

Ingmar Werneburg, Tübingen; Uwe Hofsfeld, Jena

# Die Bestimmung der Morphologie

## Haeckel, Darwin und ein Homologie-Problem

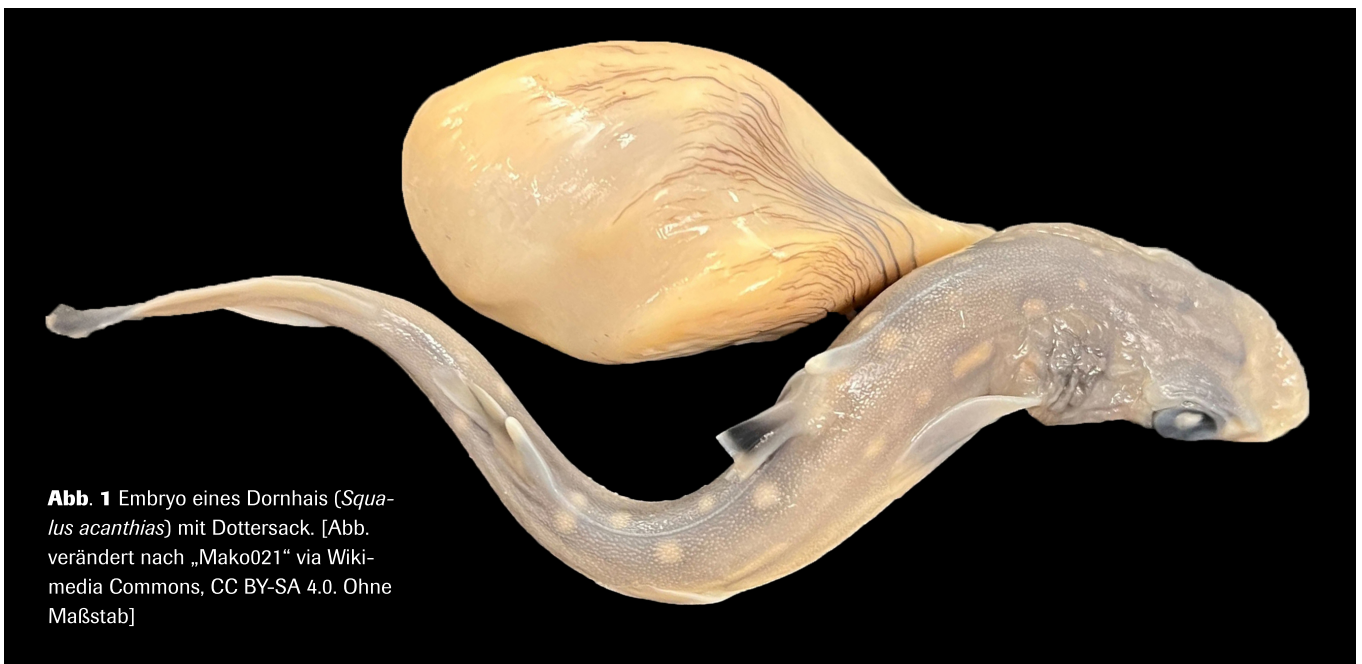
Der bedeutende Biologe Ernst Haeckel (1834–1919) wird häufig als der „Deutsche Darwin“ oder als „Kampfhund Darwins auf dem Festland“ bezeichnet. Er trug maßgeblich zur Popularisierung von Charles Darwins (1809–1882) Evolutionstheorien bei [1–3]. Mehr Menschen erfuhren über Haeckel als durch Darwin selbst von den Theorien zum gemeinsamen Ursprung aller Arten und der Natürlichen Zuchtwahl. Gerade letztere, die Selektionstheorie, wurde von Haeckel und vielen Deutschen anders interpretiert oder ganz abgelehnt [4]. Haeckel steht aber auch für eine lange Tradition der Vergleichenden Anatomie, der Morphologie. Ihr Wert und ihre Stellung wird hier anhand einer Spezialstudie bei Haien (Abb. 1) zu einem vermeintlichen Schwimmblasen-Rudiment besprochen. Ein Briefwechsel zwischen Haeckel und Darwin liefert dazu wichtige Einsichten.

Haeckel setzte – nach Kopernikus' und Galileis Abkehr vom geozentrischen Weltbild und vor der Psychoanalyse Freuds – die sogenannte „Zweite Kränkung der Menschheit“ [5] durch, eine Revolution der menschlichen Selbstwahrnehmung: Der Mensch war nach Darwins Evolutionstheorien (Abb. 2) Teil einer langen Ahnenreihe und biologisch gleichwertig mit allen anderen lebenden Organismen [6]. Der Zufall bestimmte über Leben und Aussterben aller Arten, und es gab keinen Schöpfer oder Plan hinter allen Dingen. In welchem Verhältnis standen aber Haeckel und Darwin zueinan-

der? Darf man Haeckel auf den Multiplikator der englischen Theorie reduzieren? War er nur einer der vielen, auch heute noch weitverbreiteten, blind folgenden Adepten des großen Meisters Darwin? „Ihr Deutschen solltet Euch eher auf Euren Haeckel konzentrieren“, hören wir von vielen Kollegen aus dem fernen (nicht angloamerikanischen) Ausland.

### Wie der Hai nach Jena kam

Um das Verhältnis von Haeckel und Darwin besser zu umreißen, mag ein kürzlich wiederentdeckter Briefwechsel zwischen

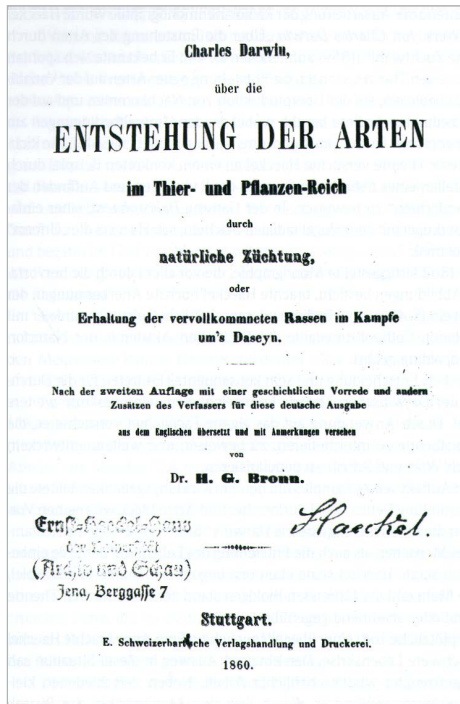


**Abb. 1** Embryo eines Dornhais (*Squalus acanthias*) mit Dottersack. [Abb. verändert nach „Mako021“ via Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0. Ohne Maßstab]

beiden zu einer recht seltsamen Entdeckung eines Mitarbeiters von Haeckel aus dem Jahr 1867 weiterhelfen [7–8]. Der russischstämmige Assistent Nikolai Miklucho-Maclay (1846–1888) war mit Haeckel nach Lanzarote gereist, um dort die Meeresfauna zu untersuchen. Unter anderem fand er eine kleine, fingerförmige Ausstülpung im hinteren Schlundbereich bei Haien (Abb. 3), die er mit der mächtigen Schwimmblase bei den Strahlenflossern, also den ‚echten Knochenfischen‘, als Homologon evolutionär gleichsetzte [9]. Haeckel und Miklucho-Maclay interpretierten die Ausstülpung bei Haien als Rudiment, das von den Vorfahren aller heutigen Wirbeltiere, die noch voll ausgebildete Schwimmblasen besessen hätten, ererbt worden wäre. Haeckel berichtete seinem Kollegen Darwin in einem Brief von dieser Entdeckung und ließ ihm auch die Publikation seines Assistenten zukommen.

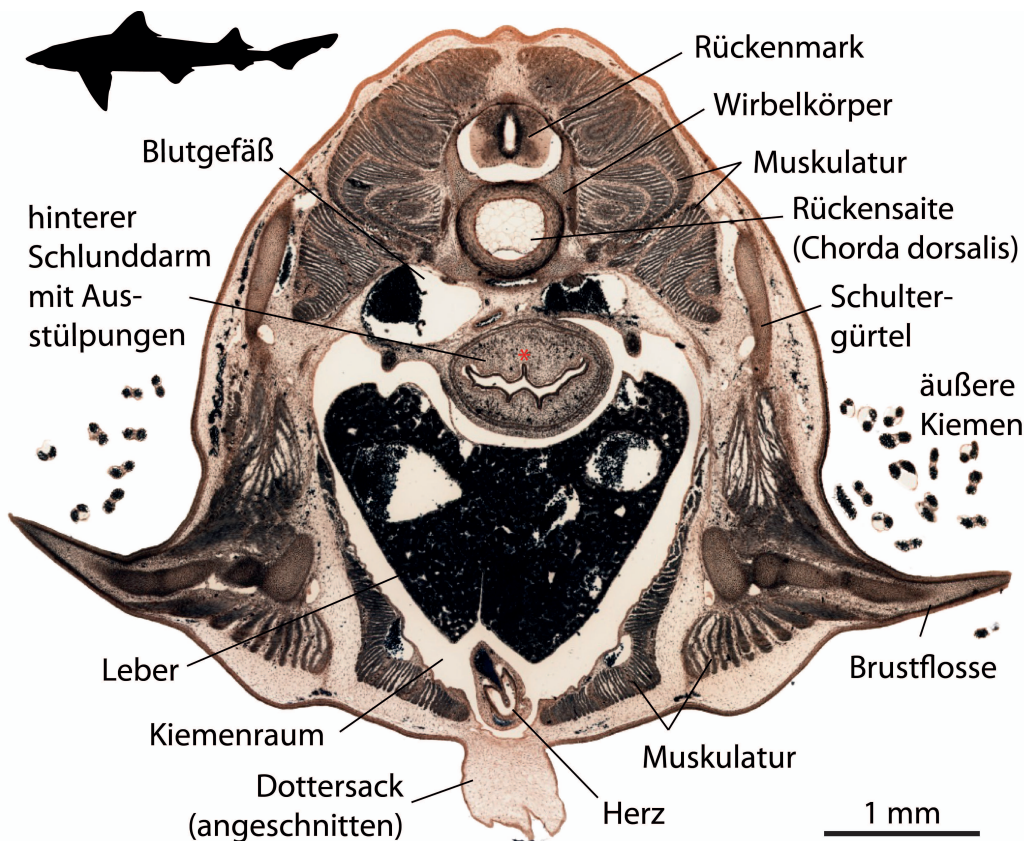
Darwin zeigte einige Skepsis. Offenbar war ihm die Fragestellung nicht ganz klar. Er dachte, dass die Homologie von Schwimmblase und Lunge doch längst geklärt wäre. Aber von der Lunge hatten weder Miklucho-Maclay noch Haeckel etwas geschrieben. In einem weiteren Brief illustrierte Haeckel dem englischen Kollegen seine Ideen anhand eines Stammbaums, worin er Klarheit über die ursprüngliche Stellung der Haie schaffen wollte (Abb. 4 A).

In der Reaktion Darwins erklärt sich das Missverständnis: dieser hatte nämlich ein ganz anderes Verwandtschaftsbild im Kopf (Abb. 4 B): Für ihn waren Lungenfischartige die ursprünglichsten Wirbeltiere und folglich die für diese Tiergruppe charakteristische Lunge das ursprüngliche Organ. Die Schwimmblase wäre hingegen aus der Lunge entstanden. Zuletzt wendete

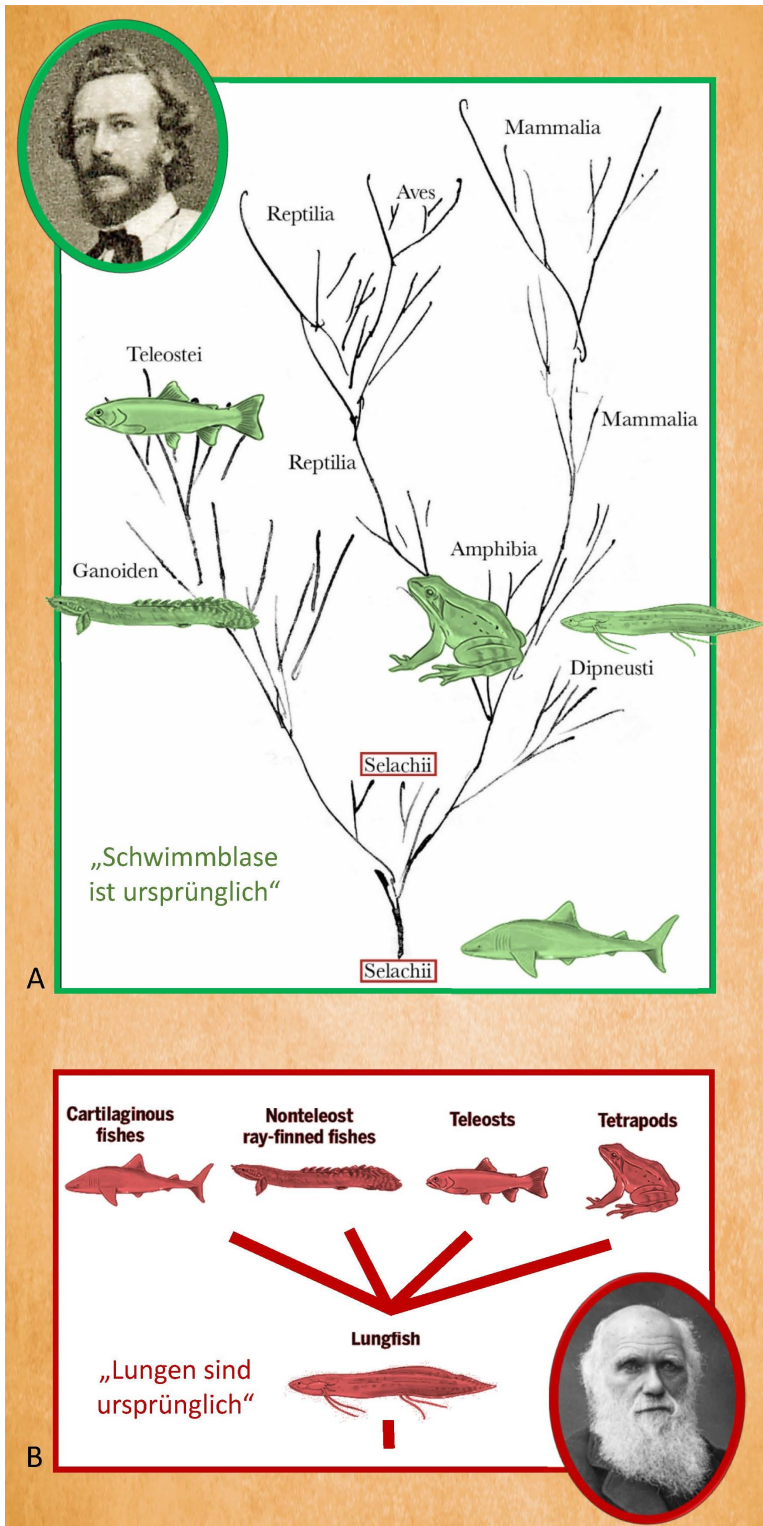


**Abb. 2** Titelseite von Haeckels Exemplar der deutschen Ausgabe von Darwins „On the Origin of Species“ [6]. [Quelle: Archiv des Ernst-Haeckel-Hauses in Jena]

Darwin noch gegen die Entdeckung des vermeintlichen Schwimmblasenrudiments bei Haien ein, dass dieses nicht als „Rudiment“ eines verlorengegangenen, sondern als „Anlage“ eines noch nicht ausgebildeten Organs (*„nascent organ“*) zu betrachten wäre. Hier endete dann die Diskussion der beiden Biologen zu diesem Thema, ohne einen Kompromiss gefunden zu haben.



**Abb. 3** Gewebeschnitt durch den hinteren Schlund eines 40 Millimeter langen Glatthai-Embryos (*Mustelus mustelus*). Der rote Stern in der Mitte verweist auf die Stelle der später sich bildenden Schlundausstülpung, die von Miklucho-Maclay und Haeckel als „Rudiment“, von Darwin als evolutionäre „Anlage“ einer Schwimmblase interpretiert wurde. [Abb. verändert nach [8], Fig. 8C].



**Abb. 4.** Die verschiedenen Auffassungen zur Evolution der Wirbeltiere bei Ernst Haeckel und Charles Darwin. Haeckel stellte die Haie an den Ursprung der Wirbeltierevolution (A). Da diese Tiere ein vermeintliches Schwimmblastenrudiment aufweisen [9], schlussfolgerte Haeckel, dass die Vorfahren der Wirbeltiere eine voll ausgebildete Schwimmblaste besessen haben müssen. Darwin ging jedoch von Lungenfisch-artigen Tieren als Vorfahren aller Wirbeltiere aus (B), weshalb er die Lungen als ursprünglich ansah und die Schwimmblaste als von diesem Organ abgeleitet. Zwar entspricht Haeckels Stammbaum eher unserem heutigen Bild der Wirbeltierevolution. Wichtig ist aber festzustellen, dass er die heutigen Haie („Selachii“, den Vorfahren der Wirbeltiere – auch als „Selachii“ im Stammbaum bezeichnet – gleichsetzte. Dies führte seinerseits zu Fehlinterpretationen zur Evolution der Schwimmblaste (diskutiert in [8]). Erst embryologische Befunde konnten den Ursprung von Schwimmblasten und Lungen klären: sie entspringen an verschiedenen Stellen der Kiementaschen-Anlagen im hinteren Schlundbereich [13] (vgl. Abb. 3). Der Baum in (A) stammt aus einem Brief von Haeckel an Darwin vom 23. März 1868 [36]. Der Baum in (B) entspricht den groben Angaben Darwins in seinem Brief vom 30. März 1868, worin er schrieb: „I had always imagined that some animal like the Lepidosiren [a lungfish] was the parent-form of the Vertebrata.“ [37]

klings aus dem Briefwechsel hervor. Haeckel versuchte, seinen Meister von der Bedeutung des Fundes zu überzeugen, aber seine Argumentation mit Hilfe des Stammbaums verblieb nach dessen Kritik in der Andeutung. Haeckel wollte dem großen Autor der Evolutionstheorien nicht „auf den Schlipps treten“. Dabei stellte sich Haeckels Stammbaumschema in vielerlei Hinsicht später als richtig heraus. Er hatte durch eigene Studien und seine Einflechtung in die aktuelle Wissenschaft einen unmittelbaren Zugang zum Material – in Jena forschte sein im Brief zitierter Freund, der große Wirbeltiermorphologe Carl Gegenbaur (1826–1903). Darwins Verständnis von den Verwandtschaftsbeziehungen der Wirbeltiere kam dagegen eher vom „Hörensagen“. Er war mehr der Theoretiker als der, der sich die Erkenntnisse der Morphologie als solche „erwarb, um sie zu besitzen“. Und hier liegt das Bauchgefühl, das unsere oben genannten Kollegen aus aller Welt einwenden, wenn sie uns ermahnen, unseren Haeckel neben Darwin nicht unter den Tisch zu kehren.

**Der Ursprung Haeckels aus dem Geiste der deutschen Naturphilosophie**

Zweifelsohne muss Darwin als der große Kompilator und Vollender der Evolutionstheorien angesehen und geehrt werden. Dabei darf man aber nicht vergessen, dass er auf den Schultern Hunderter Wissenschaftler und ihrer Einsichten stand, die vor ihm bereits zahlreiche Zusammenhänge in der Natur verstanden und in Weltsysteme integriert hatten. Selbst der Evolutionsgedanke war nichts Neues. Angesichts des noch fehlenden harten Rationalismus, vor der Mitte des 19. Jahrhun-

**Der Meister und sein Michel**

Haeckels Beziehung zu Darwin wird oftmals als das eines Schülers zu seinem Lehrmeister dargestellt (Abb. 5). In den Briefen erkennt man unzweifelhaft die große Verehrung des Deutschen gegenüber seinem 25 Jahre älteren englischen Kollegen, dem er kurz vor dem großen Fund auf Lanzarote einen Besuch in London abgestattet hatte – ein wissenschaftshistorisches Großereignis [10]. Ja, ein fast unterwürfiges Verhältnis

derts, bestand lange Zeit keine Notwendigkeit einer rein materialistischen Erklärung der Lebensphänomene, die durch Darwins (wirklich neuartige) Selektionstheorie vorgelegt wurde. Vitalistische, religiöse und idealistische Erklärungen genügten bis dato unter den Vorzeichen der jeweiligen geistesgeschichtlichen Rahmenbedingungen. Aus diesen Traditionen heraus kam in Folge von Darwins „*On the Origin of Species*“ [6] vor allem Kritik gegen die Selektions- (weniger jedoch gegen die Deszendenz-) Theorie. Ob das materialistische Konzept unserer Zeit noch in fünfhundert Jahren genügen wird?

Haeckel entwuchs einer langen naturphilosophischen Tradition in Deutschland, und durch Sprache und kulturelle Einbettung konnte er notwendig auch gewissen Empfindungen seiner kontinentaleuropäischen Umwelt nicht entfliehen [10–11]. Ganz ausdrücklich bezog er sich in seiner „Generellen Morphologie“ [12] auf den großen Dichter und Naturforscher Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832). Diese Tradition betrifft insbesondere die hingebungsvolle Erforschung der Morphologie als Form der Natur- und Selbsterkenntnis. Emblematisch weiß Haeckel seinem englischen Kollegen viele anatomische Details und einen in sich „harmonischen“ Stammbaum zu präsentieren (Abb. 4 A). Dieser Stammbaum war im Gegenzug nur möglich durch die vorausgehende Initialzündung von Darwins Deszendenztheorie. Der sachlich-kühle Geist Darwins wird auch deutlich, wenn es um die später als richtig bewiesene Interpretation [13] des „Schwimmblasen“-Fundes als eine Anlage statt einem Rudiment im Sinne seiner Argumentationslinie geht. Hier wird der zentrale Unterschied zwischen Haeckel und Darwin, der deutschen und der englischen Tradition deutlich. Inbrünstiger Enthusiasmus als Geist der Morphologie hier, kühle Analytik als stichhaltige Methode der Wissenschaft dort.

### Zur Notwendigkeit einer „Haeckel-Industrie“ als Bekenntnis zur Vergleichenden Anatomie

Weder darf man jedoch Haeckels Leistung auf die eines „Kampfhundes“ für Darwin reduzieren, noch Darwin als einen Schoßhund einer bequemen Methode des inspirierten Morphologen. Im Zeichen interkulturellen Austausches sind beide Ansätze notwendig für eine umfängliche Naturforschung. *Inspiratio* bedarf der *ratio* und umgekehrt. In diesem Sinne kann Haeckel auf gleicher Höhe Darwin als Heros der Evolutionsbiologie gegenüberstehen. Weder Darwin noch Haeckel wären im übertragenen Sinne ohne einander denkbar. Den Morphologen Ernst Haeckel, wie so oft zu lesen, auf einen „deutschen Darwin“ zu reduzieren, wäre gleichbedeutend mit der Bezeichnung „englischer Haeckel“ für den Theoretiker Charles Darwin. Dass in der öffentlichen Wahrnehmung dennoch ein Ungleichgewicht beider Wissenschaftler zueinander existiert, mag besonders in dem prekären Umstand gespiegelt sein, dass die Morphologie, also die Vergleichende Anatomie, keinen konzeptionellen Eingang in die moderne ‚Synthetische Theorie der Evolution‘ erfahren hat, einer Erweiterung des Darwinismus mit den Erkenntnissen der Genetik im 20. Jahrhundert [14]. Zudem hat sich bis heute – im Gegensatz zu Darwin – keine „Haeckel-Industrie“ in den Wissenschaften etabliert [1]: diese könnte durch eine morphologische Ausrichtung erhalten.

Die Morphologie – früher oftmals als tote Wissenschaft verschrien – trägt freilich wenig zum Verständnis der heute bekannten klassischen Mechanismen der Evolutionsabläufe bei, sie gilt „nur“ als das der Selektion ausgelieferte „Material“. Michael Ghiselin (\*1939) hat 1980 von einem teilweisen Versagen der Vergleichenden Anatomie bis in die 1960er Jahre gesprochen [15]. Hermann Weber (1901–1956) sah in ihr auf der Tagung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1954 in Tübingen eine Fachdisziplin auf „*verlorenem Posten, bemitleidenswert und ein wenig lächerlich*“ [16]. Dietrich Starck (1908–2001) (Abb. 6) hingegen betonte 1999 in einem Interview retrospektiv, dass es in Deutschland nach dem Tod von Max Fürbringer (1846–1920) sowie während der Zeit des Nationalsozialismus‘ nur vereinzelt Zoologen und Anatomen gegeben hat, die sich mit der Vergleichenden Anatomie beschäftigten. Die Morphologie in Deutschland sei zu jener Zeit stumm gewesen und hätte zudem nur auf Sparflamme gebrannt [17–18].

### Auftrag der Morphologie

Für das Weiterkommen der Vergleichenden Anatomie war wichtig, erkannt zu haben, dass neue Synthesen und Denkweisen wissenschaftlich weiter führten als das Festhalten am Typus sowie an Einzelbefunden: „*Eine wissenschaftliche Formenkunde*



Abb. 5. „Zu Darwins hundertstem Geburtstag [1909]: Professor Haeckel überbringt dem Jubilar einen Heiligenschein ins Jenseits“. [Karikaturensammlung, im Besitz von U.H.]

kann sich nicht auf das Beschreiben und Ordnen von Fakten beschränken [...] Eine derartige allgemeine Theorie, die auch für die Vergleichende Anatomie grundlegend ist, liegt in der neuen synthetischen Evolutionstheorie vor. Moderne Vergleichende Anatomie ist dementsprechend Evolutionsmorphologie [...] Sie kann als biologische Disziplin nur bestehen, wenn sie die Ergebnisse ihrer Nachbardisziplinen [...] mit in ihre Überlegungen einbezieht“, so Dietrich Starck [19]. Im Umkehrschluss könnten diese Nachbardisziplinen zwar ohne die Morphologie auskommen, aber was wäre ein kahler Baum ohne die Blüten und Früchte, Formen und Farben im Jahreslauf (Abb. 4 A): Morphologie ist mehr als Naturprodukt, sondern muss als epistemologische Voraussetzung einer ganzheitlichen Evolutionslehre gedacht und integriert werden. Ihr empirischer Wert kann dabei auf einer analytischen Ebene rational greifbar werden und bildet die „Blätter“ des „nackten Stammbaumerüsts“, das uns Darwin im Jahr 1859 vorlegte [6]. Ihr ideeller Wert macht uns überdies erst zu den Forschern, die versuchen, Theorien zum Wesen der Natur zu formulieren (Abb. 7).

Mit der Verbreitung (und teilweisen Akzeptanz) von Darwins Ideen erfuhr schließlich auch der Homologiebegriff und die Diskussionen darüber ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine Umdeutung im Sinne der historischen Morphologie. Die Schwierigkeiten, welche dabei einer klaren Definition von Homologie entgegenstanden, veranlassten einige Autoren zur typologischen Fassung zurückzukehren und den phylogenetischen Homologiebegriff aufzugeben. Es war hier an führender Stelle besonders der Zoologe Adolf Naef (Egyptian University, Abbassia, Kairo), der Klarheit hinsichtlich der Diskussionen um den Homologiebegriff (u.a. seine Definition) herbeiführen wollte [20–21] und auch auf entsprechende scharfe Gegenkritiken (wie bspw. von Eduard Jacobshagen [22: S. 2–47] sachlich ant-

wortete. Der Naef'schen Interpretation folgten dann weitgehend auch Hans Driesch, Wilhelm Lubosch oder Adolf Meyer[-Abich]. Einer streng genetischen und biomorphologischen Formulierung von Homologie hingen in jener Zeit etwa die Zoologen Victor Franz und Nikolai A. Sewertzoff an [23–24]. Hans Bökers Ansatz einer „Vergleichend biologischen Anatomie“ aus den 1920er und 1930er Jahren hätte ebenso für die Klärung des Homologieproblems wertvolle Hinweise liefern können; jedoch setzte sich diese Art von Sichtweise nicht durch [25]. Fast zeitgleich zu den „deutschen Aktivitäten“ hat auch der in Prag tätige Zoologe Mikhail Nowikoff versucht, sämtliche Kategorien der Übereinstimmungen von Organen bzw. von Organismen zusammenzufassen [26]. 15 Jahre nach Nowikoff war es dann insbesondere wiederum dem Frankfurter Wirbeltiermorphologen Dietrich Starck zu danken, die „Wandlungen des Homologiebegriffes“ weitergehend untersucht zu haben (s.o.). Starck plädierte dabei (wie sein ganzes Leben lang; [27]; Abb. 6) dafür, dass die Vergleichende Anatomie, wenn sie zu einer Synthese gelangen wollte (auch hinsichtlich des Homologiebegriffes), Ergebnisse der gesamten Biologie (und hier besonders der Evolutionsbiologie und Embryologie) berücksichtigen und diese in ihre Theorien integrieren müsse [28: S. 967; 29]. Diesen Ansatz entwickelten später in Tübingen Wolfgang Maier (\*1942), mit seinem „Ganzheitlichen Organismuskonzept“ [30–32], und in Bochum Holger Preuschoft (\*1932), mit seiner biomechanisch-physikalischen Forschung [33–35], weiter.

**Literatur**

[1] U. Hoßfeld: Ernst Haeckel. Biographienreihe absolute. orange press. Freiburg i. Br. (2010). – [2] U. Hoßfeld, G. S. Levit, U. Kutschera [Hrsg.]: Ernst Haeckel (1843–1919): *The German Darwin and his impact on modern biology*. Special Issue, *Theory in Biosciences* **138** (1): 1–202. (2019). – [3] G. S. Levit, U. Hoßfeld: *Ernst Haeckel in the history of biology*. *Current Biology* **29** (24): R1276–R1284. (2019). – [4] G. S. Levit, U. Hoßfeld: *Natural Selection in Ernst Haeckel's Legacy*. In: Delisle, R.G. (Hrsg.). *Natural Selection. Revisiting its Explanatory Role in Evolutionary Biology*. Springer Verlag, Schweiz., S. 105–133. (2021). – [5] S. Freud: Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse. *Imago. Zeitschrift für Anwendung der Psychoanalyse auf die Geisteswissenschaften* 5: 1–7. (1907). – [6] C. Darwin. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray, London. (1859). – [7] S. Hollstein. Was war zuerst da – Schwimmblase oder Lunge? Wiederentdeckter Briefwechsel zwischen Charles Darwin und Ernst Haeckel liefert neue Impulse für die Entwicklungsforschung der frühen Wirbeltiere. Pressemitteilung der Universität Jena am 17.10.2023. <https://www.uni-jena.de/231012-miklucho-schwimmblase> (2023). – [8] I. Werneburg, U. Hoßfeld, G. S. Levit: *Darwin, Haeckel, and the "Mikluskan gas organ theory"*, *Developmental Dynamics*. <https://doi.org/10.1002/dvdy.661> (im Druck). – [9] N.N. Miklucho-Maclay: Ueber ein Schwimmblasenrudiment bei Selachiern. *Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaften* **3**: 448–453. (1867). – [10] R. J. Richards: *The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle over Evolutionary Thought*. University of Chicago Press, Chicago. (2009). [11] I. Werneburg: Rekapitulation des goetheschen Geistes. Zum 100. Todestag von Ernst Haeckel am 9. August 2019 oder ‚Was wir Ernst Haeckel sonst noch verdanken‘. *Palmbaum – Literarisches Journal aus Thüringen* **1/2019**: 142–147. (2019). – [12] E. Haeckel: *Generelle Morphologie der Organismen*. Georg Reimer, Berlin. (1866). – [13] W. Wassnetzov: Über die Morphologie der Schwimmblase. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* **56**: 1–36. (1932). – [14] T. Junker: Die zweite Darwinsche Revolution. *Geschichte des Synthetischen Darwinismus in Deutschland 1924 bis 1950*. Basilisken-Presse, Marburg. (2004). – [15]



**Abb. 6** Der Morphologe Prof. Dr. Dietrich Starck (1908–2001) im Jahr 1993, mit Unterschrift. [Foto: Privat, Geschenk an U.H.]



**Abb. 7** „Was kann der Mensch im Leben mehr gewinnen, als daß sich Gott Natur ihm offenbare“ (Goethe; in Betrachtung von Schillers Schädel). [Quelle: Ex Libris Ernst Haeckel, Nachlass Gerhard Heberer; im Besitz von U.H.]

M. T. Ghiselin: *The failure of morphology to assimilate darwinism*. In: E. Mayr, W. B. Provine (Hrsg.): *The evolutionary synthesis. Perspectives on the unification of biology*. S. 180–193. Cambridge, MA; London: Harvard University Press. (1980). – [16] H. Weber: Stellung und Aufgabe der Morphologie in der Zoologie der Gegenwart. *Verhandlungen Deutsche Zoologische Gesellschaft 1954*, Suppl.-Bd. **18**, 137–159. (1955). – [17] U. Hoßfeld, T. Junker: Dietrich Starck zum 90. Geburtstag. *Internationale Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaft, Technik und Medizin* **6**, 129–147. (1998). – [18] U. Hoßfeld, T. Junker: Morphologie und Synthetische Theorie. In: T. Junker, E.-M. Engels (Hrsg.): *Die Entstehung der Synthetischen Theorie. Beiträge zur Geschichte der Evolutionsbiologie in Deutschland 1930–1950*, S. 227–240. Berlin: VWB (1999) – [19] D. Starck: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere auf evolutionsbiologischer Grundlage. Bd. 1: Theoretische Grundlagen. Stammesgeschichte und Systematik unter Berücksichtigung der niederen Chordata. Berlin: Springer (1978). – [20] A. Naef: Zur Diskussion des Homologiebegriffes und seiner Anwendung in der Morphologie. *Biol. Zentralbl.* **46**: 405–427. (1926). – [21] A. Naef: Die Definition des Homologiebegriffes. *Biol. Zentralbl.* **47**: 187–190. (1927). – [22] E. Jacobshagen: *Zur Reform der allgemeinen vergleichenden Formenlehre*. Jena: Gustav Fischer. (1927). – [23] G. S. Levit, U. Hoßfeld, L. Olsson: *The Integration of Darwinism and Evolutionary Morphology: Alexej Nikolaevich Sewertzoff (1866–1936) and the Developmental Basis of Evolutionary Change*. *Journal of Experimental Zoology, Part B: Molecular and Developmental Evolution* **302B** (4): 343–354. (2004). – [24] U. Hoßfeld, L. Olsson: *The road from Haeckel. The Jena tradition in evolutionary morphology and the origin of „Evo-Devo“*. *Biology & Philosophy* **18** (2): 285–307. (2003). – [25] U. Hoßfeld: ‘Konstruktion durch Umkonstruktion’ – Hans Bökers vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere. *Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie* **9**: 149–169. (2002). – [26] M. Nowikoff: Homomorphie, Homologie und Analogie. *Anatom. Anz.* **80**: 388–392. (1935). – [27] U. Hoßfeld, T. Junker: Morphologie und Synthetische Theorie. In: T. Junker, E.-M. Engels: *Die Entstehung der Synthetischen Theorie: Beiträge zur Geschichte der Evolutionsbiologie in Deutschland 1930–1950*. zgl. *Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie 2*, VWB-Verlag, Berlin, S. 227–240. (1999). – [28] D. Starck: Wandlungen des Homologiebegriffes. *Zoologischer Anzeiger* **145**: 957–969. (1950). – [29] W. Maier: Dietrich Starck (1908–2001) – Forscherpersönlichkeit und Forschungskonzeptionen. *CHELYOPS – Berichte aus der Paläontologischen Sammlung in Tübingen* **1**: 119–124. (2021) – [30] W. Maier, I. Werneburg: Einführung: Zur Methode der organismischen Evolutionsbiologie. In: W. Maier, I. Werneburg (Hrsg.) *Schlüsselergebnisse der organismischen Makroevolution*. Scidinge Hall Verlag, Zürich, S. 11–17. (2014) – [31] W. Maier. *Der Weg zum Menschen. Ausgewählte Schriften zur Evolutionsbiologie der Wirbeltiere*. Scidinge Hall

Verlag, Tübingen. (2021) – [32] I. Werneburg, I. Ruf. Editorial: Vergleichende Entwicklungsgeschichte – A Festschrift on the occasion of the 80th birthday of Prof. Dr. Wolfgang Maier, Tübingen. *Vertebrate Zoology* **72**: 1125–1136. (2022) – [33] H. Preuschoft. *Understanding Body Shapes of Animals*. Springer, Cham. (2022) – [34] H. Preuschoft. Vorne und Hinten im Wirbeltierkörper. Das (sehr veränderliche) Vorderteil, die Mitte und das hintere Ende des Wirbeltierkörpers und wie sie von mechanischen Gesichtspunkten aus zu verstehen sind. Scidinge Hall Verlag, Tübingen. (2023) – [35] I. Werneburg, H. Preuschoft. Evolution of the temporal skull openings in land vertebrates: a hypothetical framework on the basis of biomechanics. *Anatomical Record* (im Druck). – [36]

(Darwin Correspondence Project, “Letter no. 6040,” Zugang: 23.10.2023, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/?docId=letters/DCP-LETT-6040.xml>) – [37] (Darwin Correspondence Project, “Letter no. 6070,” Zugang: 23.10.2023, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/?docId=letters/DCP-LETT-6070.xml>).



PD Dr. **Ingmar Werneburg** (geb. 1981 in Erfurt) studierte Biologie und Ur- & Frühgeschichte an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena. Promotion (2010) am Institut und Museum der Universität Zürich/Schweiz. Postdocs am RIKEN Center for Developmental Biology in Kobe/Japan (2011), an der Eberhard Karls Universität Tübingen (2012/13) und am Museum für Naturkunde in Berlin (2014/15). Seit 2016 Kustos der Senckenberg-verwalteten Paläontologischen Sammlung in Tübingen; an der dortigen Universität Habilitation im Fach Paläobiologie (2017/18). Spezialisiert in der Wirbeltiermorphologie, vor allem in der Vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Schädels und den Mustern embryonaler Entwicklungssequenzen; Arbeiten zur Geschichte der Vergleichenden Anatomie und Paläontologie; zudem Schriftsteller und Verleger.



Prof. Dr. **Uwe Hoßfeld** (geb. 1966 in Bad Liebenstein) studierte Biologie, Wissenschaftsgeschichte, Sportwissenschaft, Erziehungswissenschaften und Indonesistik an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena. 1993–95 Referendariat in Apolda; 1994 Magister für Geschichte der Naturwissenschaften und Biologie; 1996 Promotion. Als Postdoc und Stipendiat am Lehrstuhl für Ethik in den Biowissenschaften (Tübingen) und am Institut für Wissenschaftsgeschichte (Göttingen) wirkte er von 1998 bis 2000 am DFG-Projekt „Erschließung der Korrespondenz

Ernst Haeckels“ an der FSU Jena mit. 2003 Habilitation für das Fach Geschichte der Naturwissenschaften. Seit WS 2006/07 Leiter der AG Biologiedidaktik an der FSU Jena; seit 2009 dort apl. Professor für Didaktik der Biologie. Seit 2018 Doktor filosofskich nauk (Dr. sc. phil.) für Geschichte der Wissenschaft und Technik an der Staatlichen Universität in St. Petersburg; seit 2018 korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen; seit 2019 Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Geschichte und Theorie der Biologie.