

IV. Physiologische Untersuchungen über die Zeugung.

Besprochen

von

Dr. P. Grützner (Bern).

Es ist ein Verdienst von G. Born, einen Vorgang in das Bereich des physiologischen Versuches gezogen zu haben, dem man bisher seit den Arbeiten von Spallanzani unverhältnissmässig wenig Aufmerksamkeit zugewendet hat; es sind dies der Vorgang der Theilung

oder Furchung des Froscheies, und insonderheit die Bedingungen und Ursachen, welche das Geschlecht der hierbei entstehenden Embryonen beeinflussen. Es ist bekannt, dass man durch Einlegen reifer Froscheier, die man dem Uterus eines brünstigen Froschweibchens entnommen hat, in eine bestimmte Menge von Wasser, welches den Inhalt der Samenblasen oder den Saft der zerquetschten Hoden eines brünstigen Männchens der gleichen Art enthält, eine künstliche Befruchtung der Eier einleiten und eine vollständig normale Entwicklung derselben erzielen kann.

Born (Breslauer ärztliche Zeitschrift 1881 No. 3) stellte sich nun die Frage, ob durch Einführung verschiedener künstlicher Bedingungen (verschiedenes Alter der Eltern, Ernährungs- und Wärmeverhältnisse etc.) sich irgend ein Einfluss auf das Geschlecht der entstehenden Frösche feststellen liesse. Nachdem die künstliche Befruchtung vor sich gegangen, wurden aus den Eiern unter den genannten Bedingungen die Larven beziehungsweise Frösche gross gezogen und sobald wie möglich auf ihr Geschlecht untersucht. Es ergab sich nun die bemerkenswerthe Thatsache, dass von etwa 1200 Fröschen 95 Proc. weiblichen Geschlechtes, die übrigen 5 Proc. dagegen männlichen Geschlechtes waren. Nur in einem grossen Wassergefäss, dessen Boden mit Schlamm bedeckt war (der Boden aller übrigen war mit gereinigtem Kies belegt), stellte sich das Verhältniss der Männchen zu den Weibchen günstiger (7:18), während bei einer grossen Anzahl (160) in einem Tümpel gefangener Frösche desselben Jahres sich etwa gleichviel Männchen wie Weibchen ergaben. Hieraus zieht B. den Schluss, dass unter den vielen und noch völlig unbekanntem Bedingungen, welche die Entstehung des Geschlechtes beeinflussen, möglicherweise die Ernährung eine gewisse Rolle spielt; denn die bei weitem grösste Mehrzahl der künstlich aufgezogenen Frösche hatte nicht die ihnen zukommende Nahrung (Schlamm) und nur in einem Aquarium, in welchem sich verhältnissmässig viel mehr Männchen entwickelten, war Schlamm enthalten. Die Eier nach der Befruchtung seien also geschlechtslos, hermaphroditisch, durch gewisse äussere Einflüsse könne man sie entweder zu Männchen oder Weibchen umwandeln.

Gegen diese Ausführungen trat nun Pflüger auf, (Archiv für die ges. Physiol. Bd. 26 S. 237) indem er ausführte, dass möglicherweise die grössere Sterblichkeit der männlichen Frösche, da überhaupt sehr viele Frösche zu Grunde gingen, dieses Ergebniss erklären könnte; übrigens fand auch P. bei seinen in Gemeinschaft mit W. Kochs und A. v. Griesheim angestellten künstlichen Befruchtungsversuchen ein Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes, mochte er nun mit concentrirtem oder mit Wasser verdünntem Sperma die Befruchtung vorgenommen haben. Junge Frösche, in grösserer Menge aus einem Teiche bei Bonn gefischt, ergaben übrigens auch annähernd dasselbe Verhältniss, das heisst ein Ueberwiegen der Weibchen, ungefähr in dem Verhältniss wie 2:1. Das ausserordentlich starke Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes bei den Born'schen Untersuchungen blieb daher immer noch unaufgeklärt; denn auch die Annahme von P., es könne sich B. in der Bestimmung des Geschlechtes geirrt haben, da bei den jungen Fröschen sowohl Eierstöcke wie Hoden vorhanden sind und die ersteren mit ihren Eiern und Follikeln sich dem Beobachter gewissermassen aufdrängen, wird vorläufig noch nicht als vollkommen ausreichend erkannt.

P. sucht also mit Recht nach neuen Gründen für die genannten Thatsachen und bringt dabei (s. sein Archiv Bd. 29 S. 1) folgende, höchst merkwürdige Vorkommnisse ans Tageslicht. P. liess sich aus verschiedenen Gegenden von Deutschland, Holland und der Schweiz sowohl brünstige Froschpaare senden, mit denen er unter den mannigfaltigsten Bedingungen künstliche Befruchtungsversuche anstellte und das Verhältniss der sich entwickelnden Männchen und Weibchen feststellte. Andererseits unterrichtete er sich über das Geschlechtsverhältniss derjenigen Frösche, die sich in eben dem Jahre in den genannten Orten im Freien entwickelt hatten, und siehe da, es ergaben sich die auffälligsten Unterschiede in dem Geschlechtsverhältniss der künstlich gezüchteten Frösche, aber nicht sowohl in Folge irgend welcher äusseren künstlichen Züchtungsbedingungen, sondern vielmehr je nach dem Orte ihrer Herkunft. Die Frösche aus Ostpreussen gaben beispielsweise 48,5 Proc. Männchen, diejenigen aus Holland 13 Proc., andere noch weniger und so fort. Ganz dieselben Zahlen erhielt nun P. auch, als er die in den betreffenden Orten frei aufgewachsenen kleinen Fröschen nach ihrem Geschlecht bestimmte. Es ergaben sich für die in Ostpreussen eingefangenen kleinen Frösche 46,7 Proc., bei den in Holland aufgewachsenen 13,2 Proc. und sofort. Merkwürdig war nun aber, dass, wenn man ausgewachsene Frösche von irgendwo her auf ihr Geschlecht untersuchte, beide Geschlechter gleich stark vertreten waren. P. kommt daher auf Grund mühevoller Untersuchungen zu der schon oben angedeuteten Annahme, dass die Frösche

längere Zeit hindurch hermaphroditisch sind, dann wegen der in die Augen springenden Eier und Follikel als Weibchen gerechnet werden, während später, nach vielleicht zwei Jahren, die Eierstöcke zu Grunde gehen und nur noch die Hoden übrig bleiben, beziehungsweise sich entwickeln, was ihm in der That an mehreren älteren Männchen zu beobachten gelang, denn sie zeigten deutlich Eier und Follikel in ihrem Hodengewebe. Daher also das scheinbar regelmässige Ueberwiegen bei den jungen Fröschen, mögen sie nun unter irgend welchen Bedingungen künstlich aufgezogen sein oder sich in normaler Weise im Freien entwickelt haben. Hieraus folgt also nach P., dass die künstliche Befruchtung mit allen ihren abnormen Einwirkungen auf Ei und Samen, Aenderung des Wassers, des Klimas, der Nahrung u. s. w. keinen Einfluss auf die relative Beziehung der beiden Geschlechter zu einander gehabt hat, dass vielmehr das Geschlecht der jungen Frösche schon bestimmt war, ehe die Eier, aus denen sie entstanden, an P. nach Bonn kamen, um hier befruchtet zu werden. Es erscheint daher P. — und wohl auch mit Recht — kaum glaublich, dass durch irgend welche Einwirkungen das Geschlecht eines befruchteten Eies bestimmt werden könnte. Es ist eben schon vor der Befruchtung bestimmt.

Ferner stellte P. viele Kreuzungsversuche mit verschiedenen Froscharten an und fand, dass, obwohl kein Batrachierei ohne Befruchtung sich furcht, eigenthümlicher Weise die ersten Stadien der Furchung, wenn auch häufig in einer von der gewöhnlichen abweichenden Art, auftreten, sobald man sie mit dem Samen irgend einer andern Art befruchtet. So zeigen die Eier von *Rana fusca* mit dem Samen von *Triton alpestris* befruchtet, eine unregelmässige Furchung. Das Umgekehrte hat dagegen gar keinen Erfolg, eine höchst merkwürdige, auch bei je zwei Froscharten, z. B. *Rana fusca* und *esculenta* sich wiederholende Thatsache, auf deren Bedeutung wir noch später zurückkommen werden.

Anknüpfend an eine schon von Spallanzani gemachte Beobachtung, dass der Samen von Männchen, die sich ausserhalb der Brunstzeit befinden, keine Befruchtung mehr bedinge, prüft P. die Wirkung des Samens von Männchen, die schon aus der Brunstzeit heraus waren, von sogenanntem überreifen Samen mit reifen Eiern, was nicht schwer hält, wenn man sich Frösche aus Bergseen beschafft, die viel später ihre Laichzeit durchmachen, als die Frösche aus der Ebene. Hierbei fand eine, wenn auch ausserordentlich geringfügige Einwirkung des Samens statt; es entwickelte sich etwa 1 Proc. der Eier. Wenn man dagegen reifen Samen mit überreifen Eiern in Berührung bringt, so gehen mehr Eier an. Die sich entwickelnden Thiere haben vielfach zu einer Zeit, in der bei anderen normalen bereits wohlentwickelte Geschlechtsdrüsen vorhanden sind, entweder gar keine oder höchstens rudimentäre Geschlechtsdrüsen.

Auch Born (Bresl. ärztl. Zeitschr. 1882 No. 14) theilt einige dahin gehende höchst bemerkenswerthe Versuche mit. Verwendet man überreife Froscheier oder solche, die man auf irgend eine Weise z. B. durch längeres Liegenlassen an der freien Luft geschädigt hat, zur Befruchtung mit reifem Samen, so erhält man nicht selten Doppelmissgeburten, während dieselben sonst bei den Batrachiern zu den allergrössten Seltenheiten gehören und kaum je beobachtet worden sind. Bei der künstlichen Befruchtung der Froscheier, die vielleicht auch hin und wieder die Eier schädigt, sind dagegen Doppelmissgeburten gerade keine Seltenheiten. Da nun nach der Ansicht der in dieser Richtung maassgebenden Forscher (Hertwig, Fol u. A.) nur ein Spermatozoon eine Eizelle befruchtet und das Ei selbst unmittelbar nach der Befruchtung sich gegen das weitere Eindringen von Spermatozoen schützt, indem es schnell eine feste Hülle um sich herum bildet, so liegt für B. die Vermuthung nahe, dass bei einer nicht näher zu definirenden Schwäche der Eizelle zwei oder mehr Spermatozoen in das Ei eindringen, die dann zur Entstehung von Doppel- oder von Missgeburten überhaupt führen. —

Wir wenden uns nun zum Schluss noch zu einer ganzen Reihe von neuern Arbeiten über dasselbe Thema, die wir wiederum Pflüger und Born, sowie Roux verdanken. P. (sein Archiv Bd. 31 S. 311 und B. 32 S. 1) und R. (Ueber die Zeit der Bestimmung der Haupttrichtungen des Froschembryo, Leipzig bei W. Engelmann) erkannten zu etwa derselben Zeit (natürlich unabhängig von einander) eine höchst wichtige Thatsache, nämlich, dass die erste Furchungsebene der Froscheier zugleich die Medianebene des späteren Embryo ist. Die Aufgabe wurde in der Art gelöst, dass man Froscheier künstlich befruchtete und in Uhrgläsern durch ihre eigene schleimige Hülle mittelst besonderer Kunstgriffe befestigte. Bestimmt man nun durch Verlängerung der ersten Furche genau deren Richtung, etwa indem man die Glasschaalen einritzet, so zeigt sich dann, dass die Längsaxe des Embryo in derselben Linie liegt, die man sich vorher fixirte. Wo liegt nun das Kopf-, beziehungsweise das Schwanzende

des Embryo, wo also seine linke und rechte Seite? R. findet, dass hierüber bereits die zweite, auf der ersten senkrecht stehende Furche entscheidet. Dieselbe verläuft nämlich nicht genau symmetrisch und lässt in dem von ihr gebildeten grösseren Abschnitt den Kopf entstehen. P. (sein Archiv Bd. 32 S. 1) befasst sich ausserdem damit, den Einfluss der Schwerkraft auf die Entwicklung des Embryo festzustellen und schreibt ihr eine grosse Bedeutung zu. Es ist bekannt, dass wenn man reife Froscheier ins Wasser wirft, sie eine mehr oder weniger dicke Schleimhülle um sich entwickeln und in jeder beliebigen Lage in dem Wasser schwimmen. Das erkennt man sehr leicht daran, dass derartige Eier eine schwarze und weisse Hälfte haben. Bald ist die schwarze Hälfte, bald die weisse nach oben gekehrt, bald mehr die eine oder die andere. Befruchtet man dagegen Eier, die sich frei bewegen können, so drehen sie sich alsbald alle mit ihrem schwarzen Pole nach oben. Nun beginnt die Furchung. Die erste vertical stehende Furchungslinie theilt der Regel nach das Ei in zwei Hälften, deren obere Abschnitte also schwarz, deren untere weiss sind. Die zweite, auf der ersten senkrecht stehende Furchungslinie beziehungsweise Ebene steht ebenfalls vertical. Beide haben also eine den höchsten schwarzen und den tiefsten weissen Punkt des Eies mit einander verbindende verticale Linie gemeinsam, die man die primäre Eiaxe nennt. Erst die dritte Furchungsebene verläuft horizontal und innerhalb der schwarzen Hälfte, sodass, wenn man sich das Ei durch die genannten Ebenen zerschnitten denkt, es jetzt in vier kleinere obere schwarze und vier grössere untere vorzugsweise weisse Abschnitte zerfällt. Verhindert man die Eier an der eben beschriebenen Drehung, so werden sie nichtsdestoweniger auch befruchtet; die erste Furchung jedoch geht nicht durch die primäre Eiaxe, sondern folgt stets der Richtung der Schwerkraft, steht also immer vertical und geht durch den jeweiligen senkrechten Durchmesser des Eies. So kann es also kommen, dass schon die erste Furche das Ei in eine schwarze, jetzt seitlich stehende und eine weisse, ebenfalls seitlich stehende Halbkugel theilt. Selbstverständlich kommen auch alle anderen Stellungen vor; nur wenn die weisse Hälfte ganz nach oben gekehrt ist, findet keine Entwicklung statt. Die zweite Furchungsebene steht ebenfalls vertical und schneidet die erste senkrecht in einer verticalen Linie, die P. die secundäre Eiaxe oder Furchungsaxe nennt. Die dritte zeigt häufig Unregelmässigkeiten. Mit einem Worte also, das Ei ist zwar gedreht worden, die Furchungsebenen aber haben wie ein feststehendes Coordinatensystem ihre Lage beibehalten. Die Furchungsvorgänge in der oberen Halbkugel, trotzdem sie nicht schwarz ist, gehen schneller vor, als in der unteren, wie man dies auch bei normaler Entwicklung der Eier zu beobachten Gelegenheit hat. Nicht selten entwickeln sich lebendige Kaulquappen, die allerdings häufig albinotisch sind, so wie die Eihälfte, aus der sie entstanden. Nach einigen Tagen pflegen die Albinos zu Grunde zu gehen.

Hieraus ergibt sich also, dass verschiedenes Eimaterial sich in gleicher Weise theilen und zum Aufbau eines Embryo führen kann. Je weiter übrigens die Theilung fortschreitet, um so weniger Einfluss hat die Schwerkraft auf den weiteren Theilungsprocess. Ferner fällt bei diesen Eiern mit nicht lothrechter primärer Eiaxe die Ebene der ersten Furchung nicht mit der Medianebene des Embryo zusammen, wie bei normal gelagerten Eiern, sondern wird nach P. wiederum durch die Schwerkraft beeinflusst. Die Medianebene liegt nämlich in dem verticalen Meridiane der primären Eiaxe, welche letztere jetzt bekanntlich beliebig schief steht oder künstlich gestellt werden kann, indem man den Eiern nur wenig Wasser giebt und sie an ihrer normalen Drehung verhindert. Man wird also zu der Annahme gedrängt, dass entweder diejenigen Theile des Eies, aus denen zunächst der Embryo sich entwickelt, in Folge der Schwerkraft wandern, was P. nicht wahrscheinlich dünkt, oder dass von den unzähligen primären Meridianen (das sind die grössten Kreise, welche alle durch die primäre Eiaxe gehen) jeder die Keime des zukünftigen Embryos in sich trüge, aber nur der zur Entwicklung käme, der senkrecht steht. Die verschiedenen primären Meridiane seien hiernach gleichwerthig, ein gewisser polarer Gegensatz finde sich nur zwischen dem einen Ende einer Meridionalhälfte und dem andern Ende derselben Hälfte; denn in der einen komme es dann zur Bildung des Kopfes, in der andern zu der des Schwanzes. Der Ort, wo die beiden polarisirten Hälften zusammenstossen, liegt in dem jeweiligen horizontalen grössten Kreise (tertiären Aequator). Unterhalb desselben, und zwar nach der weissen Hälfte zu, entwickelt sich das Schwanzende, nach der entgegengesetzten Richtung das Kopfende. Auf der weissen Halbkugel erscheint ausnahmslos (schon vorher) der Urmund, der Rusconische After, dicht unter dem grössten horizontalen Kreise als kleiner horizontaler Spalt. Durch seine Mitte verläuft die verticale Meridianebene, welche die primäre Eiaxe enthält.

Hiernach müsse also das Ei ausserordentlich viele einander gleichwerthige Keime enthalten. Eine Stütze für diese Annahme findet P. in der von O. Hertwig und H. Fol an Seeeguleiern experimentell festgestellten Thatsache, dass wenn zwei oder mehrere Spermatozoen in ein Ei eindringen, dann auch in der That ebenso viele Entwicklungscentren sich bilden, die schliesslich bis zu einem bestimmten embryonalen Zustande fortschreiten, ohne allerdings zur Bildung von Embryonen selbst zu führen. Es fragt sich nun, was wird aus den vielen anderen Keimen im Ei, die, weil sie zufälligerweise nicht gerade in der günstigen Lage sich befanden, auch nicht zur Entwicklung gelangten? P. ist geneigt anzunehmen, dass diese nicht vernichtet werden, sondern ihre Rolle als Keime beibehalten, indem aus ihnen sich vielleicht die Geschlechtstheile des bevorzugten Keimes bildeten. Wie also aus all dem Mitgetheilten hervorgeht, schreibt P. der Schwerkraft bei der Entwicklung der Eier einen ausserordentlich grossen Einfluss zu; ja sie ist für ihn die erste auslösende Kraft, welche die weitere Entwicklung des Eies bedingt; denn nur in Folge der Schwere wird ja von den ausserordentlich vielen Keimen nur einer begünstigt, der sich entwickelt. Pflüger geht sogar noch weiter; er steht nicht an, diese auslösende und auswählende Kraft der Schwere auch auf andere Zellen zu übertragen und gelangt für die Entwicklung der Eier zu folgender, ungemein weitgehenden Annahme: „Ich würde mir also vorstellen, dass das befruchtete Ei gar keine wesentliche Beziehung zu der späteren Organisation des Thieres besitzt, so wenig als die Schneeflocke in einer wesentlichen Beziehung zu der Grösse und Gestalt der Lawine steht, die unter Umständen aus ihr sich entwickelt. Dass aus dem Keime immer dasselbe entsteht, kommt daher, dass er immer unter dieselben äusseren Bedingungen gebracht ist.“

Mit dieser Annahme schiesst nun aber P., wie wohl die Mehrzahl aller Biologen anerkennen wird, weit über das Ziel hinaus. Wenn nun die befruchteten Eier nach P. nicht aus sich selbst die Kraft ihrer Entwicklung schöpften, sondern des auslösenden Momentes der Schwere benöthigten, so ist eine unmittelbar daraus sich ergebende Folgerung die, dass sich Eier, auf welche die Schwerkraft gar nicht wirkte, überhaupt nicht entwickeln können. Diesen Gedanken in geistvoller Weise durch den Versuch zu prüfen, unternahm Roux (Breslauer ärztl. Zeitschr. 1884 No. 6). „Er geht von der Ueberzeugung aus, dass das Ei in sich die Kraft seiner Entwicklung besitzt, dass die Entwicklung des Eies ein Process vollkommener Selbstdifferenzirung ist, für dessen normalen Ablauf nur Schutz von äusseren Störungen und Zufuhr von Nahrung, Spannkraft oder lebendiger Kraft nöthig ist, ohne dass diesen Agentien indess eine directe differenzirende Wirkung zukomme.“

Wenn man die Eier fortwährend um eine horizontale Axe dreht, dass kein Punkt dauernd nach oben gerichtet ist, oder wenn man die Schwerkraft durch eine andere stärkere aufhebt, z. B. die Eier auf einer Centrifugalmaschine dreht, so dass die Schwerkraft von der Centrifugalkraft je nach der Stellung des um eine horizontale Axe gedrehten Cylinders, welcher die Eier enthält, mehr oder weniger unterstützt oder aufgehoben wird; was wird dann aus den Eiern? entwickeln sie sich oder entwickeln sie sich nicht? Nun es geschieht das erstere. In einem derartigen Apparate stellen sie sich mit ihren weissen Polen centrifugal ein, (während bei regelrechter Entwicklung die weissen Hälften bekanntlich nach abwärts gekehrt sind) und machen alle in durchaus normaler Weise die Furchung durch, sowie andere neben diesen in Ruhe befindliche Eier. Die Furchungsaxe fiel hierbei immer mit der Eiaxe zusammen, die erste Horizontalfurche lag mit wenigen Ausnahmen, wie normal, näher dem schwarzen Pole; die schwarzen, jetzt weder oberen noch unteren Zellen theilten sich schneller, als die weissen. Kurzum, die Furchung lief normal ab, es entwickelten sich schliesslich auch normale muntere Kaulquappen. Die langsam gedrehten Eier zeigten im Wesentlichen ebenfalls dieselben Furchungsvorgänge, nur konnte man an ihnen noch Zeichen von einer Wanderung der weissen in die schwarze Substanz wahrnehmen.

Aus diesen und anderen sinnreichen Versuchen, von denen wir namentlich noch den einen hervorheben, in welchem eine Menge Eier in einem passenden sich langsam drehenden Gefässe fortwährend umgestürzt wurden und sich ebenfalls in oben geschilderter, normaler Weise entwickelten, schloss R., dass, wie schon oben erwähnt, die Entwicklung des Eies ein Selbstdifferenzirungsprocess ist, welcher der Schwerkraft nicht bedarf. —

Auf durchaus anderem Wege gelangte Born (Bresl. ärztl. Zeitschr. 1884 No. 8) ebenfalls zu einer von P. abweichenden, mit R. übereinstimmenden Ansicht. Was zunächst die Drehung von befruchteten und unbefruchteten Froscheiern anlangt, so ist die Angabe von P., dass nur die befruchteten Eier ihre schwarzen Pole nach oben kehren, nach Beobachtungen von B. und R. dahin zu ergänzen, dass die Drehung bei derartigen Eiern sich in einigen Minuten, bei den unbefruchteten

teten sich vielleicht in ebenso viel Stunden vollzieht, dass die Eier aber, wenn man nur die Beobachtung lange genug fortsetzt, keineswegs in jeder beliebigen Lage liegen bleiben. Also hat auch schon das unbefruchtete Ei, wenn man die Sache so einfach wie möglich auffasst, eine leichtere schwarze Hälfte, die sich nach oben kehrt und eine schwerere weisse, die sich nach unten wendet. Woher nun dieser Unterschied? Schon früher hatte B. darauf hingewiesen, dass P. bei dem Vorgange der Eitheilung einen Umstand ganz ausser Acht gelassen hatte, nämlich den Kern und dessen Theilung. Die verschiedenen künstlichen Befruchtungsversuche an Eiern von Wirbellosen ergaben, dass die Theilungsebene des Eies stets dieselbe ist, wie die des Kernes, dass also höchst wahrscheinlich die erstere durch die letztere bedingt wird, um so mehr da ja in dem Kern der Beginn des Theilungsvorganges statt hat. Nimmt man nun einfach an, dass der stets excentrisch gelagerte, der Regel nach nahe dem schwarzen Pol sitzende Kern specifisch leichter ist, als die übrige Masse des Eies, so versteht man eine ganze Reihe der P.'schen Angaben auf die leichteste Art. Wird beispielsweise das Ei festgehalten, so dass seine weisse Hälfte mehr oder weniger nach oben sieht, so wandert eben der leichte Kern unter die höchste Stelle der weissen Hälfte und leitet von dort aus die Furchung ein; daher die verticale Lage der ersten Furchungsebene bei gedrehten Eiern, eine offenbar nur mittelbare Wirkung der Schwerkraft.

Weiterhin macht B. auf eine ganze Reihe von Vorgängen aufmerksam, welche in der That darauf hinweisen, dass bei Eiern, die in Zwangslage gehalten werden, die Substanzen des Eies ihren Ort verändern, sich also wie zähflüssige, in einer Hülle eingeschlossene Massen von verschiedenem specifischen Gewicht verhalten. Das Ei dreht sich nicht als Ganzes, sondern die Massen in ihm verändern ihren Ort. Mikroskopische Schnitte durch derartige Eier, worüber B. in einer späteren Arbeit Ausführliches zu bringen verspricht, bestätigen diese Annahme, welche, wie oben mitgetheilt, gerade von P. verworfen wurde.

Zum Schluss theilen wir nun noch einige bemerkenswerthe That-sachen aus den Untersuchungen von P. und B. über künstliche Bastardirung der verschiedenen Frosch- und Krötenarten mit (Archiv für die ges. Physiol. Bd. 32 S. 519). Wir nehmen zunächst an, es seien alle Fehlerquellen bei derartigen Versuchen ausgeschlossen, welche eine Befruchtung der Eier irgend einer Froschgattung mit dem Samen der gleichen Art nach sich zögen. Man hätte also wirklich immer nur Eier der einen Gattung mit Samen einer andern in Berührung gebracht, eine Bedingung, die wie aus den Arbeiten beider Autoren hervorgeht, ausserordentlich schwer zu erfüllen ist. B. findet hierbei, dass eine Befruchtung zwischen verschiedenen Amurenarten nur dann von einem positiven Erfolge begleitet ist, wenn nicht zu verdünnter Samen brünstiger Männchen angewendet wird. Unvermischter Samen löste ganz unregelmässige Furchungen aus, die B. als Barrockfurchung bezeichnet, in Folge deren die Eier bald zerklüftet wurden und zerfielen. Einigermassen stark verdünnter Samen, der die Eier derselben Art, wie schon Spallanzani wusste, in normaler Weise befruchtet, war völlig unwirksam. B. ist es vielfach gelungen dergleichen Bastarde gross zu ziehen, die dann Eigenschaften der Mutter und des Vaters aufwiesen.

Dabei zeigte sich ein merkwürdiges Gesetz, auf welches schon P. in früheren Arbeiten hingewiesen hatte. Die Möglichkeit Bastarde zu erzeugen, ist nämlich eine einseitige, so dass also z. B. der Samen der Froschgattung a sehr wohl die Eier der Froschgattung b, aber nicht umgekehrt Samen der Gattung b Eier von der Gattung a befruchten kann. Die ungemein einfache und geistvolle Erklärung von P. hierüber lautet folgendermaassen. Wenn man die reifen Spermatozoen der verschiedenen Froscharten mikroskopisch untersucht, erweisen sich dieselben hinsichtlich ihres Kopfes und ihrer sonstigen Grössenverhältnisse ungemein verschieden. Viele haben sehr dünne und spitze Köpfe, andere dagegen dicke und plumpe. Im Allgemeinen sind nun die Spermatozoen der ersten Art am geeignetsten zur Vermittelung der Bastardzeugung. Andererseits sind im Allgemeinen diejenigen Eier der Befruchtung am zugänglichsten, deren zugehörige Spermatozoen dicke Köpfe haben, während dickköpfige Spermatozoen an Eiern mit zugehörigen spitzen Spermatozoen nie Furchungsvorgänge auslösen. Diese Einseitigkeit der künstlichen Bastardirung hat also nach P. einfache grob mechanische Ursachen, indem eben spitzige, vielleicht auch mit grosser Beweglichkeit und Ausdauer ausgestattete Spermatozoen am ehesten in Eier eindringen und befruchtend wirken können. Am geeignetsten hierzu sind natürlich diejenigen Eier, in welche selbst dickköpfige Spermatozoen unter normalen Bedingungen sich einbohren. Dringen Spermatozoen, wie P. annimmt, hierbei nicht vollständig in das Ei ein, so sollen jene eigenthümlichen von B. beobachteten Furchungsvorgänge entstehen, indem vielleicht das oder die in das Ei

eingetretenen Spermatozoenstücke abschmelzen und abnorme Theilungen veranlassen. B. ist allerdings geneigt, hier das Eindringen von viel Spermatozoen verantwortlich zu machen, da wie bekannt das Eindringen von nur einem Spermatozoon für das Zustandekommen einer normalen Furchung und Weiterentwicklung ausreicht. —

Der Leser wird hoffentlich aus all diesen überaus mühevollen und interessanten Untersuchungen, die wir hier in Kürze zusammengestellt, gleich uns die Ueberzeugung gewonnen haben, dass durch dieselben ein ganz neues und überaus wichtiges Gebiet biologischer Vorgänge dem Versuche und damit hoffentlich auch binnen kurz oder lang einem natürlich bis zu gewissen Grenzen gehenden Verständniss eröffnet worden ist.