I, A. Identität der Urkeimzellen und der entodermalen Wanderzellen. Experimentelle Beweise. Z. Zellforsch. 14 (1931) — Dasselbe. II, B. Ganzheit des Gewebekomplexes als Faktor in der Entwicklung der Gonade. Ebenda 15 (1932). — FELIX, W., Die Entwicklung der Harn- und Geschlechtsorgane. In Keibel-Malls Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1911. — FISCHEL, ALFRED; Lehrbuch der Entwicklung des Menschen. Wien-Berlin: Julius Springer 1929 — Über die Ent-

wicklung der Keimdrüsen des Menschen. Z. Anat. **92** (1930). — FISCHER-WASELS, B., Deskriptive und experimentelle Morphologie. Frankfurter Universitätsreden. Frankfurt: Englert u. Schloss 1931 — Über die Neubildung von Muskelzellen in der Wand der schwangeren Gebärmutter. Arch. Gynäk. **151** (1932). — FISCHER-WASELS, B., u. W. BÜNGELER, Das Wachstum der Uterusmuskulatur. Verh. dtsch. path. Ges. **1931**. — FLORIAN, J., Graphische Rekonstruktion sehr junger menschlicher Embryonen (tschech.). Publications de la Faculté de Médecine, Brno **6** (1928) — Über den Verlauf der Schnittebene bei einigen bisher beschriebenen jungen menschlichen Embryonen. Anat. Anz. **71** (1930) — „Urkeimzellen“ bei einem 625  $\mu$  langen menschlichen Embryo. Anat. Anz. **72**, Erg.-H. (1931). — FUSS, A., Die Geschlechtszellen des Menschen und der Säugetiere. Arch. mikrosk. Anat. **81** (1912). — HARGITT, G. T., The formation of the sex glands and germ cells of mammals. I. The origin of the germ cells in the albino rat. J. Morph. a. Physiol. **40** (1925) — Dasselbe. II. The history of the male germ cells in the albino rat. J. Morph. a. Physiol. **42** (1926). — KERMAUNER, F., Die Mißbildungen des Rumpfes. In Schwalbe, Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere. 1909. — KOHNO, SH., Zur Kenntnis der Keimbahn des Menschen. Arch. Gynäk. **126** (1925). — KORNFELD, W., Experimentelle Untersuchungen über Störungen der Zellteilungstätigkeit, Zellwanderungen, Pigmentverschiebungen und Epithelwucherungen bei Urodelenlarven. Z. Zellforsch. **2** (1925). — NEUMANN, H. O., Was wissen wir über die Keimbahn des Menschen? Arch. Gynäk. **139** (1929) — Die Keimbahn des Menschen und die darauf fußende Geschwulstgenese. Zbl. Gynäk. **30** (1929). — NUSSBAUM, M., Zur Differenzierung des Geschlechts im Tierreich. Arch. mikrosk. Anat. **18** (1880) — Zur Frage von der Entstehung und Bedeutung der Geschlechtszellen. Anat. Anz. **47** (1914). — PENNERS, A., Keimzellwanderung während der Entwicklung tierischer Keime. Verh. physik.-med. Ges. Würzburg N. G., **55** (1930). — PENNERS, A., u. A. STÄBLEIN, Über die Urkeimzellen bei Tubificiden (*Tubifex rivulorum* Lam. und *Limnodrilus udekemianus* Claparède). Z. Zool. **137** (1930). — PETER, K., Zellteilung und Zelltätigkeit. Z. Anat. **72** (1924); **75** (1925) — Z. Zellforsch. **9** (1929). — POLITZER, G., Über einen menschlichen Embryo mit 18 Ursegmentpaaren. Z. Anat. **87** (1928) — Über Zahl, Lage und Beschaffenheit der „Urkeimzellen“ eines menschlichen Embryo mit 26—27 Ursegmentpaaren. Ebenda **87** (1928) — Über einen menschlichen Embryo mit 7 Urwirbelpaaren. Ebenda **93** (1930) — Über die Entwicklung des Dammes beim Menschen, II. Teil. Ebenda **97** (1932). — POLITZER, G., u. W. ALBERTI, Über die Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf tierisches Gewebe. Z. Zellenlehre **1** (1924). — POLITZER, G., u. H. STERNBERG, Über einen mißbildeten menschlichen Embryo des 1. Monats. Frankf. Z. Path. **37** (1929) — Über die Entwicklung der ventralen Körperwand und des Nabelstranges beim Menschen. Z. Anat. **92** (1930). — REAGAN, F. P., Some results and possibilities of early embryonic castration. Anat. Rec. **11** (1916). — ROTTER, H., Histogenese der malignen Geschwülste. Z. Krebsforsch. **18** (1922). — SIMKINS, C. S., Origin of the sex-cells in man. Amer. J. Anat. **41** (1928). — SOBOTTA, J., Beiträge zur Furchung des Eies der Säugetiere, mit besonderer Berücksichtigung der Frage nach der Determination der Furchung. I. Die Furchung des Eies der Maus. Z. Anat. **72** (1924). — STIEVE, H., Ein 13½ Tage altes in der Gebärmutter erhaltenes und durch Eingriff gewonnenes menschliches Ei. Z. mikrosk.-anat. Forsch. **7** (1926) — Die Entwicklung der Keimzellen und der Zwischenzellen in der Hodenanlage des Menschen. Ein Beitrag zur Keimbahnfrage. Ebenda **10** (1927) — Muskulatur und Bindegewebe der Wand der Gebärmutter außerhalb und während der Schwangerschaft, während der Geburt und des Wochenbettes. Ebenda **17** (1929) — Männliche Genitalorgane. Im Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Berlin: Julius Springer 1930. — STERNBERG, H., Beschreibung eines menschlichen Embryos mit 4 Ursegmentpaaren nebst Bemerkungen über die Anlage und früheste Entwicklung einiger Organe beim Menschen. Z. Anat. **82** (1927). — STERNBERG, H., u. G. POLITZER, Über die formale Genese der Fehlbildungen des Nabelstranges und der ventralen Körperwand, nebst Beschreibung eines einschlägigen Falles. Beitr. path. Anat. **88** (1931). — WEISMANN, A., Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892. — WILLIER, B. H., The development of implanted chick embryos following the removal of the primordial germ cells. Anat. Rec. **34**, 158 (1927).