läufiger Drehung unter dem Einfluss der Schwere sich bewegt. Da also für *Rana fusca* sowohl die Abwärts-, als auch die Aufwärts-Bewegung des Urmundes sich direkt aus der im Innern des Eies stattfindenden Massenverschiebung erklärt, so besteht nicht der geringste Grund, hier ein Ueberwachsen der weißen Hemisphäre von seiten des Urmundes anzunehmen, und ich schließe mich den frühern Beobachtern z. B. Götte, O. Hertwig u. a. hierin völlig an.

Die Beobachtung der beiden Drehungen der Gastrula geschah an zahlreichen normal entwickelten Eiern, die teils in von allen Seiten zugänglichen Zylindergläsern, teils in Uhrgläsern auf einem Spiegel bei völligem Ausschluss künstlicher Verlagerungen aufgestellt und bestimmt orientiert waren. Genauere Angaben, die mir über die Bewegung mit Aufzeichnung der Wassertemperatur in meinen Notizen vorliegen, gebe ich später. Der „Senkungsbogen" der dorsalen Lippe beträgt circa 80°, da der Urmund unter dem Aequator angelegt wird und nicht (im Gegensatz zu *Bombinator*) über die tiefste Stelle des Eies hinausrückt, der „Hebungsbogen" ist gleich 90°. (In meiner Tafel sind die typischen Endstadien der beiden Drehungen nicht abgebildet.)

Die Eiaxe entspricht also in ihrer Richtung vom dunklen zum hellen Pol der dorsoventralen Axe des Embryos, und der Frosch macht in der Lagerungsbeziehung dieser Axe zum unbefruchteten Ei keine Ausnahme unter allen telolecithalen Wirbeltiereiern. Vom Augenblicke der Schiefstellung des Eies nach der Befruchtung an ist, da der höchst gelegene Punkt des hellen Eiabschnittes die Lage des Urmundes und zugleich die des spätern Schwanzes angibt, auch die Längsaxe gegeben; sie ist die von letzterer Stelle ausgehende, auf die Queraxe gefällte Senkrechte.

Ueber neuere Methoden auf dem Gebiete der experimentellen Embryologie.

Abgekürzter Abdruck eines in der ersten Versammlung der Anatomischen Gesellschaft zu Leipzig am 15. April 1887 gehaltenen Vortrags[1]).

Von Prof. Dr. **Leo Gerlach.**

Wenn die Darwin'sche Entwicklungstheorie die langsam im Laufe großer Zeiträume sich vollziehenden Formveränderungen der einzelnen Tierspecies durch Anpassung an veränderte, äußere Lebensverhältnisse zustande kommen lässt, so vindiziert sie damit den erteren einen gewissen Grad von Akkommodationsfähigkeit an ihre jeweilige Umgebung. Legt man sich nun die Frage vor, ob das Alter eines Tieres die Stärke seines Anpassungsvermögens beeinflusst, d. h. ob sich dasselbe in den verschiedenen Altersstufen eines Individuums gleich bleibt, oder ob es wechselt, so wird man naturgemäß zu dem

1) Der vollständige Abdruck befindet sich in „Anatomischer Anzeiger", 2. Jahrg. (1887) Nr. 18 u. 19.

Schlusse gelangen, dass jüngere Individuen eine stärkere Adaptierungskraft, wenn ich so sagen darf, besitzen, als ältere. In noch höherem Maße wird das Anpassungsvermögen der embryonalen Epoche zukommen, und zwar wird es um so ausgesprochener sein müssen, je jünger die Embryonen sind, je weniger weit sie in den ausgetretenen Bahnen ihrer phylogenetischen Entwicklung vorangeschritten sind. Ein jüngerer Embryo ist sowohl inbezug auf seine allgemeine Körperform, als auch hinsichtlich seiner Organanlagen plastischer, es ist ihm noch nicht das starre, unnachgiebige Gepräge aufgedrückt, das wir bei dem ausgebildeten Tiere finden. Darum werden Aenderungen der normalen Entwicklungsbedingungen, denen sich der Embryo akkomodieren muss, auf dessen Formbeschaffenheit einen mehr oder weniger tief greifenden und nachhaltigen Einfluss ausüben können.

Aus diesen Erwägungen geht hervor, dass man um so eher darauf rechnen könnte, bei einer Tierspecies binnen absehbarer Zeit eine merkliche Variation herbeizuführen, je vollständiger es gelingen würde, bei einer Reihe sich folgender Generationen die Embryonalentwicklung durch eine, sich stets gleich bleibende, äußere Einwirkung nach einer bestimmten Richtung hin zu modifizieren. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürfte ein derartiges Vorgehen — natürlich unter der Voraussetzung, dass es durchführbar sei — die von den Tierzüchtern gewonnenen Resultate bedeutend überholen, da diese nur allein durch zweckmäßig getroffene Zuchtwahl neu erworbene Eigentümlichkeiten bei einer Tierspecies zu fixieren und weiter auszubilden bestrebt sind.

Es mag auffallend erscheinen, weshalb der naheliegende Gedankengang, den wir soeben gestreift haben, nicht schon in den sechziger Jahren, als die Wogen des Streites für und wider Darwin noch hoch gingen, zu experimentell-embryologischen Untersuchungen Veranlassung gegeben hat, deren Resultate in dem einen oder andern Sinne sich hätten verwerten lassen. Die Ursache, warum in jener Zeit solche Versuche nicht angestellt wurden, suche ich weniger in den durch die lange Zeitdauer, über welche sich dieselben erstrecken mussten, gesetzten Schwierigkeiten, als hauptsächlich darin, dass einerseits die nötigen technischen Hilfsmittel nicht zu gebote standen, anderseits aber auch die embryologischen Prozesse selbst bei den einzelnen Tierklassen, insbesondere im Reiche der Vertebraten, noch nicht genügend aufgeklärt waren.

Da wir nun heutzutage durch die weitgehenden Errungenschaften der embryologischen Forschung, sowie durch die enormen Verbesserungen auf dem Gebiete der Technik in einer viel günstigeren Lage uns befinden, als vor mehr denn zwanzig Jahren, so dürfte es sich lohnen, die Frage aufs neue zu prüfen, ob wir zur Zeit genügend ausgerüstet und vorbereitet sind, um mit Aussicht auf Erfolg den Versuch wagen zu können, mit Hilfe der experimentellen Embryologie die Mutabilität der Tierspecies im Sinne der Entwicklungslehre zu

beweisen. Die Lösung dieser Aufgabe darf als eines der hauptsächlichsten Endziele bezeichnet werden, welche der genannten wissenschaftlichen Disziplin gesteckt sind.

Für eine Diskussion über die angeregte Frage werden vor allem drei Momente in betracht kommen. Erstens die Zugänglichkeit der Embryonen, zweitens eine ausreichende Kenntnis über die Einwirkung und die Applikationsweise solcher äußerer Agentien, welche die Gestaltung eines Embryo nach bestimmten Richtungen hin beeinflussen, ohne dass sie seine Lebensfähigkeit, Ausreifung und Fortpflanzungsvermögen gefährden, und schließlich drittens die Möglichkeit einer Fortzüchtung der Versuchstiere.

In betreff der Zugänglichkeit ihrer Embryonen verhalten sich die einzelnen Klassen der Wirbeltiere, auf welche allein sich diese Erörterungen beziehen sollen, höchst verschieden. Es liegt auf der Hand, dass bei den Säugetieren, deren Embryonalentwicklung im Innern des mütterlichen Organismus vor sich geht, die Verhältnisse am schwierigsten liegen müssen. Bei ihnen wird es aller Voraussicht nach wohl niemals gelingen, bis zum Embryo operativ vorzudringen, ohne dass dieser Eingriff den Tod der Frucht nach sich zöge. Wir können daher hier von den Säugern gänzlich absehen. Viel günstiger gestaltet sich die Sache bei den Vögeln, da wir bei ihnen näher an den Embryo heran gelangen können. Zwar ist er unsern Blicken, sowie direkten Einwirkungen durch die undurchsichtige Kalkschale und die Schalenhaut entzogen; jedoch lassen sich diese Uebelstände, soweit es für unsere Zwecke nötig ist, durch ein Verfahren völlig eliminieren, welches später noch eingehender geschildert werden soll. Weitaus am zugänglichsten für äußere Einwirkungen sind die Embryonen der Eier legenden Amphibien und Fische. Wohl sind auch hier in der ersten Entwicklungszeit die Eier von zarten, durchsichtigen Hüllen umgeben; doch können dieselben ein Vordringen bis zum embryonalen Körper nicht verhindern.

Ich komme nun auf diejenigen äußeren Agentien zu sprechen, unter deren Einfluss die Formation des Embryo sich anders gestaltet als unter normalen Verhältnissen. Solche Störungen der gesetzmäßigen Entwicklung können durch verschiedene Momente bedingt werden. Es lassen sich hier mechanische, thermische und chemische Einwirkungen unterscheiden; diese können teils lokal angewendet, d. h. auf einzelne embryonale Teile oder Regionen appliziert werden, teils können sie auch so angeordnet werden, dass sie allgemeinere, den gesamten Embryonalkörper betreffende Formveränderungen hervorbringen können. Auch die Elektrizität und den Magnetismus hat man schon in Anwendung gezogen, wenn auch ohne nennenswerten Erfolg. Es würde mich an dieser Stelle zu weit führen, wollte ich unsere Erfahrungen über die Wirkungsweise aller dieser Agentien in extenso schildern, zumal sich mir noch später Gelegenheit bieten

wird, manches hierher Gehörige nachzutragen. So viel sei nur bemerkt, dass unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht immer noch verhältnismäßig spärliche sind. Am meisten noch sind bei den Vögeln die Folgeerscheinungen bekannt, welche eine Variation in der Wärmezufuhr, eine mechanische Insultierung durch Erschütterungen, Drücken, Quetschen oder direkte Verletzung, sowie eine Behinderung in der Respiration durch Verminderung des Luft- resp. Sauerstoffzutrittes für den Embryo nach sich zieht. Leider haben viele dieser Untersuchungen sich nicht sehr gleichmäßiger Ergebnisse zu erfreuen, woran zu einem großen Teile die noch nicht genügend vervollkommnete Methodik die Schuld trägt. Für die Amphibien und Fische lagen bis in die neuere Zeit nur sehr vereinzelt analoge Beobachtungen vor. Seit einigen Jahren jedoch hat sich erfreulicherweise das Interesse auch diesem Forschungsgebiete mehr zugewendet. So hat im Jahre 1883 Rauber eine sehr dankenswerte Untersuchung ausgeführt über den Einfluss der Temperatur des atmosphärischen Druckes und verschiedener chemischer Stoffe auf die Entwicklung von Froscheiern[1]). Von den Ergebnissen derselben will ich hier nur einiges wenige hervorheben.

Nach den Mitteilungen Rauber's zeigten Embryonen, welche sechs Tage lang unter dem Ueberdruck von einer Atmosphäre gehalten wurden, eine kurze, gedrungene Gestalt, wodurch sie sich von normal entwickelten Formen wesentlich unterschieden. Leider scheinen sich solche Embryonen auf die Dauer nicht am Leben erhalten zu lassen. Ein weiterer bemerkenswerter Fund Rauber's besteht darin, dass bei Ueberschuss von Sauerstoff die Kiemen der Froschlarven eine nur rudimentäre Ausbildung erlangen, was als ein Zeichen großer Akkommodationsfähigkeit zu betrachten ist. In die gleiche Zeit wie die Arbeit Rauber's fallen die bekannten Forschungen von Pflüger, Born, Roux, der Gebrüder Hertwig über den Einfluss der Schwere auf die Furchung des Froscheies; desgleichen hat Rauber Schwerkraftversuche an Forellen angestellt[2]). Schließlich sind auch die Folgen einer Druckwirkung oder direkten Verletzung bei Eiern oder jungen Embryonen von Fröschen durch Roux studiert worden[3]).

Allein trotz dieser Zunahme einschlägiger Untersuchungen ist auf dem in Rede stehenden Gebiet noch gar manche Lücke in unseren Kenntnissen auszufüllen. Es sei mir gestattet, hier in Kürze auf die wesentlichsten unserer diesbezüglichen Desiderate hinzuweisen.

In erster Linie scheint mir auf eine möglichste Vervollkommnung unserer Methoden hingearbeitet werden zu müssen, damit uns diese

1) Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig, Jahrg. 10, 1883, S. 55.

2) Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig, Jahrg. 11, 1884, S. 9.

3) W. Roux, Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Zeitschrift für Biologie, Bd. XXI. N. F. III, 1885.

in den Stand setzen, die Schädlichkeiten der experimentellen Eingriffe so herabzusetzen, dass die Embryonen in ihrer Existenz nicht bedroht werden; diese sollen ja grade am Leben bleiben, damit sie, den ungewohnten Verhältnissen sich anpassend, eine entsprechende Veränderung in ihrer Organisation erleiden und diese schließlich auf ihre Nachkommen übertragen. Hiermit ist zugleich ausgesprochen, dass die Stärke der anzuwendenden Agentien so herabgemindert werden muss, dass unter ihrer Einwirkung die zum Leben unbedingt notwendigen Organe weder außer Funktion gesetzt, noch ihre Anlage und Ausbildung hintan gehalten werden. Außerdem müsste darauf geachtet werden, ob und wie verschieden die einzelnen Wirbeltierklassen sowohl, als auch verschieden alte Embryonen derselben Species gegen die gleiche Einwirkung reagieren. Auch die Dauer der letztern ist gleichmäßig zu variieren, wie denn überhaupt ein systematisches Vorgehen ganz besonders wünschenswert ist. Nicht minder muss auf eine exakte Methodik Gewicht gelegt werden, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil der Experimentierende mit einem für den Ausfall seiner Versuche höchst wichtigen Faktor zu rechnen hat, der ganz außerhalb seiner Machtsphäre liegt; ich meine die individuelle Verschiedenheit der Embryonen; unter ihnen wird dieser den gleichen Eingriff leichter ertragen und infolge desselben vielleicht eine geringere Formabweichung zeigen als jener. Hingegen gibs es nur ein Mittel, welches darin besteht, den gleichen Versuch möglichst oft zu wiederholen. Wird bei einer größern Zahl von Embryonen der nämliche Eingriff immer in der nämlichen exakten Weise vollzogen, so wird man auch zu Ergebnissen gelangen, welche in der überwiegenden Mehrzahl gleichartig ausfallen müssen.

Auch der richtigen Applikationsweise der verschiedenen Agentien kommt eine große Bedeutung zu. Hier wird es sich hauptsächlich darum handeln, was im einzelnen Falle bezweckt werden soll. Will man gewisse embryonale Teile zerstören, so wird man das betreffende Agens — ich denke hier an mechanische und thermische Einwirkungen — intensiver, resp. länger in Aktion treten lassen müssen, dagegen weniger stark und auf kürzere Zeit, wenn man sich darauf beschränkt, das Wachstum derselben zeitweilig zu sistieren oder zu hemmen. Auch in dieser Beziehung gilt es noch vieles zu probieren, um das Geeignete herauszufinden.

Ferner müsste auch noch eine Reihe von chemischen Agentien, insbesondere Gifte (Alkaloide), daraufhin geprüft werden, ob und wie sie die Embryonalentwicklung alterieren. Dabei könnte sich leicht bei dem einen oder andern ein spezifischer Einfluss auf die Ausbildung des ganzen Körpers oder irgend eines Organes herausstellen.

Was schließlich den letzten der drei genannten Punkte, die Fortzüchtung der Versuchstiere, anlangt, so kann ich mich ziemlich kurz fassen. Am leichtesten würde sich diese bei Vögeln — Hühnern —

erreichen lassen. Viel schwieriger möchte es sein, bei Amphibien — Fröschen — mehrere, von einem Paare abstammende Generationen zu züchten. Unter den Fischen kommen nur diejenigen in betracht, welche in der Gefangenschaft sich fortpflanzen. Leider sind aber gerade bei diesen die Eier und Embryonen meistens so klein, dass sich an ihnen nur schwer experimentieren lassen dürfte.

Wenn ich nun nach diesen Ausführungen auf die Frage zurückkomme, ob es jetzt schon indiziert sei, eine künstliche Produktion neuer Species in der vorgeschlagenen Weise zu versuchen, so wird die Antwort dahin zu geben sein, dass ein solches Unternehmen in der gegenwärtigen Zeit noch verfrüht sein würde. Es sind bis jetzt noch nicht sämtliche hierzu nötigen Vorbedingungen erfüllt, insbesondere sind, wie aus den vorhergegangenen Aeußerungen ersichtlich, unsere Kenntnisse über die Einwirkungen äußerer Agentien auf die Embryogenese noch recht mangelhaft. Die experimentelle Embryologie ist eben noch eine verhältnismäßig junge Wissenschaft, welche sich erst genügenden Boden unter ihren Füßen schaffen muss, ehe sie sich an die Lösung einer so schwierigen Aufgabe wie die in Rede stehende heranwagen kann. Es sind zuvor noch eine Reihe von Vorarbeiten zu vollenden, welche immerhin noch einige Zeit in Anspruch nehmen dürften. Am weitesten sind dieselben bei den Vögeln, und zwar beim Hühnchen, gediehen, und da sich letzteres sowohl bezüglich der Zugänglichkeit der Embryonen, wie ich sogleich zeigen werde, sehr günstig verhält, als auch seine Fortzüchtung sich weitaus am leichtesten bewerkstelligen lässt, so ist anzunehmen, dass man bei diesem in hervorragender Weise geeigneten Tiere am frühesten dazu gelangen wird, zielbewusste Experimente über die erbliche Uebertragung und dauernde Fixierung von Merkmalen anzustellen, welche bei mehreren sich folgenden Generationen bereits in frühester Entwicklungszeit infolge äußerer Eingriffe erworben worden sind.

Als eine der eben erwähnten Vorarbeiten betrachte ich auch die Ausbildung einer Methode, welche mich in den letzten zwei Jahren lebhaft beschäftigt hat. Dieselbe bezweckt bei den Vögeln, und zwar speziell beim Hühnchen, den Embryo für direkte Eingriffe, sowohl einmalige, wie wiederholte, ebenso zugänglich zu machen, wie es die Embryonen der Amphibien und Fische sind. Den Ausgangspunkt meiner Bemühungen bildete das Bestreben, meine Vorträge über Entwicklungsgeschichte dadurch anregender zu gestalten, dass den Zuhörern die Möglichkeit gegeben würde, bei ein und demselben Ei den sich entwickelnden Embryo in verschiedenen Entwicklungsphasen beobachten zu können.

Da es trotz vieler Mühe nicht gelungen ist, Schale und Schalenhaut an einzelnen Stellen durchsichtig zu machen, so ist man, um

einen Einblick in das Eiinnere zu erhalten, gezwungen, das Ei zu öffnen. Der erste Forscher, der die Entwicklung bei geöffneten Eiern zu verfolgen suchte, ist meines Wissens Beguelin, welcher im Jahre 1749 seine Beobachtungen hierüber in den Berichten der Berliner Akademie veröffentlichte [1]). Beguelin trug in den ersten Tagen der Brütung den stumpfen Pol eines Eies ab und stülpte auf die Oeffnung ein abgepasstes, vom stumpfen Pole eines andern Eies stammendes Schalenstück auf. Dieser Deckel wurde im Laufe der Bebrütung beliebig oft gelüftet, um den Embryo betrachten zu können. Es gab dies jedoch zum Auftreten von Schimmelbildungen und somit zu einem mehr oder minder frühzeitigen Absterben des Embryo Veranlassung. Einigemal gelang es jedoch, Embryonen bis zum 15. Tage am Leben zu erhalten.

In späterer Zeit hat man sich damit begnügt, kleinere Oeffnungen in der Schale und Schalenhaut anzulegen, und hat hierzu mit Vorliebe die Aequatorialgegend des Eies gewählt. Dieser Methode haben sich alle diejenigen Forscher bedient, welche die Folgen einer direkten, mechanischen Läsion des Hühnerembryo beobachten wollten. Die in die Schale eingeschnittenen Oeffnungen wurden auf verschiedene Weise überdeckt. Valentin [2]), Schrohe [3]) haben sie mit andern Stückchen, Scymkiewicz [4]) mit Deckgläschen unter Wachsverkittung verschlossen. Jedoch allen diesen Forschern ist es nicht geglückt, stets einen luftdichten Verschluss zu erzielen, so dass nach meinen eignen Erfahrungen schon aus diesem Grunde die Embryonen im Innern des Eies sich nicht mehr lange normal weiterentwickeln konnten und meistens bald absterben mussten. Nach meiner Ansicht sind daher die verschiedenen Formanomalien und Verbildungen der Embryonen, welche besonders Schrohe und Scymkiewicz erhielten, zu einem guten Teile auf den mangelhaften Verschluss der Eischale zurückzuführen.

Neuestens scheinen Fol und Warynsky bessere Resultate damit erzielt zu haben, dass sie das ausgeschnittene Schalenstückchen, nachdem der Embryo besichtigt, eventuell an ihm auch eine bestimmte Operation vollzogen war, wieder an seine alte Stelle zurückbrachten und die Spalten mit Streifchen von Goldschlägerhäutchen verklebten [5]). Sie berichten wenigstens, dass in den nach ihrem Verfahren ver-

1) Mémoire sur l'art de couver les oefs ouverts. Hist. de l'Acad. de Berlin, 1749, p. 71.

2) Repertorium, Bd. II, p. 168 u. 169.

3) Schrohe, Untersuchungen über den Einfluss mechanischer Verletzungen auf die Entwicklung des Embryo im Hühnerei. Inauguraldissert. Gießen 1862.

4) Scymkiewicz, Beitrag zu der Lehre von den künstlichen Missbildungen am Hühnerei. Wiener Sitzungsber., Bd. 62, 1875, p. 139.

5) Warynski et Fol, Recherches expérimentales sur la cause de quelques monstruosités simples et de divers processus embryogéniques. Recueil zoologique Suisse, Bd. I, pag. 1, 1883.

schlossenen Eiern der Embryo sich noch mehrere Tage in derselben Weise weiter ausbilde, wie wenn die Schale überhaupt noch nicht geöffnet worden wäre.

In den Sitzungsberichten der Erlanger physikalisch-medizinischen Sozietät vom Jahre 1884 und 1885 habe ich mitgeteilt, dass es mir gelungen ist, Glasfenster in die Eischale luftdicht einzukitten, und dass man in den gefensterten Eiern die Embryonalentwicklung bis zum fünften Brütungstage inklusive verfolgen kann. In meiner ersten Mitteilung gab ich an, wie das Fenster in der Gegend des Aquators anzubringen sei; später habe ich es an den spitzen Pol verlegt.

So verwertbar auch die gefensterten Eier für die Demonstration bei embryologischen Vorlesungen sind, so erwies sich doch die Methode des dauernden Fensterverschlusses als unzureichend, als ich eine experimentell embryologische Arbeit in Angriff nehmen wollte. Ich sann auf Mittel und Wege, um es möglich zu machen, das Fenster auf kurze Zeit entfernen und dann wieder restituieren zu können, auf dass hierdurch der Embryo einem experimentellen Eingriff jeden Augenblick zugänglich würde.

Die Lösung dieses Problemes war keine leichte; ich habe, wie schon erwähnt, zwei Jahre lang einen guten Teil meiner freien Zeit dazu verwandt, die sich mir entgegenstellenden Schwierigkeiten zu überwinden. Ich habe es in der verschiedensten Weise versucht, meine Absicht zu erreichen, was etwa ein halbes Dutzend von Apparaten, welche ich mir zu diesem Zwecke anfertigen ließ, bezeugen können. Ein jeder derselben brachte mich schrittweise meinem Ziele näher, aber auch bei jedem musste wieder eine Reihe von Abänderungen in der Versuchsanordnung aufs neue durchprobiert werden. Schließlich glückte es mir nach vielen Misserfolgen, auf die Konstruktion eines kleinen, höchst einfachen und leicht handlichen Instrumentes zu kommen, dem ich den Namen Embryoskop beigelegt habe. Mit diesem experimentiere ich seit nahezu einem Jahre, in welcher Zeit ich es mir angelegen sein ließ, die geeignetsten Größenverhältnisse des Instrumentes ausfindig zu machen und auch sonst noch einige Verbesserungen an demselben anzubringen, wodurch seine Anwendung auch für solche möglich geworden ist, die eine nur geringe handliche Geschicklichkeit besitzen.

[Hier folgt im Original die Beschreibung des Instrumentes und seiner Handhabung. Wir übergehen dieselbe und bemerken nur, dass auf die Eischale ein Metallring aufgekittet, der innerhalb gelegene Teil der Schale ausgebohrt und durch eine luftdicht schließende Glasplatte ersetzt wird. Die Handhabung geschieht unter antiseptischen Vorsichtsmaßregeln. Da man den Verschluss leicht öffnen und wiederherstellen kann, so ist es möglich, an dem Embryo experimentelle Eingriffe vorzunehmen.]

Was die Vorteile anbetrifft, welche das Embryoskop gewährt, so

lässt sich dasselbe nach verschiedenen Richtungen hin verwerten. Dass es sich zu Demonstrationen vorzüglich eignet, braucht wohl nicht mehr hervorgehoben zu werden. Nicht minder gute Dienste leistet es für entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Wachstumsverschiedenheiten der einzelnen Regionen des Embryo und der Keimhaut. Auch in Fällen, in denen der Embryo, wenn er aus dem Ei entfernt wird, ein ganz bestimmtes Entwicklungsstadium aufweisen soll, wird das Instrument mit Nutzen verwendet werden können. Außerdem wird es für das Studium einer Reihe von physiologischen Prozessen während des embryonalen Lebens, wie Herzschlag, Körperbewegung etc., von Wert sein. Als nahezu unentbehrlich erachte ich es schließlich für jeden, der an Embryonen von Warmblütern die Folgen direkter äußerer Einwirkungen beobachten will.

Eine sehr wichtige Frage, welche noch zu erörtern wäre, geht dahin, ob ein in einem gefensterten Ei sich entwickelnder Hühnerembryo zum Ausschlüpfen gelangen kann. Leider stehen mir in dieser Beziehung noch keine beweisenden Beobachtungen zu Gebote; nur so viel habe ich in Erfahrung gebracht, dass die Entwicklung bis über die Hälfte der Brütezeit andauern kann. Ich fand nämlich in einem Eie, das am zweiten Tage mit einem Embryoskope armiert worden war, am dreizehnten Tage ein lebendes und völlig lebensfrisches Hühnchen vor, bei dem bereits die Schwanzfedern aufgetreten waren. Dieser Befund macht es aber sehr wahrscheinlich, dass in gefensterten Eiern unter sonst günstigen Verhältnissen die Embryonen völlig ausreifen können.

Nur selten habe ich länger als bis zum achten Tage die Embryonen in den Eiern gelassen. Bis zum fünften Tage lassen sie sich leicht unter das Fenster bringen, auch häufig noch am sechsten, selten mehr am siebenten Tage. In dieser Zeit muss man die langsame Lageveränderung des Embryo im Brütofen sich vollziehen lassen, indem man das Embryoskop direkt oder nahezu nach oben wendet; meistens ist dann nach Verlauf von 5—10 Minuten der Embryo unter dem Glasfenster angelangt.

Wie soll man aber erfahren, ob in einem gefensterten Eie, das noch länger als 8 Tage bebrütet ist, der Embryo, den man um diese Zeit nicht mehr unter das Fenster bringen kann, noch am Leben sich befindet oder nicht? Es gelang mir, auch hierfür ein Mittel zu finden. Lässt man bei einem solchen Eie das Embryoskop nicht direkt zur Seite, sondern etwas nach oben schauen, so kann man ziemlich sicher darauf rechnen, dass nach einigen Stunden ein Teil des Gefäßhofes unter dem Glasfenster sichtbar ist. Nimmt man nun das Ei aus dem Ofen heraus, beleuchtet das Fenster möglichst stark mittelst einer kondensierenden Linse und besichtigt mit dem Mikroskop die betreffende Abteilung des Gefäßhofes, so lassen sich bei schwacher Vergrößerung (Hartnack Syst. I) nicht nur die feinsten Gefäße erkennen,

sondern man kann sogar in ihnen das Blut zirkulieren sehen; die roten Blutkörperchen sind zwar nur undeutlich wahrzunehmen, doch kann dies nicht überraschen, da das Objekt ja nicht durchleuchtet, sondern nur von auffallendem Lichte erhellt ist. Vielleicht könnte man durch eine starke Lichtquelle auch von unten her die Gefäße der Area vasculosa beleuchten, vielleicht auch dadurch eine durchfallende Beleuchtung erzielen, dass man gegenüber dem einen ein zweites Embryoskop einsetzt. Bisher habe ich noch keine Zeit gefunden, nach der einen oder der andern Seite Versuche anzustellen, und hatte auch dazu um so weniger Veranlassung, als ja das angegebene Verfahren völlig hinreicht, sich Kunde über das Leben des Embryo zu verschaffen.

Es wurde bereits hervorgehoben, dass das Embryoskop für gewisse experimentelle embryologische Untersuchungen am Hühnerembryo ein nahezu unerlässliches Hilfsmittel abgibt. Durch keine andere Methode ist man in den Stand gesetzt, sich erstens vom Leben des Embryo stets überzeugen zu können, und zweitens die Folgezustände, welche der experimentelle Eingriff nach sich gezogen, schrittweise zu beobachten. Ich möchte nun an dieser Stelle noch ganz kurz darauf eingehen, von welcher Art diese experimentellen Störungen der normalen Entwicklung sein können, zu deren Ausführung das Embryoskop eine so wesentliche Hilfe gewährt. Ich will auch hier wieder zwischen thermischen, mechanischen und chemischen Einwirkungen unterscheiden. Von besonderer Wichtigkeit scheinen mir die ersteren zu sein. Während man sich früher darauf beschränken musste, durch Variationen des Temperaturgrades der Brütöfen Störungen mehr allgemeiner Art in der Entwicklung und dem Wachstum des Embryo herbeizuführen, so lässt sich bei den eröffneten Eiern nach dem trefflichen Verfahren von Fol und Warynsky[1]) durch lokale Applikation strahlender Wärme auf bestimmte embryonale Teile eine Einwirkung erzielen, welche zur Folge hat, dass dieselbe in Wachstum und Ausbildung zurückbleiben. Die beiden Forscher brachten dies dadurch zustande, dass sie die Spitze eines Paquelin'schen Thermokauter ganz nahe an den betreffenden Teil des Embryo heranbrachten, ohne jedoch die über die Keimhaut gelagerte, dünne Eiweißschicht zu berühren. Wenn auch damit eine ganz genaue Lokalisation nicht zu erreichen ist, so ist doch diese Methode, mittelst welcher Fol und Warynsky z. B. eine Heterotaxie mit großer Konstanz erzielen konnten, eine äußerst elegante.

In gleicher Weise, wie die Wärme, kann auch die Kälte lokal appliziert werden. Bei meinen Versuchen habe ich mit dünnen, stumpf endenden Eisennadeln, welche vorher durch ein Aethergebläse stark abgekühlt waren, gewisse Stellen des Embryo, deren weitere Ausbildung gehemmt werden sollte, leicht berührt.

1) l. c. pag. 9.

Ich komme nun zu den mechanischen Einwirkungen. Hier möchte ich nach meinen Erfahrungen hauptsächlich den Umstand betonen, dass bei allen derartigen Eingriffen eine Läsion der Dotterhaut, welche ein Austreten von Dotterelementen zur Folge hat, möglichst vermieden werden muss, da unter solchen Verhältnissen der Embryo gewöhnlich sehr bald abstirbt. Gänzlich lässt sich dieses vermeiden, wenn man mit einem stumpfen Instrumente auf gewisse Stellen des Embryo nur eine Pression ausübt, eine Methode, mit der es Warynsky gelang, Omphalocephalen und Duplizität des Herzens zu erzielen [1]). Dagegen ist bei operativen Läsionen des Embryo oder der Keimhaut, zumal in der ersten Entwicklungszeit, die Gefahr des Austretens von Dotterbestandteilen eine viel größere. Ein Durchtrennen mittels Messer und Scheere in den ersten Brüttagen halte ich deshalb für kontraindiziert. Bedeutend günstiger würden die Chancen sein, wenn man am Ende des dritten oder am vierten Tage kleinere Läsionen des Embryo am Kopfe, dem Beckenende oder an den Extremitätenstummeln vornehmen wollte.

Um nun auch schon während des ersten oder zweiten Tages eine lokale Läsion der Embryonalanlage oder der Keimhaut unter Vermeidung des Dotterausfließens zuwege zu bringen, kann ich die folgende Methode als sehr zweckdienlich empfehlen. Es wurden kleine, 2 cm lange, vernickelte Stecknadeln benutzt, welche statt des kugligen Köpfchens kleine, rundliche Scheibchen von 2 mm Durchmesser oder auch etwas größere, länglich-ovale Scheibchen aus Platinblech besaßen. Diese Stecknadeln lassen sich aus Karlsbader Nadeln leicht herstellen. Dieselben werden an der betreffenden Stelle durch die Dotterhaut hindurch in die Keimhaut eingestoßen und soweit in den Dotter vorgeschoben, bis die Plättchen die Dotterhaut berühren und damit die Stichöffnung verschließen. Die Nadeln bleiben dann im Dotter während der Bebrütung liegen. Die Eier, an denen diese Operationen gemacht sind, müssen vor jeder raschen Bewegung bewahrt bleiben; am besten bleiben sie unberührt im Brütofen liegen, damit die Stecknadel ihre Lage nicht verändert. Am dritten, spätestens am vierten Tage nach dem Eingriffe müssen die Eier aus dem Brütofen entfernt werden, da die Stecknadeln sich nicht länger in ihrer ursprünglichen Stellung erhalten lassen. Bis dahin sind aber die Folgen der Operation schon deutlich geworden.

Bei allen Versuchen, in denen eine lokale Einwirkung beabsichtigt ist, müssen nach der Herstellung der Fensteröffnung Keimhaut und Embryo stark beleuchtet werden, am vorteilhaftesten mit kondensiertem Lichte, damit der Operierende genau sich orientieren kann.

Will man schließlich den Einfluss von Chemikalien auf die embryonale Entwicklung studieren, so macht es das Embryoskop sehr leicht,

1) St. Warynsky, Recherches expérimentales sur le mode de formation des omphalocéphales. Recueil zoologique Suisse, Bd. I, pag. 291.

Lösungen der verschiedensten chemischen Stoffe in beliebiger Konzentration einmalig oder wiederholt in das Eiinnere hineinzubringen, worauf man durch das Fenster deren Einwirkung auf Herzschlag, Wachstum etc. unschwer verfolgen kann. Das Gleiche gilt auch von septischen Stoffen.

Ueberblickt man die Reihe der eben genannten Einwirkungen, welche mannigfach variiert und, wenn sie lokal appliziert werden, auf die verschiedenen Teile des Embryo und der Keimhaut gerichtet werden können, so lässt sich daraus ermessen, welch zahlreiche Fragen sich mit Hilfe des Embryoskopes durch experimentelle Untersuchungen beantworten lassen werden. Da ferner die Vögel den Säugern sowohl in ihrer ganzen Organisation als auch in ihrer Entwicklungsart viel näher stehen als die niedern Wirbeltierklassen, so lässt sich daraus eine größere Berechtigung ableiten, die am Hühnerembryo gewonnenen Resultate auch auf die Säugetiere und den Menschen zu übertragen. Deshalb möchte ich nochmals darauf hinweisen, dass grade das Hühnchen zu experimentellen embryologischen Untersuchungen, nachdem viele der bisherigen Schwierigkeiten durch das Embryoskop beseitigt worden sind, als ganz besonders geeignet empfohlen werden kann und meines Erachtens entschieden den Vorzug vor den Amphibien und Fischen verdient.

Trotz der kurzen Zeit, während welcher ich mit dem Embryoskop arbeite, hat es mir doch schon wesentliche Dienste geleistet, indem ich ihm bereits mehrere Befunde verdanke, welche teils morphologische, teils physiologische Prozesse der ersten Embryonalzeit betreffen. Es sei mir gestattet, einige derselben in Kürze folgen zu lassen.

In meinem Buche über die Entstehung der Doppelmißbildungen[1]) habe ich betont, dass die Duplicitas anterior bei Fischen und Amphibien in anderer Weise sich anlegen muss als bei den Vögeln und Säugern. Ich kam hierbei zu dem Schlusse, dass bei den Vögeln die in den hellen Fruchthof einstrahlende Embryonalanlage zuerst sich ganz normal verhält, dann aber von einem verschieden frühzeitig eintretenden Momente an unter gabliger Divergenz sich doppelt anlegt. Diesen Vorgang habe ich Bifurkation genannt. Durch einen glücklichen Zufall wurde ich nun in den Stand gesetzt, bei einem gefensterten Hühnerei die Entwicklung einer vordern Verdoppelung in ihren frühesten Stadien direkt beobachten und verfolgen zu können, so dass ich mich von der Richtigkeit meiner Bifurkationstheorie vollständig überzeugen konnte. In der 26. Brütstunde, nachdem die Chorda (Kopffortsatz) zweifach aufgetreten war, habe ich das Ei geöffnet und das für mich sehr wertvolle Präparat sorgfältigst erhärtet und konserviert. Dasselbe soll an einem andern Orte genauer beschrieben werden.

Eine weitere Beobachtung betrifft die mangelhafte Entwicklung

1) Stuttgart, Ferd. Enke, 1882.

oder das völlige Fehlen des Amnions. Panum und Dareste haben diesen Bildungsfehler ausführlicher besprochen. Der erstere führt die mangelnde oder rudimentäre Ausbildung des Amnions auf eine Erkrankung des Embryo zurück [1]), da dieser dabei meistens pathologische Veränderungen zeige. Dareste betont [2]), dass auch bei fehlendem Amnion der Embryo sich normal bis zum Hervorsprossen der Alantois entwickeln könne, geht jedoch auf die Ursache dieser Hemmungsbildung nicht näher ein. Ich selbst habe bei Gelegenheit früherer Versuche in partiell überfirnissten Eiern mehrere Male normale Embryonen ohne Amnionumhüllung vorgefunden. Die Ursache dieses Vorkommnisses suchte ich mir durch die Annahme zu erklären, dass infolge der durch das Ueberfirnissen erschwerten Respiration an der betreffenden Keimhautstelle keine so lebhafte Zellenvermehrung stattfand, wie sie für die Anlage und das rasche Wachstum der Amnionfalten nötig gewesen wäre [3]). Neuerdings nun habe ich in einigen mit Embryoskopen versehenen Eiern wiederholt die Entwicklung normaler Embryonen bei völligem Fehlen des Amnions verfolgen können. Die nähern Umstände, unter denen dieselbe erfolgte, werfen neues Licht auf die Ursache dieses Bildungsfehlers. In sämtlichen Fällen nämlich — bei einem Ei war das Embryoskop vor der Bebrütung, bei drei andern am ersten Brüttage eingesetzt worden — fiel mir in den ersten zwei Tagen die enorme Kleinheit der Area pellucida auf, so dass ich die Eier als pathologisch notierte und die Entwicklung von Missbildungen erwartete, zumal bei allen vier Eiern der Embryo nur undeutlich zu erkennen war. Zu meinem Erstaunen sah ich jedoch ganz normale Embryonen sich ausbilden, die am vierten oder fünften Tage abstarben. Da es sich hier um Embryonen handelt, die zur Zeit, in welcher das Amnion sich zu bilden beginnt, völlig gesund waren, so muss die Ursache der Bildungshemmung außerhalb des Embryo gesucht werden. Am nächsten liegt es, in dem absonderlich geringen Umfang der Area pellucida, welche hauptsächlich durch ihre schmale Beschaffenheit auffällt, ein kausales Moment zu erblicken. Denn da die Amnionfalten sich im Bereiche desselben Fruchthofes anlegen, so ist, wenn dieser nur klein, das erforderliche Bildungsmaterial nicht vorhanden. Demnach können in den Fällen, in denen der Embryo durch pathologische Veränderungen nicht selbst an der nur unvollkommenen Bildung oder dem gänzlichen Fehlen des Amnions die Schuld trägt, verschiedene Ursachen dieser Anomalie zugrunde liegen. Als solche sind Respirationsbehinderungen und ferner eine fehlerhafte Beschaffenheit der Keimhaut zu betrachten. Erstere können

1) Panum, Untersuchungen über die Entstehung der Missbildungen zunächst in den Eiern der Vögel. Berlin. G. Reimer, 1860, S. 48—63.

2) Dareste, Recherches sur la production artificielle des monstruosités, Paris 1877, pag. 203.

3) L. Gerlach, Entstehungsweise der Doppelmissbildungen, S. 131.

künstlich hergestellt werden, letztere dagegen im Keime selbst liegen.

Ich komme nun zur Schilderung einiger Versuche, zu deren Ausführung ich das Embryoskop benutzt habe, um möglicherweise auf experimentellem Wege die Herkunft der für die Blut- und Gefäßbildung Verwendung findenden Zellen festzustellen. Gehören dieselben ursprünglich den vom Primitivstreif aus sich entwickelnden Mesodermplatten an, oder sind es parablastische, von der Peripherie her zentralwärts vordringende Zellen — so lautet, kurz gefasst, die Alternative, zu welcher jeder Embryologe Stellung zu nehmen hat. Die Intention, welche mich bei meinen Versuchen leitete, ging nun dahin, darüber Aufschluss zu erhalten, ob man erstens die Bildung des Primitivstreifens überhaupt verhindern könne, ohne die Keimhaut abzutöten, und ob es zweitens, wenn dies der Fall, zur Bildung eines, wenn auch nur rudimentären, Gefäßhofes kommen würde. Würde sich dies experimentell nachweisen lassen, so wäre damit die genannte Streitfrage zu gunsten des Parablasts oder eines Randkeimes (Kollmann) entschieden. Es handelte sich also darum, die Anlage des Primitivstreifen entweder überhaupt nicht zustande kommen zu lassen, oder wenigstens seine Ausbildung auf einen möglichst geringen Grad zu reduzieren. Da letzteres das Leichtere schien, so habe ich es zuerst versucht und mir eben zu diesem Behufe die schon oben erwähnte Methode ausgedacht, Stecknadeln von der beschriebenen Art in die Keimhaut einzusenken. Wird nun eine Nadel an einem Punkte eingesteckt, der auf dem Wege liegt, den der einwachsende Primitivstreif zurücklegen muss, so ist zu erwarten, dass ihm durch die Nadel eine Schranke gesetzt wird, wodurch er in seiner weitern Entwicklung gehemmt wird. Damit aber wird auch die Anlage des Embryo unmöglich gemacht werden müssen.

Bei meinen ersten derartigen Versuchen, welche im vergangenen Sommer angestellt wurden, hatte ich einige Eier etwas zu lange im Brütofen liegen lassen und traf bei diesen den Primitivstreifen bereits fertig gebildet vor. Hier beschränkte ich mich darauf, unmittelbar vor dem Kopfende des Primitivstreifens die Nadel einzustechen, welche demnach den eben sich anlegenden Kopffortsatz treffen musste. Leider arbeitete ich damals mit Embryoskopen, die noch mit einigen Mängeln behaftet waren. Diesem Umstande ist es wohl hauptsächlich zuzuschreiben, dass die Eier bis auf eines sehr bald abstanden. In diesem aber dauerte die Ausbreitung der Keimhaut noch 3 Tage an, und es bildete sich ein unregelmäßiger Gefäßhof, indem eine stärkere Gefäßschlinge vielleicht als Herz zu deuten ist. Ich habe ähnliche Ergebnisse später bei Wiederholung des gleichen Eingriffes noch einigemal erhalten. Auch wenn ich bei Keimhäuten, deren Primitivstreif noch kurz war und nur eine undeutliche Rinne zeigte, vor dem vordern Ende die Nadel einstieß und die Eier der Brutwärme aussetzte, er-

hielt ich mit obigen Befunden übereinstimmende Resultate. Durch den Ausfall dieser Versuche ist festgestellt, dass die Embryonalbildung experimentell sich verhindern lässt, ohne dass die sonstigen in der Keimhaut ablaufenden Entwicklungsvorgänge dadurch aufgehoben werden; es kann vielmehr auch ohne Embryo die Area vasculosa angelegt werden und in ihrer Ausbildung bis zu einem gewissen Grade fortschreiten. Letzteres hat schon Schrohe wahrgenommen [1]), der nach Läsionen des Embryo beobachtete, dass dieser zu Grunde gegangen, dagegen der Dotterhof und Gefäßhof sich weiter entwickelt hatten. Ferner hat Panum die Entstehungsweise seiner abortiven Bluthöfe auf ein frühes Absterben des Embryo bei andauernder Ausbildung der Keimhaut zurückgeführt [2]). Bei meinen eignen Versuchen habe ich es, und dies scheint mir das Neue an ihnen zu sein, zu einer eigentlichen Embryonalanlage überhaupt nicht kommen lassen. Es genügte eine teilweise Bildung des Primitivstreifens für das Auftreten von Blutgefäßen. Allerdings gibt dieses Faktum noch keinen Aufschluss über die Herkunft der die Blutinseln konstituierenden Zellen, deren parablastischer Ursprung dadurch keineswegs bewiesen ist, indem ja immerhin die hinterste Strecke des Primitivstreifens für die Anlage der beiden Mesodermplatten hinreichen kann. Man müsste also das Auftreten des Primitivstreifens gänzlich zu verhindern versuchen, damit sich auch die Mesodermplatten überhaupt nicht anlegen können. Um dieses zu erreichen, habe ich bei möglichst frischen Eiern schon vor der Bebrütung die Keimhaut an der Stelle durchstochen, an welcher die erste Andeutung des Primitivstreifens, die sogenannte Sichel, in Erscheinung tritt.

Die wenigen Versuche dieser Art, die ich infolge äußerer Verhältnisse im vergangenen Sommer noch anstellen konnte, ergaben negative Resultate, d. h. es war in den betreffenden Eiern wohl eine geringe Ausbreitung der Keimhaut, nicht aber das Auftreten von Blutinseln wahrzunehmen. Es würde verfehlt sein, auf diese wenigen Experimente hin bestimmte Schlussfolgerungen über die Ableitung der Blutzellen und des Gefäßgewebes zu ziehen; dagegen scheint es mir wegen der Wichtigkeit dieser Fragen dringend geboten, aufs neue eine experimentelle Prüfung derselben in der vorgeschlagenen Weise zu unternehmen, was ich auch, sobald ich die nötige Zeit finde, zu thun beabsichtige.

Indem ich nun zu den mit Hilfe des Embryoskopes gemachten Erfahrungen, welche mehr physiologische Vorgänge betreffen, übergehe, möchte ich zuerst der enormen Lebenszähigkeit gedenken, welche dem embryonalen Herzen zukommt. Es existieren hierüber bereits eine Reihe von Beobachtungen, welche ich schon an anderer Stelle zusammengestellt habe [3]); sie beziehen sich jedoch meistens

1) l. c. S. 24. 2) l. c. S. 32.
3) Sitzungsber. der physik.-med. Sozietät zu Erlangen. 18. Heft, S. 84.

auf das Herz von Säugetierembryonen, sowie auch von frühzeitigen menschlichen Föten. Es ist mir nun unter Anwendung des Embryoskopes gelungen, wie ich in der eben zitierten Mitteilung des genauern ausgeführt habe, den Nachweis zu erbringen, dass das embryonale Vogelherz nach dem Tode des Embryo noch zwei bis drei Tage seine Pulsationen fortsetzen kann.

Wenn somit das Herz des Embryo als ein ganz besonders lebenszähes Organ betrachtet werden muss, so ist es keineswegs dasjenige, welches die größte Lebenstenazität zeigt. Diese kommt auffallenderweise dem Amnion zu, welches das Herz des abgestorbenen Embryo noch um einige Tage überleben kann. Diese merkwürdige Thatsache, welche ich zufällig bei embryoskopierten Eiern fand, konnte ich bei zwei Eiern genauer verfolgen und auch mehreren Kollegen demonstrieren. Es handelte sich um zwei Embryonen, von denen der eine am 4. Tage, der andere im Laufe des 5. Tages abgestorben war. Trotzdem beide die weißliche Farbe zeigten, welche den Tod des Embryo dokumentiert, und sich ferner auch keine Herzpulsationen mehr wahrnehmen ließen, so beobachtete ich doch eigenartige Bewegungen des ganzen embryonalen Körpers, wenn ich letztern unter das Fenster des Embryoskopes einstellte. Diese Bewegungen waren jedoch passive, bedingt durch die Kontraktionen des Amnions; sie waren stets nach 1—2 Minuten zu Ende, worauf der Embryo in der Ruhelage besichtigt werden, und man sich von dem Stillstand des Herzens überzeugen konnte. Wurde nun das Ei in den Brütofen zurückgebracht, nach Verlauf von $^1/_2$—1 Stunde wieder herausgenommen und so gedreht, dass der Embryo unter das Fenster zu liegen kam, so konnte man aufs neue die regelmäßig aufeinanderfolgenden Kontraktionen des Amnion wahrnehmen. Die Zeit, welche das Amnion zu seiner Erholung braucht, um erneute Bewegungen auszuführen, beträgt 20—30 Minuten. Wurde das Ei früher, etwa schon nach 10 oder 15 Minuten aus dem Ofen entfernt, so blieben die Bewegungen aus. Volle zwei Tage lang nach dem Absterben des Embryo konnte ich bei beiden Eiern das Spiel der Amnionbewegungen verfolgen, und als ich nach dieser Zeit das eine Ei, da ich keine Undulationen des Amnion sah, öffnete, so bemerkte ich trotzdem noch schwache lokale Zusammenziehungen dieser embryonalen Hülle.

Den Grund dieser merkwürdigen Erscheinung glaube ich darin suchen zu sollen, dass das Amnion, welches in der ersten Zeit seiner Existenz ein äußerst dünnes gefäßloses Zellhäutchen darstellt, eines nur minimalen Stoffwechsels bedarf und somit nicht das Fortbestehen einer Zirkulation nötig hat, um sein Leben noch eine Zeit lang zu fristen.

Dass das Embryoskop zu Studien über die Frequenz des Herzschlages, welche bei einem und demselben Embryo in verschiedenen Entwicklungsstadien angestellt werden sollen, sich vorzüglich eignet

ist wohl selbstverständlich. Ich habe mehrere diesbezügliche Versuchsreihen in meinem Laboratorium von einem ältern Mediziner ausführen lassen. Die Resultate derselben stimmen in der Hauptsache mit den von Wernicke [1]) gemachten Angaben überein. Die Differenzen, die sich in einigen Punkten ergeben haben, erklären sich durch die Verschiedenheit der beiderseitigen Methoden, indem Wernicke den Herzschlag bei eröffneten Eiern, wir jedoch in geschlossenen beobachteten. Da unsere Versuche noch nicht ganz abgeschlossen sind, so möge es einer spätern Mitteilung vorbehalten bleiben, Ausführlicheres über deren Ergebnisse zu berichten.

Mit gleichem Vorteil wie zum Studium der Herzfrequenz lässt sich das Embryoskop zur Beobachtung der Bewegungen des Embryo verwerten. Von besonderem Interesse dürfte es sein, die Zeit festzustellen, in welcher die ersten aktiven embryonalen Bewegungen stattfinden. Preyer hat in seiner Physiologie des Embryo [2]) angegeben, dass dieselben in der ersten Hälfte des fünften Tages auftreten, und dass es sich hierbei um Rumpfbewegungen handle, indem die obere und untere Körperhälfte des hufeisenförmig gekrümmten Embryo sich einander nähern. Nach meinen Erfahrungen liegt die Zeit des Eintretens dieser Bewegungen etwas früher; ich konnte dieselben mehrfach schon in der zweiten Hälfte des vierten Tages wahrnehmen.

Schließlich sei auch noch eines mehr zufällig gemachten Befundes gedacht, der für den Einfluss von Chemikalien auf die Embryonalentwicklung beweisend ist. Als ich verschiedene Antiseptica probierte, um das für das Arbeiten mit dem Embryoskope geeignetste ausfindig zu machen, habe ich bei einigen Versuchen auch das Chloralhydrat in der Weise in Anwendung gezogen, dass ich nach der Trepanation der Eischale vor dem Einschrauben des Verschlussstückes den Aufsatzring statt des Eiweißes mit einer Chloralhydratlösung ($^1/_2$prozentige Kochsalzlösung, in welcher 1 Prozent Chloralhydrat aufgelöst war) anfüllte. In den so behandelten Eiern war bei der nachfolgenden Bebrütung eine auffällige Retardierung in der Entwicklung der Embryonen zu konstatieren. Diese waren am 4.—5. Tage hinter solchen Embryonen, die sich in Kontroleiern entwickelten, um mindestens einen Tag zurückgeblieben. Diese Befunde lassen sich den jüngst veröffentlichten Beobachtungen der Gebrüder Hertwig an die Seite stellen, welche den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des Seeigeleies unter abnormen äußeren Bedingungen untersuchten, wobei sie eine beträchtliche Verzögerung des Teilungsprozesses nach Anwendung von Chloral oder Chinin feststellen konnten [3]).

1) R. Wernicke, Beiträge zur Physiologie des embryonalen Herzens. Inaug.-Dissert. Jena, 1876.

2) S. 411.

3) O. und R. Hertwig, Ueber den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluss äußerer Agentien. Jena, G. Fischer, 1887, S. 128.

Durch den Nachweis dieser retardierenden Einwirkung des Chloralhydrates auf die Teilung der Eizelle wird uns auch der Grund des von mir beobachteten langsamern Verlaufes der spätern Entwicklungsvorgänge verständlicher. Das Chloral übt einen direkten Einfluss auf die Embryonalzellen aus, indem es deren Teilung verlangsamt und damit eine raschere Vermehrung derselben behindert. Es ist zu vermuten, dass analog den Resultaten der Gebrüder Hertwig sich auch für das Chinin eine ähnliche Einwirkung auf die Entwicklung der Embryonen nachweisen lassen wird. Ebenso müssten Strychnin und Nikotin geprüft werden, von denen die Gebrüder Hertwig anzunehmen geneigt sind, dass ihnen beim Seeigeleie eine dem Chinin und Chloral entgegengesetzte Wirkung zukommt. Selbstverständlich wären derartige Untersuchungen auch auf verschiedene andere Gifte und sonstige chemische Stoffe auszudehnen, von denen irgend ein Einfluss, sei es auf die Zellen selbst, sei es auf das embryonale Nervensystem, erwartet werden kann. Damit komme ich auf bereits früher Gesagtes zurück und möchte hier nur noch wiederholen, dass das Embryoskop, welches gestattet, während der ersten 4—5 Brüttage, also in der wichtigsten Entwicklungszeit, beliebig oft und in beliebiger Konzentration Chemikalien in das Ei einzuführen auch die Einwirkungsweise der verschiedensten chemischen Stoffe auf das Leben und die Ausbildung der Embryonen von Warmblütern einer direkten Beobachtung zugänglich macht.

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, Wiesbaden.

Sektion für Pharmacie.

Sitzung vom 20. September.

Herr Dr. Tschirch (Berlin) teilt die Resultate seiner weitern Untersuchungen über die Sekretbehälter der Pflanzen und die Entstehung einiger Sekrete mit. 1) Die epidemialen Drüsen der Labiaten und Kompositen, welche das in diesen beiden Familien so häufige ätherische Oel enthalten, sind nach zwei durchweg verschiedenen Typen gebaut. Die Drüsen der Labiaten besitzen alle, ob sie nun an den Blättern, Blüten oder Stengeln vorkommen, einen Kranz von Sezernierungszellen, die neben einander liegen und deren Zahl stets durch vier teilbar ist (meist sind es 8 oder 16). Die Köpfchenzelle wird hier also durch radiale, senkrecht zur Organsoberfläche gerichtete Wände geteilt. Die Drüsen der Kompositen dagegen besitzen etagenartig über einander liegende Sezernierungszellen, von denen oft nur die beiden obersten Sezernierungszellen im engern Sinne sind, d. h. durch Ausscheidung eines Sekretes die Cuticula emporheben. Sämtliche Sezernierungszellen sind durch eine in der Mitte liegende Radialwand, die meist rechtwinklig zur Längsaxe des Organs entsteht, in zwei geteilt. Die Zahl der Sezernierungszellen beträgt also bei 2 Etagen 4, bei 3 Etagen 6. Die Teilung der Köpfchenzelle geht in der Weise vor sich, dass zunächst die tangentialen, parallel zur Organoberfläche gerichteten Wände und dann erst in jeder der so gebildeten über einander liegenden Zellen je eine Radialwand entsteht. Von

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1887-1888

Band/Volume: 7

Autor(en)/Author(s): Gerlach Leo

Artikel/Article: Ueber neuere Methoden auf dem Gebiete der experimentellen Embryologie. 588-605