

REGULATORISCHE BILDUNG VON CÖLOMANLAGEN BEI SEEIGELKEIMEN MIT GEHEMMTER URDARMBILDUNG.

Von

J. RUNNSTRÖM.

(Zootomisches Institut Stockholm.)

Mit 6 Textabbildungen.

(Eingegangen am 27. Januar 1925.)

Es ist vor allem durch die Arbeiten von CHILD ('16) bekannt, daß der Seeigelkeim entlang der Eiachse eine verschiedene Empfindlichkeit gegen die Wirkung verschiedener Eingriffe hat. Ich bin bei einer Untersuchung über den Einfluß des Kaliummangels auf das Seeigelei¹⁾ vor diese Erscheinung gestellt worden. Es war bisweilen möglich nachzuweisen, daß schon vor der Furchung der vegetative Teil des Eies empfindlicher als der animale ist. Derselbe Unterschied in dem Verhalten des animalen und des vegetativen Teiles tritt auch dann hervor, wenn das Ei zuerst während 3—4 Stunden mit kaliumfreien Seewasser behandelt und dann in normales Seewasser übergeführt wird. Auch bei Versuchen an den Eiern des Seeigels *Psammechinus miliaris* wurde bisweilen bei Verdünnung des Seewassers eine Schwächung der Urdarmanlage beobachtet. Dabei ist nicht selten eine Exogastrulation eingetreten, wie auch DRIESCH ('06) bei seinen Versuchen an *Psammechinus microtuberculatus* beobachtet hatte.

Bei den Versuchen über den Einfluß des Kaliummangels auf das Ei von *Paracentrotus lividus* wurde einmal die folgende Salzkombination benutzt: 180 ccm 0,65 m NaCl, 4,5 ccm 0,65 m CaCl₂, 0,4 ccm 1 m NaHCO₃, 0,3 ccm 0,1 m NaOH. Es handelt sich um kaliumsulfat- und magnesiumfreies Seewasser, bei dem der Ca-Gehalt etwas erhöht worden ist. Bei einer darauf mittels der Plasmolysemethode angestellten Prüfung zeigten die Eier der Kontrolle in normalem Seewasser gegenüber eine gesteigerte Permeabilität. Nach 4 Stunden sind die Eier in normales Seewasser übergeführt worden. Sämtliche Eier haben sich weiter entwickelt: bei der Beobachtung am dritten Tage waren 95 vH. der Larven Plutei, 5 vH. der Larven hatten einen rudimentären oder gar keinen Urdarm.

Eine eingehendere Analyse der Ursachen der Hemmung der Urdarmbildung können wir hier nicht geben. Wiederholte Versuche mit etwas variiertes Salz-

¹⁾ Die Untersuchung wird während des Jahres 1925 in den „Publicazioni della Stazione Zoologica“, Napoli, erscheinen.

kombination haben wiederum einige Larven ohne Urdarm gegeben. Unsere Versuche genügen aber bei weitem nicht zu einer Feststellung der Bedingungen, unter denen die Erscheinung eintritt. So viel kann aber gesagt werden, daß der Kaliummangel keine Rolle gespielt hat; denn eine Mischung wie die oben angegebene + KCl von derselben Konzentration wie in dem Seewasser lieferte in unserem ersten Versuche ebenfalls etwa 5 vH. von Larven ohne oder mit verküppeltem Urdarme. Magnesiumzusatz hat dagegen die Hemmung der Urdarmbildung beseitigt. Für den Ausfall des Versuches sind wahrscheinlich nicht nur die äußeren Bedingungen, sondern auch der innere Zustand des Eies maßgebend.

Ich bin durch die Untersuchungen über den Einfluß des kaliumfreien Seewassers auf das Ei im Anschluß an HERBST zu der Auffassung gekommen, daß der vegetative Teil des Eies für Salze permeabler als der animale Teil ist. Es ist folglich zu vermuten, daß Variationen in der Permeabilität des vegetativen Teiles für die Variationen der Eier in ihrem Verhalten gegen den Einfluß der oben genannten Salzkombination verantwortlich sind. Für den Zweck der vorliegenden Mitteilung ist es aber nebensächlich, auf welche Weise die Hemmung der Urdarmbildung zustande kommt. Es hat uns zunächst interessiert, wie sich die Formbildungsvorgänge bei diesen Larven gestalten. Eine Anzahl der Larven sind isoliert und weiter beobachtet worden.

Zunächst ist es zu beachten, daß eine Mundanlage, wie schon längst durch die Untersuchungen DRIESCHS bekannt, unabhängig vom Urdarm entsteht. Diese Mundanlage ist oft größer als normal, wie besonders aus der Abb. 1 (*m*) hervorgeht. Dafür ist aber das die Öffnung umsäumende cylindrische Flimmerepithel niedriger und dünner. Die abgebildete Larve hat weder Darm noch Skelet, dagegen findet man ein von einer Wimperschnur (*w*) abgegrenztes Oralfeld. Bei den meisten Larven waren noch einige Bildungen zu beobachten. Vor allem haben wir auf zwei eigentümliche Vertiefungen in dem dorsalen Ectoderm über der Mundanlage unsere Aufmerksamkeit gerichtet. Es handelt sich um zwei Falten, die lateral ziemlich stark einschneiden, medianwärts aber seichter und schmaler werden. Von diesen Falten aus werden Zellen gebildet, die in das Blastocöl eintreten und nach einwärts gerichtete sackförmige Bildungen entstehen lassen. Die Verbindung mit der sich allmählich zurückbildenden Falte ist an der linken Seite des 4 Tage alten Keimes der Abb. 2 noch deutlich. Die entstandene sackförmige Bildung schnürt sich zuletzt als ein Bläschen von dem Ectoderm vollständig ab, vgl. Abb. 3, die eine 6 Tage alte Larve darstellt. Es ist wohl möglich, daß das sackförmige Stadium nicht immer durchlaufen wird, sondern daß bläschenförmige Bildungen direkt aus dem ectodermalen Material entsteht. Darüber können wir uns nicht bestimmt aussprechen. Dagegen sahen wir bei isoliert gezüchteten und wiederholt beobachteten Larven die Verwandlung sackförmiger mit dem Ectoderm verbundener Bildungen zu Bläschen.

Bei dem 4 Tage alten Keime der Abb. 4 dringen jederscits zwei ausgehöhlte Zellenstränge gegen das Innere und medianwärts, wo sie verschmolzen sind. Einige Falten der oben beschriebenen Natur waren

bei der Isolierung der Larve nicht vorhanden. Am folgenden Tage haben sich die Zellstränge von dem Ectoderm vollständig abgelöst und bilden ein das hintere Ende der Mundanlage hufeisenförmig umfassendes einheitliches Bläschen. In dem Objekte der Abb. 1 ist nur links eine Einstülpung (*c*) vorhanden, rechts findet man an dem entsprechenden Ort nur einen Streifen (*str*) von ähnlichen Zellen. Auch bei diesem Objekte war die Einstülpung am 5. Tage vom Ectoderm vollständig abgelöst. Eine bläschenförmige Bildung lag dicht neben der Mundeinstülpung.

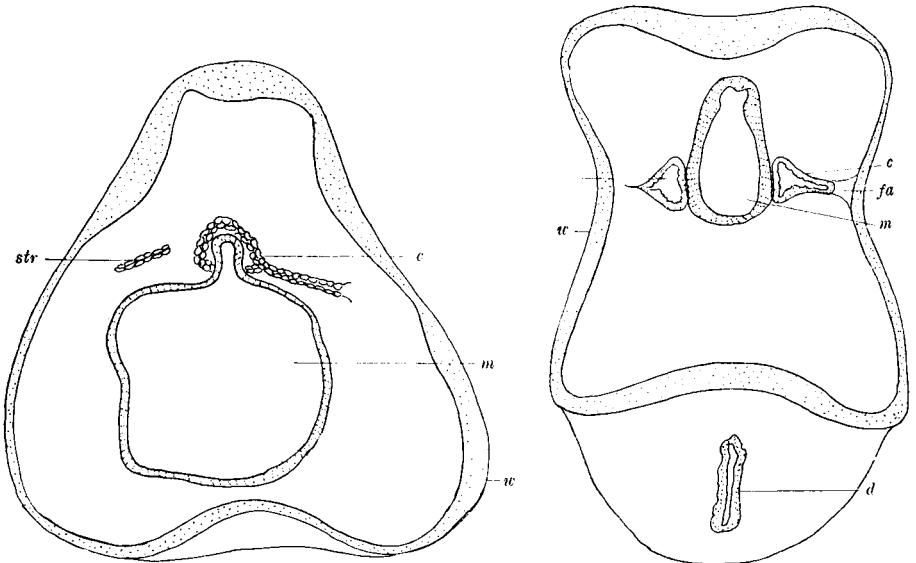


Abb. 1.

Abb. 2.

Die Bildungen, deren Entstehung oben geschildert worden ist, erinnern sowohl durch ihre Lage wie durch ihre histologische Struktur an die Cöloanlagen, die bei der normalen Entwicklung von dem vorderen Ende des Urdarmes entstehen. Hier werden sie bei Hemmung der normalen Urdarmbildung regulatorisch von dem Ectoderm aus gebildet. Bei der normalen Entwicklung entsteht bekanntlich zuerst eine unpaarige Blase, die sich dann paarig aufteilt. Hier haben wir bisweilen den umgekehrten Vorgang beobachtet: paarige Anlegung und dann Verschmelzung zu einer unpaarigen Bildung. Bezüglich der histologischen Struktur ist die Fügung der Zellen bei der Cöloanlage sehr charakteristisch. Die Zellen bilden ein Plattenepithel: jede Zelle ist mehr oder weniger ausgesprochen bikonvex.

Bei den Objekten der Abb. 2 und 3 findet man stark rudimentäre Darmanlagen. Bei dem Objekte der Abb. 4 ist die Darmanlage stärker

entwickelt. Der Urmund ist nach rechts verschoben. Vor dem Urdarm liegt ein Ring von Mesenchymzellen (*mz*), die einen asymmetrisch gelegenen Dreistrahler (*sk*) gebildet haben. Bei dem Objekte der Abb. 5

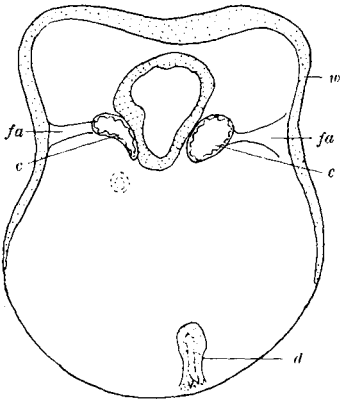


Abb. 3.

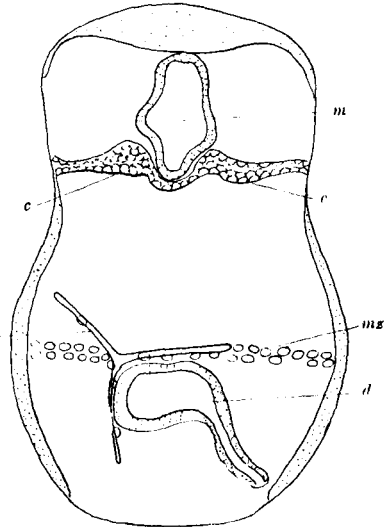


Abb. 4.

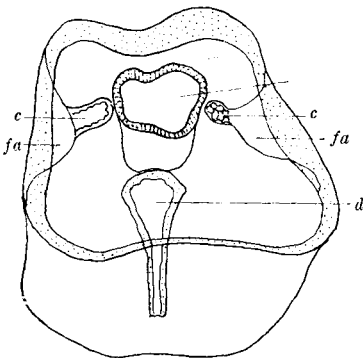


Abb. 5.

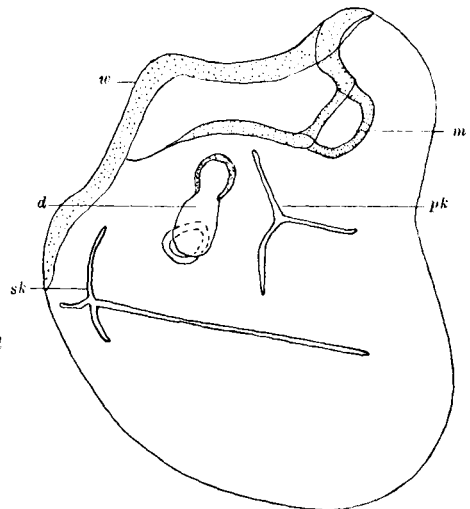


Abb. 6.

ist eine mediane Darmanlage vorhanden, deren Aussehen nicht normal war. Das Zellplasma hatte eine körnige Beschaffenheit und eine Aufteilung des Darmes war bei dem schon 6 Tage alten Keime nicht

eingetreten. An der aboralen Seite sind die beiden faltenförmigen, hier nicht sehr weit median vordringenden Vertiefungen vorhanden und von diesen entspringen zwei, die Mundanlage erreichende sackförmige Bildungen.

Eine weitere Differenzierung der Cölomanlagen ist bei den bis 6 Tage lebend gehaltenen Larven nicht beobachtet worden. Es wurden keine Anhaltspunkte dafür gefunden, daß das Mesenchym bei der Ausbildung der Cölomblasen beteiligt sein könnten. Die Mesenchymzellen sind nicht bei allen Larven vorhanden oder sie können pathologisch sein. Trotzdem sind Cölomanlagen mit gesunden Zellen ausgebildet worden.

In den oben beschriebenen Falten des dorsalen Ectoderms findet eine Konzentration der Zellen statt. Es sind einige Keime beobachtet worden, wo trotz Faltenbildung keine Cölombildung eingetreten ist.

Es wurde schon oben erwähnt, daß etwa 95 vH. der Keime zu Pluteuslarven entwickelt worden sind. Bei näherer Musterung von diesen hat es sich herausgestellt, daß in vielen Fällen der Darm partiell gespaltet ist. Dieses Verhalten bezeugt, daß eine Spaltung des vegetativen Teiles des Keimes früh in der Entwicklung stattgefunden hat. Es stimmt mit Erfahrungen von anderen Versuchen überein, die wir ausgeführt haben, daß eine solche Spaltung zu einer Verkrüppelung des Urdarmes führen kann. An dem Objekte der Abb. 6 findet man eine von dem Oralfelde eingestülpte Mundanlage. Zwei Skeletstücke, von denen das linke verbildet ist, richten sich in ihrer Lage etwa nach der Symmetrie des Ectoderms. Der Symmetrieebene desselben senkrecht streckt sich aber ein Zwergdarm (*d*), der wie normal schwach ventralwärts gekrümmt ist. Der Zwergdarm ist als eine Einstülpung von dem rechten Teile des Keimes gebildet worden.

Schlußfolgerung.

Bei einer Hemmung oder Unterdrückung der Darmanlage bei der Larve von *Paracentrotus lividus* können Cölomblasen von dem Ectoderm gebildet werden. Eine Verschmelzung der gesondert entstehenden Anlagen kann dabei eintreten. Es ist deutlich, daß auch das Ectoderm die Potenz zur Bildung von Cölomblasen hat. Bei Unterdrückung der Cölombildung von dem normalen Ort kann diese Potenz aktiviert werden. Die Cölomsäcke entstehen nun an anormalem Ort und aus anormalem Material. Das Resultat stimmt aber vollständig mit einem Stadium der normalen Entwicklung überein.

Eine von den inneren Teilen des Keimes unabhängige Anlegung des Hydroporkanals ist früher bei Echinodermlarven beschrieben. In unseren oben beschriebenen Fällen handelt es sich aber nicht um die Anlegung eines Hydroporkanals. Die Verbindung mit dem Ectoderm ist temporär.

HÖRSTADIUS beobachtete nach der operativen Entfernung des linken Hydrocöls und hinteren Cöloms bei den Larven von *Holothuria Poli* die Ausbildung eines Hydroporkanals, der bis zum Oesophagus hineindringt. Neben diesem wird der Kanal sackförmig erweitert. Es handelt sich bei den noch nicht veröffentlichten Untersuchungen HÖRSTADIUS' wahrscheinlich um eine Restitution von den entfernten Cölomteilen, um einen Vorgang also, der mit den oben beschriebenen verwandt ist.

Die Sonderung der Keimblätter bedeutet unserem Befunde nach auch bei dem Seeigelkeime keine absolute Sonderung der Potenzen.

Literatur.

Child, C. M. ('16): Axial susceptibility gradients in the early development of the sea-urchin. Biol. bull. 30. — Driesch, H. ('06): Studien zur Entwicklungsphysiologie der Bilateralität. Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen 21. — Herbst, C. ('93): Experim. Untersuchungen über den Einfluß der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Tiere II. Mitt. a. d. zool. Stat. in Neapel 11.

Die Abbildungen.

Die Objekte der Abb. 1, 2 und 5 sind von der Oralseite, die der Abb. 3 und 4 von der aboralen (dorsalen) Seite, das der Abb. 6 von der linken Seite gesehen. Die Bezeichnungen: *c* Cölomanlage, *d* Darmanlage, *fa* Falte des dorsalen Ectoderms, *m* Mundöffnung, *mz* Mesenchymzellen, *sk* Skelettbildungen, *str* Zellstreifen, *w* Wimperschnur.

Die Abbildungen sind mittels des Zeichenapparates bei Ok. 2, Obj. 7 a Leitz, aber in etwas wechselnder Höhe im Verhältnis zum Objekte gezeichnet worden. Reproduktion im Maßstabe 1:2.
