

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Hermann Schaaffhausen 1816-1893 - sein Beitrag zum
Evolutionsgedanken

Sauer, Klaus Peter

2007

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-196020](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-196020)



**HERMANN SCHAAFFHAUSEN
1816–1893
– sein Beitrag
zum Evolutionsgedanken –**

**Hermann Schaaffhausen
1816–1893
– his Contribution
to Evolutionary Thought –**

KLAUS PETER SAUER*)

Kurzfassung: An der 1818 gegründeten Universität Bonn lehrte mit HERMANN SCHAAFFHAUSEN (19. Juli 1816–26. Januar 1893) seit 1844 eine Persönlichkeit, die es verdient, sich ihrer zu erinnern. Obgleich er über 350 Artikel veröffentlichte und er sich bei der Erstbeschreibung des Neandertaler-Fundes große Verdienste erworben hatte, wurde seine wissenschaftshistorische Stellung bisher eher episodisch bearbeitet. Daher soll im Mittelpunkt dieses Beitrages SCHAAFFHAUSENS 1853 erschienene richtungsweisende Arbeit „*Über Beständigkeit und Umwandlung der Arten*“ stehen. Auch wenn derzeit noch nicht vollständig erschlossen werden kann, aufgrund welcher mittelbarer und unmittelbarer Voraussetzungen gerade HERMANN SCHAAFFHAUSEN die Unveränderlichkeit der Arten, die damals von der Mehrzahl der Wissenschaftler „als Naturgesetz betrachtet wurde“, in Zweifel zog, soll diese, auch von DARWIN in seiner „*Historischen Skizze der Fortschritte in den Ansichten über den Ursprung der Arten*“ gewürdigte Arbeit [erstmalig 1861 publiziert in der 3. Edition von *Der Ursprung der Arten*. London: MURRAY], vor dem Hintergrund der unterschiedlichen geistigen Strömungen der Zeit betrachtet werden.

Schlagworte: Beständigkeit und Umwandlung der Arten, vorevolutionäres Denken, Naturphilosophie, Naturtheologie, GEORG BÜCHNER, JOHANNES MÜLLER

Abstract: From 1844 until 1892 the University of Bonn, founded in 1818, housed an academic teacher, HERMANN SCHAAFFHAUSEN (19th July 1816 – 26th January 1893), whose personality is worth remembering. In spite of having published more than 350 articles and having rendered an outstanding contribution to the description of the first findings of the Neanderthal man, his position in historic science has so far been treated rather episodically. SCHAAFFHAUSEN's trendsetting work '*Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten*' [On constancy and transformation of species], published in 1853, will therefore take centre stage of this article. At this point it is not fully understood which direct and indirect premises caused HERMANN SCHAAFFHAUSEN to doubt the constancy of species, which was '*considered a natural law*' by the majority of the contemporary scientists. Nevertheless, his above-mentioned work, which was also appreciated by CHARLES DARWIN in '*An historical sketch of the progress of opinion on the origin of species*' [first time published 1861 in the 3rd edition of the *Origin of Species*. London: Murray], will be considered here against the background of different intellectual currents of the time.

Keywords: Constancy and transformation of species, preevolutionary thought, natural philosophy, natural theology, GEORGE BUECHNER, JOHANNES MUELLER

Der Evolutionsgedanke, konkret gefasst „*die Beständigkeit und Umwandlung der Arten*“ hatte schon 1853, also sechs Jahre bevor DARWINS „*Ursprung der Arten*“ erschien, ein Mitglied der Universität Bonn beschäftigt: HERMANN SCHAAFFHAUSEN.

Mit HERMANN SCHAAFFHAUSEN lehrte seit 1844 an der Universität Bonn eine Persönlichkeit, die es verdient, sich ihrer zu erinnern. HERMANN SCHAAFFHAUSEN hat über 350 wissenschaftliche Arbeiten verfasst (RANKE 1893, 1894), wobei er in der überwiegenden Mehrzahl

*) Nach einem Vortrag, gehalten am 10. Juni 2006 auf der Sommertagung des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens e. V. und in Anlehnung an einen Beitrag in den Mitteilungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 2000, S. 39–51.

seiner Veröffentlichungen anthropologische Fragestellungen verfolgt. Darüber hinaus hat er sich aber auch sehr intensiv mit der Entwicklungslehre, der Tierwelt des Diluviums sowie mit der Urgeschichte und der Ethnologie auseinandergesetzt. Trotz dieser umfangreichen und wissenschaftlich breiten schriftstellerischen Tätigkeit und obgleich HERMANN SCHAAFFHAUSEN (1857 a, b) bei der Erstbeschreibung des Neandertalerfundes große Verdienste erworben hatte, indem er den Fossilfund eines Menschen richtig beurteilte, findet seine wissenschaftshistorische Bedeutung kaum Beachtung. In der „Geschichte der Biologie“ von ILSE JAHN (Hrsg.) wird er erst in der jüngsten Auflage aus dem Jahre 2000 erwähnt. Bisher wird lediglich die Dissertation von URSULA ZÄNGL-KUMPF aus dem Jahre 1990 seiner wissenschaftshistorischen Bedeutung gerecht. Immerhin findet HERMANN SCHAAFFHAUSEN mit seiner 1853 erschienenen Arbeit „*Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten*“ in ERNST MAYRS (1982) „*Entwicklung der biologischen Gedankenwelt*“ eine nachdrückliche Erwähnung. Erfreulich ist auch, dass IAN TATTERSALL (1995) in seinem Buch „Fossil Trail. How we know what we think we know about human evolution“ nicht nur die Fundgeschichte des Neandertalers auf launige Weise nacherzählt, sondern auch SCHAAFFHAUSENS Deutung des Neandertalerfundes (1857 a, b) als wissenschaftlich sorgfältig und einsehensreich charakterisiert. TATTERSALL (1995) beurteilt die wissenschaftliche Leistung von HERMANN SCHAAFFHAUSEN sehr anerkennend. In ihrem im Jahre 2000 erschienenen Buch „*Neandertal – Die Geschichte geht weiter*“ würdigen die beiden Archäologen und Urgeschichtler RALF W. SCHMITZ und JÜRGEN THISSEN nicht nur die wissenschaftliche Leistung von HERMANN SCHAAFFHAUSEN; es gelingt ihnen, und zudem sehr subtil, den einen oder anderen Wesenszug des Forschers und Lehrers SCHAAFFHAUSEN sichtbar werden zu lassen.

Dieser HERMANN SCHAAFFHAUSEN publizierte seine richtungweisende Arbeit „*Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten*“ 1853 in den „*Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens*“. Diese bemerkenswerte Veröffentlichung erschien drei Jahre vor seiner Bearbeitung des Fundes des Neandertalers und sechs Jahre vor Erscheinen von DARWINS „*Ursprung der Arten*“. In einem geistigen Klima, in dem von der Mehrzahl der Wissenschaftler die „*Unveränderlichkeit der Art ... als ein Naturgesetz betrachtet wird*“ (SCHAAFFHAUSEN 1853), formuliert SCHAAFFHAUSEN seine Zweifel an der Konstanz der Arten:

„Die Unveränderlichkeit der Art, die von den meisten Forschern als ein Naturgesetz betrachtet wird, ist nicht erwiesen, denn es gibt keine bestimmten unveränderlichen Kennzeichen der Art, und die Grenze zwischen Art und Abart ist schwankend und unsicher. Der Einwurf, dass keine bekannte Thatsache für eine Umwandlung der Arten spreche, ist zum Theil unwahr, weil das Entstehen der Spielarten oder Varietäten ein Anfang von Umbildung ist. [...] Indem die ganze Frage die grösste Wichtigkeit gerade erst durch das Verhältniss der vorweltlichen Organismen zu den jetzt lebenden erhält, so handelt es sich zunächst um die dem gegenwärtigen Zustande der Dinge voraus gegangene Zeit, und hier sprechen die Thatsachen mehr und mehr überzeugend für einen allmählichen Übergang. [...] Die ganze Schöpfung [erscheint] als eine durch Fortpflanzung und Entwicklung zusammenhängende Reihe von Organismen.“

Wer ist dieser Mann, der es wagte, so nachdrücklich gegen den Zeitgeist zu schreiben und in welchem intellektuellen Milieu reifte er heran? HERMANN SCHAAFFHAUSEN, am 19. Juli 1816 in Koblenz geboren, hatte 1834 in Bonn das Studium der Medizin aufgenommen, um 1837 nach Berlin zu wechseln. Dort wurde er 1839 mit einer Dissertation zu dem Thema „*De Vitae Viribus*“ (Über die Lebenskraft; SCHAAFFHAUSEN 1885 a) promoviert. Das Thema seiner Dissertation lässt erahnen, in welchem geistigen Spannungsfeld HERMANN SCHAAFFHAUSEN seinen wissenschaftlichen Werdegang begann. War das 18. Jahrhundert durch die Naturtheologie geprägt, in der Naturwissenschaft und Theologie unmittelbar miteinander verbunden waren (PALLEY 1802), so entwickelte sich Anfang des 19. Jahrhunderts als eine Reaktion auf den rigiden Reduktionismus und die Mechanisierung des Newtonschen Weltbildes in Deutschland eine Denkrichtung, die Naturphilosophie.

Diese spekulative Philosophie, wurde durch so prominente Persönlichkeiten wie HEGEL, SCHELLING und OKEN vertreten. Die wahre Erkenntnis ist nach HEGEL die philosophische. Die naturwissenschaftliche Forschung, die ihre Erkenntnisse nicht *ex principiis*, sondern vielmehr *ex datis*, durch Untersuchungen gewinnt, wurde als vorwissenschaftliches Verfahren ausgegliedert. Die Blüte der spekulativen Naturphilosophie war daher auch nur von kurzer Dauer. Während SCHELLING noch 1797 in seinen „*Ideen zu einer Philosophie der Natur*“ gegen die „*blinde und ideenlose Art der Naturforschung*“ zu Felde

zieht, „die seit dem Verderben der Philosophie ... durch ... Newton sich festgesetzt hat“, geißelt der erst 23jährige JOHANNES MÜLLER 1824, also nur 27 Jahre später, diese „falsche Naturphilosophie“. In seiner am 19. Oktober 1824 im anatomischen Theater des Anatomischen Instituts der Universität Bonn gehaltenen Antrittsvorlesung nimmt JOHANNES MÜLLER zu diesem eigenartigen Kind der deutschen Romantik wie folgt Stellung:

„Diese Naturlehre spielt mit den Gegensätzen des Verstandes ohne eine lebendige Durchdringung des Geistes. Ohne Anschauung des lebendigen Prozesses schwebt sie in unseliger Zweideutigkeit, einer lebendigen Betrachtung der Natur unfähig, zu gemächlich und vornehm, um mit der schlichten Erfahrung auszukommen.“

So wie sich JOHANNES MÜLLER schon während seiner Berliner Studienzeit (1823–1824) unter dem Einfluss von CARL ASMUND RUDOLPHI – dessen Nachfolger er 1833 geworden war – von der spekulativen Naturphilosophie entfernt und zur philosophiefernen exakten Beschreibung sowie zum Zusammentragen und Sichten von Daten gefunden hatte, so verstand er es auch später als Ordinarius in Berlin wie kein anderer, seinen Schülern – und so auch HERMANN SCHAFFHAUSEN – den Geist exakter Forschung aufzuprägen. HERMANN SCHAFFHAUSEN hatte während seiner Berliner Studienzeit bei Johannes Müller sowohl Physiologie als auch vergleichende Anatomie und Pathologie gehört, was seine Wirkung nicht verfehlte, wie seine Habilitationsrede erkennen lassen wird (s. u.).

Doch ein Überblick über die Lehrer SCHAFFHAUSENS belegt eindrücklich, dass es dem jungen Studenten an der Universität Bonn in den Jahren 1834 bis 1837 an naturphilosophischer Kost nicht mangelte. So hörte HERMANN SCHAFFHAUSEN u. a. bei FRIEDRICH VON KALKER Logik, Dialektik und Psychologie, bei JOHANN JAKOB NOEGGERATH Mineralogie, bei GEORG AUGUST GOLDFUß Zoologie sowie bei CHRISTIAN GOTTFRIED DANIEL NEES VON ESENBECK Botanik; dazu kommen die Physiologie-Vorlesungen des Vitalisten CHRISTIAN FRIEDRICH NASSE und die Pathologie-Vorlesung von JOHANN CHRISTIAN FRIEDRICH HARLEB. In dieser Zeit der poetischen Begeisterung für das vaterländische und klassische Altertum, durchweht von den Idealen Romantik, galt es „geradezu als flach und unmodern, nicht in der Sprache der Naturphilosophie zu sprechen“ (ROTHSCHUH 1953). Neben Jena, Erlangen und München war Bonn ein Zentrum der Naturphilosophie (QUER-

NER 1979). Vor allem waren die beiden Gelehrten GEORG AUGUST GOLDFUß und CHRISTIAN DANIEL GOTTFRIED NEES VON ESENBECK prominente Vertreter dieser Richtung.

Die Beschäftigung mit der biologischen Vielfalt, die im 18. Jahrhundert verstärkt eingesetzt hatte, machte das Ordnen in Systemen notwendig aber auch immer schwieriger. Mit der Vergleichenden Anatomie erhielt die Systematik zwar eine neue Grundlage, denn jetzt konnten durch die Methode der Ermittlung von Analogien (gemeint waren Homologien) systematische Verwandtschaften erschlossen werden. Da hier in einem anderen Zusammenhang der Dichter und Naturforscher GEORG BÜCHNER noch zu Wort kommen wird, sei mir an dieser Stelle gestattet, daran zu erinnern, dass es Büchners Verdienst ist, „zweölf Jahre bevor OWEN 1848 den Homologiebegriff durch Abtrennung von dem der Analogie klar definierte, schon konsequente Homologienforschung betrieben zu haben...“ (ZIBLER 1991) und durch die Einführung des „*type de plus pur*“ diese Unterscheidung zwischen Homologie und Analogie bereits vollzogen zu haben (ZIBLER 1991). Doch der Schluss, dass solche systematischen Verwandtschaften auf einem genealogischen (genetischen) Zusammenhang beruhen könnten, ließ zu Beginn des 19. Jahrhunderts auf sich warten. Auch wenn LAMARCK bereits 1809 mit seiner „*Philosophie Zoologique*“ das bis dahin statische Weltbild durch ein dynamisches ersetzt hatte. Die Entstehung der Arten blieb zunächst ein Geheimnis:

„Johannes Müller hat neuerdings das Entstehen der Arten als jenseits aller Naturforschung liegend bezeichnet.“

So zitiert SCHAFFHAUSEN (1853) seinen Lehrer und kritisiert:

„Nur wenn man die Arten für unveränderlich hält, ist dieser Ausspruch gerechtfertigt; haben wir uns aber von der Wandelbarkeit derselben überzeugt, so kann von einem neuen Entstehen der Thiere und Pflanzen in dem gewöhnlichen Sinn nicht die Rede sein, sondern dieselben erscheinen als eine zusammenhängende Reihe von auseinander entwickelten Gestalten.“

SCHAAFFHAUSEN (1853) ist sich der Exklusivität seiner wissenschaftlichen Meinung bewusst, denn er fährt fort:

„Es ist der Zukunft vorbehalten, für diese Ansicht der Natur, die fast nur Missbilligung der Forscher erfahren, mehr Beweise beizubringen, als sich bis jetzt aus der vorurteilsfreien Betrachtung der vorhandenen Tatsachen gewinnen lassen.“

Schon in seiner am 19. November 1844 in Bonn gehaltenen Habilitations-Rede (SCHAAFFHAUSEN 1885 b) hatte SCHAAFFHAUSEN die These vertreten, dass die Naturphilosophie, wo sie nicht

„in leere, schale Träumerei ausgeartet ist, ..., eine tiefere Idee vom Leben entwickelte und die genetische [Sperrdruck d. d. Autor] Methode, die Untersuchung des Ursprungs der Dinge in die Naturbeobachtung einführte.“

„Das Alpha und das Omega der Abstammungslehre ist der Artbegriff. Derselbe ist das Fundament, auf welchem sich das gesamte System des Pflanzen- und Tierreichs aufbaut“.

so wird 1914 RICHARD HERTWIG (S. 3) zum Artbegriff und seiner Beziehung zur Abstammungslehre Stellung nehmen. Auch er hatte von 1883–1884 für ein Semester die Zoologie an der Universität Bonn vertreten. HERTWIG war der Nachfolger von HANS HERMANN TROSCHEL, dem Zeitgenossen und Kollegen von HERMANN SCHAAFFHAUSEN. TROSCHEL scheint aber im Gegensatz zu SCHAAFFHAUSEN, dessen Arbeit von DARWIN (1861) gewürdigt wird (s. u.), dem „allgemeinen Aufschwung zoologischer Forschung nach Darwins Auftreten nicht gefolgt zu sein“ (REICHENSPERGER 1933). In seinem Aufsatz „Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten“ geht HERMANN SCHAAFFHAUSEN (1853) von dem heute typologisch zu nennenden Artbegriff aus, den er vorfindet. Er wendet sich dann dem aus unserer Sicht sehr modern anmutenden Problem des Mangels einer gerichteten, kontinuierlichen phänotypischen Variation der Gestalten zu. Paläontologen wie Biologen haben diesen Umstand traditionell auf den unvollständigen Fossilbericht zurückgeführt. Seit geraumer Zeit drängt sich die Frage in den Vordergrund der Debatte, ob der beobachtbare Fossilbericht die Wirklichkeit des evolutiven Prozesses nicht doch genauer widerspiegelt, als die traditionelle Sicht bereit war, es anzunehmen. Vielleicht muss der

Mangel an gradueller Transformation der Gestalten als existent angesehen werden, was zu der Schlussfolgerung führen kann, dass die Evolution der Gestalten durch einen Prozess abgelauten ist, während dessen morphologische Stasis durch episodenhafte Wechsel der Gestalt unterbrochen wird (ELDRIDGE & GOULD 1972). Wenn das so ist, dann könnten Arten als individuelle Einheiten fungieren, die durch differentielle Speziations- und Aussterberaten selektiert werden (Artsselektion). In seinem Aufsatz „Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten“ fasst HERMANN SCHAAFFHAUSEN die Arten tatsächlich als Individuen auf, wenn er sagt:

„Die Betrachtung so vieler ausgestorbener Pflanzen und Thiere der Vorzeit führte zu der Annahmen, dass auch die Art nicht unvergänglich sei, dass sie wie das Leben der Einzelwesen einen Anfang, eine Zeit der Blüte und einen Untergang habe, nur in grösseren Zeitabschnitten, und dass den verschiedenen Arten eine verschiedene Lebensdauer zugemessen sei.“

Damit berührt HERMANN SCHAAFFHAUSEN bereits das Problem der ontologischen Natur der Art. Die Diskussion um dieses Problem wird besonders in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts von Biologen und Philosophen intensiv geführt werden (z. B. GHISELIN 1975, HULL 1976). Es ist hier nicht der Ort, diese Debatte zu sezieren. Doch sei darauf hingewiesen, dass WALTER BOCK (1986) gute Argumente vorgelegt hat, dass Arten keine Individuen, sondern Klassen sind, die durch WITTGENSTEINS Familienähnlichkeitsmerkmale (LANGE 1998, S. 167 f.) gekennzeichnet sind und Artsselektion als Ursache der Evolution nicht existiert. Arten können zwar aussterben, aber es ist unmöglich, ihren „Anfang, ihre Geburt“ zu bestimmen; wir haben keine Möglichkeit, einen definierten Zeitpunkt in ihrer Vergangenheit zu benennen, an dem sie entstanden sind.

Den Mangel an gradueller Transformation der Gestalten, an gradueller phänotypischer Variation, erklärt SCHAAFFHAUSEN (1853) damit, dass die intermediären Zustände des vorläufigen Endstadiums des evolutiven Prozesses der heutigen Arten ausgestorben sind. Er schreibt selbst:

„Es können manche Arten in langer Zeit sich rein erhalten haben, von denen nur einige Einzelwesen mit allmählig veränderter Bildung sich ablösten, und neue Abarthen oder Arten neben der ursprünglichen

Art begründeten. Die Arten stehen selbständig, ohne allmähliche Übergänge da, weil diese sich nicht erhalten haben, und die Zeugung unter Gleichen einen bestimmten Typus festhält, in welchen auch kleine Abweichungen allmählig übergehen. ... So sind die lebenden Pflanzen und Thiere von den untergegangenen nicht durch eine neue Schöpfung getrennt, sondern für die durch Zeugung fortgesetzte Nachkommenschaft der selben zu halten.“

Auch die epistemologischen Schwierigkeiten mit der Erkennung und Abgrenzung von Art-Taxa leuchten bei SCHAAFFHAUSEN schon auf. Er weist zunächst am Beispiel von Haus- und Wildtieren darauf hin, dass Paarung und Fruchtbarkeit der Nachkommen kein sicheres Unterscheidungsmerkmal für Arten ist. Darüber hinaus zeigt er, dass Variation und Rassenbildung eine eindeutige Artbegrenzung oftmals schwierig machen kann. Er hat aber noch nicht klar zwischen der Bedeutung der Art als Taxon, als Konzept bzw. als Kategorie unterschieden (BOCK 1986).

SCHAAFFHAUSENS wissenschaftlicher Haltung, die er vor DARWIN (1859) zur Stellung des Menschen in der Natur eingenommen hat, wollen wir hier auch kurz streifen. Dazu schreibt er:

„Die stets wiederholte Behauptung, dass es keine fossilen Menschenknochen gebe, kann nicht länger aufgestellt werden, wenn der Mensch ein Zeitgenosse dieser Thiere war, deren Knochen wir fossil nennen.“

Und einige Zeilen weiter finden wir folgende Bemerkung:

„ ... die mit Thieren des sogenannten Diluviums gefundenen Menschenknochen [lehren] doch jedenfalls ein sehr langes Dasein des Menschengeschlechts auf Erden, und es wird begreiflich, dass dasselbe grosse Veränderungen im Laufe so langer Zeiten erlitten haben kann; Rassen mögen entstanden und verschwunden sein...“

Hier ist SCHAAFFHAUSEN seiner Zeit weit voraus. DARWIN (1859) hatte in der Schlussbemerkung seines revolutionären Werkes *„Über den Ursprung der Arten durch natürliche Zuchtwahl“* noch durch die vorsichtige Formulierung

„Licht wird auf den Ursprung der Menschheit und ihre Geschichte fallen“

versucht, den Sturm der Entrüstung, den er aufgrund seines bereits gesammelten Wissens über den Ursprung des Menschen erwarten musste, nicht aufkommen zu lassen, denn die Übertragung der Theorie der gemeinsamen Abstammung sowie der Selektion auf den Ursprung des Menschen lag so nahe, dass jeder Leser seines Buches über die Entstehung der Arten sie vornehmen konnte. DARWIN (1871) selbst aber veröffentlichte erst nach 12 Jahren die von ihm über den Ursprung des Menschen gesammelten Tatsachen. Aber auch SCHAAFFHAUSEN mildert sein drängendes Erklären des Ursprungs des Menschen mit einer rhetorischen Frage ab:

„Was die Erschaffung des Menschen betrifft, soll es seiner unwürdig sein, wenn wir ihn als höchste und letzte Entwicklung des thierischen Lebens betrachten ...; ist er darum weniger gut aus der Hand seines Schöpfer hervorgegangen, wenn dieser in dem dunklen Schoosse ungezählter Jahrtausende die Thiergestalt nach und nach veredelte, bis das menschliche Gebilde, das man sein Ebenbild genannt hat, erreicht war?“

Der Beitrag SCHAAFFHAUSENS zum Artbegriff und Evolutionsgedanken mag uns heute wenig bedeutend erscheinen; doch bei Berücksichtigung des geistigen Klimas und der Denkart seiner Zeit müssen uns seine Kommentare und Schlussfolgerungen tief beeindrucken. Um für dieses geistige Klima ein noch besseres Gespür zu vermitteln, möchte ich zwei geniale Zeitgenossen HERMANN SCHAAFFHAUSENS zu Wort kommen lassen: GEORG BÜCHNER, den fast Gleichaltrigen und ein weiteres Mal seinen großartigen Lehrer JOHANNES MÜLLER.

Der scheinbar unauflösbare Konflikt zwischen naturphilosophischer und teleologischer Methode, der Anfang des 19. Jahrhunderts bestand, wurde von dem 23jährigen GEORG BÜCHNER in seiner am 5. November 1836 vor der philosophischen Fakultät der Universität Zürich gehaltenen Probestunde *„Über die Schädelnerven“* treffend umrissen:

„Es treten uns auf dem Gebiete der physiologischen und anatomischen Wissenschaften zwei sich gegenüberstehende Grundansichten entgegen ... Die erste betrachtet alle Erscheinungen des organischen Lebens vom teleologischen Standpunkt aus ... Die teleologische Methode bewegt sich in einem ewigen Zirkel, indem sie die Wirkungen der Organe als Zwecke vor-

aussetzt. [...] *Wo die teleologische Schule mit ihrer Antwort fertig ist, fängt die Frage für die philosophische an.*"

An dieser Stelle drängt sich ein Vergleich der Probevorlesungen von GEORG BÜCHNER mit der zwölf Jahre früher von JOHANNES MÜLLER in Bonn gehaltenen Antrittsvorlesung auf. Dort sagt JOHANNES MÜLLER, nachdem er mit der „falschen Naturphilosophie“ abgerechnet hat:

„Die nüchterne verständige Physiologie (MÜLLER versteht darunter die Biologie, die Lehre vom Lebendigen) ohne Dünkel ist anderer Art. Es ist das Wesen dieser Physiologie, dass sie ohne den wahren philosophischen Standpunkt, auf dem Wege der Erfahrung zur Erkenntnis des Lebendigen zu gelangen vorgibt und sich befließigt.“

JOHANNES MÜLLER stellte fest, dass jede „verständige Physiologie“ (Wissenschaft) an ihre Erkenntnisgrenzen stoßen muss; sie vermag zwar die äußeren Wirkungen und inneren Bedingungen als Ursachen zu erkennen, aber kann niemals den Grund des Lebens erfassen.

JOHANNES MÜLLER und GEORG BÜCHNER sind die genialen Vertreter der Gruppe von Naturforschern, die sich, von den phantastischen Spekulationen der Naturphilosophen abgestoßen, in die unproblematische exakte Beschreibung zurückzogen. Trotz der Skepsis gegenüber der „falschen Naturphilosophie“ (MÜLLER) bzw. der „reinen Vernunftphilosophie“ (BÜCHNER) bekennen sich beide, JOHANNES MÜLLER wie GEORG BÜCHNER, ausdrücklich zur „philosophischen Methode“, die von der „teleologischen Methode“ abgegrenzt wird. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Skepsis beider gegenüber der „teleologischen Methode“ eine nicht zu übersehende Lücke in der wissenschaftlichen Erklärung von Anpassungen deutlich werden lässt; denn vor Veröffentlichung von DARWINS Konzept der Selektion als nicht zufällig differentiellem Überleben oder besser als nicht zufällig differentieller Reproduktion bleiben die Erklärungen von Anpassungen unbefriedigend. Die ausdrückliche Anerkennung der Bedeutung der „philosophischen Methode“ lässt jedoch erkennen, dass beide, JOHANNES MÜLLER und GEORG BÜCHNER, gespürt haben, dass bis zu diesem Zeitpunkt von den Naturforschern etwas Entscheidendes übersehen worden war, um die natürliche Vielfalt und die zweckmäßigen Anpassungen ursächlich zu erklären. Um den „leeren, schalen Träumereien“ – wie es SCHAAFFHAUSEN nennt – zu entgehen, in welche

die Naturphilosophie ausgeartet war, widmeten sich die Biologen in der Mitte des 19. Jahrhunderts der vergleichenden Anatomie und dem Studium funktionaler Prozesse. Die Aufmerksamkeit war damit auf die unmittelbar regulierenden (proximaten) Ursachen natürlicher Gestaltvielfalt und -entfaltung gerichtet, nicht auf die stammesgeschichtlich selektionierenden (ultimativen). Aus dieser Denkrichtung, deren Vertreter nicht mit der kontinuierlichen Variation natürlicher Populationen konfrontiert waren oder diese sogar als Störfaktor auffassten, war eine Lösung des Problems der Entstehung der Arten- und Anpassungsvielfalt nicht zu erwarten.

Aufgrund welcher Voraussetzungen aber gerade HERMANN SCHAAFFHAUSEN die Unveränderlichkeit der Arten, die damals von der Mehrzahl der Wissenschaftler „als ein Naturgesetz betrachtet wird“, anzuzweifeln vermochte, kann derzeit nur vermutet werden. Da SCHAAFFHAUSEN seit 1845 an der Universität Bonn, wo er sich 1844 an der Medizinischen Fakultät habilitiert hatte, unausgesetzt über Anthropologie gelesen hatte, musste er sich zwangsläufig mit den Rassen des Menschen und mit Populationsproblemen auseinandersetzen. Hierin ist wahrscheinlich eine der richtungsweisenden Quellen seiner Schlussfolgerung zu suchen. Eine zweite, wahrscheinlich die wichtigste Quelle, aus der SCHAAFFHAUSEN seine Zweifel an der Unwandelbarkeit der Arten nährte, war UNGERS bereits 1852 erschienene Schrift „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt“. Dort hat dieser die Umwandlung von Arten sowie die Entstehung pflanzlicher Vielfalt aus einer Urform klar formuliert:

„In dieser Meeresvegetation aus Thallophyten, namentlich aus Algen bestehend, wäre demnach der wahre Keim sämtlicher in der Zeit nach und nach hervorgetretener Pflanzenformen zu suchen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der auf dem Erfahrungswege bis hierher verfolgte Ursprung der Pflanzenwelt theoretisch noch weiter verfolgt werden kann, und dass man zuletzt wohl gar auf eine Urpflanze, ja noch mehr auf eine Zelle gelangt, die allem vegetabilischen Sein zum Grunde liegt.“

Auf diese Arbeit von UNGER (1852) bezieht sich SCHAAFFHAUSEN in seiner Arbeit (1853) immerhin siebenmal.

Es bleibt jedoch das Verdienst von HERMANN SCHAAFFHAUSEN, die allmähliche Umwandlung einer Tierart in eine andere „und zwar ad infi-

nitum“, wie es einem echten Evolutionsgedanken angemessen ist (MAYR 1982, S. 280), klar formuliert und postuliert zu haben.

Warum hat es aber so lange gedauert, bis die Evolution wirklich entdeckt wurde? Es waren einerseits religiöse Glaubensgrundsätze, andererseits aber auch säkulare philosophische Denktraditionen, die eine *statische*, einmal mit allen sie besiedelnden Kreaturen erschaffene Welt begründeten und die eine *dynamische* Welt, auf der die Mannigfaltigkeit des Lebendigen sich graduell und kontinuierlich auseinander entwickelte, dagegen undenkbar machten. Dabei spielten die Vorstellungen über das Alter der Erde eine entscheidende Rolle. Noch im 17. und 18. Jahrhundert, als die Gesetze der Mechanik, die Newton-Axiome und das Gravitationsgesetz, schon längst erkannt waren, wurde das Alter der Erde als sehr jung angenommen. NEWTON, der Ermahnung GALILEIS folgend: „*Miß alles, was messbar ist und mache das Nicht-Messbare messbar!*“ rechnete aus, dass eine glühende Eisenkugel von der Größe der Erde etwa 50.000 Jahre zur Abkühlung und Verfestigung gebraucht haben würde. Auch Lord KELVIN – ein Zeitgenosse und Kritiker DARWINS – kam durch Berechnung der Abkühlgeschwindigkeit eines Körpers von der Größe der Erde zu dem Ergebnis, die Erde könne nicht älter als 100 Mio., eher aber nur 24 Mio. Jahre alt sein. LINNÉ wollte 19 Mio. Jahre als Minimum angenommen wissen, während KANT von Hunderten von Millionen Jahren sprach (WENDORFF 1980). Das Alter der Erde hätte jedoch nach all diesen Schätzungen in keinem Fall ausgereicht, die allmähliche Evolution der die Erde besiedelnden Mannigfaltigkeit des Lebendigen zu ermöglichen. Moderne, auf Zerfallsreihen der Radioaktivität beruhende Berechnungen des Erdalters zeigen, dass die Erde ca. 4,6 Milliarden Jahre alt sein muss (STANLEY 2001, S. 156). Darwin hatte mehrere Milliarden Jahre postuliert (MAYR 1982, S. 427). DARWINS prophetischer Schätzwert wurde also bestätigt und belegt, dass die Kritik von Seiten der sog. exakten Naturwissenschaften auf Annahmen beruhte, die auf biologische Systeme nicht anwendbar sind.

Dem Evolutionsdenken stand aber vor allem die Sonderstellung des Menschen im anthropozentrischen Weltbild der christlichen Religion im Weg. Diese Weltansicht ließ keinen natürlichen Übergang zwischen Tier und Mensch zu. Obwohl gläubiger Katholik, hatte SCHAFFHAUSEN dieses Dogma überwunden. Anders als die Mehrzahl seiner Zeitgenossen dachte er bei der Entwicklung der organismischen Mannigfaltig-

keit einschließlich des Menschen nicht nur an ein *Nacheinander* im Sinne des Schöpfungsglaubens bzw. der *Scala naturae*, sondern an ein *Auseinander*, im Sinne eines kontinuierlichen Gestaltwandels, der mit Artbildung verknüpft sein musste.

Bei der Erklärung der allenthalben in der Natur beobachtbaren Zweckmäßigkeit der organismischen Gestalt blieb SCHAFFHAUSEN wissenschaftlich allerdings orthodox, d. h. schöpfungsgläubig im Sinne der Naturtheologie. Werfen wir einen Blick auf SCHAFFHAUSENS (1885c) Arbeit „*Ueber das Zweckmässige in der Natur*“. Dort schreibt er ganz im Sinne der Naturtheologie:

„*Die Beweise, welche die Philosophen für das Dasein Gottes aufgestellt, hat Kant einer scharfen Prüfung unterzogen; es blieb ihm als der wichtigste der aus der Betrachtung der Natur genommene übrig, in dem die Zweckmäßigkeit der Welt auf eine mit Weisheit und Intelligenz wirkende Ursache hinweist.*“

Ja, SCHAFFHAUSEN geht noch weiter, indem er die Existenz eines persönlichen Gottes begründet:

„*Es gibt auch einen anthropologischen Beweis für das Dasein Gottes. Der Mensch erkennt, dass er ein Theil der Schöpfung ist und, wenn es nicht vollkommene Wesen auf einem anderen Gestirne giebt, dass er der beste Theil derselben ist. Der Vorzug der menschlichen Natur; die höchste Entwicklung seines Wesens liegt aber in seinem Selbstbewusstsein, in seiner Persönlichkeit; da nun das Geschöpf nicht besser sein kann als sein Schöpfer, so muss auch Gott selbstbewusst und persönlich sein.*“

Aber auch nach Erscheinen von DARWINS „*Ursprung der Arten durch natürliche Zuchtwahl*“ blieb Schaaffhausen bei der Erklärung der Zweckmäßigkeit gegenüber DARWINS Theorie der natürlichen Selektion skeptisch. In seinem an Dr. JAMES HUNT gerichteten Sendschreiben stellt SCHAFFHAUSEN fest:

„*In Darwin's Lehre sind zwei Sätze zu unterscheiden und ganz aus einander zu halten. Der erste ist die Umwandlung der Arten, die auch schon von Anderen gelehrt worden ist; sie wird in Folge der erschöpfenden Darstellung Darwin's und der so zahlreichen von ihm beigebrachten Belege*

jetzt auch von solchen Forschern angenommen, die sie früher läugneten und bekämpften. In der Verbreitung dieser Ueberzeugung liegt das grösste Verdienst der Darwin'schen Arbeit. Der zweite Theil dieser Darwin'schen Lehre ist die Erklärung dieser Umwandlung durch den Kampf um's Dasein. Ein Vorgang, der in vielen Fällen Ursache der Umwandlung und Fortbildung der Art sein mag, ist mit Unrecht zu einem allgemeinen Gesetze erhoben, während der Veränderung der Lebensbedingungen kaum eine Wirkung auf die Organisation zugeschrieben wird.¹ Man kann die Umwandlung der Arten ganz so wie Darwin behaupten, aber in Bezug auf die Ursache derselben ganz anderer Ansicht sein. Darwin vergass, dass es neben der Veränderlichkeit der Arten auch eine Beständigkeit derselben giebt.² Es ist zu allen Zeiten anerkannt worden, dass der Mensch einen Kampf um's Dasein zu bestehen hat mit dem Klima, mit der Thierwelt, mit seines Gleichen. Dieser Kampf um's Dasein ist aber nicht notwendig die Ursache einer Verbesserung der menschlichen Natur, er dient oft nur dazu, ein kümmerliches Leben zu erhalten und jeden Aufschwung zum Bessern unmöglich zu machen.“

Diese Worte belegen klar: Mit HERMANN SCHAAFFHAUSEN sind wir einerseits einem Pionier des Evolutionsgedankens begegnet. Sowohl die vertikale Komponente der Evolution, die Transformation in der Zeit, als auch die horizontale Komponente der Evolution, die Transformation im ökologischen und geographischen Raum hat er unabhängig und ohne Kenntnis der Überlegungen Darwins vermutet. Dem diesem Wandel zugrunde liegenden Mechanismus – der natürlichen Selektion, der genialen Erkenntnis von CHARLES DARWIN – stand er jedoch skeptisch bis abwehrend gegenüber. Hier blieb HERMANN SCHAAFFHAUSEN orthodox!

Literaturverzeichnis

- BOCK, W. J. (1986): Species Concepts, Speciation, and Macroevolution. In: IWATSUKI K., RAVEN, P. H. & BOCK, W. J. (eds): *Modern Aspects of Species* (University of Tokyo Press), 31–57
- BÜCHNER, G. (1836): Über Schädelnerven. Probevorlesung, gehalten in Zürich 1836. – In: Georg Büchner, Werke und Briefe. München, Wien 1980 (Carl Hauser Verlag)
- DARWIN, C. (1859): *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. – Murray, London. (Deutsche Ausgabe: Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Nach der sechsten englischen Auflage von Carus J. V. E., Stuttgart 1872 (Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung))
- DARWIN, C. (1861): *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. 3rd Ed., London (Murray)
- DARWIN, C. (1871): *The Descent of Man*. Murray, London. (Deutsche Ausgabe: Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. 2 Bände, Stuttgart 1875 (E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung))
- ELDRIDGE, N. & GOULD, S. J. (1972): Punctuated equilibria: an alternative to phylogenetic gradualism. – In: Schopf, J. M. (ed.): *Models in Paleontology*, San Francisco (Freeman Cooper), pp. 305–332
- GHEISELIN, M. T. (1975): A radical solution to the species problem. – *Syst. Zool.* 23, 536–544
- HERTWIG, R. (1914): Die Abstammungslehre. In: HINNEBERG, P. (Hrsg.): *Die Kultur der Gegenwart*. Dritter Teil, vierte Abteilung, Vierter Band, 1–89
- HULL, D. L. (1976): Are species really individuals? – *Syst. Zool.* 25, 174–191
- JAHN, I. (Hrsg.) (2000): *Geschichte der Biologie. Theorien, Methoden, Institutionen, Kurzbiographien*. – Jena (Gustav Fischer Verlag)
- LANGE, E. M. (1998) Ludwig Wittgenstein: Philosophische Untersuchungen. Eine kommentierte Einführung. – Paderborn, München, Wien, Zürich (Ferdinand Schöningh)
- LAMARCK, J.-B. (1809): *Philosophie Zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*. Paris. – Deutsch: *Zoologische Philosophie*. Leipzig 1909 (Alfred Kröner)
- MAYR, E. (1982): *The Growth of Biological Thought*. – Cambridge, Massachusetts; London (The Belknap Press of Harvard University Press)
- MÖLLER, J. (1824): *Von dem Bedürfnis der Physiologie nach einer philosophischen Naturbetrachtung. Antrittsvorlesung, gehalten am 19.10.1824*. – In: UEXKÜLL, J. (1947): *Der Sinn des Lebens. Gedanken über die Aufgabe der Biologie mitgeteilt in einer Interpretation der zu Bonn 1824 gehaltenen Vorlesung des Johannes Müller*. Godesberg (Verlag Helmut Küpper)
- OWEN, R. (1848): *Report on the Archetype and Homologies of the vertebrate Skeleton*. London (Voorst)
- PALEY, W. (1802): *Natural Theology: Or, Evidence of the Existence and Attributes of the Deity, Collected from the Appearance of Nature*. London (R. Fauldner). – Dte. Bearb.: Hauff, H. (Hrsg.): *Paley's natürliche Theologie, 1837*. Stuttgart und Tübingen (Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung)
- QUERNER, H. (1979): „Über die Entwicklungsstufen des Thieres“. Einführung zu Georg August Goldfuss' Buch. Geus, A. (Hrsg.), Marburg an der Lahn (Basiliken-Press), S. VII–XXXVII
- RANKE, J. (1893): Nachruf auf Professor Dr. HERMANN SCHAAFFHAUSEN. *Jahrb. d. Altertumsfreunde im Rheinlande* 94 (Bonn), 1–42
- RANKE, J. (1894): Nachruf auf Professor Dr. HERMANN SCHAAFFHAUSEN. – *Archiv für Anthropologie* 22, S. I–XV
- REICHENSBERGER, A. (1933): *Das Zoologische Institut und Museum*. – In: *Geschichte der Rheinischen*

¹ Von SCHAAFFHAUSEN zitiert: Darwin selbst gab später zu, dass er die Wirkung der natürlichen Zuchtwahl überschätzt habe. *Die Abstammung des Menschen I* Stuttg. 1871, S. 132.

² Vgl. H. SCHAAFFHAUSEN, *Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten*. *Verh. des naturhist. Vereins*. Bonn 1853, S. 420.

- Friedrich Wilhelms-Universität in Bonn. Teil II, Institute und Seminare
- ROTHSCHUH, K. E. (1953): Geschichte der Physiologie. – Berlin u. a. (Springer)
- SCHAAFFHAUSEN, H. (1853): Über Beständigkeit und Umwandlung der Arten. – Verh. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinl. u. Westph. **10**, 420–451
- SCHAAFFHAUSEN, H. (1857 a): Über die in einer Kalkhöhle des Neanderthals gefundenen menschlichen Gebeine. – Verh. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinl. u. Westph., Correspondenzbl., 50
- SCHAAFFHAUSEN H (1857 b) Über den Schädel dieses Skelets und über primitive und künstliche entstellte Schädel. – Verh. d. naturkundl. Vereins d. preuss. Rheinl. u. Westph., Sitzungsberichte S. XXXVIII ff
- SCHAAFFHAUSEN, H. (1885 a): Über die Lebenskraft. Übersetzung der zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde geschriebenen Dissertation inauguralis: De vitae viribus. Berlin 1839. – In: Ders. Anthropologische Studien. Bonn, 1–19
- SCHAAFFHAUSEN, H. (1885 b): Über den Fortschritt der Naturwissenschaften, insbesondere der Physiologie. Habilitationsrede, gehalten in Bonn am 19.11.1844. – In: Ders. Anthropologische Studien, Bonn, 20–35
- SCHMITZ, R. W. & THISSEN, J. (2000): Neandertal. Die Geschichte geht weiter. – Heidelberg (Spektrum)
- SCHAAFFHAUSEN, H. (1885c): Über das Zweckmäßige in der Natur. – In: Pers. Anthropologische Studien, Bonn, 433–454
- STANLEY, S. M. (2001): Historische Geologie. 2. dte. Aufl., Heidelberg u. a. (Spektrum Akad. Verlag)
- TATTERSALL, I. (1995): The Fossil Trail. How We Know What We Think We Know about Human Evolution. – New York, Oxford (Oxford University Press)
- UNGER, F. (1852): Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. – Wien (Wilhelm Braumüller)
- WENDORFF, R. (1980): Zeit und Kultur. Geschichte des Zeitbewusstseins in Europa. – Wiesbaden (Westdeutscher Verlag)
- Zängl-KUMPF, U. (1990): HERMANN SCHAAFFHAUSEN (1816–1893): Die Entwicklung einer neuen physischen Anthropologie im 19. Jahrhundert. – Frankfurt (Main) (R. G. Fischer Verlag)
- ZIBLER, D. (1991): Von „Danton's Tod“ bis zum Nervensystem der Barben Naturforscher: Georg Büchner (1813–1837). – Ber. Naturf. Ges. (Freiburg i. Br.) 79, 133–164

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. KLAUS PETER SAUER, Institut für Evolutionsbiologie und Ökologie der Universität Bonn, An der Immenburg 1, D-53121 Bonn

The first part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. The paper then discusses the work of Charles Darwin, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

The second part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. The paper then discusses the work of Charles Darwin, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

The third part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. The paper then discusses the work of Charles Darwin, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

The fourth part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

The fifth part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. The paper then discusses the work of Charles Darwin, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

The sixth part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. The paper then discusses the work of Charles Darwin, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

The seventh part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. The paper then discusses the work of Charles Darwin, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

The eighth part of the paper discusses the historical context of the study of the evolution of the eye. It begins with a reference to the work of Aristotle, who proposed that the eye evolved from a simple light-sensitive spot. This idea was later expanded upon by other naturalists, including Erasmus Darwin, who suggested that the eye evolved from a simple light-sensitive spot.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [160](#)

Autor(en)/Author(s): Sauer Klaus Peter

Artikel/Article: [Hermann Schaaffhausen 1816-1893 - sein Beitrag zum Evolutionsgedanken 5-13](#)