Bemerkungen zu O. Schultze's neuen Rotationsversuchen an Froscheiern.

Von

W. Roux.

In der Sitzung der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg am 13. Mai d. J. berichtet O. SCHULTZE (nach einem mir freundlichst übersandten Separatabdruck) über neue von ihm angestellte Versuche an Froscheiern, in denen er neuerdings »die Nothwendigkeit der richtenden Wirkung der Schwerkraft für die Entwicklung des Froscheies« nachgewiesen zu haben glaubt.

Er bezeichnet dabei zunächst meine Versuche vom Jahre 1883 als »durchaus unzureichend«, da er mit Hilfe eines neu von ihm konstruirten Klinostaten nachgewiesen habe: »dass, so lange das Ei in den Hüllen auch nur noch eine minimale Beweglichkeit besitzt, stets ein richtender Einfluss der Schwerkraft auf das deutlichste nachweisbar ist. Er sagt: »Bei der von ROUX angewandten Umlaufzeit des in seinen Hüllen drehbaren Eies von circa zwei Minuten korrigirt das Ei die durch die Rotation an dem Klinostaten erstrebte Stellungsänderung seiner Achse durch eine bei jeder Rotation einmalige Achsenumdrehung in den Hüllen um eine zur Rotationsebene vertikale Achse, nachdem die Eiachse sich in die Rotationsebene eingestellt hat. Die Achsendrehung des Eies ist der Drehung der Rotationsebene entgegengesetzt gerichtet. So entwickeln sich die Eier unter fortwährend richtender Wirkung der Schwerkraft normal.«

Dazu ist zu bemerken:

Wenn die Angabe SCHULTZE's, dass meine Froscheier in Folge der Wirkung der Schwerkraft die Drehung des Apparates durch entgegengesetzt gerichtete Drehung um eine wagrechte Achse ausgeglichen hätten, richtig wäre, dann würden beim Anhalten des Apparates nach einer Anzahl von Umdrehungen alle Froscheier bei der Besichtigung ihren schwarzen Pol nach oben gewendet dargeboten haben. Statt dessen berichtete ich¹⁾ und habe dies auch auf der Anatomenversammlung zu Straßburg aufs Neue betont, dass die dunklen Hemisphären (also auch die Achsen) der je 10—18 Eier eines Kästchens nach verschiedenen Seiten gerichtet waren. Dies ist ein Beweis, dass weder die Centrifugalkraft noch die Schwerkraft eine genügend starke Wirkung auf die Eier ausübten, um sie der Richtung einer dieser Kräfte entsprechend einstellen zu können.

SCHULTZE hatte in Straßburg berichtet, dass nach seiner Nachprüfung bei der von mir angegebenen Versuchsanordnung die Centrifugalkraft doch noch deutlich einstellend auf die Eiachsen wirke. Diese Angabe SCHULTZE's beruhte jedoch auf einer nicht richtigen Annahme über meine Versuchsanordnung. Da sich die von mir zuerst erprobte maximale Geschwindigkeit von 84 Umdrehungen in der Minute als zu groß erwiesen hatte, fügte ich ein zweites Rad an, das bloß $\frac{1}{6}$ der Umdrehungen des ersteren Rades ausführte. Danach glaubte SCHULTZE annehmen zu müssen, meine Eier wären in der Minute 14 mal umgedreht worden. Das war auch bei einem Versuche der Fall. Da sich indess dabei zeigte, dass die Centrifugalkraft noch einstellend wirkte, so drehte ich zur Verlangsamung den Wasserhahn natürlich so weit zu, bis der oben

¹⁾ Gesammelte Abhandlungen. Bd. II. pag. 267.

erwähnte Effekt der verschiedenen Richtung der Eiachsen eintrat; so wurde eine passende Öffnungsweite gewonnen, die dann während der ganzen Versuchsdauer beibehalten wurde. Leider habe ich damals die dabei vorhandene Umdrehungsgeschwindigkeit nicht notirt, so dass ich darüber keine bestimmten Angaben machen kann. Auf SCHULTZE's Einwand, dass ich mit 14 Umdrehungen in der Minute gearbeitet habe, bezeichnete ich dies als unzutreffend und sagte, dass ich durch dieses Zudrehen des Hahnes eine viel langsamere Umdrehung von etwa 1—2 Minuten erreicht und angewandt habe. Ob diese letztere, elf Jahre nach den Versuchen gemachte Zeitangabe ganz richtig war, oder ob etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ Minute pro Umdrehung richtiger gewesen wäre, vermag ich nicht zu sagen. Für die Hauptsache dagegen, für den Effekt, dass die dunklen Hemisphären nach verschiedenen Seiten gewendet waren, stehe ich ein. Daran hätte sich O. SCHULTZE bei seinen Nachversuchen halten müssen; statt diesen Effekt nachzuahmen, verwendete S. eine Umlaufzeit von circa 2 Minuten.

Dieser Effekt findet bei jener Kombination von Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades und Größe des Abstandes der Eier von der Radachse statt, bei welcher die immer in derselben Richtung auf das Ei wirkende Centrifugalkraft und die in Folge der Umdrehung in fortwährend wechselnder Richtung auf das Ei wirkende Schwerkraft entweder sich annähernd das Gleichgewicht halten, oder wobei wenigstens die Wirkung keiner von beiden Kräften so stark die Wirkung der anderen Kraft übertrifft, dass weder die Schwerkraft den Widerstand für die Umdrehung des Eies innerhalb seiner Gallerthülle »während der Dauer einer Radumdrehung« »vollkommen« zu überwinden vermag, noch die Centrifugalkraft diese Drehungswirkung der Schwerkraft ganz überwindet. Übrigens ist dieser Widerstand für die innerhalb der Eihülle stattfindende Drehung des Eies ein sehr verschiedener, je nachdem diese Hülle wenig oder stark durchfeuchtet ist, und je nachdem daher wenig oder viel »Eiwasser« zwischen Ei und innerer Oberfläche der Hülle sich findet. Kehrt man einige stehende Glasschalen mit auf dem Boden derselben haftenden Eiern nach entsprechend verschiedener Behandlung der Eier im Wasserzusatz um, so sieht man danach, dass diese Eier sehr verschieden rasch ihre dunklen Hemisphären wieder nach oben drehen.

Die vorstehenden Angaben von mir beziehen sich auf innerhalb von Drahtsäckchen in Watte liegende, also auf mit ihrer Gallerthülle außen fixirte Eier.

Außerdem hatte ich aber auch Eier (loco cit. pag. 272) lose in einem 6 cm langen, bloß zur Hälfte mit Wasser gefüllten Reagensglas an der langsamen Welle rotiren lassen, wobei sie fortwährend hin und her rutschten und sich überschlugen und auch seitliche Drehungen ausführten. »Auch diese »Überschlagseier« entwickelten sich normal, und die Furchungsachse derselben fiel mit der Eiachse zusammen.« Dieser für sich allein beweisende Versuch ist von O. SCHULTZE gleichfalls nicht berücksichtigt worden.

Ich halte beide Versuche für einwandfrei und halte daher auch meine Auffassung, dass die ordnende Wirkung der Schwerkraft zur Entwicklung des Froscheies »nicht nöthig« ist, aufrecht.

Außerdem habe ich durch andere, gleichfalls von O. SCHULTZE nicht berücksichtigte Versuche direkt nachgewiesen (loco cit. Bd. II. pag. 291—298), dass im befruchteten Froschei Kräfte thätig sind, welche stattgefundenene, nicht zu starke Umordnungen des Dotters wieder aufheben, welche die normale Anordnung sogar entgegen der Wirkung der Schwerkraft wieder herstellen können, wodurch eine direkte Selbstordnungsfähigkeit des Dotters erwiesen ist. Diese ist ja auch schon aus der Bildung der Eier mit einseitig angehäuften Nahrungsdotter abzuleiten.