

# Ueber die Bebrütung von Vogeleiern nach Läsion der Eischale.

Von

Prof. Dr. Leo Gerlach.

In Gemeinschaft mit H. Koch habe ich vor einiger Zeit eine Reihe von Experimenten angestellt, welche den Zweck hatten, durch Verminderung des Luftzutrittes zur Keimhaut von Hühnereiern während der Bebrütung Zwergembryonen zu Stande zu bringen. Die hiebei gewonnenen Resultate<sup>1)</sup> mussten dazu auffordern, zu untersuchen, ob man durch Steigerung des Luftzutrittes eine entgegengesetzte Wirkung, d. h. ein excessives Wachsthum der Embryonen veranlassen könne.

Eine grössere Quantität von Luft, und damit auch von Sauerstoff kann der Keimscheibe nur dann zugeführt werden, wenn man entweder die Eischale stellenweise dünner macht, oder Stücke derselben gänzlich entfernt. Das erstere habe ich durch Abfeilen der Schale innerhalb eines rundlichen Bezirkes zu erreichen gesucht; dieser musste später während der Bebrütung bei Horizontallage der Eier genau nach oben gekehrt werden, damit er direkt über die Keimscheibe zu liegen kam. Das Letztere liess sich durch Abtragen kleiner Schalenstückchen unter Schonung der darunter liegenden Schalenhaut bewerkstelligen.

Bei dem Abfeilen der Schale war ich bestrebt, dieselbe im Umfange eines kleinen in der Mitte zwischen beiden Eipolen

---

1) L. Gerlach u. H. Koch. Ueber die Produktion von Zwergbildungen im Hühnerei auf experimentellem Wege. Biolog. Centralblatt Bd II. Nr. 22 pag. 681. 1883.

H. Koch Ueber die künstliche Herstellung von Zwergbildungen im Hühnerei. L. Gerlach's Beiträge zur Morphologie u Morphogenie I. pag. 1. 1883.

gelegenen Kreises von 1½—2 ctm. Durchmesser gleichmässig zu verdünnen. Dies ist mir niemals ganz nach Wunsch geglückt; der Grund ist leicht ersichtlich. Es fehlen alle Anhaltspunkte, zu bestimmen, wann mit dem Feilen aufgehört werden müsse, und so passirt es häufig, dass die bereits zu sehr verdünnte Schale beim Weiterfeilen einbricht. Ist dies auch glücklich vermieden worden, so überzeugt man sich jedoch später, wenn man nach Eröffnung des Eies und der Entleerung seines Inhaltes die Schale gegen das Licht hält, dass der Schalenbezirk, welcher mit der Feile bearbeitet worden war, das Licht in verschiedener Stärke und zwar gewöhnlich in seiner Mitte am meisten durchscheinen lässt, ein Zeichen, dass keine gleichmässige Verdünnung erzielt worden war.

Ich habe daher sehr bald einen anderen Weg eingeschlagen, um den betreffenden Schalenbezirk für Luft durchgängiger zu machen. Mit einer scharfkantigen Feile wurde auf der vorher durch Bleistift abgegrenzten Stelle eine grosse Menge von kurzen Rinnen gezogen, deren Tiefe beinahe an die Schalenhaut reichte und die theils neben einander verliefen, theils sich durchkreuzten. Diese Manipulation geht ziemlich rasch von statten und ist von dem gleichen Erfolge begleitet, wie das Abfeilen der Schale.

Die nach beiden Methoden behandelten Eier, welche sodann in den Brütöfen kamen, wurden am zweiten oder dritten Tage geöffnet. Die in ihnen befindlichen Embryonen zeigten gegen meine Erwartung keine auffallende Grössenentfaltung, indem sie hinsichtlich ihrer Körperdimensionen, sowie der Ausdehnung ihrer Gefässhöfe so ziemlich den normalen Verhältnissen, wie sie gleichweiten Entwicklungsphasen zukommen, entsprachen. Dagegen überraschte mich an ihnen eine beträchtliche Entwicklungsbeschleunigung. So bot beispielsweise ein Embryo nach einer Bebrütung von 40 Stunden bereits in Grösse und Form Zustände dar, wie wir sie erst am Ende des dritten, oder im Laufe des vierten Brütetages zu finden gewohnt sind. Er lag in einem vollkommen geschlossenen Amnion, die Allantois war schon sichtbar, die Scheitel- und Nackenkrümmung waren bereits stark ausgebildet, die Kiemenbögen ziemlich weit entwickelt, die Haemisphaerenbläschen angelegt etc., der Durchmesser der Area vasculosa betrug 3 ctm.

Diese überaus rasche Embryonalbildung, welche ich fast bei allen in der genannten Weise behandelten Eiern constatiren

konnte, ermuthigte mich, ganze Stücke der Schale wegzunehmen, um noch mehr Luft zur Keimhaut gelangen zu lassen. Dies gelingt nach einiger Uebung ziemlich leicht und rasch. Nachdem ich an ausgewählten Stellen der Schale auf dieser mit Bleistift kleine Quadrate aufgezeichnet hatte, feilte ich längs der gezogenen Linien die Schale bis zur Schalenhaut durch, worauf das excidirte Stück sich ohne Mühe abheben lässt. Natürlich ist dabei eine gewisse Vorsicht nicht ausser Acht zu lassen, damit die Schalenhaut intact bleibt, welche nunmehr allein an den betreffenden Stellen das Eiweiss umschliesst.

In der angegebenen Weisse lassen sich Oeffnungen von sehr verschiedener Grösse in der Eischale anbringen. Natürlich wächst mit dem Umfange der wegzunehmenden Schalenstückchen die Gefahr, die Schalenhaut zu perforiren. Will man grössere Quadrate von mehr denn 6–7 mm. Breite — nehmen wir eine solche von 8–10 mm. an — excidiren, so wird es nöthig, das viereckige Schalenstückchen noch in einer Diagonale zu durchfeilen, um es dadurch in zwei Hälften zu zerlegen, welche sich dann leicht von der Schalenhaut abheben lassen. Noch grössere Quadrate sind in mehrere Theile zu zerlegen, damit sie stückweise abgetragen werden können. Es lässt sich so in ziemlicher Ausdehnung, einige Uebung vorausgesetzt, die Schalenhaut freilegen; es gelang mir schliesslich Quadrate von 20–25 mm. Breite zu excidiren, ohne die Schalenhaut einzustossen.

Bei meinen ersten Versuchen habe ich die Oeffnungen ziemlich klein angelegt, die Vierecke hatten eine Breite von etwa 5 mm. Späterhin jedoch habe ich meistens grössere Quadrate ausgeschnitten, deren Breite sich auf beiläufig 1 ctm. belief. Die Lage der Oeffnungen zu dem Culminationspunkte resp. zu der unter diesem gelegenen Keimhaut habe ich bei den einzelnen Eiern variirt; die Oeffnungen kamen bald vor oder hinter dieselbe, bald ihr zur Seite, einige Male auch direkt über ihr zu liegen. In einigen Fällen habe ich eine Anzahl kleinerer Oeffnungen, etwa 4–6 an ein und demselben Eie angelegt; dieselben wurden ringförmig angeordnet, die Mitte des Ringes nahm der Culminationspunkt ein; dadurch wurde die Keimscheibe ringsum von Luftlöchern umgeben.

Es ist eine sehr verbreitete Meinung, dass in Eiern, deren Schale zerbrochen ist, sich kein Embryo entwickeln könne. Dieselbe ist eine entschieden irrige; ein Bruch der Schale allein

hebt die Entwicklungsfähigkeit absolut nicht auf, erst dann, wenn die Schalenhaut zerissen ist, sodass das Eiweiss tropfenweise ausfliessen kann, ist die Bebrütung erfolglos. Vermuthlich wird aber auch in diesem Falle die Entwicklung ungestört vor sich gehen, wenn kurz nach dem Bruche und bevor die Eier in den Brütöfen kommen, die Risse verklebt werden.

Zu den vorstehenden Schlussfolgerungen scheinen mir die Resultate meiner Versuche zu berechtigen, von welchen ich hier die wesentlichsten mittheilen will.

Wenn man während der Bebrütung die Oeffnung der Schale nach unten kehrt, so wird die Entwicklung des Embryo nicht im mindesten gestört, selbst wenn quadratische Oeffnungen von 2—2,5 ctm. Breite angelegt worden waren. Sieht die Oeffnung jedoch direkt nach oben, d. h. kommt sie über die Keimscheibe zu liegen, so tritt keine Entwicklung ein, und zwar aus dem Grunde, weil der Dotter, der vermöge seines geringeren specifischen Gewichtes im Eiweiss aufsteigt, sich an den die Oeffnung ausfüllenden Theil der Schalenhaut anlegt und antrocknet. Da aber gerade an dieser so gefährdeten Stelle des Dotters die Keimscheibe liegt, so wird auch sie trocken gelegt werden müssen.

In allen Fällen jedoch, in denen die Schalenöffnung während der Bebrütung so weit von dem Culminationspunkte entfernt war, dass der Dotter mit keiner Stelle seiner Oberfläche an dieselbe heranreichte, wurde stets ein entwickelter Embryo angetroffen. Um die Antrocknung des Dotters für die ersten 3 Brütetage zu verhindern, ist eine Entfernung von mindestens 2 ctm. nöthig. Liegt die Schalenöffnung nur um einige mm. näher an dem Culminationspunkte, so ist die Gefahr der Antrocknung schon ziemlich gross, und die Embryonalentwicklung wird sehr bald aufgehhalten werden müssen.

Was die Folgeerscheinungen anlangt, welche das Anbringen von Schalenöffnungen für die Ausbildung der Embryo nach sich zieht, so vermochte ich solche hauptsächlich bei den Eiern zu constatiren, bei welchen die Oeffnung in der während der Bebrütung nach oben gekehrten Längshälfte der Schale lag; im entgegengesetzten Falle scheinen die Entwicklungsvorgänge nicht sonderlich von ihrem normalen Gange abgelenkt zu werden.

Fast in allen Eiern dagegen, bei denen sich die Oeffnungen

in der oberen Schalenhälfte und zwar in einer Entfernung von mindestens 2 ctm. vom Culminationspunkte befanden, waren Embryonen enthalten, die sich ungemein rasch entwickelt haben mussten, ohne dadurch in ihrer Körpergrösse eine Einbusse erlitten zu haben. Embryonen vom Ende des zweiten Brütetages hatten in Bezug auf ihre Form und Grösse Entwicklungsstadien erreicht, wie wir sie unter gewöhnlichen Verhältnissen erst am dritten oder selbst am vierten Tage finden. Am meisten in ihrer Ausbildung voran waren jene Embryonen, die aus Eiern stammten, bei welchen Oeffnungen von 1—1,5 ctm. Breite vor dem Culminationspunkte gelegen waren.

Bei einigen meiner Versuche habe ich, nachdem in die eine Längshälfte der Eischale mehrere Oeffnungen eingeschnitten worden waren, dieselbe überfirnisst und sie während der Bebrütung nach oben gekehrt. Bekanntlich unterbleibt, wie dies zuerst Baudrimont und Martin Saint-Ange<sup>1)</sup> feststellten, bei solchen Eiern, deren eine Längshälfte überfirnisst wurde, die Entwicklung von Embryonen aus, wenn diese während der Bebrütung nach oben sieht. Bei meinen Versuchen jedoch entwickelten sich, wenn auch in sehr langsamen Weise, die Embryonen, wodurch bewiesen ist, dass die von mir ausgebrochenen Oeffnungen der Schale eine zur Anlage und Weiterbildung der Embryo genügende Sauerstoffmenge in das Eiinnere treten lassen.

Auch in solchen Eiern, deren eine gefirnisste Längshälfte während der Bebrütung nach oben zu liegen kam, während die untere mit einer viereckigen Oeffnung, von 1 - 1 $\frac{1}{2}$  ctm. Breite versehen worden war, entwickelten sich Embryonen; sie waren allerdings monströs und hatten eine sehr geringe Körpergrösse. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den von Baudrimont und Martin Saint-Ange gemachten Beobachtungen, so ist ersichtlich, dass die offenbar nur geringe Steigerung der Sauerstoffzufuhr, welche durch die Oeffnung in der unteren Schalenhälfte erzielt wird, im Stande ist, die Embryonalbildung in Gang zu bringen.

Endlich habe ich auch den Versuch gemacht, bei Eiern, trotzdem die Oeffnungen der Schale während der Bebrütung

---

1) Baudrimont et Martin Saint-Ange: Recherches anatomiques et physiologiques sur le développement du foetus et en particulier sur l'évolution embryonnaire des oiseaux et Batraciens. Recueil des Savants étrangers 1851.

nach oben sahen, also unmittelbar die Keimscheibe überdeckten, die Entwicklung von Embryonen zu bewerkstelligen. Zu diesem Behufe musste natürlich die Antrocknung der Dotters an die Schalenhaut verhindert werden. Es wurden die Eiträger auf denen die Eier in der besagten Stellung aufruhten, auf einen Teller gestellt, dessen Boden mit Wasser übergossen wurde; durch eine darüber gestürzte mit ihren Rändern in das Wasser eintauchende Glasglocke wurde ein abgesperrter feuchter Raum erzeugt, in dem die Eier vor jeglicher Vertrocknung gesichert waren. Der Teller mit der Glasglocke wurde sodann in den Brutraum gestellt; die letztere wurde, um die Luft in dem abgesperrten Raume genügend zu erneuern, mehrmals während des Tages auf kurze Zeit weggenommen.

Die unter diesen Cautelen bebrüteten Eier wurden am zweiten oder dritten Tage geöffnet; in allen fanden sich lebende Embryonen vor, welche in ihrer Entwicklung etwas zurückgeblieben war, woran nur die mangelhafte Ventilation in dem abgesperrtem Raume Schuld sein kann.

Durch die Resultate der zuletzt beschriebenen Versuche ist somit festgestellt, dass man ohne Schaden für die Entwicklung des Embryo, auch die über der Keimhaut befindlichen Schalenbezirke wegnehmen kann, wenn man nur den der Keimhaut anliegenden Dottertheil vor Vertrocknung schützt. Dies scheint meinen Erfahrungen nach nur in einem abgesperrten feuchten Raume geschehen zu können, da in mehreren Eiern mit nach oben gekehrter Oeffnung, trotzdem ich den freiliegenden Theil der Schalenhaut mit Oel oder Glycerin tränkte, dennoch die Antrocknung des Dotters statt fand.

Bei den bisher beschriebenen Experimenten wurde eine Verletzung der Schalenhaut sorgfältig vermieden. In dem Folgenden will ich mich mit der Frage beschäftigen, unter welchen Umständen ein Ei, bei dem vor oder in der ersten Zeit der Bebrütung nicht nur in die Schale, sondern auch in die Schalenhaut eine Oeffnung gemacht worden ist, mit Erfolg zu Brutzwecken verwendet werden kann.

Schon eine Reihe von Forschern hat sich mit dieser Frage beschäftigt und ist dieselbe von den meisten unter der Voraussetzung in bejahendem Sinne beantwortet worden, dass die Oeffnung der Schale gut verschlossen werden muss, bevor das Ei in den Brütöfen zurück gebracht wird. Dieser Anschauung

kann ich mich vollständig anschliessen und möchte mich darauf beschränken, auf eine Art des Verschlusses aufmerksam zu machen, welche ich in einer Reihe von Fällen angewendet habe und die ich als sehr vortheilhaft empfehlen kann. Es gelang mir nämlich an Stelle der ausgeschnittenen Schalenstücke kleine Glasplättchen (viereckige Deckgläschen von nahezu 2 ctm. Breite) oder auch Glimmerplättchen von derselben Grösse in die Eischale einzukitten. Diese durchsichtigen Fenster sind nicht nur deshalb von grossem Werthe, weil man mit Hülfe derselben den sich entwickelnden Embryo jeder Zeit und in jeder beliebigen Phase sich und anderen lebend vor Augen führen kann, sondern nicht minder darum, weil man durch ein Glasfenster den Erfolg von Verletzungen, die man dem Embryo oder der Keimhaut in der Absicht zufügte, um dadurch modifizirend auf die Gestaltung des ersteren einzuwirken, controliren kann, ohne das Ei wieder öffnen zu müssen. Ist es durch einen derartigen Eingriff wirklich geglückt, die Veranlassung zu einer Missbildung zu geben, so gestattet das Fenster, schrittweise das allmähliche Werden derselben zu verfolgen. Die Beseitigung der technischen Schwierigkeiten, welche bisher für die Herstellung eines Glasfensters in der Eischale hinderlich waren, wird daher vorzugsweise der experimentellen Teratologie zu Gute kommen müssen.

Der Gedanke, ein in die Eischale geschnittenes Loch durch eine Glasplatte zu verschliessen, reicht in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Zu dieser Zeit hat Buguelin<sup>1)</sup> in der Mitte zwischen den beiden Polen des Eies die Schale geöffnet und die Oeffnung mit einem Glasstückchen bedeckt, in der Intention, durch dasselbe die Entwicklung der Embryo während der Bebrütung verfolgen zu können. Dieser Versuch war jedoch nicht von Erfolg begleitet. Dagegen hat Beguelin sein Vorhaben durch die Anwendung eines nicht minder interessanten Verfahrens erreicht. Er decapitirte nach den ersten Tagen der Bebrütung den stumpfen Pol eines Eies in der Weise, dass er eine rundliche 6—8 Linien im Durchmesser besitzende Oeffnung erhielt. Aus dieser wurde etwas Eiweiss ausgegossen, wobei sich die Keimhaut nach der Oeffnung hin kehrte und auch diese

---

1) Beguelin, Mémoire sur l'art de couvrir les oeufs ouverts. Hist. de Acad. de Berlin 1749 pag. 71.

Lage in dem sodann in vertikaler Stellung fixirten Eie beibehielt; das entnommene Eiweiss wurde sodann vorsichtig wieder in das Ei zurückgegossen. Ueber die Oeffnung wurde hierauf ein abgepasstes von dem stumpfen Pole eines andern Eies stammendes Schalenstück gestülpt, welches die erstere mit seinen Rändern eng umfasste und sich auch noch ein wenig weiter herunter drücken liess. Dieser Deckel konnte im Laufe der Bebrütung beliebig oft gelüftet und so die Ausbildung des Embryo in den verschiedensten Phasen beobachtet werden. Es ist Beguelin gelungen, manche Embryonen in den geöffneten Eiern 15 Tage lang am Leben zu erhalten, doch gab das häufige Abnehmen des Deckels früher oder später zum Auftreten von Schimmelbildungen und damit zum Absterben des Embryo Veranlassung.

Diese Experimente Beguelin's sind bisher meines Wissens noch nicht wiederholt worden. Dagegen wurde die Erfahrung, dass nach Oeffnung der Eier die Embryonen sich weiter entwickeln, wenn erstere nach Verschluss der Oeffnung in den Brütöfen zurückgebracht werden von Seiten mehrerer Forscher verwerthet, um über die Folgen von direkten Verletzungen der Embryonen Aufschluss zu erhalten. Dies geschah von Valentin<sup>1)</sup>, von Schrohe<sup>2)</sup> der auf die Oeffnungen andere Schalenstückchen aufklebte, ferner von Scymkiewicz<sup>3)</sup>, der sie durch Deckgläschen mittelst Wachsverkittung verschloss. Die gleiche Manipulation haben in neuester Zeit Warynski und Fol<sup>4)</sup>, jedoch, wie es scheint, mit nicht sehr befriedigendem Erfolge ausgeführt, so dass sie schliesslich statt der Deckgläschen ein Goldschlägerhäutchen benützten, um die Oeffnungen zu verschliessen.

Da auch mir die Befestigung der Deckgläschen mit Wachs nicht recht glücken wollte, so kam ich nach mehreren vergeblichen Versuchen mit anderen Klebstoffen schliesslich auf Col-

---

1) Valentin, Repertorium Bd. II. pag. 168 u. 169.

2) Schrohe, Untersuchungen über den Einfluss mechanischer Verletzungen auf die Entwicklung des Embryo im Hühnerei. Inauguraldissertation. Giessen 1862.

3) Scymkiewicz. Beitrag zu der Lehre von den künstlichen Missbildungen am Hühnerei. Wiener Sitzungsber. Bd. 62. pag. 139. 1875.

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

Iodium, durch welches in Verbindung mit Watte sich ein sehr fester Verschluss herstellen lässt.

Es scheint mir nicht überflüssig, die von mir befolgte Prozedur genauer zu schildern. Die Oeffnungen der Schale, welche in der oben beschriebenen Art angelegt wurden, hatten die Grösse eines Quadrates von 2 ctm. Breite. Die Schalenhaut, welche ich vorläufig intact gelassen hatte, wurde sodann ebenfalls und zwar in einem etwas geringeren Umfange ausgeschnitten; dies hat den Zweck, dass ein über die Ränder der Schale nach der Mitte der Oeffnung zu vorstehender etwa 2 mm. breiter Saum der Schalenhaut verbleibt, auf welchen das Deckgläschen aufgelegt werden kann. Ich benutzte zuerst quadratische Deckgläschen von 18 mm. Breite, später habe ich Glimmerplättchen von der gleichen Grösse und Form verwendet. Ist das Deckgläschen aufgelegt, wobei das Eindringen von Luftblasen möglichst zu verhindern ist<sup>1)</sup>, so werden die Ränder der Deckgläschen, sowie die der Eischale mit ausgezogenen Wattestreifchen bedeckt, deren Enden mit Collodium an die umgebenden Schalenbezirke befestigt werden. Hierauf sind die Wattestreifchen, sowie die Randtheile des Deckgläschen und die das Fenster umgebenden Schalenbezirke wiederholt mit Collodium zu bestreichen. Ehe letzteres ganz eingetrocknet ist, etwa nach 10—20 Minuten erhält dasselbe noch einen Ueberzug von Firniss oder Bernsteinlack. Handelt es sich um bereits angebrütete Eier, so kann man sie sofort nach dem Ueberstreichen mit Collodium in den Brütöfen zurückbringen; nach Verlauf von  $\frac{1}{4}$  Stunde entnimmt man sie demselben wieder auf kurze Zeit, damit sie mit einem Firnissrahmen versehen werden können. Während der Bebrütung muss das Fenster entweder zur Seite oder nach unten gekehrt werden. Erst vom fünften Brütetag an habe ich dasselbe gewöhnlich nach oben gewendet.

Die grossen Vortheile, welche die Herstellung von durchsichtigen Fenster in der Eischale mit sich bringt, habe ich zum Theil oben schon hervorgehoben. Hier möchte ich nur noch hinzufügen, dass sich derartige Eier vorzüglich zu Demonstrationszwecken bei entwicklungsgeschichtlichen Vorlesungen, und nicht minder gut zum Studium der physiologischen Vorgänge im embryonalen Körper eignen.

1) Man hat übrigens das Eindringen von Luft in das Eiinnere nicht so sehr zu befürchten, da dasselbe der späteren Embryonalentwicklung keinen Eintrag thut.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1881-1884

Band/Volume: [16](#)

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

Artikel/Article: [Ueber die Bebrütung von Vogeleiern nach Läsion der Eischale. 129-137](#)