

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von  
**Dr. K. Goebel** und **Dr. R. Hertwig**  
Professor der Botanik in München, Professor der Zoologie

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.

---

**XXVI. Bd.** 15. Oktober 1906.

*N<sup>o</sup>* 22.

---

Inhalt: Janicki, Über Ursprung und Bedeutung der Amphimixis. — Lloyd, The Desert Botanical Laboratory of the Carnegie Institution of Washington. — Escherich, Die Ameise, Schilderung ihrer Lebensweise. — Du Bois-Reymond, Über die Beziehungen zwischen Wandspannung und Binnendruck in elastischen Hohlgebilden. — Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie in dreißig Vorlesungen. — Rosenthal, Beiträge zur Bekämpfung des Typhus in Deutschen Reiche. — Zacharias, Rivista mensile di Pesca (lacustre, fluviale, marina).

---

## Über Ursprung und Bedeutung der Amphimixis.

Ein Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Zeugung<sup>1)</sup>.

Von C. v. Janicki.

Wenn ich es unternehme, das Problem der geschlechtlichen Fortpflanzung von einem allgemeinen Standpunkt aus theoretisch zu behandeln, so drängt es mich zu einer Rechtfertigung den Forschern gegenüber, die in mühevoller empirischer Arbeit unsere Kenntnisse in der Befruchtungsfrage nach morphologischer und physiologischer Seite hin Schritt für Schritt fördern, auf einen zusammenfassenden, den Kern der großen Frage betreffenden Ausblick hingegen sei es gänzlich verzichten, sei es einen solchen nur als schwache Vermutung gelten lassen wollen. Indes kann ich mich nicht durch anderes rechtfertigen, als durch den Ausdruck bloßer Überzeugung, dass der Fortschritt nur in stetem Entgegenhalten induktiven und deduktiven Vordringens möglich ist, dass der Bereicherung an gesicherten Tatsachen spekulative Deutung dieser letzteren auf dem Fuße folgen muss und darf. Und an dieser Ar-

---

1) Die nachfolgend entwickelte Auffassung der Amphimixis ist in wenigen zusammenfassenden Sätzen zum erstennal bei Gelegenheit meiner Promotionsrede „Über die Bedeutung der Amphimixis“ in der Aula der Universität Basel am 8. Juni 1906 öffentlich ausgesprochen worden.

beit der Deutung mag sich auch der versuchen, dem kein Verdienst auf dem Gebiet der Beobachtung und Entdeckung zukommt; hatte nicht Fr. A. Lange dem Recht der freien Auslegung ein über-eifriges Wort gesprochen?<sup>1)</sup> Aus dem Widerstreit der Meinungen werden neue Gesichtspunkte geboren, die ihrerseits auch dem streng induktiven Arbeiter sich nützlich erweisen können. In diesem Sinne mögen die folgenden Zeilen dem engeren und weiteren Kreis der Fachgenossen vorgelegt werden.

Die Erklärungsversuche der neueren Zeit für die Bedeutung der Amphimixis im Reich der Lebewesen lassen sich zurzeit, so weit ich die Sachlage übersehe, in sechs selbständige Hauptrichtungen zusammenfassen. Sie mögen in Kürze charakterisiert werden.

Im Anschluss an Ch. Darwin, nach dessen Auffassung die Kreuzung „die Individuen derselben Spezies oder Varietät getreu und gleichförmig in ihrem Charakter erhält“<sup>2)</sup>, haben Spencer, Hatschek, O. Hertwig und Strasburger die Frage in einer nicht prinzipiell voneinander abweichenden Weise beantwortet. Für Spencer neutralisiert die Amphimixis die gegensätzlichen Abweichungen vom Mittelzustand und weist unzulässige Spezialisierungen zurück<sup>3)</sup>. Hatschek deutet die Amphimixis „als Korrektur gegen die erbliche Wirkung einseitiger Lebensbedingungen“<sup>4)</sup>. Nach O. Hertwig gleicht sie „die Unterschiede, welche durch Einwirkung äußerer Faktoren in den Individuen einer Art hervorgerufen werden, beständig aus, indem sie Mittelformen schafft; sie drängt geradezu dahin, die Art homogen zu machen und in ihrer Besonderheit zu erhalten“<sup>5)</sup>. Strasburger legt den Schwerpunkt der Befruchtung auf „Übertragung der vereinigten Eigenschaften der Erzeuger auf die Nachkommen“ und erblickt den Nutzen des Vorgangs im „Ausgleich individueller Abweichungen, wie ein solcher für das Fortbestehen der Spezies erforderlich ist“<sup>6)</sup> 7). „Wir erfahren jetzt mit steigender Bestimmtheit, dass die fluktuierende Variation nicht den Ausgangspunkt für Speziesbildung abgibt, ihr Ausgleich damit zu einer Notwendigkeit wird“<sup>8)</sup>. — Einen verwandten

1) Fr. A. Lange, Geschichte des Materialismus. II. Buch, 1875, p. 141.

2) Ch. Darwin, Über die Entstehung der Arten. 1884, p. 124.

3) H. Spencer, Die Prinzipien der Biologie. Stuttgart 1876, Bd. I, p. 309 und 311.

4) B. Hatschek, Über die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung. Prager Medizinische Wochenschrift, 1887, p. 387. Vgl. auch: Hypothese der organischen Vererbung. Leipzig 1905, p. 38.

5) O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. Jena 1893, p. 255.

6) E. Strasburger, Einige Bemerkungen zur Frage nach der „doppelten Befruchtung“ bei den Angiospermen. Bot. Zeit. 1900, p. 304, 305.

7) E. Strasburger, Die stofflichen Grundlagen der Vererbung im organischen Reich. Jena 1905, p. 66.

8) E. Strasburger. Über Befruchtung. Bot. Zeit. 1901, p. 352.

Standpunkt nimmt Nägeli ein<sup>1)</sup>. Dieser Autor weist in scharfsinniger Weise auf die Störungen hin, welche im Lauf des individuellen Lebens das innere Gleichgewicht des Organismus, oder die Zusammenpassung (Konkordanz) seiner Organisations- und Funktionsverhältnisse betreffen. In verschiedenen Individuen geschehen diese Störungen in verschiedener Weise. Sie steigern sich auch im individuellen Leben. Eine Reihe von Generationen, welche nur durch geschlechtslose Vermehrung oder durch Samenbildung vermittelt Selbstbefruchtung auseinander hervorgehen, setzt Nägeli einem Individuum von derselben Dauer gleich, — darin erblicke ich einen wertvollen Gedanken. Wenn nun eine Störung der Zusammenpassung unaufhörlich gesteigert wird, so gelangt sie einmal dahin, dass sie mit der Fortdauer des Lebens unverträglich wird. Daher muss das Individuum und die durch Selbstbefruchtung bzw. agam fortgesetzte Generationsreihe endlich aussterben. Wenn dagegen verschiedene Individuen sich untereinander paaren, so ist die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass sich die Störung der Konkordanz vermindert. — Ähnlich erblickte schon Rud. Leuckart die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung darin, dass sie der Ausartung, welche bei ungeschlechtlicher Vermehrung, bei Selbstbefruchtung und bei Verbindung nahe Verwandter auftritt, durch Vereinigung zweier fremder Individualitäten vorzubeugen hat<sup>2)</sup>.

Die zweite zu besprechende Richtung der Deutungen umfasst die sogen. Verjüngungstheorie. Ihre Vertreter sind: Bütschli<sup>3)</sup>, Engelmann<sup>4)</sup>, Ed. van Beneden<sup>5)</sup> und Maupas<sup>6)</sup>, auch darf wohl V. Hensen<sup>7)</sup> in diesem Zusammenhang genannt werden. Durch die Amphimixis wird das sonst der senilen Degeneration verfallende Leben „verjüngt“, und V. Hensen verteidigt, im Anschluss an eine Definition des Lebens von Bichat, den Satz: „Durch die normale Befruchtung wird der Tod vom Keim und dessen Produkten ferngehalten“<sup>8)</sup>. Die Befruchtung ist somit ein belebender Vorgang. — Als

1) C. Nägeli, Die Theorie der Bastardbefruchtung. Sitzungsber. der kgl. bayer. Akad. der Wissensch. zu München. Jahrg. 1866, Bd. I, p. 100—110.

2) Rud. Leuckart, Zeugung. In Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Bd. IV, 1853, p. 961, 962.

3) O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Konjugation der Infusorien. Abhandl. der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft., Bd. X, 1876, p. 420, 431.

4) Morphologisches Jahrbuch, Bd. I, 1876, p. 628 u. f.

5) Archives de biologie, T. IV, 1883, p. 621.

6) E. Maupas, Le rajonnement Karyogamique chez les Ciliés. Archives de Zoologie expérimentale, sér. II, 1889, p. 496.

7) V. Hensen, Physiologie der Zeugung. In Hermann's Handbuch der Physiologie, 1881.

8) V. Hensen, l. c., p. 236.

Versuche, eine Verjüngungstheorie exakt auszubauen, sind die Spekulationen Spencer's, Bernstein's und Bühler's aufzufassen. Nach Spencer<sup>1)</sup> tritt bei den Organismen periodisch eine Annäherung an ein molekulares Gleichgewicht, woraus der Stillstand des Lebens resultieren würde, wenn nicht durch Befruchtung dieses Gleichgewicht wieder zerstört und von neuem lebhaftere molekulare Veränderungen in den abgelösten Keimen hervorgerufen wären. Bernstein<sup>2)</sup> unterscheidet in der organischen Materie die das Wachstum bedingenden und von außen stammenden treibenden Kräfte, und die den Molekülen der Materie zukommenden hemmenden Kräfte. Diese arbeiten gegen die ersteren und nehmen im Laufe des Lebens überhand. Erst durch die Befruchtung findet eine gegenseitige Aufhebung der hemmenden Kräfte statt, so dass die treibenden Kräfte von neuem ihre volle Wirksamkeit entfalten. Bühler<sup>3)</sup> geht von den chemischen Affinitäten aus, welche das Protoplasma den zugeführten Nährstoffen darbietet. Mit dem Leben werden diese Affinitäten durch Sättigung erschöpft, und dies ist das Altern. Für die Erhaltung der Art müssen in der lebendigen Substanz des Organismus, oder in einem Teil desselben neue elektrochemische Differenzen gesetzt werden, welche weitere Assimilation und Dissimilation ermöglichen. Durch das Zusammentreten zweier Molekülgruppen in der Befruchtung wird eine Stärkung der Affinität für die Elemente der Nahrung erreicht.

Durchaus selbständige Wege geht seit zwei Jahrzehnten August Weismann und bietet eine in allen Einzelheiten mit bewundernswerter Konsequenz entwickelte Theorie. Es war das Verdienst Weismann's, im Anschluss an die bahnbrechenden Untersuchungen O. Hertwig's und Strasburger's, gezeigt zu haben, dass der Zweck der Befruchtung nicht in der „Belebung des Keimes“ oder „Verjüngung des Lebensprozesses“, sondern in der Vermischung zweier individuell verschiedener Vererbungstendenzen zu suchen ist<sup>4)</sup>. Weismann legte Nachdruck darauf, dass hier ein Vorgang *sui generis* vorliegt, der zwar mit der Fortpflanzung verbunden sein kann und meistens auch verbunden ist, aber nicht notwendig mit derselben verbunden zu sein braucht, und nannte ihn Amphimixis<sup>5)</sup>. Die allgemeine Bedeutung der Amphimixis liegt nach Weismann in einer Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Organismen an ihre Lebensbedingungen<sup>6)</sup>. Im einzelnen ist die Wirkung

1) Spencer, l. c., p. 297.

2) J. Bernstein, Zur Theorie des Wachstums und der Befruchtung. Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. VII, 1898, p. 518.

3) A. Bühler, Alter und Tod. Eine Theorie der Befruchtung. Biolog. Centralbl., Bd. XXIV, 1904, p. 86.

4) A. Weismann, Aufsätze über Vererbung. Jena 1892, Aufsatz V u. XII.

5) A. Weismann, l. c., p. 773.

6) A. Weismann, Vorträge über Deszendenztheorie. Jena 1902, Bd. II, p. 297.



der Amphimixis recht mannigfaltig, und wird durch zwei Prozesse erreicht. Erstens, durch die zweite Richtungsteilung, welche nicht nur quantitativ die Hälfte der Ide<sup>1)</sup> entfernt, sondern zugleich die Möglichkeit außerordentlich zahlreicher Umkombinierungen des Idbestandes an individuell verschiedenen Iden bildet (Neotaxis); zweitens, durch das Hinzutreten neuer individueller Ide bei der Befruchtung. Durch das Zusammenspielen dieser zwei Prozesse und gleichzeitiges Eingreifen der Naturzüchtung wird die Notwendigkeit der Koadaptation, d. h. gleichzeitiger harmonischer Anpassung vieler Teile des Organismus bedingt. Denn, „indem . . . bei jeder Reduktionsteilung die Keimzellen auf die Hälfte ihrer Ide herabgesetzt werden, bietet sich die Möglichkeit, die ungünstig variierenden Ide aus dem Keimplasma der Art allmählich zu entfernen, indem jedesmal die Nachkommen aus den ungünstigsten Idkombinationen unterliegen, und indem so von Generation zu Generation das Keimplasma von ungünstig variierenden Iden gesäubert, und die günstigsten Kombinationen, welche Amphimixis bietet, erhalten werden, bleiben schließlich nur die richtig variierenden Kombinationen übrig, oder doch solche, in denen die richtig variierenden Determinanten in der Überzahl sind, also bestimmend wirken“<sup>2)</sup>. — Die zweite Wirkung der Amphimixis ist zunehmende Einengung der Variationsbreite, Konstantwerden des Formenkreises oder Verdichtung zu einer Art. Sie beruht auf der gleichen Ausmerzung von Idkombinationen mit exzessiven Determinanten<sup>3)</sup>. — Die letzte und wohl bedeutendste Wirkung der Amphimixis, die Weismann früher als die einzige gelten ließ, besteht in steter Neuerzeugung der Individualität. Die Amphimixis schafft das Material an individuellen Unterschieden, mittelst deren die Selektion neue Arten hervorbringt<sup>4)</sup>. Sie ist aber nicht die letzte Ursache der Variation. — Diese drei Arten der Betätigung der Amphimixis bilden nach Weismann ihre indirekte Wirkung. Diese letztere kann nicht zugleich der Grund ihrer Einführung in die Lebewelt gewesen sein. Vielmehr muss die Amphimixis einen unmittelbaren Vorteil geboten haben, und dieser bestand in einer Steigerung und Erweiterung der Assimilationsfähigkeit. — Weismann ist Gegner einer jeden Auslegung der Amphimixis als physiologische Notwendigkeit, als einer primären Eigenschaft des Lebendigen. Die Amphimixis bietet die schon genannten Vorteile, und kraft dieser Vorteile musste ihre Beibehaltung durch Naturzüchtung bewirkt werden.

1) Das Id ist nach Weismann ein Komplex der zu einem ganzen Individuum erforderlichen Anlagen.

2) A. Weismann, Vorträge über Deszendenztheorie, Bd. II, p. 222.

3) A. Weismann, Ebenda, p. 224, 235.

4) A. Weismann, Aufsätze etc. Aufsatz V, VI und XII, ferner Vorträge über Deszendenztheorie, Bd. II, p. 256.

In der Einschätzung der Bedeutung, welche die Individuenmischung für die Phylogenese hat, stimmt auch Boveri mit Weismann überein<sup>1)</sup>. Die ältere Befruchtungstheorie Boveri's: „Befruchtung ist Einführung eines Centrosoma in das nur mit Archoplasma ausgestattete Ei,“ kann hier nicht in Betracht kommen, weil sie sich bloß auf die Entwicklungserregung bezieht, und zudem, da bei den meisten Pflanzen ein Centrosoma fehlt, nicht allgemeingültig ist<sup>2)</sup>.

Einen im wesentlichen dem Weismann'schen verwandten Standpunkt nimmt G. Klebs ein. Die direkten Vorteile der Sexualität liegen nach diesem Autor darin, „dass durch die Vereinigung zweier Zellen in jedem Falle eine größere Kraftsumme zur Verfügung steht“<sup>3)</sup>. Die wichtigste Wirkung der Befruchtung erblickt Klebs in der Förderung der Artbildung; es „kommen eigenartige Mischungen der elterlichen Eigenschaften in den Nachkommen zur Entfaltung, und damit sind die ersten Schritte zur Varietätenbildung gegeben“<sup>4)</sup>. Auch ist für Klebs die geschlechtliche Fortpflanzung keine ursprüngliche notwendige Funktion jedes Organismus, und sie leitet sich von der ungeschlechtlichen her<sup>5)</sup><sup>6)</sup>.

Mit Weismann übereinstimmend erblickt auch W. Waldeyer in der Befruchtung ein wirksames Moment der Variabilität. Waldeyer vertritt die Meinung, „dass der Befruchtungsvorgang eine Einrichtung der Natur ist, welche die Variabilität der Lebewesen und damit ihre Anpassungsfähigkeit an die stetig fortlaufenden Veränderungen des Erdballes vermehrt, und hierdurch dazu beiträgt, dass sich das Leben auf unserem Planeten möglichst ausbreitet, möglichst lange erhält und möglichst vervollkommnet“<sup>7)</sup>.

Von einer neuen Seite — es wäre die vierte Gruppe von Theorien — sucht R. Hertwig das Befruchtungsproblem zu beleuchten, und zwar ausgehend von dem durch ausgedehnte Studien an Protozoen gewonnenen Begriff der Kernplasma-

1) Th. Boveri, Das Problem der Befruchtung. Jena 1902, p. 38.

2) Boveri, l. c., p. 24. — Auch in der durch Experimente über Merogonie veranlassten Theorie von Delage büßt Amphimixis gegenüber der Substitution des weiblichen Kerns durch den männlichen ihre dominierende Bedeutung ein. Vgl. Y. Delage. Sur l'interprétation de la fécondation mérogonique et sur une théorie nouvelle de la fécondation normale. Archives de zoologie expérimentale. Série 3<sup>ème</sup>, T. VII, 1899, p. 526, 527.

3) G. Klebs, Über einige Probleme aus der Physiologie der Fortpflanzung. Verhandl. der Gesellsch. Deutsch. Naturforscher u. Ärzte 1895 (Separat), p. 15.

4) G. Klebs, l. c., p. 15.

5) G. Klebs, l. c., p. 14.

6) Vgl. auch G. Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XXXV, 1900, p. 183 u. 188.

7) W. Waldeyer, Befruchtung und Vererbung. Verhandl. d. Gesellsch. Deutsch. Naturforscher und Ärzte. 69. Versammlung zu Braunschweig. Leipzig 1898. p. 81.

relation. Befruchtung ist für R. Hertwig physiologische Notwendigkeit und bildet im wesentlichen einen regulatorischen Vorgang<sup>1)2)</sup>). Mit dem Leben nützt sich der Organismus ab und der Tod ist notwendige Konsequenz des Lebensprozesses. Vermieden kann der Tod nur dadurch werden, dass zeitweilig eine Reorganisation der lebenden Substanz stattfindet. Die bei der Befruchtung zustande kommende Vereinigung zweier verschieden garteten Kerne wirkt in dem Sinne regulatorisch, dass sie Störungen im Wechselverhältnis zwischen Kern und Protoplasma verhindert. Diese bei rein autogener Zellvermehrung von R. Hertwig und seinen Schülern erfahrungsgemäß festgestellten Störungen dokumentieren sich in einem überwiegenden Anwachsen der Kernsubstanz auf Kosten des Protoplasmas. Und so liegt nach R. Hertwig in der Befruchtung ein Mittel, der für den Organismus schädlichen funktionellen Kernhypertrophie entgegenzuwirken. Die Befruchtung ist die wirksamste Einrichtung in dieser Hinsicht, sie kann aber auch ausnahmsweise durch anderweitige Einrichtungen ersetzt werden; solche vikariierende Regulationen sind spontane Zellreorganisation und Cystenruhe bei Protozoen, sowie etwa die Winterruhe bei den Pflanzen. — Plate (1886) erblickte die Notwendigkeit der Konjugation bei Infusorien im allmählichen Auftreten eines quantitativen Missverhältnisses zwischen dem Makro- und dem Plasma; der Kern wird nicht genügend ernährt und sinkt unter die normale Quantität herab. Durch die Konjugation wird das Missverhältnis wieder ausgeglichen<sup>3)</sup>. — Bütschli sieht in der Amphimixis, außer der verjüngenden Wirkung, gleichfalls einen regulatorischen Prozess innerhalb der Zelle. Die Mitose hat nach Roux die Bedeutung, möglichst gleichhäftige Teilung aller Kernbestandteile zu bewirken. Wie jeder natürliche Vorgang ist diese Teilung dennoch unvollkommen, nicht gleichhäftig. Anfangs ist die Ungleichheit nur gering, allmählich steigert sie sich. Sie betrifft das quantitative Verhältnis von Chromatin und Achromatin. Durch Verschmelzung von zwei Individuen mit sich gegenseitig ergänzenden Defekten wird der normale Zustand wieder erreicht<sup>4)</sup>.

Eine fünfte Kategorie von Erklärungsversuchen wäre durch den originellen Gedanken von W. H. Rolph gegeben, einen Ge-

1) R. Hertwig, Über Wesen und Bedeutung der Befruchtung. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München, 1902.

2) R. Hertwig, Über das Problem der sexuellen Differenzierung. Verhandl. der Deutschen Zoologischen Gesellschaft zu Breslau. Leipzig 1905.

3) Entnommen aus O. Bütschli, Protozoa. In: Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. I, Abt. 3, 1889, p. 1641.

4) O. Bütschli, l. c., p. 1642. — Vgl. auch W. Schimkewitsch, Biolog. Centralbl., Bd. XVI, 1896.

danken, der in neuester Zeit von P. A. Dangeard wieder aufgenommen worden ist. Indes dürfte die zu besprechende Auffassung heute kaum schwer ins Gewicht fallen. — Ausgehend von der Beobachtung, dass im Dunkeln gehaltene Algenschwärmosporen abmagern und zugrunde gehen bis auf die geschlechtlich differenzierten Sporen, welche konjugieren, zieht Rolph den Schluss, dass die Bedeutung der Befruchtung „eine sowohl schnell, als qualitativ und quantitativ massenhaft nährende“ ist und dass das Motiv für die Konjugation im Hunger gegeben ist<sup>1)</sup>. „Es ist das Sättigungsbedürfnis, der nagende Hunger, welcher die Tiere zur Verschlingung ihresgleichen, zur Isophagie treibt. Der Konjugationsvorgang ist nur eine besondere Form der Nahrungsaufnahme, welche bei sinkendem Angebot von Nahrung, oder bei gesteigertem Nahrungsbedürfnis, infolge der oben angegebenen Ursachen eintritt; es ist eine Isophagie, welche an Stelle der Heterophagie tritt. Das weniger gut genährte, daher kleinere, hungrigere und beweglichere Geschöpf bezeichnen wir als Männchen, das besser genährte und gewöhnlich, jedenfalls relativ, ruhende als Weibchen. Daher ist es denn auch das kleine hungernde Männchen, welches das große wohlgenährte Weibchen behufs der Konjugation aufsucht“. Ist aber Männchen und Weibchen gleich schlecht genährt, so haben beide gleich energisches Bestreben nach Konjugation<sup>2)</sup>. — Das gilt zunächst für Protozoen und Protophyten. Bei den Metazoen konjugieren nur die Zeugungsstoffe der Tiere, nicht die Tiere selbst<sup>3)</sup>. Das Tier ist ein Individuum der ungeschlechtlichen Generation, das Ei und das Spermatozoon sind Individuen einer zweiten, auf ungeschlechtlichem Wege erzeugten geschlechtlichen Generation<sup>4)</sup>. Ei und Spermatozoon konjugieren wie die Protozoen — „ein Verjüngungs- oder Reorganisationsprozess, den ich als einen Prozess der Aufnahme kongenialer Nahrung als Isophagie bezeichne“<sup>5)</sup>. — Die Arbeit Dangeard's war mir nicht zugänglich und ich zitiere daher die Darstellung von G. Klebs<sup>6)</sup>: „Dangeard geht davon aus, ‚que la reproduction sexuelle n'est qu'une modification de l'autophagie primitive' . . . Der Grund für sexuelle Vereinigung liegt nach Dangeard in einer Schwächung der sexuellen Elemente oder in einer Art von Hunger. Zwei Möglichkeiten bieten sich dar, die geschwächten Geschlechtszellen zur Entwicklung zu bringen; sie vereinigen sich zu zweien, ‚elles se mangent reciproquement', oder sie erhalten von außen Energie in Form von Nahrung, Wärme etc.

1) W. H. Rolph, Biologische Probleme. 1889, p. 135.

2) l. c., p. 136, 137.

3) l. c., p. 140.

4) l. c., p. 143.

5) l. c., p. 144.

6) G. Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze, p. 194, 195.



und entwickeln sich parthenogenetisch.“ — Es sei hier auf die Kritik der vorstehenden Theorie durch Klebs hingewiesen<sup>1)</sup>.

Einen abweichenden und originellen Standpunkt vertritt neuerdings Schaudinn, und zwar veranlasst durch äußerst interessante Befunde bei seinen subtilen Trypanosomen-Studien. Gestützt auf die Existenz eines männlichen und eines weiblichen Kernes in den Gameten der Trypanosomen, wobei aber im Mikrogamet nur der männliche, im Makrogamet nur der weibliche Kern zur kräftigen Entwicklung gelangt, nimmt Schaudinn als Postulat das Bestehen eines primären physiologischen Dualismus der organischen Substanz, eines männlichen und weiblichen Extremis. „Da aber derselbe Dualismus, der das Wesen der Lebensmaschine ausmacht, gerade durch die Differenzierungsmöglichkeit oder sagen wir Siegesmöglichkeit einer seiner beiden Einheiten den Kern des Unterganges in sich trägt, so halte ich auch die Ausgleichsmöglichkeit, d. h. die Befruchtung für einen allen Lebewesen zukommenden Vorgang<sup>2)</sup>.“

Ich möchte nicht unterlassen, den angeführten biologischen Erklärungsversuchen des Sexualitätsproblems einen metaphysischen zur Seite zu stellen, nämlich A. Schopenhauer's Ansicht über die Geschlechtsliebe, in ihrer vollen Bedeutung naturgemäß nur auf den Menschen passend. Schopenhauer erblickt die Aufgabe der Geschlechtsliebe in der „genauen Bestimmung der Individualitäten der nächsten Generation“<sup>3)</sup>. „Die dramatis personae, welche auftreten werden, wenn wir abgetreten sind, werden hier, ihrem Dasein und ihrer Beschaffenheit nach, bestimmt durch diese so frivolen Liebesbündel. Wie das Sein, die Existenz, jener künftigen Personen durch unseren Geschlechtstrieb überhaupt, so ist das Wesen, die Essenz, derselben durch die individuelle Auswahl bei seiner Befriedigung, d. i. die Geschlechtsliebe durchweg bedingt, und wird dadurch, in jeder Rücksicht, unwiderruflich festgestellt“<sup>4)</sup>. Die geschlechtliche Zeugung bedingt eine stete Mannigfaltigkeit der geistigen Individualitäten: da nach Schopenhauer der Vater den Willen auf die Nachkommen überträgt, die Mutter aber den Intellekt<sup>5)</sup>, so „wird die aus der Notwendigkeit zweier Geschlechter zur Zeugung entspringende Naturanstalt der immer wechselnden Verbindung eines Willens mit einem Intellekt zur Basis einer Heilsordnung. Denn vermöge derselben kehrt das

1) G. Klebs, l. c., p. 195.

2) Fr. Schaudinn, Neuere Forschungen über die Befruchtung der Protozoen. Verhandl. der Deutschen Zoolog. Gesellschaft zu Breslau, Leipzig 1905, p. 33, 34.

3) A. Schopenhauer, Die Welt als Wille und Vorstellung. Bd. II, 4. Aufl., 1873. Metaphysik der Geschlechtsliebe. p. 613.

4) A. Schopenhauer, l. c., p. 611.

5) A. Schopenhauer, l. c. Erblichkeit der Eigenschaften. p. 592.

Leben dem Willen (dessen Abbild und Spiegel es ist) unaufhörlich neue Seiten zu, dreht sich gleichsam ohne Unterlass vor seinem Blicke herum, lässt andere und immer andere Anschauungsweisen sich an ihm versuchen . . .“<sup>1)</sup>. Darum kommen auch Geschwisterchen nicht vor, es sei denn als naturwidrige Perversität. „Denn aus einer Geschwisterehe könnte nichts anderes hervorgehen, als stets nur derselbe Wille mit demselben Intellekt, wie beide schon vereint in beiden Eltern existieren, also die hoffnungslose Wiederholung der schon vorhandenen Erscheinung<sup>2)</sup>.“ —

Bevor ich weitergehe, mag mir eine Bemerkung erlaubt werden. Im folgenden bin ich genötigt, in bezug auf einige Punkte den Anschauungen Weismann's entgegenzutreten, und hie und da, um in mancher verwandter Auffassung die Unterschiede deutlicher hervortreten zu lassen, ein Akzent auf dieselben zu legen. Es wird wohl darin niemand etwas anderes als sachliche Divergenz erblicken! Ich hätte das für selbstverständlich gehalten und einer besonderen Erwähnung nicht wert erachtet, wenn nicht unerfreuliche Beispiele vom Gegenteil in der zoologischen Literatur mir dazu Anlass gegeben hätten. Die gewaltige theoretische Konstruktion Weismann's, meines hochverehrten früheren Lehrers, wird bleibende Bedeutung auch dann behalten, wenn einzelne seiner Gedankenkombinationen in einer abweichenden Richtung, als der von ihm gewählten, ihrer endgültigen Lösung sich nähern sollten. Und diese Genugtuung hat der Freiburger Meister selbst geahnt, als er auf eines seiner Werke schrieb: „. . . auch der Irrtum, sofern er nur auf richtigen Schlüssen beruht, muss zur Wahrheit führen.“

In der folgenden Darstellung mache ich den Versuch, eine physiologische Erklärung der Amphimixis abzuleiten. Die Ableitung muss sich naturgemäß im Rahmen einer Hypothese bewegen und soll hier nur in ihren Grundlinien festgelegt werden. Wenn ich von Keimsubstanzen rede, so stelle ich mir dabei das gleiche vor, was Weismann mit Keimplasma bezeichnet, d. h. materielle Träger von Vererbungspotenzen. Da ich indessen zu der Zusammensetzung des Keimplasmas aus Determinanten, dieser wiederum aus Biophoren, überhaupt zu der gesamten Weismann'schen Architektonik des Keimplasmas vorderhand keine Stellung einnehme — und durch diese Reserve wird die nachfolgende Betrachtung in keiner Weise beeinträchtigt — so wähle ich auch für den im wesentlichen gleichen Begriff einen anderen Namen. Des weiteren mag vorausgeschickt werden, dass ich mich enthalte, die Keimsubstanzen auf sichtbare Elemente im Kern zu beziehen, wie ich denn überhaupt die Frage,

1) A. Schopenhauer, l. c., p. 606.

2) Ebenda.

ob dem Kern allein Erbteile zukommen, unberührt lasse<sup>1)</sup>. Im allgemeinen nehme ich den Standpunkt ein, welchen Emery in seiner Studie über den Atavismus vertritt<sup>2)</sup>. Emery sagt: „Es mag das Schema Weismann's von der Gliederung des Keimplasmas in Ide, Determinanten und Biophoren richtig sein oder nicht; das ist für meine These gleichgültig. Was ich als den Kern einer Vererbungstheorie betrachte, wenn sie die Erscheinungen des Atavismus erklären soll, ist die Annahme, dass das Keimplasma aus heterogenen Elementen besteht, welche von den einzelnen Vorfahren herkommen und bei der Bestimmung der Eigenschaften des werdenden Organismus oder besonderer Bestandteile desselben wirksam sind<sup>3)</sup>.“ Solche heterogenen Keimplasmaelemente sind meine Keimsubstanzen.

Die Wirkung der Befruchtung betrachte ich als mit der Konstituierung des aus dem befruchteten Ei sich entwickelnden Organismus nicht erschöpft, vielmehr glaube ich — gestützt auf die Erscheinungen des Rückschlags, der diskontinuierlichen Vererbung und der Merkmalspaltung in den Mendel'schen Versuchen —, dass der durch Befruchtung erreichte Zustand bei allen Deszendenten des Eies beim jeweiligen Reifungs- bzw. Befruchtungsakt ungeschwächt nachklingt. Die durch jedesmalige Vereinigung der potentiell unsterblichen Keimsubstanzen bewirkte Mischung erhält sich gleichsam in Form einer kontinuierlichen, sich vielleicht dichotomisch verzweigenden Kette in allen nachfolgenden Generationen. Darum kann ich mich nicht entschließen, die von Weismann postulierte, im übrigen so plausible Bedeutung der Richtungsteilung anzunehmen<sup>4)</sup>. Somit müssen sich die Wirkungen der Befruchtung, allgemein gesagt, beständig summieren, d. h. die Komplikation der Keimzelle an Erbteilen verschiedener Individuen nimmt stetig zu. Auf diese progressive Summierung von Keimsubstanzen und deren unmittelbare Berührung in der Keimzelle lege ich das Hauptgewicht.

Dieses Ergebnis stimmt im wesentlichen, bis auf die Deutung der Reduktionsteilung, mit der Weismann'schen Auffassung überein, wie übrigens auch mit derjenigen von de Vries<sup>5)</sup> und wohl noch vielen anderen. Das ist kein Zufall, sondern ist dadurch bedingt, dass alle die Vorstellungen in den Tatsachen wurzeln. Das Besondere in meiner Auffassung, namentlich Weismann gegenüber,

1) Vgl. hierzu: W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. I, 1897, p. 46 und 48, Bd. II, 1901, p. 236 u. 337. Ferner: O. Bütschli, l. c., p. 1642, W. Waldeyer, Befruchtung und Vererbung. l. c., p. 88, M. Verworn, Allgemeine Physiologie. Jena 1895, p. 486—499, u. A. m.

2) C. Emery, Was ist Atavismus? Verhandl. d. V. Internat. Zoologen-Kongresses zu Berlin 1901. Jena 1902.

3) C. Emery, l. c., p. 303, Fußnote.

4) Vgl. weiter unten.

5) H. de Vries, Die Mutationstheorie. Leipzig 1903, Bd. II, p. 695 u. 493.

tritt erst in ihrer weiteren Entwicklung auf, und diese gründet sich auf eigenartige Auslegung von Tatsachen.

Die allgemeine Verbreitung der Amphimixis im Reich der Lebewesen und die tiefeingreifende Rolle, welche sie in jedem Einzelleben spielt, führt mich zu der Vorstellung, dass Amphimixis mit den elementaren Lebenserscheinungen irgendwie verkettet ist, dass sie eine primäre physiologische Notwendigkeit bildet. Um aber unter diesen Umständen die Bedeutung und Tragweite der zweiseitigen Mischung zu enträtseln, müssen wir eben danach trachten, das Leben in seiner elementaren Form festzuhalten, und alles sekundär entstandene, nicht zum Wesen des Lebens gehörige, auszuschließen.

Und sekundär erworben ist, meiner Ansicht nach, die Individualisation. Dies mag selbstbewusst klingen, ich habe nun aber einmal davon eine tiefe Überzeugung. Freilich, nicht etwa in dem Sinn, dass ich dächte, es wäre heute oder jemals in der Zukunft möglich, diesen integrierenden Faktor im Begriff „Organismus“ zu eliminieren, und das Leben ohne Individualisation zu beobachten. Nein! Aber das Leben von heute ist historisch entwickelt und entstanden, es ist ein überaus zusammengesetztes Produkt, das sich jetzt nun in festgelegten, gewordenen Bahnen bewegt, — einmal waren diese doch im Werden begriffen. Von diesem Werden des Lebens möchte ich einiges sagen. Ich glaube, dass für die Beurteilung der Amphimixis sich wertvolle Gesichtspunkte ergeben werden.

Gestützt auf die Kant-Laplace'sche Hypothese, und mit Nägeli<sup>1)</sup>, wenn auch aus anderen Gründen, die Helmholtz'sche Auffassung von der Möglichkeit eines meteorischen Ursprungs des Lebens verwerfend, nehme ich an, dass das Leben bei einem bestimmten Grad der Abkühlung unseres Erdballs, innerhalb eines komplizierten Systems von Stoffen der Erdrinde und der umgebenden Atmosphäre, als Ausdruck von oscillatorischen Bewegungen zwischen zwei Grenzzuständen, wofür wir heute die nächste Parallele in den Erscheinungen des chemischen Gleichgewichts finden, seinen Anfang nehmen musste. Diese Bewegungen denke ich mir als Massenprozesse in einem räumlich sehr ausgedehnten, zusammenhängenden stofflichen System im Wasser, im wesentlichen schon aus einer Assimilations- und Dissimilationsumwandlung im Sinne E. Hering's bestehend. Wie in einer wässrigen Lösung die chemischen Prozesse sich auf das ganze einheitliche energetische System beziehen, und unabhängiges, ich möchte sagen individuelles Nebeneinanderwirken von selbständigen Aktionen ausschließen, so ungefähr, wenn auch nicht in

1) C. v. Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. 1884, p. 83 u. 84.



vollkommener Analogie, denke ich mir die Einheit der ersten Lebenspulse, an keine Individualität gebunden, in sehr ausgedehnten Systemen. Auf diesem Stadium existiert noch keine Differenzierung zwischen „Nahrung“ und der „zu ernährenden“ lebendigen Substanz. Doch musste diese letztere früher oder später, ebenfalls im Wasser, zur Sonderung gelangen, und zwar in Form von auf weite Strecken zusammenhängenden, in dünner Schicht verteilten etwa plasmodienartigen Massen. Auf diese räumliche Kontinuität des Urplasmas, die eine unmittelbare Folge der Kontinuität innerhalb eines stofflichen Systems ist, möchte ich einen besonderen Nachdruck legen. Den Zusammenhang denke ich mir nicht allein als Ausdruck von der Wirkung gleicher äußerer Bedingungen in allen Punkten, wenn auch diese Wirkung wohl eine notwendige Voraussetzung des Zusammenhanges ist. Vielmehr sind es, außer der Kohäsion, spezifische, im Lebensprozess selbst begründete Affinitäten, welche alle Teile, auch die entferntesten, in fortwährender Spannung und inniger Fühlung erhalten. Eine wie große absolute Ausdehnung ein zusammenhängendes Urplasma erreichen konnte, vermag ich zunächst nicht anzudeuten. Ich möchte aber mit allem Nachdruck auf den Gegensatz hinweisen, der zwischen meinem hypothetischen Urplasma und etwa einem Moner besteht, das doch ein Individuum ist, wie wir sie heute sehen. In diesem Sinne finde ich nichts im Wege, warum ein Urplasma in zusammenhängender Form sich nicht über Quadratmeilen und mehr erstrecken sollte, und ein solches kontinuierliches Plasma bezeichne ich als ein Urplasmasystem. Dieser hat es naturgemäß sehr viele gegeben.

Ich glaube bestimmt, dass ein wahrer Kern in den obigen Deduktionen steckt. Denn die Funktion des Lebens auf unserer Erde, man mag sie deuten, wie man will, diese Funktion besteht in einer Massenwirkung alles Lebendigen insgesamt, und zwar heute so gut, wie zu allen Zeiten, wo es Leben gegeben hat. Nur dass die heutige organische Welt aus einer wunderbar entwickelten Mannigfaltigkeit sich aufbaut und erst durch harmonisches Ineingangreifen vieler Faktoren die Gesamtwirkung auf Umwegen erreicht wird. So fällt den Nitrit- und Nitratbakterien nur eine Teilrolle in dem großen Massenumsatz zu, sie haben die ammoniakartigen Zersetzungsprodukte des tierischen und pflanzlichen Lebens durch ihre anspruchslose Lebensstätigkeit wieder für den Stoffwechsel der grünen Pflanze zugänglich zu machen. Und aus ähnlichen Teilfunktionen summiert sich erst das heutige Leben. Aber das bunte Bild, das wir heute vor Augen haben, ist langsam entstanden; nicht nur Gestalten haben sich im Lauf der Zeiten Schritt für Schritt entwickelt und kompliziert, sondern auch Funktionen. Und so habe ich die feste Überzeugung, dass die einfachste Lebensfunktion an ein in weiten Grenzen zusammenhängendes Urplasma

gebunden war. Denn, ein Masseneffekt kann nur dann, oder wenigstens dann am leichtesten, in allen Teilen harmonisch ausfallen, wenn die Teile unmittelbar miteinander zusammenhängen. Dass distinkte Teile, wie prästabilisiert, gleichsinnig auf die Dauer zu einem einheitlichen Effekt arbeiten, darin liegt etwas Sekundäres, etwas, was erst in der Folge entstehen kann. — Überdies glaube ich, dass der postulierte Zusammenhang durch das Bild, aber auch nur Bild, der Vorgänge in einer wässerigen Lösung, wie die physikalische Chemie sie lehrt, in genügendem Grade wahrscheinlich gemacht worden ist. — Dass ich unter diesen Umständen die Haeckel'sche Analogie zwischen Entstehung eines Kristalls aus der Mutterlauge und Auftreten des ersten Moners<sup>1)</sup> nicht teilen kann, bedarf keiner weiteren Erwähnung, und dies auch ganz abgesehen davon, dass bei der Bildung des Kristalls die Teilchen den Zustand statischen Gleichgewichts erreichen, der, bei gleichbleibenden Bedingungen, auch nicht verlassen wird, während die Teilchen der lebendigen Substanz gerade unter gleichbleibenden Bedingungen sich im dynamischen Gleichgewicht befinden. Um so mehr befriedigt es mich, den meinigen verwandte Gedanken bei Nägeli zu finden. Die durch Urzeugung entstandenen „primordialen Plasmamassen erlangen eine beträchtliche, aber ganz unbestimmte Größe“, so lese ich bei Nägeli, wenn auch freilich das Zusammenhalten der Massen lediglich auf Kohäsion bezogen wird<sup>2)</sup>. Und weiter heisst es von den primordialen Plasmamassen: „Ihre Abkömmlinge werden mit der beginnenden und zunehmenden Organisation, weil dieselbe immer mehr die Teilung zu beherrschen und die Kohäsion zu überwinden vermag, nach und nach kleiner bis zu einem Minimum. Von hier an nimmt die Größe der Individuen wieder stetig zu etc. . . .<sup>3)</sup>“ Es ist mir hohe Genugtuung, zu wissen, dass ein Physiologe vom Range Nägeli's die Möglichkeit, ja Notwendigkeit einer früheren Existenz des lebendigen Protoplasmas unabhängig von der uns gewohnten Individualisierung angenommen hat.

Nach dem Vorausgegangenen glaube ich somit, dass dauernde Kontinuität der Teile des lebendigen Plasmas innerhalb sehr weiter Grenzen eine primäre und notwendige Eigenschaft des Urplasmas war. Nur auf diese Weise ist eine einheitliche Funktion des Ganzen denkbar, und namentlich auch eine harmonische Änderung des

1) E. Haeckel, *Generelle Morphologie der Organismen*. Bd. I, 1866, p. 180—182. — Einen Fortschritt Haeckel gegenüber bedeutet die Auffassung von W. Roux betreffs sukzessiver Züchtung der Grundfunktionen des Lebens. Vgl. W. Roux, *Gesammelte Abhandlungen zur Entwicklungsmechanik der Organismen*. Leipzig 1895, Bd. I, 409—416.

2) C. v. Nägeli, *Mechanisch-physiologische Theorie*, p. 92.

3) C. v. Nägeli, ebenda.

Plasmas im Lauf der Zeit, oder die Anpassung. Denn gewiss steht die Entwicklung und Weiterdifferenzierung des Urplasmas in keinem Zeitabschnitt still. In einem räumlich sehr ausgedehnten Bezirk mögen zu jener Zeit die wesentlichen äußeren Bedingungen überall gleich gewesen sein; trotzdem wird es lokale, temporäre Unregelmäßigkeiten gegeben haben und diese sind nicht ohne Einfluss auf unser hypothetisches Urplasma. Eine lokale, sagen wir zufällig auftretende Änderung in den äußeren Bedingungen beginnt zunächst auf den betreffenden Teil des Urplasmas umgestaltend zu wirken. Da derselbe aber in beständiger Fühlung mit anderen Teilen steht, die normalen, durchschnittlichen Bedingungen ausgesetzt sind, so vermag der fremde Reiz nicht lokal eine „exzessive Variante“ zu erzeugen, er wird gleichsam von dem einen Teil des Plasmas als vorübergehend oder zufällig „erkannt“. Dieses „Erkennen“ nun, wenn ich mich so ausdrücken darf, ist eben nur und ausschließlich durch die Kontinuität des Ganzen bedingt. Auf diese Weise, so denke ich mir, wird es erreicht, dass kein Hin- und Herflackern von Variationen stattfindet, die ja Erzeugnisse des Augenblicks wären, sondern dass die langsamen Veränderungen oder Anpassungen des Urplasmas im breiten Strom einheitlich und in strengster Abhängigkeit von dem wesentlichen Zustand der äußeren Bedingungen, gleichsam die Zukunft vorahnend, sich abspielen.

Indem so alle Teile in einem durch irgend welche äußere Schranken abgesteckten Urplasmasystem untereinander im ständigen innigsten Kontakt verbleiben und gleichsam sich miteinander allseitig mischen können, will ich den geschilderten hypothetischen Zustand als denjenigen der Panmixis bezeichnen<sup>1)</sup>.

Wenn ich nun aber die dauernde Kontinuität der Urplasmateile als eine elementare Eigenschaft des Lebendigen anspreche, wie kommt es dann, dass, soweit Beobachtung lehrt, heute die lebendige Substanz immer und immer in selbständigen, voneinander unabhängigen Individuen, den Organismen auftritt? Wo bleibt da der postulierte notwendige Zusammenhang? Darauf gebe ich folgende Antwort. Der Zustand der Panmixis konnte im Laufe der Entwicklung nicht beibehalten werden. Im Dienste einer gesteigerten vegetativen Tätigkeit musste das einheitliche Urplasma in Individuen zerfallen — in erster Linie kam es wohl auf eine Änderung des Verhältnisses zwischen Masse und Fläche des lebendigen Plasmas

1) Leider ist dieser Name, dessen geeignete Wahl aus der weiteren Darstellung erhellt, mit einer unbedeutenden Änderung schon vor Jahren von Weismann für einen ganz anderen Begriff vergeben worden, nämlich — als Panmixie — für das Nachlassen der Selektionswirkung bei Organen, deren bessere oder schlechtere Entwicklung für den Kampf ums Dasein gleichgültig wird, und dieses Prinzip war lange Zeit hindurch die einzige Erklärung Weismann's für Verkümmern nicht gebrauchter Teile. Da nun die beiden Namen in formaler Hinsicht doch nicht identisch sind, so glaube ich mit der obigen Wahl nicht unrecht zu handeln.

an (H. Spencer, Rud. Leuckart) —, die dauernde und allseitige Kontinuität der Plasmateile wurde aufgegeben, — als notwendiger Ersatz für dieselbe trat aber gleichzeitig mit der Individualisation eine periodische und zweiseitige Kontinuitätsherstellung auf, und dies ist die Amphimixis.

Tatsächlich! Denken wir uns einen Schwarm von etwa ciliaten Infusorien, alle angenommen zu einer Art gehörig, und beurteilen, was eigentlich durch den periodischen Konjugationsprozess für jedes einzelne Individuum erreicht wird. Wenn das Infusorium A mit B kopuliert, so enthalten alle von diesem Pärchen durch spätere Teilung erzeugten Nachkommen sämtlich die Keimsubstanzen A und B als ererbtes Gut beieinander. Dies gründet sich auf die am Anfang meiner Betrachtungen gemachte Annahme. Da nun jedes von diesen Nachkommen die Gelegenheit hat, ja physiologischerweise muss, mit einem Infusorium C, oder D, oder E u. s. w. zu konjugieren, und unter den so entstandenen späteren Generationen immer weitere, noch nicht ausgenützte Kombinationen gegeben sind, so ist es klar, dass mit der Zeit in einem jeden der Nachkommen die Komplikation der Keimsubstanz ins Ungeheure wachsen muss, und zwar besteht diese letztere aus den summierten Keimsubstanzen A, B, C, D . . . u. s. w. bis ins Unabsehbare, aus Keimsubstanzen, die alle im innigsten Kontakt nebeneinander aufgespeichert werden. — Auf diese Weise wird der materielle Kontakt aller individuellen Keimsubstanzen angestrebt und erreicht. Denn, wenn wir zunächst von der Zeit abstrahieren wollten und, innerhalb ausgedehnter räumlichen Grenzen, alle Konjugationen (die Ausnützung sämtlicher möglichen Paarungskombinationen vorausgesetzt), die sonst in bunter Mannigfaltigkeit die eine jetzt hier, die andere dann dort etc. sukzessive ablaufen, auf einmal und zugleich, im Nunc stans sich vergegenwärtigen könnten, so würden wir nicht entfernt daran zweifeln, dass die Summe unserer infusorienartigen Tierchen in dem gegebenen Zeitdifferential eine einheitliche zusammenhängende plasmatische Masse bildet. Da nun aber die Keimsubstanzen unsterblich sind und in der Zeit unverändert<sup>1)</sup> verharren, so wird im wirklichen zeitlichen Geschehen — ich gehe hier vom empirischen Standpunkt aus — ungeachtet dessen, dass in keinem Augenblick alle Individuen miteinander zusammenhängen, dennoch allmählich in jedem einzelnen von ihnen der materielle Zusammenhang sämtlicher Keimsubstanzen in periodischen Schritten aufgebaut.

Was bedeutet das aber?

Der allgemeine Zustand der Panmixis musste zugunsten eines

1) Unveränderlich sind hier die Keimsubstanzen nur in sehr weiten Grenzen gedacht; über ihre Veränderlichkeit vergleiche weiter unten.



intensiveren vegetativen Lebens — dies ist der treibende Faktor aller Entwicklung — aufgegeben werden, mit der Individualisation wurde eine höhere Organisationsstufe und was sonst noch erreicht. Aber mit dem Aufhören der Panmixis ist der einheitliche lebendige Makrokosmos, wenn ich so sagen darf, nicht in eine Masse unabhängiger Bruchstücke zerfallen, die dann auf immer voneinander isoliert, auf immer nur Teile des Ganzen, in geradliniger, sich nur dichotomisch verzweigenden Deszendenz ihre eigenen Bahnen in der Welt des Lebens einzuschlagen hätten, — nein, durch Amphimixis wird periodisch aber unaufhörlich in einem jeden Teil das Bild des Makrokosmos als ein Mikrokosmos aufgebaut, der Makrokosmos löst sich in tausend Mikrokosmen auf! Es ist, als hätte die Natur durch die Einführung der Amphimixis einen Kompromiss geschlossen zwischen Individualisierung und dem hypothetischen Zustand der Panmixis. Die Individuen sollen möglichst selbständig sein, sie sollen sich frei und unabhängig voneinander bewegen können etc.; aber andererseits sollen sie untereinander eine materielle Kontinuität bilden, sie sollen, gleichsam wie die Pflänzchen der Erdbeere durch Ausläufer verbunden, im beständigen Zusammenhang bleiben. Ein Ausweg bietet sich nur in der periodischen Mischung von Keimsubstanzen, wodurch die geforderte materielle Kontinuität in jedes einzelne Individuum hineinverlegt wird — so paradox das auch zunächst klingen mag —, die Kontinuität ist dann zwar nur in einem Miniaturbild vorhanden, aber sie ist da. Ein jedes Individuum entwickelt sich gleichsam auf einem unsichtbaren System von Rhizomen, welche die Keimsubstanzen von unzähligen Individualitäten miteinander vereinigen. Das bedeutet Verneinung der zu vegetativen Zwecken unentbehrlichen Individualisation, und wenn wir ein *Paramacium* unter dem Mikroskop betrachten, würden wir auf den ersten Blick gar nicht ahnen, wie in diesem einen Teilstück des lebendigen Plasmas eine unendlich komplizierte Vielheit, ein Ganzes steckt, das durch unsichtbare Fäden mit der Summe von Individuen, welche die Art ausmachen, und welche unter verschiedensten Bedingungen verstreut leben oder gelebt haben, auf das innigste verkettet ist.

Die vorstehenden Betrachtungen erscheinen, auf die Protozoen angewandt, ganz besonders durchsichtig und klar. Komplizierter, wenn auch nicht im Prinzip, sondern durch Nebensächliches verschleiert, gestalten sich die Verhältnisse bei den Metazoen. Ich sehe mich darum veranlasst, einige an das Hauptthema sich anschließenden Fragen zu berühren.

Die Notwendigkeit des natürlichen Todes bei Vielzelligen denke ich mir in folgender, mit Weismann's Auslegung verwandter,

aber nicht identischer Weise. Wie für einen jeden Organismus, so besteht auch für die Metazoen die physiologische Notwendigkeit der Amphimixis, um den von mir postulierten materiellen Zusammenhang der Artvertreter im Miniaturbild in einem jeden Individuum aufzubauen, und zwar durch Summierung von Keimsubstanzen möglichst verschiedener Individuen. Zwei Lebewesen können sich aber nur im Zustand der Zelle miteinander mischen, sonst nicht, und auf diese Tatsache hat, im folgenden Zusammenhang, zuerst Weismann<sup>1)</sup>, später Boveri u. a. hingewiesen. Damit ist die Trennung zwischen Soma und Keimzellen, ein periodisches Zurückgehen des Organismus auf den Zustand der Zelle, damit ist die Notwendigkeit der Ontogenese gegeben (Weismann). Wenn nun aber Weismann sagt, „dass für das Soma, nachdem es seine Keimzellen entlassen und damit seine Pflicht gegen die Art erfüllt hat, sein unbegrenztes Weiterleben überflüssig wurde und deshalb in Wegfall kam“, und weiter, dass „falls das Weiterleben, die Unsterblichkeit des Soma notwendig für die Erhaltung der Arten gewesen wäre, sie durch Naturzüchtung auch erhalten worden wäre“<sup>2)</sup>, so kann ich dem nicht beistimmen. Für mich liegt in der dauernden Unmöglichkeit einer Amphimixis zwischen den Somata verschiedener Individuen der zwingende physiologische Grund für den Tod des Somas. Es ist eine wunderbare Erscheinung in der organischen Natur, entwickelt auf Grund des Prinzips der Arbeitsteilung, wonach die Gestalt des Individuums zum Zweck eines intensiveren und vielseitigen Stoffwechsels sich zu einem Metazoon aufschwingt, mit dieser Komplikation, durch den Ausschluss der Amphimixis, notwendig den Keim des Todes erwirbt und so zur Fortpflanzung mittelst Keimzellen, welche eben die Möglichkeit einer Mischung gewähren, als Folge führt. Ein unsterbliches Soma wäre für die Art nicht nur „gleichgültig“ und würde nicht nur „einen ganz unzweckmäßigen Luxus“<sup>3)</sup> bedeuten, sondern, ein erspriessliches Gedeihen des Ganzen auf die Dauer als Bedingung vorausgesetzt, wäre es physiologisch unmöglich. — Bei dieser Gelegenheit bemerke ich anhangsweise, dass Choldkowsky, meiner Ansicht nach, ganz richtig die Ursache des Todes der Metazoen in ihrer Vielzelligkeit allein gesucht hat; allerdings, die speziellere Deutung dieses Autors, es handle sich dabei um Zerstörung des Organismus im Kampf der Teile, ist sicher irrig<sup>4)</sup>.

Wenn ich das Vorhandensein eines natürlichen Todes bei Vielzelligen besonders zu begründen suchte, so setzte ich damit still-

1) Weismann, Aufsätze über Vererbung. Aufsatz III, p. 181, 182.

2) Weismann, Vorträge über Deszendenztheorie. Bd. I, p. 286.

3) Weismann, Aufsätze etc. Aufsatz I, p. 29, 34.

4) N. Choldkowsky, Tod und Unsterblichkeit in der Tierwelt. Zoolog. Anzeiger, 1882, p. 265.

schweigend die Unsterblichkeit der Einzelligen voraus. In der Tat schließe ich mich der Weismann'schen Lehre von der potenziellen Unsterblichkeit der Monoplastiden an, allerdings mit einer Einschränkung, die aus dem folgenden ersichtlich ist. Ich glaube, dass der Weismann'sche Satz nur für allereinfachste einzellige Lebewesen gilt, die sich ausschließlich durch Zweiteilung fortpflanzen, ohne Bildung eines Restkörpers. Dies mag für viele Amöben und wohl auch Infusorien gelten. Indes schon bei den Bakterien lässt sich vom Erscheinen des natürlichen Todes des Individuums reden, und dies bei der Sporenbildung. So charakterisiert sich ein besonders fortgeschrittener Typus der Sporenbildung, der übrigens nicht ohne Vorläufer ist, nach A. Fischer dadurch, „dass nur ein Teil des Inhaltes zum Sporenkörper sich zusammenzieht. Es bleibt ein äußerst zarter, durch Plasmolyse nachweisbarer Wandbelag übrig, auf dessen Gegenwart wohl die Fortdauer der Schwimmbewegung während der Sporenbildung zurückzuführen ist. Die Geißeln werden nicht eingezogen und schwingen noch eine Zeitlang munter weiter, bis auch hier die reifen Sporen ganz aus den absterbenden Stäbchen befreit werden“<sup>1)</sup>. Das gilt z. B. für *Clostridium butyricum* (Prazm.). Die neugebildete Spore setzt als Keim das Leben fort; der plasmatische Wandbelag mit Geißeln und Zellmembran bleibt als sterbliche Hülle des Individuums zurück. Hier bietet sich auf die Frage Weismann's: „Wo ist denn die Leiche? was stirbt denn ab?“ von selbst eine Antwort dar<sup>2)</sup>. Und ähnlich ist es bei vielen Gregarinen, z. B. nach den Untersuchungen Schaudinn's bei *Coccidium schubergi*, während der Bildung von Mikrogameten im Antheridium. Es wird nicht die ganze Plasmamasse des Antheridiums für die Bildung der Gameten verbraucht; diese schwärmen aus, um die Kontinuität des Lebens fortzusetzen, hingegen bleibt die Hauptmasse des Plasmaleibes des Antheridiums als großer, kugelig Restkörper zurück und geht mitsamt den eingeschlossenen Resten des Karyosoma zugrunde<sup>3)</sup>. Solcher Vorgänge ließen sich noch mehrere nennen. Ich glaube, in den herangezogenen Beispielen liegt lediglich ein gradueller Unterschied gegenüber dem natürlichen Tod der Vielzelligen: bei diesen ist die Leiche im Verhältnis zu den Keimprodukten groß, aus komplizierten Organen zusammengesetzt und darum ohne weiteres in die Augen fallend; bei jenen reduzieren sich die absterbenden Teile auf größere oder geringere Plasmamassen. Unsterblich sind nur die allereinfachsten Lebewesen und die Keimzellen. Sobald innerhalb der Einzelligen

1) A. Fischer, Vorlesungen über Bakterien. Jena 1903, p. 38 und 39, Fig. 22, c, d.

2) A. Weismann, Aufsätze etc. Aufsatz I, p. 30.

3) Ich entnehme diese Darstellung A. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbellosen. Jena 1901, p. 220 und 223, Fig. 220.

eine Differenzierung von besonderen Keimprodukten, sei es Sporen, sei es Gameten u. s. w. anfängt, da setzt auch, zunächst unmerklich, der natürliche Tod des Individuums ein, um allmählich, in aufsteigender Reihe, die für uns so grausam unverkennbare Gestalt anzunehmen. So gilt, denke ich, der Weismann'sche Satz in weniger schroffer Fassung, und auch hier würde der alte Spruch: „natura non facit saltus“ seine Bestätigung finden können. Und wie ich mir die hervorgehobene Unsterblichkeit des näheren vorstelle, mag in Anlehnung an W. Pfeffer klargelegt werden: „Mit Wachsen und Neubilden wird aber dauernd innerhalb des lebendigen Gefüges tote Nahrungsmasse in die Struktur der lebendigen Substanz übergeführt. Nur die Struktur und Konstellation erhält sich in ewigem Wechsel und so kann es kommen, dass ein Nachkomme kein einziges derselben Atome aufzuweisen hat, die dereinst am Aufbau eines Ahnen beteiligt waren<sup>1)</sup>.“

1) W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. I, 1897, p. 30. — Der Weismann'schen Unsterblichkeitslehre schließt sich Th. Boveri an (vgl. Th. Boveri, Die Organismen als historische Wesen. Festrede. Würzburg 1906, p. 13). — Dass es in der berührten Frage auf quantitatives Verhältnis zwischen überlebender und sterbender Substanz ankommt, hatte vor mehreren Jahren schon Verworn gezeigt, indem er sich auf Resorption der Kerne resp. Kernteile während der Konjugation der Infusorien, und, was mehr besagt, auf das Absterben des extrakapsulären Protoplasmakörpers während der Sporenbildung bei *Thalassioella* bezog. Vgl. M. Verworn, Allgemeine Physiologie, Jena 1895, p. 342, 343. Wenn indessen Verworn so weit geht, dass er sogar im Fall eines Protisten, der sich nur durch Wachstum und einfache Teilung erhalten würde, die Unsterblichkeit im Weismann'schen Sinne leugnet, so kann ich ihm darin nicht beistimmen. Verworn argumentiert: es ist ja charakteristische Eigentümlichkeit der lebenden Substanz, dass sie fortwährend zerfällt, d. h. sich in tote Substanz verwandelt; nur Leben als Bewegungskomplex stirbt nicht aus, unsterbliche Wesen im Sinne Weismann's kann es hingegen nicht geben (Verworn, l. c., p. 343, 344). Nun hat aber Weismann selbst im Jahre 1890 in einer nachträglichen Besprechung seiner Lehre darauf hingewiesen — Verworn ist dies offenbar entgangen —, dass der Körper der Einzelligen, wie alle lebende Substanz, dem steten Wechsel der Materie unterworfen bleibt (Weismann, Aufsätze etc. Aufsatz XI, p. 643). Und er sagt weiter: „Was ist also hier unsterblich? Offenbar nicht eine Substanz, sondern nur eine gewisse Form der Bewegung“ (l. c., p. 643). „Eine unveränderte, unsterbliche Lebenssubstanz gibt es hier nicht, es gibt nur unsterbliche Bewegungsform organischer Materie“ (l. c. p. 647). Damit wird aber der von Weismann erkannte Unterschied zwischen Einzelligen und Vielzelligen, für meine Auffassung in der oben entwickelten Form, nicht aus der Welt geschafft, wie das Verworn meint. Sollte auch ein Greis durch stetigen Stoffumsatz kein einziges der Atome beherbergen, die einst den Körper des Jünglings aufgebaut hatten, so ist doch darum der Greis während seines Lebens gewiss niemals „gestorben“! Und in diesem Sinne können und müssen einfache Protisten, die sich nur durch Teilung, etwa mit primitiven Kopulationsakt, vermehren, als unsterblich bezeichnet werden. — Über Auffassungen des Metazootodes, die von der im Text vertretenen Ansicht abweichen, vgl. auch: A. Goette, Über den Ursprung des Todes. Hamburg und Leipzig 1883 (die Fortpflanzung ist der ausschließliche und letzte Grund des Todes), und E. Schultz, Über Verjüngung. Biol. Centralbl. Bd. XXV, 1905. — Nachträglich erst bin ich



Doch zurück zur Amphimixis! Wie bei Einzelligen so ist auch bei den Vielzelligen periodisch auftretende Amphimixis physiologische Notwendigkeit. In beiden Fällen wird durch dieselbe für jedes Individuum ein immer sich erneuernder materieller Zusammenhang mit der Summe des Lebens, welche die Art ausmacht, bewerkstelligt. In diesem innigen Zusammenhang mit dem Ganzen verändert sich periodisch dem Lauf der Zeit entsprechend die einfachste Monoplastide, ohne jemals, trotz vielfacher Teilung, den natürlichen Tod und damit vollständige Neubildung, außer Wachstum, zu erleiden; der Körper wird nur, wie bei einer plastischen Substanz, umgestaltet. In dem gleichen Zusammenhang mit dem Ganzen, gleichsam in einem kondensierten Urplasma, wurzelt das Leben der Polyplastiden. Die Kontinuität des Lebens wird aber durch die Keimsubstanzen allein gesichert. Die Somata erscheinen als eine Reihe diskontinuierlicher Kurven, die nacheinander aus einer kontinuierlichen Kurve, derjenigen der sich summierenden Keimsubstanzen entspringen. Die Körper haben ihre Plastizität verloren und werden nach jedesmaliger Amphimixis in der Ontogenese neugestaltet.

Die Welt der Keimsubstanzen innerhalb einer Art ist das physiologische Korrelat des metaphysischen Begriffs der platonischen Idee. Hatte nicht Schopenhauer einen dem oben entwickelten im wesentlichen gleichen Gedankengang verfolgt, als er schrieb:

---

auf die Schrift M. Hartmann's, Tod und Fortpflanzung, München 1906, aufmerksam geworden. Hartmann bekämpft die Unsterblichkeitslehre Weismann's, ohne sie indes zu widerlegen. Gezeigt hat Hartmann in seinen an sich interessanten Ausführungen nur so viel, dass, wenn man einen anderen Ausgangspunkt in der Beweisführung einnimmt, als den Weismann'schen, man auch zu einem vom Weismann'schen abweichenden Schlussresultat gelangt. Dass aber zwingende Gründe vorliegen würden, den Ausgangspunkt Hartmann's einzunehmen (der Tod ist Stillstand der individuellen Entwicklung), das nachzuweisen hatte der Verf. nicht vermocht. Im übrigen ergibt es sich aus meiner Darstellung im Text, worin ich mit Hartmann übereinstimme; so die Deutung des während der Zerfallteilung bei vielen Protozoen auftretenden Restkörpers als Leiche, und diese Übereinstimmung habe ich mit Genugtuung begrüßt. — Vgl. auch Boveri's Äußerung über Hartmann's Standpunkt (Festrede 1906, p. 53, Anm. 6).

Bei diesem Anlass möchte ich nicht unterlassen zu betonen, dass die Einschränkung, welche Weismann's Lehre durch neuere Befunde auf dem Gebiet der Protozoenfortpflanzung erfährt — und auf welche im genannten Zusammenhang Verworn, Hartmann und ich hingewiesen haben — keineswegs den logischen Inhalt des Weismann'schen Postulats, sondern lediglich den Umfang dieses letzteren berührt. Der Weismann'sche Satz ist logisch unanfechtbar — man wollte denn die Häutung einer Schlange als natürlichen Tod derselben auslegen! „Es ist kaum glaublich“, schließt Weismann seine letzte Darstellung des Problems, „dass eine so einfache und klare Wahrheit so lange verborgen bleiben musste, aber noch ungläublicher, dass, seitdem sie ausgesprochen wurde, sie als falsch, als Afterweisheit, als wertlos bis in die neueste Zeit hinein verhöhnt wurde“ (Weismann, Vorträge etc. Bd. I, p. 285).

„Wie die zerstäubenden Tropfen des tobenden Wasserfalls mit Blitzesschnelle wechseln, während der Regenbogen, dessen Träger sie sind, in unbeweglicher Ruhe feststeht, ganz unberührt von jenem rastlosen Wechsel; so bleibt jede Idee, d. i. jede Gattung lebender Wesen, ganz unberührt vom fortwährenden Wechsel ihrer Individuen. Die Idee aber, oder die Gattung, ist es, darin der Wille zum Leben eigentlich wurzelt und sich manifestiert: daher auch ist an ihrem Bestand allein ihm wahrhaft gelegen<sup>1)</sup>“). Nur dass das in allem Wechsel Bestehende erst durch periodische Amphimixis zu dem wird, was wir an ihm bewundern, nur durch Amphimixis wird es möglich, dass im Einzelnen das Allgemeine und Vielfältige, unsichtbar und doch herrschend, zur Betätigung gelangt.

Betreffend die Summierung von Keimsubstanzen möchte ich noch wenige Worte nachtragen. Die Amphimixis erstrebt materielle Kontinuität zwischen Keimsubstanzen der Art, entsprechend dem dauernden Zusammenhang der einzelnen, auch noch so entlegenen Teile im ausgedehnten hypothetischen Urplasma. Diese Kontinuität, die in ein jedes Individuum gleichsam hineingelegt wird, kann nur dadurch zustande kommen, dass die durch periodische Amphimixis zusammenkommenden Keimsubstanzen, sie sind ja unsterblich, immer und immer wieder nebeneinander aufgespeichert werden, bis zu einer für uns unübersehbaren Komplikation. Das muss so sein, und wird, außer durch theoretische Forderungen, durch die mannigfaltigen Erscheinungen des Rückschlags — ich erinnere nur an das dreizehige Pferd Julius Cäsars — erhärtet. Wie aus dem Ausdruck „Kontinuität“ folgt und wie ich das schon im Lauf der Darstellung angedeutet hatte, liegen die zahllosen Keimsubstanzen nicht etwa passiv, voneinander unabhängig, beisammen. Nein! Sie bilden eine Einheit, deren Teile in innigster Fühlung miteinander stehen, und die nach jedesmaliger Befruchtung neu konstituiert wird. In diesem Mikrokosmos schlagen fortwährend Lebenspulse von einer Feinheit, von der wir uns keine Vorstellung machen können, denn unsere Sinnesorgane sind einmal qualitativ auf die groben Vorgänge des vegetativen Lebens eingerichtet, und sie bleiben es auf immer, möge das Auge, mit dem Mikroskop bewaffnet, auch noch so gut der Quantität trotzen. — Aber die sich summierenden Keimsubstanzen denke ich mir nicht starr und unveränderlich. Ich glaube, dass hier zum mindesten zwei Faktoren zu berücksichtigen sind. Erstens hat ja jeder Komplex von Keimsubstanzen seinen vegetativen Träger, und dieser, resp. seine Deszendenten, leben naturgemäß unter etwas anderen

1) A. Schopenhauer, l. c., Bd. II, Über den Tod und sein Verhältnis zur Unzerstörbarkeit unseres Wesens an sich. p. 552.

äußeren Bedingungen als die übrigen Vertreter der Art. Dieses individuelle Leben ist es nun, welches dem Keimkomplex — von Befruchtung zu Befruchtung — eine besondere Färbung aufdrückt, und, ich möchte so sagen, den Ausgangspunkt der Kombinationen immer wieder von neuem verändert und verschiebt, so dass der noch nicht ausgenutzten Kombinationen kein Ende ist. In der wechselnden Stärke dieser individuellen Färbung sehe ich übrigens die Möglichkeit der Erklärung, warum ein Individuum, trotzdem es einer Vielheit entstammt, doch überwiegend die Züge eines der Ahnen tragen kann. In zweiter Linie denke ich mir, dass im Lauf der großen Zeiträume die ältesten Keimsubstanzen teils eliminiert werden, teils, wenn sie einen gesicherten Bestand für die eingeschlagene Entwicklungsrichtung bilden, Viele zu Einer, vielleicht vom höheren Rang, kondensiert werden. Im einzelnen kann ich das Gesagte nicht ausmalen und konsequent durchführen, ich wollte nur einigen Missverständnissen vorbeugen und ich glaube, dass folgender Ausspruch von Weismann den allgemeinen Sinn dessen, was ich im Auge habe, illustriert: „Die Ide eines Wurmes der Vorwelt können nicht unverändert heute das Keimplasma eines Elefanten zusammensetzen, auch wenn es ganz richtig ist, dass die Säugetiere von Würmern abstammen. Die Ide müssen sich seither unzählige Male umgestaltet haben durch Umbildung, Verkümmern und Neubildung von Determinanten<sup>1)</sup>.“ — Außer den genannten, relativ geringfügigen Änderungen im Keimbestand muss es notwendig langsam, aber andauernd wirkende, aus inneren, gleichsam zielbewussten Entwicklungsrichtungen entspringende Änderungen geben, und auf diese letzteren gründet sich die mannigfaltige Gestaltung der Lebewelt; Selektion legt, meiner Ansicht nach, nur die letzte ausgleichende und regulierende Hand. — Doch diese schwierigen Fragen würden mich zu weit vom Thema ableiten.

(Schluss folgt.)

## The Desert Botanical Laboratory of the Carnegie Institution of Washington.

By F. E. Lloyd,  
Member of the Staff.

The foundation of the Carnegie Institution of Washington by the generous endowment of Mr. Andrew Carnegie marked the beginning of the new era of scientific research in America. This was of course foreshadowed by the terms of the gift to science, and the results which have been attained in all fields of scientific activity since the latter part of 1902 have given grounds for the belief that, marked as the reward to knowledge has been, the

1) A. Weismann, Vorträge über Deszendenztheorie. Bd. II, p. 219.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Janicki C. (Konstanty)

Artikel/Article: [Über Ursprung und Bedeutung der Amphimixis. Ein Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Zeugung. 769-791](#)