

ZUM 100. TODESTAG

August Weismann (1834–1914) und das unsterbliche Leben

Der Freiburger Zoologe und Evolutionstheoretiker August Weismann war einer der einflussreichsten Biologen seiner Zeit. Seine allgemeinen Schlussfolgerungen zur biologischen Evolution (Neodarwin'sche Theorie), der Vererbung (Keimplasma-Konzept; Keimbahn-Soma-Differenzierung) sowie zu Altern und Tod (Zellteilungs-Limit) fanden weltweite Anerkennung. Weismann zählt neben Charles Darwin und Alfred R. Wallace zu den Pionieren der Biowissenschaften; seine Theorien, insbesondere zur potenziell unsterblichen Keimbahn, leben noch 100 Jahre nach seinem Tod fort.

August Friedrich Leopold Weismann (Abbildung 1) wurde am 17. Januar 1834 als Sohn eines Gymnasialprofessors in Frankfurt am Main geboren. Dort besuchte er nach der „Musterschule“ von 1844 bis 1852 das Frankfurter Gymnasium. Nebenbei erhielt der Heranwachsende Privatunterricht in Musik und Zeichnen, wodurch sein lebenslanges Interesse an der Kunst geweckt wurde. Erst nach dem Kontakt mit Frankfurter Bürgern, die naturwissenschaftliche Studien durchführten, entwickelte Weismann Interesse an der Biologie. Ähnlich wie Charles Darwin (1809–1882) und Alfred Russel Wallace (1823–1913) wurde der Frankfurter Teenager ein begeisterter Käfersammler. Auf Wunsch des Vaters studierte Weismann von 1852 bis 1856 an der Universität Göttingen Medizin – der Erziehungsberechtigte hatte seinem Sohn untersagt, die „brotlose“

Naturkunde (heute als Biologie bezeichnet) als Karrierestart zu wählen. Seinem naturwissenschaftlichen Interesse entsprechend erwarb Weismann 1857 den medizinischen Dokortitel zu einem biochemischen Thema. Daraufhin war der junge Mediziner an der Universität Rostock Assistenzarzt und absolvierte ein zweites freiwilliges Jahr als Mitarbeiter eines bekannten Chemikers [1].

Vom Leibarzt zum Zoologie-Professor

Nach einer Österreich-Reise (1858, u. a. Besuch medizinischer Institutionen in Wien) kehrte Weismann nach Frankfurt zurück und verdiente sein Geld, ohne wirkliches Interesse, als praktischer Arzt. Im „Origin of Species-Jahr 1859“ war Weismann als Kriegs-Arzt tätig. Diese für ihn bedrückende Situation verbesserte sich über die Empfehlung, eine Tätigkeit als Leibarzt bei einem Erzherzog zu übernehmen. Vor



ABB. 1 Der Biologe August Weismann (1834–1914) an seinem Arbeitsplatz im Zoologischen Institut der Universität Freiburg. Bild: nach einem Gemälde von Otto Scholderer, 1896.

Antritt dieser Stelle auf Schloss Schaumburg an der Lahn studierte Weismann Zoologie in Paris und verbrachte ein fruchtbares Jahr bei dem Parasitologen Rudolf Leuckart (1822–1898) an der Universität Gießen.

Seine freie Zeit als Leibarzt des Erzherzogs nutzte Weismann dazu, Entwicklungsvorgänge bei Insekten zu ergründen; Mit diesen Arbeiten konnte sich der 29-jährige Arzt und Freizeit-Tierforscher an der Universität Freiburg im Breisgau im Fach Zoologie habilitieren. Vier Jahre später (1867) wurde der durch eigenständige Forschungsarbeiten bekannt gewordene Weismann in Freiburg zum a. o. Professor der Zoologie ernannt. Ein immer wieder kehrendes Augenleiden verschlimmerte sich jedoch derart, dass er sich zunehmend mit theoretischen Fragen befassen musste.

Im Jahr 1873 wurde der angesehene Forscher an der Universität Freiburg zum o. Prof. (Ordinarius) berufen. Diese einflussreiche Position hielt Weismann bis zu seiner lange zuvor beantragten Emeritierung im Jahr 1912 inne – diese wurde vom Arbeitgeber immer wieder herausgezögert. Der unter anderem durch die Verleihung der Darwin-Wallace-Medaille von der *Linnaean Society London* (Abbildung 2) hoch geehrte Zoologe, Vererbungsforscher und Evoluti-

onstheoretiker, den man an der Universität Freiburg nicht entpflichten wollte, starb am 5. November 1914 [1, 2]. Sein großes Freiburger Wohnhaus wurde geräumt und verkauft (Abbildung 3). Das alte Zoologische Institut der Universität Freiburg (Albertstraße 21 a) trägt jedoch noch heute den Namen „Weismann-Haus“. Die künstlerische Veranlagung des Naturforschers wurde von seinem Sohn Julius Weismann (1879–1959), einem genialen Komponisten spätromantischer Werke, weiter getragen.

Weismann als Cytologe und Entwicklungsbiologe

Das aus 136 Einzelautor-Beiträgen bestehende Schriftenverzeichnis des Freiburger Zoologen ist seit 1999 verfügbar und geht weit über die klassische Bibliographie, verfasst von Ernst Gaupp (1865–1916) [1], hinaus. Diese Werke-Auflistung [3] zeigt, dass Weismann bis zum 50. Lebensjahr bevorzugt Experimentalarbeiten veröffentlicht hat und danach, bis ein Jahr vor seinem Tod, im Wesentlichen theoretische Beiträge publizierte. Neben einigen Aufsätzen zu meeresbiologisch-limnologischen Themen (beispielsweise „Analysen des Ostseewassers“, 1858; „Das Thierleben im Bodensee“, 1876; „Beobachtungen an Hydroid-Polypen“, 1881) sind Weismanns cytologisch/histologische Beiträge zu erwähnen. In Untersuchungen zum „Wachstum der quergestreiften Muskeln“ (1861) werden Wirbeltiere (Frösche, Menschen) als Studienobjekte eingesetzt. Seine wichtigeren Experimental-Untersuchungen führte er aber an Wirbellosen durch, wobei Insekten (Zweiflügler, Diptera, zum Beispiel Stubenfliegen und Zuckmücken), Schmetterlinge (Lepidoptera) und Süßwasser-Krebse (Daphniden) bevorzugte Studienobjekte waren. Weismanns umfassende Artikelserie „Zur Naturgeschichte der Daphniden“, erschien 1877 bis

Darwin-Wallace Celebration.

1st JULY, 1908.

I will go on at once to present the medal awarded to Professor AUGUST WEISMANN.

Like his countryman Prof. Haeckel, Prof. Weismann is unfortunately unable to leave his University at this season of the year, and those, especially, who have had the pleasure of meeting him on former visits, will regret his absence to-day.

Prof. Weismann has played a brilliant part in the development of Darwinian theory, and is indeed the protagonist of that theory in its purest form, retaining all that was the peculiar property of Darwin and Wallace and eliminating the traces of Lamarckism which still survived.

It is not for me, on this occasion, to enter into his special researches in Zoology: of the many original investigations for which he is distinguished, that on the origin of the germ-cells in Hydrozoa is peculiarly noteworthy, as having led up to his great doctrine of the Continuity of the Germ-plasm as the foundation of a Theory of Heredity. This doctrine, involving the conclusion that all inherited variations must be congenital, and that consequently there can be no hereditary transmission of characters acquired during the life of the individual, aroused the deepest interest, and that not only in scientific circles. It has produced a lasting effect on Biology, and however much modified, Weismann's doctrine forms the basis of modern views of heredity.

The lucidity and beauty of his style has helped to render Prof. Weismann the effective champion of all that is most characteristic in the teaching of Darwin and Wallace, while his profound knowledge of cytology enabled him to base his theory of heredity on a firmer foundation of fact than had been possible in the case of previous speculations.

Prof. Weismann's works, many of them so admirably translated into English, have met with universal appreciation in this country. I well remember my own keen enjoyment in reading his essays, such as 'The Duration of Life,' 'On Life and Death,' on Continuity, and on the Theory of Natural Selection. The work of this brilliant investigator and writer has been of immense service to evolutionary Biology; and, apart from all matters of controversy, the stimulating influence of his writings has had a wonderful effect in advancing the subject.

There is no one to whom the award of this medal could be more appropriate.

ABB. 2 Laudatio auf August Weismann, verfasst von Präsident D. H. Scott, anlässlich der Verleihung der Darwin-Wallace-Medaille der Linnaean Society London, Juli 1908. In dieser Würdigung sind die Leistungen des Freiburger Zoologen zusammenfassend dargestellt.

Bild: Linnaean Society London (Hrsg.), Darwin-Wallace-Celebration. Burlington House, London, 1908.

1879, soll exemplarisch hervorgehoben werden.

Diese Spezialstudien, welche auch der Frage bezüglich einer Umwandlung des aquatischen mexikanischen Axolotl in die Landform gewidmet waren, qualifizierten den Zoologen zum Biologie-Theoretiker, wobei letztendlich die „Kontinuität des Lebens“ als Weismann'sches Generalthema herausgestellt werden kann.



ABB. 3 Die Villa Weismann in Freiburg im Breisgau im Jahr 1891. Bild: aus S. Lütznert: Julius Weismann. Leben und Werk. J. W.-Archiv, Duisburg, 2000.

Über die Berechtigung der Darwin'schen Theorie

Nachdem der damals 26-jährige Leibarzt A. Weismann auf Schloss Schaumburg Charles Darwins Hauptwerk über die *Entstehung der Arten* (Deutsche Übersetzung 1860) „in einem Zug“ gelesen hatte, war für den Zoologen klar geworden, dass die Biologie mit dieser Abhandlung ein Generalthema erhalten hat: Die Evolution der Organismen, damals noch zusammenfassend in einer auf dem Selektionsprinzip basierenden Theorie dargestellt (die Wissenschaftsdisziplin Evolutionsbiologie wurde erst Ende der 1940er Jahre gegründet) [4, 5].

In seiner öffentlichen Freiburger Antrittsrede mit dem Titel „Über die Berechtigung der Darwin'schen Theorie“ (1868), zu der die Theologische Fakultät niemanden entsandt hatte, legte Weismann seine Kernthese dar: Nur unter Berücksichtigung des Darwin'schen Prinzips der Deszendenz mit Modifikation (Evolution) sind allgemeinbiologische Zusammenhänge verständlich, denn alle Organismen der Erde sind letztendlich abstammungsverwandt.

Ähnlich wie sein Jenaer Kollege Ernst Haeckel (1834–1919) wurde Weismann mit der oben genannten Schrift, sowie zahlreichen thematisch verwandten Nachfolgepublikationen, zum Wegbereiter des „Darwin-Wallace-Prinzips der natürlichen Auslese“, das er später

zur Neodarwin'schen Theorie ausgebaut hat [4, 5].

Vererbung erworbener Eigenschaften und die Keimplasma-Theorie

Die Frage, warum gewisse Merkmale von den Eltern auf die Kinder übertragen werden, wurde noch 1878 (d. h. nach dem Erscheinen der 6. Auflage von Darwins Hauptwerk, 1872) im Sinne von Jean-Baptiste de Lamarck (1744–1829) beantwortet: durch „Vererbung erworbener Eigenschaften“. August Weismann hat dieses „Lamarck'sche Dogma“ zunächst im Rahmen eines populären Aufsatzes befürwortend dargestellt („Über das Wandern der Vögel“, 1878). Fünf Jahre später (1883) äußerte er erstmals Zweifel an diesem Konzept, und mit seinen berühmten „Mäuseschwanz-Experimenten“ (verstümmelte Eltern bringen Jungtiere mit Schwanzfortsatz zur Welt) widerlegte er die These einer Vererbung modifizierter Körper-Merkmale [5]. Diese recht brutalen Versuche wurden aber von den Neo-Lamarckisten nur mit Vorbehalt akzeptiert.

Aus Weismanns oben zitierten Untersuchungen zur Fortpflanzung der Daphniden sowie seinen 1880 publizierten Studien zum „Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden“ gingen seine theoretischen Arbeiten zur „Lehre von der Continuität des Keimplasmas“ (1893) hervor. Diese Weis-

mann'sche Vererbungs-Theorie wurde als Gegenkonzept zur verfehlten Darwin'schen „Pangenesis-Hypothese“ formuliert. Charles Darwin hatte zur Erklärung der von ihm akzeptierten Lamarck'schen Vererbung erworbener Eigenschaften postuliert, alle Körperzellen würden „Keimchen“ absondern, die über die Eier bzw. Spermien an die Nachkommen übertragen werden. Nach Weismann ist bei Tieren (Mäuse, Menschen, Insekten) jedoch eine Keimbahn-Soma-Differenzierung ausgebildet [4, 5]. Hierbei werden immer nur die potenziell unsterblichen Keimzellen (Eier bzw. Spermien) in die nächste Generation übertragen, während der Körper an sich (das Soma) stirbt. Anders formuliert: Weismanns „Keimplasma“ (Keimzellen mit Erbsubstanz) wird vom vergänglichen Soma umhüllt, das nur ein Vehikel zur Weitergabe der Erbanlagen darstellt – das Konzept des „egoistischen Gens“ wurde hiermit vorweggenommen.

Da die Keimbahn und das Soma getrennte Körperbereiche darstellen, also über die „Weismann-Barriere“ voneinander getrennt sind, ist gemäß dieser Theorie eine Vererbung erworbener Eigenschaften ausgeschlossen. Weismann erkannte weiterhin, dass die zweigeschlechtliche Fortpflanzung (sexuelle Reproduktion) zu variablen Nachkommen führt und gilt daher, gemeinsam mit Alfred Russel Wallace (1823–1913), als Begründer der Neodarwin'schen Theorie der biologischen Evolution (Weismannismus) [5].

Altern, Tod und die Zellteilungs-Grenze

Weismanns im Jahr 1892 publizierte „Theorie von der Continuität des Keimplasmas“ beinhaltet seine Kernthesen zum Themengebiet „Altern und natürlicher Tod“. Zehn Jahre zuvor, in der Schrift „Über die Dauer des Lebens“ (1882) äußerte sich der damals

48-Jährige erstmals zu dieser kontroversen, von christlichen Dogmen überschatteten Frage. Seine ursprüngliche Theorie eines durch natürliche Ausleseprozesse entstandenen evolutionären „Todes-Mechanismus“ – alte, verbrauchte Individuen sollen bald nach der Fortpflanzung sterben, um den Jungen Platz zu machen, gab er später auf (das Konzept entsprach dem damaligen Brauch an deutschen Universitäten – erst nach dem Tod des Amtsinhabers konnte ein neuer Professor auf den „freien Platz“ berufen werden).

In Nachfolge-Werken postulierte Weismann das Konzept der Zellteilungs-Begrenzung, welches im Prinzip bestätigt werden konnte. Kurz gesagt: Die verschiedenen Lebens-Spannen unterschiedlicher Tierarten sollen durch eine festgelegte Zahl somatischer Zell-Generations determiniert werden: „Die Fähigkeit der Zellvermehrung durch Zellteilung ist begrenzt“ [3]. Aktuelle Forschungen haben ergeben, dass dieser „Weismann-Swim-Hayflick-Limit“ tatsächlich existiert: Weismanns Grundgedanken leben somit in der aktuellen „disposable soma theory of aging“ fort [6].

In einem dem Freiburger Naturforscher gewidmeten englischsprachigen Buch [7] wurde 1893 „Weismanns Theorie zu Leben und Tod“ wie folgt zusammengefasst:

1. Der natürliche Tod existiert nicht bei sich teilenden Einzellern, da diese sich unbegrenzt fortpflanzen können; er ist erst mit der evolutionären Entwicklung mehrzelliger Organismen entstanden (Keimbahn-Soma-Differenzierung).

2. Das Leben auf der Erde ist ein Kontinuum. Seit dem ersten Auftreten als einfache Mikroben besteht es ohne Unterbrechung fort – jedes heute existierende Lebewesen ist in kontinuierlicher Linie aus dem ersten Urlebewesen hervorgegangen [7].

Diese Weismann'sche These vom „unsterblichen Leben“ hat

sich bewahrheitet und zählt zu den bleibenden Erkenntnissen der klassischen Biologie [8, 9].

Schlussfolgerungen

In dieser kurzen Würdigung der Leistungen von August Weismann, der von Ernst Mayr (1904–2005) als einer der größten Biologen der Nach-Darwin'schen Ära bezeichnet wurde, habe ich dargelegt, dass der Freiburger Forscher als Cytologe, Entwicklungsgenetiker und Evolutionstheoretiker grundlegende Erkenntnisse von bleibender Bedeutung erarbeitet hat. Hervorzuheben ist außerdem Weismanns offene, un-dogmatische Art der Theorienbildung: Er hat seine Konzepte immer wieder der aktuellen Faktenlage angepasst, gemäß dem Weismann'schen Motto „Niemand werden wir mit der Erforschung des Lebens endgültig abschließen, und wenn wir einen vorläufigen Abschluss zeitweise versuchen, so wissen wir doch sehr wohl, dass auch das Beste, was wir geben können, nicht mehr bedeutet, als eine Stufe zu Besserem“ [10].

Obwohl nicht alle Thesen des Freiburger Biologen in ihrer ursprünglichen Version noch heute Bestand haben, konnten seine Kernaussagen zum Keimbahn-Soma-Konzept, der Rolle der zweigeschlechtlichen Fortpflanzung bei der Erzeugung von Variabilität und die Hypothese einer Zellteilungs-Begrenzung im Prinzip bestätigt werden [6, 8, 9].

Es gibt außer August Weismann (und Ernst Haeckel) nur wenige deutsche Biologen, die den Fortschritt der *Life Sciences* national wie weltweit in dieser Form vorangebracht haben (Abbildung 2) und außerdem als Theoretiker der Biologie noch heute zitiert werden [6–9]. Leider existiert aber nur eine „Darwin-Industrie“ (d. h. ein primär in den USA lokalisierter Buchmarkt, in dem gezielt der kontroverse Markenname „Darwin“ für Werbezwecke eingesetzt wird),

was grundsätzlich begrüßenswert ist. Diese einseitige Verehrung des Britischen „Down House-Forschers“ bringt jedoch den negativen Nebeneffekt mit sich, dass andere Giganten der Biologie, wie zum Beispiel Alfred R. Wallace und August Weismann, noch immer in populären Schriften sowie der öffentlichen Wahrnehmung ein Schattendasein führen [11, 12].

- [1] E. Gaupp, August Weismann – Sein Leben und sein Werk, Gustav Fischer, Jena, 1917.
- [2] K. Sander, August Weismann (1834–1914). Naturforscher und Theoretiker der allgemeinen Biologie, *Biol. Unserer Zeit*, 1984, 14, 1984, 189–193.
- [3] F. B. Churchill, H. Risler (Hrsg.), August Weismann. Ausgewählte Briefe und Dokumente. Bd. 1 u. 2, Universitätsbibliothek Freiburg, Freiburg i. Br., 1999.
- [4] U. Kutschera, *Tatsache Evolution. Was Darwin nicht wissen konnte*, 3. A. Deutscher Taschenbuch-Verlag, München, 2010.
- [5] U. Kutschera, *Evolutionsbiologie. Ursprung und Stammesentwicklung der Organismen*, 4. A. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2015.
- [6] T. B. L. Kirkwood, A systematic look at an old problem, *Nature* 2008, 451, 644–647.
- [7] H. Croft Hiller, *Against Dogma and Free-will and for Weismannism*, Williams and Norgate, London, 1893.
- [8] K. J. Niklas, U. Kutschera, Amphimixis and the individual in evolving populations: does Weismann's Doctrine apply to all, most or a few organisms?, *Naturwissenschaften*, 2014, 101, 357–372.
- [9] K. J. Niklas, E. D. Cobb, U. Kutschera, Did meiosis evolve before sex and the evolution of eukaryotic life cycles?, *Bioessays*, 2014, 36, 1091–1101.
- [10] A. Weismann, *Vorträge über Deszendenztheorie*, gehalten an der Universität zu Freiburg im Breisgau, Bd. I u. II, 3. A., Gustav Fischer, Jena, 1913.
- [11] U. Kutschera, *Design-Fehler in der Natur. Alfred Russel Wallace und die Gott-lose Evolution*, Lit-Verlag, Berlin, 2014.
- [12] I. Jahn, M. Schmitt (Hrsg.), *Darwin & Co. Eine Geschichte der Biologie in Portraits*, C. H. Beck, München, 2001.

*Ulrich Kutschera, Universität
Kassel/Stanford (USA)
www.evolutionsbiologen.de*