

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vergl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einzusenden zu wollen.

---

XXIV. Bd. 15. Februar 1904.

N<sup>o</sup> 4.

---

Inhalt: Bühler, Alter und Tod (Schluss). — Schreiner, Über das Generationsorgan von *Myrine glutinosa* (L.) (Fortsetzung). — Jaeger, Die Physiologie der Schwimmblase der Fische. — Schulz, Über das Vorkommen von Gallenfarbstoffen im Gehäuse von Mollusken.

---

## Alter und Tod.

Eine Theorie der Befruchtung.

Von Dr. A. Bühler,

Privatdozent und Assistent am anatomischen Institut zu Zürich.

(Schluss.)

Suchen wir eine Entscheidung, welche Bestandteile der Keimzellen vereinigt werden müssen, damit im oben auseinandergesetzten Sinne eine Förderung der vitalen Prozesse erzielt werde, resp. welche Zellteile als leitende Faktoren bei den der Befruchtung zu Grunde liegenden chemischen Prozessen in Betracht kommen, so lässt auch hier die Chemie im Stich. Indessen ist in morphologischer Hinsicht festgestellt, dass die Vereinigung der Chromosomen der beiderseitigen Geschlechtszellen das Wesen des Vorganges ausmacht; also werden wir kaum fehlgehen, wenn wir in diesen auch die Träger der notwendigen chemischen Stoffe vermuten. Das stimmt mit dem Umstand, dass der Kern allem Anschein nach überhaupt im Chemismus der Zelle eine wichtige Rolle spielt. Doch ist ein Zusammentreten beider Geschlechtskerne zur Einleitung der Embryonalentwicklung nicht prinzipiell nötig. Das zeigen die von O. u. R. Hertwig (22) zuerst beobachteten und von Boveri (8) weiter verfolgten Entwicklungsvorgänge an befruchteten kernlosen Eifragmenten und die Hertwig'schen (22) Versuche mit Seeigeleiern, an welchen durch Chloral die Kopu-

lation der Geschlechtskerne verhindert wurde. Es darf daher wohl angenommen werden, dass die chemische Differenzierung, welche die Keimzellen zur Befruchtung befähigt, nicht immer ausschließlich auf den Kern beschränkt bleibt, sondern auch das Protoplasma in gewissem Sinne beeinflusst. Sicher stehen ja Kern und Zellkörper auch chemisch untereinander in Wechselbeziehungen, ja van Bambeke (1) konnte sogar einen Übergang von Chromatin aus dem Kern in den Eileib beobachten. Von diesem Gesichtspunkte aus bietet die Entwicklung kernloser Eifragmente nichts rätselhaftes. Wenn ich mich trotzdem O. Hertwig anschließe, und in der Vereinigung der Kernsubstanzen das Wesentliche der Befruchtung erblicke, so geschieht es gestützt auf die beobachteten Tatsachen.

Nach R. Hertwig (25, 27) haben wir bekanntlich im Befruchtungsvorgang zwei Momente zu unterscheiden, die zwar oft zusammenfallen, die aber nach ihrem Wesen auseinandergehalten werden müssen. Es sind das die Anregung zur Entwicklung und die Vereinigung zweier Geschlechtskerne. Die erstgenannte Erscheinung führt Boveri darauf zurück, dass dem an sich teilungsunfähigen Ei durch Eindringen des Spermacentrosom die Teilungsfähigkeit neu gegeben wird. Wenn darin der eigentliche Entwicklungsreiz läge, so dürften wohl dabei chemische Prozesse kaum mit im Spiele sein. Denn das Centrosom hat im Zellenleben eine sozusagen rein mechanische Bedeutung, und einen merkbaren chemischen Einfluss auf die Eizelle kann es bei seiner gewöhnlichen Kleinheit kaum ausüben. Auch ist noch keineswegs nachgewiesen, dass in allen Fällen das Furchungscentsosom vom Sperma stammt; in Eiern mit parthenogenetischer Entwicklung kann selbstverständlich ein Mikrocentrum nur vom Ei herrühren, wie es ja auch bei der künstlichen Parthenogenese von Seeigeleiern durch E. B. Wilson (52) festgestellt wurde.

Indessen auch wenn das Furchungscentsosom tatsächlich vom Samenfaden stammt, kann es doch keineswegs der Träger der von Boveri (7, 9) als Zweck der Befruchtung postulierten Qualitätenmischung sein, weil es nur von einer Zelle herrührt. Dafür wird es auch von Boveri selbst nicht angesehen, da er sein Verschwinden im Ei für etwas Sekundäres hält, wodurch verhindert werden soll, dass sich die Eizelle selbständig entwickeln kann. Dieser Umstand soll sie zur Kopulation zwingen, so dass der Zweck der Befruchtung, d. i. eben die Qualitätenvereinigung erzielt wird.

Diese letztere ist auch nach Boveri der eigentliche Zweck der Befruchtung. Da alle Beobachtungen darin übereinstimmen, dass es sich bei echter Befruchtung stets um eine Vereinigung der Kerne handelt, während andere Phänomene als inkonstant und unwesentlich dagegen zurücktreten, so kann die Qualitätenmischung

nur im Zusammentreten der Kernsubstanzen gesucht werden. Darin liegt also der Verbindungspunkt zwischen den Anschauungen von Boveri und Hertwig. Was dabei durch diese Kernverschmelzung erreicht wird, habe ich schon auseinandergesetzt; danach lässt sich die Qualitätenmischung im wesentlichen auffassen als eine Vereinigung chemischer Qualitäten zum Zwecke gegenseitiger Förderung des Stoffumsatzes.

In den meisten Fällen gibt die Möglichkeit eines intensivern Stoffwechsels zugleich auch die Veranlassung zu sofortiger Betätigung eines regeren Energieumsatzes, d. h. der Befruchtung schließt sich unmittelbar die Entwicklung an. Bei einzelligen Lebewesen aber liegt kein Grund vor, warum sich die durch Konjugation gewonnene Steigerung der vitalen Energie ausschließlich auf die Zellvermehrung beschränken sollte. Sie kann das tun, kann aber auch in anderer Art dem Organismus nützlich werden, wie dies in Bildung besonders resistenter Dauersporen und auf andere Weise geschieht.

Der Grund zu dieser Verschiedenheit ist meiner Ansicht nach ein sekundärer, von der Befruchtung nicht direkt abhängiger: Bei den Metazoen verlangt es der Kampf ums Dasein, dass das Individuum so rasch wie möglich auf eine Entwicklungsstufe gebracht werde, die ihm günstige Existenzbedingungen bietet, bei den einzelligen Lebewesen ist dieser Zustand unmittelbar nach der Konjugation erreicht. Das schließt natürlich nicht aus, dass in den Geschlechtszellen der mehrzelligen Organismen Einrichtungen getroffen sind, die eine sofortige Einleitung der Entwicklung direkt veranlassen. Der Loeb'sche Versuch, in welchem durch Erhöhung des extrazellulären osmotischen Druckes und die daraus resultierende Tendenz zur Wasserentziehung unbesamte Eier zur Furchung angeregt wurden, legt mir den Gedanken nahe, dass der Flüssigkeitsentzug, welchen der anschwellende Spermakern auf das Eiprotoplasma geltend macht, in diesem Teilungsvorgänge auslösen hilft. Ich gestehe indessen gern zu, dass für diese Vermutung z. Z. alle Beweise fehlen. Es würde sich aber auf diesem Wege ein Kompromiss ergeben zwischen der Ansicht von Loeb, dass Wasserentzug entwicklungsfördernd wirkt, und der Beobachtung von Schücking, dass die Entwicklung mit einer Wasseraufnahme beginnt. Ich kann beiden Autoren Recht geben. Denn auch ich bin der Meinung, dass die Flüssigkeitsaufnahme in den ersten Stadien des Wachstums die Hauptrolle spielt. Das Verhältnis des Wassers zur Trockensubstanz ist z. B. bei der Amphibienlarve weit größer als in der Eizelle desselben Tieres; dass beim Auskeimen pflanzlicher Samen das Gleiche eintritt, ist eine allgemein bekannte Tatsache. Es geht also mein Schluss dahin, dass unter Umständen eine Wasserentziehung die chemischen Umsetzungen,



viduums Bedeutung erlangen kann und muss auf die chemische Differenzierung des Keimplasma. Dass und wie davon die Entwicklung des Kindes abhängig ist, habe ich oben auseinandergesetzt. Es ist dieser Zusammenhang schon s. Z. durch Strasburger treffend definiert worden, indem er sagt: „so gelangen wir auch hier wieder in Uebereinstimmung mit der von Sachs ausgesprochenen Ansicht: die ersten Organe der Keimpflanze entstehen aus Stoffen oder chemischen Verbindungen, welche die Mutterpflanze erzeugt und ihnen mitgegeben hat; die späteren, nach der Keimung auftretenden Organe, Sprosssteile, Wurzeln u. s. w. aber bilden sich aus den Substanzen, welche die Keimorgane von außen aufgenommen und dann der spezifischen Natur der Pflanze entsprechend weiter verändert haben; jedes folgende Organ ist das Resultat der stoffbildenden Tätigkeit der vorausgehenden Organe.“

Die oben geäußerte Anschauung wird im Prinzip sowohl der Ansicht Weismann's (49, 51) von der Kontinuität des Keimplasma gerecht, wie der Theorie Nägeli's (38) von dem Zusammenhang des Idioplasma im ganzen Körper, und der dadurch ermöglichten Beeinflussung der Vererbungssubstanz durch die Organisation des Elters. Der Unterschied zwischen meiner Ansicht und derjenigen von Nägeli besteht im wesentlichen darin, dass er einen morphologischen Zusammenhang annimmt, während ich die gegenseitige Beeinflussung auf chemischem Wege zu erklären suche. Dass die Ausbildung der Fortpflanzungszellen abhängig ist vom Gesamtstoffwechsel und damit auch von der Tätigkeit der Körperzellen bedarf eigentlich keines Beweises; nur auf zwei gut beglaubigte Daten sei hier hingewiesen: Unter den Bedingungen, welche nach Maupas (36) die Infusorien hindern, Konjugationen einzugehen, nennt er in erster Linie reichliche Ernährung, und Barfurth (2) fand, dass sich bei Mastforellen mit großer Regelmäßigkeit Sterilität findet. Wie anderseits die Entwicklung der Keimzellen zurückwirkt auf den Ernährungszustand des ganzen übrigen Körpers, besonders bei solchen Organismen, deren Keimprodukte relativ große Massen darstellen, ist genugsam bekannt sowohl aus dem Reiche der Pflanzen wie der Tiere.

Wenn ich übrigens der Ansicht bin, dass chemische Vorgänge bei der Vererbung eine wichtige Rolle spielen, so stehe ich nicht allein. Indem Weismann (49) seinem Keimplasma chemisch-physikalische Eigenschaften zuschreibt, nimmt er implicite an, dass sich dieselben auch bei der Vererbung betätigen werden. Das Gleiche ist der Fall, wenn v. Kölliker (30) der Kernsubstanz einen besonderen Anteil am Stoffwechsel bei der Befruchtung zuschreibt, und zugleich dieselbe als Träger der Vererbung erklärt. Eine Wirksamkeit chemischer Körper in Befruchtung und Vererbung deutet auch Häcker (17) an.

Wenn anderseits O. Hertwig (21) es für einseitig ansieht, im Befruchtungsvorgang nur das Spiel chemisch-physikalischer Kräfte sehen zu wollen, und die Bedeutung der Organisation der Keimzellen zu vernachlässigen, so kann ich ihm vollkommen Recht geben. Organisation und Stoffwechsel sind untrennbar voneinander, eines ist ohne das andere nicht möglich, und der Stoffwechsel besteht ja in chemisch-physikalischen Prozessen. Ich habe diese Seite des Problems in den Vordergrund gestellt, nicht weil sie mir als die einzige erschiene, sondern weil sie bei ihrer großen Wichtigkeit alle Beachtung verdient und zu weiteren Fortschritten auch über die Beziehungen der Organisation zu den bekannten Naturkräften führen muss.

Man kann diese meine Theorie der Befruchtung eine chemische nennen. Ich habe ihr chemische Anschauungen zu Grunde gelegt, ohne behaupten zu wollen, dass solche die einzigen in Betracht kommenden sind. Sie ist trotzdem keineswegs einseitig, seit die Wissenschaft dazu gelangt ist, chemische Affinitäten nur als besondere Form der allgemeinen Energie aufzufassen, und chemische Prozesse als den Ausfluss physiko-chemischer Grundeigenschaften der Materie, als Bewegungsform der Atome zu betrachten. Es könnte nur die Frage entstehen, ob wir berechtigt sind, diese Anschauungen auch auf das Leben anzuwenden. Gewiss haben wir dies Recht! Es mag zugegeben werden, dass in dem Zustand, den wir Leben nennen, an der Materie da und dort Eigenschaften wirksam werden können, die bisher in der anorganischen Welt noch nicht beobachtet wurden; aber so viel dürfen wir als gesichert annehmen, dass die großen Grundregeln des Geschehens, wie sie Physik und Chemie festgestellt haben, durch den Zusammentritt der Stoffe zu einem Organismus nicht umgestürzt werden. Wenn also nachgewiesenermaßen im Leben chemische Prozesse eine so hervorragende Rolle spielen, wie sich aus der Bedeutung des Stoffwechsels zur Evidenz ergibt, so müssen wir notwendig solche Prozesse zu den Hauptfundamenten aller Lebensvorgänge rechnen. Und daraus ergibt sich der weitere Schluss, dass wir die Gesetze der Chemie auch in den Erscheinungen des Todes und der Befruchtung aufsuchen müssen, in der berechtigten Erwartung, dadurch einen tüchtigen Schritt weiter in die Rätsel dieser Phänomene vorzudringen.

Es liegt mir fern, zu behaupten, dass diese Theorie nun die letzte Lösung der Befruchtungsfrage ist. Im Gegenteil, sie stellt neue Aufgaben und verlangt weitere Aufklärungen nicht nur über die Vorgänge bei der Befruchtung selbst, sondern über Leben und Tod allgemein und über die Beziehungen dieser Erscheinungen untereinander. Sie klebt darum nicht am Wissen der Gegenwart und einer Hypothese, die durch dasselbe hervorgebracht wurde

und mit seiner Erweiterung fallen muss; sie ist in dieser allgemeinen Form selbst erweiterungsfähig. Sie wird sich die Fortschritte in unserer Auffassung von den Naturkräften, die wir von der Zukunft erwarten, zu nutze machen und ihrerseits zu genauerer Präzisierung gelangen können. [84]

### Literatur.

(Ausführliche Literaturangaben über Befruchtung finden sich in Nr. 7, 27 u. 44.)

1. Bambeke, C. van: Contributions à l'histoire de la constitution de l'oeuf: II. Elimination d'éléments nucléaires dans l'oeuf ovarien de *Scorpaena scrofa*. Bull. acad. roy. Belgique, S. 3, T. XXV, 1893.
2. Barfurth, D.: Biologische Untersuchungen über die Bachforelle. Arch. mikr. Anat., Bd. XXVII, 1896.
3. Beneden, E. van: La maturation de l'oeuf la fécondation et les premiers phases du développement embryonnaire des mammifères. Bull. acad. roy. Belgique, S. 22, T. XL, 1875.
4. Bergh, R. S.: Vorlesungen über allgemeine Embryologie. Wiesbaden 1895.
5. Bernstein, J.: Zur Theorie des Wachstums und der Befruchtung. Arch. Entw.-Mech., Bd. VII, 1891.
6. Bonnet, R.: Gibt es bei Wirbeltieren Parthenogenesis? Erg. Anat. u. Entw., Bd. IX, 1900.
7. Boveri, Th.: Befruchtung. Erg. Anat. u. Entw., Bd. I, 1891.
8. Ders.: Ueber die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigel-eier. Arch. Entw.-Mech., Bd. II, 1895.
9. Ders.: Das Problem der Befruchtung. Jena 1902.
10. Bühler, A.: Untersuchungen über den Bau der Nervenzellen. Verh. phys.-med. Ges. Würzburg, 1898.
11. Ders.: Rückbildung der Eifollikel bei Wirbeltieren. I. Fische. Morph. Jahrb., Bd. XXX, 1902. II. Amphibien. Ibid., Bd. XXXI, 1902.
12. Bütschli, O.: Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Konjugation der Infusorien. Abh. Senkenb. nat. Ges., Bd. X, 1876.
13. Ders.: Gedanken über Leben und Tod. Zool. Anz., Bd. V, 1882.
14. Cholodkowsky, N.: Tod und Unsterblichkeit in der Tierwelt. Zool. Anz., Bd. V, 1882.
15. Endres (und Walter): Anstichversuche an Eiern von *Rana fusca*, I und II. Arch. Entw.-Mech., Bd. II, 1895.
16. Goette: Ueber den Ursprung des Todes. Hamburg u. Leipzig 1883.
17. Häcker, V.: Der heutige Stand der Befruchtungslehre. Jahresh. Verh. vaterl. Nat. Württemberg, Bd. LIII, 1897.
18. Ders.: Ueber die Autonomie der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz vom Ei bis zu den Fortpflanzungszellen. Anat. Anz., Bd. XX, 1902.
19. Herlitzka, A.: Sullo sviluppo di embrioni completi da blastomeri isolati di uova di tritone. Arch. Entw.-Mech., Bd. IV, 1897.
20. Hertwig, O.: Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Teilung des tierischen Eies. Morphol. Jahrb., Bd. I—IV, 1875/78.
21. Ders.: Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. Jen. Zeitschr. Natw., Bd. XVIII, 1884.
22. Hertwig, O. u. R.: Ueber den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluss äußerer Agentien. Jen. Zeitschr. Natw., Bd. XX, 1887.
23. Hertwig, R.: Ueber die Konjugation der Infusorien. Abh. k. bayr. Akad. Wiss. II. Kl., Bd. XVII, 1889.

24. Ders.: Ueber die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleies. Festschr. f. Gegenbaur, Bd. II, 1896.
25. Ders.: Mit welchem Rechte unterscheidet man geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung? Sitz.-Ber. Ges. Morph. u. Phys., Bd. XV, 1900.
26. Ders.: Ueber Wesen und Aufgabe der Befruchtung. Sitz.-Ber. k. bayr. Akad. Wiss. II. Kl., Bd. XXXII, 1902.
27. Ders.: Eireife und Befruchtung. In Handb. d. vergl. u. exp. Embryol. Jena 1903.
28. Höber, R.: Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe. Leipzig 1903.
29. Koch, R.: Ueber die Entwicklung der Malariaparasiten. Zeitschr. Hyg. und Infekt., Bd. XXXII, 1899.
30. Kölliker, A., v.: Die Bedeutung der Zellkerne für die Vorgänge der Vererbung. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. XLII, 1895.
31. Kövesi, Géza: Ueb. den Eiweißumsatz im Greisenalter. Centralbl. inn. Med. 1901.
32. Loeb, J.: Ueber Methoden und Fehlerquellen der Versuche über künstliche Parthenogenese. Arch. Entw.-Mech., Bd. XIII, 1902.
33. Loew und Bokorny: Die chemische Kraftquelle im lebenden Protoplasma, cit. nach Strasburger (42).
34. Mac Callum, W. G.: On the flagellated form of the malarial parasit. Lancet 1897, V, II.
35. Magnus-Levy u. Falk: Der Lungengaswechsel des Menschen in den verschiedenen Altersstufen. Arch. Anat. u. Phys. phys. Abt. 1899.
36. Maupas, E.: Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés. Arch. zool. expér., S. 2, T. VI, 1888.
37. Ders.: Le rajeunissement karyogamique chez les Ciliés. Arch. zool. expér., S. 2, T. VII, 1889.
38. Nägeli, C., v.: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig 1884.
39. Roux, W.: Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo, Nr. 5: Ueber die künstliche Hervorbringung halber Embryonen durch Zerstörung einer der beiden ersten Furchungskugeln, sowie über die Nachentwicklung (Post-generation) der fehlenden Körperhälfte. Arch. path. Anat., Bd. CXIV, 1888.
40. Sachs, J.: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., Leipzig 1887.
41. Schücking, A.: Zur Physiologie der Befruchtung, Parthenogenese und Entwicklung. Arch. ges. Phys., Bd. XCVII, 1903.
42. Strasburger, E.: Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena 1884.
43. Viguier, C.: Fécondation chimique ou parthénogénèse? Ann. sc. nat. Zool., S. 8, T. 12.
44. Waldeyer, W.: Die Geschlechtszellen. In Handb. vgl. u. exp. Embr. Jena 1903.
45. Weigert, K.: Neue Vererbungstheorien. Sammelreferat. Schmidt's Jahrb. ges. Med., Bd. CXXV u. CXXVI, 1887.
46. Weismann, A.: Ueber die Dauer des Lebens. 1882.
47. Ders.: Ueber die Vererbung. 1883.
48. Ders.: Ueber Leben und Tod. 1884.
49. Ders.: Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. 1885.
50. Ders.: Amphimixis oder die Vermischung der Individuen. 1891. (Alles zusammengefasst in: Aufsätze über Vererbung. Jena 1892.)
51. Ders.: Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung. Jena 1892.
52. Wilson, E. B.: Experimental studies in Cytologie. A cytological study in artificial Parthenogenesis in Sea-urchins. Arch. Entw.-Mech., Bd. XII, 1901.
53. Zahn, F. W.: a: Sur le sort des tissus implantés dans l'organisme. Congr. méd. internat. Genève 1878. b: Ueber das Schicksal der in den Organismus implantierten Gewebe. Arch. path. Anat., Bd. XCV, 1884.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Bühler A.

Artikel/Article: [Alter und Tod. Eine Theorie der Befruchtung. 113-120](#)