

Experimentelle Untersuchungen an meroblastischen Eiern.

II. Die Vögel.

Von

Wl. Schinkewitsch (St. Petersburg)¹.

Mit Tafel X—XVI.

Das Einspritzen verschiedener Lösungen in Hühnereier wurde auf folgende Weise vorgenommen. Am spitzen Ende des Eies machte ich in einiger Entfernung von dem Gipfel eine kleine Öffnung in der Schale, durch welche mit Hilfe einer PRAVAZ'schen Spritze eine gewisse Menge Eiweiß, meistens von 1—1,5 ccm, abgesogen wurde. Sodann wurde ein der Öffnung möglichst genau entsprechendes Stück der Schale eines anderen Eies zurecht gemacht, nachdem letztere in absolutem Alkohol ausgewaschen worden war (Methode BÉGUELIN). Darauf wurde die gewünschte Lösung, und zwar gewöhnlich ein Quantum von 1 ccm durch die Öffnung eingeführt, wobei die Lösung auf die entsprechende Temperatur erwärmt wurde, wenn das zu injicirende Ei zuvor einer Incubation unterworfen worden war. Sodann wurde der Flick aufgesetzt und von außen mit Kitt verschmiert, wobei das Ei eine gewisse Zeit lang, gewöhnlich 10—12 Stunden, mit dem spitzen Ende nach oben in Ruhe gelassen wurde, bis der Cement völlig erhärtet war. Wurde das Ei schon vorher der Bebrütung ausgesetzt², so blieb es nachher nicht mehr wie 3 Stunden in der angegebenen Lage.

Die auf diese Weise behandelten Eier wurden in den Thermostat

¹ Vgl. diese Zeitschr. Bd. LXVII.

² Gewöhnlich führte ich die Lösung am Ende des zweiten Tages ein; in Anbetracht der durch KÄSTNER erzielten Resultate ist es jedoch gefahrloser, die Bebrütung zwischen dem zweiten und dritten Viertel des zweiten Tages vorzunehmen. Siehe KÄSTNER, Über künstliche Kälteruhe von Hühnereiern im Verlauf der Bebrütung. Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. 1895.

verbracht oder einer Henne untergelegt. Letzteres Verfahren ist vorzuziehen, da bei den Drehungen, welche das Ei durch die Henne erfährt, die injicirte Flüssigkeit gleichmäßig in dem Eiweiß vertheilt wird. Zum Verkleben verwendete ich theils einen Cement, welcher in Russland unter dem Namen siamesischer Kitt verkauft wird, und welchen ich später selbst zubereitete. Eine Analyse dieses Cementes wurde auf meine Bitte durch Herrn B. MENSCHUTKIN in freundlichster Weise vorgenommen. Der Cement besteht aus einem Pulver, welches aus Gips und feinem Sand zusammengesetzt ist und einer Flüssigkeit — lösbares russisches Glas (Liquor natrii silicis Crudi rossici 30%) mit einer geringen Beimischung von Leinwasser (welches durch Schütteln gekochten Leinöls mit Wasser erhalten wurde). Letztere Substanz spielt übrigens keine große Rolle. Das Pulver wird vor dem Gebrauch mit der Flüssigkeit vermengt. Auf den anderen Cement wurde ich durch Herrn Akademiker BEILSTEIN aufmerksam gemacht. Dieser Cement wird ebenfalls aus lösbarem Glas und einem, aus einer Mischung von Manganhyperoxyd und Zincum oxydatum bestehenden Pulver zubereitet. Diese Art von Cement ist unbedingt dauerhafter, jedoch trocknet sie langsamer und ist in Folge dessen zu dem fraglichen Zwecke nicht so bequem zu verwenden.

Wurden die Eier vorsichtig und genau verklebt, so dass die Möglichkeit eines Eindringens des Kittes in das Eiweiß ausgeschlossen war, so ergaben die Kontrolleier, welche ebenfalls verklebt wurden, aber ohne dass eine Injektion vorgenommen worden war, normale Keime¹.

Im Übrigen bespreche ich weiter unten die Wirkung dieses Cementes bei direkter Einführung desselben in das Eiweiß, wobei ziemlich verschiedenartige Abweichungen auftreten, welche bisweilen mit Abweichungen übereinstimmen, welche bei der Injektion anderer Substanzen erzielt wurden. Hieraus schließe ich jedoch nicht, dass bei Injektion dieser Substanzen die Abweichungen nicht durch die Wirkung der betreffenden Substanz, sondern durch Zufälligkeiten beim Verkleben hervorgerufen wurde. Es hat sich nämlich erwiesen, dass sehr verschiedenartige Substanzen bisweilen gleichartige Abweichungen hervorrufen, was auf eine untergeordnete Rolle der

¹ FÉRE (Note sur la résistance de l'embryon de Poulet au traumatisme de l'oeuf. Journ. Anat. Physiol. Paris. XXXIII. 1897) hat nachgewiesen, dass eine Verletzung des Eies an seinem stumpfen Ende mit nachfolgender Verklebung nach der Methode von BÉGUELIN (1749) von dem Keime ziemlich gut vertragen wird.

chemischen Zusammensetzung der Substanzen hindeutet. Die Übereinstimmung der Abweichungen, welche durch Einführung von Cement in das Eiweiß hervorgerufen werden, mit solchen Abweichungen, welche nach Einführung anderer Substanzen erfolgen, ist demnach keine merkwürdige Erscheinung. Das Verkleben mit harzigen Stoffen, welche erwärmt werden müssen, ist nicht anwendbar, da es Abweichungen hervorruft, welche auf der Ungleichmäßigkeit in der Erwärmung beruhen (siehe unten).

Das Einführen verschiedener Substanz in das Eiweiß wurde bereits durch FÉRE¹ unternommen, doch hatte er dabei ganz andere Ziele im Auge, und zwar die Bestimmung des Procentsatzes der dabei erhaltenen Missbildungen und die Feststellung der physiologischen Wirkung der Substanzen (z. B. die Beschleunigung und Verzögerung der Entwicklung und dergleichen mehr). Für mich hatten diese Resultate nur eine Nebenbedeutung, und ich richtete mein Augenmerk hauptsächlich auf unter solchen Bedingungen hervorgegangene morphologische Veränderungen. Aus diesem Grunde untersuchte ich alle bemerkenswerthe Anomalien aufweisenden Keime an der Hand von Schnitten, wobei ich mich auf die Untersuchung von etwa 350 Eiern beschränkte.

Sämmtliche Zeichnungen wurden mit Hilfe des ABBE'schen Zeichenapparates angefertigt; da, wo die Zeichnungen schematisirt wurden, geschah dies, ohne dass die Umrisse irgend eines Organs oder eines Keimblattes geändert worden wären. Zur Vermeidung von Irrthümern habe ich bei der Beschreibung diejenigen Nummern beibehalten, unter welchen ich die Missbildungen in mein Journal eingetragen habe.

Ogleich die Verbreitung einer beliebigen Substanz im Eiweiß des Eies eine sehr ungleichmäßige und dabei von Zufälligkeiten abhängig sein kann, so halte ich meine Versuche dennoch nicht für überflüssig: erstens repräsentiren die Hühnerkeime ein außerordentlich genau untersuchtes Objekt, was bei dem Studium von Missbildungen äußerst wichtig ist, und zweitens ist das Vogelei von denjenigen, bei welchen die Überladung mit Dotter und dessen Isolirung von dem protoplasmatischen Theile des Eies bis zum Extreme durchgeführt ist.

¹ Eine ganze Reihe von Mittheilungen in den Compt. Rend. Soc. Biol. Paris und im Journ. Anat. Physiol. Paris im Jahre 1893 und später.

Spezieller Theil.

1. Verdünnung des Eiwisses durch Wasser.

Die Einführung von 2 cem Wasser im Beginn der Entwicklung ruft gewöhnlich eine Degeneration hervor, und nach 2 Tagen findet sich im Ei nur eine kleine Blastodermscheibe, bestehend aus den drei typischen Blättern, wobei das Entoderm das Aussehen eines Syncytiums mit zahlreichen Kernen und einer Menge aufgenommener Dotterkügelchen hat, welches stellenweise unregelmäßige Verdickungen aufweist. Die Gefäße sind stellenweise stark erweitert, und der Keim präsentirt sich als eine der Degeneration verfallene Zellmasse. Seltener dauert die Entwicklung mit einiger Verzögerung länger an und wir finden nach 3 Tagen einen etwa zweitägigen Keim; in einem Falle (Nr. 120) jedoch war der Keim durchgeschnürt, augenscheinlich durch eine Amnionfalte, welche der Einschnürungsstelle dicht anlag, so dass der vordere und der hintere Theil des Nervenrohrs getrennt waren; nichtsdestoweniger ging die Entwicklung des vorderen und hinteren Theils gleichmäßig vor sich.

Ein anderer Keim (Nr. 12) zeigte eine unregelmäßige Krümmung, und zwar war der Keim im Bereich der zukünftigen Vorderextremitäten stark nach der rechten Seite (resp. nach der Bauchseite) ausgebogen und fast ganz anämisch, obgleich das Herz gut funktionirte und in der Area vasculosa Blutinselchen zu bemerken waren. Am vierten Tage jedoch finden wir bereits degenerirte Keime, wobei bisweilen eine Verlagerung der Organe und die Hemmung der Anlagen beobachtet wird.

So war bei einem Keim (Nr. 36) das Herz nach vorn verlagert; es befand sich vor dem Kopfe und war außerdem erweitert¹. Bei demselben Keim war eine Erweiterung der Gefäße sowohl bei dem Keim selbst als auch in der Area vasculosa zu beobachten, wobei die erweiterten Gefäße das Entoderm in der Richtung nach dem Dotter zu vorstülpen. Übrigens bildet das Entoderm auch außerdem in den Dotter vordringende und wahrscheinlich durch die Bedingungen des Scheibenwachsthums hervorgerufene Falten. Das Nervenrohr bildet vorn eine unregelmäßige Erweiterung, doch sind weder die Augenblasen noch die Anlagen der übrigen Sinnesorgane zu bemerken.

¹ Diese Abweichung wird für andere Keime ausführlicher beschrieben werden.

Die Chorda, die Urwirbel, die Extremitäten etc. sind angelegt wie bei einem normalen Keim. Eben so wurde bei einem anderen Keim (Nr. 32) die Entwicklung der primären Augenblasen beobachtet, während es hier nicht einmal zur Bildung der Gehirnblasen kam.

Die Einführung von 2 ccm Wasser in Eier, welche zweitägige Keime enthielten, führte entweder, wenn sie am vierten Tage geöffnet wurden, zum Entwicklungsstillstand und der Degeneration des Keimes, oder die Entwicklung dauerte noch eine Zeit lang an, aber es bildeten sich abweichende Keime. Bei einem Keim (Nr. 200) war das Nervenrohr erweitert, besonders in seinem vorderen Theile, seine Wandung war dünner geworden und bildete stellenweise Falten, welche in das Lumen des Rohres hineinragten.

Die Einführung von 2 ccm Wasser ruft demnach entweder Stillstand und Degeneration hervor, oder Abweichungen etc. Unregelmäßigkeit in der Krümmung, Verlagerung des Herzens, Unterdrückung der Bildung der Gehirn- und Augenblasen und der übrigen Sinnesorgane, Erweiterung des Herzens und der Gefäße und eben so des Medullarrohres.

Die Einführung von 1 ccm Wasser vor der Bebrütung ruft nur in den seltensten Fällen einen Stillstand in den ersten Stadien der Entwicklung hervor. In einem Falle (Nr. 92) hatte die Blastodermis $\frac{1}{3}$ der Dotteroberfläche umwachsen und bestand aus einer Schicht flacher Ektodermzellen und einem mächtigen entodermalen Syncytium in Gestalt einer gleichmäßig dicken, Dotterkörnchen enthaltenden Schicht. Letztere hatte zahlreiche solide Falten oder richtiger Wülste, welche in den Dotter hereinragten. Der Keim selbst bestand nur aus einem Häufchen degenerirter Zellen. Es ist nicht ohne Interesse, dass in diesen Wülsten stellenweise deutliche Lumina zu sehen waren, welche mit der Gestaltung der Falten nicht in Übereinstimmung waren; diese Hohlräume waren im Durchschnitt rund und erinnerten ihrem Aussehen nach an Gefäße, jedoch ohne mesodermale Auskleidung, und enthielten keine Blutkörperchen.

In einem Falle (Nr. 162) wurde jedoch nach Injektion von 1 ccm Wasser eine Verlagerung des Herzens nach dem vorderen Ende des Keimes beobachtet, öfters aber eine sattelförmige Krümmung des Keimes nach der rechten (resp. ventralen) Seite; dabei zeigten die Keime äußerlich meistens ein völlig normales Aussehen, während an der Hand von Schnitten bei viertägigen Keimen sehr häufig folgende Abweichungen beobachtet wurden:

- 1) Eine Erweiterung der Amnionhöhle, wobei die Fläche des

Lumens der letzteren in einem Falle auf dem Querschnitte die Fläche des Keimes selbst an Ausdehnung mindestens um das fünffache übertraf. Im vorderen Abschnitt hatte das Lumen die Gestalt eines in die Länge gezogenen Ovals, im hinteren Abschnitt diejenige eines Dreiecks, dessen Spitze auf der linken Seite des Keimes lag. In einem anderen Falle war die Erweiterung der Amnionhöhle nicht von auffallenden Veränderungen ihrer Umrissse begleitet. Im ersten Falle war der Keim schon in beträchtlichem Grade degenerirt und die Veränderung der Umrissse der Höhlung konnte nicht allein durch bloße Ansammlungen von Flüssigkeit in der Höhle, sondern auch durch andere Ursachen, z. B. durch ungleichmäßiges Wachsen ihrer Wandungen, hervorgerufen worden sein.

2) Eine beträchtliche Erweiterung des Herzens und der Gefäße, wobei es den Anschein hat, als ob sehr wenig Blutzellen vorhanden wären, da die Zahl dieser letzteren proportional nicht zunimmt.

3) Eine Erweiterung verschiedener Partien des Nervenrohres. Bald ist dessen vorderer und hinterer Abschnitt erweitert, bald das Gehirn und das Rückenmark, wobei am Gehirn die obere Wandung der hinteren Blase —, am Rückenmark die obere Wandung des Hals-theils in einer sehr beträchtlichen Ausdehnung (und zwar auf einer viel größeren Strecke als bei dem normalen Keim) verdünnt sind; die erwähnten Wandungen bestehen dabei aus einer Reihe flacher Zellen. Eben so ist die rechte (bei der Biegung des Kopfes nach oben gerichtete) Wandung der vorderen Blase verdünnt. Das Lumen des Rückenmarkkanals ist so beträchtlich, dass das Nervenrohr im hinteren Abschnitt des Keimes bisweilen mehr als die Hälfte des ganzen Querschnittes einnimmt. Die Gestalt des Nervenrohlumens ist dabei in den einzelnen Abschnitten des Keimes eine verschiedene, und zwar bald oval, bald biskuitförmig.

4) Die Gehörblasen werden erweitert und ihre (obere) Wandung verdünnt.

5) Eine Erweiterung des Lumens der Somiten, wobei dieselbe statt spaltförmig — oval wird und auf Schnitten bisweilen sehr beträchtliche Dimensionen annimmt.

6) Bisweilen wird (im hinteren Abschnitt des Rumpfes) die primäre Leibeshöhle erweitert, was wahrscheinlich durch einen Wachstumsstillstand der Entwicklung des Mesoderms bei fortgesetztem Wachsthum des Ektoderms hervorgerufen wird.

Als charakteristische und besonders häufig bei Injektion von 1 cem Wasser auftretende Veränderungen, können daher betrachtet werden:

die Erweiterung der Hohlräume des Herzens, der Gefäße des Nervenrohres, der Gehörblasen, der Somiten und der primären Leibeshöhle.

Das Einführen von 1 ccm Wasser in Eier, welche zweitägige Keime enthalten, führen meist zu einer Verlangsamung in der Entwicklung und zur Degeneration des Keimes. Am Ende des vierten Tages entsprachen die Keime bald 62stündigen, bald 3tägigen, bald 82stündigen Embryonen und in der Mehrzahl der Fälle waren ihre Gewebe der Degeneration verfallen. Eine große Anzahl dieser Keime wiesen eine stärkere Krümmung als bei den normalen Bedingungen auf. Bei einem Keim (Nr. 197) wurden bei völlig normalen Geweben folgende Abweichungen beobachtet: Erweiterung der Gefäße, Erweiterung des Gehirns, unter gleichzeitigem Dünnerwerden der rechtsseitigen (bei dem Keim nach oben gerichteten) Wandung, Erweiterung und Dünnerwerden der Gehörblasenwandungen, starke Erweiterung im Bereich der Iris des zwischen beiden Blättchen der Augenblasen befindlichen Hohlraumes und endlich Erweiterung der Höhlung der Linse. Von Interesse ist dabei der Umstand, dass die Linsenanlage, ungeachtet des beträchtlichen Alters des Keimes, keine Verdickung ihrer inneren Wandung gebildet hat, sondern in der Gestalt einer Blase mit fast gleichmäßig dicker Wandung verblieben ist.

Die Einführung von 1 ccm Wasser am Ende des zweiten Tages der Entwicklung ruft demnach in den meisten Fällen eine Degeneration des Keimes hervor, wenn aber der Keim am Leben bleibt, so zeigen die dabei auftretenden Veränderungen denselben Charakter wie bei der Einführung von Wasser am Anfang der Entwicklung, und zwar eine Erweiterung verschiedener Hohlräume, wobei auch die Hohlräume späterer Bildung, wie derjenige der Linse, eine Erweiterung erfahren.

Die Einführung von 0,5 ccm Wasser in das Ei ruft in den meisten Fällen eine Verzögerung in der Entwicklung hervor. Nach 3 Tagen entsprach ein Keim einem 26stündigen, ein anderer nach 5 Tagen einem 52stündigen Keim. Außerdem zeichnete sich der erstere dieser Keime (Nr. 171) durch geringe Größe und Zahl der Zellen aus, welche man z. B. auf jedem Querschnitte sehen kann, sie ist nicht so groß als bei den normalen Bedingungen. Die Gefäße und die primäre Leibeshöhle dieses Keimes waren erweitert. Außerdem blieb das Nervenrohr im Bereich des Rumpfes unverschlossen, im Bereich des Kopfes war es dagegen geschlossen, doch hatten die Hirnblasen eine ganz unregelmäßige Gestalt: die vordere war von übernormaler Größe, die zweite war stark in die Länge

gezogen, die hintere war durch Einschnürungen in drei Abschnitte getheilt. Eben so besaß ein anderer Keim (Nr. 43), welcher 5 Tage im Thermostat gelegen hatte, aber stark in der Entwicklung zurückgeblieben war und sogar zu degeneriren angefangen hatte, ein unregelmäßig erweitertes Nervenrohr, welches in seinem Verlauf in das Lumen vorspringende Faltenbildungen (Taf. X, Fig. 1) und Vorsprünge aufwies, von denen der eine in Gestalt eines dem Nervenrohr parallel verlaufenden Anhangs eine recht beträchtliche Länge erreichte. Die linke Augenblase dieses Keimes war, wie dies aus Schnitten zu ersehen ist, einer frühen Degeneration verfallen, und im Zusammenhang hiermit war nur die eine, rechte Linse angelegt.

Die Einführung von 0,5 ccm Wasser ruft demnach eine Verlangsamung in der Entwicklung, bisweilen eine Deformation des Nervenrohres womit eine Erweiterung seines Lumens verbunden ist, und schließlich dieselben Erscheinungen, d. h. Erweiterung der Gefäße und der primären Leibeshöhle hervor, welche wir schon früher gesehen haben, wenn auch in geringerem Grade.

Im Allgemeinen gesprochen, hindert demnach eine geringe Menge Wassers die Entwicklung nur wenig, wenigstens im Verlauf der ersten 4—5 Tage. Die dabei auftretenden Abweichungen zeigen meistens einen ganz bestimmten Charakter, nämlich die Erweiterung verschiedener Hohlräume des Keimes, welche wahrscheinlich durch Anhäufung von Flüssigkeit in diesen Hohlräumen bedingt wird.

2. Entfernung eines Theiles des Eiweißes.

Die Entfernung von 1,5 bis 2 ccm Eiweiß führt naturgemäß zu einer Entblößung des Keimes vom Eiweiß, wobei er von der unter die Eischale eingedrungenen Luftschicht nur durch die Dottermembran getrennt erscheint. In einigen Fällen fielen die Keime der Degeneration anheim und hatten am Ende des vierten Incubationstages das Aussehen von etwa zwei- oder dreitägigen Keimen wobei sie gleichzeitig in Folge von Degeneration ihre Form veränderten. In einem anderen Falle (Nr. 195) ging die Entwicklung in normaler Weise vor sich und die Keime waren nach 4 Tagen in keiner Weise in der Entwicklung zurückgeblieben, zeigten aber einige Unregelmäßigkeiten in der Krümmung: der Rumpf war sehr stark nach rechts (resp. nach der ventralen Seite) gebogen, der Schwanzabschnitt dagegen korkzieherförmig gekrümmt und bildete eine ganze Windung, so dass der apicale Theil nach links und nicht nach rechts gebogen erscheint. Die Organe und Gewebe dieses Keimes erwiesen sich als normal.

Die Mehrzahl der Keime dagegen zeigte Abweichungen, welche sehr an diejenigen erinnerten, welche bei Verdünnung des Eiweißes mit Wasser zur Beobachtung kamen, und zwar eine Vergrößerung der Hohlräume der Hirnblasen, wobei die dorsalen und seitlichen Wandungen der hinteren Blase stark verdünnt erschienen; eine Erweiterung des Hohlraumes der Gehörblasen und der Linse, wobei sogar bei einem 4tägigen Keim die innere Wandung der letzteren nicht verdickt ist; eine stellenweise außerordentliche Erweiterung der Gefäße sowohl in der Area wie auch bei dem Keime. Diese letztere Eigenthümlichkeit findet sich bei der Mehrheit anormaler Keime, welche ich durch Verminderung der Eiweißmenge erzielt habe.

Ich gehe nun zur Beschreibung einzelner Keime über. Bei einem $3\frac{1}{2}$ tägigen, nur theilweise degenerirten Keim (Nr. 25) ist das Nervenrohr in seinem vorderen Abschnitte stark seitlich komprimirt und in dorsoventraler Richtung ausgezogen (Taf. XI, Fig. 26); im Halsabschnitt und im vorderen Theil des Rumpfes hat das Nervenrohr die Form einer horizontalen Platte (vgl. Taf. XI, Fig. 28 C), weiter nach hinten diejenige einer Rinne (Taf. XI, Fig. 26 B). Nach vorn zu schließt das Nervenrohr mit einem dünneren, im Querschnitt runden Endstück ab. Die Sinnesorgane sind nicht angelegt; die Anlage der Chorda ist vorhanden. Die Verhältnisse des Mesoderms sind undeutlich (in Folge seiner Degeneration). Die Gefäße sind außerordentlich erweitert und nehmen auf Querschnitten durch den Keim den größten Theil der Schnittfläche ein; in der Area stülpen sie das Ektoderm in Gestalt von Wülsten vor. Die Blutzellen sind in geringer Anzahl vorhanden. Der Pharynx und das Herz sind wohl entwickelt, aber verlagert. Wenn man die Schnitte von vorn her durchmustert, trifft man zuerst auf das Herz, sodann auf den Pharynx und zuletzt auf das Nervenrohr.

Ein anderer Keim (Nr. 235) war am Ende des vierten Tages ebenfalls anormal gebildet und dabei in der Entwicklung zurückgeblieben. Der Kopf war blasenartig aufgetrieben und das Nervenrohr in ihm offen. In diesem offenen Nervenrohr kann man eine mittlere (obgleich mehr nach der rechten Seite zu gelegene) Rinne und seitliche Vorsprünge unterscheiden, von welchen der eine fast abgeschnürt ist (Taf. XI, Fig. 28 A), und welche wahrscheinlich die Augenblasen (VO) repräsentiren. Weiter nach hinten hat die Nervenanlage (Taf. XI, Fig. 28 B und C) die Gestalt eines breiten Plättchens, geht aber im Niveau des Herzens in eine Rinne über. Auch die Gefäße sind erweitert, besonders die Aortenäste, wodurch eben die Auftreibung des

Kopfes hervorgerufen wird. Herz und Pharynx sind gut entwickelt, aber das Herz drängt sich stark in den Dotter ein, indem es gleichzeitig eine dünne Entodermschicht mit sich zieht. Die übrigen Theile sind mehr oder weniger normal.

Ein dritter, gleichfalls viertägiger Keim (Nr. 222) bietet die merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten. Von außen gesehen (Taf. X, Fig. 2) lässt er nur die Nervenanlage erkennen, welche nach vorn zugespitzt und nach hinten erweitert ist. In seinem vorderen Abschnitte degeneriren die Gewebe bereits, im hinteren Abschnitt sind sie normal, und man sieht hier an einzelnen Stellen karyokinetische Figuren. Das Studium der Schnitte zeigt, dass das vordere zugespitzte Ende der Nervenanlage röhrenförmig, aber so zu sagen verkehrt verschlossen ist und über dem Ektoderm liegt (Taf. XI, Fig. 27 A). Das Rohr ist in dorsoventraler Richtung zusammengedrückt. Seine obere Wandung ist im Vergleich mit der unteren verdickt.

Das Entoderm ist in der Ausdehnung des ganzen Keimes verdickt und vielschichtig und bildet im vorderen Theil Falten und Wülste. Mesoderm ist im vorderen Abschnitt des Keimes nicht vorhanden. Weiter nach hinten ist das Nervenrohr nicht verschlossen und erhebt sich napfförmig (im Schnitt) über das Ektoderm (Fig. 27 B). Außerhalb des Keimes sind beide Blätter des Mesoderms getrennt und im Darmfaserblatt verlaufen wenig zahlreiche Gefäße; im Keime selbst dagegen verläuft das Mesoderm in Gestalt einer Schicht flacher, dem Entoderm anliegender Zellen.

Im mittleren und hinteren Theil des Keimes finden sich einige Somite, aber diese Somite liegen nicht längs des Nervenrohrs, sondern an den Seiten des Keimes und sind von dem Nervenrohr durch die ungeheure primäre Leibeshöhle getrennt (Fig. 27 C). Die Hohlräume der Somite sind erweitert und stehen in den hinteren Somiten mit dem Hohlraum des Cöloms in Verbindung. Die Wandungen der Somite sind verdünnt. Was die Schicht flacher, sich an das Entoderm anschließender Mesodermzellen betrifft, so kann man sich deren Ursprung nur schwer klar machen: repräsentiren sie einen Rest des undifferenzierten Mesoderms, oder haben sie sich durch Verwachsung des Darmfaserblattes der rechten und linken Hälfte auf der Mittellinie gebildet? Erstere Voraussetzung ist vielleicht die wahrscheinlichere.

Im allerhintersten Abschnitt des Keimes hat die Nervenanlage die Gestalt von breiten, schwach konvexen Medullarplättchen (Fig. 27 C), und zwischen ihr und dem sich ihr in der Mittellinie nähernden

Mesoderm kann man eine kleine Gruppe von Zellen unterscheiden, welche vielleicht die Anlage der Chorda repräsentiren. Überhaupt haben sich im hinteren Theil des Keimes die Verhältnisse der Anfangsstadien erhalten, und zwar ist die Öffnung des Blastoporus offen geblieben, durch welche ein Häufchen Mesodermzellen mit seiner kegelförmigen Spitze nach außen tritt (Taf. XI, Fig. 27 D).

Diese Verhältnisse werde ich ausführlicher besprechen, wenn ich diesen Fall mit anderen, wo der Blastoporus gleichfalls erhalten bleibt, vergleichen werde (siehe unten).

Die Verminderung der Eiweißmenge führt demnach, abgesehen von hier und da eintretender Verzögerung in der Entwicklung und Degeneration, zu einer Reihe von Abweichungen, von denen einige außerordentlich an die Erscheinungen erinnern, welche wir bei der Verdünnung des Eiweißes gesehen haben, und zwar auf die Erweiterung der Gefäße und einiger anderer Hohlräume und die Verdünnung ihrer Wandungen herauskommen. Außerdem wird ein Nicht-zuwachsen des Nervenrohrs bald in seinem vorderen, bald in seinem hinteren Theil beobachtet, und ein Vorstülpen des Herzens in den Dotter. Ferner wird eine Verlagerung des Herzens und des Pharynx nach dem Vorderende beobachtet, wobei der vordere Abschnitt des Nervenrohrs augenscheinlich einen Stillstand in seiner Wucherung erfährt. Überhaupt ist eine Hemmung der Entwicklung der Anlagen der Sinnesorgane zu bemerken.

Der höchste Grad von Abweichung endlich wird dadurch erreicht, dass das Nervenrohr sich nach auswärts umwendet und sich außerhalb des Keimes schließt.

3. Chlornatrium.

Ich habe 1 cem 1, 12,5, 25 und 33%iger Kochsalzlösung in die Eier eingeführt. Sogar bei Einführung von 1%igen Lösungen ging die Entwicklung nur selten normal vor sich. Bisweilen wurde am vierten oder fünften Tage entweder ein völlig normaler, oder ein in seiner Entwicklung etwas zurückgebliebener Keim beobachtet. So enthielten die Eier Keime, welche ihrem Alter nach in einem Falle nach 3 Tagen einem zweitägigen, in einem anderen Falle nach 4 Tagen einem 82stündigen Keim entsprachen. Bei diesen normalen Keimen wurde bisweilen ein Stillstand im Wachsthum der Blastodermis und das Vorhandensein von nur außerordentlich wenigen Blutzellen beobachtet. In einem dritten Fall enthielt das Ei nach der Einführung von 1%iger Lösung nach 4 Tagen eine kleine Blastodermis,

bestehend aus den drei typischen Schichten mit Anlagen der Gefäße, aber keinen Keim, welcher augenscheinlich in frühen Stadien der Degeneration verfallen war. Von den die Scheibe aufbauenden Elementen hatte auch das Mesoderm bereits zu degeneriren begonnen. In einem vierten Fall (Nr. 105, vgl. Taf. X, Fig. 7), hatte die Keimscheibe die Gestalt eines Gürtels oder Ringes, welcher durch ein Plättchen von ungleicher Dicke und unebenen Rändern gebildet war, und im obersten Viertel der Dotteroberfläche lag (Taf. XII, Fig. 32 *A*). Dieses Plättchen besteht aus allen drei Schichten, und nur sein äußerster Theil enthielt kein Mesoderm, und der äußerste, umgeschlagene Rand war aus Ektoderm gebildet, welches große Zellen mit blasenförmigen Kernen enthielt (Taf. XII, Fig. 32 *C*). Das Entoderm war ungleichmäßig verdickt und in seiner ganzen Ausdehnung mit Dotterkügelchen überfüllt. Ein Keim war nicht zu finden, aber mitten im Mesoderm lag ein geschlossenes Bläschen, welches augenscheinlich ektodermalen Ursprungs war (Taf. XII, Fig. 32 *B*).

Ein fünfter Fall (Nr. 102) zeigt ebenfalls nur die Entwicklung einer Keimscheibe ohne Keim, aber diese Scheibe hatte nach sieben-tägiger Bebrütung $\frac{2}{3}$ der Dotteroberfläche umwachsen und zeigte eine außerordentlich merkwürdige Eigenthümlichkeit: Bei der Untersuchung erwies es sich, dass die Scheibe aus Ektoderm, welches auf dem größten Theil seiner Ausdehnung einschichtig geblieben war, und einem über demselben liegenden Syncytium bestand, welches zahlreiche Kerne enthielt und von Dotterkörnchen überfüllt war (Taf. XI, Fig. 29; die Dotterkörnchen sind nicht abgebildet).

Es ist bemerkenswerth, dass die Blastodermscheibe bei Abwesenheit eines Keimes einige Amnionfalten gebildet hat, wodurch einige Amnionhöhlen entstanden sind. Dieser Process geht auf folgende Weise vor sich: Das Ektoderm bildet zuerst (augenscheinlich ohne Theilnahme des Mesoderms) eine zweischichtige Falte. Nur in einem einzigen Falle (Taf. XI, Fig. 29 *A* und *B*, *Am6*) war das Syncytium sammt seinen Kernen und Dotterkörnchen in die Falte mit hineingezogen worden, während für gewöhnlich beide Blätter der Falte dicht an einander liegen. Indem diese Falte an die Dottermembran herantritt, beginnt sie sich in zwei Falten zu spalten und nach beiden Seiten zu wachsen (Fig. 29 *A*, zwischen *Am4* und *Am6*), wobei man bisweilen am Anfang der sekundären Falte zwei Schichten unterscheiden kann, während späterhin jede dieser Falten in Gestalt eines einschichtigen, die Dottermembran von unten auskleidenden Plättchens weiterwächst. Bisweilen treffen solche Falten auf andere,

ihnen entgegenwachsende Falten, verwachsen dann mit einander und lassen nur eine kleine Öffnung im Dache der Amnionhöhle übrig (vgl. Hohlraum *Am6*, Taf. XI, Fig. 29 *A, B, C, D* und das Schema Taf. X, Fig. 3).

Bisweilen wachsen die Ränder zweier Falten nicht bis ganz zusammen (vgl. *Am4*), aber die obere Wandung der Amnionhöhle wird auf eine bedeutende Ausdehnung hin durch die anliegende Dottermembran gebildet. Aber auch in diesem, wie im ersteren Falle, sammelt sich in der Amnionhöhle eine gelbliche Flüssigkeit (das ist das Amnionwasser) an, welche sich auch auf Schnitten leicht von dem Eiweiß unterscheiden lässt. Am Rande der Blastodermscheibe endlich (*Am1* und *Am7*) bleiben diese Falten frei und liegen der Dottermembran an. Einige Falten (z. B. *Am5* auf Fig. 29 *C*) sind schließlich vielleicht dadurch entstanden, dass die Amnionfalte, bei ihrer Annäherung an das Ektoderm, einfach mit demselben verwachsen ist und sodann zu wachsen fortfuhr, um die nächste benachbarte Höhlung zu bilden. Auf diese Weise haben sich auf der Blastodermscheibe mehrere Amnionhöhlen von unregelmäßiger Gestalt gebildet (Taf. X, Fig. 3). Die eine derselben ist beinahe verschlossen, und vorn gespalten (*Am6*), eine andere, die größte von allen, ist offen geblieben (*Am4*). Außerdem haben sich kleinere geschlossene Hohlräume (*Am3* und *Am5*) gebildet, und genau am Rande der Scheibe befinden sich unvollständige Hohlräume (*Am1, Am2* und *Am8*), welche nur durch eine einseitige Falte gebildet werden.

Es ist sehr leicht möglich, dass alle diese Hohlräume als das Resultat von Krümmungen und Spaltungen eines einzigen Hohlraumes angesehen werden können. Die Neigung sich zu krümmen ist auch den Keimen selbst nach Einführung von NaCl in das Eiweiß eigentümlich. So hatte ich einen viertägigen Keim (Nr. 61), welcher aber leider schon der Degeneration verfallen war, an welchem ich aber doch noch feststellen konnte, dass er ein entwickeltes Amnion, ein Herz, hintere Extremitäten besaß, während sein Nervenrohr und die Chorda in der Gestalt der Ziffer 3 verbogen waren (Taf. X, Fig. 4).

Ich gehe zu der Beschreibung der Abweichungen des Keimes selbst über, welche ich bei Einführung 1% iger Lösung beobachtet habe.

In einem Fall (Nr. 88) hatte die Blastodermscheibe am Ende des vierten Tages $\frac{2}{3}$ des Dotters unwachsen und besaß in seiner Mitte eine ziemlich große Öffnung, in deren Nähe sich seitlich ein kleiner Keim, und hinter dem letzteren eine Zone von Blutinselen befand. Die Ränder der Keimscheibe waren sowohl an der Peripherie als

auch an der Öffnung nach oben umgebogen und stellenweise sogar aufgerollt. Alle Gewebe waren lebend, und das Mesoderm stark im Wuchs zurückgeblieben, wesshalb die primäre Leibeshöhle stellenweise, besonders im vorderen Abschnitt, eine ungeheure Ausdehnung erhalten hatte (Taf. XI, Fig. 31 *A* und *B*); das Ektoderm der Nervenanlage wies eine starke Wucherung und außerordentlich viele karyokinetische Figuren auf. Von der Oberfläche gesehen hatte der Keim die Gestalt eines kleinen unregelmäßig geformten Klümpchens, in welchem die Organe nicht deutlich zu unterscheiden waren. Die Untersuchung an der Hand von Längsschnitten zeigte, dass wir es hier mit einer Missbildung zu thun haben, bei welcher die Nervenanlage die Gestalt einer auf der Rückenoberfläche liegenden Platte hatte. Der hintere Theil des Rumpfes ist sehr stark in der Entwicklung zurückgeblieben. Die Nervenplatte ist nur vorn unter das Ektoderm versenkt, und ihr vorderer Rand bildet zwei Augenblasen (Fig. 31 *A* und *B*, *VO*). Weiter findet sich in ihrem Verlauf noch eine Vertiefung, welche vielleicht der zweiten Hirnblase entsprechen dürfte (*V*₂). Der Pharynx ist völlig entwickelt, und eben so ist eine geräumige Pericardialhöhle vorhanden (*PR*). Im hinteren Theil des Keimes sieht man eine kleine Anzahl von Somiten (ungefähr acht) (*Pv*). Im Kopf ist das Mesoderm nur schwach entwickelt und legt sich an das Ektoderm an, indem es zwischen sich und der oberen, ebenfalls von oben mit einer besonderen Mesodermschicht ausgekleideten Pharyngealwandung einen ungeheuren Hohlraum übrig lässt. Die vorn am Keim befindliche Falte erinnert zwar an eine Amnionfalte, wird aber durch alle drei Schichten der Keimscheibe gebildet, wobei das Entoderm in der Falte selbst stellenweise verdickt und mehrschichtig erscheint.

Für die in Rede stehende Missbildung sind demnach folgende charakteristische Merkmale zu beachten: die unverschlossene Nervenanlage, die starke Entwicklung der primären Leibeshöhle und der Entwicklungsstillstand im hinteren Abschnitt des Keimes.

Ein anderes Ei (Nr. 38) zeigte nach einer Bebrütung von 3¹/₂ Tagen folgende Eigenthümlichkeiten: Area vasculosa ist gut entwickelt, und nur zum Theil blutleer. Der Keim liegt unter dem Amnion und besteht aus einem verhältnismäßig enormen Kopf mit unregelmäßigen, stellenweise gewundenen Kontouren und einem Rumpf von geringer Größe (Taf. X, Fig. 5).

Die Untersuchung an der Hand von Schnitten ergab, dass die inneren Organe des Kopfes (außer der Nervenanlage) degenerirt waren,

so dass ihr Bau nicht aufgeklärt werden konnte; dagegen hatten das Nervensystem, das Ektoderm mit den ihm anliegenden mesodermalen Elementen und die embryonalen Hüllen ihr normales Aussehen erhalten, und in der Masse des Nervengewebes waren zahlreiche karyokinetische Figuren zu beobachten. Die vordere Amnionkappe ist normal entwickelt, die seitlichen Falten im vorderen Abschnitte sind aber auf einem Bezirk ihrer Ausdehnung unverwachsen geblieben, und der freie Rand der Falten ist dabei verdickt (Taf. XII, Fig. 33 *B*). Diese Verdickung, welche man eben so bei normalen Bedingungen beobachten kann, ist ausschließlich durch Anschwellung des Ektoderms entstanden, wobei die im Inneren der Verdickung liegenden Zellen ihrer Gestalt nach den mesodermalen Zellen des Keimes ähnlich werden. Überhaupt weisen das Amnion und die seröse Hülle stellenweise bedeutende Verdickungen auf, aber alle diese Verdickungen sind ausschließlich durch Verdickung der ektodermalen Schicht entstanden.

Im Bereich des Rumpfes sind die seitlichen Falten verwachsen, aber die rechte und linke Hälfte der Cölomhöhle durch eine sekundäre Mesodermaht getrennt geblieben¹.

Die hintere Amnionkappe ist normal entwickelt, da aber der Rumpf nur schwach entwickelt ist, so reicht er nicht bis in die Höhlung dieser Kappe hinein (Fig. 33 *C* und *D*).

Eine weitere Eigenthümlichkeit des hinteren Abschnittes besteht darin, dass sich im Bereich des Rumpfes auf der Oberfläche der serösen Hülle noch eine Amnionfalte gebildet hat, deren freier Rand ebenfalls verdickt ist (Fig. 33 *C*); weiter nach hinten ist diese Falte mit ihren Rändern an das Ektoderm der serösen Hülle angewachsen (Fig. 33 *D*) und hat auf diese Weise einen zweiten inneren, der Amnionhöhle ähnlichen Hohlraum abgegrenzt. Das Ektoderm der Faltenwandung ist verdickt und vielschichtig, das Lumen der Falte ganz eng, fast spaltförmig.

Der Keim selbst bietet eine eigenartige Eigenthümlichkeit, indem sich sein Nervenrohr nicht geschlossen hat, sondern offen geblieben ist und über die ganze Rückenoberfläche ausgewachsen ist und stellenweise auch auf die seitliche übergeht, und dabei eine gewundene, an verschiedenen Stellen verschieden dicke Nervenplatte bildet. Im vorderen Abschnitt (Fig. 33 *A*) kann man zwei Vertiefungen wahr-

¹ HIROTA, On the Sero-Amniotic Connection and the Foetal Membranes in the Chick. Journ. Coll. Sc. Univ. Japan. Vol. VI. 1894.

nehmen, von deren Wandungen sich je eine in die Vertiefungshöhle hereinragende Einstülpung erhebt (*VO*). Die eine dieser Vertiefungen (auf der Zeichnung die linke) ist größer, und die in sie hereinragende Einstülpung besitzt eine von mesodermalen Zellen angefüllte Höhlung. In diesen Vertiefungen kann man die Augenblasen erkennen; ihre Einstülpung repräsentirt die Anlage der Retina, die mesodermalen Zellen ihrer Höhle dagegen die Anlage des Glaskörpers; die Linse ist nicht angelegt. Im Übrigen ist es schwierig sich über die Mehrzahl der Windungen der Nervenplatte und deren bisweilen mit Höhlungen versehenen Verdickungen (Fig. 33 *A*) mit Bestimmtheit auszusprechen, und viele dieser Windungen beruhen höchst wahrscheinlich auf rein mechanischen Bedingungen des Wachsthum.

Im hinteren Abschnitt des Kopfes befindet sich auf einer Seite (auf der Zeichnung Fig. 33 *A* die linke) ein Hörbläschen. Im hinteren Abschnitt des kurzen Rumpfes sehen wir die Nervenanlage in Gestalt einer fast die ganze Rückenseite einnehmenden und mit einer asymmetrisch liegenden Rinne versehenen Platte (Fig. 33 *C*). Überhaupt ist der Keim einigermaßen asymmetrisch gebildet: die Derivate des Ektoderms sind auf der linken (auf der Zeichnung) Seite des Keimes am besten zur Ausbildung gelangt, die linke Augenblase ist stärker entwickelt als die rechte, die rechtsseitige Gehörblase ist überhaupt nicht zur Entwicklung gelangt. Die übrigen Organe sind in bedeutendem Maße degenerirt. Die frühe Degeneration des Entoderms und seiner Derivate wird wahrscheinlich durch den Umstand bedingt, dass die Chorda weder in dem hinteren Abschnitt des Keimes noch in der Nackenregion vorhanden, und nur in der mittleren Region zur Entwicklung gelangt ist. Diese Theile haben wahrscheinlich fortgefahren zu wachsen, nachdem die Chorda bereits begonnen hatte der Degeneration zu verfallen, und in Folge dessen nicht mit ihnen weiter wachsen konnte. Die Hauptcharakteristik dieser Missbildung besteht im Wesentlichen darin, dass hier, wie bei der vorhergehenden, das Nervenrohr nicht geschlossen ist.

Eine etwas andere Gestalt zeigt eine viertägige Missbildung, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe. Die Blastodermscheibe hatte fast den ganzen Dotter umwachsen und mitten in einem kleinen gefäßreichen Felde, welches nur in seinem peripheren Theile Blut enthielt, lag der anormale Keim, in welchem zwei Anhäufungen von Blutkörperchen durchschimmerten (Taf. X, Fig. 6); in der Nähe des Keimes, im gefäßreichen Felde, schimmerte noch eine weitere Ansammlung von Blutkörperchen durch. Bei der Untersuchung an der

Hand von Schnitten erwies sich der Keim als sehr eigenartig. Sein vorderer Abschnitt war durch eine dreilappige Blase gebildet, welche unzweifelhaft ein embryonales Herz darstellte (Taf. XII, Fig. 35 A). Die Muscularis der unteren Wandung ist stark verdickt, und hier hat der Degenerationsprocess bereits begonnen. Ein Endocardium ist vorhanden. Das Herz liegt in der extraembryonalen Cölomhöhle, wobei sowohl im Darmfaserblatt, als auch in dem in der Region des Herzens dem Ektoderm anliegenden verdickten Mesodermbezirk zahlreiche Gefäße entwickelt sind. Die Gefäße des Darmfaserblattes stehen in unmittelbarer Verbindung mit dem rechten Lappen der Herzblase. Die unter dem Ektoderm gelegenen Gefäße stehen durch zwei neben einander liegende Gefäße mit denjenigen des Darmfaserblattes in Verbindung und sind wahrscheinlich durch Einwachsen dieser letzteren in das Hautfaserblatt entstanden. Weiter nach hinten setzt sich das Herz in zwei Gefäße fort, welche hinter dem Pharynx stark verbreitert sind und zwei von außen bemerkbare Anhäufungen von Blutzellen enthalten (Taf. X, Fig. 6 *Sg*). Im Allgemeinen aber sind die Gefäße des Keimes und der Keimscheibe sehr arm an Blutzellen. Unter dem hinteren Abschnitt des Herzens beginnt der Pharynx, welcher asymmetrisch entwickelt ist, und zwar ist sein Lumen auf der linken Seite wohl entwickelt, rechts dagegen in Gestalt einer geringen Vertiefung kaum angedeutet (Fig. 35 B). Kiemensäcke sind nicht vorhanden, und der Darm ist überhaupt in der mittleren und hinteren Partie des Keimes nicht entwickelt. Auf Schnitten, welche hinter dem Pharynx geführt sind, ist auf der linken Seite eine Falte des Amnions zu sehen, welche sich jedoch nicht weit erstreckt; die übrigen Amnionfalten sind nicht zur Ausbildung gelangt. Auf denselben Schnitten wurde eine ganz eigenartige und unerklärliche Eigenthümlichkeit beobachtet: zwischen der Oberfläche des Entoderms und derjenigen des Ektoderms besteht eine Verbindung durch einen leicht gewundenen, von flachen Zellen gebildeten spaltförmigen Kanal, welcher zwischen den beiden großen Gefäßen, welche vielleicht den Aortenästen entsprechen, liegt (Taf. XII, Fig. 35 C, *C.ent*). Dieser Kanal mündet mit einer weiten Öffnung auf der Oberfläche des Entoderms, und einer engeren Öffnung auf derjenigen des Ektoderms. In denselben Kanal mündet mit seinem vorderen Ende der in dorsoventraler Richtung ausgezogene und lateral zusammengedrückte ektodermale Kanal mit verdickten Wänden. Dieser Kanal geht auf den nachfolgenden Schnitten in die offene Nervenrinne über (Fig. 35 E).

Das Nervensystem erscheint demnach im vorderen Theile in Gestalt einer Rinne, welche vorn in eine Röhre mit vertikal spaltförmigem Lumen übergeht, während die Röhre mit ihrem unteren Ende (Neuroporus?) in den oben erwähnten, die Oberfläche des Ektoderms mit derjenigen des Entoderms verbindenden Kanal mündet. Die erwähnte Röhre stellt wahrscheinlich die Anlage des Gehirns dar, an welchem keine Hirnblasen sich gesondert haben. Unter der Nervenrinne liegt die normal entwickelte Chorda, und unter derselben die linke intraembryonale Cöloalhöhle, welche die rechte Höhle nach dem rechten Rande hin verdrängt hat, so dass das Mesenterium auf der Seite liegt (Fig. 35 *D*). Die rechte Höhle ist von der extraembryonalen Höhle nicht geschieden, und beide nehmen keine große Ausdehnung ein, während die linke Höhle von der extraembryonalen der gleichen Seite getrennt ist. Überhaupt ist das linke Cöloalh viel stärker entwickelt, eben so ist im hinteren Abschnitt des Keimes der linke WOLFF'sche Gang vorhanden, während der rechtsseitige WOLFF'sche Gang fehlt. Im hinteren Abschnitt geht die Nervenrinne in eine röhrenförmige Erweiterung von unregelmäßig im Querschnitte dreieckiger Gestalt über (Fig. 35 *E*), und noch weiter nach hinten zu geht diese Erweiterung wieder in eine an der Rückenfläche liegende offene Rinne über (Fig. 35 *F*), worauf sich die Rinne wiederum zu einer Röhre umwandelt (Fig. 35 *G*), doch ist der Vorgang der Verschiebung hier ein eigenartiger: ein Theil der Nervenanlage bleibt in Gestalt einer kleinen Rinne an der Oberfläche des Keimes bestehen, während der größte Theil der Anlage abgeschnürt wird und sich in Gestalt eines unregelmäßig dreieckigen Rohres unterhalb des Ektoderms lagert. Die Nervenanlage zerfällt demnach im hinteren Abschnitt in zwei Theile: einen oberen, welcher mit dem Ektoderm in Verbindung bleibt, und einen unteren, welcher unterhalb desselben liegt.

Von der oben erwähnten röhrenförmigen Verbreiterung geht auf dessen linker Seite noch ein hohler Fortsatz mit ovalem Lumen ab. Dieser Fortsatz (*n*¹) ist nach vorn gerichtet und hat eine ziemliche Länge (Fig. 35 *E* und *F*). Von derselben Erweiterung des Nervenrohres gehen kurze seitliche Vorsprünge (*n*) ab, welche mehr das Aussehen von Follikeln als von Fortsätzen haben. Die Höhlen der Follikel und des Fortsatzes stehen nicht in Verbindung mit dem Lumen der Hauptnervenrinne, aber ihre Gewebe gehen an gewissen Stellen unmittelbar in das Gewebe der Nervenanlage über. Im hinteren Abschnitt des Keimes bemerkt man im Inneren des Mesoderms

einzelne unregelmäßige Hohlräume, welche das in einzelne Theile zerfallene intraembryonale Cölon darstellen.

Das Einführen von 1 ccm 12 $\frac{1}{2}$ %iger Kochsalzlösung gab folgende Resultate.

In einem Fall (Nr. 111) bildete sich nach viertägiger Incubation eine kleine Blastodermscheibe, welche jedoch eine äußerst unregelmäßige Gestalt mit eingeschnittenen Rändern hatte, und an deren Oberfläche sich zahlreiche Falten und Einbiegungen gebildet hatten, welche bald in den Dotter hineinragen, bald über die Oberfläche emporsteigen (Taf. XIII, Fig. 38 A). Die Blastodermscheibe besteht aus einem flachen Ektoderm und einem entodermalen Syncytium mit zahlreichen Kernen und Dotterkörnchen; zwischen diesen Blättern liegen hier und da einzelne Kerne zerstreut, welche wahrscheinlich dem Mesoderm angehören (Fig. 38 B). An einer Stelle lagert unter dem Ektoderm ein Häufchen degenerirender Zellen, wahrscheinlich ein Überrest des Keimes.

In einem anderen Falle (Nr. 90) hatte sich nach viertägiger Bebrütung eine eben solche ringförmige Blastodermscheibe gebildet wie bei Nr. 105 (p. 178), aber der Ring war in einer Richtung ausgezogen und hatte die Gestalt eines S-förmig gebogenen Plättchens (Taf. X, Fig. 7). Der Keim war degenerirt; die Blastodermscheibe, oder richtiger gesagt der Gürtel, bestand aus den drei typischen Schichten, war aber in ihrer ganzen Ausdehnung der Länge nach zusammengeschlagen, so dass das Ektoderm des Gürtels sowohl nach dem Dotter, als nach außen zu gerichtet war, und die obere und die untere Platte des Ringes mit dem Entoderm gegen einander zu lagen (Taf. XI, Fig. 30). Im Mesoderm sind hier und da Gefäße zu sehen, und in der Nähe des Keimes ein extraembryonales Cölon. Das Ektoderm bildet stellenweise Anschwellungen und massive Vorsprünge, welche zeigen, dass sein Wachstum sich auch dann fortsetzte, als das Wachstum der übrigen Schichten bereits unterbrochen war. Das Entoderm stellt ein unregelmäßig verdicktes Syncytium mit Dotterkörnchen dar, welche augenscheinlich zu der Zeit aufgenommen worden waren, als das Entoderm noch auf dem Dotter lag.

Ein weiterer viertägiger Keim (Nr. 89) war viel weiter in der Entwicklung vorangeschritten, war aber trotzdem der Degeneration verfallen, so dass keine Möglichkeit vorlag seinen Bau zu ergründen. Von außen stellte er eine unregelmäßige Masse dar, während man sich an Schnitten davon überzeugen konnte, dass ein Amnion nicht vorhanden war, dass das Nervenrohr sich geschlossen und vorn

eine Erweiterung gebildet hatte, und dass die Chorda im hinteren Abschnitt des Keimes unregelmäßige Windungen beschrieben hatte; der Bau der übrigen Organe konnte nicht aufgeklärt werden. Die Gewebe der Scheibe hatten ihre Lebensthätigkeit beibehalten, und man konnte eine eigenartige Veränderung des extraembryonalen Cöloms beobachten, welches sich als in eine Reihe von Hohlräumen von verschiedener Größe zerfallen erwies, in Folge stellenweisen Zusammenwachsens des Haut- und des Darmfaserblattes.

Weitaus das größte Interesse verdient ein vierter, dreitägiger Keim (Nr. 57). Die Blastodermscheibe hatte circa $\frac{1}{4}$ der ganzen Dotteroberfläche umwachsen. Der Gefäßhof ist arm an Gefäßen, und letztere enthalten keine Blutzellen. Der Keim zeigt einen vorderen Theil, welcher von dem hinteren Theil durch eine Einschnürung abgetheilt ist (Taf. X, Fig. 8). Das Amnion ist nicht entwickelt, aber die vordere Entodermfalte (*croissant antérieur* von DUVAL) ist gut ausgesprochen. Das Vorderende enthält einen wohlentwickelten Pharynx, welcher an seinem vorderen Ende vier blinde Fortsätze bildet; diese Fortsätze repräsentiren wahrscheinlich die Anlagen der Kiemen-säcke, welche nicht nach außen durchgebrochen und unregelmäßig angeordnet sind (Taf. XII, Fig. 36 A). Auf der Dorsalseite des Kopfes befindet sich eine offene, etwas asymmetrisch liegende Nervenrinne (Taf. XII, Fig. 36 B, C und D). Diese Rinne verengert sich da, wo der Keim selbst schmaler wird, und erweitert sich dann zu einer breiten Platte, deren Ränder nicht nach innen eingebogen, sondern nach unten (unter die Platte) umgeschlagen sind (Fig. 36 E); im hinteren Theile wird die Nervenanlage durch die Medullarplatten gebildet (Fig. 36 F), während die Chorda, die Sinnesorgane und das Herz fehlen. Das Mesoderm ist nicht segmentirt, enthält keine Cölomsäcke und liegt seiner ganzen Ausdehnung nach dem Entoderm an. Im Entoderm kann man einen unmittelbar unter der Nervenanlage liegenden Theil, ferner derselben seitlich anliegende, aus hohen Zellen bestehende Abschnitte unterscheiden; diese hohen Zellen gehen nach außen wieder in niedere Zellen und am Rande der Scheibe, wie gewöhnlich, in die verdickten entodermalen Wülste über (Fig. 36 C und D).

Im hinteren Theil kann man Reste des Blastoporus erkennen, welcher wiederum in Gestalt eines engen Spaltes auftritt, aus welchem ein konischer, aus mesodermalen Zellen bestehender Vorsprung hervorragt (Fig. 36 F). Das Entoderm ist in diesem Bezirk nicht von dem Mesoderm geschieden. Man könnte annehmen, dass dieses

Wärzchen nur dem Mittelfeld der Primitivplatte der Reptilien, welche sich in das Darmfaserblatt fortsetzt, entspricht, während das Randfeld, welches sich in das Hautfaserblatt fortsetzt, nicht zur Entwicklung kommt. Nur auf wenigen Schnitten kann man eine schwache Proliferation der Zellen im Gebiete des Blastoporusrandes bemerken. Die Verdickungen des Mesoderms in der Umgebung des Nervenrohres, welche nicht segmentirt sind und in Folge dessen selbstverständlich nicht mit Somiten verglichen werden können, werden wahrscheinlich einfach dadurch hervorgerufen, dass die primäre Leibeshöhle in der Nähe des Nervenrohres umfangreicher ist, und von dem Mesoderm erfüllt wurde.

Alles dieses führt mich zu der Schlussfolgerung, dass bei diesem Keim keine Theilung des Mesoderms in zwei Blätter erfolgt ist, oder dass, richtiger ausgedrückt, das Hautfaserblatt gar nicht entwickelt ist.

Der Keim Nr. 112 zeigte nach viertägiger Incubation folgende Eigenthümlichkeiten. Die Blastodermscheibe hat die Hälfte der Dotteroberfläche umwachsen, der Gefäßhof ist gut entwickelt, der Keim selbst ist aber in bedeutendem Maße der Degeneration verfallen (Taf. X, Fig. 9). Vor dem Keime liegt eine von oben geschlossene, unregelmäßig geformte Höhle, welche weiter nach hinten in eine offene Rinne übergeht. Die Wandung dieser Höhle wird durch vielschichtiges verdicktes Ektoderm, darauf durch eine Schicht locker angeordneter sternförmiger Zellen mit langen Ausläufern und schließlich durch die Hautfaserschicht des Mesoderms aufgebaut. Obgleich diese sternförmigen Zellen ihrer Gestalt nach Mesodermzellen gleichen, so erscheint es doch wahrscheinlich, dass sie in den meisten Fällen modificirte Ektodermzellen repräsentiren. Wenigstens unterscheiden sie sich nach ihrem Aussehen nicht sehr scharf von den tiefer liegenden echten Ektodermzellen, mit welchen sie durch Fortsätze verbunden sind (Taf. XII, Fig. 37 A). Die erwähnte Höhle stellt wahrscheinlich eine Amnionhöhle dar, welche durch die vordere Falte gebildet und in ihrem vorderen Theil geschlossen ist; im vorderen Abschnitt des Keimes sind Anlagen der seitlichen Falten zu sehen. Auf den folgenden Schnitten erscheint in erster Linie das vor dem Gehirn liegende Herz, welches zum Theil degenerirt ist. Die übrigen Theile des Keimes sind degenerirt, doch kann man noch konstatiren, dass das Gehirn, die Hörbläschen, das Rückenmark, die Chorda, der Pharynx mit unregelmäßig gefältelten Wandungen und der hintere Abschnitt des Darmes angelegt sind. Das Cölom ist deutlich aus-

gesprochen, aber die Somiten sind degenerirt und die Segmentationshöhle ist verschwunden.

Für die betreffende Missbildung haben wir demnach die charakteristische Erscheinung, dass das Herz nach vorn verlagert ist, während die vordere Amnionkappe den Kopf nicht bedeckt, und dass augenscheinlich die Blastodermscheibe und das Amnion im Wachsthum auch dann noch fortgefahren haben, nachdem der Keim sein Wachsthum eingestellt hat. Dagegen hat die Wandung dieser Höhle, wahrscheinlich auf Kosten des Ektoderms, eine Verdickung erfahren. Im Ektoderm dieses Bezirkes wurden karyokinetische Figuren beobachtet, welche aber eigenartig modificirt sind: statt der achromatischen Spindel fand ich eine ovale helle Vacuole, an deren Polen die Chromosomen liegen. Wahrscheinlich hatte sie sich in Folge von Ansammlung von Flüssigkeit im Centrum der achromatischen Spindel gebildet, welche die sehr verfeinerten achromatischen Fasern nach der Peripherie der Vacuole gedrängt hat (Fig. 37 B).

Das Einführen von 1 cem 25⁰/₆iger Kochsalzlösung ergab nachstehende Resultate: In einem Falle war der Keim völlig normal gebildet, hatte aber am Ende des dritten Tages nur 14 Paare Somiten, und auf seinen Hirnblasen waren mit großer Deutlichkeit die von HILL gerade für das 33stündige Stadium beschriebenen Segmente zu unterscheiden (seine Fig. 30, Taf. XXIX)¹. In den übrigen Fällen wurden mehr oder weniger bedeutende Abweichungen konstatiert. In einem Falle (Nr. 6) erwies sich nach dreitägiger Incubation, dass die Keimscheibe nur $\frac{1}{3}$ des Dotters umwachsen hatte. Der Keim selbst stellte eine kleine ovale Platte dar, welche unmittelbar über einer Anhäufung des weißen Dotters lag. Die gesammte Platte repräsentirt die Anlage des Nervensystems in Gestalt einer vielschichtigen, ziemlich beträchtlichen Verdickung des Ektoderms, welche auf der Oberfläche des Keimes verblieben ist, wobei nur der vordere Rand der Platte leicht eingebogen ist (Taf. XII, Fig. 34). Unterhalb und außerhalb der Nervenplatte liegen, besonders im hinteren Bezirk der Scheibe, zahlreiche erweiterte Gefäße, welche fast gar keine Blutkörperchen enthalten. Im vorderen Theile findet sich eine kleine Anhäufung des Mesoderms. Das Entoderm tritt in Gestalt einer Schicht von Zellen unterhalb des Keimes auf, und geht an den Rändern der Scheibe wie gewöhnlich in die Randverdickungen über.

¹ HILL, Developmental History of Primary Segments of the Vertebrate Head. Zool. Jahrbücher. Bd. XIII. 1899.

Was die übrigen Organe (Chorda, Somiten) betrifft, so konnten deren Verhältnisse nicht klargelegt werden, da die Gewebe des Keimes theilweise degenerirt waren. Die Untersuchung des Randes der Blastodermis an der Hand von Schnitten zeigt, dass das Mesoderm sich nicht bis an den Rand selbst erstreckt, und dass dieser letztere durch das verdickte Randentoderm und das gleichfalls verdickte vielschichtige Ektoderm gebildet wird (vgl. Taf. XIII, Fig. 39 B). Man erhält den Eindruck, als ob die Ausbreitung des Ektoderms über die Oberfläche des Dotters durch irgend etwas aufgehalten worden wäre; da aber die Ektodermzellen fortführen sich zu vermehren, so entstand die erwähnte mehrschichtige Verdickung.

Ein anderes Ei (Nr. 35) enthielt nach viertägiger Incubation eine Keimscheibe, welche $\frac{1}{3}$ der Dotteroberfläche umwachsen hatte. Der Gefäßhof war entwickelt, aber nur die Gefäße des hinteren Abschnittes des Feldes enthielten die Blutkörperchen. Der Keim, dessen Gewebe zu degeneriren begonnen hatten, stellt einen unregelmäßig geformten Körper vor, welcher sich nach hinten in einen schwanzartigen Fortsatz verlängert (Taf. X, Fig. 10). Der vordere Abschnitt enthält die Anlage des Nervensystems in Gestalt einer unregelmäßigen Blase, deren untere Wandung bereits der Degeneration verfallen ist (Taf. XIII, Fig. 39 *CM*²), allein die Nervenanlage hat sich nicht in ihrer ganzen Ausdehnung unter das Ektoderm versenkt, sondern ein Theil ist in Gestalt einer Nervenplatte auf der Oberfläche verblieben (*CM*¹) (vgl. Taf. XII, Fig. 35 G). Hinten ist die Nervenblase (*CM*²) mit dem Ektoderm an zwei Punkten im Zusammenhang geblieben, von denen der hintere den Charakter eines Neuroporus aufweist (*ect.n.2*), während die vordere Verbindung (*ect.n.1*) die Gestalt eines soliden Stranges besitzt. Das von engen, fast gar keine Blutkörperchen enthaltenden Gefäßen durchzogene Mesoderm bildet eine schwanzförmige Anhäufung am Hinterende der Blase. Eine Segmentation des Mesoderms ist nicht zu bemerken. Das extraembryonale Cölon ist wohl entwickelt, die Verhältnisse innerhalb des Keimes dagegen schwer zu unterscheiden, da ein beträchtlicher Theil des Mesoderms der Degeneration verfallen ist. Das Entoderm ist mit den charakteristischen Randverdickungen versehen. Das Ektoderm ist am Rande der Scheibe verdickt, und bildet zahlreiche solide Falten (Taf. XIII, Fig. 39 B). Ähnliche Falten trifft man auch in den anderen Theilen des extraembryonalen Ektoderms an (Fig. 39 A, R.*ect*). Schnitte durch den Rand der Keimscheibe zeigen, dass das Entoderm weiter als das Ektoderm, und dieses weiter als das Mesoderm angewachsen ist (Fig. 39 B).

Ich gehe nunmehr zur Wirkung der 33⁰/₁₀igen Kochsalzlösung über. In einem Falle (Nr. 46) stellte der Keim nach 3¹/₂ Tagen eine sehr kleine Blastodermscheibe vor, welche aus gleichartigen runden Zellen mit blasenförmigen Kernen und deutlicher Neigung zur Degeneration bestand. In der Mitte ist die Scheibe dick und in den Dotter versenkt, an den Rändern dagegen geht sie in einen dünnen, stellenweise sogar einschichtigen Saum über (Taf. XIII, Fig. 40). Im dicksten Bezirk des mittleren Theils der Scheibe befindet sich eine unregelmäßig gestaltete excentrisch liegende Höhle, welche an eine Segmentationshöhle erinnert, und deren centraler Theil sich mit Zellen anzufüllen beginnt. An der Oberfläche des Keimes ist hier und da eine Deckschicht mit flachen Zellen zu bemerken.

In zwei Fällen (Nr. 45 und 2) enthielten die Eier nach 3¹/₂ Tagen Keime mit Anlagen der Organe (Nervenrohr oder -rinne, Chorda etc.), welche jedoch bereits der Degeneration verfallen waren. Die Gewebe der Scheibe hatten bald ihre Lebensfähigkeit beibehalten (Nr. 2), bald waren auch sie der Degeneration verfallen. In ersterem Falle waren das Mesoderm und die Gefäße der Blastodermscheibe nur in unmittelbarer Nähe des Keimes zur Entwicklung gelangt.

Ein Keim (Nr. 37), welcher nach 4tägiger Incubation untersucht wurde, wies folgende Abweichungen auf. Der Rand der Keimscheibe, welche weniger als $\frac{1}{3}$ der Dotteroberfläche umwachsen hatte, ist uneben, und die Scheibe selbst ist von rhombischer Gestalt. Der Gefäßhof ist entwickelt, aber die Gefäße enthalten fast gar keine Blutkörperchen. Die äußere Form des Keimes ist unregelmäßig und bringt die Anordnung der Organe nicht zum Ausdruck; Schnitte dagegen zeigten folgendes Verhalten. Das Amnion ist im vorderen Abschnitte noch nicht geschlossen (Taf. XIII, Fig. 41 A), während beide Falten (die rechte wie auch die linke) an den Rändern je mit einer Verdickung des Ektoderms enden. Im mittleren und hinteren Abschnitt ist das Amnion geschlossen. Die Oberfläche der serösen Hülle sowie die innere Oberfläche des Amnion weisen zahlreiche solide Falten und Verdickungen auf (Fig. 41 B, *Rect.*). Eben so ist auch das Entoderm am Rande der Keimscheibe verdickt, wobei diese Verdickung des Entoderms nicht nur über den Rand des Ektoderms hinauswächst, sondern sich sogar bisweilen auf die Oberfläche des letzteren umschlägt, und dessen Rand bedeckt (vgl. Fig. 39 B). Alles dieses weist auf ein Hindernis in der Ausbreitung (nicht aber auf einen Stillstand im Wachsthum) des Ektoderms auf der Oberfläche des Dotters hin. Am Gehirn kann man einen vorderen Theil (Fig. 41 A, *MC*)

unterscheiden, von dessen unterer Oberfläche die Augenblasen entspringen (*VO*). Der Abschnitt, welcher wahrscheinlich dem Zwischenhirn entspricht, hat auf seiner Oberfläche einen wohlentwickelten unpaaren Fortsatz, welcher wahrscheinlich die Anlage der Epiphysis darstellt. Der hintere Abschnitt (Fig. 41 *B*), unter welchem das winkelig nach unten umgeschlagene Chordaende liegt, ist noch nicht verschlossen und seine Höhle steht mit der Amnionhöhle in Kommunikation. Das Rückenmarkrohr ist geschlossen und bildet eine unregelmäßige Krümmung in der Mitte seines Verlaufs, wobei hinter derselben keine Chorda mehr vorhanden ist. Die sonstige Konfiguration der Nervenanlage ist völlig anormal; die Sinnesorgane fehlen vollständig. Die Gegend des Herzens und des Pharynx ist degeneriert. Die Gefäße bilden unregelmäßige Erweiterungen und enthalten fast gar keine Blutzellen. Das extraembryonale Cölom ist wohl entwickelt. Die intraembryonalen Verhältnisse konnten nicht aufgeklärt werden, da das Mesoderm bereits an vielen Stellen zu zerfallen und zu degenerieren begonnen hatte. Das Entoderm bildet unregelmäßige Falten und Biegungen.

In einem anderen Ei (Nr. 3), welches einer Incubation von 3 Tagen ausgesetzt worden war, hatte die Keimscheibe fast $\frac{1}{2}$ des Dotters umwachsen. In der Mitte des nur an einigen Stellen Blutkörperchen enthaltenden Gefäßfeldes lag ein anomaler Keim (Taf. X Fig. 11). Vor diesem lag ein kleiner Plexus von Gefäßen, welche einen größeren Durchmesser hatten als die Gefäße des übrigen Gefäßhofes. Schnitte lassen erkennen, dass dieses Geflecht unter einer Vertiefung liegt, welche sich in den Dotter versenkt und aus allen drei Schichten der Keimscheibe gebildet wird (Taf. XIII, Fig. 43 *A*). Nach vorn zu schließen die Ränder der Vertiefung an einander, und letztere hat hier auf Schnitten das Aussehen eines geschlossenen Hohlraumes. Es ist sehr wahrscheinlich, dass wir es hier mit einer eigenartigen Modificirung der vorderen Amnionfalte zu thun haben, welche hier als selbständiger Abschnitt auftritt. Da an dieser Stelle die Trennung des Mesoderms in das Hautfaser- und das Darmfaserblatt nicht ausgesprochen ist, so erscheint das Schema der Anordnung der embryonalen Blätter anders als bei der normalen Entwicklung der Amnionfalten. Die auf der Zeichnung rechterseits in der Masse der Falte sichtbare geschlossene Höhle (*c.end*) ist mit Entoderm ausgekleidet und keine Höhle des Cöloms.

Die Gefäße des Plexus stehen hinten mit denjenigen des Keimes und vorn mit den Gefäßen der Area vascularis in Verbindung. Die

Gewebe des Keimes haben in dessen vorderem und hinterem Abschnitt ihr normales Aussehen erhalten, im mittleren Theil dagegen haben sie angefangen zu degeneriren, und die Mesodermzellen dringen von unten in das Lumen des Nervenrohrs ein (Taf. XIII, Fig. 43 D).

Im vorderen Theil des Keimes befinden sich die schwach entwickelten seitlichen Amnionfalten (Fig. 43 B). Im hinteren Theil sind keine Amnionfalten vorhanden.

Der Rand der Keimscheibe verdient besondere Beachtung (Fig. 43 H). Das Entoderm mit seinen von Dotterkörnchen erfüllten Zellen hat das normale Aussehen, aber das Ektoderm bildet in nicht allzugroßer Entfernung vom Rande zahlreiche solide Wülste. Das Hautfaser- und das Darmfaserblatt reichen nicht bis an den Rand der Scheibe, während sich das Ektoderm, sogar in Gestalt einer einschichtigen Platte etwas über den Rand des Entoderms hinaus erstreckt. Die erwähnten Wülste können auch in anderen Theilen des Keimscheibenektoderms beobachtet werden. Auch das Entoderm bildet unregelmäßige Falten, welche in den Dotter eindringen und in ihrem Inneren Gefäße enthalten.

Es ist auch hier augenscheinlich, dass das Flächenwachsthum des Ektoderms und des Entoderms zwar vor sich gegangen ist, dass aber ihrer Ausbreitung auf der Oberfläche des Dotters ein Hindernis im Wege gestanden hat. Das Nervenrohr wird durch eine unregelmäßige dem Gehirn entsprechende Erweiterung und das geschlossene Rückenmarksrohr repräsentirt. Am Gehirn kann man auf Querschnitten vier symmetrisch gelagerte Theile unterscheiden (Fig. 43 C), wobei die Ränder des Gehirnrohres an der Dorsalseite, obgleich sie bereits unter das Ektoderm versenkt sind, nicht an einander stoßen, so dass das Nervensystem im Bezirk des einzigen Hörbläschens (Fig. 43 C, VA) in Form einer Rinne auftritt. Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, dass die obere Wandung des Nervenrohrs in Folge von Degeneration verschwunden ist.

Im Rumpfabschnitt ist das Nervenrohr, unter welchem die Chorda liegt und welches zugleich mit dieser letzteren von einer dünnen Mesodermischiicht umgeben wird, fast überall geschlossen, und sein Lumen anormal groß. An einer Stelle (Fig. 43 D) hat das Nervenrohr an der Unterseite eine Spalte. Ferner liegt im Rumpf links von dem Nervenrohr (Fig. 43 E und F) ein Sack (n^1) mit Auswüchsen (n^2). Die Zellen dieses Sackes gleichen Ektodermzellen, und liegen bisweilen dem Nervenrohr dicht an. Was dieser Sack vorstellt, konnte nicht sicher festgestellt werden, doch kann man annehmen,

dass er einem abgesonderten und unregelmäßig wuchernden Bezirk des Nervenrohrs entspricht.

Der hintere Abschnitt des Nervenrohrs und der Chorda sind nach unten umgebogen, und die Chorda liegt an dieser Stelle neben dem Nervenrohr (Fig. 43 *G*). Das extraembryonale Cölom ist gut entwickelt (mit Ausnahme des vorderen Theiles des Gefäßhofes), während ein intraembryonales Cölom nicht zu bemerken war. Dieses letztere wurde wahrscheinlich in Folge starker Entwicklung der Gefäße rückgebildet. Augenscheinlich repräsentiren alle im Körper des Keimes beobachteten Höhlen Blutgefäße (*V*), welche eine starke Wucherung durchgemacht haben, aber sehr arm an Blutzellen sind. Im hinteren Abschnitt des Keimes stehen diese Gefäße in Verbindung mit den Gefäßen der Area vasculosa. Die Gefäße sind in Folge der Erweiterung ihres Lumens überall dünnwandig, und es erscheint unmöglich zu bestimmen, welcher Theil des Gefäßsystem dem Herzen entspricht. Vielleicht repräsentiren gewisse Theile des vorderen Gefäßplexus ein eigenartig modificirtes und dabei verlagertes Herz? Überhaupt ist das Mesoderm des Keimes außerordentlich schwach entwickelt und stark nach der Peripherie der ausgewachsenen Gefäße verlagert. Eine Anlage des Darmes ist nicht zu sehen, aber das Entoderm bildet unregelmäßige Falten, in deren Innerem Höhlungen liegen, welche sich ihrem Charakter nach nicht von den Blutgefäßen unterscheiden, jedoch eines Endothels entbehren und keine Blutkörperchen führen.

Weiter habe ich 1 cem 1% oder 12,5%iger Kochsalzlösung in Eier eingeführt, welche bereits 2 Tage bebrütet worden waren, und ließ sie sich während 2 oder 3 Tagen weiter entwickeln. Nur in einem Ausnahmefalle wurde ein normaler Keim beobachtet (welcher nach 4 Tagen das Aussehen eines 68stündigen Keimes erreicht hatte), gewöhnlich aber ruft die Einführung von Lösung in bereits bebrütete Eier eine Degeneration des Keimes hervor, und die Entwicklung kommt sehr bald zum Stillstand. Missbildungen treten dabei nicht auf, und wenn der Keim seine Umriss verändert (z. B. sackförmig wird), so ist dies die Folge der in ihm vorgehenden Zerstörungsprozesse.

Bei der Degeneration erweisen sich die Blastodermscheibe und die Embryonalhüllen am widerstandsfähigsten, während innerhalb der Scheibe die Area vasculosa, und besonders der Keim der Degeneration weniger Widerstand leisten; letzterer degenerirt zu allererst. Die Zerstörung der Gewebe im Keim, und eben so in der Area

vasculosa, beginnt mit dem Mesoderm (im Keim am häufigsten mit den Somiten und mit den Gefäßen in der Area vasculosa); dabei verwandeln sich die Kerne der Mesodermzellen in homogene, stark färbare Ansammlungen abgestorbenen Chromatins. Bei der Zerstörung der Gefäßwandungen erfüllen die Blutkörperchen alle Höhlungen und ersetzen die degenerirenden Organe, so dass der Keim sich schließlich in einen mit Blutzellen angefüllten Sack verwandelt.

Das Ektoderm und die in seiner Nähe liegenden Mesodermzellen sind am widerstandsfähigsten, während man von den inneren Organen die Umrisse des Nervenrohrs, und zwar seine oberen (dem Ektoderm zunächst liegenden) Bestandtheile am längsten unterscheiden kann. In dem Nervenrohr beginnt die Degeneration außerordentlich früh, und diese Widerstandskraft kann nur durch die Mächtigkeit und Dicke seiner Wandungen erklärt werden. In der Blastoderm-scheibe und der Area vasculosa zeigt sich das Entoderm am widerstandsfähigsten, welches sich im Process der Aufnahme von Dotter, und folglich in dem günstigsten Ernährungszustand befindet; doch treten die allerersten Anzeichen degenerativen Charakters, und zwar die blasenförmige Gestalt der Kerne, die Bildung eines Syncytiums (in anderen Fällen der Übergang zur direkten Kerntheilung) im Dotterentoderm bisweilen schon dann auf, wenn alle übrigen Gewebe noch fast normal sind.

Die Wirkung der 1%igen Kochsalzlösung kommt, abgesehen von der Verzögerung in der Entwicklung und der Degeneration des Keimes und des Zerreißen der Blastoderm-scheibe (gürtelförmige Scheibe) auf folgende Erscheinungen hinaus:

1) Stillstand in der Entwicklung des Amnions, Verdoppelung der Amnionfalten und eigenartige Modifikationen des Amnions bei gleichzeitigem Fehlen eines Keimes.

2) Unregelmäßige Krümmung des Keimes und seiner einzelnen Organe.

3) Unvollständige Schließung der Nervenanlage und ihre Deformationen (Bildung von Falten, Auswachsen, Zerfall in Theile).

4) Unvollständige Entwicklung des Gehirns, der Sinnesorgane, der Kiemensäcke u. a. m.

5) Verlagerung des Herzens nach vorn, und bisweilen unvollkommene Entwicklung desselben.

6) Erweiterung der Gefäße und Verminderung der Quantität der Blutzellen sowohl in relativer als in absoluter Hinsicht.

7) Vergrößerung der primären Leibeshöhle.

8) Unvollständige Entwicklung des hinteren Rumpfabschnittes, und asymmetrische Entwicklung der Organe (Cöлом, Pharynx, Sinnesorgane).

Die Wirkung einer 12,5%igen Salzlösung ist ähnlich derjenigen einer 1%igen Lösung. Wie diese ruft sie die Degeneration des Keimes und die Bildung einer gürtelförmigen Scheibe hervor, jedoch bildet die Blastodermscheibe dabei Falten und Einbiegungen und ist überhaupt deformirt. Die ungleichmäßige Hemmung in der Entwicklung der verschiedenen Blätter führt zur Entstehung von Wülsten auf dem Ektoderm. Eine Verlagerung des Herzens nach vorn wurde bei Einwirkung dieser wie jener Lösung beobachtet. Die Wachstums- hemmung im hinteren, aus mehr indifferenten Zellen bestehenden Abschnitt des Keimes Nr. 57 (Taf. XII, Fig. 36), welche zur Nicht- entwicklung des Hautfaserblattes und der Chorda führt, erinnert an die Entwicklungshemmung im hinteren Rumpfabschnitt des Keimes Nr. 82 (Taf. XI, Fig. 31), doch ist der Stillstand hier auf einem früheren Stadium erfolgt, als bei Nr. 82.

Der Nichtverschluss des Nervenrohres ist ebenfalls eine Erscheinung, welche bereits bei der Wirkung von beiden Lösungen beobachtet wurde. Sieht man von der Theilung des extraembryonalen Cölöms in Nr. 89, und von der Abtrennung dieses Cölöms von dem intraembryonalen Ei Nr. 115 ab, so übt die 12,5%ige Lösung genau dieselbe Wirkung aus wie die 1%ige, nur ist diese Wirkung bedeutend energischer und wird von der Krümmung und Deformirung einzelner Theile der Scheibe und des Keimes begleitet.

Die Einführung 25%iger Lösung bewirkt so bedeutende Degeneration der Gewebe des Keimes, dass es ganz unmöglich wird sich die Verhältnisse der Organe klar zu machen, doch scheinen die Abweichungen darin zu bestehen, dass die Nervenanlage sich nicht schließt, oder dass dieselbe nur in ihrem hinteren Abschnitt unter dem Ektoderm versenkt wird und sich schließt, während der übrige Theil an der Oberfläche verharret (Nr. 35). Diese Wirkung wird bisweilen auch bei Einführung von 1%iger Lösung beobachtet (Nr. 115). Eben so kam eine Erweiterung der Gefäße, eine unvollständige Entwicklung des Amnions und ein Stillstand in der Ausbreitung des Randes der Blastodermscheibe zur Beobachtung, d. h. Erscheinungen, welche bei der Einwirkung schwächerer Lösungen eintreten.

Die Einwirkung 33%iger Lösung ruft eine Degeneration des Keimes, und bisweilen der ganzen Scheibe hervor; hier und da resultirt ein Entwicklungsstillstand auf einem sehr frühen Stadium,

dessgleichen eine Erweiterung der Gefäße, eine Deformation des Nervenrohrs, welche bisweilen von einer Erweiterung seines Lumens begleitet wird, und schließlich ein Stillstand in der Ausbreitung des Blastodermscheibenrandes und des Amnions. Man darf vermuthen, dass in diesen sowohl, wie in den vorhergehenden Fällen der Ausbreitungsstillstand dieser Theile gerade von dem Wachstumsstillstand des Mesoderms abhängig war, da das Entoderm ebenfalls Neigung zeigt Falten zu bilden (Nr. 37) und an Dicke zuzunehmen.

Die Einführung von 1% oder 12,5%iger Lösungen in Eier, welche bereits bebrütet worden waren, ruft eine Degeneration des Keimes hervor, und diese Erscheinung bestätigt die von früheren Forschern aufgestellte Regel, dass nämlich die Wirkung der Lösungen um so kräftiger ist, je weiter die Entwicklung des Keimes bereits vor sich gegangen ist (WILSON, 1897, siehe den allgem. Theil).

4. *Saccharum uvicum.*

Die Einführung von 1 cem 25%iger Traubenzuckerlösung vor der Bebrütung ruft entweder eine bisweilen recht unbedeutliche Entwicklungshemmung hervor, öfters aber Abweichungen, welche weiter unten beschrieben werden sollen.

Zwei Keime erreichten nach siebentägiger Bebrütung das ungefähre Alter von 46—52stündigen normalen Keimen, ein anderer Keim entsprach nach 6 Tagen dem 96stündigen Stadium.

Die Einführung von 2 cem 25%iger Lösung führt augenscheinlich schon in den ersten Tagen zu einem vollständigen Stillstand der Entwicklung und zur Degeneration. Die Einführung von 2 cem 25%iger Lösung von Traubenzucker in Eier, welche einer vorhergehenden zweitägigen Bebrütung unterworfen worden waren, ruft keine scharf ausgesprochenen Abweichungen hervor, obgleich bisweilen einige Verzögerungen in der Entwicklung und anormale Krümmungen des Keimes beobachtet wurden. So entsprach in einem Fall der Keim nach 5 Tagen (vom Beginn der Bebrütung an gerechnet) annähernd einem 60stündigen normalen Keim. Ein anderer Keim war zwar in der Entwicklung nicht zurückgeblieben, aber sein hinterer Theil war umgebogen, so dass er mit der rechten und nicht mit der linken Seite dem Dotter zugewendet war, und die Allantois nicht auf der rechten, sondern auf der linken Seite lag. Ein dritter, 5 Tage alter Keim war fast normal, und das Zurückbleiben in seiner Entwicklung lag innerhalb der bei normalen Bedingungen beobachteten Schwankungsgrenzen.

Bei Einführung von 1 cem 25%iger Lösung vor der Bebrütung ist die Entwicklungshemmung an einem Ende des Keimes oft schärfer ausgesprochen als an seinem anderen Ende. So zeigte ein Keim nach dreitägiger Incubation eine sichtbare Hemmung der Entwicklung seines vorderen Abschnittes. In diesem Keim konnte man 18 Somite unterscheiden (Taf. X, Fig. 12), was einem annähernd 38—40stündigen Stadium entspricht, während der Kopf sich auf dem Stadium eines 30stündigen Keimes befand, wobei die Rückennaht des Nervenrohrs nicht nur nicht zugewachsen ist, sondern eine weite Öffnung gebildet hat. Das Amnion bedeckt schon das zweite Somitenpaar. Die Blastodermscheibe war sehr klein.

Von den nach Einführung von 1 cem 25%iger Lösung im Eiweiß erhaltenen Missbildungen werde ich drei Fälle beschreiben, von welchen zwei ein und demselben Typus angehören.

In einem Fall (Nr. 107) wurden nach viertägiger Incubation folgende Verhältnisse beobachtet. Das Gefäßfeld war gut entwickelt und das Herz pulsierte, aber der Keim wies beträchtliche Anomalien auf (Taf. X, Fig. 14). Das Herz lag außerhalb des Keimes, war bedeutend nach links verlagert, und befand sich, wie das Studium von Schnitten erwies, in dem extraembryonalen Cölom. Der ganze Keim war nach der rechten, und nicht nach der linken Seite gewendet. Der Kopfabschnitt zeigte äußerlich eine außerordentliche Entwicklung. Von den Extremitäten waren die vordere linke und die hintere rechte gut entwickelt; die hintere linke Extremität war schwächer entwickelt als die hintere rechte, während die vordere rechte gar nicht entwickelt war. Das Amnion war gut und normal entwickelt. Die Allantois fehlte vollständig. Alle Gewebe waren lebend, die karyokinetischen Figuren, namentlich in den Nervenanlagen, zahlreich vertreten. Das Studium der Schnitte ergab folgende Resultate. Das Gehirn und der vordere Abschnitt des Rückenmarks waren nicht nur nicht verschlossen, sondern hatten die Gestalt einer breiten Platte, welche die ganze dorsale Oberfläche des Keimes bedeckte (Taf. XIV, Fig. 45). In dem Kopfabschnitte dieser Platte hat die Faserschicht an ihrer unteren Oberfläche sich zu differenzieren begonnen. Die Platte hatte zwei asymmetrisch gelagerte und unregelmäßig gestaltete Vertiefungen gebildet (Fig. 45 A, B) (eine rechte, kleinere, weiter nach vorn zu, und eine linke, größere, mehr nach hinten zu liegende), welche stellenweise (auf Schnitten) die Gestalt verschlossener unregelmäßig gestalteter Röhren haben (VO). Das Nervengewebe hatte an einigen Punkten Anhäufungen einzelner Follikel (Fig. 45 A und B)

mit kleinen inneren Hohlräumen gebildet. Es ist kaum anzunehmen, dass diesen Follikeln irgend welche morphologische Bedeutung zukommt, und sie verdanken ihre Entstehung höchst wahrscheinlich rein mechanischen Wachstumsbedingungen. Eine solche breit-plattenförmige Gestalt hat das Rückenmark sogar im Niveau der Abgangsstelle der Lungenanlagen (Fig. 45 *E*). Weiter nach hinten zu ist das Nervenrohr zwar offen, nähert sich aber der normalen Gestalt; zu seinen Seiten liegen deutliche Anlagen der Ganglien. Im allerhintersten Abschnitt (Fig. 45 *F*) ist das Rohr geschlossen, ist aber im Niveau der hinteren Extremitäten nach der Seite gedreht, indem die Rückennaht leicht nach der rechten Seite hin gewendet ist; dabei ist noch eine ununterbrochene Ganglienplatte vorhanden, welche stellenweise in das Lumen des Rohres hineinragt und die auf der rechten Seite liegende Rückennaht mit ihrer Masse verstopft. Dies ist mit besonderer Deutlichkeit im Bezirk der kleinen, durch das Nervenrohr in seinem hinteren Abschnitt gebildeten Erweiterung zu sehen.

An der Unterfläche des Kopfes (Fig. 45 *A*) findet sich eine mit hohem Ektoderm ausgekleidete Vertiefung. In ihrem vorderen Abschnitt hat diese Vertiefung große Ähnlichkeit mit der Anlage der Linse, weiter nach hinten geht sie in eine breitere, aber weniger tiefe und mit dünneren Wandungen versehene Vertiefung über (*B*). Die erwähnte Vertiefung erstreckt sich über eine sehr bedeutende Entfernung hin und repräsentirt, wie man annehmen muss, die außerordentlich ausgewachsene Anlage der rechtsseitigen Linse.

Die zu derselben herantretende, unregelmäßige Fortsätze und Vorsprünge bildende Vertiefung der Nervenanlage (*VO*) muss als die Anlage der rechtsseitigen Augenblase aufgefasst werden, welche sich durch Wucherung stark ausgebreitet hat. Eine andere Vertiefung des verdickten Ektoderms, welche von der unteren Kopffläche, hinter der rechten Kiemenspalte, abgeht, und mit ihrem blinden Ende an die Vertiefung der Nervenplatte herantritt, repräsentirt das rechtsseitige Gehörbläschen (Fig. 45 *C* u. *D*), welches jedoch auch durch Wucherung vergrößert ist und seine Gestalt verändert hat. Man darf nicht vergessen, dass die seitlichen Portionen des Kopfektoderms durch das Wuchern der Nervenplatte nach unten verschoben werden und zu unteren Partien geworden sind, wodurch auch der Abgang des Gehörbläschens von dem Ektoderm der unteren Oberfläche erklärt wird.

Die Chorda beginnt erst hinter dem Niveau des Abgangs der Lungenanlagen, und liegt Anfangs unter der rinnenförmigen, am linken

Rande gelegenen Vertiefung der Nervenanlage, weiter nach hinten — unterhalb der Nervenrinne, und im hinteren Rumpfabschnitt auf der linken Seite des Nervenrohrs. Im Rumpfe sind die Muskelplatten, der WOLFF'sche Gang und die Nephridialkanälchen deutlich ausgeprägt. Die Gefäße sind gut entwickelt, liegen aber oft asymmetrisch, und bald verengt, bald plötzlich erweitert, verschmelzen bisweilen mit einander, und verändern ihre Lage so sehr, dass es oft recht schwer wird ihre Bedeutung zu erkennen. Augenscheinlich stellen die zahlreichen kleinen, auf der Dorsalseite unter der Nervenplatte liegenden Gefäße (Fig. 45 C-E) die vorderen und die hinteren Kardinalvenen vor, welche in kleinere Stämme zerfallen sind (vgl. den folgenden Keim).

Der Pharynx ist gut entwickelt, seine Höhle ist stellenweise erweitert und die Mundbucht, von ungeheurer Größe, steht in weiter Verbindung mit dem Pharynx. Die Wandung der Mundbucht bildet zwei Vorsprünge, von denen der rechte sehr lang ist, und welche mit ihren blinden Enden nach der Dorsalseite zu gerichtet sind. Rechts sind vier Kiemensäcke zu sehen, von welchen der hintere noch nicht nach außen geöffnet ist; die Wände der Kiemensäcke, besonders diejenige des vorderen, haben sich durch Wucherung ausgebreitet und eine unregelmäßige langgestreckte Gestalt erhalten. Links sind augenscheinlich nur zwei Säcke entwickelt, der dritte und der vierte, und der letztere besitzt noch keine Spalte. Die rechtsseitigen Kiemensäcke liegen seitlich, während die linksseitigen nach der unteren Oberfläche des Keimes verschoben sind. Die Anlagen der Schilddrüse, der Lungen und der Leber sind vorhanden (Fig. 45 E). Der Darm verengt sich jedoch allmählich nach hinten zu und endet blind ohne eine Allantois zu bilden. Die unregelmäßig gestalteten Höhlen, welche in dem hinteren Abschnitte des Embryo zu sehen sind, stellen Abschnitte des Cöloms vor.

Die hauptsächlichste Eigenthümlichkeit der in Rede stehenden Missbildung besteht demnach darin, dass die Nervenplatte eine ungeheure Ausdehnung erhalten hat, und die Anlagen der Sinnesorgane einer Seite (Linse und Gehörbläschen), wenn unsere Deutung dieser Organe richtig ist, gleichfalls durch Wucherung außerordentliche Dimensionen angenommen haben.

Ein anderer viertägiger Keim (Nr. 106) zeigte folgende Eigenthümlichkeiten: Die Area vasculosa enthielt nur an einer Stelle am Rande rothes Blut, während die übrigen Gefäße sowie der Keim selbst blutleer waren. In der That zeigte das Studium der Schnitte, dass die enorm geschwellenen Gefäße beinahe gar keine Blutkörper-

chen enthalten, und solche nur hier und da in den kleineren Gefäßen des Gefäßfeldes zu sehen sind. Der Keim (Taf. X, Fig. 13) ist anormal gebildet, aber seine Gewebe sind lebensfähig und haben ein normales Aussehen. Die seitlichen Amnionfalten sind vorhanden, die linke ist stärker entwickelt, und ihr Rand bildet eine typische aber recht vergrößerte Ektodermverdickung (Taf. XIII, Fig. 44 A). Die Kopffalte fehlt, während die Schwanzfalte nicht über den Keim heraufgebogen ist, sondern unter demselben liegt (Taf. XIV, Fig. 44 D). Augenscheinlich ist der Keim über diese Falte hinweggewachsen und hat sie mit seinem Schwanzabschnitte bedeckt.

Die Extremitäten sind vorhanden, allein nur diejenigen der rechten Seite sind gut entwickelt (Taf. XIII, Fig. 44 C). Was die Extremitäten der linken Seite betrifft, so ist die hintere nur schwach ausgebildet, während die vordere gar nicht zur Entwicklung gelangt ist. Der Keim liegt bereits nach der linken Seite hin umgewandt da. Der vordere Theil der Nervenanlage bildet complicirte Falten und unregelmäßige Auswüchse und bleibt, wie aus Schnitten ersichtlich ist, offen (Taf. XIII, Fig. 44 A u. B). Vielleicht haben einige dieser Vorsprünge auch eine morphologische Bedeutung, doch ist es im Hinblick auf die verwickelte Lage und die große Anzahl der von den Wandungen der Nervenanlage gebildeten Falten unmöglich deren Wesen zu begreifen. Jedenfalls nimmt die Nervenplatte eine ungeheure Ausdehnung ein und bildet im vorderen Abschnitte des Keimes den größten Theil seiner dorsalen Oberfläche.

An ihrer inneren Fläche ist stellenweise eine faserige Schicht abgesondert. Im Bereich des Rumpfes bleibt die Nervenrinne ebenfalls offen (Fig. 44 C) und ist nur hinten röhrenförmig verschlossen (Fig. 44 D), wobei der Verschluss in etwas anormaler Weise vor sich geht, wie dies aus der Fig. 44 E erhellt. Die obere Wand des Nervenrohrs, welches ein T-förmiges Lumen besitzt, besteht Anfangs aus einer Reihe niedriger ektodermaler Zellen. Es ist ein rechtsseitiges, etwas vergrößertes und mit verdickten Wänden versehenes Gehörbläschen (Fig. 44 B) vorhanden, während das linke Bläschen fehlt und an seiner Stelle (etwas hinter dem rechten Bläschen) der hohle Fortsatz des Nervenrohrs liegt.

In seinem hintersten Abschnitte hat das Nervenrohr eine normale Gestalt. Im Rumpfabschnitt sind die Anlagen der Ganglien entwickelt. Die Chorda ist entwickelt, aber in dem Nackenabschnitte ist ihr vorderer Theil ganz abgetrennt und liegt etwas tiefer, als vollständig selbständiges Stück. Überhaupt verläuft die Chorda von

dem Nervenrohr entfernt und ist von diesem stellenweise sogar durch ein Gefäß geschieden (Fig. 44 C).

Die Mundspalte, der Schlund, die Kiemensäcke sind entwickelt; von den letzteren sind auf der linken Seite zwei, auf der rechten drei vorhanden, indem der hinterste linke Sack nicht zur Entwicklung gelangt ist. Eben so ist auch nur die Anlage der rechten Lunge gut entwickelt, während die linke Lunge kaum angedeutet ist. Eine Leberanlage ist vorhanden. Der Mitteldarm steht in offener Verbindung mit der Dotterblase; hinter dieser Stelle ist der Darm gar nicht entwickelt, so dass im hinteren Rumpfabschnitte nicht einmal eine Andeutung davon zu sehen ist. Natürlich fehlt auch die Allantois.

Das Blutgefäßsystem zeigt folgende Eigenthümlichkeiten: das Herz liegt etwa auf derselben Stelle, welche es bei 2tägigen normalen Keimen inne hat (Fig. 44 C). Die Aortenstämme sind außerordentlich erweitert, während die vorderen Kardinalvenen durch ziemlich zahlreiche, unmittelbar unter der Nervenplatte liegende Gefäße repräsentirt sind. Im hinteren Körperabschnitte sind die WOLFF'schen Gänge entwickelt, von denen der rechte sich sehr weit nach hinten erstreckt; eben so sind Anlagen der Nephridialkanälchen und der Geschlechtsdrüsen vorhanden. Das Mesoderm und die sekundäre Leibeshöhle sind auf der rechten Seite stärker entwickelt. Im hinteren Theil des Rumpfes sind einige unregelmäßig angeordnete Abschnitte der das Cölom repräsentirenden Höhlungen zu sehen.

Das Wuchern der Nervenanlage und der Anlagen der Sinnesorgane, die Erweiterung der Gefäße, die theilweise oder völlige Verlagerung des Herzens außerhalb des Keimes und die Entwicklung gewisser Organe nur auf einer Seite — alles dieses sind Merkmale, welche beide eben beschriebenen Missbildungen mit einander gemein haben.

Ein dritter Keim zeigte nach 6tägiger Bebrütung folgende Eigenthümlichkeiten. Die Blastodermscheibe hat $\frac{2}{3}$ der Dotteroberfläche umwachsen, aber ihr Rand ist außerordentlich unregelmäßig und mit enormen Vertiefungen und Vorsprüngen versehen. Von außen gesehen (Taf. X, Fig. 15) lässt der Keim den Kopf- und den Rumpfabschnitt erkennen. Der Kopfabschnitt ist von ovaler Gestalt und zeigt ein einziges Auge auf der rechten Seite. Von den Kopfverdickungen besteht die vordere, mit *Msd* bezeichnete, aus einer einfachen Anhäufung des Mesoderms, während die mit *x* bezeichnete unaufgeklärt geblieben ist. Der Rumpfabschnitt zeigt einen mittleren Theil, in welchem das Nervenrohr durchschimmert, und stark

entwickelte Seitentheile, welche enorme Erweiterungen der Blutgefäße erkennen lassen. Die Oberfläche dieser Seitentheile weist zwei große Vorsprünge auf (Taf. XIV, Fig. 46 *F*), unter welchen erweiterte Gefäße liegen, und welche in die Basis des vorderen Extremitätenpaares (*MA*) übergehen. Von den beiden Extremitäten ist die eine nach hinten, die andere nach vorn gerichtet. Das hintere Extremitätenpaar fehlt. Die Muskelplatten sind im mittleren Rumpftheil in Folge der Verbreiterung der Seitentheile der Quere nach außerordentlich ausgezogen und haben die Gestalt schmaler, langer querverlaufender Streifen (Taf. X, Fig. 15). Das Blut ist roth, die Gefäße der Area vasculosa schwach entwickelt. Im vorderen und hinteren Abschnitt sind fast alle Gewebe normal, in der Mitte dagegen hat die Degeneration bereits begonnen.

Das Studium von Querschnitten ergab Folgendes: Das vordere Ende des Keimes (Taf. XIV, Fig. 46 *A*) ist durch eine starke Erweiterung des Gefäßes eingenommen: rechts (Fig. 46 *B*) liegt die Anlage eines Auges, bestehend aus einer ektodermalen Blase (*Cv*) und einer kleinen primären, nicht ganz normal gestalteten Blase (*Vo*). Diese Anlage ist ganz getrennt vom Nervenrohr. Vom vorderen Theile der Chorda hat sich ein kleines Stück losgetrennt und liegt im vorderen Theile des Keimes (Fig. 46 *B*, *Ch*); das Gewebe der Chorda beginnt bereits zu degeneriren. Auf den folgenden Schnitten (Fig. 46 *C*) sehen wir außer den erweiterten Gefäßen (Dorsal- und Ventralgefäß) auch noch den Pharynx, dessen Wandung stellenweise bereits degenerirt ist und auf dem Rücken ein völlig isolirtes, ziemlich langes Bruchstück des Nervenrohrs (*MC*), welches in Folge der Hemmung des Wachsthumms ein verhältnismäßig geringes Kaliber beibehalten hat und mit seinem hinteren Ende auf die rechte Seite verlagert ist (Fig. 46 *C*, *D*). Auf den folgenden Schnitten (*E*, *F*) sehen wir das auf der rechten Seite liegende Herz und auf der linken Seite den hinteren Abschnitt des Nervenrohrs; dieser Abschnitt hat einen bedeutend größeren Durchmesser als der vorhergehende Theil des Rohrs, und geht dann auf die Medianlinie der Dorsalseite über. Im Halsabschnitt, da wo das vordere Ende der Chorda beginnt, hat das Nervenrohr einen kleinen nach hinten gerichteten Fortsatz. Im Rumpfabschnitt (Fig. 46 *F*) sind die Gefäße ebenfalls stark erweitert und ihre Anordnung ist nicht normal. Im hinteren Ende weisen die Somiten noch deutliche Höhlungen auf, aber das Nervenrohr verläuft nicht bis zu dem hintersten Ende, wo die Fläche des Querschnittes nur von der Chorda und den Somiten eingenommen wird.

Die Gefäße enthalten eine verhältnismäßig bedeutende Anzahl von Blutkörperchen, welche sich im unteren Theile der Gefäße näher zur Ventralseite angesammelt haben, was dadurch zu erklären ist, dass das Herz nicht mehr pulsirte. Ein beträchtlicher Theil der Blutzellen weist stark aufgetriebene, von Zellsaft überfüllte blasenförmige Kerne auf (Taf. XVI, Fig. 69 *A* u. *B*); die Chromatin-elemente dieser letzteren liegen ziemlich weit von einander entfernt.

Die Wirkung der Zuckerlösungen ruft demnach außer einer allgemeinen oder partiellen (im vorderen Abschnitte des Keimes) Verzögerung in der Entwicklung noch folgende Erscheinungen hervor:

1) Hemmung in der Entwicklung des Amnion und ungleichmäßiges Wachsthum des Randes der Blastodermis.

2) Unregelmäßige Krümmung des Keimes und dessen abnorme Drehung.

3) Hemmung in der Entwicklung, oder schwächere Entwicklung der Organe einer Körperseite (Extremitäten, Sinnesorgane, WOLFF'sche Gänge, Lungen).

4) Deformation der Nervenanlage; deren Nichtverschluss und außerordentlich starke Wucherung in der Querriechung; bisweilen auch Theilung der Nervenanlage in unabhängig liegende Theilstücke.

5) Wucherung der Linse und der Gehörbläschen, sowie der Mundbucht.

6) Erweiterung der Gefäße und Zerfall der Venenstämme in kleinere Gefäße.

7) Verdrängung des Herzens in das extraembryonale Cölom.

8) Hemmung in der Entwicklung des hinteren Darmabschnittes und der Allantois.

9) Hemmung in der Entwicklung einzelner Organe (hintere Extremitäten, Sinnesorgane, Hirnblasen, Blutzellen etc.).

10) Verlagerung verschiedener Organe, z. B. des Nervenrohrs, der Chorda (bisweilen Abtrennung eines Theilstückes von dem vorderen Ende der letzteren) etc.

Außerdem treten noch andere Abweichungen von geringerer Wichtigkeit auf.

5. Jodkalium.

Die Einführung von 1 cem 20⁰/₀igen Jodkaliums in Eier, welche zweitägige Keime enthalten, wird von den letzteren die erste Zeit über augenscheinlich gut vertragen. Viertägige Keime waren in solchen Eiern

vollständig normal, am fünften Tage aber konnte man schon den Beginn von Degeneration bemerken. Die hierbei auftretenden Abweichungen betreffen den Stillstand und Veränderungen im Verschluss des Amnions. Betrachtet man den Keim (Nr. 266; $4\frac{1}{2}$ Tage) von außen, so bemerkt man auf der Rückenseite im Amnion eine runde Öffnung mit dunklen Rändern, welche hinter dem vorderen Extremitätenpaare, d. h. näher als gewöhnlich zum vorderen Ende des Embryos, liegt¹.

Die Untersuchung dieses Amnionbezirkes an der Hand von Schnitten ergab folgende Resultate: In der Nähe der Öffnung hat sich vorn ein mesodermales Mesenterium erhalten, welches das Amnion mit der Serosa verbindet (Taf. XIV, Fig. 47 A). Weiter hinten findet man eine breite sekundäre Mesodermnaht (Fig. 47 B). Näher zu der Öffnung verbindet diese Mesodermnaht das verdickte Ektoderm der Serosa mit dem eben so verdickten Ektoderm des Amnion (Fig. 47 C). Schnitte, welche im Gebiete der Öffnung selbst geführt wurden (Fig. 47 D), zeigen, dass ihre Ränder außerordentlich verdickt sind, und dass diese Verdickungen, wie beim normalen Embryo, augenscheinlich nur durch das Ektoderm gebildet werden.

Hinter der Öffnung (Fig. 47 E) findet sich wie vorn eine ähnliche mesodermale Naht. Von den Seiten und von hinten wachsen in die Mesodermmasse dieser Naht Auswüchse der Cölomhöhle ein, welche auf Schnitten bisweilen die Gestalt abgeschlossener Hohlräume annehmen (F').

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit dieses Bezirkes besteht darin, dass sein Ektoderm ein energischeres Bestreben zu Wucherungen zeigt, wie das Mesoderm. Das Ektoderm der Serosa bildet hinter der Öffnung (Fig. 47 E, F) zahlreiche Längswülste, während das Ektoderm des Amnions sehr verdickt ist (Fig. 47 D) und stellenweise zottenartige Vorsprünge bildet (Fig. 47 C, R.ect.). Es ist augenscheinlich, dass die Hemmung im Zusammenwachsen der Amnionfalten durch die Verzögerung im Wachsthum des Mesoderms hervorgerufen wurde. Diese Verzögerung wurde wie immer von Anschwellungen und Verdickungen der Ränder der Ektodermfalten begleitet.

Das Einführen eines gleichen Quantums derselben Konzentration

¹ Vgl. HIROTA, l. c. 1899. Taf. XV, Fig. 4 und Taf. XVI, Fig. 41. Normalerweise verschließt sich diese Öffnung zwischen 75 und 85 Entwicklungsstunden. Bei der Verwachsung der Amnionränder bildet sich, nach HIROTA's Beobachtungen, eine primäre Ektodermnaht (>sero-amniotic connection<), welche durch eine sekundäre Mesodermnaht ersetzt wird.

in noch unbebrütete Eier hat entweder einen Stillstand auf den ersten Stadien zur Folge, wobei kleine Blastodermscheiben, welche schon am vierten Tage der Degeneration verfallen, zur Bildung kommen, oder aber die Entwicklung schreitet weiter vor, aber dabei wird ein allgemeiner Entwicklungsstillstand beobachtet (so entspricht z. B. in der Mitte des vierten Tages der Keim einem 38—40stündigen), oder aber es treten abnorme Abweichungen auf.

So hatte in einem Ei (Nr. 130) der Keim nach dreitägiger Incubation nur 24 Somite, das Amnion bedeckte kaum den vorderen Theil des Kopfes und das Blastoderm hatte weniger als die Hälfte der Dotteroberfläche umwachsen.

Der Keim zeigt nicht die charakteristische Drehung nach der linken Seite und ist mit seiner Ventralseite dem Dotter zugewendet geblieben (Taf. X, Fig. 16), aber die vordere Hirnblase mit den primären Augenblasen liegt bedeutend höher als die mittlere Hirnblase.

Die Ähnlichkeit mit Keimen, welche sich in verdünntem Eiweiß entwickelt haben, zeigt sich auf Schnitten, und zwar weisen die Aorta, Aortabogen und die Venae cardinales anteriores eine bedeutende Erweiterung ihres Durchmessers auf. In den Gefäßen der Area vasculosa sind ziemlich viele Blutkörperchen enthalten, aber in den erweiterten Gefäßen des Keimes ist ihre Zahl nur gering. Auch das Lumen des Nervenrohrs ist in dessen vorderem und hinterem Abschnitt erweitert (Taf. X, Fig. 16). Die primäre Leibeshöhle ist ebenfalls erweitert, was auf einen Stillstand des Wachstums beim Mesoderm hinweist.

Im vorderen Theil, zwischen den Aortenästen und dem Pharynx, befindet sich ein beträchtlicher dreieckiger Abschnitt der primären Leibeshöhle, welche ihre größte Entwicklung jedoch im Rumpftheil erreicht (Taf. XIV, Fig. 48), wo das Nervenrohr, die Urwirbel und die übrigen Organe alle durch beträchtliche Zwischenräume von einander getrennt sind.

Eine interessante Abweichung zeigte das Herz dieses Keimes. In seinem hinteren Theil waren seine beiden Hälften nicht vollständig mit einander verwachsen, und die Muscularis der beiden Hälften hatte die Gestalt zweier Rinnen. Das Endocardium beider Hälften aber hat in dieser Gegend auf Schnitten die Gestalt zweier geschlossener Blasen. In dem anderen (Nr. 131) Falle, nach dreitägiger Bebrütung, hat sich eine kleine Blastodermscheibe ($\frac{1}{5}$ der Dotteroberfläche) mit unebenen Rändern entwickelt; der Keim lag asymmetrisch, näher einem der Ränder zu. Die Area vasculosa war

entwickelt, enthielt aber nur sehr wenig Blut. Der Keim hat die Gestalt einer ovalen, ziemlich breiten Platte (*MC*), welche inmitten der unregelmäßige Umrisse zeigenden Area pellucida liegt (Taf. XI, Fig. 18). Hinter dem Keim sieht man einen halbmondförmigen Bezirk, welcher des Mesoderms entbehrt (Fig. 18 *z*).

Im hinteren Abschnitt des Keimes bemerkt man die breite Primitivfurche (*pp*), in seinem vorderen Theil den Pharynx (*Ph*). Vor dem Keim liegt eine Verdickung des Mesoderms, welche im Inneren eine Höhle enthält (*Msd*); die Bedeutung dieser Verdickung ist mir unklar geblieben (Taf. XIV, Fig. 50 *E*, *Cms*).

Schnitte durch die Primitivfurche (Taf. XV, Fig. 50 *A*) zeigen, dass man in derselben ein inneres, dem Darmfaserblatt seinen Ursprung gebendes (*IF*), und ein äußeres (*AF*), dem Hautfaserblatt seinen Ursprung gebendes Feld (vgl. Taf. XII, Fig. 36 *F*) unterscheiden kann.

Das extraembryonale Cölom ist gut entwickelt; eben so bemerkt man auch zwischen dem Haut- und dem Darmfaserblatt im Gebiet der Primitivfurche eine kleine spaltförmige Höhle (Fig. 50 *A*, *PPJ*).

Schnitte, welche weiter vorn geführt wurden (Fig. 50 *B* und *C*), zeigen, dass die ganze ovale, den Rücken des Keimes bildende Platte, die Nervenanlage vorstellt, welche auf der Oberfläche geblieben ist und keine Rinne, sondern nur eine schwache Vertiefung gebildet hat. Die Chorda scheint zu fehlen. Ich sage sie scheint zu fehlen, da der mittlere Theil des Keimes schon zu degeneriren begonnen hat und, obgleich die Organe noch zu unterscheiden sind, die Gewebe doch bereits ein anormales Aussehen haben. Die Somiten sind in dem mittleren Theile des Embryos zu sehen; sie sind klein, rund und in der Medianlinie genähert (Fig. 50 *B*, *Pv*), allein es war in Folge der Degeneration dieses Theiles unmöglich ihre Zahl festzustellen. Jedenfalls wird diese Zahl kaum eine bedeutende sein. Vorn ist der Pharynx angelegt, und zwar ist er in seinem hinteren Abschnitt etwas asymmetrisch (Fig. 50 *C*).

Dieser Keim repräsentirt demnach so zu sagen ein Anfangsstadium der weiter oben beschriebenen Missbildungen Nr. 106 und 107 (*Saccharum uvicum*).

Bei der Einführung von Jodkalium werden demnach außer der Verzögerung in der Entwicklung und der Degeneration noch folgende Erscheinungen beobachtet:

- 1) Hemmung im Verwachsen der Amnionränder.
- 2) Unregelmäßiges Wachstum der Blastodermscheibe.

3) Verzögerung in der Drehung und Krümmung des Keimes.

4) Stillstand in der Entwicklung des hinteren Theiles des Keimes (Erhaltung des Blastoporus) und in der Entwicklung des Mesoderms überhaupt, was zu einer starken Entwicklung der primären Leibeshöhle führt.

5) Eine Nervenanlage in Form eines Plättchens.

6) Erweiterung der Gefäße und des Lumens des Nervenrohres.

7) Verzögerung im Verwachsen beider Hälften des Herzens.

Die Wirkung des Jodkaliums kann demnach hauptsächlich auf eine Verzögerung oder den Stillstand in der Entwicklung gewisser Theile des Keimes zurückgeführt werden.

Auf die verhältnismäßig geringe Wirkung der Kalisalze, welche wahrscheinlich auf der geringen Permeabilität des Protoplasmas für Kaliverbindungen beruht, ist schon von GURWITSCH (1896, p. 221) hingewiesen worden.

6. Bromnatrium.

Die Einführung von 1 ccm 10%, 5% und 2,5%iger Lösung von Bromnatrium hatte in den meisten Fällen, wenn auch nicht immer, die Degeneration des Keimes zur Folge.

Bei Einführung 10%iger Lösung in unbebrütete Eier wurde nach 2 Tagen eine Blastodermscheibe mit unebenen Rändern und völlig degenerirten Geweben beobachtet. 2,5%ige Lösung hatte in einem Falle gar keine Wirkung auf die Entwicklung, und es ergab sich ein normaler viertägiger Keim; in einem anderen Fall hatte die Blastodermscheibe nach 4 Tagen die Gestalt eines bandförmigen Gürtels, welcher auf der Grenze des ersten und zweiten Drittels der Dotteroberfläche gelegen war. Der innere Rand des Bandes war uneben und zeigte Spuren von Zerreißung. Der Ring selbst bestand aus den drei normalen Blättern, deren Elemente fast normal beschaffen waren. Die Kerne zeigten übrigens eine beginnende Degeneration: dieselben waren angeschwollen und färbten sich intensiver als normale Kerne. Der Keim selbst war der Degeneration verfallen.

In Eier, welche einer zweitägigen Incubation unterworfen worden waren, wurde 5%ige Lösung eingespritzt, und dieselben darauf am Ende des zweiten Tages untersucht.

Die Keime zeigen oft, von außen gesehen, eine sackförmige Gestalt, und ihre inneren Organe degeneriren. Bisweilen erscheint der Keim in Gestalt eines über das Ektoderm vorragenden Wulstes, welcher eine homogene Masse mit degenerirenden Kernen vorstellt.

Bisweilen aber (Nr. 210) geht die Entwicklung des Keimes auch nach der Einspritzung noch weiter vor sich, aber dabei (Taf. X, Fig. 17) ist eine anormale Krümmung des Keimes zu bemerken, welcher die Gestalt eines umgekehrten Fragezeichens erhält (?). Eine anormale Krümmung zeigen das Gehirn, das Nervenrohr und die linke vordere Extremität.

Das Amnion ist entweder gar nicht vorhanden, oder es zeigt, wie dies bei dem soeben beschriebenen Keim der Fall war, einen Entwicklungsstillstand. Bei diesem Keim sind die Amnionfalten hinter der Gehörblase unverwachsen geblieben, und man kann bemerken (Taf. XV, Fig. 51), dass das Ektoderm am inneren Rand der Falte sekundäre Falten gebildet hat, was sich aus dem ungleichmäßigen Wachstum beider Schichten der Amnionfalte erklären lässt. Bei der Zahlvergrößerung der Randfalten sind diese letzteren in eine massive Ektodermanschwellung, welche man gewöhnlich am Rande der Amnionfalten bemerken kann, übergegangen. Die Area pellucida entwickelt sich nach Injektion von Bromnatrium häufig asymmetrisch, wobei der Keim näher zu einer ihrer Seiten liegt; bisweilen zeigt die Area eine Zerreißung an der anderen Seite (Taf. X, Fig. 17).

Die Blastodermscheibe zeigt die normalen drei Blätter mit wohlentwickelten Gefäßen und ist bisweilen in ganz normaler Weise ausgebildet, bisweilen aber sind die dem Keim zunächst liegenden Gefäße stark erweitert. Bisweilen bilden das Ektoderm und Entoderm der Scheibe an ihrer Oberfläche die uns bereits bekannten Wülste. Der Rand der Scheibe ist bisweilen entweder nach oben umgewendet, oder nach unten umgeschlagen. Da höchst wahrscheinlich die Krümmung des Keimes auch auf ungleichmäßiger Störung im Wachstum der einzelnen Theile beruht, so können wir allgemein annehmen, dass bei Injektionen von Bromnatrium dieses Salz entweder eine Degeneration hervorruft, wobei der Keim früher degenerirt als die Blastodermscheibe, oder aber, dass es auf die verschiedenen Theile des Keimes einwirkt, indem es ihr Wachstum in verschiedenem Grade aufhält. In der Blastodermscheibe und ihren Derivaten (in den Amnionfalten) wird zu allererst das Wachstum des Mesoderms aufgehalten, während das Ektoderm und das Entoderm noch im Wachstum fortfahren. Auch die Bildung einer Öffnung in der Area pellucida und die darauf folgende Bildung einer gürtelförmigen Scheibe kann dadurch erklärt werden, dass die peripheren Theile der Scheibe rascher wachsen als die centralen Theile.

7. Bromlithium und Chlorlithium.

Die Einführung von 1 ccm 12⁰/₀, 6⁰/₀ und 3⁰/₀iger Lösung dieser Salze in unbebrütete Eier verursachte Stillstand in der Entwicklung und Degeneration. Gewöhnlich fand ich nach 2 Tagen eine kleine Blastodermscheibe, während der Keim selbst nicht zu erkennen und wahrscheinlich schon in den ersten Stadien der Degeneration verfallen war. Die Blastodermscheibe erwies sich auf Schnitten bald aus drei, bald aus zwei Schichten bestehend. Augenscheinlich wurden im Anfange alle drei Schichten angelegt, und bisweilen auch die Gefäße, aber in der Folge beginnen die Elemente der Scheibe zu degeneriren und die Zellen aller drei Schichten fangen an sich in eine homogene Masse mit gleichgebildeten Kernen zu verwandeln.

Die erhaltenen Blastodermscheiben zeigten gleichsam einen Stillstand auf irgend einem Stadium der Degeneration: In einem Fall konnte man noch die drei embryonalen Blätter unterscheiden; in einem anderen Falle waren die Kerne des Mesoderms von denjenigen des Entoderms nicht zu unterscheiden, und unter dem aus flachen Zellen bestehenden Ektoderm lag ein ziemlich starkes, und nach den Rändern zu verdicktes Syncytium mit Kernen und zahlreichen Dotterkörnchen in seinen tieferen Schichten.

In einem dritten Fall waren die Zellen des flachen Ektoderms nur stellenweise zu erkennen, so dass fast alle Kerne der Scheibe ein gleichartiges Aussehen haben. Karyokinetische Figuren wurden hierbei niemals beobachtet, und die Kerntheilung erfolgt, wie an einigen Kernen beobachtet werden konnte, amitotisch. Die ziemlich hoch differenzirte Blastodermscheibe kann sich demnach augenscheinlich in eine vollkommen gleichartige kernreiche Platte verwandeln. An einer dieser degenerirenden Blastodermscheiben (Nr. 65) wurden unter dem dicken Syncytium geschlossene, aus einer Schicht flacher Zellen gebildete Blasen beobachtet (Taf. XV, Fig. 52).

Die Injektion von Lithiumsalz in Eier, welche zweitägige Keime enthielten, ruft bereits nach 2 Tagen die Degeneration des Keimes, stärkere Lösungen dagegen auch die Degeneration der Scheibenelemente hervor. In einem Fall bildete sich nach Einführung von 1 ccm 3⁰/₀iger Lösung von Bromlithium in ein Ei mit zweitägigem Keim ein abnormer, ebenfalls zum Theil bereits der Degeneration verfallender Keim. Die Blastodermscheibe bedeckte $\frac{1}{3}$ der Dotteroberfläche; die Gefäße der Area vasculosa enthielten nur stellenweise Blut, und der Keim war fast blutleer. Die Umriss des Keimes

waren unregelmäßig; doch ließ die äußere Form nicht auf das Wesen der eingetretenen Anomalien schließen.

Die Untersuchung an Schnitten ergab, dass der Keim in der Entwicklung nicht weiter vorgeschritten war, als ein normaler zweitägiger Keim: das Nervenrohr, die Augenblasen, die Linsen, die Hörbläschen, der Pharynx und das Herz waren gut entwickelt. Ein beträchtlicher Theil des Mesoderms und der untere Theil des Nervenrohrs waren bereits der Degeneration verfallen, besonders im vorderen Abschnitt des Keimes. Eine bemerkenswerthe Anomalie zeigten die embryonalen Hüllen. In seinem vorderen Theil war der Keim durch die in normaler Weise gebildete vordere Amnionfalte bedeckt. Im mittleren Theil bildete das Ektoderm der beiden mit einander verwachsenen seitlichen Amnionfalten an der Amnionnaht eine massive zellige Anschwellung, welche gleichzeitig in der Mittellinie an das Entoderm der dorsalen Keimoberfläche angewachsen war (Taf. XV, Fig. 53 *A* und *B*). In Folge dessen erweist sich die Amnionhöhle an dieser Stelle als in zwei Theile, einen rechten und einen linken, getheilt, während die Amnionnaht sich an einzelnen Stellen wulstförmig über die Oberfläche der serösen Hülle erhebt.

Die allermerkwürdigste Eigenthümlichkeit zeigt jedoch der hintere Abschnitt des Keimes. Die verdickten Seitenheile des Mesoderms sind zusammen mit der rechten und linken Cölohmöhle nach der dorsalen Fläche des Keimes heraufgebogen, und die Ektodermzellen der Amnionnaht sind längs der dorsalen Mittellinie in das Innere des Keimes hereingewachsen (Fig. 53 *C* und *D*)¹. In Folge dieses Processes, welcher wahrscheinlich durch das Verwachsen der Amnionnaht mit der dorsalen Oberfläche des Keimes hervorgerufen wird, resultirt eine eigenartige Anordnung der Organe auf Querschnitten. Über dem Entoderm liegt die Chorda mit einer geringen Menge sie umringender Mesodermzellen; zu den Seiten der Chorda liegen zwei außerordentlich erweiterte Aortenstämme. Über der Chorda befindet sich das oft schon der Degeneration verfallene Nervenrohr, zu dessen Seiten Anhäufungen des Mesoderms, in welchem man bisweilen, in nächster Nähe des Nervenrohres, die Überreste der Somitenhöhlen erkennen kann. Im seitlichen Theile dieser Mesodermansammlung sind zu beiden Seiten des Schnittes ganz deutlich die Kardinalvenen und die WOLFF'schen Gänge zu erkennen. Außer-

¹ Übrigens sind im Gebiete des ersten Schnittes (*C*) die rechte und die linke Amnionfalte, wenn auch auf eine kurze Ausdehnung, unabhängig von einander mit dem Rückenentoderm des Keimes verwachsen.

halb dieser Anhäufungen liegt jederseits eine stark erweiterte Cölohmöhle. Das über dem Nervenrohr liegende Mesoderm ist locker geworden, und es hat sich eine kleine Höhle darin gebildet, über deren Rand die ektodermale, durch Verwachsung der wuchernden Ektodermzellen mit der Amnionnaht gebildete Platte liegt; oberhalb dieser Platte befindet sich das nach der Rückenseite umgebogene Mesoderm der Seitenplatten. Die Cölohmöhlen der rechten und linken Seite sind einander ebenfalls auf der Rückenseite genähert und nehmen annähernd dieselbe Lage ein, welche auf Schnitten durch den vorderen Körperabschnitt von den Amnionhöhlen eingenommen wurden. Indem das Ektoderm der Amnionnaht in den Körper des auf diese Weise gebildeten Keimes eingewachsen ist, nimmt es eine eigenartige Anordnung an. Die peripheren Zellen der eingewachsenen Masse bilden eine mehr oder weniger regelmäßige Reihe und sind epithelartig angeordnet; die centralen Zellen unterscheiden sich ihrer Form nach nicht von Zellen des embryonalen Bindegewebes; es sind dies unregelmäßig gestaltete spindelförmige oder sternförmige Zellen, welche oft lose neben einander liegen und Zwischenräume aufweisen.

An der Bildung des Einwuchses nehmen, wie wir annehmen müssen, auch Zellen des Keimektoderms Theil, mit welchen die Zellen der Amnionnaht verwachsen, doch ist es unmöglich die einen Zellen von den anderen zu unterscheiden. Sogar an solchen Stellen, wo die Verbindung zwischen der Amnionnaht und den Ektodermzellen des Keimes auf ein einfaches Zusammenwachsen beschränkt ist (Fig. 53 *B*), sind die Zellen der Naht nicht von denjenigen des Ektoderms zu unterscheiden.

Auf Schnitten, welche hinter dem Keim geführt sind, bemerkt man, dass sich die ektodermale Amnionnaht eine gewisse Strecke weit hinter dem Keim fortsetzt und dass unterhalb der Naht ein starkes Gefäß verläuft (Fig. 53 *E*). Die Naht hat das Aussehen eines massiven Wulstes, dessen Inneres von lockerem, aus unregelmäßig geformten Zellen bestehendem Gewebe erfüllt ist.

Die Blastodermscheibe dieses Keimes zeigte eine besondere Eigentümlichkeit (Taf. XV, Fig. 54). Ihre Randwülste bestanden in verdicktem Entoderm, in dessen oberer Schicht die Zellgrenzen deutlich zu erkennen waren, während die unteren Schichten durch ein von Dotterkörnchen erfülltes Syncytium repräsentirt waren. Noch tiefer als diese Schicht finden wir stellenweise noch eine Schicht flacher Zellen, welche hier und da kleine Verdickungen bilden. Die Kerne

dieser Schicht haben kein vollkommen lebendiges Aussehen, und sind augenscheinlich im Absterben begriffen.

8. Nikotin.

Bei der Einführung von Nikotin in ein Ei verdünnte ich diese Substanz gewöhnlich zuvor mit frischem Eiweiß und injicirte sodann eine gewisse Quantität (gewöhnlich 1 ccm) in das Versuchsei. Auf diese Weise wurden je $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Tropfen Nikotin in das Ei eingeführt.

Bei der Einführung von Nikotin wurde eine Neigung zu einer Verlangsamung in der Entwicklung (eine beschleunigende Wirkung, wie sie FÉRÉ¹ dem Nikotin zuschreibt, habe ich nicht beobachtet) und sogar zur Degeneration bemerkt.

So übertraf in einem Fall, bei Einführung von $\frac{1}{2}$ Tropfen Nikotin, der Keim nach dreitägiger Bebrütung nicht einen 52tägigen, in einem anderen Fall nicht einen 46stündigen normalen Keim, doch war in letzterem Fall die Krümmung des Keimes etwas weiter vorgeschritten, als dies bei einem 46stündigen Hühnerkeim der Fall zu sein pflegt. Die erzielten Keime waren normal, aber ihre Gefäße arm an Blut. Beim Eintauchen in Alkohol nahm der Inhalt der Gefäße eine braune Farbe an, was darauf hinweist, dass das Nikotin in der That in die Gefäße eingedrungen war.

Analoge Fälle wurden auch bei Einführung von $\frac{1}{3}$ Tropfen Nikotin beobachtet. Nach $3\frac{1}{2}$ Tagen erreichte ein Keim (Nr. 169) nur die Gestalt eines zweitägigen normalen Keimes. Bisweilen war nach Einführung von $\frac{1}{3}$ Tropfen eine Hemmung in der Entwicklung nicht zu bemerken (Nr. 168). Dabei wurde in einem Fall (Nr. 169) die völlige Abwesenheit von Amnionfalten, ferner eine asymmetrische Lage der Area pellucida auf der Scheibe, und wellige Unebenheiten des Randes dieser letzteren beobachtet. In einem anderen Falle (Nr. 168) wurde eine regelwidrige Krümmung des Keimes konstatiert, und zwar ist der hintere Theil des Keimes mit einem Ende nach links und nicht nach rechts gewendet; eben so war auch die Allantois nach der linken Seite hin gekehrt.

In einigen Fällen war die Wachsthumshemmung mit Degeneration verbunden. So hatte in einem Fall der Keim (Nr. 175, $\frac{1}{2}$ Tropfen Nikotin) nach 3 Tagen die Gestalt eines 26—29stündigen, in einem anderen Fall (Nr. 152, $\frac{1}{3}$ Tropfen Nikotin), nach 4 Tagen

¹ FÉRÉ, De l'influence de la nicotine injectée dans l'albumine sur l'incubation d'oeuf de Poule. Compt. Rend. Soc. Biol. Sér. 10. II. 1895. p. 11—13.

diejenige eines zweitägigen, in einem dritten Fall endlich (Nr. 153, $\frac{1}{3}$ Tropfen Nikotin) ebenfalls nach 4 Tagen diejenige eines zweitägigen normalen Keimes erreicht. Die Gewebe waren bei allen diesen drei Keimen bereits der Degeneration verfallen. Es war eine schwache Entwicklung der Area vasculosa zu bemerken (Nr. 175), wobei letztere von kleinen Dimensionen war und nur wenige Blutinselchen enthielt; ferner ein zickzackförmig ausgeschnittener Blastodermscheibenrand; die primäre Leibeshöhle war in Folge der Hemmung im Wachsthum des Mesoderms vergrößert; das Amnion auf einem sehr frühen Stadium, in Gestalt schwach ausgedrückter Seitenfalten. Am frühesten verfällt der Degeneration das Mesoderm und das Nervenrohr des Keimes, am längsten widerstehen derselben das embryonale Ektoderm und die Gewebe der Blastodermscheibe, welche bisweilen ganz normal bleiben. Bei der Degeneration konnten in den Zellkernen bisweilen die Bildung lichtbrechender, sich intensiv färbender Chromatinkügelchen und deren Austritt in das Protoplasma der Zellen beobachtet werden.

Sowohl bei Einführung eines halben Tropfens, als auch bei derjenigen eines drittel Tropfen wurde eine Hemmung des Wachstums auf dem Stadium einer kleinen Blastodermscheibe beobachtet. In einem Falle (Nr. 167) hatte sich nach $3\frac{1}{2}$ tägiger Incubation ($\frac{1}{3}$ Tropfen) eine Blastodermscheibe gebildet, in welcher man alle drei Schichten unterscheiden konnte, während der Keim wahrscheinlich der Degeneration verfallen war. In einem anderen Fall jedoch (Nr. 13) hatte sich nach dreitägiger Incubation ($\frac{1}{2}$ Tropfen) eine kleine Blastodermscheibe gebildet, welche ganz aus einer Masse bestand; in dieser letzteren konnte man nur näher zur Oberfläche die Zellgrenzen mit Deutlichkeit erkennen, während die tieferliegenden Theile der Scheibe ein von Dotterkörnchen angefülltes Syncytium bildeten. Die Kerne sind blasenförmig und enthalten 1—3 Chromatinanhäufungen. Es wurden spärliche karyokinetische Figuren beobachtet, welche jedoch eine Eigenthümlichkeit aufwiesen, indem nämlich ihre Chromosomen die Gestalt von Kügelchen mit hellerem Inhalt zeigten. Im Übrigen wiesen alle diese Erscheinungen auf einen in den Zellen stattfindenden Degenerationsprocess hin (Taf. XVI, Fig. 63).

Eben so konnte eine die Entwicklung verzögernde Einwirkung des Nikotins, bei Einführung von $\frac{1}{2}$ Tropfen in Eier am Ende des zweiten Tages der Bebrütung, konstatiert werden. In einem solchen Ei (Nr. 246) hatte die Blastodermscheibe nach viertägiger Bebrütung (vom Anfang an gerechnet) die Hälfte des Dotters umwachsen, aber ihr Rand war zickzackförmig ausgeschnitten. Am äußersten Rand der

Scheibe liegt in einem der Vorsprünge eine kleine Area vasculosa mit wenig zahlreichen Blutinselchen. Inmitten der kleinen Area pellucida liegt der Keim, dessen vorderes Ende die Krümmung und den Entwicklungsgrad eines 46stündigen Keimes aufweist, während der hintere Theil in der Entwicklung weiter fortgeschritten ist, indem hier die hinteren Extremitäten angelegt sind.

Das Amnion ist entwickelt, und nur in seinem hinteren Theile ungeschlossen; seine Falten erstrecken sich noch ziemlich weit hinter den Keim, was durch eine Wachsthumshemmung bei letzterem erklärt werden kann. Die Gewebe des Keimes sind bereits in Degeneration begriffen. Die Verzögerung in der Entwicklung ist in diesem Fall eine ungleichmäßige für die verschiedenen Theile des Keimkörpers.

Ein dreitägiger Keim (Nr. 14), in dessen Ei beim Beginn der Bebrütung $\frac{1}{2}$ Tropfen Nikotin eingeführt worden war, zeigte bemerkenswerthe Abnormitäten: Ein Amnion fehlt. Der Keim ist entwickelt, aber sein vorderes Ende war anormal (Taf. XI, Fig. 19), indem die Nervenrinne vorn unverschlossen und erweitert ist. Das Studium an der Hand von Schnitten zeigte, dass die Nervenrinne im vorderen Theil (Taf. XV, Fig. 55 A) die Gestalt einer breiten Platte besitzt, deren mittlere Partie in das Innere des Keimes rinnenförmig versenkt ist. Diese Partie ist nach hinten verlängert (Fig. 55 C), wo sie verschlossen ist und die Gestalt einer in dorsoventraler Richtung ausgezogenen Röhre hat; dabei liegt der untere Rand der Röhre der Mundvertiefung ziemlich dicht an (FB)¹.

Auf den folgenden Schnitten verschwindet das Nervenrohr, während die Platte sich noch weiter erstreckt (Fig. 55 C) und zuerst in eine offene Rinne, sodann in das gewöhnliche Nervenrohr (Fig. 55 D, E) übergeht. Im hinteren Abschnitt des Keimes weist dieses Nervenrohr stellenweise eine Theilung seines Lumens in zwei und sogar in vier Theile auf. Von Sinnesorganen ist nur die Anlage des rechten Hörbläschens (Fig. 55 C) vorhanden. Ferner sehen wir eine Mundvertiefung, einen unregelmäßig geformten Pharynx (Fig. 55 C) und Kiemensäcke. Der mittlere und hintere Abschnitt des Darmes sind nicht ausgebildet; die Chorda ist normal. Das Mesoderm des Kopfes ist von zahlreichen, außerordentlich erweiterten Gefäßen erfüllt, welche eine nur sehr geringe Anzahl von Blutkörperchen enthalten (Fig. 55 A, B, C). Im Rumpfabschnitt weisen die Gefäße keinerlei Erwei-

¹ Vgl. DUVAL, Atlas d'Embryologie. Paris 1889. Tab. XIX, Fig. 309.

terungen auf, dagegen findet sich zwischen dem Mesoderm, dessen Anordnung nur wenig von der Norm abweicht, und den benachbarten Theilen des Keimes eine beträchtliche primäre Höhle, was auf einen Stillstand im Wachstum des Mesoderms hinweist. Die Anlagen des Herzens und der WOLFF'schen Gänge sind vorhanden, wobei letztere, ähnlich wie das Nervenrohr, stellenweise eine Theilung ihres Lumens oder dessen gänzliches Verschwinden aufweisen. Beide Erscheinungen, die Theilung sowohl wie das Verschwinden des Lumens werden durch ein und denselben Process hervorgerufen und zwar durch ein Eindringen der die Wandung des Organs bildenden Zellen in dessen Lumen. Im hinteren Abschnitt ist noch die Primitivrinne zu erkennen.

Eine eigenartige Abweichung zeigt ein großer Theil des Ektoderms des Keimes (mit Ausnahme des Ektoderms der Kopffregion), indem seine Zellen aus einander geschoben, durch zahlreiche intercellulare Räume getrennt und unregelmäßig angeordnet sind. Auf der äußeren Oberfläche des Ektoderms liegt eine dünne Deckschicht mit flachen Kernen (Fig. 55 *E*). An den Rändern der Blastoderm-scheibe, wo deren Ektoderm einschichtig ist, sind die Kerne des letzteren ebenfalls abgeflacht, wenn auch in geringerem Grade. Sowohl die Kerne der flachen Schicht, als auch die flachen Zellen des Ektoderms der Blastoderm-scheibe färben sich homogen, die Kerne der Deckschicht dabei sehr intensiv, und machen überhaupt den Eindruck absterbender oder selbst abgestorbener Kerne. Die Ränder der Keimscheibe sind nach oben umgebogen.

Bei der Einführung von $\frac{1}{3}$ Tropfen Nikotin wurden folgende Abweichungen beobachtet. In einem Falle (Nr. 165) hatte das Blastoderm mehr als die Hälfte des Dotters umwachsen; die Area vasculosa enthielt wenig Blut. Der Keim war zwergartig und nahm fast die ganze Area pellucida ein (Taf. XI, Fig. 20). Das Amnion ist nur im vorderen Abschnitte entwickelt, und zwar befindet sich vor dem Keime ein zuerst geschlossener und weiterhin offener (Taf. XV, Fig. 56 *A*) hauptsächlich durch die vordere Amnionfalte gebildeter Amnionsack. Das Ektoderm ist an den Rändern der Amnionöffnung verdickt. Da wo der Kopf beginnt, befindet sich nur eine kleine Amnionfalte auf der rechten Seite. Das Herz liegt in Gestalt eines umfangreichen Sackes vor dem Keim, und sein hinterer Theil schiebt sich bis unter den vorderen Abschnitt des rechten Fortsatzes des Nervenrohrs. Bemerkenswerth ist eine Falte des Rückenektoderms, welche ungefähr in der Mittellinie schief nach vorn in das Herz einwächst, so dass

wir auf Schnitten im Inneren des Herzens einen Hohlraum (Fig. 56 B) bemerken, welcher von dieser Falte gebildet wird. Der äußeren Oberfläche der Falte liegt die endocardiale Schicht an. Weiter nach hinten zu theilt eine ähnliche, sich aber auf eine größere Entfernung hin erstreckende Falte den Kopf von oben her in zwei Hälften, eine rechte und eine linke, wobei auf eine jede der beiden Hälften ein Fortsatz des Nervenrohrs kommt (Fig. 56 C). Wahrscheinlich haben wir es hier mit den durch Wucherung stark verlängerten Augenblasen zu thun. Die Gehörblasen sind entwickelt, doch unterliegt die rechte bereits der Degeneration, eben so wie auch der darauf folgende Theil des Nervenrohrs. Man kann jedoch erkennen, dass das Nervenrohr hinter den Gehörblasen unverschlossen geblieben ist und unmittelbar hinter denselben jederseits je eine Vertiefung gebildet hat (Fig. 56 D), während ihre Wandung unregelmäßige Krümmungen aufweist.

Weiter nach hinten zu verläuft die Nervenanlage zuerst in Gestalt eines Plättchens, sodann als unregelmäßig gestaltete Furche und schließlich als geschlossene Röhre. Der Pharynx ist trichterförmig und von unten offen in seinem vorderen (C), in seinem hinteren Verlauf (D) dagegen verschlossen. Im vorderen Abschnitte des Pharynx sind seine beiden Hälften, die rechte und die linke, durch einen dünnen mittleren Entodermbezirk getrennt, welcher sich, wahrscheinlich unter dem Drucke der obenerwähnten medianen Falte (Fig. 56 C), nach dem Dotter zu vorgestülpt hat. Die Somiten und das Cölom sind asymmetrisch entwickelt, und zwar auf der linken Seite stärker als auf der rechten. Im hinteren Rumpfabschnitte ist die primäre Leibeshöhle stark entwickelt. Die Gefäße sind unregelmäßig angeordnet und auch die Umrisse der Chorda sind nicht regelmäßig gebildet.

In einem anderen Falle (Nr. 170) hatte das Blastoderm die obere Hälfte des Dotters unwachsen, die Area vasculosa war sehr groß, mit spärlichen Blutinselchen, die Area pellucida ebenfalls groß. Der Keim (Taf. XI, Fig. 21) ist von ganz unregelmäßiger Gestalt. Die Nervenanlage tritt in Gestalt einer unregelmäßig geformten Nervenplatte (MC_1) und eines noch ganz von letzterer getrennten, kleinen, konischen Nervenrohrs (MC_2) auf. Die rechte Seite ist von einem ungeheuren, unregelmäßig geformten Herzen eingenommen. Auf Schnitten kann man unter der Platte auf einige Entfernung hin die Chorda erkennen; das Entoderm, das Mesoderm, so wie ein Theil des Nervenrohrs war bereits der Degeneration verfallen.

Die durch Nikotin hervorgerufenen Abweichungen lassen sich

demnach, abgesehen von der Verzögerung in der Entwicklung und der Degeneration folgendermaßen zusammenfassen:

- 1) Entwicklungshemmung oder schwache Entwicklung des Amnions.
- 2) Anormale Krümmung des hinteren Endes und abnorme Lage der Allantois.
- 3) Theilung des Kopfes in eine rechte und eine linke Hälfte durch eine Falte des Rückenektoderms.
- 4) Wucherung und Nichtverschließung einzelner Theile des Nervenrohrs und dessen Deformirung, was in geringerem Grade durch die Trennung seines Lumens, in stärkerem Maße durch die Lostrennung einzelner Theile des Nervenrohres von einander ausgedrückt wird.
- 5) Hemmung in der Entwicklung der Linse, der einen Gehörblase, der Augenblasen.
- 6) Bildung einer Deckschicht auf dem Ektoderm und verstärkte Entwicklung der intercellularen Hohlräume in dieser Schicht.
- 7) Erweiterung und Verlagerung der Gefäße, Verlagerung des Herzens vor den Keim und Durchbohrung des Herzens durch eine Falte des Rückenektoderms.
- 8) Asymmetrische Anordnung des Mesoderms, des Cöloms, zum Theil der Chorda, des Pharynx etc.
- 9) Theilung und Verschwinden des Lumens der WOLFF'schen Gänge.
- 10) Erweiterung der primären Höhle im hinteren Theile des Keimes in Folge Wachsthumstillstandes des Mesoderms.

9. Chloralhydrat, Rhodankalium, Manganum sulfuricum, Cocaïn.

Die wenigen Injektionen, welche ich mit Chloralhydrat ausgeführt habe, zeigten, dass diese Substanz im Allgemeinen eine verlangsamende Wirkung auf die Entwicklung ausübt. So entsprach ein Keim, bei der Injektion von 1 cem 0,5% iger Lösung nach dreitägiger Incubation seiner Entwicklung nach einem 52stündigen normalen Keim, ein anderer einem 33stündigen; ihre Gewebe wiesen stellenweise schon Spuren einer, wenn auch nur schwach ausgesprochenen, Degeneration auf. Außerdem wurden noch einige Abweichungen konstatiert: In einem Falle hatte die primäre Leibeshöhle im hinteren Abschnitte des Keimes größere Dimensionen als bei einem normalen Keim; in einem anderen Falle (Nr. 101) waren die Missbildungen noch wesentlicher, allein die Gewebe des Keimes hatten schon bedeutend degenerirt. Trotzdem konnte man bemerken, dass die im vorderen Theil geschlos-

sene Amnionhöhle hinten offen geblieben war, und dass die inneren Ränder der Amnionfalten die charakteristische, auf einen Stillstand in der Wucherung der Falten hinweisende Verdickung des Ektoderms zeigten. Das Nervenrohr war in seinem hinteren Theile verschlossen, vorn dagegen offen. Im hinteren Abschnitte des Keimes (Taf. XV, Fig. 58) befanden sich zu den Seiten der schmalen mesodermalen Scheidewand, in welcher das Nervenrohr und die Chorda liegen, zwei ungeheure, mit den Gefäßen der Area vasculosa in Verbindung stehende Höhlen, welche abnorm erweiterte Gefäße (wahrscheinlich Äste der Aorta) darstellen. Indem diese Gefäße sich ausbreiteten, stülpten sie die Rückenfläche des Keimes vor, gaben dem Nervenrohr und der Chorda eine asymmetrische Lage, verdrängten die Cölomhöhlen (*PP*) nach dem äußeren Rande des Keimes und führten zu einem vollständigen Verschwinden der letzten Spur der primären Leibeshöhle. Die Umrisse der übrigen Organe sind in Folge der Degeneration undeutlich geworden. Der Rand der Blastoderm-scheibe dieses Keimes ist nach oben umgeschlagen, während das Entoderm der Scheibe verdickt ist und zahlreiche Falten bildet.

Die Einführung von 1 cem 1%iger Rhodankaliumlösung vor dem Bebrüten, und am Ende des zweiten Tages der Bebrütung rief in allen Fällen eine Degeneration des Keimes hervor.

Bei der Injektion vor der Bebrütung wurde in einem Falle (Nr. 109) ein wohl entwickelter viertägiger Keim erzielt, doch war derselbe nicht ganz normal gebaut, indem der mittlere Rumpfabschnitt eine starke Krümmung nach rechts, d. h. nach der Bauchseite hin, aufwies. Bei der Injektion in Eier, welche zweitägige Keime enthielten, ergab sich auch in einem Falle ein fast normaler viertägiger Keim, doch war derselbe anämisch und Blutkörperchen waren nur in dem hinteren Theile der Area vasculosa zu bemerken.

Bei der Injektion vor der Bebrütung unterliegt der Keim schon auf einem sehr frühen Stadium der Degeneration und bisweilen kommt es auch zu der Bildung einer gürtelförmigen Scheibe (Nr. 108). Dieser Gürtel lag am Ende des vierten Tages der Incubation am Äquator des Eies und hatte einen sehr unebenen inneren Rand. Häufiger dagegen fand sich im Ei am Ende des vierten Tages der Incubation eine Blastoderm-scheibe, welche das obere Drittel des Eies umwachsen hatte. Sowohl der Gürtel wie auch eine der Scheiben bestanden auf dem größten Theile ihrer Ausbreitung nur aus flachem Ektoderm und einem entodermalen Syncytium mit zahlreichen Kernen und Dotterkörnchen. Das Mesoderm hat demnach in Folge der Degene-

ration des Keimes eine Wachsthumshemmung erfahren, während das Ektoderm und das Entoderm in ihrem Wachsthum fortführen. Auch hierbei ist eine Eigenthümlichkeit zu beobachten: im Entoderm, da wo das Mesoderm fehlt, bilden sich Höhlen, welche bisweilen nach Art der Gefäße erweitert sind, welche letztere aber trotzdem in den dem Keime benachbarten Theilen entwickelt sind. Diese Höhlen stülpen bisweilen die untere Schicht des entodermalen Syncytiums in der Richtung des Dotters vor, wie dies bisweilen auch bei der Erweiterung echter Gefäße bei Verdünnung des Eiweißes beobachtet wird (Nr. 36), doch enthalten die Höhlen niemals Blutkörperchen, noch sind sie mit Endothel ausgekleidet.

Bei der Injektion in bereits bebrütete Eier wird die Entwicklung sehr bald gehemmt und der Keim verwandelt sich schließlich bisweilen in eine formlose Masse. Die Degeneration beginnt auch hier mit dem Mesoderm des Keimes und am widerstandsfähigsten erweisen sich wiederum die Gewebe der Blastodermis und die Embryonalhöhlen.

Eine analoge Wirkung wird durch Einführung von 1 cem 2,5%iger Lösung von Manganum sulphuricum in unbebrütete Eier oder von 1 cem 1,25%iger Lösung am Ende des zweiten Bebrütungstages erzielt. Nach Injektion von Manganum sulphuricum in das Eiweiß zeigt sich nach einiger Zeit ein schwarzbrauner Niederschlag, welcher wahrscheinlich auf Oxydationsprocesse, hervorgerufen durch diese Substanz, hinweist. Bei der Injektion am zweiten Bebrütungstage erfolgt die Degeneration mit großer Beständigkeit (von 6 Eiern kam kein einziges zur Entwicklung) und erstreckt sich häufig auch auf die Blastodermis. In ersterem Falle (Injektion unbebrüteter Eier) kann eine Entwicklungshemmung im ersten Beginn der Entwicklung stattfinden, bisweilen aber dauert die Entwicklung noch eine geraume Zeit fort. Ein Keim (Nr. 85), welcher im Verlaufe von 2 Tagen die Gestalt eines 30stündigen normalen Keimes erreicht hatte, zeigte interessante Abweichungen im Bau seines Nervenrohrs. Im Gebiet der dritten Hirnblase (Taf. XIV, Fig. 49 A) und außerdem noch im vorderen Abschnitte des Rückenmarks (Taf. XIV, Fig. 49 B) ist die Rückennaht des Nervenrohrs stark in das Innere des letzteren hereingeschoben, und senkt sich an einigen Stellen in Gestalt eines schmalen Keiles beinahe bis zum unteren Rande des Lumens des Rohrs herab; in Folge dessen nimmt das Lumen des Nervenrohrs die Gestalt eines Kartenherzens an. Beide deformirten Bezirke des Nervenrohrs sind durch einen kurzen, vollständig normal gebauten

Bezirk des letzteren von einander getrennt. Die Gewebe dieses Keimes befinden sich erst in beginnender Degeneration.

Die Einführung von 1 ccm konzentrierter Cocainlösung ruft keine besonderen Abweichungen hervor, mit Ausnahme einer gewissen Verzögerung in der Entwicklung. So erreichte ein Keim nach dreitägiger Bebrütung erst die Entwicklungsstufe eines 46stündigen Keimes, ein anderer hatte das Aussehen eines 48—52stündigen, ein dritter ein solches von 50, ein vierter von 68 Stunden. Bisweilen wurde eine Anämie des Keimes beobachtet (Nr. 96).

10. Guanin.

Die Einführung von 1 ccm konzentrierter Guaninlösung ruft bisweilen die Degeneration des Keimes und darauf auch der Blastoderm-scheibe hervor, wobei nach 5 Tagen ein bereits völlig degenerierter Keim vorgefunden wurde. Die ersten Tage jedoch geht die Entwicklung vor sich. So war ein Keim (Nr. 232) nach 2 $\frac{1}{2}$ tägiger Bebrütung etwas in der Entwicklung zurückgeblieben (er entsprach einem zweitägigen Keime) und zeigte vergrößerte Dimensionen der primären Leibeshöhle im hinteren Abschnitte, sowie eine Entwicklungshemmung des Amnion. Die vordere Falte des letzteren fehlte vollständig, die seitlichen Falten waren kaum angedeutet. Die Degeneration hatte eben erst begonnen.

Die Einführung von 1 ccm konzentrierter Lösung in bereits 2 Tage bebrütete Eier führte zur Degeneration (diese Eier wurden am Ende des vierten Tages geöffnet); wird die Lösung in Eier eingeführt, welche nur einen Tag bebrütet worden waren, so tritt die Degeneration nicht so rasch ein, und der Keim hat Zeit einige Abweichungen zu erlangen, und zwar wurde konstatiert (Nr. 278^{bis}), dass die Nerven-anlage auf dem größten Theile ihrer Ausdehnung unverschlossen bleibt, während das Herz vor den Keim verlagert wird.

Im Allgemeinen führt die Einführung von Guanin zur Degeneration, wobei letztere um so später eintritt, je jünger der Keim bei der Injektion war. Die Blastoderm-scheibe widersteht der Degeneration länger als der Keim, und von den Geweben des Keimes ist das Ektoderm am widerstandsfähigsten, wie dies auch bei den Injektionen von Kochsalz etc. der Fall war.

An Abweichungen von der Norm wurden die Entwicklungshemmung beim Amnion, die Vergrößerung der primären Leibeshöhle, das Nichtverschließen der Nervenfurche endlich die Verlagerung des Herzens nach vorn beobachtet.

Ich versuchte ferner 1 cem konzentrierter Guaninlösung in 0,75%iger Kochsalzlösung einzuführen. Dabei verlief in einem Falle die Entwicklung während $2\frac{1}{2}$ Tagen normal, während sonst Abweichungen beobachtet wurden (Nr. 55). Der Gefäßhof war gut entwickelt, aber arm an Blut. Der Keim erreichte nicht die normale Größe. Die vordere Amnionfalte bedeckt kaum den vorderen Theil des Kopfes; dabei bleibt fast auf dem gesammten Verlaufe dieser Falte ein ziemlich breites, die seröse Hülle mit dem Amnion verbindendes Mesenterium bestehen. Der vordere Theil der Amnionhöhle liegt weit vor dem Keime, und unter demselben liegt das vor den ganzen Keim vorgeschobene Herz (Taf. XV, Fig. 59 A), welches mit seiner Wölbung nach vorn und nicht nach rechts gewendet ist. Links, etwas nach hinten zu, befindet sich die Anlage einer Amnionfalte.

Der Keim selbst zeigt folgende Abweichungen. Sein hinterer Abschnitt liegt, wie auch der vordere, schon auf seiner linken Seite und ist auch theilweise asymmetrisch entwickelt, da die Somiten der rechten Seite größer sind als diejenigen der linken Seite. Der vordere Theil der Nervenanlage ist in der Nackenregion bereits unter geradem Winkel gebogen (Taf. XI, Fig. 25). Durchmustert man die Schnitte, welche durch den Keim von vorn nach hinten geführt sind, so bemerkt man zuvor das Herz, dann den Pharynx mit den Kiemensäcken und dann erst das Gehirn; der Pharynx liegt demnach vor dem Gehirn und erscheint in Gestalt einer hinten geschlossenen, trichterartigen Höhle. Die Kiemensäcke und Kiemenspalten sind angelegt. Im Allgemeinen sind alle Organe des Keimes gleichsam verschoben, wobei die höher liegenden Organe, d. h. das Nervensystem, am weitesten nach hinten verschoben sind.

Das Nervensystem zeigt vorn das Gehirn mit seinen charakteristischen Encephalomeren und den primären Augenblasen (Taf. XV, Fig. 59 B; Taf. XVI, Fig. 59 C). Der vordere Theil des Gehirns ist in der Nackenregion stark nach der Bauchseite umgebogen und stülpt das Entoderm in der Richtung des Dotters vor, wobei das Entoderm zu beiden Seiten des Kopfes, besonders in der Region der Gehörblasen, beiderseits in Gestalt einer Falte stark nach oben vorspringt, so dass diese Falte an gewissen Stellen beinahe an das Ektoderm heranreicht. Die Nackenregion des Gehirns und der vordere Abschnitt des Rückenmarks verharren in Gestalt einer breiten offenen Furche (Taf. XV, Fig. 59 D), welche weiter nach hinten zu wiederum in eine geschlossene Röhre übergeht. An einer Stelle im hinteren Abschnitte des Nervenrohrs

bemerkt man im Inneren desselben einen kleinen, nach hinten gerichteten massiven Vorsprung.

Sekundäre Augenblasen fehlen und die Gehörblasen erreichen sehr große Dimensionen. Die Riechgruben sind entwickelt. Die Gewebe sind fast normal und der Degenerationsprocess erst im Beginn.

Dieser Keim zeigt eine augenscheinliche Tendenz zur Omphalocephalie.

11. Alkohol.

Die Injektion von 1 ccm 20%igen Alkohols ruft eine bedeutende Verzögerung in der Entwicklung hervor, wie dies bereits durch FÉRE¹ nachgewiesen wurde.

Der Keim entsprach nach 3tägiger Bebrütung einem 33stündigen. Einige Eier, welche der Henne untergelegt und nach drei Wochen geöffnet wurden, zeigten Keime, welche auf dem 10—12tägigen Stadium stehen geblieben, aber alle zu Grunde gegangen waren, ohne sich weiter zu entwickeln.

Das Einführen von 0,5 ccm 40%igen Alkohols ruft bisweilen überhaupt gar keine Verzögerung in der Entwicklung hervor. Die Keime sind nach 4 Tagen augenscheinlich normal, jedoch anämisch, da nur sehr wenig Blutkörperchen vorhanden sind. Die Gefäße sind stellenweise erweitert.

Das Einführen von 1 ccm 40%igen Alkohols wirkt verschieden. Entweder ist diese Wirkung analog derjenigen der vorher erwähnten Dosen, indem eine Verzögerung in der Entwicklung (ein viertägiger Keim entspricht einem 46stündigen), eine Drehung nach dem Dotter mit der rechten statt mit der linken Seite (Nr. 150), Anämie und lokale Erweiterung der Gefäße sowie der primären Leibeshöhle im hinteren Körperabschnitte eintritt, oder aber es werden tiefgreifendere Abweichungen hervorgerufen (siehe unten), oder endlich die Entwicklung wird auf den ersten Stadien unterbrochen, wobei eine kleine, aus den typischen Blättern bestehende Blastodermscheibe gebildet wird, während der Keim der Degeneration verfällt.

Was die vorkommenden Abweichungen betrifft, wie sie sich aus dem Studium dieser abnormen Keime ergeben, so will ich mich hier bei zwei dreitägigen Keimen aufhalten. Beide waren zwergartig und

¹ CH. FÉRE, Études expérimentales sur l'influence tératogène ou dégénérative des alcools et des essences sur l'embryon du Poulet. Journ. Anat. Phys. Paris. 31^e Année. p. 161—186. 1895.

einer von ihnen erreichte nur $\frac{1}{4}$ der Größe eines normalen Keimes. Weder der eine noch der andere ließ bei äußerer Betrachtung Eigentümlichkeiten seines Baues erkennen. Bei dem einen Keime (Nr. 151) konnte man nur ein bogenförmig gekrümmtes Nervenrohr, welches mit seiner konkaven Seite nach rechts gerichtet sowie vorn leicht erweitert und in der Mitte verengert war, bemerken (Taf. XI, Fig. 22). Das Studium an der Hand von Schnitten zeigte, dass dieser Keim mit einem wohl entwickelten Amnion versehen war; während jedoch die Amnionhöhle im vorderen Theile ein sehr unbeträchtliches Lumen hat (Taf. XV, Fig. 57 A), erscheint dieses Lumen im mittleren (Fig. 57 B) und hinteren (Fig. 57 C) Theile von sehr beträchtlicher Größe und hat meistens die Form eines ungleichmäßigen Dreiecks, dessen Spitze nach der Eioberfläche gerichtet ist. Im allerhintersten Theile ist die Höhle nicht geschlossen (C). Es ist augenscheinlich, dass das Wachstum der Wandungen der Amnionhöhle auch dann noch fortgedauert hat, als der Keim (und zwar speciell dessen hinterer Abschnitt) bereits zu wachsen aufgehört hatte.

Das Nervenrohr, welches vorn etwas erweitert ist und keine Hirnblasen gebildet hat (Taf. XI, Fig. 22 und Taf. XV, Fig. 57), ist im mittleren Abschnitte degenerirt und erscheint in Gestalt eines dünnen massiven Stranges (Fig. 57 B). Im allerhintersten Abschnitte (Fig. 57 C) ist die caudale Anschwellung (*renflement caudal*) des Nervenrohrs erhalten geblieben. Die Anlagen der Augen und Gehörblasen fehlen, doch liegen im vordersten Abschnitte des Keimes asymmetrisch (die linke vor der rechten) zwei Grübchen, welche an Riechgruben erinnern.

Die Chorda ist entwickelt, in ihrem mittleren Theile jedoch degenerirt, der Pharynx von abweichender Gestalt. Das Mesoderm ist nicht segmentirt (wahrscheinlich ist die Segmentirung sekundär verschwunden). Die Wand der Cölomhöhle ist stellenweise stark verdickt. Das Herz ist bedeutend nach vorn verlagert und seine Schlinge liegt vor dem ganzen Keim.

Im vorderen Abschnitte des Keimes bemerkt man noch gewisse unregelmäßig angeordnete epitheliale Röhren, deren Bedeutung mir nicht klar geworden ist. Vielleicht sind dies Kiemensäcke, welche sich abgesondert haben.

Ein anderer Keim (Nr. 229) zeigte ein erweitertes Vorder- und ein schmales Hinterende. Ein Amnion war nicht entwickelt. Der vordere Theil war degenerirt, doch war noch zu erkennen, dass das Nervenrohr vorn mit unregelmäßigen Falten versehen und in dorso-

ventraler Richtung komprimirt war. Die primären Augenblasen und die Hörblasen fehlten augenscheinlich. Die weiter hinten gelegenen Theile zeigten eine beträchtliche Asymmetrie. Das Herz war in normaler Weise nach der rechten Seite verlagert, dabei aber von sehr geringen Dimensionen und es enthielt fast gar keine Blutkörperchen.

Das Nervenrohr, statt auf der linken Seite zu liegen, ist gleichfalls nach der rechten Seite hin verlagert. Diese Eigenthümlichkeit steht mit der außerordentlich starken Entwicklung des Cöloms der linken Seite in Verbindung (Taf. XVI, Fig. 60 *A, B, C*). Das Cölom der rechten Seite ist gleichfalls erweitert, aber in viel geringerem Maße, als dasjenige der linken Seite. Das extraembryonale Cölom ist nur in den dem Keime zunächst liegenden Theilen erhalten. Auf der linken Seite bemerkt man jedoch die Anlagen der Nephridialkanäle, während die WOLFF'schen Gänge augenscheinlich weder auf der einen, noch auf der anderen Seite vorhanden sind. Die Segmentirung des Mesoderms ist verschwunden.

Eine eigenartige Besonderheit zeigt der hintere Theil des Keimes, welcher in Gestalt eines gesonderten Schwanzanhanges nach der rechten Seite und nach oben umgebogen ist (Taf. XVI, Fig. 60 *B, C*). Dieser Anhang enthält nebst dem Mesoderm auch die Chorda und in seinem basalen Theile auch das Nervenrohr, doch kreuzen sich diese beiden Organe, so dass die Chorda oberhalb des Nervenrohres zu liegen kommt.

Durch die Wirkung des Alkohols werden demnach, abgesehen von Wachsthumshemmung, Verzögerung in der Entwicklung und Degeneration neben der bei anormalen Bedingungen gewöhnlichen Erweiterung der Gefäße und Anämie noch folgende Erscheinungen hervorgerufen: Starke und regelwidrige Krümmung verschiedener Theile des Keimes, z. B. Verlängerung des Schwanzanhanges und dessen Umbiegung nach vorn, bei gleichzeitiger Verlagerung der in ihm enthaltenen Organe. Eben so wird bisweilen die Entwicklung der Hirn-, Augen- und Hörblasen und in gewissen Fällen auch die Entwicklung des Amnions unterdrückt.

Es kann ferner eine asymmetrische Entwicklung des Cöloms sowie des Amnions beobachtet werden.

Bei Degeneration unterliegt derselben der Keim früher als das Amnion und die Elemente der Blastodermscheibe.

12. Wirkung des Gipsceiments.

Ich habe bereits darauf hingewiesen, dass in denjenigen Fällen, wo das Verkleben mit Gipsceiment mit der nöthigen Genauigkeit

vorgenommen worden war, keine Abweichungen beobachtet wurden und normale Keime erzielt worden sind. Bei absichtlich unsorgfältig ausgeführtem Verkleben oder, um eine einfachere Methode anzuwenden, bei Einführung eines Tropfen Cements, in welchem das stark alkalische Wasserglas wahrscheinlich das wirksame Mittel repräsentirt, in das Eiweiß wurden Abnormitäten erzielt, obgleich auch hierbei etwa ein Drittel der (drei- und viertägigen) Keime normal blieb. In anderen Fällen erfolgte eine Degeneration des Keimes, wobei jedoch die Elemente der Blastodermscheibe am Leben blieben ($3\frac{1}{2}$ Tage). Bisweilen (Nr. 303) nimmt die Blastodermscheibe eine gürtelförmige Gestalt an (3 Tage). Eine interessante Abweichung von der Norm zeigt ein Ei (Nr. 299) nach dreitägiger Bebrütung. Der Keim selbst ist in hohem Grade degenerirt, aber die Elemente der Blastodermscheibe sind nicht nur am Leben geblieben, sondern haben sogar ein Amnion gebildet. Zu den Seiten des Keimes ist dieses Amnion nur durch unbedeutende Falten vertreten, aber vor und hinter dem Keime sind die Falten bereits verwachsen und es haben sich auf diese Weise Höhlen gebildet, von welchen die vordere weitaus die größte ist (Taf. XVI, Fig. 64 A). Ihre Wandung bildet unregelmäßige Falten und zwischen ihren beiden Blättern ist ein Netz von aus sternförmigen Zellen bestehenden Brücken wohl entwickelt, insbesondere an denjenigen Stellen, wo die Schichten des Amnions weiter von einander abstehen. Weder die vordere, noch die hintere Amnionhöhle umhüllen irgend einen Theil des Keimes, was naturgemäß durch den Umstand erklärt wird, dass die Entwicklung und das Wachsthum der Hüllen sowohl, wie der Blastodermscheibe, auch dann noch fort dauerte, als die Entwicklung des Keimes unterbrochen wurde.

Eine interessante Abnormität zeigte das Amnion bei einem dreitägigen Keime (Nr. 3^{bis}). Von außen (Taf. XI, Fig. 23) lässt der Keim unregelmäßig geformte Hirnblasen, in der Dorsoventralrichtung außerordentlich in die Länge gezogene Augen- und Hörblasen, ein erweitertes Nervenrohr und Extremitäten, welche augenscheinlich nur auf der linken Seite zur Entwicklung gelangt sind, erkennen. Im Zusammenhang mit der starken Entwicklung der hinteren linken Extremität zeigen die Organe des hinteren Keimabschnittes eine asymmetrische Lage. Auf Schnitten zeigt sich noch eine Eigentümlichkeit des Nervenrohrs, dessen Lumen überhaupt stark erweitert ist. Im mittleren Abschnitte des Rumpfes bildet das Nervenrohr auf der rechten Seite einen blinden hohlen Fortsatz (Taf. XVI, Fig. 61 C), welcher nach hinten gerichtet ist. Die Somiten der rechten

Seite sind im Bereiche des Fortsatzes nach unten verschoben. Der rechte Aortenast ist gleichfalls stark erweitert, während ihr linker Ast im Gegentheile an einigen Stellen sogar verengert und von sehr mäßigem Kaliber ist. Die bemerkenswerthesten Eigenthümlichkeiten dieses Keimes bestehen in der Gestaltung des Amnions. Im vorderen Theile (Taf. XVI, Fig. 61 *A*) sind die inneren Ränder der Amnionfalten mit einander verwachsen unter gleichzeitiger Bildung einer ektodermalen Verdickung oder Naht. Diese Naht ist außerdem an das Ektoderm der Rückenoberfläche angewachsen, so dass deren Zellen von denjenigen der Naht nicht mehr unterschieden werden können. Weiter nach hinten zu (Fig. 61 *B* und *C*) wächst eine jede der Amnionfalten an der betreffenden Seite mit dem Ektoderm des Keimes seitlich zusammen, wobei die Amnionhöhlen immer kleiner und kleiner werden, um schließlich ganz zu verschwinden, und die Verwachsungsstelle durch eine nur dem Ektoderm entstammende Verdickung gekennzeichnet wird. Noch weiter hinten bleiben die Amnionfalten frei. Die Cölomhöhlen der rechten und linken Seite werden dabei nach der Dorsalseite umgebogen und breiten sich durch Wucherung stark aus. Diese Anomalie erinnert an die unter Nr. 243 weiter oben beschriebene Missbildung (Bromlithium; Taf. XV, Fig. 53).

Die bei dem eben beschriebenen Keim beobachtete Erweiterung der Gefäße und des Lumens der Nervenröhre wurde auch bei anderen Keimen konstatirt. Bei einem $3\frac{1}{2}$ tägigen, der Degeneration verfallenen Keim (Nr. 13), bei welchem man die Verhältnisse der Organe jedoch noch feststellen konnte, waren die Aortenäste gleichfalls asymmetrisch erweitert, das Lumen des Nervenrohrs war fast kreisrund und seine Wandungen von gleichmäßiger Dicke; die seitlich entstandenen Amnionfalten hatten gleichsam die Seitenwände des Keimes nach sich gezogen, so dass der Rücken des Keimes nicht nur nicht gewölbt, sondern sogar etwas einwärts gebogen ist. Die Somiten erwiesen sich als über dem Nervenrohr liegend (Taf. XVI, Fig. 64 *B*). Diese Erscheinung steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Hemmung des Wachstums in der Rückenfläche des Keimes.

Sehr häufig wurde eine Anomalie beobachtet, bei welcher das Nervenrohr unverschlossen blieb oder in dessen Kopfabschnitt und Rumpfabschnitt sich unregelmäßige Falten bildeten. So hatte bei einem dreitägigen Keim (Nr. 301), welcher äußerlich eine kleine unregelmäßige nach hinten allmählich sich verengernde Masse vorstellte, die Nervenanlage eine außerordentlich eigenartige Gestalt. Vorn hatte sie die Form einer kleinen Röhre von geringem Durch-

messer, welche an ihrem Ende nach der Bauchseite zu umgebogen war. Weiter hinten ging sie in eine auf der Dorsalseite offene Rinne über, im Niveau des Herzens dagegen in ein breites Plättchen. Weiter nach hinten geht die Nervenanlage wiederum in eine breite Rinne mit etwas erhöhten Rändern über, und schließlich wiederum in ein allseitig geschlossenes Rohr, welches jedoch einen bedeutend größeren Durchmesser besitzt als im Kopfabschnitt. Dieses Rohr liegt asymmetrisch und der hintere Abschnitt des Keimes hat sich überhaupt schon auf die linke Seite gedreht. Eine der Eigenthümlichkeiten der Nervenanlage besteht darin, dass sie in ihrem erweiterten Bezirk, namentlich im Gebiete ihrer verdickten Ränder, kleine geschlossene Follikel bildet, welche meist in Verbindung mit der Anlage bleiben, sich aber bisweilen von derselben ablösen (vgl. Taf. XIV, Fig. 45 *A* u. *B* und Taf. XIII, Fig. 42). Diese Follikel liegen bald symmetrisch angeordnet, bald ohne ersichtliche Ordnung; sie dürften wohl keinerlei morphologische Bedeutung besitzen, und ihre Entstehung ist wohl durch verstärktes Wachstum der Nervenanlage in deren erweitertem Bezirk bedingt, während die Ausbreitung des vorderen und des hinteren Endes durch Verschließen in Gestalt eines Rohres unterbrochen worden war.

Die Anlagen des Pharynx, der Chorda, welche jedoch das hintere Ende des Keimes nicht erreicht, und des Herzens waren vorhanden. Das Herz ist außerordentlich in die Länge gezogen und verläuft über eine beträchtliche Ausdehnung des Keimes. Diese Eigenthümlichkeit steht in Abhängigkeit von dem Umstande, dass der mittlere Theil des Keimes augenscheinlich noch im Wachstum fortgefahren hat, nachdem das Wachstum des vorderen und hinteren Keimabschnittes bereits unterbrochen war. Die Aortenäste sind bedeutend erweitert. Der hintere, schwanzartige Anhang des Keimes besteht aus einer mesodermalen Masse und dem in ihrer Mitte liegenden Nervenrohr. Die Chorda ist in diesem Theil nicht entwickelt. Die übrigen Organe weisen keine nennenswerthen Abweichungen von der Norm auf.

Eine analoge Abnormität zeigt ein anderer Keim (Nr. 302), bei welchem der vordere Kopfabschnitt der Nervenanlage die Gestalt eines unregelmäßig geformten Rohres besitzt (Taf. XVI, Fig. 62 *A*), weiter nach hinten in eine asymmetrische Rinne und in der Nackenregion in eine ziemlich breite Platte übergeht (Fig. 62 *B*). Das Rückenmark hat die Gestalt eines Rohrs, wobei in der vorderen Rumpfregeion von Seiten der Rückennaht ein dreieckiger Vorsprung

in das Lumen des Rohrs hereinragt; dieser Vorsprung steht mit der Anlage der Ganglien in Verbindung und stellt wahrscheinlich ein Produkt der Wucherung der Ganglienleiste vor (Fig. 62 C).

Die Chorda, der Pharynx und das Herz bieten nur unbedeutende Abweichungen. Das vordere Ende der Chorda ist fast unter einem rechten Winkel nach unten umgebogen (Fig. 62 B). Die Gestalt des Pharynx ist anormal, die Kiemensäcke fehlen. Die Muscularis des Herzens ist auf der Dorsalseite noch nicht verschlossen. Anlagen der Sinnesorgane sind nicht vorhanden. Der hintere Theil des Keimes ist normal.

Analoge Abweichungen in Verbindung mit starker Asymmetrie zeigt ein dritter Keim (Nr. 307). Auch hier hat die Nervenanlage im Kopfabschnitt die Form eines abnormen, asymmetrisch (mehr nach der linken Körperseite hin) liegenden Rohrs, im Rumpfabschnitt (Taf. XVI, Fig. 65) dagegen die Gestalt einer leicht nach außen gewölbten Platte, welche ebenfalls nach der linken Seite hin verlagert ist. Der hintere Theil des Keimes ist degenerirt. Die Chorda liegt unterhalb des mittleren Abschnitts der erwähnten Platte. Die größte Asymmetrie zeigt das Mesoderm. Die Cölohmöhlen der linken und rechten Körperhälfte sind mit einander verwachsen, doch ist nur die eine Reihe der Somiten, und zwar die linke, vollständig ausgebildet. Was die rechte Reihe betrifft, so kann man annehmen, dass dieselbe durch eine Reihe von Mesodermansammlungen vertreten wird, welche dem Darmfaserblatt von rechts anliegen (*Pv?*). Um diese Anordnung der rechtsseitigen Somiten zu erklären, muss man annehmen, dass das Cölom der linken Seite, während es dem rechtsseitigen Cölom entgegenwuchs, sich von oben her (von der Dorsalseite) um die schwach entwickelten Somiten der rechten Seite herumgebogen hat und dann erst mit dem Cölom der rechten Seite verschmolzen ist; in Folge dessen erhielten dann auch die Somiten der rechten Körperseite ihre Lage unter dem Cölom. Die Gefäße in der Area vasculosa sind erweitert, in dem Keim dagegen gar nicht entwickelt. Die primäre Leibeshöhle des Keimes ist stärker entwickelt, als bei normalen Keimen.

Ein vierter Keim (Nr. 304) war zwar bereits der Degeneration verfallen, ließ aber trotzdem die ihm eigenthümlichen Abweichungen erkennen. Obgleich dieser Keim 3 Tage alt war, so war er doch in Größe und Gestalt stark zurückgeblieben und glich eher einem 1½-tägigen Keim. Der verschlossene Kopfabschnitt der Nervenanlage bildete unregelmäßige Falten und in der Nackenregion hatte diese Anlage noch die Gestalt einer offenen Rinne. Der Pharynx erreichte

eine ungeheure Größe und hatte äußerst dünne Wandungen. Auch das Nervenrohr hatte im hinteren Abschnitt ein erweitertes und fast kreisrundes Lumen, wobei seine Wandungen in diesem Abschnitt überall von gleicher Stärke waren. Einige Gefäße waren ebenfalls erweitert.

Die Abweichungen, welche durch den Gipsceement hervorgerufen werden, können demnach in Folgendem zusammengefasst werden. Erstens, Degeneration des Keimes, welche in gewissen Fällen kein Hindernis bildet für das weitere Wachstum der Blastodermscheibe und der Hüllen; zweitens ungleichmäßiges Wachstum in verschiedenen Theilen des Keimes, z. B. Wachstumshemmung im vorderen und hinteren Abschnitt oder in einer Körperhälfte, was eine Asymmetrie des Keimes zur Folge hat. Drittens Unterdrückung einiger Anlagen, z. B. der Sinnesorgane, der Kiemensäcke, der Hirnblasen. Viertens Nichtverschließung eines Theils (meist des mittleren) der Nervenanlage, ferner Bildung abnormer unregelmäßiger Falten und Fortsätze von den Wandungen der Anlage aus, welche bisweilen im Zusammenhang mit den Bedingungen des ungleichmäßigen Wachstums der Nervenanlage stehen. Fünftens Erweiterung der Gefäße, der Höhle des Nervenrohrs, des Pharynx. Sechstens Verwachsen der Amnionfalten mit den Körperwandungen des Keimes.

Augenscheinlich stimmt die Wirkung des Gipsceements (und speciell des Wasserglases) mit der Wirkung vieler anderer Substanzen überein.

13. Ungleichmäßige Erwärmung.

Die Versuche mit ungleichmäßiger Erwärmung habe ich nur nebenher angestellt, indem ich mir klarzulegen suchte, in wie fern die Verklebung der Eischale mit Harzen und überhaupt mit heißen Klebemitteln anwendbar ist. Bei der Verklebung mit heißem Kanadabalsam (ohne vorhergehende Injektion) erzielte ich regelwidrige Krümmungen des Keimes und außerdem noch eine bemerkenswerthe Abnormität. Die abnorme Krümmung bestand darin, dass ein dreitägiger Keim im Bereich der vorderen Extremitäten fast unter einem rechten Winkel nach der linken Seite (d. h. der Dorsalseite) umgebogen war. Die Hirnblasen dieses Keimes hatten ebenfalls keine ganz normale Gestalt, doch zeigte dieser Keim im Allgemeinen keine besonderen Abweichungen von der Norm.

Ein anderer Keim (Nr. 311) zeigte äußerlich eine eigenartige Gestaltung (Taf. XI, Fig. 24), und zwar ein vorderes erweitertes Kopfende und ein überaus enges Nervenrohr. Die Somiten sind zu

unterscheiden. Vorn im Kopfabschnitt liegt das schleifenförmig gekrümmte röhrenförmige Herz, und dahinter ein großer dreieckiger Fleck — eine massive Anhäufung von Mesodermzellen, wie dies aus den Schnitten ersichtlich wird.

Indem man die Schnitte nach dem hinteren Ende zu durchmustert, stoßen wir zuerst auf die Amnionhöhle mit faltigen, unregelmäßig gewundenen Wandungen (Taf. XVI, Fig. 66 A). Die Amnionhöhle ist von der dorsalen Seite verschlossen, und ihre Wandungen gehen nach hinten zu in zwei kleine, zu den Seiten des Kopfes liegende Amnionfalten über. Noch weiter hinten, im Bereich des Rumpfes, sind die Amnionfalten nicht entwickelt. Die Amnionhöhle enthält keinerlei Theile des Keimes und unter ihr liegt nur das nach vorn verlagerte Herz. Später treffen wir auf den Schnitten das Herz und sodann den Kopf des Keimes. Um das gegenseitige Verhältnis der Organe in dem vorderen Keimabschnitt verstehen zu können, muss man sich vorstellen, dass von vorn und zum Theil auch von der linken Seite her eine den Ektodermalfalten normaler Keime völlig entsprechende Ektodermfalte unter den Kopf des Keimes hereinwächst (Taf. XVI, Fig. 67); während diese Falte jedoch normalerweise sich zwischen den Pharynx und die Blastodermis hereindrängt, hat sie sich bei unserem Keim zwischen den Pharynx und das Nervenrohr gelegt, und wächst viel tiefer ein als bei einem normalen Keim. Indem sie in das Innere hereinwächst, zieht sie erstens das Ektoderm des Kopfes nach sich und gleichzeitig biegt sich die Nervenanlage mit dem sie umgebenden Mesoderm unter einem spitzen Winkel nach hinten ein (Fig. 66 B, C, D). Das beim Hereinwachsen mitgerissene Ektoderm zieht auch die Hörblasen nach sich, welche, wie sich erweist, nicht mit dem äußeren Ektoderm sondern mit dem Ektoderm dieser Falten im Zusammenhang stehen (Fig. 66 B). Die Pharynxhöhle steht auf ihrer oberen Seite bereits mit der Höhle der ektodermalen Falte auf eine sehr beträchtliche Strecke hin in Kommunikation. Auf diese Weise wird auch die erweiterte Mundöffnung in diese Falte verlagert. Die Nervenanlage weist im Gebiete der Gehörblasen eine ziemlich tiefe, offene Rinne auf. Weiter nach vorn geht die Rinne in ein Rohr mit T-förmigem Lumen über, und biegt dann plötzlich nach hinten um, wobei sie zuerst die Gestalt eines ovalen, in dorsoventraler Richtung ausgezogenen Rohrs (Fig. 66 C) und weiter nach hinten (d. h. näher zu dem nach hinten umgebogenen vorderen Ende des Rohrs) die Gestalt eines in der Querrichtung erweiterten Rohrs hat. Dieses Rohr ist von unten (resp. von der

Dorsalseite) her eingebuchtet und oben (resp. an der Bauchseite) vorgewölbt. Wahrscheinlich entsprechen die Seitentheile dieser Erweiterung (Taf. XVI, Fig. 66 *D*, *Vo*) den Augenblasen. Die Linsen sind nicht angelegt. Die Nervenanlage erscheint im Gebiet des Rumpfes vorn in Gestalt eines horizontalen Plättchens (Fig. 66 *C*) und geht weiter hinten in eine Rinne über, während sie im hinteren Rumpfabschnitt die Gestalt eines Rohrs annimmt (Fig. 66 *D*). Im Allgemeinen hat sich der hintere Theil fast normal entwickelt: Die Chorda, die Somiten, die WOLFF'schen Gänge und die in die oben erwähnte Mesodermanhäufung hereinwachsende Allantois sind entwickelt. Allerdings ist die primäre Leibeshöhle im hinteren Abschnitt des Keimes etwas stärker entwickelt als bei einem normalen Keim, und eben so ist das hintere Ende des Rumpfes etwas nach der linken Seite gedreht, während das vordere Ende des Keimes keine Drehung erfährt.

Die charakteristischen Grundzüge für diese Missbildung sind demnach die regelwidrige Lage und das verstärkte Hereinwachsen der ektodermalen Falte, welch' letzteres die Verlagerung der Hörblasen zur Folge hat, ferner eine abnorme Krümmung des vorderen Nervenrohrendes. Wahrscheinlich steht auch das Nichtzuwachsen der Nervenrinne im Gebiet des Nackens im Zusammenhang mit dieser Krümmung, welche veränderte Spannungsbedingungen im Ektoderm und in der Nervenanlage hervorgerufen hat.

14. Anhang.

Ich hatte Gelegenheit einen Keim (Nr. 350) zu untersuchen, welcher sich unter normalen Bedingungen (aber allerdings im Thermostat) entwickelt hatte, und folgende Abnormitäten aufwies: Die Amnionfalten kommen kaum zum Ausdruck, und dies auch nur im vorderen Theile. Eine Drehung oder Krümmung des Keimes war nicht erfolgt. Das Nervenrohr ist nur in seinem hintersten Abschnitte verschlossen und erscheint in seinem vorderen Verlauf in Gestalt einer offenen, unregelmäßig gestalteten Rinne. Die Wände dieser Rinne bilden zwei Falten, und zwar eine große und eine kleine, welche beide im Inneren der Rinne liegen (Taf. XVI, Fig. 68 *B* u. *C*). Eine Strecke weit bleiben diese Falten ganz frei, bleiben aber mit ihren Enden mit dem Nervenrohr im Zusammenhang. Die große Falte enthält in ihrem Inneren eine Anhäufung von dicht gelegenen mesodermalen Zellen mit einer centralen Höhle, sowie ein Gefäß. Aller Wahrscheinlichkeit nach verdankt diese Höhle rein mechanischen Bedingungen bei der Bildung der obenerwähnten Falte ihre Entstehung,

in deren Inneres die Mesodermschicht mit hereingezogen worden war; sie besitzt keinerlei morphologische Bedeutung. Weiter nach hinten hat die Nervenanlage die Gestalt einer breiten Platte (Fig. 68 *D, E*) und geht sodann wieder in eine unregelmäßig geformte Rinne und zuletzt in ein normales Rohr über. Am Anfang des Rohrs befinden sich zu beiden Seiten zwei tiefe Falten des verdickten Ektoderms (Fig. 68 *F*). Die ektodermalen Anlagen der Sinnesorgane fehlen, was aber die primären Augenblasen betrifft, so sind sie vielleicht durch irgend einen der Vorsprünge an dem Nervenrohr repräsentirt; in Folge der unregelmäßigen Gestalt des letzteren kann dieser Punkt jedoch nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Die Chorda ist entwickelt, allein ihr vorderes Ende bleibt im Zusammenhang mit der oberen Wand des Pharynx und ist unter einem rechten Winkel nach unten umgebogen (Fig. 68 *D*); weiter hinten bildet die Pharynxwand auf einer gewissen Strecke eine Längsfalte, welche sich bis zur Chorda hinzieht und ihren Ursprung wahrscheinlich ebenfalls der Verbindung zwischen der Chorda und der Pharynxwand verdankt. In der Höhlung des Pharynx bemerkt man ein kleines Häufchen blasenförmiger Zellen (Fig. 68 *E, Chz*). Auf Grund ihres Charakters bin ich geneigt zu glauben, dass diese Zellen sich von dem vorderen Ende der Chorda, da wo letztere mit der Wandung des Pharynx verwachsen ist, losgelöst haben. Kiemensäcke sind nicht vorhanden. Die vordere Ektodermfalte ist gut entwickelt (Fig. 68 *D*), und setzt sich an ihrem hinteren Ende in Gestalt einer kleinen, aus einer Zellschicht bestehenden Platte fort (Fig. 68 *E*), welche sich unter das Entoderm legt und die Bildung eines entodermalen Vorsprungs (*R. ent.*) längs der Medianlinie hervorruft. Längs dieses Vorsprungs verändern auch die Entodermzellen ihren Charakter: sie sind nicht mehr flach sondern ziemlich hoch und von den Zellen der Ektodermfalte nicht mehr zu unterscheiden. Das Herz ist normal gebildet.

Allgemeiner Theil.

Ich gehe nun über zur Vergleichung der von mir erzielten Resultate mit den Abnormitäten, welche von DARESTE, RABAUD, KÄSTNER und Anderen hauptsächlich unter veränderten Bedingungen physikalischen Charakters beschrieben wurden, ferner mit den Resultaten HERTWIG's und GURWITSCH's bei der Entwicklung von Amphibieneiern in Lösungen und endlich mit den Resultaten, welche ich im ersten Theil dieser Arbeit mitgetheilt habe.

Unter den Veränderungen der **Blastodermscheibe**, hervorgerufen durch Einführung verschiedener Substanzen in das Eiweiß, erwähne ich hier speciell derjenigen, wo die Blastodermscheibe gar keinen oder einen in Degeneration begriffenen Keim enthält. Die Scheiben ohne Keim waren schon lange von BROCA (1862) und DARESTE (1876) und kürzlich erst von RABAUD¹ (1899) beschrieben worden. Diese Scheiben können nur aus Ekto- und Entoderm bestehen, ohne Theilnahme des Mesoderms an ihrem Aufbau. Solch' eine Scheibe zeigt meine Nr. 102 (Taf. XI, Fig. 29, Na Cl). In analoger Weise ist die sehr kleine Scheibe Nr. 65 (Taf. XV, Fig. 52, Chlorlith.) oder die Scheibe Nr. 46 (Taf. XIII, Fig. 40, Na Cl) gebaut, bei welchen jedoch das Ektoderm nur an einigen Stellen in Gestalt flacher Zellen erhalten ist; das Entoderm aller dieser drei Scheiben ist durch Syncytien mit zahlreichen Kernen und verschluckten Dotterkörnchen repräsentirt. Die Scheibe Nr. 13 endlich (Taf. XVI, Fig. 63, Nikotin) bestand ausschließlich aus einem solchen Syncytium und wies keinerlei Reste des Ektoderms auf.

Aus dem eben Dargelegten erhellt, dass gleichartig gebaute Scheiben, welche aus einem dem Randentoderm ähnlichen Syncytium bestehen, auch durch Vereinfachung aus complicirter gebauten Scheiben entstehen können. Mit besonderer Deutlichkeit konnte ich diese Degradation an einer Reihe von Scheiben verfolgen, welche sich in Lithiumsalzen entwickelt hatten; an einigen dieser Scheiben war der Keim in Gestalt eines Häufchens degenerirender Zellen erhalten, während die aus den drei typischen Schichten bestehenden Scheiben, in denen bereits Gefäße angelegt waren, eine Neigung zur Degradation und zur Assimilirung aller Elemente zu denjenigen des Randentoderms an den Tag legten; dabei ging die Bildung der Syncytien und der energische Process der Aufnahme von Dotterkörnchen nicht nur an den Rändern, sondern auf der ganzen Ausdehnung der Scheibe vor sich, wie auch in fast allen oben beschriebenen Fällen. Selbstverständlich kann der Degradationsprocess in zweischichtigen Scheiben auch bereits vor der Entstehung des Mesoderms beginnen, es kann aber auch vorkommen, dass das Mesoderm mit in den Bestand des Syncytiums aufgenommen wird.

Im Allgemeinen jedoch kann der Process der Degeneration des Keimes und der Degradation der Scheibe in den einzelnen Fällen

¹ Vgl. DARESTE, Recherches sur la production artificielle des monstruosités etc. Paris 1891. p. 289 et 101. — RABAUD, Blastoderms des poules sans embryon (anidiens). Bibliogr. Anat. Paris. Tome VII. 1899.

augenscheinlich auf den verschiedensten Stadien beginnen, wobei die Degradation natürlich nur ein Schritt zur nachfolgenden Degeneration ist.

Die Scheibe Nr. 46 enthielt (Taf. XIII, Fig. 40) in ihrem Inneren eine abnorme Höhle. Diese Höhle erinnert zwar an eine Segmentationshöhle, konnte sich aber auch auf ganz anderem Wege, und zwar entsprechend den Höhlen der Blastodermscheibe bei Nr. 65 (Taf. XV, Fig. 52) gebildet haben. Da die Höhlen in dieser letzten Scheibe die Form von Blasen haben, welche in den Dotter vorspringen, und von diesem nur durch eine Schicht flacher Zellen getrennt sind, so erscheint es sehr wahrscheinlich, dass diese Blasen in Abhängigkeit von den Wachstumsbedingungen der Scheibe durch das Entoderm gebildet wurden, als dasselbe noch einschichtig war. Man muss annehmen, dass das Entoderm zu wachsen fortfuhr, als die oberen Blätter eine Wachstums hemmung erfahren hatten; in Folge dessen bildete es nunmehr Falten, welche sich später zu Blasen geschlossen haben.

Einen analogen Ursprung hat wahrscheinlich die in der Scheibe Nr. 40 beobachtete Höhle; obgleich sie in mehr oberflächlichen Schichten der Scheibe entstanden ist, verdankt sie ihre Entstehung doch dem ungleichmäßigen Wachstum der verschiedenen Schichten der Scheibe.

Bisweilen können sich solche Scheiben (mit degenerirtem Keim) durch Wucherung ziemlich beträchtlich ausbreiten, wie z. B. die Scheibe Nr. 111 (Taf. XIII, Fig. 38, NaCl). Übrigens befand sich diese Scheibe augenscheinlich noch auf demjenigen Stadium der Degradation, wo die Zellen des Mesoderms sich schon dem entodermalen Syncytium zu assimiliren begannen, das Ektoderm jedoch seine Selbständigkeit noch bewahrte (Fig. 38 B).

Zu erwähnen sind die bei der Degradation vor sich gehenden **Veränderungen in den Kernen** der Scheibe: in gewissen Fällen (unter der Einwirkung von Nikotin, Nr. 13) fahren die Kerne fort sich auf karyokinetischem Wege zu theilen, doch sind die Chromosomen dabei außerordentlich verkürzt und nehmen die Gestalt von Kügelchen mit hellerem Inhalt an (Taf. XVI, Fig. 63); in anderen Fällen geht die Theilung augenscheinlich auf direktem Wege vor sich (unter der Einwirkung von Lithiumsalzen), doch nehmen überhaupt die Kerne oft eine blasenförmige Gestalt mit wenig zahlreichen Chromatinanhäufungen an. Um die Reihe von Formveränderungen der Kerne verschiedener Blätter des Keimes unter der Einwirkung von Einspritzungen

in das Eiweiß abzuschließen, wollen wir noch auf die eigenartigen Veränderungen der karyokinetischen Figuren im Ektoderm des Amnions eines unter der Einwirkung von Kochsalz entwickelten Keimes (Nr. 112, Taf. XII, Fig. 37 B) hinweisen, sowie auf das Anschwellen der Kerne in den Blutzellen, unter der Einwirkung von Zuckerlösung (Taf. XVI, Fig. 69).

Was den Übergang der karyokinetischen Theilung zur direkten Theilung und sogar zur Knospung betrifft, wie ich ihn im ersten Theil dieser Arbeit (p. 523) beschrieben habe, und welcher unter der Einwirkung gewisser Substanzen vor sich geht, so will ich bemerken, dass HÄCKER¹ unter der Einwirkung von Äther an *Cyclops*-Eiern einen analogen Übergang zur direkten Theilung erzielt hat.

Die Botaniker kommen in gegenwärtiger Zeit zu dem Schlusse, dass dieser Übergang, welcher bei Pflanzen durch die Wirkung vieler anästhesirender Substanzen hervorgerufen wird, dem verstärkten Stoffwechsel in den Zellen, wie er wenigstens im Anfang der Wirkung jener Substanzen auf die Zelle vor sich geht, zuzuschreiben ist².

Diese Schlussfolgerung ist in Übereinstimmung mit den Beobachtungen BALBIANI's und HENNEGUY's³, wonach die Epithelzellen beim Wiederanwachsen des abgeschnittenen Schwanzes der Kaulquappe, d. h. da, wo eine energische Neubildung der Gewebe stattfindet, zum direkten Theilungsmodus übergehen, um sodann wieder zu der karyokinetischen Theilung zurückzukehren.

Bei der Regeneration einiger Formen, z. B. bei den Enteropneusten, erweist sich nach einer mündlichen Mittheilung von K. DAWYDOFF die direkte Theilung als der typische Vermehrungsmodus. Eben so ist auch unter normalen Bedingungen häufig die Beobachtung gemacht worden, dass die unter Bedingungen verstärkter Ernährung befindlichen Zellen sich amitotisch theilen (RUGE, 1889; ZIEGLER, 1891).

Dass der Stoffwechsel in Eiern der Cephalopoden und des Huhnes, unter der Einwirkung von Lösungen, bis zu einem gewissen Grade (wenigstens beim Beginn der Einwirkung) erhöht ist, wird durch das verstärkte Versenken der Merocyten in den Dotter bei den Cephalopoden, sowie durch den Umstand bewiesen, dass der Process der

¹ HÄCKER, Mitosen im Gefolge amitosenähnlicher Vorgänge. Anat. Anzeiger. Bd. XVII. 1899.

² MORKOWIN, Die Wirkung anästhesirender und giftiger Substanzen auf die Athmung höherer Pflanzen. Warschau 1901. (Russisch.)

³ BALBIANI et HENNEGUY, Sur la signification physiologique de la division cellulaire directe. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. CXXIII. 1896. p. 264. Vgl. auch LOEB, 1895.

Aufnahme von Dotterkörnchen, welcher in normaler Weise nur an den Rändern der Scheibe vor sich geht, bei dem Huhn sich oft über die gesammte Scheibe erstreckt und überhaupt bedeutend energischer vor sich geht.

Bei den Cephalopoden kann der Übergang zur direkten Theilung in den Mesodermzellen, während ihrer verstärkten Vermehrung am oberen Pol (l. c. Fig. 39, 40, 58) und eben so in den, in Folge vermehrter Ernährung außerordentlich herangewachsenen Ektodermzellen (l. c. Fig. 44) beobachtet werden.

Es ist augenscheinlich, dass die in ungünstige Existenzbedingungen gerathenen Embryonalzellen, ehe sie zu degeneriren beginnen, durch eine Erhöhung des Stoffwechsels reagiren, welche von einem Übergang zum direkten Theilungsmodus begleitet wird. Selbstverständlich kann der Übergang zur direkten Theilung auch unter der Wirkung anderer Bedingungen möglich sein, aber jedenfalls ist der Charakter dieser Bedingungen höchst wahrscheinlich chemischer Natur. Wir haben freilich Beobachtungen von GALEOTTI und PIERALLINI¹, welche zeigen, dass die Kerne unter der Einwirkung von FARADAY'schen Strömen zur direkten Theilung übergehen, es ist aber überaus wahrscheinlich, dass auch diese Wirkung eine indirekte ist, d. h. dass sie in einer den Stoffwechsel erhöhenden Weise wirkt.

So verschiedenartig demnach die den Übergang von der karyokinetischen zur direkten Theilungsweise hervorrufenden Bedingungen auch sein mögen, so haben sie doch alle einen gemeinsamen Zug, und zwar den erhöhten Stoffwechsel, welcher denn auch die Ursache dieses Überganges repräsentirt.

Eine andere Gestalt der **Scheibe** beim Huhn, wie sie unter der Einwirkung von Lösungen erhalten wurde, ist die **gürtelförmige**. Ein Zerreißen der dem Keim zunächst liegenden Theile der Scheibe wurde nicht selten (Taf. X, Fig. 6 und 17) unter der Einwirkung von Chlor-natrium (Nr. 115 u. 88) und Bromnatrium (Nr. 210) beobachtet. Wir müssen annehmen, dass dieses Zerreißen unter der Einwirkung eines ungleichmäßigen Wachsthums der Scheibe stattfindet, und zwar dann, wenn ihre peripheren Theile rascher wachsen als die centralen Theile, nicht aber in Folge von einer Zerstörung der Scheibenelemente an dieser Stelle, da eben diese Elemente sich gewöhnlich widerstandsfähiger zeigen als der Keim selbst, welcher in den angeführten Fällen zu

¹ GALEOTTI, Über experimentelle Erzeugung von Unregelmäßigkeiten des karyokinetischen Processes. Beitr. pathol. Anat. Bd. XX. 1896. — PIERALLINI (1896). — Näheres s. SCHIMKEWITSCH, Biolog. Centralbl. Bd. XXII. 1902.

wachsen fortfuhr. Lassen wir die Möglichkeit eines solchen Zerreißen auf früheren Stadien zu, wobei der Keim nach der einen Seite der gürtelförmig gewordenen Scheibe verlagert wird und sodann der Degeneration verfällt, so können wir das Entstehen gürtelförmiger keimloser Scheiben begreifen. Dauert das Wachstum am Rande der Scheibe fort, so kann diese letztere, bei eintretender Vergrößerung der Öffnung, bis zum Äquator des Dotters und noch weiter herabsinken (vgl. Taf. X, Fig. 7, Nr. 90 und 105, unter der Einwirkung von Chlornatrium und Bromnatrium; Nr. 108 Rhodankali; Nr. 303 Gipsceмент).

Auf diese Entstehungsweise der gürtelförmigen Scheibe weist auch der oft äußerst unregelmäßige, gleichsam zerrissene innere Rand derselben hin. Es ist sehr leicht möglich, dass die von DARESTE beschriebene Scheibe (l. c., vgl. seine Taf. I, Fig. 9), welche er für eine abnorme Gastrula hält, eben eine solche gürtelförmige Scheibe vorstellt. DARESTE beschreibt ferner einige Scheiben mit entwickelten Keimen, aber von nicht ganz regelrechter (elliptischer) Form, und theilt ein interessantes Verfahren mit, um solche Scheiben zu erhalten (l. c. p. 292). Unter der Einwirkung chemischer Faktoren führt die Ungleichmäßigkeit des Wachsthum zu noch schroffer ausgesprochenen Abnormitäten. Der Rand der Scheibe ist bisweilen äußerst ungleich (Nr. 133 Zuckerlösung, Nr. 131 Jodkalium, Nr. 168 Nikotin; vgl. bei den Cephalopoden Taf. XXVIII, Fig. 6, 7 und 14) und der Keim kann nicht ganz in der Mitte der Scheibe, ja sogar ganz am Rande derselben liegen (Nr. 131 Jodkalium, Nr. 246 Nikotin).

Was die **Ausbreitungshemmung** bei einzelnen Theilen der Scheibe betrifft, so können die direkten Ursachen hierfür natürlich verschiedener Art sein, in einigen Fällen aber erweist sich als solche direkte Ursache augenscheinlich eine Hemmung in der Wucherung des Mesoderms. Dieses Blatt zeigt sich bei den Keimen als am wenigsten widerstandsfähig gegen schädliche chemische Einflüsse. Bei eintretendem Wachsthumstillstand des mittleren Blattes fahren das Ektoderm und das Entoderm fort zu wachsen, und bilden dabei Falten, massive Wülste oder zahlreiche Verdickungen (Falten oder Verdickungen des Entoderms allein: Nr. 36 und 92 bei Verdünnung des Eiweißes; — des Ektoderms und des Entoderms gleichzeitig: Nr. 210 Bromnatrium und Nr. 37, Taf. XIII, Fig. 41 A, Chlornatrium; endlich Falten und Verdickungen des Ektoderms allein: Nr. 101 Chloralhydrat, Nr. 35, Taf. XIII, Fig. 39 und Nr. 90, Taf. XI, Fig. 30, Chlornatrium u. a.).

In Betreff der wulstartigen Verdickungen kann man nach Analogie

mit dem, was wir bei der Besprechung der Frage über die Hemmung des Wachstums beim Amnion gesehen haben, annehmen, dass diese Verdickungen eine weitergehende Formveränderung der ursprünglichen Falten vorstellen.

Bei Hemmungen der Ausbreitung des intraembryonalen Entoderms kann man bisweilen auch dessen Verdickung in Folge Vermehrung der Schichtenzahl bemerken (Nr. 282, Taf. XI, Fig. 27, bei Verminderung des Eiweißquantums).

Unter der Einwirkung starker Lösungen von Chlornatrium (Nr. 111, Taf. XIII, Fig. 38) können sämtliche Schichten der Scheibe Falten bilden, welche entweder sich in den Dotter hinein erstrecken, oder sich über die Oberfläche der Scheibe erheben. Eine Erscheinung, welche zu derselben Kategorie gehört, erblicken wir in dem Umbiegen der Scheibenränder nach unten oder nach oben; diese Umbiegungen sind bisweilen so stark ausgesprochen, dass der Scheibenrand röhrenförmig zusammengerollt, oder bei der gürtelförmigen Scheibenform doppelt über einander geschlagen sein kann (vgl. Nr. 90, Taf. XI, Fig. 30, Chlornatrium, eben so Bromnatrium u. a. m.).

Eine scharf ausgesprochene Umbiegung kann wahrscheinlich durch einfache Veränderungen der physikalischen Beschaffenheit dieser oder jener Schichten und gewisser Punkte der Blastodermscheibe unter dem Einfluss verschiedener Lösungen erklärt werden.

Besondere Beachtung verdient das Verhalten der Blätter am **Scheibenrande**, wenn die Ausbreitung der Scheibe gehemmt wird. Dieses Verhalten kann ein verschiedenartiges sein. Der Rand der Scheibe kann ausschließlich aus Ekto- und Entoderm bestehen, während das Mesoderm in einiger Entfernung vom Rande aufhört (Nr. 3, Taf. XIII, Fig. 43 H, Chlornatrium), bisweilen aber besteht ein ziemlich beträchtlicher Theil der (gewöhnlichen oder gürtelförmigen) Scheibe nur aus diesen beiden Schichten (siehe Rhodankalium). Bei der Ausbreitung der Scheibe über die Oberfläche des Dotters spielt demnach das Mesoderm die Rolle einer Unterlage oder eines beweglichen Trottoirs und eine Hemmung seines Wachstums ruft die Bildung von Falten und Verdickungen dieser oder jener Keimblätter hervor; haben diese Blätter aber einmal die Verbreitungsgrenzen des Mesoderms überschritten, so wachsen sie in der gewöhnlichen Weise weiter. Die bei dem Wachstumsstillstand des Mesoderms auf die Ausbreitung der ganzen Scheibe ausgeübte verzögernde Wirkung ist wahrscheinlich rein mechanischen Charakters und lässt sich vielleicht auf die Vermehrung der Reibung zwischen dem energischer wachsen-

den Ekto- und Entoderm einerseits und dem langsamer oder gar nicht mehr wachsenden Mesoderm andererseits zurückführen.

Bei der weiter oben beschriebenen Umbiegung des Scheibenrandes kann man bisweilen im Ektoderm Erscheinungen bemerken, welche an die Vorgänge bei den Cephalopoden erinnern.

So zeigte in einem Fall (Nr. 105, Taf. XII, Fig. 32 C, Chlor-natrium) der nach unten umgeschlagene, aus verdicktem Entoderm und über dessen Rand hervorragendem Ektoderm bestehende Scheibenrand die Anwesenheit außerordentlich großer Zellen im Ektoderm, deren Anwesenheit leicht zu erklären ist, wenn man sich der Fig. 25 und 31 auf Taf. XXIX im ersten Theil dieser Arbeit erinnert. Wahrscheinlich hat sich das Ektoderm beim Umbiegen des Randes auf den Dotter gestützt und es hat ein temporärer Stillstand in seinem Wachsthum stattgefunden, und dieser Stillstand hat, eben so wie in den für die Cephalopoden angegebenen Fällen, zur Bildung großer Zellen geführt. Die Fig. 32 C, Taf. XII zeigt eine vollständige Analogie mit der Fig. 25 C, Taf. XXIX. In diesem wie in jenem Falle wurde der Widerstand umgangen, und das Wachsthum des Ektoderms setzte seinen Gang weiter fort.

Endlich kann noch eine dritte Form des Blastodermscheibenrandes beobachtet werden (Nr. 6 und 35, Taf. XIII, Fig. 39, Chlor-natrium) und zwar zeigt sich dabei das Ektoderm außerordentlich verdickt, (doch kann man nach Analogie mit dem, was für das Amnion beschrieben werden wird, annehmen, dass der Bildung der Ektodermverdickungen Faltenbildungen vorangehen. Es ist schwer zu entscheiden, was die Ursache war, welche die Verbreitung des Ektoderms über die Dotteroberfläche verzögerte. Was den Keim Nr. 35 (Fig. 39 B) betrifft, so kann man annehmen, dass hier diese Ursache in dem Umbiegen des Entodermrandes nach oben, auf das Ektoderm, lag, bei Nr. 6 aber wurde eine derartige Erscheinung nicht beobachtet. Jedenfalls lag hier ein mechanischer Grund vor, da die Vermehrung der Ektodermzellen nicht aufgehalten worden war.

Was die übrigen Veränderungen im Ektoderm betrifft, so erwähne ich hier die Bildung einer Deckschicht (Nr. 14, Taf. XV, Fig. 55, Nikotin). Die Bildung einer solchen Deckschicht beim Hühnchen kann durch den Umstand erklärt werden, dass die durch die Wirkung des Giftes geschwächten peripheren Zellen und deren Kerne einen großen Theil ihrer Elasticität verloren haben, flach geworden sind, und dass diese Zellen eine Schicht gebildet haben, welche möglicherweise in der That eine schützende Wirkung ausübt und zum Theil

die tieferliegenden Theile des Keimes vor der Wirkung der Lösungen bewahrt. Vom morphologischen Standpunkte aus betrachtet, kann eine solche Absonderung einer Oberflächenschicht auf dem Ektoderm am besten mit dem Teloderm oder Trophoblast auf der Oberfläche der Serosa bei den Sauropsiden verglichen werden; auf Grund des Aussehens dieser Zellen aber, und vielleicht auch vom physiologischen Standpunkte aus betrachtet, erinnert diese Schicht mehr an die Deckschicht der Knochenfische und die RAUBER'sche Schicht der Säugethiere.

Eine analoge Erscheinung bietet wahrscheinlich die Bildung einer Schicht flacher Zellen unter dem Randentoderm bei dem Keim Nr. 243 (Taf. XV, Fig. 54, Bromlithium). Diese Schicht hat sich vermuthlich dadurch gebildet, dass der Process der Dotteraufnahme von Seiten des Entoderms aufgehört hat und die dem Dotter zunächst liegenden Zellen begonnen haben abzusterben und sich abzuflachen. Jedenfalls sind die ektodermale Deckschicht, wie auch die stellenweise eine Unterlage für das Randentoderm bildende Schicht, zwei gleichartige Erscheinungen.

Wir haben gesehen, dass bei dem Hühnchen, eben so wie bei den Cephalopoden (I, p. 522), die ersten Anzeichen der Veränderung bei **Degeneration** an den dem Dotter zunächst liegenden Theilen des Keimes beginnen, wobei hier wie dort die Bildung von Syncytien oder Plasmodien sowie blasenförmige Kerne beobachtet werden. Sodann fängt bei dem Hühnchen, eben so wie bei den Cephalopoden, das Mesoderm zu degeneriren an, wobei es beim Hühnchen in Bezug auf diesen Process das Entoderm weit überholt und überhaupt weniger widerstandsfähig erscheint, während die mit Dotter überladenen Theile des Entoderms so ziemlich am widerstandsfähigsten erscheinen. Das Ektoderm beginnt, eben so wie bei den Cephalopoden, erst nach dem Mesoderm zu degeneriren. Überhaupt schreitet die Degeneration, wie bei den Cephalopoden, so auch beim Hühnchen im Keime selbst von innen nach außen vor; beim Hühnchen beginnt sie stets am Keime selbst, während das Amnion und die Blastodermscheibe sich am widerstandsfähigsten erweisen. Die Gestalt der degenerirenden Kerne des Hühnchens stimmt mit derjenigen einiger degenerirender Kerne bei dem Keime der Cephalopoden überein, und zwar nehmen diese Kerne das Aussehen homogener Chromatinanhäufungen an (Theil I, Fig. 59 [14] und 63 [1] u. a. m.); eben so werden Chromatinanhäufungen innerhalb der Kerne und ihr Austritt in das Zellplasma beobachtet (Nikotin, Nr. 175), wie dies auch bei den Cephalopoden der Fall war (Taf. XXXI, Fig. 39 [13], 63 u. a. m.).

Die Bildung eines entodermalen Syncytiums steht wohl in Zusammenhang damit, dass die Wasser absorbirenden Lösungen überhaupt auf die Zellen selbst eine stärker hemmende Wirkung ausüben als auf deren Kerne, wie dies aus einer ganzen Reihe von Beobachtungen von HERTWIG (1805), LOEB (1895), WILSON (1897) u. a. m. hervorgeht.

Nach WILSON¹ unterliegen in den Eiern der Amphibien die dotterreichen Zellen, da sie weniger Aktivität besitzen, früher den Wirkungen der Salze, als die mehr aktiven Pigmentzellen. Nach GURWITSCH² hängen die durch Salze hervorgerufenen Abnormitäten sowohl von der unterdrückenden, wie von der erregenden Wirkung der Salze auf das Protoplasma ab, während gleichzeitig die dotterreichen, also protoplasmaärmeren Zellen der Wirkung von Salzen weniger stark unterworfen sind, als die Zellen des animalen Poles. In den Angaben beider Autoren ist ein gewisser Widerspruch zu finden. Im gegebenen Falle zeigen die dotterreichen Theile beim Hühnchen zuerst die Wirkung der Salze, degeneriren aber als die letzten.

WILSON hat demnach Recht, wenn er angiebt, dass die hemmende Wirkung der Salze zu allererst die protoplasmaarmen und dotterreichen Theile, d. h. Theile mit geringerer Aktivität, betrifft. Was aber die Widerstandskraft gegen die Degeneration betrifft, so gehören diese Theile im Gegentheil mit zu den am längsten ausdauernden, und zwar wahrscheinlich auf Grund besserer Nahrungsbedingungen und vermöge ihrer Fähigkeit, durch erhöhte Nahrungsaufnahme und Stoffwechsel auf Verschlimmerungen in den Existenzbedingungen reagieren zu können.

Ich gehe nunmehr zu den auf künstlichem Wege erzielten Veränderungen des Amnions über. Es bestehen zweierlei Ansichten über die Ursachen der Entstehung des Amnions: nach der einen Ansicht sind diese Ursachen rein mechanischen Charakters. Dieser Ansicht huldigen MINOT, VAN BENEDEN und JULIN³, eben so SELENKA⁴, ob-

¹ CH. B. WILSON, Experiments on the Early Development of the Amphibian Embryo under the influence of Ringer and salt solution. Arch. f. Entwicklungsmechanik. V. Bd. p. 615—648. 1897.

² ALEX. GURWITSCH, Über die formative Wirkung des veränderten chemischen Mediums auf die embryonale Entwicklung. Versuche am Frosch- und Krötenei (*R. fusca* und *Bufo vulgaris*). Ibid. III. Bd. p. 219—260. 1896.

³ VAN BENEDEN et JULIN, Recherches sur la formation des annexes foetales chez les Mammifères. Arch. de Biologie. Tome V. 1884.

⁴ SELENKA, Studien über die Entwicklungsgesch. der Thiere. 5. Heft. 1891.

gleich die Ursache des Processes selbst von diesen Forschern in verschiedener Weise aufgefasst wird. Nach der anderen Ansicht, welche von SEMON¹ mit großer Ausführlichkeit entwickelt und von HUBRECHT² unterstützt wurde, hängen die Ursachen der Amnionentwicklung von der Auslese ab und gehören der Klasse der ererbten Ursachen an. Zu Gunsten dieser letzteren Anschauung spricht auch der Umstand, dass bei dem Chamäleon die ringförmige Amnionfalte nach SCHAUINS-LAND (1901) schon dann entsteht, wenn die Mesodermanlage noch kaum angedeutet ist.

Auf Grund der von mir erzielten Missbildungen kann man behaupten, dass das Wachstum des Amnions unabhängig vom Wachstum des Keimes vor sich geht und eben so, dass die Bildung eines Amnions auch bei fehlendem Keime wohl möglich ist.

Die Thatsache, dass das Amnion trotz der Degeneration des Keimes in seinem Wachstume fortfährt, wird durch meinen Keim Nr. 299 bewiesen, welchen ich durch Einführung von Gipsceement erhalten habe (Taf. XVI, Fig. 64); bei diesem Keime waren die vordere und die hintere Amnionkappe gut, die Seitenfalten dagegen nur schwach entwickelt, so dass vorn und hinten am Keime zwei Höhlen entstanden, welche keine Theile des Keimes selbst enthielten. Die Keime Nr. 165 (Taf. XV, Fig. 56, Nikotin), Nr. 311 (Taf. XVI, Fig. 66, ungleichmäßige Erwärmung), Nr. 55 (Taf. XV, Fig. 59, Guanin mit Chlornatrium) und Nr. 112 (Taf. XII, Fig. 37, Chlornatrium) zeigen die gleiche Abnormität wie Nr. 299, nur ist dieselbe auf den vorderen Abschnitt beschränkt.

Bisweilen erstrecken sich die Seitenfalten bis weit über das Hinterende des Keimes hinaus (Nr. 246, Nikotin), was nur durch den Umstand erklärt werden kann, dass die Falten über den Keim hinausgewachsen sind.

In vielen unter den angeführten Fällen hat die Amnionwand Falten gebildet und eine gewundene Gestalt angenommen; bisweilen weichen die beiden Blätter des Amnions auf eine ziemliche Entfernung aus einander und zwischen ihnen bildet sich ein System zelliger Brücken, an deren Aufbau augenscheinlich auch die Zellen des Ektoderms Antheil nehmen können (Nr. 112, Taf. XII, Fig. 37).

¹ SEMON, Entstehung und Bedeutung der embryonalen Hüllen und Anhangsorgane der Wirbelthiere. Compt. Rend. des Séances du III. Congr. intern. de Zoologie (Leiden) 1896. p. 289 und in: Zoologische Forschungsreise in Australien etc. Bd. II. 1894.

² HUBRECHT, The descent of the Primates. New York 1894. — Ders., Die Phylogeneese des Amnions etc. Verh. k. Akad. Amsterdam 1895.

Die Unabhängigkeit des Wachstums beim Amnion von dem Wuchs des Keimes dokumentirt sich auch noch in den Fällen von Hydropsie des Amnions, welche naturgemäß von einer Erweiterung der Amnionhöhle begleitet wird (bei Verdünnung des Eiweißes; Nr. 151, Taf. XV, Fig. 57, Alkohol). Dabei erfolgt augenscheinlich bisweilen nicht nur eine einfache Erweiterung dieser Höhle, sondern gleichzeitig auch eine Veränderung der Gestalt ihres Lumens und zwar in Abhängigkeit von dem ungleichmäßigen Wachstume der verschiedenen Bestandtheile ihrer Wandung.

Die bemerkenswertheste Abweichung von der Norm zeigt aber ein Amnion, welches bei Einführung von Chlornatrium erzielt wurde (Nr. 102, Taf. X, Fig. 3 und Taf. XI, Fig. 29). Der Keim scheint entweder gar nicht zur Bildung gelangt, oder aber auf einem frühen Stadium der Degeneration verfallen zu sein, denn es ist keine Spur von demselben vorhanden; trotzdem ist auf der Blastodermscheibe eine Reihe von amniotischen Höhlen entstanden, welche, wie bereits mitgetheilt, als ein Produkt der Krümmung und Theilung zu betrachten sind. Dabei ist zu bemerken, dass die Amnionfalten durch die beiden Blätter des Ektoderms gebildet werden, indem die Scheibe kein Mesoderm enthält, doch setzen sie sich häufig am freien Rande in Gestalt einer nur einschichtigen Platte fort.

Die erwähnte Anomalie zeigt mit vollendeter Deutlichkeit, dass die Tendenz zur Bildung von Amnionfalten eine ererbte Eigenschaft des Keimektoderms ist, und unabhängig von den mechanischen Bedingungen auftritt, welche sich etwa durch seitlichen Druck auf den Keim äußern. Darauf deuten auch die Fälle von Zweitheilung der Amnionhöhle hin, wenn sich seitlich von der Haupthöhle eine kleinere supplementäre Höhle bildet (Nr. 38, Taf. XII, Fig. 33 *C* und *D*, Chlornatrium).

Ziemlich häufig tritt eine partielle oder totale Unterdrückung des Amnions auf; bei dem Keime Nr. 115 (Taf. XII, Fig. 35 *C* und *D*, Chlornatrium) findet sich nur eine kleine linke seitliche Falte; bei dem Keim Nr. 232 (Guanin) waren zwei seitliche Falten vorhanden, doch fehlten sowohl in ersterem wie in letzterem Falle die vorderen Falten. Bei den Keimen Nr. 69 (Chlornatrium) und Nr. 169 (Nikotin) fehlte das Amnion vollständig.

Noch häufiger kommt ein Stillstand im Wachstum der Ränder der Amnionfalten vor, welcher dazu führt, dass die Amnionhöhle unverschlossen bleibt.

Die Untersuchung der Ränder solcher im Wachstum aufgehal-

tener Falten erklärt uns die Ursache des Stillstandes. HIROTA (l. c. 1899) hat ganz richtig beobachtet, dass bei dem Wachsthum der Amnionfalten das Ektoderm rascher wächst wie das Mesoderm, doch wird dies besonders deutlich bei Keimen, welche sich unter anormalen Bedingungen entwickeln. Da die Wucherung des Mesoderms dabei aufgehalten wird, während das Ektoderm zu wachsen fortfährt, so bildet das letztere anfänglich Falten (Taf. XV, Fig. 51, NaBr), welche späterhin ihrerseits die massiven ektodermalen Anschwellungen hervorrufen (Nr. 101, Chloralhydrat; Nr. 38, Taf. XII, Fig. 33 B, Chlornatrium; Nr. 37, Taf. XIII, Fig. 41 A, Chlornatrium; Nr. 3, Taf. XIII, Fig. 43 B, Chlornatrium). Es scheint mir, dass die unter normalen Bedingungen beobachteten Anschwellungen des Entoderms ebenfalls nichts Anderes als eine weitergehende Modificirung der Falten darstellen. Die inneren Zellen der massiven Anschwellungen nehmen die Gestalt unregelmäßiger, sternförmiger Zellen an, welche an mesodermale Zellen erinnern.

Stellenweise ist das Ektoderm, sowohl des Amnions als auch der Serosa, verdickt und wird dabei vielschichtig, und zwar bald in einer geringen (Taf. XIII, Fig. 41 B), bald in einer mehr oder weniger beträchtlichen Ausdehnung (Taf. XII, Fig. 33 B und C).

Bei starkem Auseinanderweichen beider Blätter des Amnions kann man ein energisches Eindringen der Ektodermzellen zwischen diesen Blättern beobachten, wobei diese Zellen denjenigen des Mesoderms ähnlich werden (Nr. 112, Taf. XII, Fig. 37) und man kann annehmen, dass mehrere in der Höhle zwischen beiden Blättern des Amnions eingeschlossene Zellen ektodermalen Ursprungs sind.

Die Hemmung im Verwachsen der Amnionfalten beruht demnach eben so wie der Stillstand in der Ausbreitung der Blastodermis auf dem Wachstumsstillstande des Mesoderms.

Ich bemerke, dass dieser Stillstand zu einer Erhaltung der runden Öffnung an der dorsalen Oberfläche des Amnions bis zur Hälfte des fünften Tages führen kann (Nr. 266, Taf. XIV, Fig. 47, Jodkalium), wobei der die Öffnung umgebende Ektodermring, wie auch bei normalen Keimen, außerordentlich verdickt erscheint.

Es sind ferner noch die Fälle zu erwähnen, wo der Keim über die hintere Falte des Amnions hinauswächst und diese letztere unter das hintere Ende des Keimes zu liegen kommt (Nr. 106, Taf. XIV, Fig. 44 D, Saccharum uvicum).

Bei der Einführung von Lithiumsalzen und Gipsceement endlich wurde ein Anwachsen der Amnionfalten an die Dorsalfäche des

Keimes beobachtet (Nr. 234, Taf. XV, Fig. 53 und Nr. 3^{bis}, Taf. XVI, Fig. 61). Es ist interessant, dass in einem dieser Fälle (Nr. 234) der Keim keine auffallenden Abweichungen zeigte, im anderen Falle dagegen (Nr. 3^{bis}) die Abweichungen in einer asymmetrischen Entwicklung einiger Organe und der Bildung eines hohlen Fortsatzes des Nervenrohres bestanden. Das Verwachsen der Amnionfalten mit der Oberfläche des Keimes kann von einem Hereinwuchern der mit einander verwachsenen Ektoderme der Amnionnaht und des Keimes in das Innere des letzteren begleitet werden (Taf. XV, Fig. 53 C und D), wobei im Inneren der sich auf diese Weise unter dem Tegument des Keimes bildenden Ektodermmasse, deren Zellen die Gestalt unregelmäßiger und mit Fortsätzen versehener, den mesodermalen ähnlicher Zellen annehmen.

Dieser Umstand, in Verbindung mit den weiter oben angeführten ähnlichen Fällen, beweist, dass die Gestalt der Ektodermzelle in hohem Maße durch die Bedingungen ihrer Entwicklung beeinflusst wird. Die erwähnte Differenzirung kann mit der Formveränderung der Ektodermzellen der Pulpa (*Stratum intermedium*) des Emailorgans bei den Wirbelthieren verglichen werden, welche in früheren Zeiten die Histologen bei ihren theoretischen Auslegungen in Verwirrung setzte.

Es erscheint ferner sehr wahrscheinlich, dass die vorn am Keim Nr. 3^{bis} befindliche, sich in den Dotter versenkende Vertiefung (Taf. XIII, Fig. 43 A, *Chlornatrium*) eine Formveränderung der vorderen Amnionkappe vorstellt. Eben so repräsentiren die vorn am Keim befindlichen Falten vielleicht auch die vordere Amnionfalte, in welche auch das Entoderm mit hineingezogen worden ist. Die Theilnahme des Entoderms am Aufbau der Amnionfalten erinnert außerordentlich an die bei der Bildung des Amnions der Reptilien beobachteten Vorgänge.

Was die *Allantois* betrifft, so wurde außer einer regelwidrigen Lage nicht selten auch ein vollständiges Fehlen derselben beobachtet (Nr. 107, *Saccharum uvicum*), wobei der hintere Abschnitt des Darmes allmählich enger wird; eben so fehlt die *Allantois*, wenn der hintere Abschnitt des Darmes in der Entwicklung gehemmt wurde (Nr. 106, *Saccharum uvicum* u. a.).

DARESTE (l. c. p. 310) erzielte Keime mit vollständig fehlendem Amnion (und dazu noch in einigen Fällen ganz normale Keime) und eben so solche, bei welchen Theile des Amnions in der Entwicklung zurückgeblieben waren, z. B. die Kopfkappe (siehe Taf. VI,

Fig. 7) oder die Schwanzkappe (seine Taf. VI, Fig. 9 u. a. m.); ferner beobachtete er bei seinen Keimen eine Hydropsie des Amnions (seine Taf. V, Fig. 4).

Die Verzögerung in der Entwicklung oder die gänzliche Unterdrückung der vorderen Amnionfalte beobachtete auch KÄSTNER¹ bei unterbrochener Bebrütung der Eier. Was nun die Allantois betrifft, so hat DARESTE nur einen Stillstand ihrer Entwicklung in späteren Stadien beobachtet, nicht aber eine Unterdrückung ihrer Anlage.

Die bei der *Area vasculosa* auftretenden Abweichungen habe ich nicht ausführlicher studirt, habe aber, außer völliger oder theilweiser Entwicklungshemmung der Gefäße auf dem Stadium isolirter Blutinseln, auch noch eine regelwidrige Anordnung der Gefäße und ihre stellenweise Erweiterung (z. B. bei Nr. 115, Taf. X, Fig. 6, Chlornatrium), wie sie auch von DARESTE (l. c. p. 242 u. f.) und KÄSTNER (1896, l. c. p. 139) angeführt werden, bei Einspritzungen in das Eiweiß sehr häufig beobachtet.

Die dem Keim häufig eigenthümliche Erweiterung der Gefäße kann auch in der Blastodermscheibe beobachtet werden. So wurde bei Verdünnung des Eiweißes mit Wasser eine Erweiterung der Gefäße in der Scheibe sowohl bei gleichzeitiger Degeneration des Keimes, als auch bei gleichzeitiger Erweiterung seiner Gefäße (Nr. 36) beobachtet, wobei die Gefäße oft das Entoderm in den Dotter vorstülpen. Es muss noch bemerkt werden, dass in der Masse des Randentoderms häufig eine Bildung von Höhlen beobachtet wurde, welche das Entoderm bisweilen ebenfalls leicht in den Dotter vordrängen (Nr. 33, Chlornatrium; Nr. 108, Rhodankalium; Nr. 92, verdünntes Eiweiß), aber kein Endothel besitzen und keine Blutkörperchen enthalten.

Diese Erscheinung spricht indirekt gegen die Annahme einer Entwicklung des Endothels der Gefäße und der Blutzellen aus dem Entoderm: bei einer Hemmung in der Entwicklung des Mesoderms bilden sich weder Endothel, noch Blutzellen in diesen Höhlen.

Bevor wir zu den Abweichungen des Keimes selbst übergehen soll noch auf diejenigen Fälle hingewiesen werden, wo der **Blastoporus** deutlich im hinteren Abschnitt erhalten bleibt. Ich gebe diesem Gebilde aus dem Grunde den Namen Blastoporus, weil das Verhalten der embryonalen Blätter hier vollständig an das Verhältnis der Blätter

¹ KÄSTNER, Über die Unterbrechung der Bebrütung von Hühnereiern als Methode zur Erzeugung von Missbildungen. Verhandl. der Anat. Gesellschaft. X. Versamml. 1896. p. 141.

in der Primitivplatte der Reptilien erinnert, für welche die Bezeichnung Blastoporus unbestreitbar ist.

Am klarsten erscheint dies Verhalten bei dem Keim Nr. 131 (Taf. XV, Fig. 50, Jodkalium), wo man die dem inneren und dem äußeren Felde entsprechenden Theile deutlich erkennen kann, wenn man sie mit der WILL'schen¹ Zeichnung vergleicht, welche einen Schnitt durch die Primitivplatte eines Gekko darstellt. Analoge Verhältnisse finden sich nach NASSONOW² beim Strauß; jedoch konnte NASSONOW hier kein Lumen zwischen den beiden Blättern des Mesoderms in der Region des Blastoporus finden, während bei dem Hühnchen augenscheinlich eine spaltförmige Höhle vorhanden ist (Taf. XV, Fig. 50 A; *PPJ*). Man muss annehmen, dass diese Öffnung bei normalen Entwicklungsbedingungen sehr rasch vergänglich ist. Bei Nr. 282 (Taf. XI, Fig. 27 D, Verminderung des Eiweißgehaltes) sind diese Verhältnisse nicht so deutlich zu sehen, doch ist auch hier eine Öffnung vorhanden, durch welche ein konischer Vorsprung des Mesoderms nach außen vordringt. Das Verhalten dieses Vorsprungs zu den beiden Blättern des Mesoderms ist nicht klar, eben so wie die Beziehungen dieser beiden Blätter im Keime selbst. Der Keim Nr. 57 (Taf. XII, Fig. 36 F, Chlornatrium) lässt diese Beziehungen deutlicher erkennen als der vorhergehende Keim. Bei ihm ist nur das innere Feld und zwar in Gestalt eines durch den Blastoporus hervortretenden Würzchens entwickelt, während das äußere Feld kaum ausgesprochen ist. Demgemäß ist bei diesem Keim auch die Entwicklung des Hautfaserblattes unterdrückt. Da mir keine Ausgangsstadien zu Gebote stehen, so kann ich nicht auf eine Besprechung der Streitfrage über die Gastrulation beim Hühnchen eingehen, doch könnte man nach Analogie mit den Reptilien glauben, dass der erwähnte Blastoporus einen Rest der für das vordere Ende der Primitivfurche des Hühnchens beschriebenen Vertiefung vorstellt. Es ist von Interesse, dass eine analoge Hemmung im Verwachsen des Blastoporus auch bei den Amphibien unter

¹ WILL, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. Zool. Jahrbücher. Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. VI. Textfigur auf p. 563. 1893.

² NASSONOW, Zur Entwicklungsgeschichte des afrikanischen Straußes. Warschau 1894. p. 36. Taf. III, Fig. 21—23. Vgl. MITROPHANOW, Versuche über die anfängliche Entwicklung der Vögel. Warschau 1898, Fig. 19, p. 20 (russisch), ferner TICHOMIROV, Signification des recherches embryologiques pour la Classification. Congrès internat. de Zool. Moscou 1898, p. 33, ferner EISMOND in den Protokollen der Warschauer naturf. Gesellschaft 1891, Februar (russisch); siehe auch KOLLMANN, 1893.

der Einwirkung der Lösungen von Kochsalz und Lithiumsalzen beobachtet wurde¹, obgleich andererseits der Mechanismus des Blastoporusverschlusses bei dem Hühnchen und den Amphibien ein vollständig verschiedener ist.

Was die Veränderungen in der äußeren Körperform der Keime betrifft, so wird letztere hauptsächlich durch Hydrops der einzelnen Theile bedingt, worauf ich jedoch nicht näher eingehen, sondern nur auf die regelwidrigen Drehungen des Keimes hinweisen werde. DARESTE hat einige Keime beschrieben, welche mit ihrer rechten Seite dem Dotter zugekehrt lagen (seine Taf. XI, Fig. 4 u. 6 und Taf. VIII), wobei diese Abnormität bald von einer Inversion des Herzens begleitet wird, bald ohne eine solche auftritt. Wie DARESTE, so haben auch vor ihm schon FOL und WARYNSKY² diese Abnormität bei ungleichmäßiger (d. h. einseitiger) Erwärmung erhalten. Bei einer solchen Drehung kann die Allantois links zu liegen kommen, sie kann aber auch auf der rechten Seite liegen bleiben. Eben so hat DARESTE auch eine regelwidrige Wendung des Keimes bei dessen normaler Lage (mit der linken Seite dem Dotter zugekehrt) beschrieben; diese Wendung steht augenscheinlich im Zusammenhang mit dem Hydrops.

Unter den von mir erzielten Keimen befanden sich solche, welche keinerlei oder doch nur eine sehr schwache Tendenz zu einer Drehung an den Tag legten (so z. B. Nr. 130, Taf. X, Fig. 16, Kali rhodanatum; Nr. 112, Taf. X, Fig. 9, Chlornatrium u. a. m.); außerdem fanden sich darunter auch solche Keime, welche dem Dotter ihre rechte Seite zuwandten (Nr. 150, Alkohol).

Ein größeres Interesse beanspruchen diejenigen Keime, bei welchen die Drehung keine vollständige ist, sondern nur gewisse Theile des Keimes betrifft. Der hintere Theil des Keimes kann sich auf seine linke Seite drehen, während der Keim selbst dem Dotter mit seiner Bauchseite zugewandt bleibt (Nr. 301, Gipsceement; Nr. 311, ungleichmäßige Erwärmung).

Einzelne Keime (Nr. 162 u. Nr. 121 bei Verdünnung des Dotters mit Wasser; Nr. 109, Kali rhodanatum) zeigten ein starke Krümmung des Rumpfes nach der rechten (resp. der ventralen) Seite, gleich dem Keim, welchen DARESTE auf Taf. XIV, Fig. 1 abbildet. Bisweilen

¹ O. HERTWIG, Experimentelle Erzeugung thierischer Missbildungen. Festschrift für GEGENBAUR. Leipzig. II. Bd. 1896. p.87—101. — GURWITSCH, l. c. 1897.

² FOL et WARYNSKY, Recherches expérimentales sur la cause de quelques monstruosités simples etc. Recueil Suisse Zool. 1883. Tome I. p. 20.

erfolgt diese Krümmung im Gebiet der vorderen Extremitäten und die Anlagen dieser letzteren krümmen sich gleichfalls (Nr. 210, Taf X, Fig. 17, Bromlithium); bisweilen verbiegt sich der Rumpf fast unter einem rechten Winkel nach der linken (resp. dorsalen) Seite (Nr. 312, ungleichmäßige Erwärmung). Häufiger trifft man Drehungen des hintersten Körperabschnittes, welcher sich mit seiner rechten Seite dem Dotter zuwendet, während die Allantois dabei links zu liegen kommt (Saccharum uvicum; Nr. 168, Nikotin); bisweilen ist das Hinterende korkzieherartig gewunden (Verdünnung des Eiweißes) oder es biegt scharf nach vorn um (Nr. 229, Taf. XVI, Fig. 60, Alkohol). In diesem letzteren Falle liegt die Chorda im Fortsatz über dem Nervenrohr, welches jedoch nicht bis zum Ende des Fortsatzes reicht.

Ich gehe nunmehr zu dem Wachstumsstillstand bei den Keimen oder zu der Bildung von Zwergkeimen, sowie zu den Verzögerungen in der Entwicklung über.

Fälle von künstlich hervorgerufenem **Nanismus** wurden schon von DARESTE und auch von Anderen (l. c. p. 322) beschrieben. Solche Fälle wurden auch häufig bei Einführung von Substanzen in das Eiweiß beobachtet (Nr. 171 bei Verdünnung des Eiweißes; Nr. 55 Guanin mit Kochsalz; Nr. 165, Taf. XI, Fig. 20, Nikotin; Nr. 151 u. Nr. 229, Alkohol).

Eine allgemeine **Verzögerung** der Entwicklung ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung nach Injektionen. Bisweilen trifft die Entwicklungsverzögerung nur das Vorderende (132, Taf. X, Fig. 12, Saccharum uvicum) oder nur das Hinterende (Nr. 88, Taf. XI, Fig. 31, Chlornatrium; vgl. auch die obenerwähnten Fälle von Aufhalten des Verschlusses des Blastoporus). Bisweilen wird das Zurückbleiben des vorderen Abschnittes in der Entwicklung dadurch ausgedrückt, dass derselbe die einem früheren Stadium eigene Wendung beibehält (Nr. 246, Nikotin).

Fälle von Entwicklungshemmung in den **Extremitäten**, oder Ektromelie wurden von DARESTE (l. c. p. 419) bei einem Hühnerembryo beobachtet, und zwar in Form von sog. Hemimelie, oder Entwicklungshemmung der distalen Theile der Extremitäten. Ich besaß zwar Keime, welche der Extremitäten vollständig entbehrten, und dies auf einem Stadium, wo solche entwickelt sein mussten, aber diese Keime gehörten verhältnismäßig jungen Stadien an, so dass nicht entschieden werden kann, ob hier die Entwicklung dieser Extremitäten nur aufgehalten worden war, oder aber, ob wir es hier mit einem

vollständigen Fehlen derselben zu thun haben (z. B. Nr. 115, Taf. X, Fig. 6 u. Taf. XII, Fig. 35, Chlornatrium; Nr. 14, Taf. XI, Fig. 19, Nikotin).

Es wurde auch Entwicklungshemmung oder unvollständige Entwicklung der Extremitäten einer Seite beobachtet (Nr. 107, Taf. X, Fig. 14, bei welchem die rechte vordere Extremität gar nicht, die linke hintere nur schwach entwickelt ist; Nr. 106, Taf. X, Fig. 13, bei welchem die linke vordere gar nicht, die linke hintere nur schwach entwickelt ist; Nr. 133, Taf. X, Fig. 15, bei welchem nur das vordere Paar entwickelt ist, obgleich seine Lage in Folge Hydrops eine anormale ist; alle diese drei Keime sind durch Einführung von Saccharum uvicum erzielt worden; Nr. 3^{bis} Taf. XI, Fig. 23, bei welchem nur die Extremitäten der linken Seite entwickelt sind, und zwar die hintere stärker als die vordere, nach Einführung von Gips-cement erhalten).

Ich weise ferner auf die Bildung von **Ektodermfalten** längs der Mittellinie hin, deren Entstehung sich nicht erklären lässt. So dringt bei einem Keim (Taf. XV, Fig. 56, Nikotin) eine solche Falte tief in den vorderen Kopfabschnitt ein, indem sie denselben in zwei Lappen theilt (*C*), während eine andere Falte in das Lumen des vor dem Keime liegenden Herzens hereinwächst (*B*). Als eine eben so unverständliche Abnormität muss man die Bildung eines Kanals ansehen, welcher die Oberfläche des Entoderms mit derjenigen des Ektoderms verbindet und das vordere Ende des Nervenrohrs in sich aufnimmt (Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35 *C*, Chlornatrium). Man könnte denken diese Öffnung stelle den Neuroporus vor, wenn nicht der Charakter der den Kanal auskleidenden Zellen zu Gunsten ihres entodermalen Ursprungs spräche.

Ich gehe nunmehr zur Besprechung des **Nervensystems** über.

Sowohl DARESTE als auch FOL und WARYNSKY u. Andere hatten bei dem Hühnchen Abnormitäten erhalten, welche in einem Nicht-verschließen des Nervenrohrs (DARESTE, Fig. 28 u. 29, p. 326), einer Erweiterung seines Lumens, einem Nervenrohr, dessen Höhle ganz oder nur theilweise durch eine Zwischenwand in Abschnitte getrennt war (DARESTE, Fig. 31, 32, p. 331) bestanden. Diese Abnormitäten werden von dem letztgenannten Autor als Schritt zur Bildung einer Spina bifida aufgefasst und führen endlich zu einer Anencephalie.

Es wurde ferner eine eigenartige Form von Anomalie beschrieben, die Omphalocephalie, welche von einer Verlagerung des Herzens (Ektopie) begleitet wird.

LEBEDEFF¹ beschrieb Keime, deren Nervenanlage die Gestalt eines horizontalen Plättchens oder diejenige eines gewölbten und die Seiten des Keimes bedeckenden Plättchens besitzt, wobei dieses Plättchen häufig Falten und Follikel bildet. Die weitere Entwicklung solcher Keime führt seiner Ansicht nach zu Anencephalie, wobei ein Verschluss der Platte nicht stattfindet. KÄSTNER (l. c. 1896, p. 140) beobachtete an Hühnerkeimen, unter der Einwirkung unterbrochener Bebrütung, eine Nervenanlage im Kopf, welche die Gestalt eines horizontalen Plättchens hatte (seine Fig. 1, p. 140), ferner Omphalocephalie und endlich Blastodermscheiben mit deformirten Nervenrohren, welche er mit den Doppelschildern von PANUM vergleicht. Derselbe Autor beobachtete auch abnorme Spaltbildungen des Nervenrohrs (seine Fig. 4, p. 143), welche er von den Fällen anormaler Vergrößerung des Canalis neurentericus unterscheidet, wie sie von KOLLMANN² und RICHTER³ durch Überhitzung des Brutofens erzielt wurden.

Eben so hat RABAUD⁴ Keime beschrieben, deren Nervenplättchen die ganze dorsale Oberfläche einnahm und bisweilen noch vor erfolgtem Verschluss die Augenblasen bildete (seine Fig. 6, 8, 9 vgl. mit meinen Taf. XI, Fig. 28, Taf. XIII, Fig. 45 u. a.). Er hält diese Keime nur für Entwicklungsstadien cyklocephaler Missbildungen, da eine ähnliche Nervenanlage in die röhrenförmige übergehen kann.

HERTWIG (l. c. 1896) konstatierte beim Axolotl und beim Frosch⁵, das Nichtverschließen des einen oder des anderen Theils des Nervenrohrs oder des ganzen Nervenrohrs unter der Einwirkung von Kochsalz, wobei dieser Vorgang bisweilen von einer Vorstülpung des Rohrs begleitet wird. HERTWIG nimmt dabei an, dass das Offenbleiben der Hirnblasen und deren nachfolgende Degeneration zur Anencephalie und Hemieranie führen kann. Genau dieselben Er-

¹ LEBEDEFF, Über die Entstehung der Anencephalie und Spina bifida bei Vögeln und Menschen. Arch. f. Pathol., Anat. u. Physiol. XXXVI. Bd. 1881. p. 263.

² KOLLMANN, Über Spina bifida und Canalis neurentericus. Verh. d. Anat. Gesellschaft. VII. Versamml. 1893. p. 134.

³ RICHTER, Über die experimentelle Darstellung der Spina bifida. Anat. Anzeiger 1888. Bd. III.

⁴ RABAUD, Recherches embryologiques sur les Cyclocéphaliens. Journ. Anat. et Physiol. 37^e Année. 1901.

⁵ O. HERTWIG, Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwicklungsgeschichte. 1) Die Entwicklung des Froscheies unter dem Einfluss von stärkeren und schwächeren Kochsalzlösungen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIV. 1895. p. 285—344.

scheinungen hat auch GURWITSCH (l. c. 1896) beschrieben, wobei nach seinen Beobachtungen einige Substanzen eine gewisse Specificität der Einwirkung auf das Nichtverschließen bestimmter Portionen der Nervenanlage an den Tag legen.

GURWITSCH beschreibt (l. c. 1896, p. 243) Keime von Fröschen, welche er unter der Einwirkung von Strychnin erhalten hat (Taf. XIV, Fig. 17 und Taf. XV, Fig. 41) und bei welchen »die Medullarplatte ungewöhnlich breit angelegt wurde und trotz der weiteren Differenzierung der Embryonen meist flach ausgebreitet blieb und nur an den Rändern unbedeutende Erhebungen zeigte«.

Eine ähnliche Erscheinung, die jedoch in der Kopfreion auftritt, zeigt ein Keim, welchen GURWITSCH in seiner Fig. 18, Taf. XIV abbildet, und bei welchem die Anlage der Hirnblase abnorm weit der Quere nach ausgedehnt ist. Dieser Keim entwickelte sich unter der Einwirkung von Bromnatrium.

Die von mir an Hühnerkeimen erzielten Abweichungen sind recht verschiedenartiger Natur. Ich erwähne die regelwidrige Krümmung des Nervenrohrs in Gestalt der Ziffer 3 (Nr. 61, Taf. X, Fig. 4, Chlornatrium). Ein Zerreißen des Nervenrohrs in einzelne Theile, begleitet von einer Verlagerung seiner Bestandtheile findet ebenfalls statt. In einem Fall stand diese Durchschnürung im Zusammenhang mit einer Durchschnürung des Keimes durch eine Amnionfalte (Nr. 120, Verdünnung des Eiweißes).

In einem anderen Fall theilte sich die Nervenanlage unter der Einwirkung innerer Kräfte, wahrscheinlich in Folge Drucks seitens der erweiterten Gefäße. So theilte sich die Nervenanlage bei dem Keim Nr. 133 (Taf. XIV, Fig. 46, Saccharum uvicum) in drei Theile: die einzige Augenblase, und noch zwei isolirte Abschnitte, von denen der vordere stark verlagert und in der Entwicklung zurückgeblieben war. Ein anderer Keim (Nr. 170, Taf. XI, Fig. 21, Nikotin) zeigt einen Zerfall der Anlage in zwei Theile, von denen der eine die Gestalt eines breiten Plättchens, der andere die des Nervenrohrs hat. Bisweilen werden durch die Wandungen des Nervenrohrs oder der Nervenrinne auch in das Innere des Lumens gerichtete Falten und Vorsprünge¹ (Nr. 43, Taf. X, Fig. 1, Verdünnung des Eiweißes; Nr. 304,

¹ Dabei habe ich jedoch nie eine vollständige Theilung des Rohrlumens beobachten können, wie sie von DARESTE beschrieben wird, welcher aber keine Schnitte durch solche Rohre abbildet; eben so wenig kann ich sagen, ob diese Einstülpungen zu einer Zweitheilung des Rohres auf eine gewisse Strecke hin führen können.

Gipsceement; Nr. 350, Taf. XVI, Fig. 68, bei normalen Bedingungen) oder hohle blinde Auswüchse und Fortsätze beobachtet (Nr. 133, Saccharum uvicum, und Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35, Chlornatrium; Nr. 3^{bis}, Taf. XVI, Fig. 61 Gipsceement). In gewissen Fällen scheinen sich diese Fortsätze auch von dem Nervenrohr isoliren zu können (Nr. 3, Taf. XIII, Fig. 43, Chlornatrium). Bisweilen springt ein massiver Fortsatz in das Innere des Rohrs vor (Nr. 55, Guanin + Chlornatrium).

Sehr häufig beobachtet man eine Erweiterung des Lumens in verschiedenen Abschnitten des Nervenrohrs in Folge Ansammlung von Flüssigkeit innerhalb desselben (Hydromyelia). Diese Erweiterung wird bisweilen begleitet von einer starken Verdünnung eines Theils der Wandungen des Nervenrohrs (besonders häufig bei Verdünnung des Eiweißes, Nr. 197, Nr. 171, eben so bei Verminderung des Eiweißgehalts; ferner Nr. 130, Taf. X, Fig. 16, Jodkalium; Nr. 3^{bis}, Taf. XVI, Fig. 61, Gipsceement etc.). Die erwähnte Erweiterung ist naturgemäß auch mit einer Formveränderung des Lumens verbunden, eben so kann die Bildung von Falten an den Rohrwänden vielleicht durch die Ungleichmäßigkeit der Erweiterung erklärt werden. DARESTE spricht zur Erklärung für die Bildung der Spina bifida und der Anencephalie die Annahme aus (l. c. p. 330 u. 386), dass bei spätem Verschluss des Nervenrohrs auch das einfache Ektoderm mit in dessen Bestand hereingezogen werden kann, welches dann eben die dünne leicht zerreibbare Rückenwand des Nervenrohrs bildet. Ein derartiger Verschluss kommt, wie es scheint, in der That vor, wie man auf Grund meiner Fig. 44 *E*, Taf. XIV (Nr. 106, Saccharum uvicum) annehmen muss. Im Allgemeinen aber werden die Wände des Nervenrohrs bei embryonaler Hydromyelia bisweilen derartig dünn, dass sie auf die Stufe einer Schicht ziemlich flacher leicht zerreibbarer Zellen zurückgeführt werden; übrigens scheinen diese Fälle in keinem Zusammenhang zu den erwähnten Missbildungen zu stehen.

Zu erwähnen ist die bei dem Keim Nr. 14 (Taf. XV, Fig. 55 *D, E*, Nikotin) beobachtete Viertheilung des Lumens des Nervenrohrs in dessen hinterem Abschnitte. Eine gleiche Erscheinung wurde von KOLSTER¹ als normales Vorkommnis für die Keime von Möven beschrieben, doch vergleicht KOLSTER diese Erscheinungen mit der Hydromyelia und der Syringomyelia². Selbstverständlich wird eine solche Theilung durch die Vermehrung der inneren Zellen des Rohrs

¹ KOLSTER, Über Höhlenbildungen im Rückenmark von Embryonen von *Sterna hirundo* und *Larus canus*. Anat. Anz. Bd. XV. 1899. p. 342—345.

² ZIEGLER, Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 1895. p. 288.

hervorgerufen, welche dessen Lumen anfüllen. Analog mit den Beobachtungen KÄSTNER's (l. c. p. 1896) habe auch ich eine Spalte in der unteren Wand des Nervenrohrs beobachtet (Nr. 3, Taf. XIII, Fig. 43 *D*, Chlornatrium), eben so einen Fall von fehlender oberer Wand im Gehirn (Fig. 43 *C*), doch können diese Defekte vielleicht als Resultat der Degeneration der Nervenrohrwände gedeutet werden.

Außerdem wurde ein Hereinbiegen der Rückennäht in die Höhlung des Nervenrohrs (Nr. 85, Taf. XIV, Fig. 49, Manganum sulfuratum) und ein Herabsinken der Ganglienleiste in das Lumen des Rohrs beobachtet (Nr. 7, Taf. XIV, Fig. 45 *F*, Saccharum uvicum; Nr. 302, Taf. XVI, Fig. 62 *C*, Gipseement).

Das Nervenrohr kann endlich stark seitlich komprimirt und in dorso-ventraler Richtung ausgezogen werden, und zwar durch die Wirkung der Erweiterung der Gefäße, d. h. des Hydrops (Nr. 25, Taf. XI, Fig. 25, Verdünnung des Dotters), was auch schon KÄSTNER beobachtet hat (l. c. 2896 p. 141), welcher ein Zusammendrücken der Somiten konstatierte, wobei er sagt, dass diese Organe »vollständig zerquetscht sein können«.

Von Interesse ist auch eine Erscheinung, welche als partieller Verschluss des Nervenrohrs bezeichnet werden kann. In einem Fall (Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35 *G*, Chlornatrium) war im hinteren Abschnitt des Keimes die Nervenanlage einerseits durch das Nervenrohr, andererseits durch die über ihm liegende, noch offene Nervenrinne repräsentirt. In einem anderen Fall (Nr. 35, Taf. XIII, Fig. 39 *A*, Chlornatrium) wird die Nervenanlage durch die an der Oberfläche verbliebene Nervenplatte und eine innere Blase vertreten, zwischen welchen im hinteren Theil des Keimes eine Verbindung bestehen blieb.

Zu dieser Erscheinung kehren wir später nochmals zurück.

Das Nichtverschließen des Nervenrohrs ist wohl die am häufigsten beobachtete Abnormität. Ein Nichtverschließen der Rückenmarkanlage auf ihrer gesammten Ausdehnung bei gleichzeitigem Verschluss des vorderen Abschnittes der Nervenanlage wurde bei dem Keim Nr. 171 (Verdünnung des Eiweißes) und bei dem Keim Nr. 25 (Taf. XI, Fig. 25, Entfernung eines Theils des Eiweißes) beobachtet, wobei die Anlage im Bereich des Halses die Gestalt eines horizontalen Plättchens hatte. Bei dem Keim Nr. 101 (Chlorhydrat) und eben so bei dem unter natürlichen Bedingungen entwickelten Keim Nr. 350 (Taf. XVI, Fig. 68) blieb das Nervenrohr in seinem vorderen Abschnitt offen, während es hinten geschlossen war; dabei hatte die Anlage in letzterem Fall im hinteren Theil des Kopfes die Gestalt

eines Plättchens, vorn dagegen diejenige einer unregelmäßig gefalteten Rinne. Eine sowohl im Kopf- wie auch im Rumpfabschnitt unverschlossene Nervenanlage ist charakteristisch für den Keim Nr. 235 (Taf. XI, Fig. 28, Verminderung des Eiweißquantum), wobei die Anlage im hinteren Kopfabschnitt die Gestalt eines horizontalen Plättchens hat; ferner für die Keime Nr. 278^{bis} (Guanin) und Nr. 57 (Taf. XII, Fig. 36, Chlornatrium), bei welchen die Nervenanlage im Kopf die Gestalt einer Rinne, im Rumpf diejenige eines horizontalen Plättchens hat.

Eine im mittleren Abschnitt unverschlossene, vorn und hinten dagegen verschlossene Nervenanlage wurde bei den Keimen Nr. 165 (Taf. XV, Fig. 56 *D*, Nikotin), Nr. 302 u. Nr. 301 (Taf. XVI, Fig. 62, Gipsceмент) beobachtet, wobei die Nervenanlage bald in der Nackenregion, bald im vorderen Rumpfabschnitt die Gestalt eines horizontalen Plättchens hat. Nur in der Nackenregion bleibt die Nervenanlage unverschlossen bei dem Keim Nr. 304 (Gipsceмент).

Schon bei vielen der oben angeführten Beispiele zeigte ein Theil der Nervenanlage die Gestalt eines horizontalen Plättchens. Es wurden Keime beobachtet, bei welchen fast die ganze Anlage die Gestalt einer solchen Platte hat, z. B. der Keim Nr. 88 (Taf. XI, Fig. 31, Chlornatrium), bei welchem nur der vordere Theil der Anlage vertieft war und die Augenblasen bildet, sowie die Keime Nr. 6 (Taf. XII, Fig. 34, Chlornatrium) und Nr. 131 (Taf. XV, Fig. 50, Jodkalium).

Eine eigenartige Gestalt besitzt die Nervenanlage des Keimes Nr. 14 (Taf. XV, Fig. 55, Nikotin): im hinteren Abschnitt ist die Anlage geschlossen, in der Mitte und vorn dagegen hat sie die Gestalt eines Plättchens, doch hat sich ein Theil der Anlage im Kopf vertieft und eine Rinne gebildet, welche seitlich komprimirt ist (in Folge der Erweiterung der Gefäße) und sich in Gestalt einer kurzen, ebenfalls komprimirten Röhre nach hinten eine Strecke weit fortsetzt.

Eine Eigenthümlichkeit vieler plattenförmiger Anlagenformen besteht darin, dass ihre Ränder entweder leicht nach oben gebogen sind (Taf. XI, Fig. 28; Taf. XIII, Fig. 42; Taf. XV, Fig. 56 *D*), oder dass das Ektoderm unter die Ränder der Platte umgeschlagen ist, wie dies bei einigen Entwicklungsstadien der Selachier beobachtet wurde (Taf. XII, Fig. 36 *E*; Taf. XVI, Fig. 68 *D* u. *E*).

Eben so hat sowohl die plattenartige wie auch die rinnenartige Form häufig die Tendenz Falten und Vorsprünge, welche keinerlei morphologische Bedeutung haben, oder Follikel der Nervensubstanz

zu bilden (Taf. XIII, Fig. 42; Taf. XV, Fig. 55), was auf eine erhöhte Wucherung der Anlage in der Querrichtung hindeutet.

Bisweilen ist die Wucherung der Nervenanlage eine so starke, dass letztere sich über die Seiten des Keimes auszubreiten beginnt, und die Nervenplatte im Allgemeinen eine nach außen gewölbte Gestalt annimmt, was sie aber nicht daran hindert Krümmungen und Vorsprünge zu bilden, wie dies bei dem Keim Nr. 38 (Taf. XII, Fig. 33, Chlornatrium) der Fall ist.

In viel stärkerem Grade ist diese Eigenthümlichkeit jedoch bei dem Keim Nr. 107 (Taf. XIV, Fig. 45, *Saccharum uvicum*) ausgebildet, und bei diesem Keim geht die Nervenanlage erst im allerhintersten Abschnitt in eine Rinne und schließlich in ein Rohr über. Die Nervenplatte hat im vorderen Theil dieses Keimes eine ungeheure Ausdehnung. Eben so hat auch die Nervenanlage im vorderen Theil des Keimes Nr. 106 (Taf. XIII, Fig. 44, *Saccharum uvicum*) eine enorme Ausdehnung. Einzelne von den Falten und Vorsprüngen dieser Nervenanlagen haben augenscheinlich eine morphologische Bedeutung, andere dagegen nicht und stellen vielmehr, eben so wie die bei denselben Keimen beobachteten Follikel, das Resultat einer verstärkten Wucherung der Anlage in der Querrichtung vor (siehe RABAUD, l. c. 1901, p. 584).

Außer horizontalen Platten trifft man bisweilen auch nach außen gewölbte Platten wie z. B. in der Rumpfregeion des Keimes Nr. 307 (Taf. XVI, Fig. 65, Gipsceement), wobei die Nervenanlage im Kopf die Gestalt einer geschlossenen Röhre besitzt. Die allermerkwürdigste Abnormität in dieser Richtung zeigt jedoch der Keim Nr. 282 (Taf. XI, Fig. 27, Verminderung des Eiweißgehaltes), bei welchem die Nervenanlage im hinteren Theil die Gestalt einer Platte, im vorderen die einer geschlossenen, aber über dem Ektoderm des Keimes liegenden und demnach verkehrt verschlossenen Röhre hat. Dieser Verschluss ist in Folge Anwachsens des Ektoderms erfolgt, so dass der mediane Theil der unteren Wand des Rohrs von dem Ektoderm gebildet wird; doch haben wir gesehen, dass das Ektoderm auch bei dem Verschluss in normaler Lage (und nicht verkehrt) bisweilen am Verschließen des Nervenrohrs Antheil nehmen kann, und in diesem Falle die obere Wand des unter dem Ektoderm gelegenen Rohrs bildet. Jedenfalls biegen sich bei diesem Heranwachsen des Ektoderms auch die Seitentheile der Nervenanlage nach unten um, so dass die seitlichen Partien der unteren Wand eines solchen gewendeten Rohrs nicht durch das Ektoderm sondern durch das vielschichtige Gewebe der Nervenanlage

gebildet werden. Wir haben es demnach in diesem Falle mit einem thatsächlichen Wenden des Nervenrohrs (mit der inneren Seite nach außen) zu thun.

Zur Bezeichnung derjenigen Anomalien, welche nicht nur von einem Nichtverschließen, sondern auch von einer Veränderung in der Gestalt der Nervenanlage in einer mehr oder weniger beträchtlichen Ausdehnung begleitet sind, wende ich die Benennung *Exoneurula* an; dabei unterscheide ich diejenigen Fälle, wo die Nervenanlage die Gestalt einer horizontalen Platte hat, als *Exoneurula* α , diejenigen mit nach außen gewölbter und die Seiten des Keimes bedeckenden Anlage als *Exoneurula* β , und diejenigen endlich, wo ein außenliegendes Nervenrohr vorhanden ist, als *Exoneurula* γ . HERTWIG hat vollständig recht, wenn er die von ihm bei Amphibien erzielte *Exoneurula* β mit der *Exogastrula* der Echiniden vergleicht. Ich erinnere an das Umwenden der *Otocysten*, welches ich im ersten Theil dieser Arbeit beschrieben habe. Diese Anomalien gestatten uns, ein Bild von dem Mechanismus des normalen Verschlusses des Nervenrohrs zu entwerfen.

HERTWIG (l. c. 1896, p. 101) kommt zu folgendem Schluss: »die in Umwandlung zu Ganglienzellen begriffenen Theile des äußeren Keimblattes werden durch den chemischen Eingriff geschädigt«. Wir können in dieser Hinsicht noch weiter schließen: Die außerordentliche Wucherung der Nervenanlage kann die Wirkung verschiedener Lösungen, am stärksten aber diejenige des Traubenzuckers zum Stimulum haben. Selbstverständlich ist der Process der Verwandlung des Ektoderms in die Nervenanlage an und für sich eine ererbte Eigenschaft, allein seine Abhängigkeit von einem chemischen Stimulum ist äußerst wahrscheinlich.

Was ferner die Einstülpung des Nervenrohrs (nach innen) statt dessen Ausstülpung (nach außen) betrifft, so hängt dieser Process wahrscheinlich von osmotischen Bedingungen ab, und eine Störung dieser Bedingungen z. B. durch Verminderung des Eiweißgehaltes, wobei der Keim entblößt wird, führt einen verkehrten Verschluss des Nervenrohrs herbei, in derselben Weise wie auch die Lithiumsalze, und anormale Temperatur bei den Echiniden Bildung einer *Exogastrula* bedingen, und eben so die Lithiumsalze bei den Cephalopoden eine Ausstülpung der *Otocysten* nach außen.

Diese Veränderung zeigt aber, dass nur die Ein- oder Ausstülpung des Nervenrohrs (nach innen oder nach außen) durch osmotische Erscheinungen bestimmt wird, der Process der Näherung der Ränder des

Nervenrohrs aber wahrscheinlich durch mechanische Bedingungen des Wachstums hervorgerufen wird.

Eine gleichzeitige Wucherung der Nervenanlage und des Rückenektoderms bei bestimmten osmotischen Bedingungen muss unvermeidlich eine Einstülpung des einen oder des anderen Theils nach sich ziehen. Stößt diese Einstülpung jedoch auf einen Widerstand, so können sich die Ränder der Anlage dennoch nach innen umbiegen (Taf. XI, Fig. 28 *C*; Taf. XII, Fig. 33 *A*; Taf. XIII, Fig. 42), oder aber das Ektoderm schlägt sich unter die Ränder der Anlage um und kann sogar einen verkehrten Verschluss des Nervenrohrs hervorrufen (Taf. XI, Fig. 27; Taf. XII, Fig. 36 *E*; Taf. XVI, Fig. 68 *D* u. *E*); endlich kann es zur Bildung von Falten und Follikeln der Nervensubstanz kommen (Taf. XIII, Fig. 42; Taf. XIV, Fig. 45).

Was die Hindernisse betrifft, welche die Einstülpung des Nervenrohrs verhindern können, so halte ich die frühzeitige Erweiterung der Gefäße, d. h. Hydrops, für die häufigste Erscheinung. Bei der ungeheuren Mehrheit aller Fälle wird das plattenförmige Auftreten der Nervenanlage von einer Erweiterung der hauptsächlichsten Gefäße begleitet (Taf. XI, Fig. 28; Taf. XII, Fig. 34; Taf. XIII, Fig. 42; Taf. XV, Fig. 55). Zu Gunsten dieser Voraussetzung spricht auch der Keim Nr. 14 (Nikotin, Taf. XV, Fig. 55), bei welchem nur die Gefäße des Kopfes erweitert sind und nur der Kopfabschnitt der Nervenanlage nicht eingestülpt erscheint, während die Nervenanlage im Rumpfabschnitt, wo die Gefäße nicht erweitert sind, eine röhrenförmige Gestalt hat. Natürlich kann der Process der Erweiterung von Gefäßen auch nach dem Verschluss des gesammten Nervenrohrs oder einzelner Theile desselben zur höchsten Entwicklung gelangen, und führt dann zu einer Komprimirung (Taf. XI, Fig. 26) oder sogar zu einem Zerreißen des Nervenrohrs. Dass diese Ursache nicht die einzige ist, wird durch einige Fälle von Exoneurula α und β ohne gleichzeitig auftretenden Hydrops bewiesen (Taf. XII, Fig. 36 *E*; Taf. XV, Fig. 50; Taf. XVI, Fig. 68).

Der Process der Bildung des Nervenrohrs ist demnach eine complicirte Erscheinung, welche sowohl durch chemische (Wucherung der Nervenplatte), als auch osmotische (Richtung der Wölbung) und mechanische (die Einstülpung selbst) Ursachen hervorgerufen wird.

Geht die Berührung beider Ränder der Nervenrinne früher vor sich, als letztere sich in die Tiefe versenkt hat, so kann ein Theil der Nervenanlage an der Oberfläche bleiben und es resultirt der oben beschriebene partielle Verschluss (Taf. XII, Fig. 35 und Taf. XIII, Fig. 39).

Wenn der Wucherungsprocess der Nervenanlage im Vergleich zur Wucherung des Rückenektoderms verzögert wird, so rollt sich letzteres nach innen ein und bildet die dünne obere Wand des Nervenrohrs (Taf. XIV, Fig. 44 *E*). Es drängt sich noch die Frage auf, ob die Exoneurulae zu der Form eines im Inneren des Keimes geschlossenen Nervenrohrs übergehen können? Nach den Beobachtungen RABAUD's (seine Fig. 7, p. 385, l. c. 1901) zu urtheilen, können dies einige Exoneurulae, wahrscheinlich bei Abnahme des Hydrops; ich glaube aber nicht, dass ein derartiger Verschluss bei solchen Exoneurulae möglich ist, bei welchen sich die Nervenanlage sehr weit über die Seitentheile des Keimes verbreitet hat, oder bei welchen das der Nervenanlage benachbarte Ektoderm sich schon unter den Keim herumgebogen hat, mit anderen Worten, bei welchen ein Anfang verkehrten Verschlusses angedeutet ist. Wir werden es demnach in ersterem Falle mit Cyclocephalie, in letzterem mit Anencephalie zu thun haben.

Was die Bildung von Falten und Verzweigungen des Nervenrohrs betrifft, so muss man annehmen, dass sie im Zusammenhang steht mit der Anhäufung cerebrospinaler Flüssigkeit in der Höhle des Nervenrohrs, doch müssen natürlich noch andere Bedingungen vorhanden sein, welche das ungleichmäßige Wachstum der einzelnen Abschnitte des Nervenrohrs bedingen.

Wir haben bereits gesehen, dass sich in einzelnen Fällen keine Hirnblasen bilden. Das Nervenrohr kann vorn mit einer unregelmäßigen Erweiterung endigen (Nr. 36, Verdünnung des Eiweißes) oder diese Erweiterung erscheint seitlich komprimirt und endet mit einem kleinen im Querschnitt runden und mit schmalen Lumen versehenen Endstück (Nr. 25, Verminderung des Eiweißgehaltes), endlich kann die erwähnte Erweiterung mit dem entodermalen(?) Kanal in Verbindung stehen (Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35, Chlornatrium). In allen diesen Fällen kommt es nicht zur Bildung von Augenblasen, eben so fehlen die Linsen.

In anderen Fällen bildet das Vorderende nicht einmal eine Erweiterung, so z. B. bei Nr. 46 (Taf. XIV, Fig. 46, *Saccharum uvicum*), bei welchem eine Augenblase und eine Linse vorhanden waren und der vordere abgesonderte Bezirk die Gestalt einer Röhre hatte, deren Durchmesser geringer war als derjenige des übrigen Nervenrohrs; eben so hatte auch der vordere Theil der Nervenanlage bei Nr. 301 (*Gipsceмент*) die Form eines schmalen, am Ende nach unten umgebogenen Rohrs; bei Nr. 151 (Taf. XI, Fig. 22, Alkohol) bemerkt man

ebenfalls nur eine allmähliche Erweiterung des Vorderendes des Nervenrohrs. Bei dem umgewendeten Rohr Nr. 282 (Taf. XI, Fig. 27 und Taf. XI, Fig. 2, Verminderung des Eiweißgehalts) ist keine Andeutung einer Bildung von Hirnblasen vorhanden. Es wurde eine regelwidrige Gestalt der Hirnblasen (Nr. 171, Verdünnung des Eiweißes) oder eine vollständig anormale Gestalt derselben beobachtet (Nr. 3, Taf. XIII, Fig. 43, Chlornatrium), bisweilen sogar ein vollständig deformirter Hirntheil, wie z. B. bei den Keimen Nr. 106 u. 107 (Taf. XIII, Fig. 44 u. Taf. XIV, Fig. 45, Saccharum uvicum).

Es erweist sich demnach, dass recht verschiedenartige Substanzen, und darunter auch Saccharum uvicum, die Fähigkeit besitzen, die Bildung der Hirnblasen zu unterdrücken oder deren Deformation hervorzurufen. Ich vermuthete, dass verschiedene derartige Keime bei weiterer Entwicklung Abnormitäten von der Art der Acephalie ergeben könnten.

DARESTE und KÄSTNER (l. c. 1896, p. 141) sowie RABAUD¹ erzielten bei dem Hühnchen die Erscheinung der **Omphalocephalie**. Vergleiche ich die Omphalocephalie mit den von mir bei dem Keim Nr. 311 (Taf. XI, Fig. 24; Taf. XVI, Fig. 66 u. 67, ungleichmäßige Erwärmung) erzielten Abweichungen, so finde ich einige gemeinsame Züge: erstens die Umbiegung des Kopfes der Nervenanlage zum Nabel und zweitens die Verlagerung des Herzens nach vorn; gleichzeitig bestehen aber auch gewisse Unterschiede: nach den Angaben von DARESTE (p. 365) findet sich bei omphalocephalen Keimen überhaupt kein Pharynx, RABAUD dagegen beschreibt bei omphalocephalen Keimen die Anlage eines Pharynx und ein solcher ist auch bei dem von mir erhaltenen Keim zur Entwicklung gelangt, doch hat derselbe noch eine stark entwickelte vordere ektodermale Falte, welche bei den typischen omphalocephalen Keimen augenscheinlich nicht zum Ausdruck kommt.

RABAUD bemerkt vollständig richtig, es sei nicht nothwendig zur Erklärung dieser Anomalie vorauszusetzen, dass sich beide Hälften des Herzens über dem eingebogenen Kopf vereinigt hätten, wie dies von DARESTE angenommen wurde. Wir werden sehen, dass Fälle von derartiger Ektopie auch bei fehlender Omphalocephalie nicht selten sind.

Weiter oben ist erklärt worden, dass als sichtbare Ursache einer

¹ RABAUD, Essai de Tératologie. Embryologie des Poulets Omphalocéphales. Journ. Anat. Physiol. 34^e Année. 1898.

so starken Umbiegung im gegebenen Falle die außerordentliche Tiefe der gewöhnlichen Ektodermfalte anzusehen ist, welche sich nicht zwischen Pharynx und Blastodermscheibe, sondern zwischen Pharynx und Nervenrohr eingeschoben und das Ektoderm nebst den Gehörblasen mit sich gezogen hat.

Ein so starkes Hereinwachsen der genannten Falte kann dadurch erklärt werden, dass dieselbe bei normalem Wachstume unterwegs auf das in der Entwicklung begriffene Herz stößt, was bei der Verlagerung der Falte nicht der Fall ist, so dass die Falte widerstandslos weiterwachsen kann.

Dieses Hindernis kann natürlich auch nicht von grob mechanischer, sondern muss von tropischer Natur sein. Man muss unterscheiden zwischen dem verstärkten Hereinwachsen der vorderen Ektodermfalte, welches eine Verlagerung der Organe in den benachbarten Bezirken zur Folge hat, und einer einfachen Wucherung ihres Hinterendes unter das Entoderm, wie ich es bei dem Keim Nr. 350 (Taf. XVI, Fig. 68 *D, E*), welcher sich ohne Injektion entwickelte, beobachtet habe; diese letztere Erscheinung braucht von keiner Verlagerung irgend welcher Theile begleitet zu sein.

Einen Schritt zur Omphalocephalie zeigt augenscheinlich der Keim Nr. 55 (Taf. XI, Fig. 25 und Taf. XV, Fig. 59, Guanin + Chlornatrium), bei welchem das Nervenrohr in der Nackenregion stark gebogen ist, und das Herz vor dem Kopfe liegt, jedoch ein wohlentwickelter Pharynx mit Kiemenspalten und Riechgruben vorhanden ist; der Pharynx hat die Gestalt eines hinten geschlossenen Trichters, die Ektodermfalte aber fehlt vollständig.

Meiner Ansicht nach muss die Ursache der Omphalocephalie in der Ektopie des Herzens gesucht werden und eben so in dem Umstande, dass der Keim, oder wenigstens dessen vorderer Theil, dem Dotter mit seiner Bauchseite zugewendet bleibt. Während das Nervenrohr mit seinem vorderen Ende nach unten umzubiegen beginnt, eben so, wie dies auch bei der normalen Lage der Organe der Fall ist, geht diese Krümmung viel weiter als unter normalen Verhältnissen.

Bisweilen liegt eine Ursache vor, welche das erwähnte Umbiegen noch weiter gehen lässt, und zwar eine verstärkte Entwicklung der ektodermalen Falte; bisweilen aber geht das verstärkte Umbiegen augenscheinlich nur aus dem Grunde vor sich, weil dasselbe, nachdem es einmal begonnen hat, auf keinen Widerstand seitens der inneren Organe des Keimes stößt. Bei normaler Lage des Herzens

könnte dasselbe einen solchen Widerstand leisten, allein es ist hier nach vorn verlagert.

RABAUD hat vollständig Recht, indem er sagt, dass, wenn die unmittelbare mechanische Wirkung in den Versuchen von FOL und WARYNSKY eine Omphalocephalie hervorrief, dieser Umstand noch nicht besagt, dass diese Erscheinung immer das unmittelbare Resultat eines auf das Nervenrohr ausgeübten Druckes sein muss. Die von RABAUD (l. c. 1898) unter dem Namen Ektrosomie und Plagienecephalie beschriebenen Anomalien habe ich nicht beobachtet; dagegen habe ich das von diesem Forscher unter dem Namen Ourentérie¹ mitgetheilte Umbiegen des hinteren Endes des Nervenrohrs nach unten ebenfalls gesehen (Nr. 3, Taf. XIII, Fig. 43 G, Chlornatrium), eben so eine Hemmung in der Entwicklung des Hinterendes des Nervenrohrs (Nr. 33, Saccharum uvicum).

Die Mehrzahl der oben beschriebenen Fälle von Entwicklungshemmung der Hirnblasen wird von einer Entwicklungshemmung der Sinnesorgane begleitet (Nr. 32 und 36, Verdünnung des Eiweißes; Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35, Chlornatrium; Nr. 25, Taf. XI, Fig. 28, Verminderung des Eiweißgehaltes; Nr. 302, Taf. XVI, Fig. 62, Gips-cement; Nr. 350, Taf. XVI, Fig. 68, unter normalen Bedingungen).

Die Entwicklungshemmung der Riech- und Augenblasen bei gleichzeitiger vollständiger Entwicklung der Hörblasen ist mit dem Namen **Triocephalie** bezeichnet worden und solche Keime wurden von DARESTE beschrieben (seine Taf. IX, Fig. 6 und 7, p. 370). Zu solchen Keimen gehört auch Nr. 14 (Taf. XV, Fig. 55 und Taf. XI, Fig. 19, Nikotin) und Nr. 3 (Taf. XIII, Fig. 43 C, Chlornatrium), bei welchen nur die rechte Hörblase angelegt ist.

Eine eigenartige Anomalie zeigt der Keim Nr. 151 (Taf. XI, Fig. 22), bei welchem die Augen und Hörblasen fehlen, während augenscheinlich zwei asymmetrisch gelegene Riechgruben vorhanden waren.

Eine sehr richtige Auffassung der Entwicklung der Linse wurde von HERBST ausgesprochen, welcher vermuthet, dass die Entstehung derselben unter der Einwirkung eines Reizes vor sich geht, welcher durch die Berührung der Augenblase mit dem Ektoderm hervorgerufen wird². Ich hatte Gelegenheit einige Fälle zu beobachten, wo die Linsen fehlten, trotzdem die Augenblasen vorhanden waren,

¹ RABAUD, Étude embryologique de l'ourentérie et de la cordentérie etc. Journ. Anat. Physiol. Paris. 36^e Année. 1900.

² C. HERBST, Formative Reize in der thierischen Ontogenese. Leipzig 1901.

doch muss man annehmen, dass diese Blasen in Folge von Hydrops oder aus anderen Ursachen nicht bis zu dem Ektoderm herangereichten (Nr. 38, Taf. XII, Fig. 33 *A*, Chlornatrium; wahrscheinlich auch Nr. 165, Taf. XV, Fig. 56, Nikotin; Nr. 311, Taf. XVI, Fig. 66, ungleichmäßige Erwärmung; Nr. 55, Taf. XVI, Fig. 59 *C*, Guanin + Chlornatrium). Die Hörblasen können dabei gut entwickelt sein und bei weiterer Entwicklung dieser Keime hätte Triocephalie eintreten können.

Ohne der von HERBST angeführten Abhängigkeit der Entwicklung der Linse von den primären Augenblasen entgegenzutreten zu wollen, möchte ich auf den anormalen Keim Nr. 88 (Taf. XI, Fig. 31, Chlornatrium) hinweisen, bei welchem die Augenblasen augenscheinlich deutlich ausgesprochen sind und sogar dem Ektoderm anliegen, aber dennoch keine Linse gebildet hatten. Dieser Keim hatte jedoch eine ganz eigenartige Gestalt und man kann zur Erklärung des Fehlens der Linsen bei diesem Keime die Möglichkeit zulassen, dass nur ein bestimmter Bezirk des Ektoderms in bestimmter Weise auf die Berührung mit der Augenblase reagiert, während hier in Folge der Verlagerung sämtlicher Organe die Berührung außerhalb dieses Bezirkes vor sich gehen konnte. Die HERBST'sche Annahme wird auch durch den Umstand bestätigt, dass bei Entwicklung der Augenblase der einen Seite oder bei Degeneration der einen von den Augenblasen, die Entwicklung der Linse nur auf der entsprechenden Seite vor sich geht (Nr. 133, Taf. XIV, Fig. 46, *Saccharum uvicum*; Nr. 43, Taf. X, Fig. 1, Verdünnung des Eiweißes). In dem ersten Falle (Nr. 133) hatte sich die Augenanlage von der Nervenanlage losgerissen und hatte fortgefahren sich zu entwickeln.

Bei dem Keim Nr. 107 (Taf. XIV, Fig. 45, *Saccharum uvicum*) hat sich nur die rechte, zu unverhältnismäßiger Größe angewachsene Augenblase dem Ektoderm genähert und es hat sich nur die Anlage der rechten Linse entwickelt. Diese Anlage hat eine ungeheure Ausdehnung. Dieser Umstand kann auf zweierlei Weise erklärt werden: entweder wird die Entwicklung der Linse in einer so mächtigen Ausdehnung dadurch bedingt, dass die ihr entsprechende, durch Wucherung ungeheuer vergrößerte Augenblase anfänglich dem Ektoderm in einer beträchtlichen Ausdehnung anlag, oder aber die Wucherung der Linse hat die Wirkung der Zuckerlösung zum unmittelbaren Stimulum, welche eine Wucherung der Nervenanlage, der primären Augenblasen und der Hörblasen hervorruft (Nr. 107, Fig. 45 *D* und Nr. 106, Fig. 44 *B*). Letztere Voraussetzung scheint mir mehr

Anspruch auf Richtigkeit machen zu können. Dieselben Keime Nr. 106 und 107, sowie die Keime Nr. 3 (Fig. 43 *C*) und Nr. 14, (Taf. XIV, Fig. 45) haben die Hörblase nur auf einer Seite entwickelt, allein man darf diese Fälle nicht mit der Degeneration der einen Hörblase verwechseln. Wenn die Auffassung RABAUD's (l. c. 1901) von der Entstehung der Cyklopie richtig ist, so können sich diejenigen Keime, welche eine Exoneurula in schwächerem Grade darbieten, bei Entwicklungshemmung einer Augenblase zu Cyklopen entwickeln.

Eben so trägt die Wucherung der Anlagen der Sinnesorgane unter der Einwirkung von Zuckerlösungen einen ganz anderen Charakter, als deren Ausbreitung, welche gewöhnlich von einem Dünnerwerden ihrer Wände begleitet und durch Ansammlung von Flüssigkeit in ihrem Inneren hervorgerufen ist, eine Erscheinung, wie sie bei Verdünnung und Verminderung des Eiweißes beobachtet wird. In letzterem Fall wird die obere Wand der Hörblasen dünner. Dasselbe Verhalten kann man auch bei dem Dünnerwerden der Wände des Nervenrohrs beobachten: es werden gewöhnlich die nach oben gerichteten Theile dünner (der Rückentheil oder die rechte Seite). Bei einer Erweiterung der Linsenhöhle geht nicht einmal bei vier-tägigen Keimen eine Verdickung der inneren Linsenwand vor sich. Eben so kann bisweilen eine starke Erweiterung der Höhle der primären Augenblase im Gebiete der Iris beobachtet werden. Das Fehlen einer Verdickung der Linsenwände bei einer Überfüllung der Linse mit Flüssigkeit deutet darauf hin, dass auch dieser Process zum Theil durch osmotische Erscheinungen bedingt ist, durch deren Störung der Process selbst unterdrückt wird. Rechnen wir hierzu noch die Formveränderung der Hörblasen sowie der primären Augenblasen unter der Einwirkung der Gefäßerweiterungen (Nr. 3^{bis}, Taf. XI, Fig. 23, Gipsceмент) und die Verlagerung der Hörblasen bei der Wucherung der Nervenanlage (Nr. 107, Taf. XIV, Fig. 45 *C*, Saccharum uvicum) sowie bei starker Entwicklung der vorderen ektodermalen Falte (Nr. 311, Taf. XVI, Fig. 66 *B*), so sind damit die wesentlichsten Abnormitäten der Sinnesorgane erschöpft.

Wir wenden uns nunmehr zu den **Derivaten des Mesoderms**.

Eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist die Erweiterung der **primären Leibeshöhle**, welche besonders häufig im hinteren Abschnitt des Keimes beobachtet wird (bei Verdünnung des Eiweißes; Nr. 282, Taf. XI, Fig. 27 *C*, Entfernung eines Theiles des Eiweißes; Nr. 88, Taf. XI, Fig. 31, Chlornatrium; Nr. 130, Taf. XIV, Fig. 48, Jodkalium; Nr. 165 und 14, Nikotin; Nr. 232, Guanin und Nr. 307, Taf. XVI,

Fig. 65, Gipsceмент). In allen diesen Fällen geht die Erweiterung der primären Höhle in Folge eines Wachstumsstillstandes des Mesoderms bei gleichzeitig fortgesetztem Wachstum des Ektoderms vor sich.

Eine Ansammlung von Flüssigkeit in der Höhle der Somiten führt zu einer Erweiterung dieser Höhle (bei Verdünnung des Eiweißes und Verminderung seines Quantums, Nr. 282, Taf. XI, Fig. 27 C), wobei bisweilen eine Verbindung der Somitenhöhlen mit dem Cöloin bestehen bleibt; eben so kann bei Einführung von Gipsceмент in das Eiweiß eine Verlagerung der Somiten nach oben (Nr. 13, Taf. XVI, Fig. 64), eine Verlagerung der Somiten einer Seite nach unten (Nr. 3^{bis}, Taf. XVI, Fig. 61 C) oder die Entwicklung der Somiten nur einer Seite (Nr. 307, Taf. XVI, Fig. 65) beobachtet werden.

Was das Cöloin betrifft, so wurde eine asymmetrische Entwicklung seiner rechten und linken Hälfte beobachtet (Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35, Chlornatrium; Nr. 229, Taf. XVI, Fig. 60, Alkohol), welche in Abhängigkeit von der ungleichmäßigen Ansammlung von Flüssigkeit im Cöloin steht, ferner eine Theilung des hinteren Cöloinabschnitts in einzelne unregelmäßig gestaltete und regellos angeordnete Höhlen (Nr. 115, Chlornatrium; Nr. 106 und 107, Saccharum uvicum) und endlich eine Theilung des extraembryonalen Cöloins in einzelne Höhlen, in Folge einer Vereinigung des oberen und unteren Mesoderms (Nr. 89, Chlornatrium). Bei starker Erweiterung der Gefäße kann das intraembryonale Cöloin bisweilen augenscheinlich vollständig reducirt werden (Nr. 3^{bis}, Taf. XIII, Fig. 43, Chlornatrium).

Recht verschiedenartige Anomalien bei der Entwicklung des Herzens sind schon von früheren Autoren beschrieben worden, wie jene Verlagerung des Herzens nach der rechten Seite und die verdrehte Lage seiner Theile (Inversion), die Ektopie des Herzens, seine Erweiterung, das Doppelherz, die Entwicklungshemmung des Herzens etc. Eine Erweiterung des Herzens bei Hydrops ist keine seltene Erscheinung (nach Verdünnung des Eiweißes). Das meiste Interesse bieten die Veränderungen in der Gestalt und Größe des Herzens: das Herz von geringer Größe (Nr. 229, Alkohol), die relative Verlängerung des Herzens bei Wachstumsstillstand des vorderen und hinteren Abschnitts des Keimes (Nr. 301, Gipsceмент), oder die relative Vergrößerung des Herzens bei unregelmäßiger Gestalt desselben (Nr. 170, Taf. XI, Fig. 21, Nikotin), endlich das Fehlen der Herzanlage bei einem dreitägigen Keime (Nr. 57, Taf. XII, Fig. 36 und Taf. X,

Fig. 8, Chlornatrium). Bisweilen führt die frühzeitige Erweiterung der Gefäße dazu, dass es unmöglich wird zu unterscheiden, welcher Theil des Gefäßsystems dem Herzen entspricht (Nr. 3^{bis}, Taf. XIII, Fig. 43, Chlornatrium).

Es wurde ein Nichtverwachsen beider Myokardhälften auf der Rückenseite beobachtet, wobei das Endokard vollständig ausgebildet war (Nr. 130, Jodkalium; Nr. 307, Taf. XVI, Fig. 62 C, Gipsceement). Eine Tendenz zur Ektopie des Herzens ist bei dem Keim Nr. 106 ausgedrückt (Taf. XIII, Fig. 44 C, Saccharum uvicum), indem hier das Hineinziehen des Herzens nach innen verzögert ist; bei dem Keim Nr. 107 (Taf. XIV, Fig. 45, Saccharum uvicum) liegt das Herz dagegen ganz auf der rechten Seite im extraembryonalen Cölom. Man könnte vermuthen, dass die Erweiterung der Gefäße in Verbindung mit der eigenartigen Gestalt der Nervenanlage eine Kompression der inneren Organe des Keimes und eine Ektopie des Herzens hervorgerufen hat.

Die häufigste Form von Ektopie ist diejenige der Verlagerung des Herzens vor den Keim, wie dies bei omphalocephalen und anderen Keimen beobachtet wird (bei Verdünnung und Verminderung des Eiweißes, Nr. 25; Nr. 115, Taf. X, Fig. 6, Taf. XII, Fig. 35 und Nr. 112, Taf. X, Fig. 9, Chlornatrium; Nr. 165, Taf. XI, Fig. 20 und Taf. XV, Fig. 56, Nikotin, wobei das Herz von einer Ektodermfalte durchsetzt wird; Nr. 278 und 55, Taf. XV, Fig. 59 A, Guanin; Nr. 151, Alkohol; Nr. 311, Taf. XI, Fig. 24 und Taf. XVI, Fig. 66 A, ungleichmäßige Erwärmung). Das Herz kann dabei bald die Gestalt eines gekrümmten Rohres, bald diejenige einer ganz anormalen unregelmäßigen Erweiterung haben und im extraembryonalen Cölom liegen, wodurch es die Erscheinung der Cölosomie darbietet. Eine zu derselben Kategorie gehörende Erscheinung zeigt uns das starke Versenken des Herzens in den Dotter bei Nr. 235 (Taf. XI, Fig. 28 C, bei Verminderung des Eiweißgehaltes). Die Verlagerung des Herzens nach vorn kann durch Wachstumsbedingungen des Keimes erklärt werden.

Erweist sich das Herz in Folge von Hydrops des Keimes im extraembryonalen Cölom, so kann, da die Gewebe der Blastodermis weniger empfindlich für die Wirkung der Lösungen sind, als der Keim selbst, bei eintretendem Stillstand im Wachsthum des vorderen Keimendes das Wachsthum der Scheibe noch fort dauern und das Herz nach sich ziehen, indem es dessen Ektopie hervorruft. Die weiter oben beschriebene Durchbohrung des Herzens durch eine Falte des Ektoderms läuft in Wirklichkeit wahrscheinlich auf eine Um-

wachung dieser Falte durch beide Herzhälften bei deren Verwachsung heraus.

Die am häufigsten beobachtete Anomalie des Gefäßsystems ist eine Erweiterung der Gefäße, welche ihrerseits wieder verschiedene Deformationen hervorruft. Diese Erweiterung kann bisweilen nur in der Area vasculosa auftreten, während die Gefäße im Keim überhaupt nicht entwickelt sein können (Nr. 397, Gipsceement). Eine Erweiterung der Gefäße in diesem oder jenem Theil des Keimes wurde unter der Einwirkung der verschiedenartigsten Bedingungen beobachtet (bei Verdünnung und Verminderung des Eiweißes, Nr. 197, 171 u. a. m.; Nr. 115, 37, 3, Chlornatrium; Nr. 133, 106, 107, Saccharum uvicum; Nr. 243, Bromlithium; Nr. 14, Nikotin; Nr. 3^{bis}, Gipsceement; Nr. 101, Chloralhydrat u. a. m.).

Die Erweiterung der Gefäße erstreckt sich gewöhnlich auf einige derselben, bisweilen jedoch nur auf die Gefäße eines bestimmten Bezirkes, z. B. des Kopfes (Nr. 14); diese Erweiterung hat bisweilen eine Verdrängung des Cöloms nach den Seiten und ein vollständiges Verschwinden der primären Leibeshöhle (Nr. 101) zur Folge; bisweilen ist das Cölom, wie wir gesehen haben, im Inneren des Keimes gar nicht mehr zu unterscheiden.

Was die Gründe betrifft, welche den Hydrops hervorrufen, so erscheint als hauptsächlichster unter denselben naturgemäß die Störung der osmotischen Bedingungen. So hat z. B. die Verdünnung des Eiweißes eine Ansammlung von Flüssigkeit nicht nur in den Gefäßen, sondern auch in anderen inneren Hohlräumen zur Folge. Diese Erscheinungen können der Verkleinerung der Segmentationshöhle bei den Eiern von *Physa* (nach MEISENHEIMER¹) und dem Verschwinden der kontraktilen Vacuolen bei den Süßwasserprotozoën, bei deren Versetzung in Salzwasser, d. h. bei Dichterwerden des Mediums (nach GRUBER, 1889, BUDGET u. A.) an die Seite gestellt werden.

Die Abnormitäten in Bezug auf Richtung und Lage der Gefäße können so bedeutend sein, dass es bisweilen unmöglich wird, die morphologische Bedeutung dieser letzteren zu bestimmen. Wir weisen auf die Substitution der vorderen Kardinalvenen durch zahlreiche kleine Gefäße bei der Wucherung der Nervenanlage unter der Einwirkung von Zuckertlösung hin (Nr. 106 und 107, Taf. XIII und XIV, Fig. 44 und 45); dieses Ersetzen kann man in eine Reihe stellen mit der

¹ MEISENHEIMER, Entwicklungsgeschichte von *Limax maximus*. Diese Zeitschrift. Bd. LXII. 1896.

Substitution der großen Venen der Area vasculosa durch dünne Kapillaren, wie sie von DARESTE (l. c. Taf. VII, Fig. 9) beschrieben worden ist.

Was die **Blutzellen** betrifft, so können die von DARESTE (l. c., p. 424) und KÄSTNER (l. c., p. 143) beschriebenen Erscheinungen auch bei Injektionen in das Eiweiß beobachtet werden. Ich glaube jedoch annehmen zu können, dass die Verminderung der Zahl von Blutzellen in Fällen von Erweiterung der Gefäße eine rein relative sein kann, und ausschließlich von der Erweiterung des betreffenden Gefäßlumens abhängig ist (bei Verdünnung des Eiweißes, bei Injektion von Jodkalium Nr. 130). In anderen Fällen haben wir es unzweifelhaft mit einer absoluten Verminderung der Anzahl von Blutzellen zu thun (Nr. 37 u. Nr. 3, Chlornatrium; Nr. 14, Nikotin u. a. m.), bisweilen sogar mit ihrem Fehlen im Keim selbst (Nr. 106, Saccharum uvicum; Nr. 150, Bromlithium) oder gar mit ihrer völligen Abwesenheit sowohl innerhalb des Keimes, als auch in der Area vasculosa (Nr. 57, Chlornatrium). Die Gründe dieser Erscheinung sind zum Theil von DARESTE klargelegt worden.

Zu erwähnen ist noch die Entwicklungshemmung (Nr. 229, Alkohol) und eben so die asymmetrische Entwicklung der **Wolff'schen Gänge** (Nr. 115, Chlornatrium; Nr. 106, Saccharum uvicum) in Verbindung mit der asymmetrischen Entwicklung des Keimes selbst, ferner die lokale Theilung und das Verschwinden des Lumens in den WOLFF'schen Gängen, in Folge Eindringens von Zellen der Wände in das Lumen (Nr. 14, Nikotin); diese Erscheinung zeigt eine Analogie mit der Theilung des Lumens im Nervenrohr, wie sie bei demselben Keim beobachtet wurde.

Wenn die vermehrte Ansammlung von Flüssigkeit in der Höhle der Linsenanlage eine Verdickung der Linsenwand verhindert, so kann man annehmen, dass auch das Hereinwachsen von Zellen in das Lumen eines Organs durch die Verminderung der Flüssigkeitsmenge im Lumen desselben hervorgerufen wird. Es wurde ferner eine Entwicklungshemmung der Nephridialröhren der einen Seite beobachtet (Nr. 229, Alkohol).

Die Anomalien der **Chorda** haben bis jetzt die Aufmerksamkeit der Forscher nur wenig auf sich gezogen, obgleich RABAUD (l. c. 1900) ein Umbiegen ihres hinteren Endes (cordentérie), welche auch von mir beobachtet wurde (Nr. 3, Taf. XIII, Fig. 43 G, Chlornatrium), beschrieben hat. Zu erwähnen ist die Entwicklungshemmung und das gänzliche Fehlen der Chorda. In gewissen Fällen kann dieses Fehlen

auch durch eventuelle Degeneration der Chorda in frühen Stadien erklärt werden (Nr. 38, Taf. XII, Fig. 33, Chlornatrium), bisweilen aber wird die Entwicklung der Chorda augenscheinlich im ersten Beginn deren Entstehung unterbrochen (Nr. 57, Taf. XII, Fig. 36, Chlornatrium und Nr. 272, Taf. XI, Fig. 27, Verminderung des Eiweißes). Bisweilen betrifft die Entwicklungshemmung nur das vordere Ende (Nr. 107, Saccharum uvicum), bisweilen auch nur das allerhinterste Ende der Chorda, so dass die Nervenanlage sich weiter nach hinten erstreckt, als das Ende der Chorda (Nr. 37, Chlornatrium, und Nr. 301, Gipsceмент).

Auch die Verlagerung gewisser Theile der Chorda wurde beobachtet (Nr. 229, Taf. XVI, Fig. 60, Alkohol; Nr. 107, Taf. XIII, Fig. 44 *D*, Saccharum uvicum), wobei einzelne Theile der Chorda sich losreißen und sich isolirt weiter entwickeln können (Nr. 106 u. Nr. 133, Saccharum uvicum). Alle diese Abweichungen bilden sich wahrscheinlich in Folge des Druckes, welchen die sich erweiternden Gefäße ausüben.

Die Umbiegung der Chorda unter einem Winkel von fast 90° (Nr. 37, Taf. XIII, Fig. 41 *B*, Chlornatrium und Nr. 302, Taf. XVI, Fig. 62, Gipsceмент) findet ihre Erklärung in dem Keim Nr. 350 (Taf. XVI, Fig. 68 *D*), welcher sich zwar ohne irgend welche Injektion entwickelt hatte, aber dennoch die gleiche Umbiegung der Chorda aufweist, welche durch den Zusammenhang des vorderen Chordaendes mit den Wandungen des Schlundes bedingt wird. Auf dieselbe Weise kann auch die Gestaltung des Pharynx in der Fig. 68 *E* sowie die Lostrennung von Zellen des vorderen Chordaendes und deren Übertritt in das Innere des Pharynx erklärt werden, wobei diese Zellen schon sehr früh die für Chordazellen charakteristische bläschenförmige Gestalt annehmen. Diese Gestalt ist, im Gegensatz zu dem, was wir in Betreff der Formveränderung der Entodermzellen sahen, in dem gegebenen Fall gewissermaßen eine ererbte Erscheinung.

Ich gehe nunmehr zu den Anomalien des Pharynx über.

Zur Beobachtung kam eine Verlagerung des Pharynx nach vorn, welche wahrscheinlich durch ungleichmäßiges Wachstum des Keimes hervorgerufen (Nr. 25, Verminderung des Eiweißes) und bisweilen von einer Asymmetrie der Gestalt des Pharynx begleitet wird (Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35 *B*, Chlornatrium). Diese Verlagerung steht in den gegebenen Fällen wahrscheinlich in Verbindung mit dem Entwicklungsstillstand im vorderen Ende des Nervenrohrs, in anderen Fällen kann sie dagegen mit der Erscheinung der Omphalocephalie in Verbindung

stehen. Die Erscheinungen der Verlagerungen des Pharynx sowohl, wie des Herzens nach vorn, haben wahrscheinlich gemeinsame Ursachen (p. 266).

Zu erwähnen ist die Veränderung in der Gestalt des Pharynx, welche bisweilen eine ganz unregelmäßige werden kann (Nr. 14, Taf. XV, Fig. 55 C, Nikotin; Nr. 133, Taf. XIV, Fig. 46, Saccharum uvicum; Nr. 155, Alkohol; Nr. 302, Taf. XVI, Fig. 62, Gipsceмент). Die Gestaltsveränderung des Pharynx ist oft begleitet von einer Erweiterung seines Lumens, welche bisweilen eine sehr beträchtliche sein kann (Nr. 304, Gipsceмент), sowie von einem Dünnerwerden seiner Wandungen.

Bisweilen hat der Pharynx die Gestalt eines Trichters mit blindgeschlossenem hinterem Ende (Nr. 55, Guanin + Chlornatrium), bisweilen ist er aber im Gegentheil vorn verschmälert (Nr. 302, Taf. XVI Fig. 62, Gipsceмент) und erweitert sich nach hinten zu.

In einem Fall (Nr. 165, Taf. XV, Fig. 56 C, Nikotin) war der trichterförmige Pharynx in Folge der Entwicklung einer vertikalen Ektodermfalte gleichsam in zwei Theile getheilt (Pharynx bipartitus).

Ich erwähne schließlich noch der bei der Entwicklung der **Kiemensäcke** und **-spalten** auftretenden Abweichungen. Es wurde eine asymmetrische Entwicklung dieser Theile (Nr. 106 und 107, Taf. XIII, Fig. 44 und Taf. XIV, Fig. 45, Sac. uvicum), ferner eine Verzögerung oder vielleicht gar völlige Unterdrückung ihres Entstehens (Nr. 115, Taf. XII, Fig. 35, Chlornatrium) beobachtet. Endlich sind wahrscheinlich auch die blinden, asymmetrisch liegenden Auswüchse am vorderen Abschnitt des Pharynx bei dem Keim Nr. 57 (Taf. XII, Fig. 36 A, Chlornatrium) als Kiemensäcke aufzufassen, welche sich in Folge des Wachstumsstillstandes im vorderen Keimabschnitt einander genähert haben; auch eine Wucherung und unregelmäßige Gestalt der Kiemensäcke wurde beobachtet (Nr. 107, Saccharum uvicum).

Ich werde hier nicht näher auf die anderen, im speciellen Theile meiner Arbeit beschriebenen partiellen Abweichungen eingehen (wie z. B. die Verzögerung oder gänzliche Unterdrückung der Bildung der übrigen Abschnitte des Darmes: Nr. 106, Saccharum uvicum; Nr. 14, Nikotin; — die asymmetrische Entwicklung der Lungen: Nr. 107, Saccharum uvicum u. a. m.; — die Wucherung der Mundhöhle: Nr. 107, Saccharum uvicum). Ich erwähne nur, dass wenn auch die Wucherung der Kiemenspalten der einen Seite bei Nr. 107 durch die Configuration des Keimes bedingt wird, wobei der Pharynx von der betreffenden Seite entfernt erscheint, die Wucherung der Mundbucht

vielmehr der stimulirenden Wirkung der Zuckerlösungen auf gewisse Produkte des Ektoderms zugeschrieben werden muss, wie wir sie in Bezug auf die Nervenanlage und die Sinnesorgane festgestellt haben.

Der Umstand, dass gleichzeitig mit der Wucherung der Nervenanlage und der Hörbläschen auch eine solche der Linsenanlage erfolgt, spricht indirekt für die längst ausgesprochene Ansicht, es sei die Linse selbst nichts Anderes wie die modificirte Anlage eines Sinnesorgans. Das Wuchern auch der Mundbucht dagegen, unter den gleichen Bedingungen, regt unwillkürlich zu der Frage an, ob nicht auch sie die Modifikation irgend einer Sinnesorgananlage vorstellt, und dies um so mehr, da der Vergleich des Mundes der Vertebraten mit einer Kiemenspalte auf bedeutende Schwierigkeiten stößt. Es mag bemerkt werden, dass die erste Anlage der Mundbucht bisweilen in Gestalt eines verdickten Ektodermbezirks auftritt, welcher an die Anlage eines Sinnesorgans oder einer Placode erinnert (z. B. bei *Petromyzon* nach DOHRN und KOLZOW¹).

Auf jeden Fall bieten uns Injektionen in das Eiweiß ein sicheres Mittel zur Erzielung von Abweichungen, welche bisweilen schon aus dem Grunde von Interesse sind, weil sie auf normale Prozesse ein Licht werfen, und ein Verständnis derselben ermöglichen.

Es möge hier darauf hingewiesen werden, dass trotz der recht mannigfaltigen Abweichungen, welche bei den Veränderungen in der Zusammensetzung desjenigen Mediums, in welchem die Entwicklung vor sich geht, erhalten wurden, weder bei dem Hühnchen noch bei den Cephalopoden jemals Doppelmisbildungen beobachtet worden sind; die Ursachen der Entstehung solcher Misbildungen tragen bei der Mehrzahl der Fälle einen rein physikalischen Charakter.

St. Petersburg, 7. April 1902.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

<i>AF</i> , äußeres Feld der Primitivrinne;	<i>Bp</i> , Anlage der Lungen;
<i>Am</i> , Amnion;	<i>C</i> , Herz;
<i>Am₁-Am₇</i> , supplementäre Amnionfalten;	<i>C₂</i> , Bereich der Herzkammer;
<i>Ao</i> , Aorta und Aortabogen;	<i>C₃</i> , Bereich des Vorhofs;
<i>Aom</i> , Arteria omphalo-mesenterica;	<i>CA</i> , vordere Sichel oder »croissant antérieur« DUVAL'S;
<i>Bl</i> , Blastoporus;	

¹ N. KOLZOW, Entwicklung des Kopfes bei *Petromyzon*. Moskau 1901. Russisch.) Vgl. seine Taf. V, Fig. 27a u. 27b.

- Cam*, Amnionhöhle;
Cent, entodermales Kanälchen, welches auf die Oberfläche des Keimes ausmündet;
CC, Ductus Cuvieri;
Ch, Chorda;
Chz, Zellen, welche sich im Bereich des Pharynx von dem vorderen Ende der Chorda loslösen;
Cm, Nervenanlage (auch *MC*);
Cms, Höhle im Mesoderm, deren Bedeutung unbekannt ist;
Co, Chorion;
Cr, Linse oder sekundäre Augenblase;
CW, WOLFF'scher Gang;
Dec, Deckschicht des Ektoderms;
Dtm, Dottermembran;
Eam, ektodermale Amnionnaht;
Ect, Ektoderm;
Ect.n, *Ect.n₁*, *Ect.n₂*, Zusammenhang der Nervenanlage mit dem Ektoderm;
Ent, Entoderm;
fb, Kiemensäcke und -spalten;
fb₃ und *fb₄*, dritte und vierte Spalte;
fe, Hautfaserblatt des Mesoderms;
f_i, Darmfaserblatt des Mesoderms;
FB, Mundbucht;
Gn, Anlage der Ganglien oder der Ganglienleiste;
IA, Vorderdarm;
IF, inneres Feld der Primitivrinne;
In, Darm;
LM, Medullarplatte;
MA, vordere Extremitäten;
MAV, erweitertes Gefäß an der Basis der vorderen Extremitäten;
MC₁, *MC₂*, *MC₃*, Abschnitte der Nervenanlage (bei deren künstlichen Teilung);
MCV, der Degeneration verfallene Wandung des Nervenrohrs;
MP, hintere Extremitäten;
MPV, erweitertes Gefäß an der Basis der hinteren Extremitäten;
Msd, Mesoderm u. dessen Anhäufungen;
n (*n₁*, *n₂*, *n₃*), Fortsätze der Nervenanlage;
Ph, Pharynx;
PP, Cölom;
pp, Primitivrinne;
PPE, extraembryonales Cölom;
PPI, intraembryonales Cölom;
Pr, Pericardialhöhle;
Pv, Somiten;
RC, Schwanzanschwellung des Nervenrohrs (Renflement caudal);
RE, Ektodermfalte, welche den vorderen Abschnitt des Keimes von der Scheibe trennt;
Rect, Falten, Wülste und Verdickungen des Ektoderms, von verschiedener Bedeutung;
Rent, Entodermfalten von verschiedener Bedeutung;
Rn, Falten der Nervenanlage;
Sg, Anhäufung von Blutzellen;
V₁, *V₂*, *V₃*, primäre Hirnblasen;
V u. *v*, Gefäße;
VA, Hörbläschen;
VCA, Venae cardinales anteriores;
VCP, Venae cardinales posteriores;
VO, primäre Augenblase;
W, Anlage des WOLFF'schen Körpers;
X, Bildung, deren Bedeutung unbekannt ist;
Z, Blastodermbezirk hinter dem Keim, welcher des Mesoderms entbehrt.

Die Mehrzahl der Figuren sind mit dem ZEISS'schen System 3/a*, oder mit den stärkeren Systemen 1/B und 3/B gezeichnet worden. Die Umrisse wurden mit Hilfe des ABBE'schen Zeichenapparates ausgeführt.

Tafel X.

Fig. 1. Fünftägiger Keim (Nr. 43), in einem Ei entwickelt, in welches vor der Bebrütung 0,5 ccm Wasser eingeführt worden waren. Die rechte Augenblase (*VO*) ist in die Länge gezogen, die linke dagegen degeneriert.

Fig. 2. Viertägiger Keim (Nr. 282), in einem Ei entwickelt, aus welchem 1,5 ccm Eiweiß entfernt worden war.

Fig. 3. Schema der Anordnung der Amnionhöhlen auf der Blastoderm-scheibe des Keimes Nr. 102, welcher sich 7 Tage in einem Ei nach Einführung von 1 ccm 10/0iger Kochsalzlösung entwickelt hatte. Die punktierten Linien bezeichnen die freien Ränder der Amnionfalten, welche die Umrisse der Öffnungen in der Wand des Amnions bilden. Die Querlinien bezeichnen die Richtung der in Fig. 29, Taf. XI abgebildeten Querschnitte.

Fig. 4. Stark deformirter viertägiger Keim (Nr. 61), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 10/0iger Kochsalzlösung.

Fig. 5. 3½ tägiger Keim (Nr. 38), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 10/0iger Kochsalzlösung. Die Area pellucida ist vorn zerrissen.

Fig. 6. Viertägiger Keim (Nr. 115), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 10/0iger Kochsalzlösung.

Fig. 7. Gürtelförmige Blastoderm-scheibe (Nr. 90), entwickelt in 4 Tagen nach Einführung von 1 ccm 12,50/0iger Kochsalzlösung.

Fig. 8. Dreitägiger Keim (Nr. 57), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 12,50/0iger Kochsalzlösung.

Fig. 9. Viertägiger Keim (Nr. 112), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 12,50/0iger Kochsalzlösung.

Fig. 10. Viertägiger Keim (Nr. 35), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 250/0iger Kochsalzlösung.

Fig. 11. Dreitägiger Keim (Nr. 3), entwickelt nach Einführung von 330/0iger Kochsalzlösung.

Fig. 12. 3½ tägiger Keim (Nr. 132), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 250/0iger Lösung von Saccharum uvicum.

Fig. 13. Viertägiger Keim (Nr. 106), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 250/0iger Lösung von Saccharum uvicum.

Fig. 14. Viertägiger Keim (Nr. 106), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 250/0iger Lösung von Saccharum uvicum.

Fig. 15. Sechstägiger Keim (Nr. 133), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 250/0iger Lösung von Saccharum uvicum.

Fig. 16. Dreitägiger Keim (Nr. 130), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 200/0iger Lösung von Saccharum uvicum.

Fig. 17. Fast viertägiger Keim (Nr. 210), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 50/0iger Lösung von Bromnatrium. Die Area pellucida ist rechts zerrissen.

Tafel XI.

Fig. 18. Dreitägiger Keim (Nr. 131), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 200/0iger Lösung von Jodkalium.

Fig. 19. Dreitägiger Keim (Nr. 14), entwickelt nach Einführung eines halben Tropfen Nikotin.

Fig. 20. 3½ tägiger Keim (Nr. 165), entwickelt nach Einführung von 1/3 Tropfen Nikotin.

Fig. 21. 3½ tägiger Keim (Nr. 170), entwickelt nach Einführung von 1/3 Tropfen Nikotin.

Fig. 22. Dreitägiger Keim (Nr. 151), entwickelt nach Einführung von 1 ccm 400/0igen Alkohols.

Fig. 23. 3½ tägiger Keim (Nr. 3 bis), entwickelt nach Einführung von einem Tropfen Gipsceement (Wasserglas mit Gips).

Fig. 24. Dreitägiger Keim (Nr. 311), entwickelt nach ungleichmäßiger Erwärmung des Eies (Verkleben des Eies mit heißem Kanadabalsam).

Fig. 25. 2 $\frac{1}{2}$ tägiger Keim (Nr. 55), entwickelt nach Einführung von 1 cem konzentrierter Guaninlösung in 0,75% Kochsalzlösung.

Fig. 26. Querschnitte durch einen 3 $\frac{1}{2}$ tägigen Keim (Nr. 25 bis), entwickelt nach Entnahme von 1,5 cem Eiweiß aus dem Ei. *A*, im Bereich des Herzens; *B*, im mittleren Rumpfabschnitt.

Fig. 27. Querschnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 282, Taf. X, Fig. 2), entwickelt nach Entnahme von 1,5 cem Eiweiß aus dem Ei. *A*, durch den vorderen, *B*, durch den mittleren, *C*, durch den hinteren Abschnitt; *D*, im Bereich des Blastoporus.

Fig. 28. Querschnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 235), entwickelt nach Entnahme von 1,5 cem Eiweiß aus dem Ei. *A*, im vorderen, *B*, im hinteren Abschnitt des Kopfes; *C*, im Bereich des Herzens.

Fig. 29. Vier Schnitte durch eine siebentägige Blastodermis, entwickelt nach Einführung von 1 cem 1%iger Kochsalzlösung. Die Richtung der Schnittführung ist auf dem Schema Taf. X, Fig. 3 angegeben.

Fig. 30. Schnitt durch eine viertägige gürtelförmige Blastodermis, entwickelt nach Einführung von 1 cem 12,5%iger Kochsalzlösung (siehe Taf. X, Fig. 7).

Fig. 31. Etwas schräg gerichtete Längsschnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 88), entwickelt nach Einführung von 1 cem 1%iger Kochsalzlösung. Der Schnitt *A* hat den Seitenthil des Kopfes mit getroffen, *B*, den mittleren Theil desselben.

Tafel XII.

Fig. 32. Schnitte durch eine dreitägige gürtelförmige Blastodermis (Nr. 105), entwickelt nach Einführung von 1 cem 1%iger Kochsalzlösung. *A*, Schnitt durch den gesammten Gürtel; *B*, Entodermblase; *C*, äußerer Scheibenrand bei stärkerer Vergrößerung.

Fig. 33. Schnitte durch einen 3 $\frac{1}{2}$ tägigen Keim, entwickelt nach Einführung von 1 cem 1%iger Kochsalzlösung (siehe Taf. X, Fig. 5). *A*, Querschnitt durch den vorderen Kopfabschnitt; *B*, Schnitt durch den Rand der Amnionfalte bei stärkerer Vergrößerung; *C*, Querschnitt durch den hinteren Keimabschnitt; *D*, Querschnitt hinter dem Keim.

Fig. 34. Längsschnitt durch einen dreitägigen Keim, entwickelt nach Einführung von 1 cem 25%iger Kochsalzlösung.

Fig. 35. Querschnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 115), entwickelt nach Einführung von 1 cem 1%iger Kochsalzlösung. *A*, *B* u. *C*, Schnitte durch den vorderen Abschnitt des Keimes; *D*, durch den mittleren Abschnitt des Keimes; *E*, *F* u. *G*, durch den hinteren Abschnitt des Keimes (bei starker Vergrößerung).

Fig. 36. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 57), entwickelt nach Einführung von 1 cem 12,5%iger Kochsalzlösung (siehe Taf. X, Fig. 8). *A* u. *B*, Schnitte durch den vorderen Abschnitt des Keimes; *C* u. *D*, durch den mittleren, *E*, durch den hinteren Abschnitt des Keimes; *F*, durch den Blastoporus.

Fig. 37 *A*. Querschnitt durch die vordere Amnionhöhle eines viertägigen Keimes (Nr. 112), entwickelt nach Einführung von 1 cem 12,5%iger Kochsalzlösung (siehe Taf. X, Fig. 9).

Fig. 37 *B*. Ektodermzellen aus der Wandung der Amnionhöhle, in Theilung begriffen.

Tafel XIII.

Fig. 38. Viertägige Blastodermscheibe, entwickelt nach Einführung von 1 cem 12,5 $\frac{0}{0}$ iger Kochsalzlösung. *A*, Schnitt durch die gesammte Scheibe; *B*, ein Theil der Scheibe bei stärkerer Vergrößerung.

Fig. 39*A*. Längsschnitt durch einen viertägigen Keim (Nr. 35), entwickelt nach Einführung von 1 cem 25 $\frac{0}{0}$ iger Kochsalzlösung.

Fig. 39*B*. Schnitt durch den Rand der Blastodermscheibe desselben Keimes.

Fig. 40. Schnitt durch eine 3 $\frac{1}{2}$ tägige Blastodermscheibe, entwickelt nach Einführung von 1 cem 33 $\frac{0}{0}$ iger Kochsalzlösung.

Fig. 41. Querschnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 37), entwickelt nach Einführung von 1 cem 33 $\frac{0}{0}$ iger Kochsalzlösung. *A*, durch den vorderen Abschnitt des Kopfes; *B*, in der Nackenregion.

Fig. 42. Querschnitt durch einen dreitägigen Keim (Nr. 301), entwickelt nach Einführung eines Tropfens Gipsceement (im Bereich des Herzens).

Fig. 43. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 3), entwickelt nach Einführung von 1 cem 33 $\frac{0}{0}$ iger Kochsalzlösung (siehe Taf. X, Fig. 11). *A*, Schnitt durch die vor dem Keim gelegene Vertiefung; *B*, *C*, *D*, durch den vorderen prä-chordalen Keimabschnitt; *E*, *F*, *G*, durch den hinteren Theil des Keimes; *H*, durch den Rand der Blastodermscheibe.

Fig. 44. Querschnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 106), entwickelt nach Einführung von 1 cem 25 $\frac{0}{0}$ iger Lösung von Saccharum uvicum (vgl. Taf. X, Fig. 13). *A*, durch den vorderen Kopfabschnitt, *B*, durch den hinteren Theil desselben, *C*, in Bereich der vorderen Extremitäten.

Tafel XIV.

Fig. 44*D* u. *E*. Weitere Querschnitte durch den viertägigen Keim Nr. 106 vgl. Fig. 44, Taf. XIII). *D*, durch das hintere Ende des Keimes; *E*, etwas mehr nach vorn als *D*.

Fig. 45. Querschnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 107), entwickelt nach Einführung von 1 cem 25 $\frac{0}{0}$ iger Lösung von Saccharum uvicum (vgl. Taf. X, Fig. 14). *A* u. *B*, durch den vorderen Kopfabschnitt; *C* u. *D*, durch die Nackenregion; *E*, im Niveau des Entstehungsortes der Lungen; *F*, durch den hinteren Abschnitt des Nervenrohrs.

Fig. 46. Querschnitte durch einen sechstägigen Keim (Nr. 133), entwickelt nach Einführung von 1 cem 25 $\frac{0}{0}$ iger Lösung von Saccharum uvicum (vgl. Taf. X, Fig. 15). *A*, *B*, *C*, im Bereich des Kopfes; *D* u. *E*, im Bereich des Herzens; *F*, im Bereich der vorderen Extremitäten.

Fig. 47. Reihe von Querschnitten durch das Dach der Amnionhöhle eines 4 $\frac{1}{2}$ tägigen Keimes (Nr. 266), entwickelt nach Einführung von 1 cem 20 $\frac{0}{0}$ iger Jodkaliumlösung.

Fig. 48. Querschnitte durch den vorderen und hinteren Theil eines dreitägigen Keimes (Nr. 130), entwickelt nach Einführung von 1 cem 20 $\frac{0}{0}$ iger Jodkaliumlösung.

Fig. 49. Zwei Querschnitte durch das Nervenrohr eines zweitägigen Keimes (Nr. 35), entwickelt nach Einführung von 1 cem 25 $\frac{0}{0}$ iger Lösung von Manganum sulfuricum. *A*, im Gebiete der Hörblase; *B*, durch den vorderen Abschnitt des Rückenmarks.

Tafel XV.

Fig. 50. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 131), entwickelt nach Einführung von 1 cem 20%iger Jodkaliumlösung (vgl. Taf. XI, Fig. 18). *A*, durch den Blastoporus; *B* u. *C*, durch den mittleren Abschnitt des Keimes; *D* u. *E*, durch den vorderen Abschnitt des Keimes.

Fig. 51. Schnitt durch den Rand der Amnionfalte eines viertägigen Keimes, entwickelt nach Einführung von 1 cem 5%igen Bromnatriums (vgl. Taf. X, Fig. 17).

Fig. 52. Schnitt durch die Blastodermis eines zweitägigen Keimes (Nr. 65), entwickelt nach Einführung von 1 cem 6%iger Lösung von Chromlithium.

Fig. 53. Schnitte durch einen viertägigen Keim (Nr. 243), wobei am Ende des zweiten Tages der Bebrütung 1 cem 3%iger Lösung von Bromlithium in das Ei eingeführt wurden. *A*, Querschnitt durch den vorderen Abschnitt des Rumpfes, da, wo die Verdickung der Amnionnaht an den Rücken des Keimes angewachsen ist. *B*, Querschnitt durch die Amnionnaht bei stärkerer Vergrößerung (hinter dem vorhergehenden). *C*, Querschnitt durch den hinteren Abschnitt des Rumpfes, da, wo die Amnionnaht in den Rückentheil des Keimes hineinwächst. *D*, Querschnitt durch die Stelle des Hereinwachsens der Amnionnaht in das Innere des Keimes bei stärkerer Vergrößerung. *E*, Amnionnaht hinter dem Keim, im Querschnitt.

Fig. 54. Theil des Randwulstes eines zweitägigen Keimes (Nr. 243), entwickelt nach Einführung von 1 cem 3%iger Lösung von Bromlithium. Ektoderm und Hautfaserblatt sind nicht abgebildet.

Fig. 55. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 14), entwickelt nach Einführung eines halben Tropfens Nikotin (vgl. Taf. XI, Fig. 19). *A* u. *B* durch den vorderen Abschnitt des Kopfes; *C*, im Bereich der Hörbläschen; *D* u. *E*, durch das hintere Ende des Nervenrohrs.

Fig. 56. Querschnitte durch einen 3½-tägigen Keim (Nr. 165), entwickelt nach Einführung von 1/3 Tropfen Nikotin (vgl. Taf. XI, Fig. 20). *A*, vor dem Keim; *B* u. *C*, durch den vorderen Abschnitt des Kopfes; *D*, durch den hinteren Abschnitt des Kopfes.

Fig. 57. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 151), entwickelt nach Einführung von 1 cem 40%igen Alkohols (vgl. Taf. XI, Fig. 22). *A*, im Bereich des Herzens; *B* u. *C*, im hinteren Theil des Keimes.

Fig. 58. Querschnitt durch einen dreitägigen Keim (Nr. 101), entwickelt nach Einführung von 1 cem 0,5%iger Lösung von Chlorhydrat.

Fig. 59. Querschnitte durch einen 2½-tägigen Keim (Nr. 55), entwickelt nach Einführung von 1 cem konzentrierter Guaninlösung in 0,75%iger Kochsalzlösung (vgl. Taf. XI, Fig. 25). *A*, vor dem Keim (im Bereich des nach vorn verlagerten Herzens); *B*, im Bereich des Kopfes; *D*, im vorderen Abschnitt des Rumpfes.

Tafel XVI.

Fig. 59 *C*. Querschnitt durch den Keim Nr. 101 (vgl. Fig. 59, Taf. XV) im Bereich des Kopfes (weiter nach hinten als Fig. 59 *B*, Taf. XV).

Fig. 60. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 229), entwickelt nach Einführung von 1 cem 40%igen Alkohols. *A*, im Bereich des Herzens; *B* u. *C*, im hinteren Abschnitt des Keimes.

Fig. 61. Querschnitte durch einen 3½-tägigen Keim (Nr. 3 bis), entwickelt

nach Einführung eines Tropfens Gipsceмент (vgl. Taf. XI, Fig. 23). *A* u. *B*, im vorderen Abschnitt des Rumpfes; *C*, im mittleren Abschnitt des Rumpfes.

Fig. 62. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim, entwickelt nach Einführung eines Tropfens Gipsceмент. *A*, *B* u. *C*, durch drei verschiedene Stellen des Kopfes.

Fig. 63. Elemente einer dreitägigen Blastodermscheibe, entwickelt nach Einführung eines halben Tropfens Nikotin.

Fig. 64 *A*. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 299), entwickelt nach Einführung eines Tropfens Gipsceмент (vor dem Keim).

Fig. 64 *B*. Querschnitt durch einen 3 $\frac{1}{2}$ tägigen Keim (Nr. 13), entwickelt nach Einführung eines Tropfens Gipsceмент.

Fig. 65. Querschnitt durch einen dreitägigen Keim, entwickelt nach Einführung eines Tropfens Gipsceмент.

Fig. 66. Querschnitte durch einen dreitägigen Keim (Nr. 311), entwickelt bei ungleichmäßiger Erwärmung (vgl. Taf. XI, Fig. 24). *A*, vor dem Keim (im Bereich des nach vorn verlagerten Herzens). *B*, *C* u. *D*, durch den Kopf.

Fig. 67. Schema für die Anordnung der Organe des vorhergehenden Keimes (Nr. 311), im Längsschnitt.

Fig. 68. Querschnitte durch einen unter normalen Bedingungen (im Thermostat) entwickelten Keim (Nr. 350). *A*, *B* u. *C*, durch den vorderen Kopfabschnitt; *D*, durch die Nackenregion; *E*, *F*, im Bereich des Herzens.

Fig. 69 *A* u. *B*. Blutzellen eines sechstägigen Keimes (Nr. 133), entwickelt nach Einführung von 1 cem 25 $\frac{0}{0}$ iger Lösung von Saccharum uvicum, in verschiedenen Stadien der Anschwellung.





































