



Die
Wärmebildung beim Vogelembryo
thermometrisch untersucht.

..

Inaugural-Dissertation
der
medizinischen **Facultät zu Jena**
zur
Erlangung der Doctorwürde
in der
Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

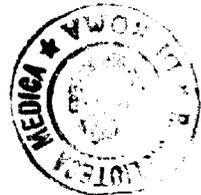
vorgelegt von

Henry de Soto

aus Jena.



Jena,
Druck von B. Engau.
1888.



Genehmigt von der medicinischen Facultät zu Jena, auf Antrag
des Herrn Hofrath Prof. Dr. Preyer.

Jena, den 20. September 1888.

Prof. Dr. M. J. Rosbach,
z. Z. Decan.

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Hofrath Professor Dr. **Preyer**

in Dankbarkeit

gewidmet.



Die interessante Frage, ob der Vogelembryo, unabhängig von der durch die Bebrütung ihm zugeführten Wärme, selbständig noch Wärme producirt, durch thermometrische Messungen zu beantworten, ist bisher nur in unvollkommener Weise von Felix v. Bärensprung¹⁾ versucht worden in seiner „Abhandlung über Temperaturverhältnisse im Fötus und des erwachsenen Menschen im gesunden und kranken Zustand“.

Es sei mir eine kurze Besprechung seiner Methoden und Resultate erlaubt.

Die Ergebnisse seiner Untersuchungen finden sich auch in Preyer's „Physiologie des Embryo“ im Anfang des Kapitels über fötale Eigenwärme Seite 359.

Ich führe hier nur das Nothwendigste an. Seine Versuche, die er an Hühnereiern anstellte unter Benutzung von Huschke's Brütöfen und eines sehr empfindlichen Thermometers nach Réaumur, sind im Folgenden kurz zusammengestellt:

Zunächst von der Voraussetzung ausgehend, dass ein Ei, welches einen lebenden Embryo enthält, bei

1) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1850.

etwaiger genügender Wärmeproduktion desselben, immer eine etwas höhere Temperatur haben müsse als der Brütöfen, nahm er vergleichende Temperaturmessungen zwischen Brütöfen und lebenden Eiern vom dritten bis siebenten Incubationstag vor.

Die Messungen geschahen innerhalb des Brütofens mit dem zur Controlirung der Brütöfentemperatur dienenden Thermometer, bei den Eiern durch Einstossen des Thermometers bis in die Mitte des Dotters.

Diese Messungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt, die ich, wie die nächsten zwei der „Physiologie des Embryo“ entnehme, da man dort die von Bärensprung in Réaumur angegebenen Temperaturen in Celsius umgerechnet findet:

Incubationstag.	Temperaturen:		
	Brütraum.	Ei.	Differenz.
3.	39,25	39,18	— 0,07
3.	38,87	38,94	+ 0,07
4.	38,44	38,25	— 0,19
4.	39,00	39,00	0,00
5.	38,75	{ 38,31 38,25 38,25 }	— 0,47
5.	39,62	39,37	— 0,25
5.	38,37	38,87	+ 0,50
6.	38,50	38,87	+ 0,27
6.	39,56	39,37	— 0,19
7.	39,37	39,37	0,00

Wie aus der Tabelle ersichtlich, fielen die geringen Temperatur-Differenzen zwischen Brütöfen und lebendem Ei bald positiv, bald negativ aus, was durch das unvermeidliche Schwanken der Temperatur des Brütraums leicht erklärlich ist.

Aus dieser Versuchsreihe ergab sich also nichts, woraus man auf eine Wärmebildung des lebenden Eies schliessen könnte.

Um eine Antwort auf die Frage zu bekommen, ob die Temperatur des bebrüteten Eies einzig und allein eine mitgetheilte oder zum Theil das Produkt einer inneren Wärmebildung sei, mussten die Versuche in anderer Weise vorgenommen werden.

Dies versuchte Bärensprung zu erreichen durch vergleichende Temperaturmessungen an lebenden und todtten Eiern innerhalb des Brütofens. In den Letzteren war der Keim durch kräftiges Schütteln getödtet worden.

Die elf von ihm in dieser Weise gemachten Versuche finden sich in beigefügter Tabelle:

Temperaturen:

Incubationstag.	Ofen.	todt. Ei.	lebd. Ei.	Differenz.
3.	39,25	39,31	39,50	+ 0,19
4.	38,12	38,50	38,62	+ 0,12
5.	39,25	39,37	39,62	+ 0,25
5.	38,12	37,94	38,19	+ 0,25
6.	38,50	37,94	38,31	+ 0,37
7.	35,37	36,62	37,12	+ 0,50
7.	38,00	38,06	38,37	+ 0,31
8.	38,56	38,25	38,94	+ 0,69
8.	37,94	37,87	38,18	+ 0,31
10.	38,00	37,75	38,25	+ 0,50
10.	38,12	37,94	38,12	+ 0,18

Bei sämmtlichen Versuchen wurde also, wie ein Blick auf die Tabelle lehrt, die Temperatur des lebenden Eies höher gefunden als die des todtten, indem die geringste Differenz 0,12°, die grösste an einem Ei vom 8^{ten} Tag 0,69°, also mehr als $\frac{1}{2}$ Grad Celsius betrug.

Ausserdem scheint im Verhältnis zur Incubationsdauer eine Zunahme der Differenz stattzufinden.

Ich berichte nun noch folgende zwei zufällige Beobachtungen Bärensprungs, weil ich durch sie auf den Gedanken meiner Abkühlungsversuche, von denen später ausführlich die Rede sein wird, geführt wurde. Durch zufälliges Verlöschen der Lampe war nämlich die Temperatur des Brütofens:

Im ersten Falle auf 33,62° gefallen. Hier betrug die Temperatur eines noch lebenden Eies vom 4^{ten} Tag

noch 34,87^o, die des todten 33,87^o. Die Differenz war also gleich 1^o Celsius.

Im zweiten Falle auf 21,62^o gesunken. Diesmal waren auch die entwickelten Eier zu Grunde gegangen, waren aber trotzdem noch wärmer als die todten Controler, wie aus beigefügter Tabelle ersichtlich:

Incubationstag.	Temperaturen:			
	Ofen.	totd. Ei.	lebd. Ei.	Differenz.
10.			23,00	+ 0,50
10.			22,94	+ 0,44
		22,50		
5.	21,62		22,75	+ 0,38
		22,37		
5.			22,75	+ 0,38
5.			22,75	+ 0,38

So interessant und wichtig diese ersten, hier zusammengestellten vergleichenden Messungen Bärensprungs zwischen lebenden und todten Eiern sind, so sind sie doch weit entfernt, den Beweis geliefert zu haben, dass in der That eine Produktion von Wärme im Hühnerembryo vor sich geht.

Die geringen Differenzen, die er erhielt, dürften wohl schwer, besonders wegen der geringen Zahl seiner Versuche von Beobachtungsfehlern zu unterscheiden sein.

Ausserdem vermisst man vor allen Dingen bei ihm ähnliche Messungen an Eiern der späteren Incubationstage, bei welchen doch gerade die grössten Differenzen zu erwarten waren.

Es erschien also wichtig, derartige Temperaturmessungen weiter zu führen und besonders die zweite Hälfte der Incubationszeit zu berücksichtigen, um die Frage nach der Wärmebildung beim Vogelembryo endgültig zu entscheiden.

Noch sehr gewinnt die Annahme einer Wärmebildung beim Vogelembryo an Wahrscheinlichkeit durch die von Herrn Professor Preyer sicher constatirte Thatsache der schon am zweiten Bebrütungstage beginnenden und von da ab stetig zunehmenden Sauerstoff-Aufnahme und Kohlensäure-Ausscheidung des Hühnerembryo im Ei. (Siehe „Physiologie des Embryo“ den Abschnitt über „Respiration des Vogelembryo“.)

Meine Versuche führte ich im Sommer-Semester 1887 und zum Theil noch im Anfang des Sommer-Semesters 1888 im physiologischen Institut der Universität Jena aus.

Bevor ich jedoch zur Erörterung derselben übergehe, ist es nöthig, zuerst einen kurzen Ueberblick der von mir gebrauchten Apparate und angewendeten Methoden zu geben.

Was zunächst die Apparate betrifft, so benutzte ich den von Professor Preyer construirten Brütöfen, dessen Beschreibung es mir gestattet sei, der „Physiologie des Embryo“ Seite 10 zu entnehmen.

„Er besteht aus einem einfachen doppelwandigen Zinkblechkasten.

Die Eier liegen auf Sand, welcher durch Wasser unter und neben ihm zwischen den Metallwandungen stets zwischen 37° und 39° warm ist. Die Luft hat nur von oben Zutritt. Die Erwärmung geschieht durch eine kleine, constant in derselben Grösse brennende Petroleumflamme. Durch ein Thermometer wird die Wasserwärme, durch ein zweites die Sandwärme controlirt. Der Sand wird an einer Stelle stets feucht gehalten, die Lüftung durch Abheben des Deckels, welcher nicht dicht schliesst, beim Einlegen und Herausnehmen der Eier vermittelt.

Ausserdem müssen die Eier täglich einmal gewendet werden, was die Henne vermöge eines merkwürdigen Instinkts bekanntlich mit dem Fusse bewerkstelligt“.

Dieser Brütofen zeichnet sich vor allen anderen durch die Einfachheit seiner Construction, leichte Handhabung und vorzügliche Resultate aus.

Um zu erkennen, ob die bebrüteten Eier einen lebenden Embryo enthielten oder nicht, bediente ich mich des Preyer'schen Embryoskops, dessen Beschreibung ich ebenfalls der „Physiologie des Embryo“ Seite 14 entnehme.

„In einer inwendig schwarzen cylindrischen Kammer von 5 cm Höhe und Durchmesser befindet sich ein kleiner, in einem Winkel von 45° gegen den Boden geneigter Spiegel. Oben ist diese Spiegelkammer offen; die Oeffnung, aus einem Stück schwarzen Leders ausgeschnitten, wird lichtdicht von dem Ei verdeckt. An

der Seite, gegenüber der spiegelnden Fläche, hat die Spiegelkammer noch eine runde Oeffnung von etwa 2 cm Durchmesser, und in diese mündet das Sehrohr, welchem durch Ausziehen die Länge der deutlichen Sehweite des Beobachters gegeben wird und welches an seinem Ocularende einen grossen dunkeln Schirm mit einem schwarzen Tuche trägt, damit fremdes, nicht durch das Ei gedrungenes, vom Spiegel durch das Sehrohr in das Auge des Beobachters reflectirtes Licht abgeblendet werde.

Es muss nämlich ausschliesslich das Ei selbst das Gesichtsfeld erleuchten. Um dasselbe möglichst ausgiebig zu durchleuchten, ist das direkte Sonnenlicht am besten geeignet.“

Mittelst dieses Apparates ist es möglich, die Herzpulsation und Bewegungen des Embryo im unverletzten Ei zu beobachten.

Ferner benutzte ich drei sehr empfindliche Thermometer.

Als Untersuchungsobjekt bediente ich mich des Hühnercicis.

Was nun die Methode anlangt, so besteht auch die von mir angewandte im Grunde in vergleichenden Temperaturmessungen an entwickelten lebenden und todtten Eiern.

In vier wesentlichen Punkten unterscheidet sie sich aber von der Bärensprungs:

Erstens: nahm ich meine Messungen aus wei-



ter unten auseinandergesetzten Gründen nicht innerhalb, sondern ausserhalb des Brütofens vor.

Zweitens: geschahen die Messungen gleichzeitig mit zwei Thermometern an beiden Eiern.

Drittens: beobachtete ich bei den meisten Versuchen genau den Gang der Abkühlung in der Zimmerluft über 30 Minuten lang (siehe Abkühlungsversuche).

Viertens: benutzte ich als Controleier auch solche, die todte, mehr oder minder alte Embryonen enthielten; um dem Einwand zu begegnen, dass Messungen an nicht entwickelten und grosse entwickelte lebende Embryonen enthaltenden Eiern nicht beweisend sein könnten. Der Tod des Embryo wurde in diesen Fällen einige Tage vorher durch das Embryoskop festgestellt.

Die durch diese Methode erreichten Vortheile sind im Folgenden begründet:

Wenn im lebenden Ei überhaupt eine in Betracht kommende Wärmeproduktion stattfindet, so muss bei gleichzeitiger Herausnahme des todten und lebenden Eies aus dem Brütofen die Wärmebildung im lebenden Ei noch eine bestimmte Zeit fort dauern. Dies wird sich äussern durch ein mehr oder minder langsames Abkühlen des lebenden Eies gegenüber dem des todten Controleies. Man wird also auf diese Weise grössere und in Folge dessen von Fehlerquellen freiere Differenzen erhalten müssen, nämlich die Summe der etwa schon im Brütofen vorhandenen Differenz plus der durch die langsamere Abkühlung bedingten.

Man ist in Stand gesetzt, bedeutend sicherer und



exacter zu beobachten und, was innerhalb des Brüt-ofens kaum möglich, den Gang der Abkühlung, wie oben schon bemerkt, beliebig lange Zeit genau zu verfolgen.

Schliesslich wird eine, bei Messungen innerhalb des Brüt-ofens sehr in Betracht kommende Fehlerquelle vermieden.

Es müssen im Brüt-ofen die etwa wärmeren lebenden Eier fortwährend Wärme an die neben ihnen liegenden toten abgeben, wodurch wahre Temperatur-differenzen vermindert, bis fast ausgeglichen werden müssen.

Bei Messungen und Abkühlung ausserhalb des Brüt-raums wird eine weitere Beeinflussung des toten Eies durch das lebende verhindert.

Die einzelnen Versuche wurden nun in folgender Weise angestellt:

Nach vorheriger Ablesung der Zimmerlufttemperatur, Sand- und Lufttemperatur des Brüt-raums und der Zeit, wurden gleichzeitig die beiden zu untersuchenden Eier herausgenommen, in 2 Eierbecher gestellt und dann die beiden gleichen, die Zimmertemperatur angehenden und in hölzernen Stativen fixirten Thermometer bis in die Mitte des Eies eingestossen.

Dies ist bei einiger Aufmerksamkeit und Uebung leicht ausgeführt¹⁾.

1) Anmerkung: Dass die Thermometer wirklich gleich waren, war selbstverständlich vorher festgestellt worden; die Uebereinstimmung wurde dann von Zeit zu Zeit verificirt.

Um jede Beeinflussung des einen Eies durch das andere zu verhindern, wurden sie in der nöthigen Entfernung von einander aufgestellt.

Die Temperaturablesungen erfolgten nun die ersten 10 Minuten hindurch nach jeder Minute, dann alle 5, später alle 10, 20, 30 Minuten.

Am Ende der Beobachtungszeit wurden jedesmal der sicheren Controle halber beide Eier geöffnet.

Bevor ich jedoch die Besprechung der Abkühlungsversuche beginne, möchte ich noch einige Betrachtungen vorausschicken.

Gesetzt den Fall, dass erstens in den im Brütöfen liegenden lebenden Eiern keine Wärmebildung stattfindet, so wird entweder überhaupt keine Temperaturdifferenz zwischen lebendem Ei und todtem Controleei zu constatiren sein, oder aber, es wird sich im Anfang eine geringe positive oder negative Differenz finden, die jedoch nach kurzer Abkühlungsdauer verschwinden wird.

Die Abkühlung wird in diesen Fällen vor sich gehen müssen wie bei irgend zwei gleichartigen Körpern, die man entweder auf gleiche oder verschiedene Temperaturgrade erwärmt hat. Je geringer die Differenz im Anfang, desto rascher wird sie im Laufe der Abkühlung gleich Null.

Als Beweis hierfür verweise ich auf die Versuche weiter unten an todtten Eiern.

Findet aber zweitens thatsächlich eine Wärmebildung im lebenden Ei statt, so muss diese Wärmebildung bei Herausnahme des Eies kürzere oder län-

gere Zeit hindurch fort dauern. Je nach dem Grade der Wärmeproduktion wird folglich die positive Temperaturdifferenz¹⁾ stetig zunehmen, bis sie ein Maximum erreicht, oder sie wird von Anfang bis Ende gleichbleiben, oder auch nur sehr langsam abnehmen.

Und in der That fand ich bei meinen Versuchen meistens stetige Zunahme der Differenz bis zu einem Maximum oder immer gleichbleibende Differenz, seltener sehr allmähliche Abnahme und nur in vereinzelt Fällen rasche Abnahme der Differenz. Letztere Fälle sind wohl auf Fehlerquellen zu beziehen.

Zur Veranschaulichung des Gesagten mögen nun folgende Versuche dienen:

I. Beispiel.

Der Versuch wurde den 30^{ten} Mai 10 Uhr 7. gemacht.

Incubationszeit des lebenden Eies: 14^{ter} Tag.

Das Controlei war nicht entwickelt.

Temperaturen:

Zimmerluft: 16,4°.

Brütofen { Sand: 39,0,
 { Luft: 37,5.

1) Anmerkung: Unter positiver Temperaturdifferenz ist zu verstehen, um wieviel das lebende Ei wärmer gefunden wurde, als das todt.

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		
	des lebenden Eies.	des todtten Eies.	Differenz.
1.	37,3	36,7	0,6
2.	37,5	37,1	0,4
3.	37,3	36,8	0,5
4.	36,9	36,5	0,4
5.	36,4	35,8	0,6
6.	36,0	35,4	0,6
7.	35,6	34,9	0,7
8.	35,1	34,4	0,7
9.	34,7	33,9	0,8
10.	34,3	33,5	0,8
15.	32,5	31,5	1,0
20.	30,9	29,3	1,6
25.	29,5	28,3	1,2
30.	28,2	27,0	1,2
60.	22,6	21,6	1,0

Beim Oeffnen der Eier nach den 60 Minuten fand ich den Embryo noch am Leben.

Aus dieser Tabelle ersicht man in recht deutlicher Weise das Zunehmen der Differenz bis zu einem Maximum von 1,6" nach 20 Minuten Abkühlung, und von da ab sehr langsames Sinken derselben.

Noch besser eignet sich zur Uebersicht die graphische Darstellung durch Curven auf Millimeterpapier, welcher Darstellungsweise ich mich bei einigen anderen vorgeführten Versuchen bedienen werde.

Die Curven sind auf der Tafel am Schluss zusammengestellt.

II. Beispiel.

Der Versuch wurde den 16^{ten} Juni gemacht.

Incubationszeit des lebenden Eies: 15^{ter} Tag.

Das Controlei enthielt einen todten Embryo.

Temperaturen:

der Zimmerluft:	des Brütofens:
18,6°.	Sand: 38,0°,
	Luft: 37,0°.

Hierzu No. 1 (s. Taf.)

Erklärung.

Auf der Abscissenlinie sind die Zeiten in Minuten, auf der Ordinatenlinie die Grade aufgetragen. Die einzelnen Temperatur-Messungen wurden zuerst als Punkte an gehöriger Stelle eingetragen. Durch lineäre Vereinigung dieser Punkte erhielt man die Curve.

Von den zwei Curven stellt nun die obere den Abkühlungsgang des lebenden, die untere den des todten Eies dar.

Der Abstand zwischen beiden Curven veranschaulicht die Differenz.

In diesem Falle wurde die Abkühlung an beiden Eiern bis zur Erreichung der Zimmerluft-Temperatur von 20,4° beobachtet, was, wie man sieht, beim lebenden Ei über eine Stunde später eintrat, als beim todten.

Ausserdem bemerkt man ein Wachsen der Differenz bis zu einem Maximum *m* von 1,4°, welches sich von

der 40^{ten} bis 60^{ten} Minute erhält. Trotz der langen Abkühlung war auch diesmal der Embryo des ersten Eies noch lebend und reagierte auf mechanische Reize.

Da nun in allen Fällen die Abkühlung des todten Eies durchaus gleichmässig vor sich ging, so wird es genügen, wenn man die Differenzen für sich durch eine einzige Curve darstellt, wodurch Raum erspart und die Uebersicht noch mehr erleichtert wird.

III. Beispiel.

Der Versuch wurde am 11^{ten} Mai angestellt.

Incubationszeit des lebenden Eies: 13^{ter} Tag.

Das Controler war nicht entwickelt.

Temperaturen:		Anfangstemperaturen der Eier:	
der Zimmerluft.	des Brütens.	des lebenden Eies.	des todten Eies.
16,0 °.	Sand: 38,5 °, Luft: 37,0 °.	38,1 °.	37,7 °.

Hierzu Differenzen-Curve I. (s. Taf. No. 2.)

Erklärung.

Die Abscissen bedeuten die Abkühlungszeiten nach Minuten, die Ordinaten die Differenzen in Graden und Zehntel-Graden. Die von Minute zu Minute erhaltenen Differenzen zwischen todtem und lebendem Ei wurden als Punkte eingetragen. Durch Verbindung der Punkte entstand die Curve.

Da die Differenzen immer als positive zu Gunsten

des lebenden Eies zu verstehen sind, so bedeutet die Curve *ab* gleichsam das lebende Ei, die Grundlinie *cd* das todte. Es bedeutet zum Beispiel der Punkt \circ in der Curve, dass nach 10 Minuten Abkühlung die Differenz der Temperatur zwischen lebendem und todttem Ei $0,6^{\circ}$ betrug, das heisst, dass das lebende Ei $0,6^{\circ}$ wärmer war, als das todte nach 10 Minuten.

Die Curve zeigt eine anfangs langsamere, später raschere fortdauernde Zunahme der Differenz von $0,4^{\circ}$ auf $1,4^{\circ}$.

Die Endtemperaturen betragen am lebenden Ei $32,2^{\circ}$, am todtten $30,8^{\circ}$.

IV. Beispiel.

Der Versuch wurde den 13^{ten} Mai gemacht.

Incubationszeit des lebenden Eies: 15^{ter} Tag.

Das Controlei enthielt einen todtten Embryo.

Temperaturen

der Zimmerluft:	des Brütofens:
17,5°.	Sand: 39,0°,
	Luft: 37,3°.

Hierzu Tabelle.

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		
	des lebenden Eies.	des todtten Eies.	Differenz.
5	34,4	33,4	1,0
10	32,5	31,5	1,0
15	31,1	30,0	1,1
20	29,7	28,6	1,1
40	25,5	24,5	1,0

In diesem Falle blieb also die Differenz fast constant. Wegen der längeren Beobachtungsdauer und um Raum zu ersparen, wurden in dieser Tabelle und in den folgenden die Zeiten von 5 zu 5 Minuten eingetragen.

V. Beispiel.

Der Versuch wurde den 4^{ten} Juli gemacht.

Incubationszeit des lebenden Eies: 17^{ter} Tag.

Das Controlei enthielt einen todten Embryo.

Temperaturen

der Zimmerluft:	des Brütofens:
22,5 °.	Sand: 39,5 °,
	Luft: 38,0 °.

Hierzu Tabelle.

Temperaturen

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		Differenz.
	des lebenden Eies.	des todten Eies.	
5	39,1	38,0	1,1
10	37,6	36,2	1,4
15	36,0	34,7	1,3
20	34,6	33,3	1,3
30	32,4	31,3	1,1
40	30,5	29,6	0,9
50	29,2	28,4	0,8

Steigen der Differenz bis zum Maximum in der 10^{ten} Minute, wo sie 1,4 ° beträgt, dann langsames Fallen.

VI. Beispiel.

Der Versuch wurde den 5^{ten} Juli gemacht.

Incubationszeit des lebenden Eies: 18^{ter} Tag.

Das Controlci enthielt einen todten Embryo vom 5^{ten} bis 6^{ten} Tage.

Temperaturen

der Zimmerluft.	des Brüt- ofens.	des lebenden Eies.	des todten Eies.
21,6 °.	Sand: 38,0, Luft: 37,0.	37,9 °.	36,1 °.

Hierzu Differenzen-Curve II. (s. Taf. No. 3.)

Ziemlich beträchtliche, langsam bis nach 30 Minuten Abkühlung steigende und dann bis zur 85^{ten} Minute sich sehr wenig verringernde Differenz.

VII. Beispiel.

Der Versuch wurde den 29^{ten} Juni gemacht.

Incubationszeit des lebenden Eies: 15^{ter} Tag.

Das Controlci enthielt einen todten Embryo vom 14^{ten} Tage.

Temperaturen

der Zimmerluft:	des Brüt- ofens:
19,2 °.	Sand: 39,0, Luft: 38,0.

Hierzu Tabelle.

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		
	des lebenden Eies.	des todten Eies.	Differenz.
5	36,6	35,1	1,5
10	34,5	32,8	1,7
15	33,7	32,3	1,4
20	32,1	30,9	1,2
25	30,5	29,5	1,0
35	29,0	28,0	1,0
65	24,4	23,6	0,8
70	23,3	22,6	0,7

Die Differenz erreicht ihr Maximum von 1,7° nach 10 Minuten, um dann zu fallen, anfangs etwas rascher, von der 25^{ten} Minute ab sehr langsam, so dass sie nach 70 Minuten Abkühlung immer noch 0,7° beträgt.

VIII. Beispiel.

Der Versuch wurde den 8^{ten} August gemacht.

Incubationszeit des lebenden Eies: 15^{ter} Tag.

Das Controlei enthielt einen todten Embryo vom 4^{ten} Tage.

Temperaturen			
der Zimmer- luft.	des Brüt- ofens.	des lebenden Eies.	des todten Eies.
22,0°.	Sand: 37,0, Luft: 35,0.	36,7°.	35,6°.

Hierzu Differenzen-Curve III. (s. Taf. No. 4.)

Die Endtemperaturen betragen:

lebendes Ei:	totdes Ei:
31,4.	30,1.

Es zeigt sich wieder eine Zunahme der Differenz von $0,8^{\circ}$ zu einem Maximum von $1,3^{\circ}$ nach 15 Minuten.

Ein ähnliches Verhalten der Differenzen erhielt ich bei den übrigen 20, hier nicht mitgetheilten Versuchen mit nur sehr wenigen Ausnahmen, bei welchen entweder gar keine Differenz bestand, oder eine vorhandene rasch beim Abkühlen wieder verschwand.

Diese Ausnahmen beruhen wahrscheinlich auf Beobachtungsfehlern. Einigemal waren Verletzungen der Gefässe oder des Embryo selbst offenbar die Ursache.

Um nun schliesslich zu zeigen, wie sich die Abkühlung bei todten Eiern verhält, führe ich noch folgende Versuche an, bei welchen beim Oeffnen der Eier sich herausstellte, dass das eine gar nicht entwickelt war und das andere einen todten Embryo enthielt.

I. Beispiel.

Der Versuch wurde den 16^{ten} Mai gemacht an einem nicht entwickelten und einem einen sechs Tage alten todten Embryo enthaltenden Ei.

Hierzu Tabelle.

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		
	des Eies mit todttem Embryo.	des nicht ent- wickelten Eies.	Differenz.
1	37,6	37,7	— 0,1
5	37,1	37,0	+ 0,1
10	34,8	34,9	— 0,1
15	32,7	32,5	+ 0,2
20	31,7	31,5	+ 0,2

Es zeigte sich keine in Betracht kommende Differenz und vollkommen gleichmässige Abkühlung.

II. Beispiel.

Der Versuch wurde den 23^{ten} Mai gemacht, wie oben an einem nicht entwickelten und einem einen zwölf Tage alten todtten Embryo enthaltenden Ei.

Hierzu Tabelle.

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		
	des Eies mit todttem Embryo.	des nicht ent- wickelten Eies.	Differenz.
1	37,5	37,9	— 0,4
5	36,3	36,2	+ 0,1
10	33,9	33,9	± 0,0
15	32,5	32,5	± 0,0

Die Anfangs vorhandene kleine Differenz von 0,4° ist schon nach 5 Minuten ausgeglichen, um dann weder im positiven, noch im negativen Sinne wieder aufzutreten.

Solche Versuche beweisen, dass es für die vergleichenden Messungen an lebenden und todtten Eiern gleichgültig ist, ob das todtte Controlci einen Embryo enthält

oder nicht, was für den Werth der Messungen mit nicht entwickelten Eiern von Wichtigkeit ist.

Ganz ähnlich verhält es sich, wenn beide Eier lebend sind.

Beispiel.

Der Versuch wurde den 24^{ten} Juli gemacht.

Das eine, das Anfangs wärmere Ei war vom 18^{ten}, das andere Ei vom 16^{ten} Bebrütungstage.

Hierzu Tabelle.

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		
	des Eies vom 18ten Tag.	des Eies vom 16ten Tag.	Differenz.
1	38,6	38,1	0,5
5	37,4	37,3	0,1
10	35,6	35,6	0,0
20	32,7	32,7	0,0
30	30,5	30,4	0,1
60	26,0	25,9	0,1

Die Anfangs einen halben Grad betragende Differenz war in analoger Weise, wie oben, schon nach 7 Minuten Abkühlung gleich Null.

Ist aber der Unterschied in den Bebrütungstagen der beiden lebenden Eier ein beträchtlicher, so bleibt die Temperaturdifferenz auf gleicher Höhe bestehen.

Als Beispiel diene folgender interessanter Versuch, bei welchem das eine Ei einen lebenden Embryo vom 9^{ten}, das andere einen vom 6^{ten} Tag enthielt.

In diesem Falle wurde das ältere Ei während der ganzen Dauer der Abkühlung, die 60 Minuten betrug, um $0,3^{\circ}$ wärmer gefunden als das vom 6^{ten} Incubationstag.

Temperaturen

der Zimmerluft:	des Brütofens:
19,2 ^o .	Sand: 38,5 ^o ,
	Luft: 37,0 ^o .

Hierzu Tabelle.

Abkühlungszeit nach Minuten.	Temperaturen		
	des Eies vom 9ten Tag.	des Eies vom 6ten Tag.	Differenz.
5	37,1	36,8	0,3
10	35,9	35,6	0,3
15	35,2	34,9	0,3
20	33,4	33,1	0,3
30	30,1	29,8	0,3
60	24,6	24,4	0,2

Dergleichen Parallel-Versuche könnte ich noch mehr anführen.

Immer fand sich, wenn beide Eier todt, oder beide lebend und dann natürlich von gleichem oder nahezu gleichem Incubationstag waren, in den meisten Fällen keine in Betracht kommende Differenz. War eine grössere Differenz aber im Anfang vorhanden, so ging sie meist nach wenig Minuten Abkühlung verloren.

Stellen wir nun die Resultate der Abkühlungsversuche zusammen, so ergeben sich folgende Sätze:

I. Bei sämtlichen vergleichenden Temperaturmessungen an lebenden und todtten Eiern fanden sich erstere wärmer als letztere.

Bei sämtlichen Versuchen mit nur sehr wenig Ausnahmen erhielt sich die positive Differenz so lange, als die Abkühlung beobachtet wurde.

Bei den meisten stieg entweder die Differenz zu einem Maximum an, was durchschnittlich nach 20 Minuten Abkühlung erreicht wurde, oder sie blieb durchweg fast constant.

In den selteneren Fällen zeigte sich ein von Anfang an zunehmendes Sinken der Differenz.

II. Bei den Versuchen an todtten Eiern allein erwies es sich als vollkommen gleichgültig, ob dieselben einen todtten Embryo enthielten oder gar nicht entwickelt waren.

Es war entweder, was meistens eintrat, überhaupt keine Differenz zu constatiren, oder es war im Anfang eine kleine Differenz vorhanden, die sich aber sehr rasch ausglich, wie die oben angeführten Beispiele zeigen.

III. Bei den Versuchen an lebenden Eiern allein von demselben oder nahe zu demselben Incubationstag, war das Verhalten der Differenz gleich der bei todtten Eiern allein, also entweder gleich Null oder bald ausgeglichen.

Waren aber die Bebrütungstage um mehr als vier Tage verschieden, so zeigte sich bei den allerdings nur wenigen darauf hin angestellten Versuchen, wie das eine gegebene Beispiel zeigt, ein ähnliches Verhalten, wie zwischen lebenden und toten Eiern.

Das Verhalten der Differenzen bei allen meinen Abkühlungsversuchen dürfte wohl nicht anders zu erklären sein, als durch eine selbständige Wärmeproduktion des Embryo im Ei.

Dass nun diese Wärmebildung, wie man voraussichtlich erwarten muss, in den ersten Bebrütungstagen gering ist, dann aber stetig bis zum Ende der Brützeit zunimmt, hoffe ich auch durch folgende Tabelle beweisen zu können.

Diese Tabelle enthält sämtliche von mir gemachten vergleichenden Temperaturmessungen an toten und lebenden Eiern, nach 2 Minuten Abkühlung ausserhalb des Brütofens, nach den Bebrütungstagen geordnet:

Temperaturen

Incubations- tag.	der Zimmer- luft.	des Brüt- ofens.	des leb. Eies.	des todt. Eies.	Differenz.
3.	15,0	38,0	39,7	39,6	+ 0,1
* 4.	15,0	38,0	37,4	37,0	+ 0,4
4.	15,1	38,0	37,2	37,0	+ 0,2
6.	16,0	37,8	37,2	36,6	+ 0,6
* 6.	16,0	37,8	36,9	36,5	+ 0,4
7.	20,0	37,9	37,4	36,7	+ 0,7
* 7.	20,0	37,0	37,3	36,8	+ 0,5
7.	—	37,3	37,3	36,7	+ 0,6
8.	21,0	38,0	37,4	36,7	+ 0,7
12.	15,3	38,1	37,4	36,2	+ 1,2
* 13.	17,1	38,6	38,4	37,6	+ 0,8
14.	10,7	38,0	37,5	36,8	+ 0,7
15.	18,6	37,5	37,4	35,6	+ 1,8
* 15.	22,0	37,4	37,1	36,1	+ 1,0
15.	22,1	37,8	37,8	36,8	+ 1,0
* 16.	22,5	39,0	39,4	38,3	+ 1,1
16.	20,5	37,5	37,5	36,2	+ 1,3
17.	12,8	38,0	37,2	36,0	+ 1,2
* 17.	22,0	38,8	39,4	37,6	+ 1,8
17.	19,4	38,0	38,6	36,6	+ 2,0
* 18.	21,4	37,9	37,9	36,1	+ 1,8
18.	23,5	38,8	39,2	37,4	+ 1,8
18.	20,0	38,0	38,0	36,8	+ 1,2
19.	24,0	38,5	39,1	37,1	+ 2,0
* 19.	—	38,8	39,3	37,4	+ 1,9

Bei den mit * bezeichneten Versuchen enthielt das Controlei einen toten Embryo.

Die letzte Columne rechts zeigt im Ganzen eine stetige Zunahme der Temperatur-Differenzen zwischen lebenden und todtten Eiern, vom 3^{ten} bis zum 19^{ten} Incubationstage, von 0,1 ° bis auf 1,9 °.

Noch mehr fällt diese Zunahme in die Augen, wenn man bei den einzelnen Bebrütungstagen die Durchschnitts-Differenzen berechnet, zusammenstellt und dann als eine Curve darstellt. (s. Taf. No. 5.)

Erklärung.

Die Abscissen stellen die Incubationstage, die Ordinaten die Differenzen in Graden und Zehntel-Graden vor. Die Curve wurde nun erhalten durch Eintragen der Durchschnitts-Differenzen zwischen lebendem und todttem Ei bei den einzelnen Incubationstagen.

Es bedeutet zum Beispiel die mit ○ bezeichnete Stelle der Curve, dass am Ende des 17^{ten} Tages die Durchschnitts-Differenz 1,6 betrug.

Man ersieht ein allmähliges, aber unzweifelhaftes Ansteigen der Curve von links nach rechts, vom ersten bis zum letzten Bebrütungstage.

Diese Curve ist gleichsam der Ausdruck der zunehmenden Wärmebildung des Embryo im bebrüteten Hühnerei.

Die kleinen Unregelmässigkeiten der Curve haben wahrscheinlich ihre Ursache in einer nicht genügenden Versuchsanzahl. Da, je mehr vergleichende Temperatur-Messungen stattfinden, desto sicherer die Durchschnitts-

werthe der Differenzen und desto regelmässiger die Curve ausfallen müssen.

Da ich im vergangenen Sommer-Semester meine Messungen nicht zu einem genügenden Abschluss bringen konnte, hoffte ich, in diesem Frühjahr das Fehlende nachzuholen, was auch zum Theil geschehen ist. Leider mussten aber doch wegen der kurzen Beobachtungszeit, da ich erst in den letzten zwei Wochen befruchtete Eier erhalten konnte, noch einige Lücken in der Tabelle unausgefüllt bleiben.

Im Ganzen hoffe ich aber den Beweis genügend geführt zu haben, dass:

Erstens: unabhängig von der vom Brütöfen, bez. von der Bruthenne, den Eiern zugeführten Wärme, eine selbständige Wärmeproduktion dem Embryo im Ei zukommt,

Zweitens: diese Wärmebildung stetig zunimmt mit dem Wachsthum des Embryo vom ersten bis zum letzten Tag der Bebrütung.

Dieses Resultat steht also vollkommen im Einklang mit der oben schon hervorgehobenen Thatsache, der mit dem Wachsthum des Embryo im Ei zunehmenden Sauerstoff-Aufnahme und Kohlensäure-Ausscheidung.

Es dürfte wohl auch eine Erklärung abgeben für die ebenfalls von Herrn Professor Preyer gefundene Thatsache, dass gegen das Ende der Bebrütung bei einer Brütöfen-Temperatur von $38,0^{\circ}$, die Entwicklung am besten vor sich geht und Temperaturen von $39-40^{\circ}$

schädlich wirken, während im Anfang der Brütezeit gerade das Umgekehrte stattfindet.

Sämmtliche Versuche wurden, mit Ausnahme einiger missglückter an Enteneiern, an Hühnereiern ausgeführt. Aber es ist wohl der Schluss erlaubt, dass eine ähnliche Wärmeproduktion sich bei allen befruchteten und richtig bebrüteten Vogeleiern abspielen wird.

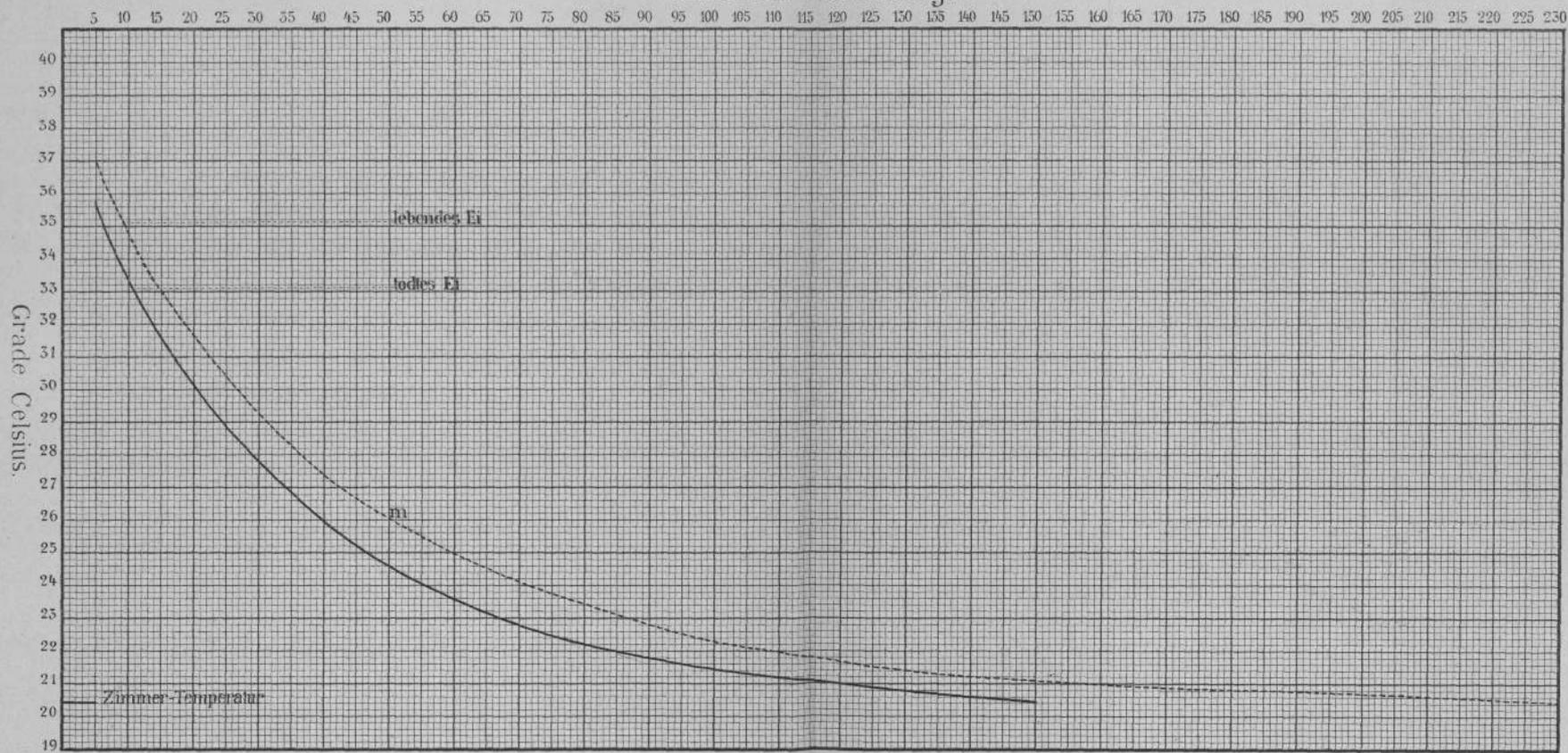
Schliesslich, um das Verletzen der Eier bei den Temperatur-Messungen zu vermeiden, führte ich noch einige Versuche so aus, dass ich gleichzeitig zwei Eier, ein entwickeltes und ein nicht entwickeltes, direkt aus dem Brütöfen in zwei gleiche Bechergläser unter gleiche Mengen gleich temperirten Quecksilbers brachte und dann an zwei in das Quecksilber tauchenden Thermometern die Temperatur-Zunahme der beiden Quecksilbermassen verglich.

Diese nur in geringer Zahl angestellten Versuche führten aber zu keinem sicheren Resultat. Die Ursache hiervon ist, wie ich annehme, in den Oberflächen-Differenzen der Eier zu suchen, wodurch hauptsächlich die Grösse der Wärmeabgabe an das Quecksilber beeinflusst wird, und ein Schluss auf thatsächlich bestehende Temperatur-Differenzen des Eies unmöglich wird.

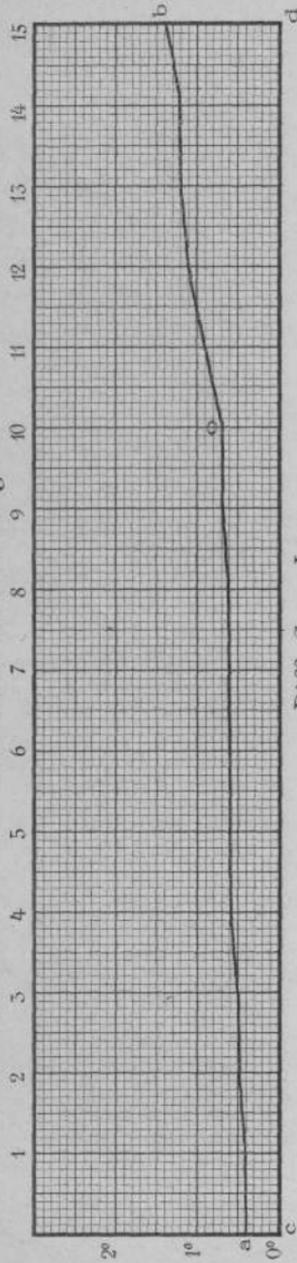
Zum Schlusse sei mir nun noch vergönnt, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Hofrath Professor Dr. Preyer, der mir die Anregung zu dieser Arbeit gegeben hat und in dessen gütigst mir zur Verfügung gestellten Laboratorium ich, durch seinen mannigfaltigen Rath unterstützt, die Arbeit ausgeführt habe, den besten Dank auszusprechen.



Minuten-Abkühlung.



Minuten-Abkühlung



Diff. Curv. I.

N° 2.

Minuten-Abkühlung



Diff. Curv. II

N° 3.

18913



~~117/18~~