

REINHARD JUNKER &
MARKUS WIDENMEYER (HRSG.)

SCHÖPFUNG OHNE SCHÖPFER?

Eine Verteidigung des
Design-Arguments in der Biologie



REINHARD JUNKER &
MARKUS WIDENMEYER (HRSG.)

SCHÖPFUNG OHNE SCHÖPFER?

Eine Verteidigung des
Design-Arguments in der Biologie



e **SCM**
Hänssler

Reinhard Junker & Markus Widenmeyer (Hrsg.)

Schöpfung ohne Schöpfer?

**Eine Verteidigung des Design-Arguments
in der Biologie**

STUDIUM
INTEGRALE

SCM
Hänssler

STUDIUM INTEGRALE BIOLOGIE / PHILOSOPHIE

SCM

Stiftung Christliche Medien

SCM Hänssler ist ein Imprint der SCM Verlagsgruppe, die zur Stiftung Christliche Medien gehört, einer gemeinnützigen Stiftung, die sich für die Förderung und Verbreitung christlicher Bücher, Zeitschriften, Filme und Musik einsetzt.

ISBN 978-3-7751-7520-3 (E-Book)

ISBN 978-3-7751-6110-7 (lieferbare Buchausgabe)

Datenkonvertierung E-Book: CPI books GmbH, Leck

© Copyright der deutschen Ausgabe 2021 by SCM Hänssler
in der SCM Verlagsgruppe GmbH · 71088 Holzgerlingen

www.scm-haenssler.de · E-Mail: info@scm-haenssler.de

Herausgegeben von der Studiengemeinschaft
Wort und Wissen e.V.

www.wort-und-wissen.org

Studium Integrale

Satz: Studiengemeinschaft Wort und Wissen, Baiersbronn

Umschlaggestaltung: Regine Tholen

Titelbild: Libelle: AdobeStock, Martin Spurny; künstliche Libelle: Johannes Weiss

Inhalt

[Einleitung](#)

[Teil I: Kritische Analyse von Erklärungen in der Evolutionsbiologie](#)

[Evolution und Evolutionstheorien. Irrtümliche Selbstverständnisse und Fehldarstellungen naturalistischer Ursprungsmodelle \(H. Ullrich\)](#)

[Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie? \(R. Junker & M. Widenmeyer\)](#)

[Methodologie der Naturgeschichtsforschung \(R. Junker\)](#)

[Erklärungen in der Naturgeschichte am Beispiel der Entstehung von Vogelfeder und Vogelflug \(R. Junker\)](#)

[Schöpfung und Evolution – Naturwissenschaft und Naturgeschichte \(Th. Jahn, R. Junker & M. Widenmeyer\)](#)

[Evolution „erklärt“ Sachverhalte und ihr Gegenteil \(R. Junker\)](#)

[Ermöglicht die Plastizität der Lebewesen evolutionäre Innovationen? \(R. Junker\)](#)

[Warten auf einen neuen Einstein \(H.-B. Braun\)](#)

[„Brauchen wir eine neue Evolutionstheorie?“ \(R. Junker\)](#)

[Nichts in der Biologie ergibt Sinn außer im Licht der – Theologie? \(R. Junker\)](#)

Teil II: Warum der Design-Ansatz seinen Platz in der Wissenschaft hat

Das Design-Argument in Biologie, Philosophie und Theologie (R. Junker & M. Widenmeyer)

Der Kern des Design-Arguments in der Biologie und warum die Kritiker daran scheitern (M. Widenmeyer & R. Junker)

Der Schluss auf Design und das Bayes'sche Schlussverfahren (M. Widenmeyer & R. Junker)

Sind Zwecke in der Natur bloße Zuschreibungen? (R. Junker & M. Widenmeyer)

Sind Gottes Spuren in der Schöpfung verwischt? Eine Antwort auf irreführende Argumente gegen den Design-Ansatz in der Biologie (R. Junker)

„Baumeisterin Natur.“ Sind teleologische Begriffe in der Biologie nur Metaphern? (R. Junker)

Das Design-Argument in der Biologie – ein Lückenbüßer? (R. Junker & M. Widenmeyer)

„Unintelligentes Design“ – Sprechen biologische Befunde gegen die Existenz eines Schöpfers? (H. Ullrich)

Teil III: Buchbesprechungen

Evolution

[Jerry Fodor & Massimo Piattelli-Palmarini \(2010\) What Darwin got wrong \(R. Junker\)](#)

[Jonathan B. Losos \(2018\) Glücksfall Mensch. Ist Evolution vorhersehbar? \(R. Junker\)](#)

[Thomas Nagel \(2012\) Mind & Cosmos – Why the materialist neo-darwinian conception of nature is almost certainly false \(M. Widenmeyer\)](#)

[Design-Ansatz](#)

[Die Herausgeber und Autoren](#)

[Glossar](#)

Einleitung

Wenn Wissenschaftler die Geschichte des Lebens, der Erde oder des ganzen Kosmos rekonstruieren möchten, arbeiten sie ähnlich wie ein Kriminalkommissar, der ein vergangenes Geschehen aufzuklären hat, z. B. die Umstände, die zu einem Todesfall führten. War es Mord oder Selbstmord oder trat der Tod auf natürlichem Wege ein? Ein solches Geschehen ist unserer direkten Beobachtung entzogen; wir können es nicht wiederholen, auch wenn einzelne Aspekte, die gesetzmäßigen Charakter haben, experimentell zugänglich sein können. Wenn glaubwürdige Augenzeugen fehlen, ist nur ein Indizienbeweis möglich, um eine stimmige Erklärung der am Tatort gefundenen Indizien zu erhalten; im Idealfall gibt es nur eine einzige stimmige Erklärung und der Fall ist gelöst, zumindest nach bestem menschlichem Wissen. Unter Umständen bleibt der Fall aber mangels Beweisen ungelöst, weil die Indizien zu mehreren Szenarien passen (und kein Geständnis vorliegt).

Wenn der Kriminalkommissar seine Arbeit korrekt – und damit insbesondere unvoreingenommen – macht, berücksichtigt er alle zugänglichen Indizien, um zu einem möglichst umfassenden Gesamtbild zu kommen, und er wird allen Spuren und Verdachtsmomenten nachgehen. Das heißt: Er ist für alle möglichen Antworten offen. Ein Kommissar, der eine der möglichen Erklärungen grundsätzlich ausschließen würde, hat seinen Beruf verfehlt. Oder was würden Sie von einem Kommissar halten, der „Mord“ von vornherein ausschließen würde mit der „Begründung“, es müsse unter allen Umständen eine Erklärung dafür geben, dass der Tod auf *natürlichem Wege* eingetreten sei? Die Möglichkeit, dass es einen Täter gab, der absichtsvoll gehandelt hat, dürfe nicht berücksichtigt werden?

Muss „Schöpfung“ ausgeschlossen werden?

Nicht anders ist tatsächlich die Herangehensweise der überwältigenden Mehrheit der heutigen Biologen in ihren Forschungen zur Entstehung des Lebens und zur Geschichte der Lebewesen. Die Möglichkeit, dass ein Schöpfer absichtsvoll gehandelt hat und dass die korrekte Erklärung dem entspricht, wird prinzipiell ausgeschlossen. Selbst wenn es deutliche Spuren gibt, die auf einen Schöpfer hinweisen, werden diese gewöhnlich nicht verfolgt. Nur ein Zitat von vielen sei genannt, das diese Einstellung verdeutlicht: „Selbst wenn alle Daten auf einen intelligenten Schöpfer weisen, würde eine solche Hypothese aus der Wissenschaft ausgeschlossen werden, weil sie nicht naturalistisch ist.“¹ Dieses Zitat besagt: Die Wissenschaftlergemeinschaft sei faktisch darauf festgelegt, dass es auf alle Ursprungsfragen eine naturalistische² Antwort geben muss.

Wie wird diese Vorgehensweise begründet? Sehr oft wird behauptet, dass Wissenschaft das Wirken eines Schöpfers *methodisch* ausblenden müsse, was aber natürlich nichts anderes als eine Vorentscheidung in der *Sache* ist: Von Anfang an wird ein planvolles und zielorientiertes Handeln eines Schöpfers ausgeschlossen. Damit wird gleichzeitig ein Grundprinzip wissenschaftlichen Arbeitens aufgegeben, nämlich die Suche nach der zutreffenden Antwort.³ Stattdessen wird die „beste“ naturalistische Antwort gesucht – „beste“ in Anführungszeichen, weil alle naturalistischen Antworten falsch sein könnten und falsche Antworten nie die besten sein können.

Diese Festlegung auf den [Naturalismus](#) bildet den weltanschaulichen Hintergrund der Arbeitsweise der institutionalisierten Wissenschaften, oder wenigstens des derzeit dominanten Teils. Ohne Kenntnis dieses Hintergrundes sind aktuelle Diskussionen über evolutionäre Erklärungen und über den Design-Ansatz nicht zu verstehen.

Gründe für „Design“

Die naturalistische Weltanschauung ist jedoch nicht im Konzept der modernen Naturwissenschaft enthalten. Sie steht zudem in Spannung zu ihren Befunden. Denn der Wissensfortschritt offenbart zunehmend eine atemberaubende Komplexität und vielfache informationsgesteuerte Prozesse sowie vielfältige Wechselwirkungen und anspruchsvolle Regelkreise bei Organismen. Die Anforderungen an eine Erklärung für deren Entstehung steigen dadurch ständig an, und die denkbaren (hinreichend konkretisierten) natürlichen Prozesse, die als Erklärungen in Frage kommen könnten, bleiben immer weiter hinter dem Erklärungsziel zurück. Man gibt sich mit vagen Modellen zufrieden, die die wesentlichen Fragen nicht beantworten, und setzt das Erklärungsziel herab, indem das, was zu erklären ist, nur ziemlich unscharf formuliert wird. Sogar der naturwissenschaftliche Erklärungs-begriff wird stark verwässert, um weiterhin von vermeintlichen evolutionstheoretischen Erklärungen reden zu können. Aber die Schlussfolgerung, dass man einen ganz anderen Erklärungstyp benötigt, ist tabu. Am Beispiel der Erklärung der Entstehung von Vogelfeder und Vogelflug wird das in diesem Sammelband beispielhaft erläutert.

Richard DAWKINS – einer der profiliertesten Gegner des Gedankens an Planung in der Natur – definiert Biologie als „das Studium komplizierter Dinge, die so aussehen, als seien sie zu einem Zweck entworfen worden“ (DAWKINS 1987, 13), um anschließend das Design als Illusion zu werten. Auch für AYALA (1994, 4) scheint „das funktionale Design der Organismen und ihrer Eigenschaften [...] die Existenz eines Designers zu sprechen.“ Ähnliche Zitate finden sich bei vielen Evolutionstheoretikern.⁴ Gründe, diesem Anschein eines Designs nachzugehen und für einen Design-Ansatz offen zu sein, gibt es genug.

Motive und Konsequenzen des Ausschlusses von „Design“

Wie kann es dennoch sein, dass der Design-Ansatz in der Biologie in der akademischen Welt nicht verfolgt wird, ja verpönt ist und dass „intelligentes Design“ („ID“) als mögliche entscheidende Ursache für biologische Phänomene bei der Suche nach der zutreffenden Erklärung nicht in Betracht gezogen wird?⁵ Warum wird eine (rein) natürliche [Evolution](#) der Lebewesen als Tatsache angesehen, und warum werden diejenigen, die diese vermeintliche „Tatsache“ in Frage stellen, fast vollständig aus dem wissenschaftlichen Diskurs ausgeschlossen? Gibt es hierfür irgendwelche besonderen wissenschaftlichen, methodischen, philosophischen oder gar theologischen Gründe? Die Autoren der Beiträge dieses Sammelbandes haben vielfältige Gründe dieser Art unter die Lupe genommen, aber dabei kein wirklich belastbares Material gefunden. Mögliche Begründungen für die Absolutheitsansprüche naturalistischer Ansätze wurden gewogen und für zu leicht befunden, Fehlschlüsse aufgezeigt, das Nicht-Einlösen von Erklärungsansprüchen, das Einschleusen von Pseudosubjekten oder argumentative Doppelstandards in pro-naturalistischen Erklärungen offengelegt, psychologische von sachlichen Argumenten getrennt, soziologische Aspekte und Ablenkungsmanöver aufgezeigt und Ähnliches mehr.

Fragestellungen und Zielsetzungen dieses Buches

In diesem Sammelband werden folgende Fragestellungen und Zielsetzungen verfolgt:

- Kritische Analysen von [Evolutionstheorien](#). Welchen Status haben Evolutionstheorien als historische Rekonstruktionen der Naturgeschichte? Hier soll u. a. gezeigt werden, dass die methodische Vorgehensweise bei historischen Evolutionstheorien⁶ in vielerlei Hinsicht der Vorgehensweise im Rahmen des Design-Ansatzes ähnelt. Als Konsequenz ergibt sich, dass

die Gründe für den Ausschluss des Design-Ansatzes aus wissenschaftlichen Erklärungen im Wesentlichen auch für historische Evolutionstheorien gelten würden.

- Welche Erklärungskraft haben aktuelle kausale Evolutionstheorien, die die Ursachen des Formenwandels beschreiben?
- Wie wird Wissenschaft, einschließlich Naturwissenschaft, im Rahmen eines Schöpfungsparadigmas (Design-Ansatz) betrieben?
- Welches sind die grundlegenden Argumente bzw. Überlegungen im Rahmen des Design-Ansatzes? Welche Kritik gibt es an diesem Ansatz und wie stark ist ihre argumentative Kraft?
- Welche (Typen von) Indizien sind an den Lebewesen nachweisbar, die als „Spuren eines Schöpfers“ interpretiert werden können?

Es zeigt sich, dass es gute Gründe dafür gibt, den Design-Ansatz zu verfolgen und dass die Einbeziehung dieses Ansatzes erkenntnisfördernd ist. Zum Beispiel produziert die naturwissenschaftliche Forschung laufend neue Befunde, die plausibel als Indizien für einen Schöpfer gewertet werden können. Klassische Gegenargumente wie z. B., dass Kritik an einem umfassenden „Ansatz Evolution“ bzw. der „Design-Ansatz“ *per se* unwissenschaftlich oder gar wissenschaftsfeindlich sei, oder auch der beliebte Lückenbüßervorwurf erweisen sich nach genauer Analyse als unbegründet. Eine antiwissenschaftliche, weil dogmatische Haltung besteht vielmehr darin, den Erklärungstyp „Design“ ohne zwingende Sachgründe und aus vermeintlich methodischen Gründen aus dem Diskurs auszuschließen.

Zusammenfassend ergeben sich drei wichtige Gründe für eine umfassende Suche nach zutreffenden Antworten unter Einschluss des Antworttyps „[Schöpfung](#)“ („Design“):

1. Bestimmte Antwortoptionen dürfen nicht von vornherein ausgeschlossen werden, weil sonst möglicherweise die zutreffende Antwort

ausgeschlossen wird. Die Offenheit für den Design-Ansatz ist nicht nur eine legitime, sondern auch eine notwendige Voraussetzung für eine rationale, d. h. ergebnisoffene, wahrheitsorientierte Ursprungsforschung.

2. Es gibt tatsächlich sehr starke Indizien für einen Schöpfer. Solche Indizien werden anhand von Kriterien erkannt, die auf anderen Gebieten unstrittig sind. Wir zögern normalerweise keine Sekunde, ein komplex-funktionales Gebilde wie eine Maschine auf einen Urheber zurückzuführen. Warum soll beispielsweise die [funktionale Komplexität](#) bei Lebewesen kein Indiz für einen Schöpfer sein, wo dieses Kennzeichen in Bereich der Technik ein unstrittiges Indiz ist?

3. Verschiedene nicht-empirische, d. h. philosophische oder methodologische Argumente gegen einen Design-Ansatz erweisen sich bei genauer Analyse als unbegründet.

Kurzer Überblick über das Buch

Im längeren Teil I dieses Buches werden grundlegende wissenschaftstheoretische Fragen zu historischen und kausalen Evolutionstheorien behandelt. Evolutionstheoretische Modellierungen werden in Bezug auf ihre Argumentationsstruktur untersucht und es wird herausgearbeitet, dass Evolutionstheorien, die Innovationen in der Biologie zum Gegenstand haben, derzeit nicht als naturwissenschaftliche Theorien formuliert werden können. Die Besonderheiten von Ursprungsforschung und der Rekonstruktion der Naturgeschichte im Vergleich zur naturwissenschaftlichen Hypothesenbildung werden diskutiert. Eine wichtige Einsicht ist: Evolutionstheorien bilden ein konzeptionelles Gerüst für die Formulierung historischer und kausaler Evolutionstheorien. Dieses ist Ergebnis einer Wahl bzw. einer Konvention, die grundsätzlich auch

anders ausfallen könnte – und auch anders ausfallen sollte, falls es dafür gute Gründe gibt.

Bereits in Teil I wird an passenden Stellen darauf hingewiesen, dass und warum es in Ursprungsfragen bei der Erklärung naturwissenschaftlicher Daten angebracht ist, auch eine Schöpfung in Betracht zu ziehen, also eine geistige bzw. kreative Verursachung, die wir auch sonst in vielen Bereichen des Lebens im Allgemeinen und in Wissenschaftsfragen im Besonderen als Erklärung heranziehen. Dieser Erklärungsansatz, von uns als „Design-Ansatz“ bezeichnet und unter dem Schlagwort „Intelligent Design“ bekannt, wird in Teil II des Buches entfaltet und in mehreren Beiträgen gegen verschiedene Arten von Kritik verteidigt. Über diesen Ansatz sind zahlreiche Missverständnisse im Umlauf; am meisten verbreitet ist wohl der Vorwurf, hier werde ein Lückenbüsser bemüht. Dagegen werden an geeigneter Stelle mehrere Einwände vorgebracht. Soviel vorab: Die Erklärung durch geistige Verursachung (Schöpfung) ist nicht in den Lücken einer naturalistischen Ursprungshypothese zu verorten und ergänzt eine solche auch nicht, sondern sie ist eine *Alternative* zu einer solchen Hypothese, die einen völlig andersartigen Prozess darbietet. Die Vorstellung, mit einer Erklärung durch Schöpfung würden Lücken geschlossen, übersieht, dass ein anderer Erklärungstyp anstelle eines gescheiterten naturwissenschaftlichen Erklärungsversuchs vorliegt.

Ein wissenschaftlicher Ansatz ist generell ergebnisoffen, was natürlich dann auch für den Design-Ansatz gilt. Es werden daher Kriterien formuliert, anhand derer untersucht werden kann, ob eine geistige oder nicht-geistige (natürliche) Ursache für die Entstehung eines Naturgegenstandes wahrscheinlicher ist. Das Ergebnis steht im Einzelfall erst fest, wenn aussagekräftige Indizien geprüft wurden. Das ist anders als in einem naturalistischen Ansatz, in dem die Suche auf natürliche, intelligenzfreie Ursachen beschränkt ist und jegliche Bezugnahme auf einen zielorientiert handelnden Akteur als überflüssig betrachtet wird. Ansätze,

die sich stattdessen auf eine naturalistische Weltanschauung festlegen, tun dies entsprechend auf Kosten zweier grundlegender wissenschaftlicher Grundsätze: Ergebnisoffenheit und Orientierung an Tatsachen.

In Teil III werden schließlich einige neuere Buchpublikationen, die sich mit den Themen dieses Sammelbandes befassen, vorgestellt.

Ein Teil der Beiträge dieses Bandes wurde in den vergangenen Jahren bereits in ähnlicher Form publiziert, meistens als Internetartikel auf der Homepage der Studiengemeinschaft Wort und Wissen (wort-und-wissen.org) und einige in der Zeitschrift „Studium Integrale Journal“ (si-journal.de). Für die Publikation in diesem Sammelband wurden alle Beiträge jedoch gründlich überarbeitet und teilweise erweitert. Da alle Beiträge ursprünglich als Einzelbeiträge entstanden sind und jeder Beitrag ohne Kenntnis der anderen lesbar sein sollte, haben wir einige Redundanzen in Kauf genommen.

Wir haben darauf geachtet, wichtige Begriffe im Text zu erklären; es sind einige Begriffsklärungen aber auch in einem Glossar zusammengefasst. An einigen Stellen verweisen Sterne bei den Begriffen auf die Aufnahme im Glossar.

Reinhard Junker und Markus Widenmeyer, im Januar 2021

Quellen

- AYALA F (1994) Darwin's Revolution. In: CAMPBELL J & SCHOPF J (eds) Creative Evolution?! Boston, Mass.
- DAWKINS R (1987) Der blinde Uhrmacher. Ein neues Plädoyer für den Darwinismus. München.
- GOULD SJ (1991) Eine Anhörung für Vavilov. In: GOULD SJ: Wie das Zebra zu seinen Streifen kommt. Frankfurt, S. 132–142.
- RAMMERSTORFER M (2006) Nur eine Illusion? Biologie und Design. Marburg.
- SCHMIDTGALL B (2018) Die Intoleranz des Naturalismus. <https://www.wort-und-wissen.org/disk/die-intoleranz-des-naturalismus/>
- TODD SC (1999) A view from Kansas on that evolution debate. Nature 401, 423.

- 1 TODD (1999)
- 2 Der Naturalismus ist die Auffassung, dass es nur den Bereich des Natürlichen gibt, also den Bereich des Materiellen oder Physikalischen. Entsprechend lehnt der Naturalist Übernatürliches ab. Beispiele für Übernatürliches sind Gott, die Seele des Menschen, echte Willensfreiheit oder objektive Ethik.
- 3 Es mag sein, dass eine Antwort nicht gelingt; es geht hier darum, alle denkbaren Antwortmöglichkeiten einzubeziehen.
- 4 RAMMERSTORFER (2006) hat dazu einige interessante Zitate zusammengetragen, die hier z. T. wiedergegeben wurden.
- 5 Vgl. SCHMIDTGALL (2018)
- 6 Historische Evolutionstheorien haben Rekonstruktionen der hypothetischen Evolution zum Inhalt, während kausale Evolutionstheorien zum Ziel haben, natürliche Mechanismen des Formenwandels zu beschreiben.

Teil I

Kritische Analyse von Erklärungen in der Evolutionbiologie

Evolution und Evolutionstheorien

Irrtümliche Selbstverständnisse und Fehldarstellungen naturalistischer Ursprungsmodelle

Henrik Ullrich

In der Debatte um Evolution, Schöpfung und Intelligent Design* (ID) werden die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen der eigenen Wirklichkeitssicht und des argumentativen Schließens häufig nicht benannt. Darauf haben mehrere Autoren hingewiesen. Eine Reflexion über die erkenntnistheoretischen Grundlagen und Grenzen evolutionstheoretischer Modellierungen und die angemessene Präsentation ihrer tatsächlichen Erklärungskraft sind Grundvoraussetzungen für einen der Sache angemessenen Disput. Eine klare Bestimmung des Forschungsgegenstands „Evolution“, der zugrunde liegenden theoretischen Konzepte und der Rolle der naturwissenschaftlichen Methoden ist unverzichtbar. Sonst resultiert eine wissenschaftlich und wissenschaftstheoretisch nicht gedeckte Bedeutungszuweisung für die Ausdrücke „Evolution“ und „Evolutionstheorie“. Die Folge ist ein unkritischer, dogmatischer oder gar quasireligiöser Gebrauch dieser Begriffe.

Kann die moderne Biologie als erfolgreiche Wissenschaft vom Leben überleben, wenn Evolution als Tatsache in Frage gestellt wird und sich nicht als „realhistorischer Prozess“ bestätigen lässt? Die Beantwortung dieser Frage ist – aus wissenschaftspsychologischen bzw. -soziologischen Gründen – mit Schwierigkeiten behaftet. Denn es ist zum eingeschliffenen Ritual

eines Abwehrkampfes geworden, jede Infragestellung von Evolution und jede Kritik an evolutionstheoretischen Entwürfen pauschal als Angriff auf die gesamte Biologie und die Wissenschaft insgesamt zu verurteilen. Die Ergebnisse des in diesem Beitrag skizzierten Ganges durch die wissenschaftstheoretischen Grundlagen der Biologie und die Analyse evolutionär-ateleologischer* Ursprungsmodelle widersprechen diesen Pauschalverurteilungen nachdrücklich.

Die Leiden der Debatte um Evolution, Schöpfung und Intelligent Design

Die Debatte um Evolution, Schöpfung und Intelligent Design (ID) leidet häufig unter dem Mangel, dass die Vertreter der jeweiligen Positionen die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen der eigenen Wirklichkeitssicht sowie die Grenzen und Reichweite der von ihnen formulierten wissenschaftlichen Modelle nicht benennen. Dadurch besteht die Gefahr, dass stillschweigend gesetzte Denkvoraussetzungen unhinterfragt in die Argumentation und die Methodik einfließen und dadurch das scheinbar wissenschaftliche Ergebnis entscheidend prägen. Die in der Öffentlichkeit vorgetragene Auseinandersetzung konzentriert sich auf medienwirksame Aspekte und verrennt sich in eine Art inhaltlich verarmter (und in der Regel höchst einseitiger) Kriegsberichterstattung. Man verzichtet dabei fast vollständig auf konkrete Inhalte der wissenschaftlichen Diskussion und gelangt nicht auf ein der Sache angemessenes Reflexionsniveau. So ist z. B. die Rede von einem „Kreuzzug gegen die Evolution“, von der „Wissenschaft als Werkzeug des Teufels“, von „Darwin gegen Gott“, von „Gotteskrieger“ und „Wissenschaftsfeinden“, einem „Kulturkampf in den Klassenzimmern“ oder man warnt vor der Gefahr eines „Rückfalls in das Mittelalter“ (SCHMIDT 2006; KUTSCHERA 2007; vgl. Abb. 1).

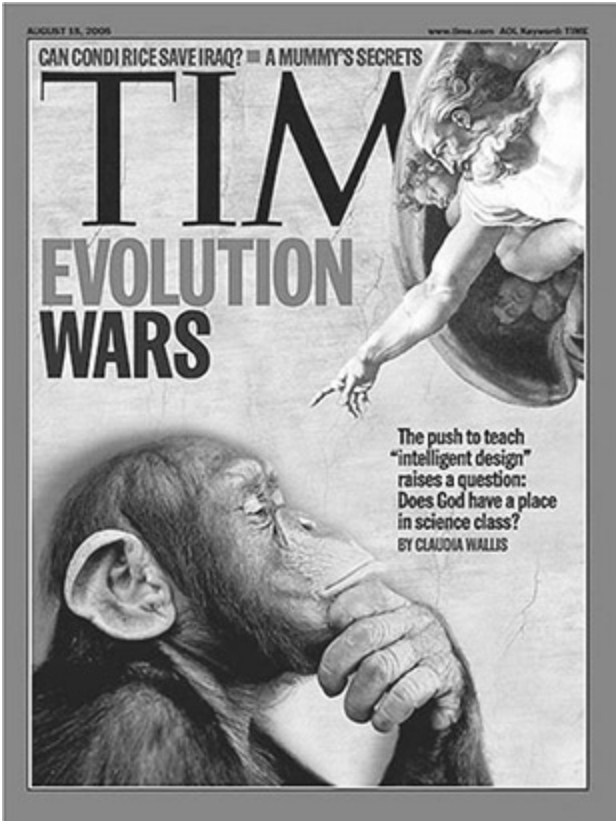


Abb. 1: Typische „Kriegsberichterstattung“ der Medien.

Selten kommt man dabei auf die eigentlichen sachlichen Kernfragen zu sprechen, die hinter der spannenden Thematik von Evolution, Schöpfung und ID und den häufig so emotional geführten Debatten stehen: Existiert Gott? Hat er Einfluss auf die uns zugängliche Welt? Was ist der Mensch? Was kann der Mensch wissen? Was darf er hoffen? Was soll er tun? Ist der Einzelne moralisch verantwortlich und wird er einmal vor Gott zur Rechenschaft gezogen? Dabei wird schnell klar, dass diese Fragen mit den Methoden der (Natur-)Wissenschaft nicht oder zumindest nicht allein geklärt werden können.

Ein weiteres Manko offenbart sich im inflationären und beliebigen, ja nicht selten manipulativen Gebrauch der Begriffe „Evolution“, „Evolutionbiologie“, „Evolutionstheorie“. Aber auch das Verständnis von Schöpfung und Intelligent Design sowie die Definition von Religion,

Wissenschaft und Pseudowissenschaft sind oft unklar. Die versteckte Vermischung von Themen (z. B. wissenschaftlicher, wissenschaftstheoretischer, weltanschaulich-philosophischer Art) oder deren Inanspruchnahme zur Formulierung von Scheinwidersprüchen (z. B. zwischen Naturwissenschaft und religiösen bzw. metaphysischen Aussagen) bleibt dem Laien häufig verborgen. Zwei Beispiele sollen diese Einschätzung anschaulich belegen:

„Die Erkenntnisse der Biologie in den letzten Jahrzehnten machen immer deutlicher, dass nicht nur Evolutionstheorie und Schöpfungsglaube, sondern grundsätzlich Biologie und Religion unvereinbar sind. Tatsächlich finden sich unter den Biologen immer weniger Anhänger traditioneller Glaubenssysteme. Der Biologe erkennt, dass es keine Absichten und keinen Sinn in der Natur gibt und dass der Glaube an Gott bloß einem elementaren menschlichen Bedürfnis nach Sinn entsprungen ist“ (WUKETITS 2000).

„Das ‚Dass‘ der Evolution steht nicht mehr infrage, sofern man der menschlichen Vernunft überhaupt zutraut, rationale Erklärungen für Naturvorgänge zu finden. [...] Die Frage ist auch nicht, ob es eine Evolution der Lebewesen gibt. Diese Frage ist [empirisch](#) beantwortet, denn die verfügbaren Beobachtungsdaten lassen sich nur mit Hilfe der Evolutionstheorie deuten“ (HEMMINGER 2007, 14, 22).

Beiden Aussagen mangelt es unter anderem an einer Reflexion über die erkenntnistheoretischen Grundlagen und Grenzen biologischer und evolutionstheoretischer Modellierungen. Explizit im Rahmen der naturwissenschaftlichen Methodik erlangte Aussagen können nicht oder nicht ohne Weiteres auf metaphysische Fragestellungen bezogen werden, die explizit den Rahmen des naturwissenschaftlich Fassbaren überschreiten. Zudem ist es auch problematisch, von einer wirklich

naturwissenschaftlichen Evolutionslehre zu reden (siehe Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band). Die Akzeptanz und Berücksichtigung verschiedener Themenfelder ist Grundvoraussetzung für einen rationalen, nach Wahrheit ringenden Disput.

Die von Seiten der Evolutionsbefürworter häufig behauptete Überlegenheit der „Evolutionstheorie“ gegenüber teleologischen* Ursprungsmodellen bleibt eine bloße Parole, wenn die eigenen weltanschaulichen Rahmenvorgaben nicht offengelegt und rational gerechtfertigt werden oder man deren Einfluss auf die Deutung vorliegender Tatsachenbefunde bestreitet. Selbstverständlich müssen dieses Offenlegen und die Rechtfertigung ihrer weltanschaulichen Grundlagen auch von denen eingebracht werden, die Schöpfungs- oder ID-Thesen als alternative Erklärung anbieten.

1 | Grundvoraussetzungen der Naturwissenschaft

Naturwissenschaft wird gegenwärtig unter zumeist stillschweigend akzeptierten metaphysischen Zugeständnissen betrieben. Zuerst ist die erkenntnistheoretische Vorgabe zu nennen, die Natur als etwas tatsächlich Gegebenes und vom betrachtenden Subjekt unabhängig Existierendes anzunehmen. Diese Gegenüberstellung von Erkenntnissubjekt und Erkenntnisgegenstand macht die Natur einer wissenschaftlichen Beschreibung und Analyse methodisch zugänglich. (Eine andere Position nimmt dazu der Berkeley'sche Idealismus ein, der an dieser Stelle nicht diskutiert werden soll.) Die Erwartung und die Intuition des Menschen, dass es regelmäßige und kausale Zusammenhänge zwischen den Entitäten* der natürlichen Vielfalt gibt, die durch das menschliche Erkenntnisvermögen und mittels der Vernunft angemessen erfasst werden können, sind als weitere philosophische Grundvoraussetzungen zu benennen. Diese Grundpositionen werden vom christlichen Schöpfungsglauben ebenso wie vom ontologischen Naturalismus* *a priori* in Anspruch genommen, weshalb unter beiden Weltsichten Naturwissenschaft möglich war und ist. Allerdings ist für den Naturalisten im Gegensatz zum christlichen Theisten Ordnung etwas unerklärbar Gegebenes, über dessen Ursprung er nicht wirklich Rechenschaft ablegen kann. Von realen Menschen praktizierte „Naturwissenschaft“ ist auch in ihrer modernen Erscheinung keine von subjektiven Einflüssen gänzlich unabhängige objektive Erkenntnismethode. Die Inhalte, Fragestellungen oder Leitideen trugen und tragen immer den Stempel des soziokulturellen, politischen und weltanschaulichen Gesamtgefüges der jeweiligen zeitgeschichtlichen Epoche. Im historischen Werdegang der Wissenschaften sind selbstredend viele solche Spuren dokumentiert. Die Geschichte der Biologie, insbesondere das wissenschaftliche Denken über Evolution und Schöpfung, liefert dafür beeindruckende Belege (ULLRICH 1997).

Methodischer Rahmen und inhaltliche Fragestellungen der Naturwissenschaft Biologie

Naturwissenschaft: Objektive Methoden in einem subjektiven Umfeld

Naturwissenschaft stellt in ihrer idealen Form eine methodisch definierte und rational begründete Herangehensweise an die für den Menschen wahrnehmbare Natur dar. Naturwissenschaftler verfolgen damit das Ziel, über die Natur einschließlich den Menschen transsubjektiv gültige

Aussagen bzw. Erkenntnisse zu formulieren. Diese Methode erscheint zudem auch unabhängig von der Weltanschauung oder subjektiven Vorlieben der Wissenschaftler weltweit reproduzierbar und damit überprüfbar.

Diese Charakterisierung ist jedoch nur eingeschränkt gültig und damit eine Idealisierung, denn Naturwissenschaftler arbeiten erstens in der Regel stillschweigend mit metaphysischen Voraussetzungen (siehe Kastentext). Zweitens wird in der Praxis des heutigen naturwissenschaftlichen Betriebes (reale institutionalisierte Form von Wissenschaft) darüber hinaus der naturwissenschaftliche Ansatz häufig verabsolutiert bzw. weltanschaulich aufgeladen, indem die Natur (als Gegenstand der Forschung) und auch ihre Geschichte als abgeschlossene Systeme betrachtet werden, welche ausschließlich auf Basis von Naturgesetzen und Randbedingungen (die beide als zu diesem System gehörend betrachtet werden) zu erklären sind. Dies wird häufig auch als der (angeblich nur methodische) Grundsatz formuliert „als ob es Gott nicht gäbe“ (bzw. als ob Gott nie am Anfang oder in die Natur hineingewirkt hätte und auch keine sonstigen nicht-physikalisch bedingten Wirkungen stattfinden könnten). In den darauf aufbauenden Gesamterklärungen wird also nur Gesetzes- und Beschreibungswissen akzeptiert, das auf regelmäßige Beobachtungen und kausale Zusammenhänge für die Ursachen-Wirkungs-Beziehungen zurückgreift und von daher – wenigstens theoretisch – eine (möglichst transsubjektive) empirische Überprüfbarkeit erlaubt.

Der naturwissenschaftliche Ansatz wird häufig verabsolutiert oder weltanschaulich aufgeladen, indem die Natur und ihre Geschichte als abgeschlossene Systeme betrachtet werden.

Dadurch sind alle nicht-natürlichen Erklärungsszenarien von vornherein vom Tisch. Denn im rein naturwissenschaftlichen Sprachspiel finden

bestimmte Ausdrücke wie etwa „Schöpfer“, „Gott“, „Designer“ keine Anwendung und sind somit ohne Relevanz für eine *naturwissenschaftliche* Erklärung als solche. D. h., alles, was einer naturwissenschaftlichen Beschreibung aufgrund seines ontologischen* Status nicht zugänglich ist („beschreibungsunabhängige Existenz“, z. B. Gott, Ewigkeit, Engel, Teufel), soll weder als Erklärung noch als zu Erklärendes im rein naturwissenschaftlichen Sprachspiel genutzt werden (GUTMANN 2005). Es ist jedoch ein fataler Kurzschluss, diese Konvention und methodische Vorgabe als argumentative Grundlage ins Feld zu führen, um die Existenz oder eine Schöpferfähigkeit Gottes als wissenschaftlich widerlegt zu betrachten (siehe das o. g. Zitat von WUKETITS). Denn dies würde einen (unbegründeten und nicht begründbaren) radikalen Reduktionismus voraussetzen, nämlich dass *alle* Erklärungen naturwissenschaftliche Erklärungen sein müssen, bzw. dass alle Dinge letztlich physikalischer Art sind.

In der wechselseitigen Abhängigkeit von Wissenschaft und Weltbild liegt eine Gefahr des Missbrauchs des Wissenschaftsbegriffs oder der ungerechtfertigten Inanspruchnahme sogenannter „Wissenschaftlichkeit“. Wird z. B. unvermittelt im Namen der Wissenschaft davon gesprochen, dass nur das auf diesem Weg erlangte Wissen die *alleinige* Wirklichkeit repräsentieren kann, verwechselt man Weltanschauung mit wissenschaftlicher Rede (z. B. im Historischen und Dialektischen Marxismus von Karl Marx oder im neuen Atheismus bei Richard Dawkins und anderen). Jede spezielle (angebliche) Erkenntnismethode, die sich ihrer eigenen erkenntnistheoretischen Vorgaben, methodischen Grundlagen und Grenzen nicht mehr bewusst ist, hört auf, Erkenntnismethode zu sein. Sie wird zu einem weltanschaulichen Glaubenssystem und, wo sie mit einem ggf. aggressiv vertretenen Wahrheits- oder Geltungsanspruch auftritt, zu einer ideologischen Normative.

Die öffentliche Diskussion zu den Fragen von Schöpfung und Evolution wird häufig von zwei Fronten dominiert, polemisierenden Formen des neuen Atheismus und des politisierenden Kreationismus. Letzterer ist hierzulande jedoch nicht existent. In zahlreichen Publikationen von Vertretern beider Fronten lassen sich Erscheinungsformen und Endpunkte der o. g. Fehlentwicklungen gut belegen. Auf der Basis einer absolut gesetzten und allein richtigen „Wissenschaftlichkeit“ wird die eigene Position mit wissenschaftlichem Anspruch als ausschließliche und alles erklärende Sicht der Welt und des Menschen propagiert.

In der wechselseitigen Abhängigkeit von Wissenschaft und Weltbild liegt eine Gefahr des Missbrauchs des Wissenschaftsbegriffs.

Biologie: Naturwissenschaft vom unbekanntem Leben

Die Biologie, die Wissenschaft vom Leben, gilt als eine empirische Naturwissenschaft. Das heißt, nur empirische Befunde (Beobachtungen, Messungen, Analysen der Zusammenhänge von Form und Funktionen usw.) und sie verbindende Ursache-Wirkungs-Beziehungen sind für eine biologische Erklärung zugelassen. Gegenüber der Physik oder Chemie zeigt die Biologie jedoch deutliche Eigenarten. Die Besonderheiten der funktional-analytisch arbeitenden Biologie lassen sich in dreierlei Hinsicht festmachen. Erstens: Es fehlt der Biologie an einer Definition ihres ureigenen Forschungsgegenstandes, dem Leben. Zum zweiten wird der Forschungsgegenstand der Biologie als [teleologisch](#) oder zweckmäßig charakterisiert (konstituiert); die Frage „Wozu“ ist treibende Kraft hinter einem Großteil der biologischen Forschung (anders als in Physik und Chemie). Das führt drittens dazu, dass ihre Ergebnisse wesentlich in

(teleologisch zu analysierenden) Funktionalaussagen formuliert werden. Auf diese drei Besonderheiten kommen wir im Folgenden zu sprechen.

Was ist Leben?

„Trotz – oder gerade wegen – seiner vielfachen Verwendung und der spontanen Zugänglichkeit des Bezeichneten [...] ist der Begriff aber in seinem deskriptiven Gehalt und normativen Status unklar“ (TOEPFFER 2005b, 157, zum Begriff „Leben“).

Das Leben lässt sich nicht allein durch Physik und Chemie beschreiben oder in seinen Erscheinungsformen vollständig auf ihre Gesetze zurückführen, allein schon, weil Leben wesentlich teleologische Merkmale hat. Die Wiederbelebung von Emergenztheorien* und systemtheoretischen Erklärungsansätzen zur Erklärung des Auftretens von Leben sind Ausdruck einer entsprechenden Neuorientierung innerhalb biologischer Forschungsrichtungen, um sich aus der Enge und Sprachlosigkeit reduktionistisch-physikalistischer Szenarien zu befreien (STEPHAN 2005; STOTZ 2005a). Den Schwierigkeiten des naturalistischen Emergenzbegriffs, insbesondere wo er solche „höheren“ Phänomene, die nicht vollständig auf Physik und Chemie reduzierbar sind, erklären soll, kann an dieser Stelle nicht weiter nachgegangen werden (siehe dazu WIDENMEYER 2018). Aber auch andere biologische Zentralbegriffe sind hinsichtlich ihrer begrifflichen Fassung relativ unbestimmt und bis heute in der Diskussion. Beispiele sind „Funktion“, „Organismus“, „Gen“, „[Homologie](#)“ oder „Art“, was nicht ohne entsprechende Konsequenzen für darauf aufbauende Modellierungen geblieben ist (vgl. WILLE & RHEINBERGER 2009).

Das Leben lässt sich nicht allein durch Physik und Chemie beschreiben oder in seinen Erscheinungsformen vollständig auf ihre Gesetze zurückführen.

Teleologie als Methode?

In Folge der Auseinandersetzungen mit den Thesen des Intelligent Design rückte das umstrittene Verhältnis von Biologie zur [Teleologie](#) erneut in den Fokus. Die Teleologie gilt als „... *die Lehre von den Zwecken und zielgerichteten Prozessen*“ (TOEPFER 2005a, 36). Auch in einer naturalistisch geprägten Biologie ist die Verwendung einer teleologischen Sprache gängige Praxis und offenbar unumgänglich. Die Voraussetzung von Zweckmäßigkeit (die man jedoch streng von wirklicher Zwecksetzung als intentionalen, willentlichen Prozess der Zielvorgabe abgrenzen will) ist nach TOEPFER für die Erforschung der Organismen und ihrer Wechselbeziehungen konstitutiv. Das heißt: Das (auch nur teilweise) Verständnis eines Organismus ist ohne die Kategorie der Zweckmäßigkeit nicht möglich. Man kann z. B. die Tätigkeit des Herzens nicht angemessen beschreiben und verstehen, ohne einen Zweck ins Spiel zu bringen. Gleichzeitig wird betont, dass im Rahmen der naturalistisch bestimmten Naturwissenschaft diese Zweckmäßigkeit „... *zwar zum Bestimmungsgrund, damit aber nicht zur realen Ursache des betreffenden Gegenstandes*“ (TOEPFER 2005a, 50) erhoben werden kann. Das heißt: Der Zweck des Herzens als Pumporgan wird nicht als Ursache der Entstehung des Herzens eingeführt. Somit wird die Funktion von Teleologie allgemein als methodisch notwendig für die Beschreibung lebender Systeme akzeptiert; die Mehrzahl der heutigen Biologen distanziert sich jedoch deutlich von einer rational ebenso begründeten realen Teleologie, die eine zwecksetzende Entstehungsursache der Organismen postuliert (z. B. einen Schöpfer) oder eine Ausrichtung aller Elemente des Universums auf Ziele

hin annimmt (z. B. teleologische oder theistische Evolutionstheorien). Begründet wird diese Position nicht aufgrund des biologisch verfügbaren Datenmaterials oder Wissens, sondern weil sie mit einem naturalistischen Weltbild nicht vereinbar ist (da sie einen Akteur voraussetzt) und daher nur ateleologische Ursprungsmodelle zugelassen werden. TOEPFER begründet den dominierenden Konsens so:

„Abgelehnt werden diese Formen der Teleologie, weil die bestehenden Modelle zur kosmischen Genese und organischen Evolution als hinreichende Erklärung der anorganischen Veränderung und organischen Höherentwicklung gelten und weil keine zielgebenden Faktoren identifiziert werden konnten – und weil diese darüber hinaus einen fraglichen Status in einem naturwissenschaftlichen Weltbild hätten, das ohne einen planenden Schöpfergott auskommen will“ (TOEPFER 2005a, 37).

Die Gründe, welche hier aufgeführt werden, um eine universelle Teleologie als möglichen Erklärungskontext wissenschaftlicher Fragestellungen auszuschließen, basieren also erstens auf der Überzeugung, dass die heutigen Vorstellungen über eine natürliche Entwicklung des Kosmos und des Lebens hinreichende Erklärungen bieten. Zweitens auf der Vorstellung, dass nur rein naturwissenschaftliche Erklärungen akzeptabel sind, während es mit den Methoden der Naturwissenschaft nicht möglich ist, teleologische Zusammenhänge zu beschreiben; und drittens, damit eng verbunden, auf dem Bekenntnis zu einer vermeintlich „naturwissenschaftlichen“ (in Wirklichkeit: naturalistisch-reduktionistischen) Weltanschauung, welche sonst zur Disposition stünde. Während die beiden zuletzt genannten Argumente TOEPFERS offensichtlich weltanschaulicher Natur sind, beruft sich das erste auf einen angeblichen Erfolg naturwissenschaftlicher Modellierungen in Ursprungsfragen. Hier

lässt sich eine *per se* nichtnatürliche Handlungsursache aber nur dann als unnötig erweisen, wenn die favorisierten, natürlichen (ateleologischen) Evolutionsmodelle ihren Anspruch, hinreichende Erklärungen der „anorganischen Veränderung und organischen Höherentwicklung“ zu liefern, tatsächlich umfassend einlösen könnten. Das ist aber keineswegs der Fall, auch wenn dies – wie bei HEMMINGER oben gezeigt – permanent behauptet wird (vgl. dazu HEILIG & KANY 2011 sowie den Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band).

Funktionalaussagen als teleologische Beschreibungen

Aufgrund der Zweckmäßigkeit, die wir bei Lebewesen und ihren Bestandteilen als Forschungsgegenstand der Biologie antreffen, besitzen auch biologische Beschreibungen eine besondere Qualität: Sie sind, anders als z. B. die Darstellung der Bewegungen von Elektronen, Funktionalaussagen mit teleologischem Charakter (wofür etwas *gut* oder *nützlich* ist). Dazu einige Beispiele: Die Reizauslösung und -übertragung *funktioniert* im Auge unter Einbeziehung biochemischer Reaktionskaskaden. Die *Regulierung* der Herzfrequenz erfolgt bei Belastung u. a. durch die körpereigene *Analyse* der Blutgase. Die Ausschüttung von Hormonen wird über periphere Rezeptoren *gesteuert*. In Mechanismen, welche Gene *aktivieren oder inaktivieren*, sind z. B. Masterkontrollgene eingebunden.

Die funktional-analytisch arbeitende Biologie erfolgt primär unabhängig und unbeeinflusst vom Wissen oder von Theorien über die Herkunft und Entstehung des Lebens.

Die Behandlung der Themenstellungen im Rahmen der funktional-analytisch arbeitenden Biologie erfolgt primär unabhängig und unbeeinflusst vom Wissen oder von Theorien über die Herkunft und Entstehung des Lebens. Dies gilt auch dann, wenn angeregt durch Ursprungshypothesen nach speziellen molekularbiologischen, physiologischen oder morphologischen Merkmalen der Organismen gesucht wird. Im Gegensatz zu den hier betrachteten funktional-analytisch ausgerichteten Beschreibungen, die zu 100% die gesamte moderne Medizin bestimmen, zeigen Ursprungstheorien wie die Evolutionstheorien eine grundsätzlich andere Begründungsstruktur und einen anders zu definierenden Forschungsgegenstand. Die Evolutionsbiologie ist wie jede Ursprungsforschung nur unter Rückgriff auf bereits „nicht-evolutionär“ erworbenes Wissen möglich und verfolgt auf dieser Basis dann den Anspruch, das heutige Erscheinungsbild der Organismen und den Charakter der Ökosysteme als Ergebnis einer natürlichen Entwicklung (Evolution) zu erklären (Abb. 2). Im Ergebnis entwirft sie Rekonstruktionen eines hypothetischen Entwicklungsverlaufes in erzählender Berichtsform (z. B.: „Aus A ist B entstanden, D und C leiten sich von Vorfahren ab, die B nahe standen“).

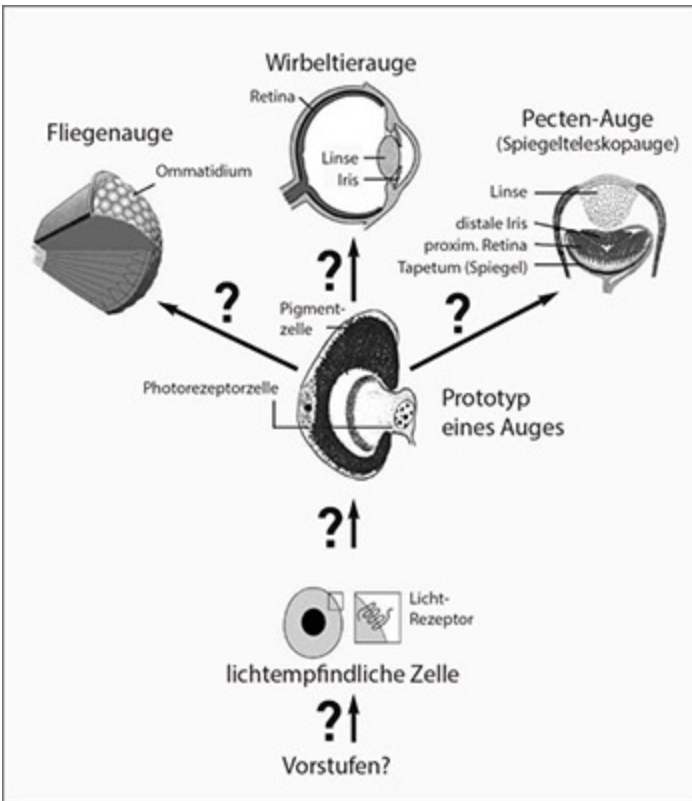


Abb. 2: Das Verständnis für die Funktion und den Aufbau des Auges (v. l.: Komplexauge, Linsenaug, Spiegelteleskopauge der Muschel *Pecten*) leistet die funktional analytische Biologie. Ihre Ergebnisse sind unabhängig davon, welche Entstehungstheorie man zugrunde legt. Erst das Wissen um Funktion und Aufbau der Augen bei verschiedenen Tieren ermöglicht es der Evolutionsbiologie, mögliche Entstehungsabfolgen zu rekonstruieren (Pfeile). Deshalb sind evolutionsbiologische Modellierungen letztendlich als ein nachgeordneter Typ wissenschaftlicher Begründung zu bestimmen. Sie „... sind für die (in der Regel funktional orientierte) laborwissenschaftliche Praxis letztlich irrelevant“ (GUTMANN 2005). (Aus JUNKER & SCHERER 2013)

„Methodologisch von Bedeutung ist nun, dass die Evaluierung unserer Erzählung im Lichte genau jenes funktionalen und nomothetischen* Wissens stattfindet, das wir grundsätzlich auch ohne diesen Bericht in Geltung setzen können. Dies scheint die Evolutionstheorie als einen zwar methodologisch möglichen, aber letztendlich nachgeordneten Typ wissenschaftlicher Begründung zu bestimmen. Insofern wäre sie für die (in der Regel funktional orientierte) laborwissenschaftliche Praxis letztlich irrelevant“ (GUTMANN 2005, 263).

Evolution, Evolutionsbiologie und der Abschied von „der Evolutionstheorie“

Fehlende Reflexionen

1983 publizierte Alfred LOCKER eine Arbeit über system- und metatheoretische Aspekte von „Evolution“ und „Evolutionstheorie“. Darin beklagt der Autor die weitestgehend fehlende Bereitschaft von Evolutionsbiologen zu einer wissenschaftstheoretischen Reflexion über ihren Forschungsgegenstand, über die zugrunde liegenden Sätze ihrer weltanschaulichen Konventionen und theoretischen Konzeptionen.

„Ohne Rücksicht auf die Schwierigkeit, den mit ‚Evolution‘ gemeinten Prozess zu definieren, wird er für eine unumstößliche Tatsache gehalten und die ihn darlegende, sich nach ihm benennende Theorie als eine so sehr gesicherte angesehen, dass für ihre Anhänger keine Veranlassung besteht, ihr ‚Lieblingskind‘ auf seine Rechtmäßigkeit zu prüfen, d. h. die Theorie metatheoretisch zu reflektieren und nach ihrer Voraussetzung und Geltung zu fragen“ (LOCKER 1983, 2).

Die Evolutionsbiologie blieb scheinbar unbeeindruckt von dieser Kritik, so dass 13 Jahre später auch GUTMANN resümiert:

„Während die moderne Wissenschaftstheorie die Biologie kaum wahrnimmt, hat sie sich von dieser doch zugleich in immer größeren Maßen abhängig gemacht. [...] Umgekehrt hat die Weigerung der Biologie, auf wissenschaftstheoretische Einwände zu antworten, zur Blindheit dieser Naturwissenschaft gegenüber eigenen methodischen Schwächen geführt. Das lässt sich in besonderer Weise am Beispiel der

Evolutionstheorie als einer der für Philosophie wie Biologie gleichermaßen zentralen Ansätze moderner Naturwissenschaft aufzeigen“ (GUTMANN 1996, Covertext).

In einem Beitrag des „Laborjournals“ weist der Pflanzenphysiologe KUTSCHERA offensichtlich unbeeindruckt immer noch die Anfragen der Geisteswissenschaften an die Evolutionsbiologie schroff zurück: „Nichts in den Geisteswissenschaften ergibt einen Sinn, außer im Licht der Biologie“ (KUTSCHERA 2008, 32). Abseits einer solch platten und zirkulären Argumentationslogik gibt es genügend Autoren unter den Evolutionsbiologen, die sich der Bedeutung der von LOCKER zurecht geforderten Reflexion bewusst waren und diese anstrebten. Zum Beispiel sei auf S. J. GOULD verwiesen.

„Wenn Wissenschaftler sich den Mythos zu Eigen machen, dass Theorien ausschließlich aus Beobachtungen erwachsen, und wenn sie deshalb nicht prüfen, welche persönlichen und gesellschaftlichen Einflüsse sie aus ihrem eigenen Inneren beisteuern, missverstehen sie nicht nur die Ursachen ihrer Meinungsänderung, sondern unter Umständen begreifen sie auch nicht, welche tief greifende, umfassende geistige Verschiebung in ihrer eigenen Theorie verschlüsselt ist“ (GOULD 2005, 456).

Evolution

„Tatsache Evolution“ – so titulierte KUTSCHERA (2009) zu Ehren von Charles Darwins 200. Geburtstag und des 150. Jahrestages der Publikation seines Hauptwerkes „On the Origin of species“ eines seiner Bücher. Unter vielen Wissenschaftlern und in breiten Teilen der westlichen Gesellschaft gilt

„Evolution“ als Faktum, so selbstverständlich und sichtbar wie eine gerade stattfindende Mondfinsternis oder ein Erbeben in Indonesien. Ein weiteres Beispiel dieser Art bieten JUNKER & PAUL (2009, 1): „Evolution ist eine Tatsache – so wie es eine Tatsache ist, dass sich die Erde um die Sonne dreht oder dass die ägyptischen Pyramiden vor mehr als 4000 Jahren erbaut wurden.“

In bemerkenswerten Analysen von LOCKER (1983) und von GUTMANN (1996; 2005) werden diese Darstellungen von Evolution als „[Hypostasierung](#)“* (LOCKER) bzw. als „empirischer Mißverständnis“ (GUTMANN) aus dem Blickwinkel der wissenschaftstheoretischen Analyse entmystifiziert. „Hypostasierung“ bezeichnet eine Redeweise, bei der sogenannte Abstrakta, die Nichtgegenständliches bzw. etwas Gedankliches ausdrücken (z. B. Glück, Frieden), im Sinne eines Konkretums (d.i. etwas Dingliches oder Gegenständliches wie z. B. Tisch, Mensch, Hammer) verwendet werden. Das geschieht in Beschreibungen von Evolution in einer Form, dass die Abstrakta als zielgerichtet oder selbständig agierende Realitäten, Subjekte oder Tatsachen dargestellt werden. So wird das Abstraktum „Evolution“ nach LOCKER kritiklos durch seinen Gebrauch zu einem Begriff, der für eine kausale Realität, eine handelnde Instanz oder Tatsache steht. Deshalb ist auch für GUTMANN die Verwendung von „Evolution“ in dieser hypostasierten Form ein „empirischer Mißverständnis“ von Evolution, der sich negativ auf den Erklärungswert von entsprechenden Theorien auswirkt (Zirkularität der Argumentation, s. u.). So wenig wie das Glück eine handelnde Instanz ist, so wenig ist, nach Meinung der o.g. Autoren, die „Evolution“ ein selbständig und zielgerichtet handelndes Subjekt oder eine fassbare kausale Ursache von Naturprozessen.

Beide Autoren sehen sich nicht als Kritiker der Evolution, die – als naturhistorischer Prozess verstanden – für sie die wissenschaftlich beste Erklärung der Geschichte des Lebens darstellt. Ihre Kritik trifft jedoch eine wissenschaftlich und wissenschaftstheoretisch nicht gedeckte

Bedeutungszuweisung zum Ausdruck „Evolution“, woraus ein meist unkritischer und quasireligiöser Gebrauch desselben resultiert. Die Aussagen „Das Auge war eine große Erfindung der Evolution“ und „Die Evolution gab mangelhaften Augen ein besseres Sehvermögen“ (Überschriften des New Scientist vom 6. 5. 2010) sind bemerkenswerte Beispiele dafür, wie „Evolution“ zum aktiv handelnden und kreativen Subjekt emporgehoben wird. Selbst in evolutionstheoretischen Fachpublikationen wird sehr häufig eine solche Sprache über Evolution verwendet.

„Evolution“ wird häufig zum aktiv handelnden und kreativen Subjekt emporgehoben.

Inhaltliche Bedeutungen von „Evolution“

Die gegenwärtige Verwendung des Ausdrucks „Evolution“ umfasst drei Aspekte, die in vielen Darstellungen jedoch nicht sachlich korrekt bzw. für den Leser nachvollziehbar differenziert werden. *Erstens*: Evolution als Beschreibung eines (hypothetischen) naturhistorischen Prozesses; *zweitens*: Evolution als Bezeichnung einer Leitidee oder einer paradigmatischen Vorgabe evolutionsbiologischer Forschung und *drittens*: Evolution als Synonym für einen übergreifenden weltanschaulichen Deutungsrahmen. (Für einen historischen Exkurs zu Verwendung und Bedeutung des Ausdrucks „Evolution“ siehe GOULD 2002.) Die Unterscheidung dieser inhaltlichen Bedeutungsaspekte bei der Verwendung des Begriffs „Evolution“ ist für eine differenzierte und sachliche Kritik von Aussagen über Evolution unabdingbar.

Die inflationäre Verwendung des Begriffes „Evolution“ erschwert eine fundierte Evolutionskritik, weil häufig nicht klar ist, welcher inhaltliche Aspekt eigentlich kritisiert wird. Die erfolgreiche Kritik eines bestimmten

inhaltlichen Aspektes von Evolution bedeutet nicht gleichzeitig die argumentative Widerlegung anderer inhaltlicher Aspekte von Evolution, die andere Fragestellungen betreffen. Zum Beispiel ist der bislang fehlende Beleg oder Nachweis für die Entstehung des Lebens aus anorganischen Elementen kein Argument gegen die Verwendung von Evolution als Leitidee in der biologischen Forschung. Oder: Das Scheitern des historischen Materialismus von Marx und Engels, die sich explizit auf Darwins Entwicklungslehre beriefen, ist kein Gegenargument für die Annahme der historischen Ableitung des Menschen aus affenähnlichen Vorfahren. Deshalb muss in der Debatte immer klar erkennbar sein, welche Bedeutung von „Evolution“ zur Disposition steht. Darüber hinaus ist es wichtig offenzulegen, mit welchen Argumenten der hypothetische Naturprozess „Evolution“ und/oder das Forschungsparadigma „Evolution“ und/oder „Evolution“ als Ideologie bzw. Weltanschauung hinterfragt werden und ob diese Argumente der jeweiligen Bedeutung entsprechend zur Anwendung kommen. Nachfolgend werden die drei Bedeutungen von Evolution näher charakterisiert.

1. „Evolution“ als Beschreibung eines (hypothetischen) naturhistorischen Prozesses

Die Rede von Evolution in diesem Sinne charakterisiert auf der Ebene der Naturerscheinungen einen vermuteten naturhistorischen Prozess, der durch den Wandel, das Werden und das Vergehen des Lebendigen in Folge naturimmanenter Wechselwirkungen vorangetrieben wird. Die gegenwärtige Gestalt der Lebensvielfalt und ihre räumliche Verteilung in den verschiedenen Ökosystemen werden als Ergebnis dieses naturhistorischen, natürlichen und ateleologischen Prozesses verstanden. Der Prozess „Evolution“ ist wie jeder historische Prozess in seiner Gesamtheit der unmittelbaren empirischen Beobachtung entzogen und nur

indirekt erschließbar bzw. rekonstruierbar (siehe dazu den Beitrag „Methodologie der Naturgeschichtsforschung“ in diesem Band).

Der hypothetische Naturprozess „Evolution“ wird häufig mit dem Entwicklungsvorgang der Individualentwicklung ([Ontogenese](#)) parallelisiert und der Begriff „Entwicklung“ für beide Prozesse synonym verwendet. Damit wird aber ein entscheidender Unterschied übergangen, der hier kurz erläutert werden soll: Evolution als hypothetischer Naturvorgang muss im Gegensatz zu „Entwicklung“ bei der (sichtbaren) Individualentwicklung erst wissenschaftlich plausibel gemacht werden. Während im Rahmen der funktional-analytisch biologischen Beschreibung der beobachtbaren Individualentwicklung über Entwicklung in *progressiver* Weise gesprochen werden kann (d. h., der Prozess kann vom Anfang bis zum Endzustand ausschließlich empirisch beschrieben werden ohne Zuhilfenahme eines handelnden Agenten oder einer wirkmächtigen Teleologie), ist dies bei „Entwicklung“ im Sinne stammesgeschichtlicher Evolution nicht möglich. Um den Status aufrecht zu erhalten, Evolution als einen ateleologischen, naturgesetzlich bestimmten Prozess zu fassen, muss diese „Entwicklung“ ebenfalls ausschließlich natürlich-ateleologisch (ohne Zuhilfenahme eines handelnden Agenten oder einer wirkmächtigen Teleologie), aber *regressiv* (vom Endzustand ausgehend hin zum Anfangszustand) gemutmaßt werden. Eine angemessene Darstellung von Evolution als Phänomen der hypothetischen stammesgeschichtlichen Entwicklung des Lebens erfordert damit Aussagen über den Anfang, Zwischenschritte, das Ergebnis, den Modus und die Mechanismen des postulierten Wandels. Somit ist zunächst mit GUTMANN festzuhalten, dass aus wissenschaftstheoretischer Sicht

„die Einheit des Naturvorganges Evolution kein empirischer Sachverhalt ist, sondern die Voraussetzung auch nur einer Konzeptualisierung derselben; wir können hier [...] von apriorischen

Aspekten der Gegenstandskonstitution sprechen ...“ (GUTMANN 2005, 250).

Damit ist Folgendes gemeint: Wie oben bereits angesprochen, darf der Prozess „Evolution“, den es zu erforschen und zu bestätigen gilt, in die Theorienbildung nicht schon primär als Faktum oder belegter empirischer Sachverhalt (als Tatsache „Evolution“), sondern nur als Leitidee (= Konzeptionalisierung, s. u.) eingeführt werden. Je nachdem, wie man sich den Verlauf des Prozesses „Evolution“ vorstellt (z. B. graduell oder sprunghaft, gelenkt oder un gelenkt usw.), sollten sich spezifische biologische oder paläontologische Befunde vorfinden bzw. nachweisen lassen (apriorische Aspekte der Gegenstandskonstitution). So kann man z. B. bei einer graduell verlaufenden Evolution feinabgestufte Formenreihen im Fossilbericht erwarten. Oder wenn die Mutationen als Ursachen für einen evolutionären Wandel richtungslos sind, wird (und wurde) erwartet, dass es nur in seltenen Fällen Konvergenzen* geben sollte (vgl. dazu den Beitrag „Evolution ‚erklärt‘ Sachverhalte und ihr Gegenteil“ in diesem Band). Die Missachtung dieser Zusammenhänge führt regelmäßig zu zirkulären Argumentationsmustern evolutionärer Konzeptionen, wie GUTMANN am Beispiel der Synthetischen Evolutionstheorie dokumentiert.

„Dieser Grundwiderspruch, der im empirischen Mißverstand der Evolution als eines gegebenen Naturgegenstandes verankert ist, wird auch im weiteren Verlauf den zentralen Ansatz der Rekonstruktionen liefern: er ist die Achillesferse darwinistischer Artkonzepte“ (GUTMANN 1996, 81).

In dem Moment, wo der hypothetische Naturvorgang Evolution selbst nicht mehr als Phänomen gilt, das zur Erklärung ansteht, sondern „Evolution“ zur Tatsache und ihr damit selbst eine nicht hinterfragbare

erklärende Funktion zugewiesen wird, wird „Evolution“ zu einem handelnden und real existierenden natürlichen Subjekt oder Agenten. Diese Akzentverschiebung bezeichnete LOCKER, wie bereits oben aufgeführt, als Hypostasierung. Unbewusst wird der hypothetische und zu erklärende Prozess Evolution zur „Evolution“ transformiert, also zu etwas faktisch Vorliegendem (wie ein Vulkanausbruch), und dem erkennenden Subjekt als nicht mehr in Zweifel zu ziehende objektive Realität dogmatisch gegenübergestellt. Den „objektiven“ Mechanismen der „Evolution“ traut man es dann unbedenklich zu, Organismen einschließlich des Menschen entstehen zu lassen. HEMMINGER dokumentiert diesen empirischen Missverstand von Evolution als gegebenen Naturgegenstand mit den sich daraus ergebenden Konsequenzen offenbar unbemerkt und deshalb eindrucksvoll, wenn er schreibt:

„Das ‚Dass‘ der Evolution steht nicht mehr infrage, sofern man der menschlichen Vernunft überhaupt zutraut, rationale Erklärungen für Naturvorgänge zu finden. [...] Die Frage ist auch nicht, ob es eine Evolution der Lebewesen gibt. Diese Frage ist empirisch beantwortet, denn die verfügbaren Beobachtungsdaten lassen sich nur mit Hilfe der Evolutionstheorie deuten“ (HEMMINGER 2007, 14, 22).

2. „Evolution“ als Bezeichnung einer Leitidee oder einer paradigmatischen Vorgabe evolutionsbiologischer Forschung

Evolution steht in diesem zweiten Bedeutungsaspekt als paradigmatische Leitidee oder Leitthema für die Deutung der heute beobachtbaren Merkmalsverteilungen und beschriebenen Ordnungen des Lebendigen. Da es unterschiedliche Vorstellungen vom Verlauf und den Triebkräften des historisch hypothetischen Naturprozesses „Evolution“ gab und gibt, wurden

auch vielfältige Evolutionstheorien entwickelt (vgl. Abschnitt „Das sonderbare Aufgehen der ‚Evolutionstheorien‘ in die Evolutionsbiologie“). „Evolution“, als Paradigma verwendet, bedeutet, dass man Evolution im Sinne einer Arbeitshypothese als naturhistorisch tatsächlich geschehen voraussetzt. Die Vorgabe einer Arbeitshypothese ist eine gängige Praxis im Wissenschaftsbetrieb, nur muss die Arbeitshypothese auch als solche klar benannt und erkennbar sein. Das jeweilige Bild vom vermuteten Ablauf des Evolutionsvorganges liefert einen vorgegebenen theoretischen Rahmen, in den wissenschaftliche Daten, Hypothesen und Theorienbildungen eingepasst werden. Eine zunächst auch ohne die Voraussetzung von Evolution wahrnehmbare Ordnung (z. B. auf der Basis von morphologischen, genetischen, molekularbiologischen oder embryonalen Ähnlichkeitsvergleichen) wird sekundär im Sinn der Arbeitshypothese „Evolution“ interpretiert und z. B. als phylogenetisch bedingte Verwandtschaft mittels Stammbäumen oder Cladogrammen abgebildet.

Die Möglichkeit, Stammbäume zu erstellen, ist kein Beweis für die Tatsächlichkeit des Prozesses „Evolution“.

Die Möglichkeit, entsprechende Stammbäume zu erstellen, ist aber kein eindeutiger Beweis für die Tatsächlichkeit des Prozesses „Evolution“ (s. o.), sondern ein Argument dafür, dass unter der Vorgabe der spezifischen Leitidee „Evolution“ eine (mehr oder weniger plausible) Deutung biologischer Daten möglich ist (ähnlich wie beim Vergleich der Leitideen der Newton'schen Physik mit denen der Allgemeinen Relativitätstheorie). Unter dieser Vorgabe kann sich die favorisierte Leitidee „Evolution“ auch als nicht tragfähig erweisen oder es kann sein, dass bestimmte Daten nicht befriedigend gedeutet werden können. Das wiederum fordert ein Nachdenken darüber, ob die gewählte Leitidee „Evolution“ in der jeweils

spezifischen Ausformung noch tragfähig ist oder einer Reform oder gar Ablösung bedarf.

In den letzten 160 Jahren wurden vielfältige, zum Teil widersprüchliche evolutionstheoretische Modellierungen oder historische Rekonstruktionen (bzw. historische Berichte nach GUTMANN) in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht. Deutliche Differenzen unter den Evolutionsbiologen finden sich zum Beispiel, wenn man danach fragt, ob man spezielle Richtungen oder Tendenzen des evolutionären Prozesses retrospektiv erkennen kann und wer eigentlich Träger des evolutionären Wandels ist (Gene, Organismen, Populationen, Organismus-Umweltsysteme usw.). Aufgrund ihres naturhistorischen Charakters sind die einzelnen Evolutionstheorien nicht falsifizierbar, sie besitzen eine mehr oder weniger große Plausibilität (VOGT 2008, vgl. auch den Beitrag „Methodologie der Naturgeschichtsforschung“ in diesem Band). Denn ohne Wissen über den tatsächlichen Ablauf des naturhistorischen Prozesses „Evolution“ kann eine Entscheidung darüber, welcher phylogenetische Stammbaumentwurf oder welcher Evolutionsmechanismus der richtige ist, aus rein methodischen Gründen nicht getroffen werden. Es ist leider zur Regel geworden, den hier skizzierten Aspekt von „Evolution“ als Leitidee spezifischer Evolutionsmodelle zu verschleiern, zu ignorieren und nicht mehr zu thematisieren. Stattdessen werden die unter Verwendung der Arbeitshypothese ermittelten Ergebnisse, z. B. die Konstruktion von Stammbäumen und Cladogrammen, pauschal als empirischer Beweis für den historischen Prozess „Evolution“ präsentiert. Richtig ist, dass eine erfolgreiche evolutionsbiologische Forschung unter dem gewählten Paradigma „Evolution“ Selbiges stützt. Aber die Möglichkeit, biologische Fakten prinzipiell auch unter einer anderen Leitidee (z. B. Schöpfung, [Intelligent Design](#)) zu deuten und zu erklären, bleibt unverändert bestehen und muss offengehalten werden.

Um der Leitidee „Evolution“ eine steigende Plausibilität zur verleihen, ist ein Stehenbleiben auf Ergebnissen des Merkmalsvergleiches nicht ausreichend. Engagiert und aus unterschiedlichsten Blickwinkeln sucht die Evolutionsbiologie nach *Ausgangsbedingungen* und *Mechanismen*, die das Entstehen von Neuem ([Makroevolution](#), [Innovation](#), Bauplanwechsel), den Wandel ([Mikroevolution](#)) und das Vergehen von Vorhandenem der Organismen erklären. Die aus der funktional-analytisch orientierten Biologie verfügbaren Befunde (z. B. Mutation, horizontaler Gentransfer bei Bakterien, Wechselwirkung zwischen epigenetischen und genetischen Funktions- und Informationsträgern, ontogenetische Regulationskaskaden, Selektion, Populationsdynamik, Zusammenhang von Form und Funktion usw.) wurden und werden dabei retrospektiv in die Vergangenheit extrapoliert mit dem Ziel, sie zur Klärung der Mechanismen der Evolution und zur Erstellung eines Evolutionsverlaufes im Modus der hypothetischen Rekonstruktion zu nutzen (GUTMANN 2005). Hinsichtlich der Mechanismenfrage kann jedoch von einer steigenden Plausibilität der Leitidee „Evolution“ durch die Evolutionsforschung in den letzten 160 Jahren nicht gesprochen werden (vgl. den Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band).

Die vielfältigen ungeklärten Fragen und angebotenen Lösungsvorschläge zur Aufklärung der Evolutionsmechanismen sind ein Symptom dieser Situation. Die einzelnen divergierenden Ansätze lassen sich auch nicht einfach unter dem Namen einer Erweiterten Synthetischen Evolutionstheorie (ESET) miteinander verbinden (so versucht es z. B. KUTSCHERA 2007). Ein Blick in die aktuelle Literatur zeigt demgegenüber, dass widersprüchliche und einander ausschließende Ansätze im Rahmen der evolutionsbiologischen Forschung bewusst verfolgt wurden und werden (s. u.). Die Forderung, bisher favorisierte evolutionstheoretische Modellierungen, wie die Synthetische Evolutionstheorie (SET) grundsätzlich zu hinterfragen und durch andere zu ersetzen, wird immer

deutlicher formuliert (z. B. LALAND et al.2014). Es muss an dieser Stelle jedoch betont werden: Unabhängig und unbeeindruckt vom Erfolg oder Misserfolg der Evolutionsbiologie, „Evolution“ im Sinne des historischen Naturprozesses plausibel zu machen oder „Evolution“ als sinnstiftende Leitidee der Biologie zu bestätigen, verlaufen die Weiterentwicklung und der Wissenszuwachs der funktional-analytisch arbeitenden Biologie. Die Ergebnisse der Biologie bilden selbst erst das Rückgrat für eine vom Paradigma „Evolution“ begründete hypothetische Rekonstruktion der Geschichte der Lebewesen. Umgekehrt lässt sich dies eben nicht behaupten. Biologie lässt sich erfolgreich auch ohne das Paradigma „Evolution“ betreiben.

3. „Evolution“ als Synonym für einen übergreifenden weltanschaulichen Deutungsrahmen

Kurz noch einige Gedanken zur Verwendung des Ausdrucks „Evolution“ als ideologisches oder weltanschauliches Programm. Mit „Evolution“ in diesem Grundverständnis wird viel erklärt, sie gilt als Sinnstifter nicht nur in der Biologie.

„Erstens ist die Evolution eine Wahrheit – und Wahrheit kann uns nur freier machen. Zweitens befreit die Evolution den Geist des Menschen“ (GOULD 2005, 281).

Mit dem Anspruch, auch die Gesamtwirklichkeit als evolutionäres Entwicklungsprodukt zu fassen, wird „Evolution“ hier zum universell-weltanschaulichen ateleologischen Erklärungsansatz. Diesen Schritt gehen aber nicht alle Befürworter eines ateleologischen Ursprungsmodells mit. Denn Gott, Glauben, Bewusstsein, Denken, Moral und Freiheit des Menschen werden in dieser ideologisierten Sicht des Evolutionismus

jeglicher kategorialen und qualitativen Sonderstellung enthoben – falls ihre Existenz überhaupt zugebilligt wird (z. B. JUNKER & PAUL 2009). Wird der dogmatisch vertretene Anspruch, „Evolution“ als Tatsache zu deklarieren, mit weltanschaulichen Elementen verwoben, ist es berechtigt, von *Evolutionstheorie* zu sprechen und sie mit religiös motivierten Schöpfungslehren oder gar ganzen religiösen Lehrsystemen zu vergleichen.

Biologie lässt sich erfolgreich auch ohne das Paradigma „Evolution“ betreiben.

Das sonderbare Aufgehen der „Evolutionstheorien“ in die Evolutionsbiologie

Evolutionstheorien

Medien, Bücher (auch Lehrbücher) und einige gern zitierte Experten der Evolutionsbiologie reden häufig von der „Evolutionstheorie“ als einer einheitlichen, vollständig bewiesenen, im Zuge des wissenschaftlichen Fortschritts ständig verbesserten wissenschaftlichen Theorie zur Erklärung der Evolution.

„Seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist auch Darwins Evolutionsmechanismus aus Variation und Selektion, seine berühmte Theorie der natürlichen Auslese, in ihrer modernisierten Form konkurrenzlos. [...] Die Evolutionstheorie kann (noch) nicht alles erklären und wie in jeder Wissenschaft gibt es offene Fragen, ungelöste Probleme und interessante neue Forschungsfelder. [...] Nicht die Mathematik ist also das Entscheidende, wie der Philosoph Immanuel Kant vermutet hatte (1786: 14), sondern man kann ohne

Übertreibung sagen, dass in der Wissenschaft vom Menschen ,nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden kann, als darin Evolutionstheorie anzutreffen ist“ (JUNKER & PAUL 2009, 1).

Diese Darstellung spiegelt jedoch nur *eine* Position von dem wider, was an tatsächlicher Vielfalt in der Evolutionsbiologie diskutiert wurde und wird. Es gab und gibt nicht die eine „Evolutionstheorie“, welche in einer einheitlichen Synthese alles Wissen der Biologie und alle Aspekte der zur Disposition stehenden Anfragen zur Evolution beantworten würde (vgl. Abb. 3 und 4).

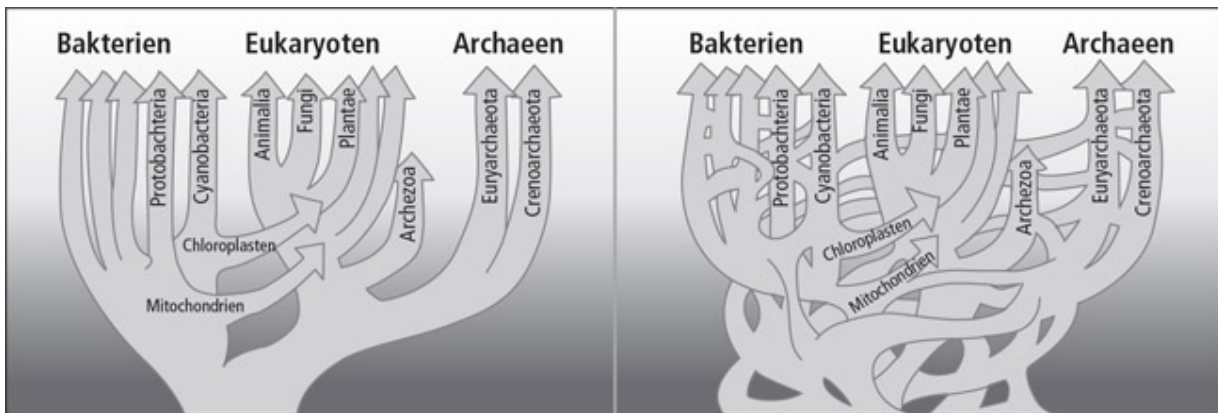


Abb. 3: Vom Stammbaum zur Vernetzung bei den drei Domänen des Lebens (Bakterien, Eukarya und Archaea). Links die traditionelle Sicht, rechts die neue Sicht, die mit vielfachem horizontalem Gentransfer zwischen verschiedenen Linien rechnet und so zu einer starken Vernetzung führt. (Modifiziert nach DOOLITTLE 1999)

„Wie jede wissenschaftliche Disziplin bietet uns nämlich auch die Evolutionsbiologie ein ganzes Feld unterschiedlicher und z. T. sich gegenseitig ausschließender Ansätze, Theorien und Theorietraditionen“ (GUTMANN 2005, 249).

Analog – wie bei der Verwendung des Begriffes „Evolution“ gezeigt – ist bei JUNKER & PAUL (2009) eine ähnliche Bedeutungsverschiebung und

Hypostasierung bezüglich der Verwendung des Ausdrucks Evolutionstheorie zur „Evolutionstheorie“ zu beobachten. Wegen eines absolut gesetzten Geltungsanspruches dieser imaginären „Evolutionstheorie“ kritisiert LOCKER umso schärfer den ihr („ET“) zugrunde liegenden Trugschluss.

„Das leichtfertige Unterlassen von begrifflichen Differenzierungen und das bedenkenlose Zusammenwerfen alles dessen, was die Vernunft zu trennen verlangt, besonders von Empirischem (Gegenständlichem) und Trans-Empirischem (dem das Gegenständliche Voraussetzenden) führt zu dem Faktum, daß die ‚ET‘ nur von der Verschleierung ihrer krassen Denkfehler lebt“ (LOCKER 1983, 6).

Es gibt eine Fülle von wissenschaftshistorischer Literatur, die sich der Evolution von Evolutionstheorien gewidmet hat. Die darin formulierten Ergebnisse dokumentieren, dass es vor, während und nach Darwin bis in unsere heutige Zeit immer mehrere parallel existierende konzeptionelle Entwürfe gab, um den naturhistorischen Prozess „Evolution“ als Ganzes oder einiger ihrer Details zu erklären. (Eine gute Zusammenfassung liefern LEVIT et al. 2005, eine detaillierte Analyse ist bei GOULD 2002 zu finden.) Die Synthetische Evolutionstheorie (SET) oder in ihrer modernen Variante die Erweiterte Synthetische Evolutionstheorie (ESET, KUTSCHERA 2007) gilt in der breiten Wissenschaftswelt als Standardmodell, konnte sich aber nie gegen alternative Modellansätze allgemein durchsetzen. LEVIT et al. (2005) zählen zu den alternativen Evolutionstheorien jene Entwürfe, die sich selbstredend als Alternative zur SET verstehen, die als unvereinbar mit ihr gelten und die von den Vertretern der SET als konkurrierende Ansätze interpretiert werden. Dazu gehören im 19. und 20. Jahrhundert nach TÖPFER (2011) (1) die Mutationstheorie (z. B. SIMSON 1944: „Quantum Evolution“, GOULD 2002: „punctuated equilibrium“), (2) Biosphärentheorien und

Evolutionstheorien auf globaler Ebene (z. B. VERNADSKYS Biosphärentheorie 1926), (3) der „Wissenschaftliche“ Kreationismus (z. B. Formenkreislehre KLEINSCHMIDTS von 1925: Typenevolution ohne gemeinsame Abstammung von einer Urform), (4) der Alt-Darwinismus (z. B. bei HAECKEL 1866; PLATE 1913: Einheit von Lamarckismus, Orthogenese und Selektion), (5) der Neolamarckismus (z. B. LYSSENKO 1948; BÖKER 1935: Vererbung erworbener Eigenschaften), (6) die Idealistische Morphologie (z. B. NAEF 1919; REMANE 1952: Konzept des Typus als gemeinsamer Urform, Priorität der empirisch-strukturalistischen Studien vor genealogischen Theorien), (7) der Saltationismus (z. B. SCHINDEWOLF 1944; GOLDSCHMIDT 1940: Umformungen durch Makro- oder Großmutationen, „Hopeful-Monster-Theorie“), (8) die Orthogenese (z. B. NÄGELI 1884; BERG 1922; GUTMANN 1969: eingeschränkter, durch „constraints“ und richtende Prinzipien determinierter Evolutionsverlauf, Konstruktionsmorphologie der Frankfurter Schule), (9) die Symbiogenese (MEREŽKOVSKIJ 1910: Symbiose als wesentlicher Evolutionsfaktor neben der Selektion). Diese Zusammenstellung ist nicht vollständig.

Manche Autoren (wie GUTMANN 2005) nutzen andere Kriterien zur Differenzierung der beschrittenen Diskussionsebenen. Wichtig für unser Thema ist dabei, dass neben rein naturalistischen ateleologischen Modellen immer auch teleologische Erklärungsansätze verfolgt wurden (hier 3 und 8). Eine wichtige gegenwärtige Entwicklung im Hinblick auf die Überwindung der gen- und selektionszentrierten Ansätze innerhalb der Evolutionsbiologie stellt u. a. die Arbeit um die Gruppe der „Altenberg-16“¹ dar (ausführliche Dokumentation bei MAZUR 2009). Offen wird gegenwärtig über einen Paradigmenwechsel innerhalb der Evolutionsbiologie gesprochen (FODOR & PIATTELLI-PALMARINI 2010; vgl. die Rezension in diesem Band). Kritisch beurteilt man vor allem die Bedeutung und Reichweite der durch die SET

favorisierten Mechanismen Selektion und Mutation, denen nur noch die Rolle der Feinjustierung im Evolutionsprozess zukommen soll.

LALAND et al. (2015) diskutieren dagegen die besondere Bedeutung der Erkenntnisse, die sich aus dem Forschungsgebiet der evolutionären Entwicklungsbiologie (Evo-Devo) ergeben und integrieren diese in ihrem Entwurf der „Extended Evolutionary Synthesis“ (EES; vgl. auch den Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band). Die Evolutionsbiologie steht vor ungelösten Grundfragen, welche bisher weder von den historischen Ansätzen des 19. und 20. Jahrhunderts noch von den modernen Varianten evolutionsbiologischer Modellierungen in Form der SET, der ESET oder der EES beantwortet werden konnten. STOTZ (2005b, 349f.) fasst die wesentlichen und ungelösten Grundfragen so zusammen:

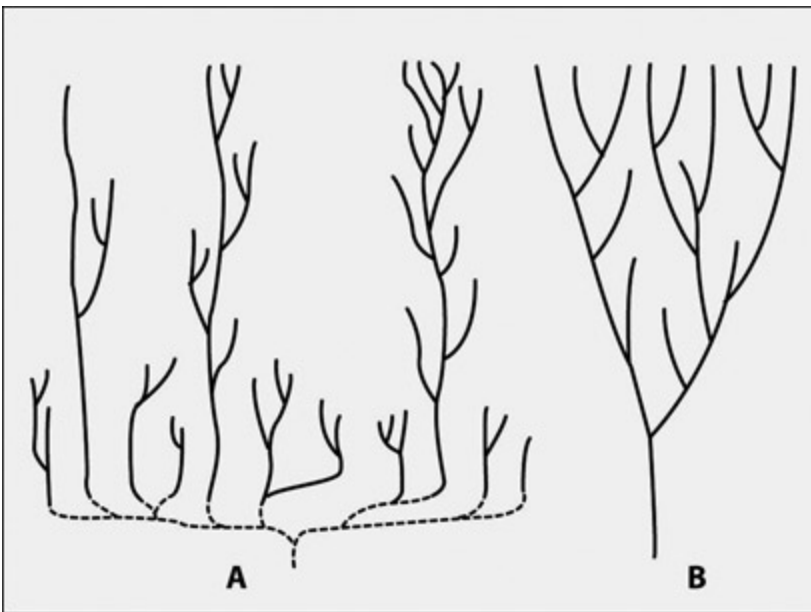


Abb. 4: Ein weiteres Beispiel verschiedener Evolutionstheorien: Der traditionelle Gradualismus (rechts, relativ gleichmäßige Verzweigung) und der seit den 1970er-Jahren in die Diskussion gebrachte Punktualismus (lange Stillstände in der Evolution, unterbrochen von plötzlichen, schnellen Veränderungen in vielen Linien).

In den anerkannten Evolutionstheorien finden sich keine Erklärungen für

- die Fähigkeit von Arten zu evolvieren, also die Fähigkeit von Organismen, adaptive Variationen hervorzubringen;
- die Entstehung von evolutionären Innovationen oder Neuerungen („survival of the fittest“ gegenüber „arrival of the fittest“);
- Entwicklungsprozesse, welche Homologie und Homoplasie hervorbringen und eine Erklärung dafür, warum verschiedene Eigenschaften unterschiedlich konserviert sind;
- die Verbindung zwischen [Genotyp](#) und [Phänotyp](#) durch die kausalen Vorgänge der Epigenese;
- entwicklungsbiologische und andere Formzwänge, die die Produktion von Varianten beeinflussen;
- die Entstehung von Entwicklungsmodulen;
- die verlässliche Reproduktion von Entwicklungssystemen, deren Eigenschaften nicht durch Gene allein erklärt werden können (Vererbung im weiteren, embryonalen Sinne).

2 | Alternative Evolutionstheorien im 19. und 20. Jahrhundert (nach TÖPFER 2011, S. 543)

- 1. Mutationstheorie** (z. B. DE VRIES 1901; SIMPSON 1944 „quantum evolution“; GOULD 2002 „punctuated equilibrium“): sprunghafte Veränderung von organischen Formen mit der Entstehung neuer Typen in einer Phase raschen Wandels, Wechsel von Phasen der Konstanz mit Phasen des plötzlichen Umbruchs
- 2. Biosphärentheorien** und Evolutionstheorien auf globaler Ebene (z. B. VERNADSKYS Biosphärentheorie 1926): Organismen sind nicht passiv an ihre Umwelt angepasst, sondern haben in der Erdgeschichte aktiv die Erdkruste mitgeformt.
- 3. „Wissenschaftlicher“ Kreationismus** (z. B. Formenkreislehre KLEINSCHMIDTS: Typenevolution ohne gemeinsame Abstammung von einer Urform von 1925): Die Organismen sind auf nicht natürliche Weise entstanden und lassen sich typologisch in Arten im Sinne von integrierten, stabilen Systemen („Formenkreisen“) ordnen.
- 4. Alt-Darwinismus** (z. B. bei HAECKEL 1866, PLATE 1913): Die Evolution beruht auf der Kombination verschiedener Faktoren, unter ihnen der Darwin'sche Faktor der Selektion, lamarckistische Elemente der Vererbung erworbener Eigenschaften und orthogenetische Kräfte der gerichteten Veränderung.
- 5. Neolamarckismus** (z. B. LYSENKO 1948; BÖKER 1935): Die evolutionäre Veränderung von Organismen erfolgt durch Änderungen ihrer anatomischen Konstruktion, die vererbt wird.
- 6. Idealistische Morphologie** (z. B. NAEF 1919; REMANE 1952): Die Morphologie liefert die Grundlage für eine Einteilung der Organismen in Typen, die in der Evolution verändert wurden; die Typeneinteilung geht der Rekonstruktion der [Phylognese](#) methodisch und zeitlich voraus und nicht umgekehrt.
- 7. Saltationismus** (z. B. SCHINDEWOLF 1944; GOLDSCHMIDT 1940): „Hopeful-Monster-Theorie“, neue Merkmalskombinationen (Baupläne) entstehen in der Evolution spontan und unvermittelt aufgrund von Groß- oder Makromutationen, sodass sich die Stammesgeschichte einer Gruppe in charakteristische Phasen der Bildung, Konstanz und Auflösung von Typen (Typogenese, Typostase, Typolyse) einteilen lässt.
- 8. Orthogenese** (z. B. NÄGELI 1884; BERG 1922; GUTMANN 1969): Die Veränderung der Merkmale von Organismen verläuft in bestimmten Bahnen („constraints“), die durch innere und äußere Faktoren determiniert sind. Diese Faktoren schließen die Annahme eines zusätzlichen richtenden Prinzips (Vervollkommnungsprinzip) mit ein, welches unabhängig von der Umwelt wirkt und z. T. auf einen schöpferischen Geist zurückgeführt wird.
- 9. Symbiogenese** (z. B. MEREŽKOVSKIJ 1910): Gleichberechtigt neben dem Faktor der Konkurrenz bildet die Symbiose ein zentrales Prinzip des Lebens und seiner Veränderung in der Evolution.

Eine ähnliche Liste mit 24 unbeantworteten Fragen innerhalb evolutionstheoretischer Modellierungen veröffentlichten 2003 MÜLLER und

NEWMAN (siehe Kastentext).

Auf einer im November 2016 in London durch die Royal Society durchgeführten Konferenz unter dem Titel „New Trends in Evolutionary Biology“ wurden diese offenen Fragen erneut thematisiert. Die Kontroverse zwischen den Vertretern der EES und der ESET blieb ohne klärende Ergebnisse (für Details siehe BATESON et al. 2017).

3 | Offene Fragen zur morphologischen Evolution nach MÜLLER &

NEWMAN (2003)

1. **Burgess-shale-Effekt:** Weshalb entstanden die Baupläne der Vielzeller explosionsartig?
2. **Homoplasie:** Weshalb entstehen ähnliche Gestalten unabhängig und wiederholt?
3. **Konvergenz:** Weshalb produzieren entfernt verwandte Linien ähnliche Designs?
4. **Homologie:** Weshalb organisieren sich Bauelemente als fixierte Baupläne und Organformen?
5. **Neuheit:** Wie werden neue Elemente in bestehende Baupläne eingeführt?
6. **Modularität:** Weshalb werden Design-Einheiten wiederholt verwendet?
7. **Constraint:** Weshalb sind nicht alle Design-Optionen eines phänotypischen Raums verwirklicht?
8. **Atavismen:** Weshalb erscheinen Merkmale, die lange Zeit in einer Linie verschwunden waren, erneut?
9. **Geschwindigkeit:** Weshalb sind die Raten morphologischer Veränderungen ungleich?

MÜLLER & NEWMAN listen weitere 15 offene Fragen aus diesen Gebieten auf:

- Beziehung zwischen Genotyp und Phänotyp in Ontogenese und Phylogenese
- Epigenese und ihre Rolle in der morphologischen Evolution
- Theorie der morphologischen Evolution

Evolutionenbiologie

Unbestreitbar ist: Nicht-teleologische Ursprungsmodelle liefern legitime und heuristisch fruchtbare Ansätze, um den vielfältigen Geheimnissen des Lebens neben der funktional-analytisch arbeitenden Biologie auf die Spur zu kommen (z. B. vergleichende Biologie auf molekularer und genetischer

Ebene, Möglichkeiten und Grenzen phänotypischer Veränderungen durch Mutationen). Die Evolutionsbiologie muss aber, wie jede andere Forschungsrichtung auch, Rechenschaft darüber ablegen können, welche Rahmenbedingungen der Formulierung ihrer jeweiligen wissenschaftlichen Theorien zugrunde liegen. Um nicht weiter einer Hypostasierung ihres Gegenstandes („Evolution“) oder ihrer Modelle („Evolutionstheorie“) anheim zu fallen und um einen innerwissenschaftlichen Diskurs führen zu können, muss auch die Evolutionsbiologie folgende Fragen beantworten (nach GUTMANN 1996):

1. Was ist das Erkenntnisinteresse (Gegenstand) der jeweiligen Wissenschaft?
2. Welche Erkenntnismittel, Methoden, etc. werden zum Bearbeiten der jeweiligen Fragestellungen eingesetzt?
3. Welche (wohlbegründeten) Aussagen sind unter den gegebenen Bedingungen (1 und 2) möglich?

Für die Evolutionsbiologie ist das Erkenntnisinteresse bzw. der Forschungsgegenstand die „Evolution“ als hypothetischer historischer Naturprozess. Wie bereits festgehalten, ist „Evolution“ so verstanden kein empirisch beobachtbarer Naturvorgang und kann nicht als etwas unhinterfragbar Vorliegendes deklariert werden. Wird dagegen „Evolution“ im Sinne einer Leitidee oder als Konzeptionalisierung *a priori* für die Forschung genutzt, ist dies entsprechend zu kennzeichnen und bei der Deutung der daraus gewonnenen Ergebnisse und Aussagen zu berücksichtigen.

Ein Beispiel zur Illustration: In einem auf embryonalen Ähnlichkeiten basierenden Stammbaum des Auges geht die Leitidee über Evolution ein, dass die Nähe der stammesgeschichtlichen Verwandtschaft mit einem höheren Grad an embryonaler Ähnlichkeit korreliert. Dagegen wird der auf paläontologischen Befunden basierende Stammbaum des Auges von der

Leitidee über Evolution bestimmt, dass in der Regel in älteren Gesteinsschichten Vorläufer und in jüngeren Gesteinsschichten modernere Versionen der Augen zu finden sind. Beide Stammbäume repräsentieren und beweisen nicht den tatsächlichen Ablauf der Augenevolution. Sie sind eine Modellierung, die für oder gegen einen spezifischen hypothetischen Ablauf der Augenevolution spricht.

Die heutige Evolutionsbiologie, die sich als ateleologisches Programm dem Gegenstand „Evolution“ als zu erforschenden historischen Naturprozess stellt, möchte zwei grundsätzliche Fragen beantworten: Aus welcher Art A ist Art B hervorgegangen und was sind die (rein natürlichen) Ursachen des Wandels bzw. wie ist dieser auf der Grundlage bekannten biologischen Wissens plausibel erklärbar? Evolutionstheoretische „Erklärungen“ tragen Berichtscharakter, da sie historisch rekonstruktive Theorien sind, und sind keine Erklärungen im naturwissenschaftlichen Sinne (vgl. den Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band). Damit kann der Naturvorgang „Evolution“ (Erklärungsziel) immer nur als ein „Verlauf im hypothetischen Modus“ (GUTMANN 2005) und eben nicht als Tatsache (wie eine Mondfinsternis) beschrieben werden. Auch wenn sich die historischen Rekonstruktionen auf kausale oder funktionale Aussagen bzw. Erklärungen der Biologie berufen und somit empirischen Charakter tragen, sind diese jedoch selbst weder Kausal- noch Funktionsaussagen. Eine historische Rekonstruktion der Entstehung des Auges erklärt nicht dessen physiologische Funktion als Sinnesorgan oder seine ontogenetische Verursachung, braucht aber dieses Wissen, um mögliche evolutionstheoretische Schlüsse ziehen zu können. Und noch einmal zur Erinnerung: Die Untersuchung der physiologischen Funktion als Sinnesorgan und die Klärung seiner ontogenetischen Verursachung benötigt umgekehrt Evolution als historische Rahmentheorie nicht.

„Evolution“ kann immer nur als ein „Verlauf im hypothetischen Modus“ und nicht als Tatsache beschrieben werden.

Abschied von „der Evolutionstheorie“

In der Auseinandersetzung mit Ursprungsmodellen, die sich auf einen Schöpfer berufen, muss noch auf folgende Sachverhalte hingewiesen werden. Gegenwärtig naturwissenschaftlich nicht erklärbare, evolutionär vermutete Transformationen müssen nicht prinzipiell naturwissenschaftlich unerklärbar sein. Ebenso wenig können diese Leerstellen allein als naturwissenschaftlicher Beleg für eine wie auch immer geartete Teleologie gelten. Das widerspricht allerdings nicht dem Argument, dass neben anderen Gründen (z. B. dem Wissen um den komplexen, zweckmäßigen Aufbau von Strukturen des Lebens) die Erklärungsdefizite von Evolutionstheorien (s. o.) Evolutionskritiker motivieren können, eine übernatürliche Ursache für die Existenz des Lebens ins Spiel zu bringen und nach Belegen dafür zu suchen (vgl. JUNKER 2010). Doch das ist eine Vorgehensweise, die als Grenzüberschreitung über die in der Naturwissenschaft geltende Methodologie hinaus zu kennzeichnen ist. Aber auch die Behauptung, alles sei prinzipiell im biologisch naturwissenschaftlichen Diskurs ateleologisch erklärbar, ist allein im wissenschaftlichen Kontext nicht begründbar. Wer anderes behauptet, erhebt den Anspruch, ein vollständiges Wissen über die Natur zu haben, das über naturwissenschaftlich erworbenes Wissen deutlich hinausgeht.

In dem bereits angesprochenen Buch „Tatsache Evolution“ von KUTSCHERA (2009) findet sich unter der Überschrift „Abschied von der Evolutionstheorie ...“ ein aufschlussreiches Resümee. Die Biologen haben Ende der 1990er- Jahre erkannt, dass die Synthetische Theorie der biologischen Evolution einer Erweiterung bedarf, die nun als „Erweiterte

Synthetische Theorie (Expanded Synthesis)“ bezeichnet wird (ESET, nicht identisch mit der o. g. „EES“).

„Als System zahlreicher Unter-Theorien erklärt diese evolvierte Version ‚**der** Evolutionstheorie‘ verschiedene Aspekte des dokumentierten Artwandels aller Organismen. Wir sprechen daher auch von der Fachdisziplin **Evolutionsbiologie**, [...] Wie bereits oben erwähnt, sprechen die Biologen daher nicht mehr von ‚der Evolutionstheorie‘, sondern beziehen sich auf verschiedene Unter-Theorien der **Expanded Synthesis** (d. h. die Wissenschaftsdisziplin **Evolutionsbiologie**)“ (KUTSCHERA 2009, 305–306, Hervorhebungen im Original).

KUTSCHERA bestätigt damit, dass es „die Evolutionstheorie“ nicht gibt. Seine Alternative, statt der Einzeltheorie jetzt die Synthese der vielen Unter-Theorien (Expanded Synthesis) zu bewerten, übersieht jedoch, dass eine tatsächliche Synthese im Sinne einer einheitlichen theoretischen Konzeption innerhalb der Evolutionsbiologie ebenfalls nicht existiert und noch nicht einmal in Ansätzen in Sicht ist. Eine Synthese theoretischer Konzeptionen in der Wissenschaft gelingt nämlich nicht einfach dadurch, dass man die sich ausschließenden und widersprechenden Ansätze (z. B. Konstruktionsmorphologie und SET, darwinistische und nichtdarwinistische Positionen usw.) unter einen Namen zwingt. Außerdem ist der Versuch KUTSCHERAS, die vielfältig unter dem Dach der Evolutionsbiologie genutzten Methoden als einen Ausdruck der real existierenden „*Expanded Synthesis*“ zu präsentieren, ein leicht zu durchschauender wissenschaftstheoretischer Taschenspielertrick. Die fehlende Einheit auf der Ebene der Theorienbildung kann nicht dadurch ersetzt werden, dass man auf die gemeinsam genutzten Methoden in der Evolutionsbiologie abhebt.

Eine einheitliche Geschichte des Lebens ergibt sich nicht einfach daraus, dass alle durch das gleiche Mikroskop sehen.

„Nichts in der Biologie ergibt einen Sinn, außer im Licht ...“

Kann die moderne Biologie als erfolgreiche Wissenschaft vom Leben mit ihren riesigen Schätzen an Erkenntnissen und Theorien überleben, wenn Evolution als Tatsache in Frage gestellt und sich nicht als „realhistorischer Prozess“ bestätigen lässt? Oder anders gefragt: Wie viel Evolution braucht die Biologie, um als Naturwissenschaft überlebensfähig zu sein? Die Beantwortung dieser Frage ist – psychologisch bzw. soziologisch gesehen – nicht unproblematisch, weil es zum eingeschliffenen Ritual geworden ist, jede Infragestellung von Evolution und jede Kritik an evolutionstheoretischen Entwürfen als Angriff auf die gesamte Biologie und die wissenschaftlichen Methoden auszurufen (z. B. KUTSCHERA et al. 2007). Der in diesem Beitrag sicherlich nur unvollständig erfolgte Gang durch die wissenschaftstheoretischen Grundlagen ateleologischer Ursprungsmodelle führt diese Pauschalaussagen schnell ad absurdum.

„Bei der reflexiven regressiven Redeform [Erklärung allein mit empirischen Daten des Untersuchungsgegenstandes ohne Rückgriff auf einen Agenten und ausgehend von der Gegenwart in die Vergangenheit, H.U.] zeigt sich eine bemerkenswerte Asymmetrie zwischen ‚funktionalen‘ und ‚naturhistorischen‘ Theorien. [...] Denn unstrittig lässt sich eine molekularbiologische Beschreibung etwa der Nierenfunktion als wahr auszeichnen, ohne dass auf nur eine einzige evolutionsbiologische Aussage zurückgegriffen werden müsste. Umgekehrt gelingt die Beschreibung der evolutiven Genese etwa des Vertebratennephrons [...] überhaupt nur unter der Bedingung, dass

schon gelungene molekularbiologische Beschreibungen der Nierenfunktionen vorliegen“ (GUTMANN 2005, 259).

Die Biologie als empirische Naturwissenschaft stellt an ihren Forschungsgegenstand, das Leben, verschiedene Fragen. Das „Wie“ des Lebens wird mittels der funktional-analytisch arbeitenden Biologie erarbeitet; das „Woher“ steht im Zentrum der Evolutionsbiologie. Es wurde gezeigt, dass Aussagen innerhalb der funktional-analytisch arbeitenden Biologie prinzipiell formulierbar sind, ohne dass auf Vorwissen aus evolutionsbiologischen Aussagen zurückgegriffen werden müsste. Die Ergebnisse der Biologie bilden selbst erst das Rückgrat für evolutionstheoretisch begründete, hypothetische Rekonstruktionen. Deshalb sind Evolutionstheorien als methodologisch mögliche, aber letztlich nachgeordnete Typen wissenschaftlicher Begründungen innerhalb der Biologie zu bestimmen. „Insofern wäre sie [die Evolutionstheorie, H.U.] für die (in der Regel funktional orientierte) laborwissenschaftliche Praxis irrelevant“ (GUTMANN 2005, 263). Der Fortschritt der Biologie vollzog sich unbeeindruckt von der Fülle der in den letzten 150 Jahren verfolgten evolutionstheoretischen Ansätze. Neue Erkenntnisse finden zwar schnell Eingang in evolutionäre Hypothesenbildungen (z. B. führte die Entdeckung der Homöobox-Gene u. a. zum Aufschwung von Evo-Devo, vgl. z. B. LAUBICHLER 2005; STOTZ 2005b) oder widerlegen vorhandene Konzeptionen (die Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Mendels zu Beginn des 20. Jh. diente u. a. zur Widerlegung des Lamarckismus). Umgekehrt berührt das Scheitern eines evolutionstheoretischen Ansatzes die funktional-analytisch arbeitende Biologie nicht. Diese Einsicht ist jedoch alles andere als neu:

Aussagen innerhalb der funktional-analytisch arbeitenden Biologie sind prinzipiell formulierbar, ohne dass auf Vorwissen aus evolutionsbiologischen Aussagen zurückgegriffen werden müsste.

„Ebenso wie sich zeigen läßt, daß Bestandteile des späteren Darwinismus lange vor 1859 bekannt waren, läßt sich nun die viel wichtigere Tatsache erhärten, daß der Darwinismus weithin das Wesen der vergleichend-anatomischen Forschung keineswegs umgestaltet hat. [...] Rein äußerlich betrachtet [...] geschah nichts anderes, als daß die bisherigen Vorstellungen im Sinne der Descendenztheorie umgedeutet wurden“ (LUBOSCH 1927, 38).

Inwiefern profitiert die Biologie nun von der Evolution? Evolutionäre Erzählungen verleihen dem reinen „Bedeutungsphänomen“ der funktionalen Biologie eine Sinnsphäre, welche heuristisch innovativ auch Fragerichtungen der eigenen Wissensentwicklung hervorbrachte und bestimmte. Evolution als Leitidee ist der von den meisten Biologen gegenwärtig favorisierte Ausdruck einer ihrer Ansicht nach erfolgreichen ontologischen und epistemischen (Glauben oder Wissen darstellenden) Zuganges zur Lebensentstehung und -entwicklung. Ist dieser evolutionäre Denkrahmen jedoch der einzig mögliche und Erfolg versprechende? Sind andere Ansätze möglicherweise faktisch erfolgreicher? Die Geschichte belegt, dass vor der Ära der Evolution (18. und 19. Jh.) andere Sinnsphären, die auch von Schöpfungsideen geprägt wurden, eine überaus facettenreiche Biologie ermöglichten. Ich behaupte, dass auch heute außerhalb eines evolutionären Paradigmas Biologie als empirische Wissenschaft ohne Einschränkung möglich ist, mit vielen innovativen und spektakulären Ergebnissen. Die Natur unter der Leitidee Schöpfung zu betrachten, lädt ein zur detaillierten und akribischen Erforschung sämtlicher Details und sich aufdrängender Zusammenhänge, ebenso zu einer alternativen theoretischen

Modellierung in Ursprungsfragen, die auch theologische Bezüge erkennbar aufnehmen (z. B. in der Grundtypenbiologie). Darüber hinaus stellt die Suche nach naturwissenschaftlichen Erklärungen für die Existenz, den Aufbau oder die Funktion von Organen oder Organbestandteilen, die als vermeintliche Konstruktionsfehler (wie z. B. bei DAWKINS 2010 behauptet) scheinbar nur aus evolutionärer Perspektive Sinn ergeben, ein besonders spannendes Feld für die Schöpfungsforschung dar (z. B. inverse Netzhaut, Wurmfortsatz, Überkreuzung von Luftröhre und Speisekanal beim Menschen, vgl. dazu den Beitrag „Unintelligentes Design' – Sprechen biologische Befunde gegen die Existenz eines Schöpfers?“ in diesem Band).

Zu „Evolution“ als Leitidee einer ateleologischen Ursprungsforschung gibt es innerhalb der naturalistisch-reduktionistischen Perspektive keine aktuell verfolgte, wissenschaftliche Alternative. Es darf gefragt werden, ob eine solche Alternative überhaupt wissenschaftlichen Ansprüchen genügen würde. Intelligent Design und Schöpfungsforschung können *innerhalb* dieser Perspektive eine rein naturwissenschaftliche Alternative nicht liefern, da prinzipiell infrage gestellt wird, dass natürliche Faktoren ausreichen, um das „Woher“ des Lebens zu erklären. Eine wissenschaftliche Beurteilung der Möglichkeiten und Grenzen natürlicher Prozesse (und somit ggf. Evolutionskritik) sollte Bestandteil echter, d. h. ergebnisoffener Wissenschaft sein; dies umfasst die kritische Wertung vorgelegter Argumente und Theorien auf der Basis naturwissenschaftlicher, wissenschaftstheoretischer oder metaphysischer Überlegungen, die das „Wie“ und das „Dass“ der Evolution scheinbar begründen (JUNKER & SCHERER 2013; ULLRICH & JUNKER 2008). An weiterer naturwissenschaftlicher Evolutionsforschung, die dann auch weitere evolutionskritische Resultate zu Tage bringen kann, führt kein Weg vorbei. Verzicht oder Verbot weiterer Evolutionsforschung wäre dagegen wissenschaftsfeindlich (SCHERER 2007); das gilt nicht minder für einen

Ansatz, der im grundsätzlichen Ergebnis schon festgelegt ist und ein kritisches Hinterfragen der Begründungen von Evolution und eine Reflexion der methodischen Grenzen von Evolutionsforschung unterbunden sehen will.

Literatur

- BATESON P et al. (2017) New trends in evolutionary biology: biological, philosophical and social science perspectives. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2017.0051>
- DAWKINS R (2010) Die Schöpfungslüge – Warum Darwin recht hat. Berlin: Ullstein.
- DOOLITTLE WF (1999) Phylogenetic classification and the universal tree. *Science* 284, 2124–2128.
- FODOR J & PIATTELLI-PALMARINI M (2010) What Darwin got wrong. London: Profile Books LTD.
- GOULD SJ (2002) The Structure of Evolutionary Theory. Cambridge: Belknap.
- GOULD SJ (2005) Das Ende vom Anfang der Naturgeschichte. Frankfurt a.M.: S. Fischer.
- GUTMANN M (1996) Die Evolutionstheorie und ihr Gegenstand. Berlin: VWB.
- GUTMANN M (2005) Begründungsstrukturen von Evolutionstheorien. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.) Philosophie der Biologie. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 249–266.
- HEILIG C & KANY J (Hrsg.) (2011) Die Ursprungsfrage: Beiträge zum Status teleologischer Antwortversuche in der Naturwissenschaft. Münster: Lit-Verlag.
- HEMMINGER H (2007) Mit der Bibel gegen die Evolution. Berlin: EZW-Texte 195
- HEMMINGER H (2009) Und Gott schuf Darwins Welt. Gießen: Brunnen.
- JUNKER R (2010) Spuren Gottes in der Schöpfung? Eine kritische Analyse von [Design-Argumenten](#) in der Biologie. Holzgerlingen: SCM Hänssler, 2. Auflage.
- JUNKER R & SCHERER S (2013) Evolution – Ein kritisches Lehrbuch. Gießen: Weyel, 7. Auflage.
- JUNKER T & PAUL S (2009) Der Darwin Code: Die Evolution erklärt unser Leben. München: C. H. Beck.
- KUTSCHERA U (2006) Evolutionsbiologie. Stuttgart: Ulmer, 2. Auflage.
- KUTSCHERA U (Hrsg., 2007) Kreationismus in Deutschland. Berlin: Lit-Verlag.
- KUTSCHERA U (2009) Tatsache Evolution. München: dtv.
- LALAND KN et al. (2014) Does evolutionary theory need a rethink? Yes, urgently. *Nature* 514, 161–164.
- LALAND KN et al. (2015) The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. *Phil. Trans. R. Soc B.*, doi: 10.1098/rspb.2015.1019
- LAUBICHLER MD (2005) Evolutionäre Entwicklungsbiologie. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.) Philosophie der Biologie. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 322–337.
- LEVIT GS. et al. (2005) Alternative Evolutionstheorien. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.) Philosophie der Biologie. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 267–286.

- LOCKER A (1983) Evolution und „Evolutions“-theorie in system- und metatheoretischer Betrachtung. *Acta Biotheoretica* 32, 227–264.
- MAZUR Ssanne (2009) *The Altenberg 16: An Exposé Of The Evolution Industry*. Wellington: Scoop Media, <http://www.scoop.co.nz/stories/HL0807/S00053.htm>.
- MÜLLER GB & NEWMAN SA (eds) (2003) *Origination of Organismal Form: The Forgotten Cause in Evolutionary Theory*. In: MÜLLER GB & NEWMAN SA (eds) *Origination of Organismal Form. Beyond the Gene in Developmental and Evolutionary Biology*. Cambridge, MA: Vienna Series in Theoretical Biology, S. 3–12.
- MÜLLER-WILLE S & RHEINBERGER H-J (2009) *Das Gen im Zeitalter der Postgenomik*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- SCHERER S (2007) *Kritische Thesen zu Ursprungslehren*.
http://www.siegfriedscherer.de/content/kritische_thesen.htm
- SCHMIDT R (2006) Götter und Designer bleiben draußen. In: *Religion – Staat – Gesellschaft* 7/2, S. 135–184.
- STEPHAN A (2005) Emergente Eigenschaften. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.) *Philosophie der Biologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 88–108.
- STOTZ K (2005a) Organismen als Entwicklungssysteme. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.) *Philosophie der Biologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 125–143
- STOTZ K (2005b) Geschichte und Positionen der evolutionären Entwicklungsbiologie. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.) *Philosophie der Biologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 338–358.
- TOEPFER G (2005a) Teleologie. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.) *Philosophie der Biologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 36–52.
- TOEPFER G (2005b) Der Begriff des Lebens. In: KROHS U & TOEPFER G (Hrsg.): *Philosophie der Biologie*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 157–174.
- TOEPFER, Georg (2011) *Historisches Wörterbuch der Biologie. Geschichte und Theorie der biologischen Grundbegriffe*. Stuttgart, Weimar: J. B. Metzler.
- ULLRICH H (1997) *Zur Geschichte der Entdeckung und Interpretation der so genannten Kiemenbögen*. Diss. Med. Dresden.
- ULLRICH H & JUNKER R (2008) *Schöpfung und Wissenschaft*. Dillenburg: Christliche Verlagsgesellschaft.
- VOGT L (2008) The unfalsifiability of cladograms and its consequences. *Cladistics* 24, 62–73.
- WIDENMEYER M (2018) *Welt ohne Gott? Eine kritische Analyse des Naturalismus*. Holzgerlingen: SCM Hänssler, 3. Auflage.
- WUKETITS FM (2000) *Biologie und Religion: Warum Biologen ihre Nöte mit Gott haben*. *Praxis der Naturwissenschaften (Biologie)* Heft 2000/6, S. 2–5.

1 Altenberg-16 ist eine internationale Gruppe von Evolutionsbiologen. Die Forscher trafen sich im Juli 2008 am Konrad-Lorenz-Institut für Evolutions- und Kognitionsforschung (KLI) in Altenberg in Niederösterreich. Ziel des Symposiums war es, eine gemeinsame Grundlage dafür zu schaffen, wie die dominierende Synthetische Evolutionstheorie erweitert werden könne durch Integration von Ergebnissen der Entwicklungsbiologie und Epigenetik. Ein Teil der 16 Teilnehmer trat für die Etablierung des Begriffs *Erweiterte Synthese der Evolutionstheorie* (*Extended Evolutionary Synthesis*, EES) ein, stieß damit jedoch auf massive Kritik bei Fachkollegen.

Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?

Reinhard Junker & Markus Widenmeyer

Naturwissenschaftliche Theorien genügen einem nomologischen* Erklärungsmodell: Sie formulieren empirisch gehaltvolle Gesetzmäßigkeiten, also Gesetzmäßigkeiten, die aus Beobachtungsdaten ableitbar sind, und erklären Phänomene spezifisch auf Grundlage solcher Gesetzmäßigkeiten.

Evolutionstheorien, die wirkliche Neuerungen (Innovationen*, z. B. neue Baupläne) erklären sollen, formulieren jedoch keine empirisch gehaltvollen Gesetzmäßigkeiten und erklären evolutionäre Neuheiten nicht auf einer solchen Grundlage.

Daraus folgt, dass Evolutionstheorien in Bezug auf ihren Kernbereich, d. h. bezüglich der Entstehung von Neuheiten, nicht naturwissenschaftlich sind.

Evolutionsmechanismen, die in jüngerer Zeit neu in die Diskussion eingebracht wurden und zu einer „Erweiterten Evolutionären Synthese“ (EES) geführt haben, erlauben zwar gewisse Vorhersagen und sind daher im weiteren Sinne naturwissenschaftlich beschreibbar (z. B. plastische Reaktionen, wiederholte gleichartige Spezialisierungen). Jedoch erklären sie Innovation in der mutmaßlichen Evolution gerade nicht, sondern nehmen explizit oder implizit Bezug auf *bereits vorhandene* Programme. Das von solchen Evolutionsmechanismen (im Rahmen der EES) erklärte Variationspotenzial beruht im Wesentlichen auf solchen Programmen. Die Herkunft der Programme selbst wird nicht erklärt.

Tatsächlich fungiert „Evolution“ als konzeptionelle Vorgabe, als Rahmen, innerhalb dessen mutmaßliche Szenarien evolutiver Abfolgen entwickelt werden sollen. Dieser Rahmen ergibt sich nicht zwingend aus naturwissenschaftlichen Befunden und Hypothesen, sondern ist eine Konvention der Wissenschaftlergemeinschaft, eine Wahl, die auch anders getroffen werden könnte.

Bedeutung des Themas

Evolutionstheorien genießen den Ruf, naturwissenschaftlich zu sein. Dieses Prädikat wird dagegen allen Ansätzen in der Ursprungsforschung abgesprochen, die in irgendeiner Weise Bezug auf einen Schöpfer nehmen (Design-Ansatz, international meist als „*Intelligent Design*“ bezeichnet) (vgl. den Beitrag „Der Kern des Design-Arguments“ in diesem Band). Die Behauptung, dass der Design-Ansatz prinzipiell nicht naturwissenschaftlich sei, trifft jedoch nicht zwingend zu, insofern eine solche Behauptung eine genügend spezifische Definition von „naturwissenschaftlich“ voraussetzt, und sie ist in jedem Fall nicht relevant für die Frage, ob es gute Gründe dafür gibt, den Design-Ansatz zu verfolgen (vgl. Kasten „Muss eine zutreffende Erklärung naturwissenschaftlich sein?“). Sie trifft jedoch zu, wenn wir einen Begriff von Naturwissenschaft voraussetzen, der paradigmatisch für die neuzeitliche Physik und Chemie ist. Die Phänomene sind hier mittels empirisch gehaltvoller Gesetzesaussagen zu erklären, also Gesetzmäßigkeiten, die von den vorhandenen Beobachtungsdaten maßgeblich gestützt sind. Damit allein wäre der Design-Ansatz als Naturwissenschaft jedoch noch nicht vom Tisch. Unsere Daten erlauben durchaus, eine Art *Design*-Gesetz zu formulieren: Immer wenn ein Objekt komplexe zweckmäßige (teleologische*) Merkmale hat, ist es geschaffen worden. Für diese Hypothese gibt es unseres Wissens zumindest bislang

kein empirisch erwiesenes Gegenbeispiel. Der Punkt ist aber, dass naturwissenschaftliche Gesetzaussagen nur *operationalisierbare** Eigenschaften verknüpfen dürfen, das sind Eigenschaften, die über ein Messverfahren definiert sind. Für einen Schöpfungsakt dürfte dies kaum gegeben sein, was in der Natur einer kreativen Entstehungsweise liegt: Es gibt hier wesentlich Bezüge von physischen Merkmalen eines geschaffenen Objekts zu *Zwecken* und *Absichten* eines Schöpfers, also teleologischen Kategorien. Solche sind aber nicht messbar bzw. operationalisierbar.

Eine Art Design-Gesetz lautet: Wenn ein Objekt komplexe zweckmäßige (teleologische) Merkmale hat, ist es geschaffen worden.

Interessant und für manche vielleicht überraschend ist aber die Frage, ob auch Evolutionstheorien wirklich naturwissenschaftlich sind – insbesondere wenn wir ähnlich strenge Maßstäbe für „naturwissenschaftlich“ anlegen wie für den Design-Ansatz. Diese Frage ist nicht nur von abstraktem wissenschaftstheoretischem Interesse. Sie hat eine Auswirkung auf den epistemischen, d. h. potenzielle Erkenntnisse darstellenden Gehalt solcher Theorien: Als Auffassung, dass es bei der Entstehung und Evolution von Lebewesen ausschließlich mit natürlichen Faktoren zugegangen sei, muss die Evolutionstheorie einen naturwissenschaftlichen Anspruch haben und diesen auch adäquat einlösen können (anders als ein Design-Ansatz). Sonst ist sie rational nicht gerechtfertigt und liefert keinen substanziellen Beitrag zum Verständnis der Welt. Kann sie aber wirklich diesen Anspruch einlösen?

Die Frage hat auch Relevanz für einen ganz anderen Gesichtspunkt: Kritiker von Evolutionstheorien werden des Öfteren als „wissenschaftsfeindlich“ diffamiert, *wenn sie mit dieser Kritik direkt oder indirekt Evolution als historischen Gesamtprozess in Frage stellen* (vgl. den Beitrag „Evolution und Evolutionstheorien“ in diesem Band¹). Dies geht

sogar so weit, dass Anhänger von Schöpfungskonzepten als Gefahr für die Gesellschaft bezeichnet werden. Die Argumentation ist dabei etwa wie folgt:

1. Wissenschaft wird als Pfeiler unseres Gemeinwesens und unserer zivilisatorischen Errungenschaften angesehen.
2. Das Für-Wahr-Halten von Evolution wird als einzig legitime wissenschaftliche Haltung angesehen, Skepsis daran sei folglich eine wissenschaftsfeindliche Haltung.
3. Konklusion: Wer Evolution in Frage stellt, stellt daher unser Gemeinwesen bzw. unsere zivilisatorischen Errungenschaften in Frage.

Dieses Argumentationsmuster hat sich beispielsweise die Parlamentarische Versammlung des Europarates im Oktober 2007 zu eigen gemacht.² Die genannte Argumentation ist aber aus mehreren Gründen unhaltbar:

- Wesentliche Aspekte unserer zivilisatorischen Errungenschaften wie Demokratie, Rechtsstaatlichkeit, Achtung der Menschenrechte, Sozialwesen usw. sind keine Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschung, sondern entstammen zumindest teilweise einem christlichen Menschenbild oder anderen philosophischen Ideen (z. B. SCHMIDT 2004). Nur auf einer solchen Grundlage kann auch die moderne Technik, die mit dem naturwissenschaftlichen Fortschritt verbunden ist, allgemein segensreich wirken.
- Die Evolution (im Sinne von Makroevolution) betrifft im besten Fall einen anderen Typus von Naturwissenschaft als den, der für unsere moderne Technik und Zivilisation relevant ist. Bei Evolution geht es um Naturgeschichte (was vor langer Zeit mutmaßlich passiert ist) und das hypothetische natürliche Entstehen sehr komplexer Dinge, während die moderne Technik wesentlich auf experimentellen Methoden beruht (wie

funktionieren die Dinge) und ihrem gezielten, planmäßigen Aufbau auf Grundlage unserer Kenntnis der Naturgesetze (Ingenieurskunst), wodurch sogar eine Verbindung zu *Intelligent Design* besteht. Ablehnung von Evolution bedingt jedenfalls kein Ablehnen experimenteller Wissenschaft und der darauf aufbauenden Technik.

- Makroevolution kann mit guten wissenschaftlichen Gründen in Frage gestellt werden. Kritik an möglicherweise nicht zutreffenden Hypothesen ist keinesfalls wissenschaftsfeindlich, sondern erforderlich für Wissenschaft. Vielmehr ist ein faktisches Kritikverbot an Hypothesen wissenschaftsfeindlich, da es den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess unterminiert. Konkret: Ein prinzipieller *Ausschluss* von Schöpfung als naturgeschichtliche Hypothese ist wissenschaftsfeindlich.

Evolution betrifft im besten Fall einen anderen Typus von Naturwissenschaft als den, der für unsere moderne Technik und Zivilisation relevant ist.

- Darüber hinaus kann mit guten Gründen die Naturwissenschaftlichkeit und die Erklärungskraft von relevanten Evolutionstheorien in Frage gestellt werden.

Dieser letzte Punkt betrifft das Thema dieses Beitrags. Die Frage nach der Wissenschaftlichkeit von Evolutionstheorien hat in Bezug auf die oben geschilderte polemische Kritik am Design-Ansatz zwei Gesichtspunkte:

1. Wenn Evolution im Kern nicht durch eine naturwissenschaftliche Theorie beschrieben werden kann, kann die Infragestellung einer allgemeinen Evolution (neben den genannten Gründen) nicht als „Angriff gegen die Naturwissenschaft“ gewertet werden.³

2. Der Kontrast „Hier eine (vermeintlich) naturwissenschaftliche Evolutionsvorstellung, dort die nicht-naturwissenschaftliche

Schöpfungsthese“ wäre nicht gerechtfertigt.

Ein faktisches Kritikverbot an Hypothesen ist wissenschaftsfeindlich, da es den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess unterminiert.

Daneben besteht die erwähnte epistemische Relevanz dieser Frage: Eine Evolutionstheorie, die keine wirklich naturwissenschaftlichen Erklärungen liefern kann, liefert zumindest keine Erklärungen, die spezifisch genug wären, um einen natürlichen Entstehungsprozess gegenüber Schöpfung zu favorisieren. Sie stellt in diesem Fall lediglich einen naturgeschichtlich-weltanschaulichen Deutungsrahmen bereit.

Definition „Evolution“ und „Evolutionstheorie“

Wenn von „Evolution“ und „Evolutionstheorie“ die Rede ist, muss definiert werden, was damit gemeint ist. Denn diese beiden Begriffe werden für recht verschiedene Inhalte genutzt. In diesem Beitrag soll unter „Evolution“ der hypothetische naturhistorische Prozess verstanden werden, der durch vererbte Veränderungen der Lebewesen (Arten-, Form- und Funktionswandel) im Laufe von vielen Generationen ausgehend von einfachsten einzelligen Lebensformen zur Vielfalt aller Baupläne des Lebens geführt haben soll. Eine gemeinsame Abstammungsgeschichte aller Lebewesen ist aber nur *ein* Gesichtspunkt. Der wichtigste Aspekt ist, dass dieser Prozess als ein *rein natürlich ablaufender Prozess* angesehen wird, innerhalb dessen Planung und Zielorientierung keine Rolle spielen. Ein sehr nützlicher Begriff für die Kennzeichnung dieses Prozesses ist „Makroevolution“. Makroevolution* steht für Innovation* bzw. das Auftreten echter⁴ evolutionärer Neuheiten; das sind neuartige Konstruktionen mit neuartiger Funktionalität (im Vergleich zu

mutmaßlichen Vorläuferstrukturen, ausführlicher im Glossar und bei JUNKER 2006a).

Muss eine zutreffende Erklärung naturwissenschaftlich sein?

Die Qualifizierung „naturwissenschaftlich“ (im hier definierten Sinne einer Erklärung von Phänomenen mittels Gesetzesaussagen und Randbedingungen) ist letztlich nicht entscheidend, insofern der naturwissenschaftliche Argumentations- und Begründungsmodus nicht der einzige legitime ist. Zum Beispiel wird in der Kriminalistik auch entscheidend auf Motive und andere geistige Merkmale eines Täters Bezug genommen oder auf Zeugenaussagen (d. h. sprachliche Daten). Solche Faktoren sind allesamt nicht naturwissenschaftlich analysierbar. Ähnliches gilt im Bereich der Geschichtsforschung, der Ethik oder in philosophischen Fragen. Auch dort kann es gute Gründe geben, bestimmte Hypothesen anderen vorzuziehen, während es sich nicht um naturwissenschaftliche Fragen handelt.

Entsprechend steht auch die Frage im Raum, ob es gute Gründe gibt, dass die Entstehung mancher Phänomene der Natur naturwissenschaftlich nicht erklärbar ist. Die entscheidende Frage ist nicht, ob eine Antwort auf Ursprungsfragen „naturwissenschaftlich“ ist oder nicht, sondern ob angesichts der vorliegenden naturwissenschaftlich gewonnenen Indizien gute Gründe für sie sprechen. MONTON (2009, 58) schreibt dazu: „If science really is permanently committed to methodological naturalism, it follows that the aim of science is not generating true theories. ... if science is not a pursuit of truth, science has the potenzial to be marginalized, as an irrelevant social practice.“

Allerdings gibt es hier eine ggf. entscheidende Asymmetrie: Die Evolutionstheorie lebt notwendig von ihrem naturwissenschaftlichen Anspruch, der entsprechend auch einlösbar sein muss. Denn sie besteht wesentlich aus der These, dass es sich bei der Entstehung und Entwicklung des Lebens um rein natürliche Prozesse gehandelt haben muss.

Die Schöpfungslehre bestreitet diese These und kann folglich auch auf weitere argumentative Ressourcen zurückgreifen als nur auf naturwissenschaftliche.

Kann die Evolutionslehre ihren naturwissenschaftlichen Einspruch nicht einlösen, fehlt ihr die erforderliche rationale Grundlage. Sie bleibt dann eine bloße *weltanschauliche* Option, der gegenüber die Schöpfungslehre rational ggf. vorzuziehen ist.

In Abgrenzung zu Makroevolution wird im Folgenden der Ausdruck „Mikroevolution“ verwendet. Mikroevolution* betrifft die Variation, Anpassung und Spezialisierung innerhalb von Arten oder [Grundtypen](#)*. Dazu gehören auch z. B. Fragen der Art, wie sich Häufigkeiten von Allelen (Genvarianten) durch Selektion verändern oder wie Mutationen durch

Auslese oder durch genetische Drift im Laufe von Generationen in Populationen fixiert werden; das ist Gegenstand der [Populationsgenetik](#)* und gehört damit zu Mikroevolution. Dass der Unterschied zwischen Mikro- und Makroevolution nicht nur graduell ist, wird von vielen Evolutionsbiologen ausdrücklich festgestellt (s. u.).

Von „*Evolutionstheorie*“ soll gesprochen werden, wenn es um die *Erklärung* jenes hypothetischen evolutionären, stammesgeschichtlichen und makroevolutionären Vorgangs – „von der Amöbe bis Goethe“ – geht. Hier wird dann insbesondere zu klären sein, was eine solche Erklärung leisten muss und unter welchen Umständen sie als naturwissenschaftlich gelten kann. Dabei steht die Betrachtung des Aspekts der Innovation (Makroevolution) im Vordergrund.

Was ist naturwissenschaftlich?

Eine wirklich naturwissenschaftliche Erklärung beinhaltet den empirischen Nachweis, dass Phänomene, die man beansprucht zu erklären, gemäß Naturgesetzen ablaufen. Dies soll im Folgenden erläutert werden.

Zunächst wird im Rahmen von Naturwissenschaften *empirisch* vorgegangen, d. h. die Basis für naturwissenschaftliche Aussagen sind Erfahrungstatsachen, also durch Beobachtung gewonnene Daten. Die Daten werden aber nicht einfach nur gesammelt wie Briefmarken. Sie können naturwissenschaftlich nur verwertet werden, wo sie in einen systematischen, *gesetzesartigen* Zusammenhang gebracht werden können. Dabei kann es sich um Gesetzmäßigkeiten handeln, die Einzelereignisse exakt erklären können, oder auch um [probabilistische](#)* Gesetzmäßigkeiten wie z. B. beim radioaktiven Zerfall, wo exakte Aussagen (nur) über eine hinreichend große Menge von Einzelereignissen gemacht werden können.

Gesetzesaussagen haben eine *Wenn-Dann-Struktur*: Immer wenn die Gesetze G und die Randbedingungen R gegeben sind, folgt das Ergebnis E.⁵

Solche Gesetzmäßigkeiten sind, in reinsten Form, vor allem aus der Physik bekannt. Ein geläufiges Beispiel ist das Fallgesetz – in populärer Formulierung: Immer wenn ein Gegenstand losgelassen wird, fällt er (unter definierten Randbedingungen) mit einer bestimmten Geschwindigkeitsentwicklung zu Boden. Unter passenden Bedingungen, wie z. B. einem guten Vakuum, kann dann das Experiment sehr genau und relativ einfach durch die Theorie beschrieben werden. In der Astrophysik kann z. B. die Bewegung der Planetenbahnen gesetzmäßig beschrieben werden (Kepler'sche Gesetze). Gesetze beschreiben nicht nur einige wenige Einzelphänomene, sondern häufig umfassende *Typen* von Phänomenen. So beschreibt das Gravitationsgesetz z. B. die Natur schwarzer Löcher, Bewegungen von Planeten, Monden, Kometen und anderen Himmelskörpern, das Fallen von Gegenständen im Schwerfeld der Erde oder die Kräfte, die aufgrund unseres Körpergewichts auf unsere Gelenke wirken. Solche Gesetze sind dabei auch quantitativ fassbar und können (erstaunlicherweise!) meist durch einfache Formeln ausgedrückt werden.

Insofern natürliche Phänomene und Prozesse mittels Gesetzen beschrieben werden können, können auch *Vorhersagen* gemacht werden: Z. B. kann auf Grundlage des Fallgesetzes und der Kenntnis der Randbedingungen (z. B. Vakuum und die Größe der Schwerkraft) die Geschwindigkeitsentwicklung eines fallenden Gegenstands ziemlich präzise vorhergesagt werden. Das gilt natürlich auch für astronomische Ereignisse wie z. B. Sonnenfinsternisse oder wann der Mars das nächste Mal der Erde besonders nahe kommt (und so eine Marsreise am günstigsten wäre). In einigen Fällen sind solche Vorhersagen sogar auf viele Nachkommastellen genau experimentell bestätigbar.

Mit der Möglichkeit von Vorhersagen sind *Tests* von Hypothesen oder Modellen möglich. Die Testbarkeit anhand weiterer empirischer Daten gehört unverzichtbar zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess. Auch aus einem anderen Grund ist eine Gesetzesstruktur für

naturwissenschaftliche Erklärungen unverzichtbar: Nur solche Prozesse, die gemäß Naturgesetzen ablaufen, sind natürliche Prozesse, zumindest im Sinne der modernen Naturwissenschaften. Eine naturwissenschaftliche Erklärung von Phänomenen beinhaltet daher den Nachweis eines naturgesetzmäßigen Zustandekommens der Phänomene. Solange dieser Nachweis nicht erfolgt ist, ist zumindest formal auch kein Nachweis erfolgt, dass es sich um natürliche Prozesse bzw. um natürlich zustande gekommene Phänomene handelt.⁶

Insofern natürliche Phänomene und Prozesse mittels Gesetzen beschrieben werden können, können auch Vorhersagen gemacht werden.

WIDENMEYER (2013, 9) fasst zusammen: Naturwissenschaft hat es „mit wenn-dann-Strukturen, also den regelmäßigen Beziehungen oder den regelmäßigen, definierten Verhaltensweisen der Gegenstände unserer sinnlichen Wahrnehmungswelt zu tun“. Für das richtige Verständnis der Naturwissenschaft und der Reichweite naturwissenschaftlicher Aussagen folgt: „[A]lles, was nicht letztlich auf solche regelmäßigen wenn-dann-Eigenschaften zurückgeführt werden kann, überschreitet die Grenzen der empirischen Naturwissenschaft hinsichtlich ihrer Fähigkeit, diese zu erfassen, zu beschreiben oder gar zu erklären.“ Kurz: Aussagen, die nicht auf eine Gesetzesstruktur zurückgeführt werden können, können daher nicht als naturwissenschaftlich gelten.

Eine naturwissenschaftliche Erklärung von Phänomenen beinhaltet den Nachweis eines naturgesetzmäßigen Zustandekommens der Phänomene.

Diese zentrale Rolle von Gesetzmäßigkeiten bei naturwissenschaftlichen Erklärungen wird auch im Hempel-Oppenheim-Schema ausgedrückt (kurz:

HO-Schema). Dieses Schema wurde von Carl Gustav HEMPEL und Paul OPPENHEIM 1948 vorgeschlagen und vielfach aufgegriffen. Es besteht aus einem *Explanans* (Erklärung bzw. Prämissen), das sich aus Gesetzaussagen und empirischen Randbedingungen (sog. Antecedensaussagen) zusammensetzt, und dem *Explanandum*, den zu erklärenden Sachverhalt (Ereignisaussage). „Das Ereignis E (das *Explanandum* ...) wird erklärt durch einen Schluss oder eine Ableitung aus den Gesetzaussagen G_1 bis G_k zusammen mit den Antecedensbedingungen A_1 bis A_n als Prämissen; beide zusammen sind das Explanans, d. h. das, womit erklärt wird“ (POSER 2012, 49f.; Hervorhebung im Original). Schematisch:

| | |
|-------------|---|
| $G_1 - G_k$ | Gesetzaussagen (Explanans 1) |
| $A_1 - A_n$ | Antecedensbedingungen (Randbedingungen) (Explanans 2) |
| E | Zu erklärender Sachverhalt (Explanandum) |

Das HO-Schema wird auch als „deduktiv-nomologisch“ bezeichnet (DN-Schema), weil es aufgrund der Bezugnahme auf Gesetzmäßigkeiten (gr. „nomos“) Schlussfolgerungen (Deduktionen) ermöglicht, die überprüft werden können. Im englischsprachigen Raum ist die Bezeichnung „covering-law model“ verbreitet. Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass die Erklärung eines Ereignisses notwendigerweise eine Bezugnahme auf Gesetzmäßigkeiten („law“) voraussetzt.

Wir nennen die naturwissenschaftliche Art und Weise, Phänomene unter Bezugnahme auf Gesetze zu erklären, nomologisches Erklärungsmodell.

Erweiterung des Begriffs naturwissenschaftlich-nomologischer Erklärungen

Die Physik hat es häufig mit grundlegenden Gesetzen zu tun; solche Gesetze können (zumindest auf dem Stand aktueller Forschung) nicht auf noch grundlegendere Gesetze zurückgeführt werden. Wir nennen solche Gesetze „[Fundamentalgesetze](#)“*. Häufig beziehen sich Naturwissenschaftler aber auf Gesetzmäßigkeiten, die nicht fundamental sind. Dennoch können sie diese zuverlässig aus ihren Beobachtungsdaten herleiten und auf ihrer Grundlage Vorhersagen machen. Wir nennen sie „[phänomenologische Gesetze](#)“*.

Gesetzmäßigkeiten in der Chemie sind z. B. das Gesetz der konstanten Masseverhältnisse, wonach chemische Elemente miteinander in bestimmten, gleich bleibenden Masseverhältnissen reagieren, oder Beschreibungen bestimmter Reaktionen, die aus dem Mischen zweier Stoffe oder Stoffklassen und bestimmter Randbedingungen folgen: Wenn eine wässrige Lösung, die Silberionen enthält, mit einer wässrigen Lösung gemischt wird, die Chloridionen enthält, beobachtet man einen Niederschlag von Silberchlorid. (Randbedingungen sind Mindestkonzentrationen dieser Ionen, die durch das Löslichkeitsprodukt definiert sind, die Abwesenheit starker Komplexbildner u. ä.)

In der Regel kann der Chemiker mit solchen Gesetzmäßigkeiten Reaktionen beschreiben und häufig mit großer Sicherheit prognostizieren, er formuliert sie aber meist nicht in Begriffen von Fundamentalgesetzen, sondern von phänomenologischen Gesetzen. Dennoch (und heute selbstverständlich) können Gesetze der Chemie wieder auf fundamentale Theorien und Gesetze (z. B. der Teilchenphysik oder der Quantenmechanik) zurückgeführt werden.

Auch in der Biologie gibt es Gesetzmäßigkeiten, die häufig einen probabilistischen Aspekt haben, z. B. die Mendel'schen Erbgesetze oder Veränderungen der Häufigkeiten von Genvarianten (Allelen) aufgrund von Selektion und [Gendrift](#), die mit probabilistischen Gesetzmäßigkeiten beschrieben werden können (vgl. auch Abb. 1).

Manche Autoren betrachten das nomologische Erklärungsmodell (HO-Schema bzw. DN-Schema) in der Biologie als eine Idealisierung (PRESS 2015, 373) oder gar als kaum brauchbar. Denn dort sind die Ursache-Wirkungs-Beziehungen so komplex, dass das HO-Schema in der Praxis allenfalls in abgeschwächter Form formuliert werden kann, indem z. B. die Kriterien für Gesetzmäßigkeiten gelockert werden (vgl. z. B. die o. g. Unterscheidung von fundamentalen und phänomenologischen Gesetzen). So plädiert PRESS (2015) für ein „Cursory Covering Law Modell“, wonach es zulässig ist, in der Erklärung ungefähre Aussagen über Gesetze oder gesetzesähnliche Zusammenhänge als Prämisse zu verwenden. Beispielsweise beschreibt die Bergmann'sche Regel einen Zusammenhang von durchschnittlicher Körpergröße und Klima (je kälter, desto größer, da die Körperoberfläche *relativ zum Volumen* geringer wird, wenn die Körpergröße zunimmt, und der Wärmeverlust dadurch reduziert wird). Dieser Regel liegt ein realer Datensatz mit einem statistisch signifikanten Trend zugrunde, der physikalisch in einer gewissen Hinsicht auch plausibel ist. Man kann diese biologische Regel nach REUTLINGER (2014, S152) so fassen (übersetzt; vgl. Abb. 2):

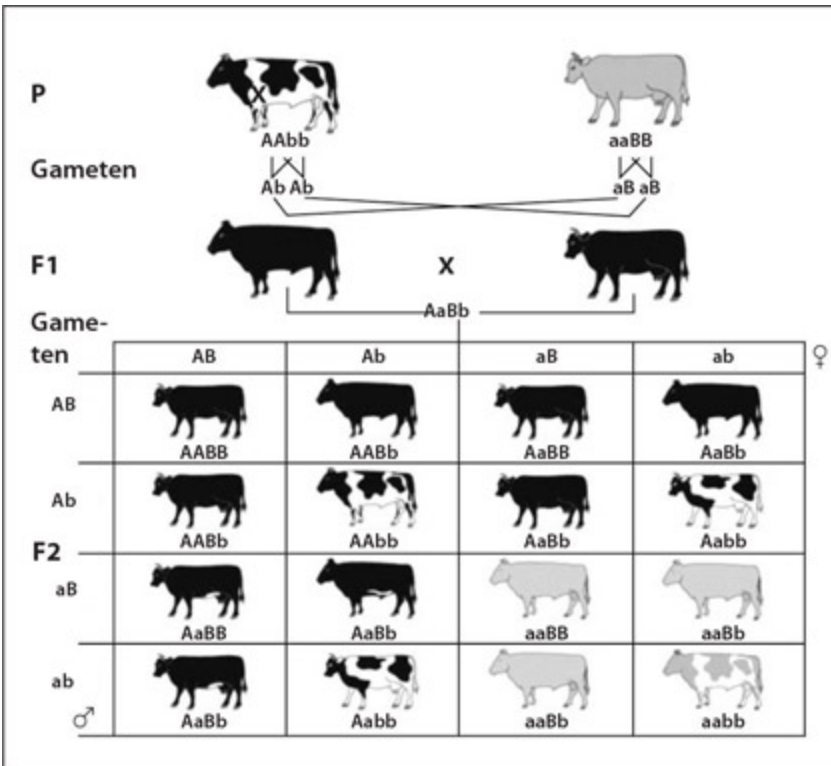


Abb. 1: Nicht nur in der Physik, sondern auch in der Biologie können bestimmte Abläufe gesetzmäßig beschrieben werden. Ein Beispiel sind die Mendel'schen Gesetze, hier das Beispiel der Spaltungsregel. Sie besagt, dass Eltern, die in gleicher Weise heterozygot (mischerbig) sind, sich beim Nachwuchs sowohl phänotypisch als auch genotypisch in einem bestimmten Verhältnis aufspalten. Das Bild veranschaulicht die Uniformitätsregel (bei Generation F1; alle Nachkommen sind genetisch gleich) und die Spaltungsregel (bei Generation F2) bei einem dihybriden dominant-rezessiven Erbgang (zwei Gene sind mischerbig). Einfarbig ist hier dominant über gescheckt; schwarz ist dominant über grau. In der F1-Generation sind die rezessiven Allele (für grau und gescheckt) verdeckt (latent).

v(x)(gehört zu einer Art warmblütiger Wirbeltiere)_x Δ (lebt in kühleren Klimazonen)_x
 → (ist in der Regel größer als die Rassen der Arten, die in wärmeren Klimazonen leben)_x

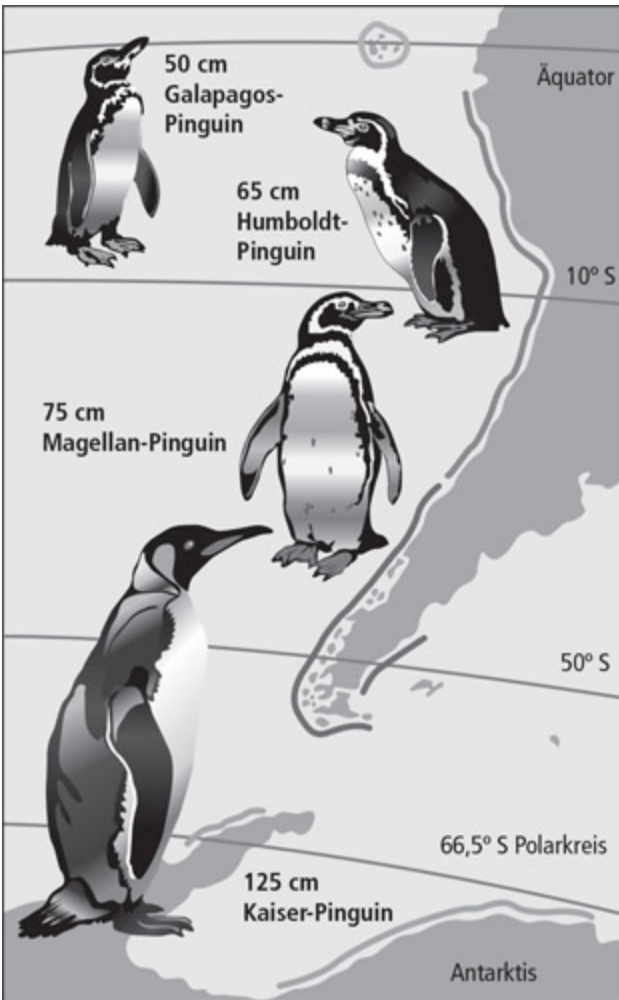


Abb. 2: Pinguine kommen nicht nur in der Antarktis vor, sondern auch in verschiedenen Regionen Südamerikas. Ihre Körpergröße ist entsprechend der vorherrschenden Temperaturen unterschiedlich ausgeprägt.

Diese Regel beschreibt dennoch kein Naturgesetz in einem strikten Sinne. Zunächst ist hier eine Einschränkung in Bezug auf den Gültigkeitsbereich gegeben (welche Tiere, welche Klimabedingungen?). Weiterhin sind die Zusammenhänge weder notwendig noch hinreichend: Es gibt auch andere Möglichkeiten, der Kälte zu trotzen (z. B. ein dichteres Fell oder durch angepasste Verhaltensweisen) und es haben auch noch andere Faktoren einen Einfluss auf die Körpergröße. Am bedeutsamsten ist aber eine bemerkenswerte Eigenschaft dieser Regel, die in der Biologie geradezu typisch ist, aber bei physikalischen und chemischen Gesetzen

nicht vorkommt: Diese Regel beschreibt einen *funktionalen* und damit einen teleologischen* Zusammenhang (s. u.): Es ist *vorteilhaft*, wenn Tiere in kälteren Regionen größere Körper haben. In diesem Sinne macht die Bergmann'sche Regel verständlich, *wozu* manche Tiere eine bestimmte Körpergröße haben, erklärt aber nicht das *Zustandekommen* der Körpergröße.

Über diese teleologische Komponente in der Biologie wird noch gesondert zu reden sein. Wir können an dieser Stelle offen lassen, ob und ggf. wie spezielle biologische Gesetzmäßigkeiten auf chemische oder physikalische Gesetzmäßigkeiten reduziert werden können. Solche Einschränkungen und Besonderheiten ändern nämlich nichts daran, dass auch in der Biologie immer ein Bezug auf mindestens eine Gesetzmäßigkeit (die auf einem geeigneten Datensatz beruht) genommen werden muss, wenn man dem Anspruch genügen möchte, systematisch natürliche Zusammenhänge aufzuzeigen (einen Überblick über neuere Ansätze bringen BRAILLARD & MALATERRE 2015⁷). Und die Bezugnahme auf Gesetzmäßigkeiten ist wie erwähnt auch erforderlich, um Vorhersagen und Tests machen zu können (vgl. REUTLINGER 2014, S145⁸). Das Beispiel der Bergmann'schen Regel macht dabei aber auch nochmals deutlich, dass wiewohl Bezüge auf Gesetzmäßigkeiten notwendig sind, um natürliche Zusammenhänge aufzuzeigen, sie nicht in jedem Falle hinreichend für echte naturwissenschaftliche Erklärungen sein können. Man „kann“ natürlich Kriterien für Gesetzmäßigkeiten lockern. Allerdings riskiert man dann auch, dass die Erklärungen an entscheidender Stelle an Erklärungskraft einbüßen (vgl. Abschnitt „Ist ‚natürliche Selektion‘ eine naturgesetzliche Erklärung?“).

Es sei noch erwähnt, dass in Formulierungen naturwissenschaftlicher Erklärungen manchmal mehr oder weniger *implizit* auf Gesetze Bezug genommen wird. Das ist zum Beispiel der Fall bei Formulierungen der Art

„A verursacht B“. Ist die Verursachung eine natürliche, findet sie genauso im Rahmen der Naturgesetze statt: Immer wenn entsprechende Randbedingungen eingestellt sind, verursacht A den Sachverhalt B aufgrund bestimmter naturgesetzlicher Fakten. Dabei kann die Verursachungsrelation auch hier probabilistische Aspekte haben: Ein Atomkern der Sorte K zerfällt mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit p , und immer wenn ein solcher Atomkern radioaktiv zerfällt, wird ein energiereiches Teilchen der Art T freigesetzt, das (ggf. wieder mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten) weitere Reaktionen in benachbarten Atomen verursachen kann usw.

Kaum erwähnt zu werden braucht, dass auch der naturwissenschaftliche Begriff eines „Mechanismus“ eine naturgesetzliche Struktur voraussetzt. Mechanismen, wie Menschen sie beschreiben, sind mehr oder weniger fein aufgelöste natürliche Abläufe, die, idealisiert unter gleichartigen Randbedingungen, immer auf ihre bestimmte Weise ablaufen, sei es streng deterministisch oder probabilistisch. Es gilt, was oben bereits festgestellt wurde: Der eigentliche Nachweis *natürlicher* Verursachungen oder Mechanismen ist nicht möglich, wo keine (empirisch fundierte) gesetzesartige Beschreibung möglich ist (siehe Kastentext: Warum wirkliche, natürliche Ursache-Wirkungs-Relationen immer auf Naturgesetzen und Randbedingungen beruhen müssen).

Infragestellung und Verteidigung des nomologischen Erklärungsmodells

Das nomologische Erklärungsmodell in der Biologie wird von einigen Autoren stark in Frage gestellt. Stattdessen wird für eine Pluralität von Erklärungen plädiert (POTOCHNIK 2013; BRIGANDT 2013). Dazu werden folgende Argumente genannt:

- Bei vielen biologischen Erklärungen scheinen Gesetze nur eine geringe oder gar keine Rolle zu spielen: „[T]here are many biological explanations in which laws, whether deterministic or statistical, seem to play little or no role...“ (POTOCHNIK 2013, 51). Diese Autorin nennt als Beispiel die Erklärung, weshalb sichelförmige Blutkörperchen zu einer Blutarmut führen (Sichelzellenanämie); dies könne kaum unter Berufung auf Gesetzmäßigkeiten erklärt werden.
- In manchen Fällen können auch unwahrscheinliche Ereignisse, die nicht gemäß dem nomologischen Erklärungsmodell beschrieben werden können, erklärt werden. „For one thing, some phenomena that are acknowledged to be improbable are nonetheless thought to be explained. For example, some genetic mutations are explained by oxidative damage, even though such mutations are rare and oxidants are frequently present“ (POTOCHNIK 2013, 51).
- Die gesetzmäßige Natur mancher Vorgänge, die als Gesetze beschrieben werden, ist zweifelhaft. POTOCHNIK (2013, 51) nennt als Beispiel eines der Mendel'schen Gesetze: „Whether Mendel's 'law' of independent assortment, used in the example of D-N explanation above, would qualify as a scientific law is itself dubious.“
- Es gebe Gegenbeispiele gegen das HO-Schema, etwa das Beispiel „Johann und die Antibabypille“: Ein Mann namens Johann hat regelmäßig Antibabypillen eingenommen. Nach dem HO-Schema könne man behaupten, dass Johann nicht schwanger wurde, weil er Antibabypillen eingenommen hat und es eine gesetzmäßige Regelmäßigkeit ist, dass alle Männer, die Antibabypillen einnehmen, nicht schwanger werden (BRIGANDT 2013, 71).
- Es gebe Fälle, in denen eine bestimmte Ursache nur manchmal eine Wirkung erzielt, etwa die Verabreichung eines Medikaments (vgl. BRIGANDT 2013, 72). In solchen Fällen liege zwar eine Erklärung für eine Veränderung vor, diese sei aber nicht gesetzmäßig.

- Die Praxis der Erklärungen in der Biologie folge eher einer „*kausalen Beschreibung*“, wonach ein Phänomen durch die ursächlichen Faktoren erklärt wird, die es hervorgebracht haben. Das gelte nach POTOCHNIK (2013, 51f.) insbesondere für evolutionäre Erklärungen, die natürliche Selektion beinhalten. Selektion garantiere aber keine bestimmte Veränderung, da sie nur ein Einfluss unter vielen sei.
- In der Biologie erfolgen Erklärungen durch *Mechanismen*: „Biology has also been used to motivate mechanistic accounts of explanation“ (POTOCHNIK 2013, 52; vgl. BECHTEL & ABRAHAMSEN 2005, 422f.; BARROS 2008, 307f.; BRIGANDT 2013, 73; BRAILLARD & MALATERRE 2015). Unter Mechanismen werden dabei Einrichtungen und Aktivitäten verstanden, die so organisiert sind, dass sie von einem Startpunkt an regelmäßige Änderungen bewirken. Als Beispiel nennt POTOCHNIK den Vorgang der Photosynthese. Es werde kontrovers diskutiert, ob auch natürliche Selektion als Mechanismus gelten könne (vgl. BARROS 2008).

Entgegnung

Es ist bei keinem dieser Einwände nachvollziehbar, weshalb Gesetze für die Erklärung nur eine geringe oder gar keine Rolle spielen sollten. Vielmehr spielen bei allen wirklichen und naturwissenschaftlichen Erklärungen Gesetze (neben plausiblen Randbedingungen) die tragende Rolle: Erklärungen greifen auf einen Datensatz zurück, der in statistisch signifikanter Weise gesetzesartige Zusammenhänge enthält. Das gilt unbeschadet der Tatsache, dass es angesichts der Komplexität der Biologie häufig *keine einfachen* DN-Schemata gibt oder solche schwerer zu finden sind (s. o.). Im Einzelnen (in der Reihenfolge der o. g. Einwände):

- Hinsichtlich der Sichelzellenanämie kann die Sichelform und die Tatsache, dass durch die Fehlgestaltung der Blutkörperchen die Sauerstoffaufnahme stark eingeschränkt ist, auf tiefere naturwissenschaftlich beschreibbare Zusammenhänge und damit auf Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt werden; dasselbe gilt für die Mutationen, die zur Sichelform führen.
- Daraus, dass manche natürliche Ereignisse (insbesondere als Einzelereignisse wie z. B. der radioaktive Zerfall mancher Nuklide oder bestimmte Mutationen) unwahrscheinlich sind, folgt keineswegs, dass für deren Erklärung Gesetze keine Rolle spielen würden. Der radioaktive Zerfall von Nukliden mit großer Halbwertszeit ist, bezogen auf das einzelne Atom und in beobachtbaren Zeiträumen, sehr unwahrscheinlich. Dennoch kann das Ereignis problemlos kernphysikalisch (und damit nomologisch) erklärt werden.
- Die Mendel'schen Regeln (vgl. Abb. 1) sind keine Fundamentalgesetze. Aber es handelt sich um phänomenologische Gesetze. Die Ereignisse geschehen nach klaren Regeln mit breiter empirischer Grundlage, erlauben problemlos Prognosen und sind mechanistisch-naturwissenschaftlich bestens nachvollziehbar.
- Gegenbeispiele wie „Johann und die Antibabypille“ treffen nicht das HO-Schema, sondern lediglich Scheinerklärungen, bei denen in einer unzulässigen Weise von einer Koinzidenz auf eine Ursache geschlossen wird. Dabei liefert gerade dieses Beispiel eine völlig unspezifische und damit unsinnige Korrelation: Auch alle Männer, die keine Antibabypille nehmen, werden nicht schwanger. Wenn aber X und Nicht-X genauso gut Y „erklären“, liegt ganz offensichtlich keine Erklärung vor. BRIGANDT (2013, 72) selbst schreibt dazu, dass eine wissenschaftliche Erklärung „innerhalb des einheitlichsten Systems unseres Gesamtwissens“ stattfindet („unification of knowledge“). Für eine wirkliche naturwissenschaftliche

Erklärung müssen entsprechend alle relevanten Gesetzmäßigkeiten und Randbedingungen berücksichtigt werden.

- Wenn bestimmte Einzelursachen nur manchmal eine Wirkung entfalten (wie im Beispiel der Medikamente), liefert dies keinen Einwand gegen die Rolle von Gesetzen. Vielmehr ist das Ursache-Wirkungs-Gefüge komplexer und/oder es spielen Randbedingungen eine entscheidende Rolle. Solche Befunde sind sogar eher die Regel als die Ausnahme: Um sie formal zu erklären, kann es genügen, die logische Wenn-Dann-Struktur nur ein weiteres Mal anzuwenden: Wenn X, dann [wenn Y, dann Z], d. h. wenn Umstände X gegeben sind, wirkt das Medikament. Solche Befunde stimulieren die Forschung, noch genauer die Gesetze und Randbedingungen zu finden, unter welchen Umständen das Medikament wirkt und wann nicht. Das ist aber nur dann möglich, wenn vorausgesetzt wird, dass hier gesetzesmäßige Zusammenhänge die entscheidende Rolle spielen.
- Naturwissenschaftliche kausale Beschreibungen nehmen notwendig einen Bezug auf Gesetzmäßigkeiten und Randbedingungen (siehe Kastentext). Denn nur das berechtigt uns zu sagen, dass X wirklich die (natürliche) Ursache von Y ist. Das heißt: Jeder Anspruch, einen Sachverhalt mechanistisch oder kausal (und dabei naturwissenschaftlich) erklärt zu haben, ist auch notwendig ein Anspruch, ihn wenigstens implizit nomologisch erklärt zu haben. Die Rechtfertigungspflichten dieses Anspruchs beinhalten dann wesentlich einen Nachweis einer (expliziten) nomologischen Erklärung. Der von POTOCHNIK aufgeworfenen Frage, ob natürliche Selektion als kausale Beschreibung gelten kann, widmen wir weiter unten einen eigenen Abschnitt.
- Eine naturwissenschaftlich gerechtfertigte Formulierung eines *Mechanismus* nimmt analog zu (anderen) kausalen Beschreibungen notwendig auf Gesetzmäßigkeiten Bezug (s. o.).

Zwischenfazit

In allen Fällen der vorgeschlagenen alternativen Erklärungsweisen, die oberflächlich betrachtet nicht dem nomologischen Erklärungsmodell zu folgen scheinen, spielen relevante Gesetzmäßigkeiten plus plausible Randbedingungen dennoch eine unverzichtbare Rolle. Andernfalls müsste man fragen: Um was für eine Erklärung (sei sie biologisch oder nicht) würde es sich handeln, bei der Naturgesetze wirklich keine Rolle spielen sollten? Man müsste in einem solchen Fall zumindest formal offen lassen, ob es sich hier überhaupt um natürliche Verursachungen oder Prozesse handelt. Denn niemand dürfte ernsthaft behaupten, dass es (natürliche) Ereignisse gäbe, bei denen Naturgesetze wirklich keine Rolle spielen; denn solche träten dann entweder völlig regellos und chaotisch auf und damit ohne Erklärung überhaupt – oder sie wären verursacht von der freien Entscheidung eines intelligenten Akteurs.

Relevante Gesetzmäßigkeiten plus plausible Randbedingungen spielen in allen naturwissenschaftlichen Erklärungsweisen eine unverzichtbare Rolle.

Fehlende Asymmetrie

Auf einen weiteren Kritikpunkt von POTOCHNIK soll noch eingegangen werden. Speziell am deduktiv-nomologischen Konzept (HO-Schema) kritisiert diese Autorin eine fehlende Asymmetrie.⁹ Sie wählt folgendes Beispiel: Die Länge einer Fahnenstange und der Sonnenstand erklären die Länge des Schattens dieser Stange. Jedoch klinge es sonderbar zu sagen, Sonnenstand und Länge des Schattens erklärten auch die Länge der Fahnenstange. Eine solche Erklärung in beide Richtungen ist aber durch das HO-Schema erlaubt. Zunächst ist das Beispiel unglücklich gewählt, weil es

keinen wirklich naturgesetzlichen, sondern einen geometrischen Sachverhalt betrifft. Das Hauptproblem (das zumindest die Autorin empfindet) liegt aber in den Naturgesetzen selbst. So schreibt z. B. KRAUSS (1973, 9): „Die Naturgesetze sind reversibel, d. h. zeitumkehr-invariant.“ Erst durch den 2. Hauptsatz der Thermodynamik, also aufgrund von Wahrscheinlichkeitsprinzipien, kommt sozusagen der Zeitpfeil in die Physik.

Fundamentale naturwissenschaftliche Erklärungen funktionieren also zeitsymmetrisch. Dies wird aber nur dann problematisch, wenn man solche Erklärungen als Angaben von Ursachen missversteht.¹⁰

Besteht man aber dennoch darauf, dass eine naturwissenschaftliche Erklärung immer auch eine Ursache-Wirkungs-Relation zu beschreiben habe, ändert dies nichts daran, dass die korrekte und wenigstens implizite Angabe von (zumindest phänomenologischen) Gesetzen und Anfangsbedingungen eine notwendige Voraussetzung für naturwissenschaftliche Erklärungen ist.

Folgerungen für die Evolutionstheorie

Aus dem Gesagten folgt: Auch eine als naturwissenschaftlich geltende Evolutionstheorie muss dem nomologischen Erklärungsstandard der Naturwissenschaften genügen. Sie muss also wesentlich auf (empirisch gehaltvolle und qualifizierte) Naturgesetze und plausible Randbedingungen zurückführbar sein, die für das Erklärungsziel – sei es Mikroevolution oder eine evolutionäre Innovation – relevant sind. Aufgrund der enormen Komplexität der biologischen Strukturen und Prozesse sind einfache DN-Schemata zwar nicht möglich; dies kann aber natürlich keinen Grund darstellen, die Kriterien für eine naturwissenschaftliche Erklärung aufzugeben oder wesentlich zu lockern: Ohne qualifizierten Bezug auf

Gesetzmäßigkeiten und plausible Randbedingungen wäre tatsächlich offen, was historisch stattgefunden hat. Zumindest einen *naturwissenschaftlichen* Grund, Makroevolution als Tatsache anzusehen, gibt es dann nicht.

Zu Recht wird daher seit Charles DARWIN beansprucht, dass die Evolutionstheorie (mit dem zentralen Bestandteil der Selektionstheorie) wesentlich Bezug auf Gesetzmäßigkeiten nimmt. DARWIN (1859) hat dies im letzten Satz seiner *Origin of Species* durch eine interessante Gegenüberstellung zum Ausdruck gebracht:

„Es ist wahrlich etwas Erhabenes um die Auffassung, dass der Schöpfer den Keim allen Lebens, das uns umgibt, nur wenigen oder gar nur einer einzigen Form eingehaucht hat und dass, während sich unsere Erde nach den Gesetzen der Schwerkraft im Kreise bewegt, aus einem so schlichten Anfang eine unendliche Zahl der schönsten und wunderbarsten Formen entstand und noch weiter entsteht.“

Der Vergleich von evolutionärer Entwicklung („entstand und noch weiter entsteht“) und Bewegung der Erde („nach den Gesetzen der Schwerkraft“) ist kein Zufall. Für DARWIN war der Artenwandel genauso gesetzmäßig wie die Bewegung von (Himmels-)körpern. Entsprechend stellt der Biograph David QUAMMEN (2009, 219) fest: DARWIN „fordert, sich Evolution als die Folge feststehender Gesetze vorzustellen so wie die Gravitation oder die Wärmebewegung.“

DARWIN spricht an vielen Stellen von einem „Gesetz“. Ein klassisches Zitat von ihm lautet: „Das alte Argument vom Design in der Natur, wie es von Paley verwendet wurde und das mir früher so schlüssig erschien, scheitert nun, nachdem das Gesetz der natürlichen Auslese entdeckt worden ist“ (zitiert nach F. DARWIN 1887, 309). Auch der bekannte zweitletzte Satz von *Origin* behauptet implizit eine Gesetzmäßigkeit: „Aus dem Kampf der Natur, aus Hunger und Tod geht also unmittelbar das Höchste hervor, das

wir uns vorstellen können: die Erzeugung immer höherer und vollkommenerer Wesen.“ Man kann diesen Satz in eine Wenn-Dann-Struktur bringen, vereinfacht: Wenn es Konkurrenz um begrenzte Ressourcen gibt, erfolgt Höherentwicklung.¹¹ Die Lebewesen werden nach DARWIN durch bloße Naturkräfte genauso geformt wie Gegenstände der unbelebten Welt, die den Naturkräften ausgeliefert und ihnen gegenüber passiv sind. Er „formulierte schon in seinen frühen *Notebooks* das Ziel, analog zur Bedeutung von Newtons Gravitationsgesetz für die Himmelsmechanik allgemeine und unveränderliche Gesetze für die Abstammungslehre aufzudecken“ (PULTE 2009, 142). Die Philosophin Eve-Marie ENGELS stellt fest: „Die Erforschung des Lebendigen soll den Anschluß an das von den Wissenschaften der unbelebten Natur, Physik und Astronomie, bereits erzielte Niveau erreichen, nämlich Phänomene und Prozesse des Lebendigen durch Naturgesetze zu erklären, statt sie auf den direkten Eingriff Gottes zurückzuführen“ (ENGELS 2009, 24).¹²

Warum wirkliche, natürliche Ursache-Wirkungs-Relationen immer auf Naturgesetzen und Randbedingungen beruhen müssen

Reicht für eine naturwissenschaftliche Erklärung lediglich die Angabe einer (mutmaßlichen) Ursache-Wirkungs-Relation, so dass ein Bezug auf Gesetze und Anfangsbedingungen nicht zwingend erforderlich ist? Nein. Denn was würde passieren, wenn wir den Bezug auf Gesetze und Anfangsbedingungen wirklich beiseitelassen würden? Wir könnten dann zwischen realen natürlichen und unmöglichen natürlichen (oder möglicherweise übernatürlichen) Ereignissen nicht mehr unterscheiden. Nehmen wir als Beispiel einen lauten Knall. Als Ursache gilt die Zündung eines Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisches, auch „Knallgas“ genannt. Warum ist hier die Annahme einer natürlichen Ursache-Wirkungs-Relation sehr plausibel? Weil eine solche Explosion durch Randbedingungen (einschließlich des auslösenden Moments) und naturgesetzliche Fakten erklärt werden kann. Was wäre mit einem Sauerstoff-Stickstoff-Gemisch, das im Verdacht steht, geknallt zu haben? Formal könnte ganz genauso eine Ursache-Wirkungs-Relation als vermeintliche Erklärung formuliert werden. Wir wissen aber, dass eine solche Erklärung falsch wäre. Der Grund ist, dass die erforderlichen naturgesetzlichen Fakten fehlen: Tatsächlich ist eine Reaktion zwischen Stickstoff und Sauerstoff, die zu einem Knall führen könnte, naturgesetzlich nicht möglich. Er würde entweder nicht stattfinden oder wäre ein Wunder.

In anderen Worten: Eine angenommene Ursache-Wirkungs-Relation kann nur deshalb begründetermaßen als eine *wirkliche und gleichzeitig natürliche* Relation angesehen werden, wenn sie auf (zumindest phänomenologischen, in jedem Fall empirisch gehaltvollen) Naturgesetzen und Randbedingungen beruht. Wo empirisch gehaltvolle Gesetze und plausible Randbedingungen nicht angegeben werden können, handelt es sich nicht um eine naturwissenschaftliche Erklärung, ohne klare Anhaltspunkte und Testbarkeitskriterien nicht einmal um eine naturwissenschaftliche Hypothese, sondern um eine bloße Mutmaßung. Man mag für eine solche Mutmaßung möglicherweise philosophische Argumente ins Feld führen. Naturwissenschaftlich ist sie aber nicht.

Ist „natürliche Selektion“ eine naturgesetzliche Erklärung?

Wie oben erläutert, erklärt eine naturwissenschaftliche Erklärung natürliche Phänomene wesentlich mittels Gesetzesaussagen. Beispielsweise gilt für beschleunigte Bewegungen von Körpern das Gesetz, dass eine resultierende Kraft geteilt durch die Masse des Körpers der Größe seiner Beschleunigung

entspricht. Das Gravitationsgesetz setzt die Massen zweier Körper und ihren Abstand ins Verhältnis, woraus sich (vermittels einer Konstante) die Größe der Kraft ergibt. In der Chemie gehorchen konkrete Reaktionen oder Reaktionstypen phänomenologischen Gesetzen: Immer wenn unter Randbedingung *R* zwei Stoffe A und B vermischt werden, folgt eine bestimmte Reaktion. Ein Gesetz mit sehr breiter Anwendbarkeit ist z. B. das Gesetz der konstanten Masseverhältnisse.

Alle durch ein jeweiliges bestimmtes Gesetz erklärten Phänomene zeichnen sich dadurch aus, dass sie *gemeinsame Eigenschaften* haben, die *durch das Gesetz miteinander verbunden* sind. So haben in allen Fällen, in denen z. B. das Newton'sche Beschleunigungsgesetz zur Anwendung kommt, Körper eine bestimmte Masse, auf die eine bestimmte Kraft wirkt und die mit einer bestimmten Rate beschleunigt werden. Natürlich sind streng genommen einzelne Fälle, in denen das Newton'sche Beschleunigungsgesetz oder das Gravitationsgesetz anzuwenden ist, nie an sich absolut gleich. Aber alle Fälle zeichnen sich eben dadurch aus, dass sie *dieselbe Beziehung von physikalischen Eigenschaften* verkörpern. Diese Eigenschaften sind durch das Gesetz miteinander eindeutig verbunden. Alle Fälle eines bestimmten chemischen Reaktionstyps sind dadurch gekennzeichnet, dass Reagenzien eines bestimmten Typs beteiligt sind und ein bestimmtes chemisches Verhalten beobachtet wird (z. B. dass ein definierter pH-Wert und ein definierter Indikator eine definierte und messbare Farbreaktion ergeben). Solche Eigenschaften sind, neben ihrer gesetzhaften Verknüpfung, *operationalisierbar*, d. h. sie sind durch ein bestimmtes Verfahren charakterisiert, das definierte Messungen oder Beobachtungen beinhaltet, und dadurch auch wohldefiniert.

Davon scheinen sich jedoch mutmaßliche makroevolutive Vorgänge bzw. Stadien dieser Vorgänge zu unterscheiden, die durch „natürliche Selektion“ (einschließlich erforderlicher Mutationsereignisse) erklärt werden sollen. Alle Fälle, in denen ein Gesetz der Makroevolution zur Anwendung käme,

müssten sich dadurch auszeichnen, dass bestimmte Eigenschaften durch dieses Gesetz eindeutig miteinander verbunden sind. Die Eigenschaften und diese Beziehung zwischen ihnen müssten dann an jedem Fall, wo dieses Gesetz zur Anwendung kommt, vorgefunden werden können. Aber weder solche Eigenschaften noch ein solches Gesetz mit einer solchen Beziehung sind in Sicht, wo es um makroevolutive Erklärungsversuche neuer und funktional komplexer Merkmale geht, selbst wenn es sich um sehr ähnliche Merkmale handelt. Zwar gibt es für sich prinzipiell messbare Größen, die für Selektion relevant sind, wie z. B. Reproduktionsraten. Diese sind jedoch nur Konsequenzen der *aktuellen* „Fitness“ eines Individuums; sie stehen mit dem eigentlichen (mutmaßlichen) physischen *Entstehungsprozess* selbst, um den es hier zentral geht, in keinem gesetzesartigen Zusammenhang.

Es ist vor diesem Hintergrund alles andere als überraschend, dass z. B. aus den hypothetischen Abfolgen und Randbedingungen, unter denen der Vogelflug evolutionär entstanden sein soll, nichts darüber erschlossen werden kann, wie der Fledermausflug entstanden ist. Trotz ähnlicher Flugleistung sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen enorm. So sind beispielsweise bei den Fledermäusen die Hinterbeine in den Flug involviert, bei den Vögeln dagegen nicht (außer bei einigen fossilen Formen, die als eigene Linien gelten). Man sollte erwarten, dass ursprünglich ein starker Selektionsdruck herrschte, die Beine auch als Stütze für Tragflächen zu nutzen (vgl. PETERS 2002, 349). Oder warum haben trotz ähnlicher Selektionsdrücke die Vögel eine ganz speziell gebaute fixierte, kleine Lunge mit hocheffektiver Durchströmungsatmung, die Fledermäuse dagegen nicht? Beispiele und Fragen dieser Art sind Legion.

Alle Fälle, in denen ein Gesetz der Makro-evolution zur Anwendung käme, müssten sich dadurch auszeichnen, dass bestimmte Eigenschaften durch dieses Gesetz eindeutig miteinander verbunden sind.

Weiterhin besteht der Verdacht, dass für die Beschreibung mutmaßlich makroevolutiver Vorgänge nicht solche Prädikate verwendet werden, die naturwissenschaftlich „erlaubt“, d. h. operationalisierbar und wohldefiniert wären (wie z. B. Masse, Ladung, eine bestimmte Farbe, pH-Wert usw.). Der Punkt ist hier, dass die evolutionäre Sprache wesentlich von *teleologischen* Begriffen geprägt ist; dazu gehören im Zusammenhang mit natürlicher Selektion Erfolgs- oder Misserfolgsbegriffe wie Anpassung oder Fortpflanzungserfolg. Solche Begriffe beschreiben etwas, was scheitern oder gelingen kann, insofern der Bezug auf *Funktionen*, also auf *zweckmäßige Konstruktionen*, wesentlich ist (ähnlich wie das bei der Bergmann'schen Regel der Fall ist).

Z. B. beruht eine Vorstellung wie die, dass die Isolationswirkung eines Fells und der damit verbundene bessere Überlebenserfolg die Entstehung des Fells *erkläre*, auf einem entsprechenden Fehlschluss. Niemals kann die Eigenschaft eines Felles das *Entstehen* desselben erklären (höchstens, dass Spezies, die ein Fell mit seinen Eigenschaften *bereits haben*, eine höhere Reproduktions- bzw. eine niedrigere Mortalitätsrate aufweisen). Ebenso kann in einem natürlichen Kontext ein Zweck oder eine Funktion keine Erklärung sein. Zwecke und Funktionen sind nicht operationalisierbar. Teleologische Begriffe sind daher der Physik und Chemie fremd. Sie beschreiben *nicht den eigentlichen physischen Prozess oder Mechanismus*, sondern beziehen sich lediglich auf das *Resultat* eines möglichen Prozesses und setzen den Prozess als gegeben (und unproblematisch) voraus. Es wird also gerade der physische Prozess, der für einen makroevolutiven Vorgang wesentlich wäre, nicht inhaltlich thematisiert. Der Philosoph Geert KEIL schreibt zu Recht:

„Ein kausaler Mechanismus, in dessen Beschreibungen Kategorien wie ‚Überlebenserfolg‘ oder ‚Anpassung‘ vorkommen könnten, existiert nicht. Es kann ihn nicht geben, weil das zugrundeliegende Problem ein begriffliches ist und kein empirisches“ (KEIL 1993, 118).

Das heißt: Wir brauchen für eine echte Erklärung der Existenz von X wesentlich *Gesetzmäßigkeiten* (nebst plausiblen Randbedingungen), die zudem *operationalisierbare* Eigenschaften in Beziehung setzen. Sonst müssen wir offen lassen, ob X wirklich auf natürlichem Wege ins Dasein kam (siehe Kastentext „Warum wirkliche, natürliche Ursache-Wirkungs-Relationen immer auf Naturgesetzen und Randbedingungen beruhen müssen“). Zumindest gibt es dann für die These einer natürlichen Entstehung keine *naturwissenschaftliche* Rechtfertigung.

BRAILLARD & MALATERRE (2015) meinen, natürliche Selektion fungiere als vereinheitlichende Erklärung, indem sie so verschiedene Dinge wie Fossilbericht, Entwicklung und Instinkt von Tieren usw. erkläre. Eine solche „Erklärung“ ist aber solange nicht naturwissenschaftlich, wie sie nicht auf Daten zurückgreift, die *spezifisch* für natürliche Zusammenhänge wären. Das wären solche Daten, die es ermöglichen, wirklich (auf Gesetzen beruhende) Mechanismen zu formulieren. Ohne einen wenigstens paradigmatischen Nachweis solcher Mechanismen fehlt die rationale Rechtfertigung, wirklich von einer rein natürlichen Genese der Lebewesen auszugehen. Der Fossilbericht oder die Merkmale der Tiere könnten dann genauso gut auch nichtnatürliche Ursachen haben. Autoren wie BRAILLARD und MALATERRE verwischen damit den Unterschied zwischen einer wirklich naturwissenschaftlichen Erklärung und einem *weltanschaulichen* Deutungsrahmen.

Es ist daher in gewisser Weise nicht verwunderlich, dass der „natürlichen Selektion“ häufig eine praktisch beliebige Schöpferkraft zugesprochen wird, ohne dabei um eine naturwissenschaftliche Erklärung bemüht zu sein (z. B. POWELL 2012).¹³

Anders gelagert sind dagegen mikroevolutive Phänomene. Hier ist eine (empirisch gehaltvolle) Regelmäßigkeit deshalb gegeben, weil bestimmte evolvierbare Funktionen bereits in einer Spezies angelegt bzw. programmiert sind. Durch diese Anlage sind Veränderungen vorgegeben

und dadurch *prognostizierbar*. Außerdem sind die Mechanismen z. T. konkret nachvollziehbar (wodurch die teleologische Sprache hier wirklich durch eine mechanistische ersetzt werden könnte). So kann z. B. erfolgreich vorhergesagt werden, wie sich Körperform, Form der Beine oder die Ausprägung der Zehenlappen bei den karibischen *Anolis*-Eidechsen bei Neubesiedlungen von Inseln ausprägen werden – in Abhängigkeit von den verfügbaren Lebensräumen (Losos 2018). Es ist Konsens, dass dabei vorhandene Variationsprogramme abgerufen werden, denn sie sind innerhalb von wenigen Generationen abrufbar. Ein Neuerwerb durch Zufallsmutation, Auslese und Fixierung in der Population würde dagegen (wenn wir voraussetzen, dass dies überhaupt möglich ist) für jeden Mutations- und Fixierungsschritt sehr viele Generationen erfordern.

Naturgemäß haben solche Veränderungspotenziale dann auch Grenzen. Sie unterscheiden sich von mutmaßlichen makroevolutiven Prozessen durch a) die Vorprogrammierung, b) die begrenzte Reichweite des Veränderungspotenzials, c) die empirisch gehaltvolle Regelmäßigkeit.

Bei mikroevolutiven Phänomenen ist eine Regelmäßigkeit deshalb gegeben, weil bestimmte evolvierbare Funktionen bereits in einer Spezies angelegt bzw. programmiert sind.

Einwände gegen die Naturgesetzlichkeit von Evolution

Die folgenden Punkte untermauern die bisherige Argumentation, indem sie deutlich machen, dass die Gesetzmäßigkeit von Evolution ausgesprochen fragwürdig ist (unabhängig davon, ob Evolution im Darwin'schen oder neodarwinistischen Sinn verstanden wird):

Die Quelle der Variation der Lebewesen kann nicht durch irgendeine Gesetzmäßigkeit beschrieben werden.

Kommen wir dazu nochmals auf den Ausdruck der „natürlichen Selektion“ zurück. DARWINS „Gesetz“ der natürlichen Auslese – das *survival of the fittest* – war und ist in Bezug auf die Entstehung des evolutionär Neuen äußerst vage. (Die Gründe dafür wurden bereits geschildert.) Das zeigt sich bei DARWIN schon darin, dass er keine klaren Vorstellungen über die Quelle der Variabilität hatte. Aus späterer Sicht waren seine (lamarckistischen) Vorstellungen sogar schlicht falsch, aber das ist nicht der entscheidende Punkt. Entscheidend ist vielmehr, dass die Quelle der Variation der Lebewesen nicht durch irgendeine Gesetzmäßigkeit beschrieben werden konnte. Das hat sich bis heute nicht geändert (s. u.). Anfang des 20. Jahrhunderts wurden zwar die Mutationen als Quelle für Veränderungen der Lebewesen entdeckt, aber das Auftreten *bestimmter* Mutationen folgt bis auf spezielle Ausnahmen (vgl. BORGER 2019) keinerlei Gesetzmäßigkeit und erst recht nicht ein dadurch bedingtes mutmaßliches Auftreten von Neuheiten¹⁴ (vgl. POSER 2012, 59 und s. u.).

Populationsgenetisch und quantitativ gesetzmäßig beschreibbar sind Veränderungen von Häufigkeiten von Allelen (Allelfrequenzveränderungen), aber darin besteht nicht das Erklärungsziel für Makroevolution wie eingangs charakterisiert. Das *survival of the fittest* erklärt nicht deren *arrival*. Das wird von vielen Kritikern der Selektionstheorie zurecht moniert. Als Beispiel sei MÜLLER (2003, 5; in Übersetzung) zitiert:

„Nur wenige Prozesse ... werden durch die kanonische neodarwinistische Theorie abgedeckt. Diese betrifft hauptsächlich die Häufigkeit von Genen in Populationen und die Faktoren, die für ihre Variation und Fixierung verantwortlich sind. Obwohl sie sich auf

phänotypischer Ebene mit der Änderung existierender Teile befasst, zielt die Theorie weder auf die Erklärung des Ursprungs der Teile noch auf die Erklärung ihrer morphologischen Organisation noch der Innovation ab. In der Welt des Neodarwinismus war der motivierende Faktor für morphologische Veränderung natürliche Selektion, die für die Änderung und den Verlust von Teilen verantwortlich gemacht werden kann. Selektion besitzt aber keine innovative Fähigkeit: sie eliminiert oder erhält, was existiert. Die generativen und Ordnungsaspekte der morphologischen Evolution fehlen daher der Evolutionstheorie.“

Damit sagt MÜLLER de facto, dass die Evolutionstheorie in ihrem Kernbereich, nämlich der These einer rein natürlichen Entstehung biologischer Neuheiten, ohne naturwissenschaftliche Erklärungen auskommen muss.

MÜLLER erhält seine Kritik bis heute aufrecht und fordert daher mit anderen Wissenschaftlern eine „Erweiterte Evolutionäre Synthese“ (EES, s. u.), die in wesentlichen Punkten über die bisherige „Moderne Synthese“ (MS) hinausgeht. Er schreibt, dass Populationsgenetik zwar in Erklärungen privilegiert sei, jedoch eine Fülle evolutionärer Phänomene ausgeschlossen bleibe, so werde zwar die Variation der organismischen Strukturen, ihre Physiologie, Entwicklung und ihr Verhalten beschrieben, nicht aber ihre Entstehung (MÜLLER 2017, 3¹⁵). „Der MS fehlt in der Tat eine Theorie der Organisation, die die charakteristischen Merkmale phänotypischer Evolution wie Neuheiten, Modularität, Homologie, Homoplasie oder den Ursprung der Baupläne erklären kann, die die evolutionären Linien definieren“ (MÜLLER 2017, 4¹⁶). Was gesetzhaft beschrieben werden kann, betrifft nicht das evolutionär Neue. Mit der EES soll diese Lücke geschlossen werden.



Abb. 3: Warum betreiben gerade z. B. Fledermäuse und Delfine eine ausgefeilte Echoortung? (Bilder: © Valeriy Kirsanov, Peter Schinck, AdobeStock)

Vorhersagen sind höchst problematisch

Es ist völlig unmöglich, vorherzusagen, welche neuartigen Baupläne in Zukunft entstehen werden. Drehen wir zur Verdeutlichung dieses Sachverhalts das hypothetische Rad der Evolutionsgeschichte zurück: Zu Beginn des Mesozoikums hätte nicht vorhergesagt werden können, dass Federn und Flug evolvieren würden, oder niemand hätte zu Beginn des Tertiärs vorhersagen können, dass ausgerechnet bei Fledermäusen und bei den Walartigen ein ausgefeiltes Echoortungssystem entstehen würde (vgl. Abb. 3). Warum gerade bei diesen Gruppen, nicht aber bei anderen? Oder: Warum sind unabhängig bei Vögeln und Säugetieren einerseits extrem ähnliche Herzen entstanden, andererseits jedoch ausgesprochen unterschiedliche Lungen? (FARMER 2010, 561).¹⁷ Es gibt darauf und auf beliebig viele ähnliche Fragen keine naturwissenschaftliche Antwort, d. h. keine Wenn-Dann-Aussagen, aus denen folgt, in welchen Linien welche speziellen Strukturen und Fähigkeiten zukünftig entstehen werden; auch nicht in irgendeiner abgeschwächten Form.¹⁸ Natürlich sind auch die oben diskutierten alternativen Erklärungsmodelle (Abschnitt „Infragestellung und Verteidigung des nomologischen Erklärungsmodells“) hier nicht

anwendbar; sie sind zudem ohnehin für eine naturwissenschaftliche Erklärung viel zu unspezifisch.

Auch in einem anderen Sinne und in vielen anderen evolutionstheoretisch relevanten Gebieten sind Vorhersagen kaum oder nur vage möglich oder haben sich häufig als falsch erwiesen: Man kann Vorhersagen im Sinne von Erwartungen formulieren, die eintreffen sollten, falls die Lebewesen allgemein durch Evolution entstanden sind, z. B. ein eingeschachteltes System von Verwandtschaftsbeziehungen der Arten, passende Übergangsformen, graduelle Abfolgen in der Fossilüberlieferung u. v. a. (vgl. den Beitrag „Evolution ‚erklärt‘ Sachverhalte und ihr Gegenteil“ in diesem Band). Solche Erwartungen wurden durchaus häufig bestätigt, aber sehr häufig auch enttäuscht, ohne dass das Rahmenparadigma „Evolution“ zur Disposition gestellt worden wäre. Die Folge ist, dass eine Falsifizierung kaum möglich ist (bzw. generell nicht akzeptiert wird), weil die Annahme einer allgemeinen Evolution durch Zusatzhypothesen, bloße Ad-hoc-Annahmen oder optimistische Verweise auf zukünftige Forschungsergebnisse aufrechterhalten wird (wobei solche Hypothesen wiederum empirische Stützen benötigen würden, wenn es mehr als bloße Spekulationen sein sollen). Wirklich wissenschaftliche Theorien müssen aber an der Erfahrung scheitern können. Außerdem würden solche Vorhersagen, sollten sie gelingen, direkt nur die Hypothese einer gemeinsamen Abstammung betreffen, nicht aber die Hypothese zum Modus der Makroevolution. Für diese werden die genannten naturgesetzmäßigen, mechanistischen Erklärungstypen benötigt.

Evolutionstheoretische Erwartungen wurden häufig enttäuscht, ohne dass das Rahmenparadigma „Evolution“ zur Disposition gestellt worden wäre.

Makroevolution ist Naturgeschichte

FODOR & PIATTELLI-PALMARINI (2010, 132) stellen fest, dass die „Geschichte über die Evolution der Phänotypen“ nicht zur Biologie, sondern zur Naturgeschichte gehöre. Adaptionistische Erklärungen seien historische Erklärungen, diese bieten plausible Erzählungen, eine kausale Kette von Ereignissen, die zum Phänomen führten, das erklärt werden soll. Nomologische Erklärungen (solche, die auf Gesetzmäßigkeiten Bezug nehmen) handeln dagegen von (metaphysisch notwendigen¹⁹) Beziehungen von Eigenschaften, während historische Erzählungen von (kausalen) Beziehungen zwischen Ereignissen handeln. Historische Erklärungen subsummieren Ereignisse nicht unter Gesetze und unterstützen daher nicht kontrafaktische Sachverhalte („counterfactuals“), d. h. können keine Antwort auf die Frage geben, was passiert wäre, wenn bestimmte Dinge (das Antezedens, die Ausgangsbedingungen; vgl. HO-Schema) anders gewesen wären. Die Autoren stellen fest: „Naturgeschichte ist keine Evolutionstheorie, sie ist ein Bündel evolutionärer Szenarien“ (FODOR & PIATTELLI-PALMARINI 2010, 159). Wie erläutert, muss angemerkt werden, dass auf einer solchen Basis die Frage, ob die kausale Kette wirklich existiert hat und/oder ob sie eine rein natürliche war, nach naturwissenschaftlichen Kriterien offen bleiben muss. (Vgl. zu FODOR & PIATTELLI-PALMARINI die Buchbesprechung in diesem Band.)

Evolution ist ein konzeptionelles Gerüst

Dass Evolutionstheorien keine Naturgesetze beschreiben, hat in jüngster Zeit MÜLLER (2017, 2) prägnant zum Ausdruck gebracht. Er schreibt (in Übersetzung; Hervorhebungen nicht im Original):

„Die Theorie der Evolution ist das grundlegende *konzeptionelle Gerüst* der Biologie, zu dem alle wissenschaftlichen Erklärungen der

Phänomene des Lebens passen müssen. Da es *kein allgemeingültiges Gesetz beschreibt* im Blick auf ein einzelnes natürliches Phänomen wie zum Beispiel Gravitation, sondern vielmehr die Regeln organismischer Veränderungen im Laufe der Zeit, die auf den hochkomplexen Inputs und den Wechselwirkungen einer Vielzahl verschiedener Faktoren beruhen, *kann die Evolutionstheorie nicht als statisch betrachtet werden*, sondern sie unterliegt Veränderungen im Lichte neuer empirischer Befunde.“²⁰

Dieses Zitat ist in mehrerer Hinsicht bemerkenswert. Zum einen wird klar gesagt, dass jede Evolutionstheorie²¹ (offenbar als Kausaltheorie gemeint) kein universell gültiges Gesetz beschreibt und nicht mit einem physikalischen Gesetz wie dem Gravitationsgesetz vergleichbar ist. Mit anderen Worten: Was DARWIN bereits vor 160 Jahren vermeintlich erreicht hatte, ist bis heute nicht geschafft. Zum zweiten sind Evolutionstheorien selber nicht „statisch“, sondern veränderlich. Dass das höchst erstaunlich ist, wird klar, wenn man dergleichen über das Fallgesetz oder die Kepler'schen Planetengesetze aussagen würde. Was sagt dies über den Wahrheitsgehalt solcher „Theorien“ aus – insbesondere vor dem Hintergrund, dass es sich beileibe nicht um eine ganz junge Theorie handelt? Evolutionstheorien als beschreibende oder gar erklärende „Theorien“ sind offenbar etwas ganz anderes als das, was wir in Physik oder Chemie vorfinden. Wieder zeigt sich: Der Anschluss an die strengen Naturwissenschaften wie die Physik, den DARWIN erreichen wollte (s. o.), ist klar verfehlt.²² MÜLLER schreibt drittens, dass Evolution einen grundlegenden konzeptionellen Rahmen bildet, mit dem alle Erklärungen vereinbar sein müssen. Auf diesen Aspekt weist auch ULLRICH in seiner Analyse über Evolution und Evolutionstheorien (in diesem Band) hin. Hierbei handelt es sich offenbar um eine *Vorschrift*: Erklärungen müssen mit etwas vereinbar sein und dieses *Etwas* sind nicht (nur) die empirischen

Daten, sondern ganz wesentlich eine konzeptionelle Vorgabe. Eine solche basiert aber auf Konvention bzw. ist das Ergebnis einer Wahl und hätte daher auch anders gewählt werden können. Zumindest wurde sie nicht vom wissenschaftlichen Datenbefund erzwungen.

Evolutionstheorien als beschreibende oder gar erklärende „Theorien“ sind offenbar etwas ganz anderes als das, was wir in Physik oder Chemie vorfinden.

Evolution als naturhistorischer Prozess nicht gesetzhaft beschreibbar

Dass Evolution als naturhistorischer Prozess nicht gesetzhaft beschrieben werden kann, wird auch durch Aussagen von LALAND et al. (2015) deutlich, denn diese Autoren stellen zur „Erweiterten Evolutionären Synthese“ (EES, s. u.) fest, dass „... the EES predicts that organisms will *sometimes* have the potenzial to develop well-integrated, functional variants when they encounter new conditions ...“ und „The EES also anticipates that variants with large phenotypic effect *can* occur, ...“ (LALAND et al. 2015, 8; Hervorhebungen nicht im Original). Man beachte die Einschränkungen „*manchmal*“ und „*können* vorkommen“ und das Fehlen jeglicher Spezifik: Es sollen lediglich *irgendwelche* funktionellen Varianten entwickelt werden. Hier liegt offenkundig keine Wenn-Dann-Struktur vor, auch nicht in irgendeiner abgeschwächten oder bedingten Form. Es werden keine spezifischen Bedingungen genannt, unter denen ein bestimmtes Ergebnis oder eine Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines konkreten Ereignisses vorhergesagt werden kann, es werden keine Mechanismen für die Entstehung von Innovationen beschrieben oder eine (wissenschaftlich begründete) kausale Beschreibung geliefert, durch die eine Innovation auf die ursächlichen Faktoren zurückgeführt wird (vgl. Abschnitt „Infragestellung und Verteidigung des nomologischen Erklärungsmodells“).

Wenn es um Innovationen (Makroevolution wie definiert) geht, kann man sich auf gar keine *relevanten* Gesetzmäßigkeiten berufen. Natürliche Selektion und populationsgenetische Gesetzmäßigkeiten betreffen entweder nur Mikroevolution oder „Natürliche Selektion“ wird (statt mit naturgesetzmäßigen Mechanismen) mit einer Zielvorgabe verknüpft, was im Rahmen naturwissenschaftlicher Beschreibungen jedoch nicht zulässig ist (vgl. Abschnitt „Ist ‚natürliche Selektion‘ eine naturgesetzliche Erklärung?“).

Wenn es um Innovationen geht, kann man sich auf gar keine relevanten Gesetzmäßigkeiten berufen.

„Manchmal“-Erklärungen sind daher im strengen Sinne nicht naturwissenschaftlich (außer man kann angeben, was unter welchen Bedingungen eintritt und/oder man kann konkrete Wahrscheinlichkeiten, d. h. probabilistische Gesetze angeben) (s. o.), sondern bleiben spekulativ. Das trifft auf die neuesten Vorschläge von Evolutionstheorien zu, die LALAND et al. thematisieren (wir kommen weiter unten ausführlicher darauf zurück). Um den grundsätzlichen Unterschied zu naturwissenschaftlichen Theorien deutlich zu machen, nehmen wir nochmals einen Vergleich mit einer tatsächlichen naturwissenschaftlichen Theorie vor: Die genannte Aussage etwa auf das Fallgesetz angewendet, würde lauten: Das Fallgesetz sagt voraus, dass *manchmal* Gegenstände nach unten fallen, wenn sie losgelassen werden und es sagt weiter voraus, dass es vorkommen *kann*, dass ein Gegenstand nach Loslassen zu Boden fällt – und zwar ohne dass angegeben werden könnte, warum das manchmal so und manchmal anders ist. Ganz offensichtlich wären solche naturwissenschaftlichen Erklärungen höchst defizitär. Offenbar sind Evolutionstheorien auch in neuesten Versionen etwas grundlegend anderes als eine naturwissenschaftliche

Theorie. Und selbst für dieses „manchmal“ gibt es oft keine wirklich eindeutigen empirischen Daten.

Vergleichbare Kritik äußert auch der Philosoph Hans POSER bezüglich der Quelle der evolutionären Veränderungen, den Mutationen (Änderungen des Erbguts von Lebewesen). Diese treten in dem Sinne zufällig auf, als sie keiner Richtungsvorgabe folgen und in keinen nachweisbaren Zusammenhang zu aktuellen oder gar potenziellen zukünftigen Bedürfnissen der Organismen stehen. POSER (2012, 286; Hervorhebung im Original) schreibt in diesem Zusammenhang: „Das Deutungsschema der Evolutionstheorie zu akzeptieren, bedeutet eine Zumutung, denn es verlangt in Gestalt der spontanen Mutation, in Gestalt des unvorhersehbaren Neuen in jedem Anwendungsbereich die *Anerkennung des Zufalls*.“ Und zwar Zufall als „ontischer Zufall – als Ursachlosigkeit, als Spontaneität aufgefasst“, für den in der teleologischen wie in der kausalen Weltsicht grundsätzlich kein Platz sei (POSER 2012, 287).

Das hat Folgen für die Art der „Erklärung“ des evolutiven Wandels. Eine Wenn-Dann-Struktur ist nicht möglich und so etwas wie das oben erwähnte HO-Schema nicht anwendbar. POSER (2012, 287; Hervorhebung im Original) schreibt weiter: „Im Sinne dieses fundamental neuen Zufallsbegriffes sind wir nicht nur unwissend, die Art und den Zeitpunkt der nächsten Mutation vorherzusagen, sondern das Ereignis wird *prinzipiell* als spontan, das heißt als ursachlos im Sinne des Fehlens einer spezifischen, für eine Prognose tauglichen Ursache angesehen: Das HO-Schema der Erklärung ist deshalb unanwendbar, weil es keinerlei Gesetzesaussage über das Auftreten der nächsten Mutation geben kann. ... Den Zugewinn an Deutungsmöglichkeit mit Hilfe des Evolutionsschemas zahlen wir also mit einem Preis, der gerade bedeutet, auf ein grundlegendes Prinzip des neuzeitlichen Naturverständnisses zu verzichten, nämlich auf das Prinzip des zureichenden Grundes: *Die Deutungsleistung des Evolutionsschemas*

wird erkaufte durch einen Verzicht hinsichtlich des Anspruchs, die Welt erklären zu können.“

In der ersten Auflage schreibt POSER (2001, 57), dass „historische Gesetze, die Naturgesetzen entsprechen würden, gar nicht bekannt sind. Die Erklärung eines Historikers kann sich deshalb gar nicht auf im Explanans vorkommende Gesetzesaussagen stützen.“ Und weiter: „Doch auch in einer weiteren Hinsicht zeigt sich heute eine Grenze des HO-Schemas; denn es eignet sich nicht für die Erklärung evolutionärer Vorgänge! Wenn es nämlich ein wesentliches Kennzeichen jeder Evolution im strikten Sinne ist, daß Mutationen vorkommen, so wird gerade die Existenz grundsätzlich nicht vorhersehbarer Ereignisse angenommen. Das ist aber auf keine Weise mit dem HO-Schema vereinbar; deshalb muß das Evolutionsschema als Erklärungsschema eine andere Struktur haben, eine, die zwar Erklärungen der geschichtlichen Genese (in der Biologie gerade so wie in anderen Anwendungsbereichen) erlaubt, aber keine Prognosen zuläßt“ (POSER 2001, 59).

Auch BRIGANDT (2013, 81) hält die traditionelle neodarwinistische Evolutionstheorie für „schlecht ausgerüstet“ für die Erklärung von Neuheiten. Ihr populationsgenetischer Kern erkläre nicht das erstmalige Auftreten „qualitativ neuer morphologischer Varianten“. Dazu seien Befunde aus vielen Teilgebieten der Biologie erforderlich wie Phylogenie, Paläontologie, Entwicklungsbiologie und Morphologie. – Daraus können jedoch keine Mechanismen oder andere kausale Entstehungsmodelle abgeleitet werden; die Entwicklungsbiologie ist wegen zahlreicher grundlegender Unterschiede zu evolutionären Veränderungen ein unbrauchbares Modell.

Manche Autoren sind der Auffassung, dass es überhaupt keine spezifisch biologischen Gesetze gebe. So ist BEATTY (1995) der Auffassung,

Gesetzmäßigkeiten gebe es nur in der Biochemie. Biologische Vorgänge seien nur insofern gesetzhaft, als sie auf chemischen oder physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruhen. Der Grund für diesen Umstand sei die Tatsache, dass die Biologie es mit Phänomenen zu tun habe, die [kontingente](#)* Ergebnisse der Evolution seien, dass sie also letztlich zufällige und unableitbare Ergebnisse evolutiver Vorgänge seien. In diesem Sinne vertritt er eine „evolutionary contingency thesis“.²³ Als Beispiele nennt BEATTY (1995, 57): Warum gibt es den achtschrittigen Krebs-Zyklus unter aerobischen Organismen? Warum hat die Evolution zu den Mendel'schen Regeln geführt? „Evolutionäre Kontingenz untergräbt die Möglichkeit biologischer Gesetze“ (BRAILLARD & MALATERRE 2015, 10).²⁴ Die Abwesenheit von Gesetzen in der Biologie habe ihren Grund darin, dass es sich um Produkte einer langen Geschichte, z. T. angetrieben durch natürliche Selektion und abhängig von historischen Einmaligkeiten (contingencies) handle. Dass biologische Verallgemeinerungen ausgesprochen kontingent seien, rühre daher, dass die Evolution vom gleichen Ausgangspunkt aus zu unterschiedlichen Ergebnissen führen könne, selbst wenn der gleiche Selektionsdruck herrscht (BEATTY 1995, 75).²⁵

„Evolutionäre Kontingenz untergräbt die Möglichkeit biologischer Gesetze.“

Das heißt aber nichts anderes, als dass es für innovative Evolution, d. h. Makroevolution, keine naturwissenschaftliche Erklärung gibt. Das wird auch beispielhaft sehr deutlich, wenn etwa der genetische Code, der hochgradig erklärungsbedürftig ist, einfach als „frozen accident“ bezeichnet wird (z. B. BRANDON 1997, S456). Es ist heute bekannt, dass der Code – also die Zuordnung von DNA-Tripletts zu Aminosäuren – in Bezug auf Robustheit und Materialersparnis optimal gestaltet ist (Überblick bei

JUNKER & SCHERER 2013, Kap. IV.8). Das ist erklärungsbedürftig. Hier den Zufall zu bemühen heißt auf eine Erklärung zu verzichten, und zwar genau dort, wo sie dringend erforderlich erscheint.

Kann eine EES die Einwände gegen die Naturwissenschaftlichkeit der Evolutionstheorie entkräften?

Wir haben festgestellt, dass es zwar manche Veränderungen von Lebewesen gibt, die gesetzhaft beschrieben werden können, diese aber nicht das evolutionär Neue betreffen. Kann eine Erweiterte evolutionäre Synthese („EES“) diesem Mangel abhelfen und bietet sie Testmöglichkeiten für die Entstehung evolutionärer Neuheiten?

Die EES beinhaltet gegenüber dem bisherigen Standard der sog. „Modernen Synthese“ (MS)²⁶ vor allem eine zentrale und aktivere Sicht der Organismen im Evolutionsprozess. Die „Last der Kreativität in der Evolution“ ruhe nicht alleine auf der Selektion (LALAND et al. 2015, 6). LALAND et al. (2015) sprechen von „konstruktiven Prozessen“ in der Entwicklung und Evolution und von „reziproker Verursachung“. Als „konstruktive Entwicklung“ bezeichnen sie die Fähigkeit der Organismen, Einfluss auf ihre eigene (individuelle) Entwicklung zu nehmen, indem sie auf interne und externe Zustände reagieren und diese verändern können, statt einem starren Entwicklungsprogramm zu folgen;²⁷ mit „reziproker Verursachung“ meinen sie die Rückwirkung der Lebewesen auf die äußere Umwelt und auch auf die eigene „innere“ Umwelt.²⁸ Befürworter einer EES nennen dazu vier Bereiche (vgl. LALAND et al. 2014; vgl. den Beitrag „Brauchen wir eine neue Evolutionstheorie?“ in diesem Band):

- **Entwicklungszwänge:** Wechselwirkungen der ontogenetischen Entwicklung mit äußeren und inneren Einflüssen führen u. a. zu Einschränkungen der Entwicklungsrichtungen und begrenzen mögliche

Änderungen von Merkmalsausprägungen, noch bevor die Umweltselektion wirkt.

- **Nischenkonstruktion:** Die Lebewesen sind gegenüber den Umweltbedingungen als Selektionsfaktoren nicht nur passiv, vielmehr werde die Umwelt (ihre ökologische Nische) durch die Lebewesen aktiv mitgestaltet, ²⁹ wodurch die Lebewesen auch ihre eigene Evolution beeinflussen.
- **Plastizität*:** Änderungen der Lebewesen infolge von Umweltreizen (ohne Genänderungen!) ermöglichen schnelle Anpassungen und sogar Ausprägungen bisher verborgener Merkmale, die nachfolgend durch Genvariationen (Mutationen) dauerhaft fixiert werden können.
- **Epigenetik:** Extragenetische Veränderungen in der Gen-Regulation können wie die Gene selber vererbt werden und Einfluss auf Evolution nehmen.

Der Grundgedanke ist demnach, dass Evolution nicht nur durch ungerichtete Mutation und (aus der Sicht der Organismen) passive Selektion erfolgt, sondern auch durch die Tätigkeiten der Organismen selber und durch das Potenzial während ihrer ontogenetischen Entwicklung. „Konstruktive Entwicklung“ erfolge aufgrund der Fähigkeit eines Organismus, seine eigenen Entwicklungspfade zu bestimmen, indem er beständig auf interne und externe Zustände reagiere und diese verändere; die Ursachenkette verlaufe also auch von höheren Ebenen der Organismen zu den Genen hin und nicht nur umgekehrt. ³⁰

LALAND et al. (2015, 8) fassen zusammen:

„The EES is thus characterized by the central role of the organism in the evolutionary process, and by the view that the direction of evolution does not depend on selection alone, and need not start with mutation. The causal description of an evolutionary change may, for

instance, begin with developmental plasticity or niche construction, with genetic change following. The resulting network of processes provides a considerably more complex account of evolutionary mechanisms than traditionally recognized.“

Welches Potenzial an evolutionär Neuem in diesen Prozessen steckt, wird im Folgenden kurz analysiert, indem der Frage nachgegangen wird, ob die EES der Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Evolutionstheorie näher kommt.

Vorhersagen im Rahmen der EES. Wenn eine Evolutionstheorie naturwissenschaftlich sein soll, ist eine notwendige (jedoch nicht hinreichende) Bedingung die Möglichkeit von Vorhersagen. MÜLLER (2017, 8) listet acht „Vorhersagen“ der EES auf.³¹ Sie sollen im Folgenden aufgelistet und in Bezug auf die Frage kommentiert werden, ob es sich um Vorhersagen *bezüglich evolutiver Neuheiten* handelt.

1. *Variation ist kein bloßes Zufallsprodukt, sondern wird durch die Rahmenbedingungen der ontogenetischen Entwicklung systematisch beeinflusst („biased“) und auch erleichtert.* – Diese Beeinflussung – sei es eine Erleichterung oder eine Einschränkung – für das Auftreten von Varianten begründet keine Quelle für qualitativ Neues. Woher das Neue durch die „generativen Eigenschaften“ der Entwicklung kommen soll, ist unklar. Gleichzeitig sind die hier verwendeten Begriffe viel zu vage, um in die Nähe einer wissenschaftlichen Erklärung kommen zu können.

2. *Neuheiten entstehen aufgrund emergenter und selbstorganisierender Eigenschaften der Entwicklungssysteme.* – Das ist eine bloße Behauptung, die nur scheinbar begründet wird, indem auf „Selbstorganisation“ und „Emergenz“ verwiesen wird. Diese Begriffe suggerieren zwar eine Erklärung, doch eine Beweisführung müsste mit konkreten, empirisch nachvollzogenen Befunden geführt werden. Somit verschleiern die Begriffe „Emergenz“ und „Selbstorganisation“ den Entstehungsprozess, anstatt

irgend etwas zu erklären. (Zu einer Analyse des Emergenz-Begriffs siehe WIDENMEYER 2018.)

3. *Phänotypische Veränderungen können zuerst ohne Genänderungen auftreten und nachfolgend durch evolvierende Genverschaltungen stabilisiert werden.* – Diese „Kann“-Vorhersage ist ausgesprochen vage. Die Genverschaltungen erfolgen zudem nicht gezielt, so dass das Element des Zufalls auch nicht vermieden wird. Davon abgesehen ist experimentell nicht gezeigt, welche Genverschaltungen welchen konstruktiven Veränderungen entsprechen würden und ob überhaupt nennenswerte (und dabei positive) konstruktive Veränderungen durch Änderungen in Genverschaltungen möglich sind (vgl. JUNKER 2009a). Schließlich wird deutlich, dass ohne (konstruktive) genetische Änderung eine stabile evolutive Veränderung nicht erfolgen würde.

4. *Adaptive Varianten können nicht nur durch Gene, sondern auch durch nicht-genetische Vererbung, durch Lernen und kulturelle Überlieferung sowie durch wiederholte Umweltinduktion weitergegeben werden.* – Diese Vererbungen sind nach allem, was wir bisher wissen, nicht stabil über mehrere Generationen. Am ehesten könnten noch Verhaltensdispositionen und kulturelle Elemente über viele Generationen vererbt bzw. tradiert werden.³² Wie daraus aber stabile Änderungen in den organismischen Strukturen und überhaupt Neuheiten insbesondere mit neuartigen Bauplänen, Genen und Proteinstrukturen hervorgehen und fixiert werden können, ist völlig unklar.

5. *Zeiten schneller phänotypischer Evolution können mit Phasen langsamer und kontinuierlicher Veränderung abwechseln.* – Die Vorhersage ist an sich nicht neu gegenüber bisherigen Evolutionsvorstellungen und erinnert an den Punktualismus, wonach Evolution meistens sehr langsam und gelegentlich rasant verläuft. Doch wichtiger ist, dass es sich überhaupt nicht um eine spezifische und prüfbare Vorhersage handelt („können“), und

dass erneut über den Modus der Entstehung von Neuheiten nichts gesagt wird und keine spezifische Folgerung aus der EES genannt wird.

6. *Phänotypische Variation erfolgt nicht nur durch Mutationen, sondern kann auch in vielen Individuen gleichzeitig durch Umweltfaktoren induziert werden.* – Dieser Punkt spielt auf die Plastizität der Lebewesen an. Es wurde bisher in keiner Weise gezeigt, dass Plastizität das Potenzial für Neuheiten enthält (vgl. Beitrag „Ermöglicht die Plastizität der Lebewesen evolutionäre Innovationen?“ in diesem Band; ausführlicher in JUNKER 2014). Zudem sind plastische (umweltinduzierte) Änderungen reversibel und könnten nur durch nachfolgende zufällig passende Mutationen fixiert werden. Bei erneuten Änderungen dieser Umweltreize ändern sich aber auch die betreffenden Merkmalsausprägungen und fallen z. B. in den vorherigen Zustand zurück, womit für Evolution nichts gewonnen wäre. Wie bei epigenetischen Veränderungen handelt es sich bei plastischen Änderungen um die Aktivierung eines bereits vorhandenen Variationspotenzials; es eignet sich nicht zur Erklärung von Makroevolution, sondern müsste seinerseits makroevolutiv erklärt werden.

7. *Aktivitäten der Organismen in ihrer Umwelt bewirken Umweltveränderungen (Nischenkonstruktion), die ihrerseits Auswirkungen auf ihre Fitness und die Fitness ihrer Nachkommen haben können.* – Wiederum ist völlig unklar, wie aus dieser Aktivität evolutionär Neues entstehen soll. Auch die Nischenkonstruktion führt nicht zu stabilen evolutiven Veränderungen; wiederum wären dafür nachfolgend passende Mutationen erforderlich. Zudem kann nicht angenommen werden, dass die Organismen gezielt handeln; es ändern sich durch organismische Tätigkeiten nur in richtungsloser Weise die Umweltbedingungen. Und ein weiteres Mal handelt es sich um eine „Kann“-Vorhersage, ohne irgendeine Nennung definierter Randbedingungen und Gesetzmäßigkeiten.

8. *Der primäre evolutive Effekt der natürlichen Selektion ist nicht, unangepasste Varianten zu eliminieren, sondern generatives Potenzial*

freizusetzen. – Neben der ausgesprochenen Vagheit solcher Aussagen ist erneut die Frage, woher dieses Potenzial kommt und ob es geeignet ist, grundlegende Neuheiten hervorzubringen. Auch dieser Aspekt erklärt die Entstehung von evolutionären Neuheiten nicht.

MÜLLER (2017, 8) kommt zu folgendem Schluss: „*Overall, the EES proposes that variation is more predictable and selection effects are less directional than hitherto argued.*“ Doch das beinhaltet keine Vorhersagen bezüglich der Entstehung von *Neuem*. Vielmehr nimmt die EES Bezug auf ein vorhandenes Variationspotenzial der Organismen, dessen Existenz gegeben ist und dessen Herkunft nicht ihr Gegenstand ist. Dass dieses Variationspotenzial auch Anteile haben kann, die unter normalen Umweltbedingungen nicht abgerufen werden und nur bei Extremsituationen in Erscheinung treten, ändert nichts daran, dass es sich um bereits angelegte Möglichkeiten handelt. Ein solches Potenzial passt viel besser zu einem Ansatz einer programmierten Variabilität als zur Vorstellung, dass im Verborgenen zufällig (ohne Selektion, solange es sich um kryptische Variation handelt) evolutive Neuheiten sich herauskristallisieren könnten (vgl. JUNKER 2009b).

Die EES nimmt Bezug auf ein vorhandenes Variationspotenzial der Organismen, dessen Existenz gegeben ist und dessen Herkunft nicht ihr Gegenstand ist.

Derselbe Gesamteindruck ergibt sich aus einer Reihe von Zitaten von LALAND et al. (2015). Einige davon seien kommentiert:

- „... *the developmental system responds flexibly to internal and external inputs, most obviously through condition-dependent gene [expression](#), but also through physical properties of cells and tissues and ‘exploratory behaviour’ ...*“ (S. 6). – Hier geht es nicht um die Entstehung von evolutionären Neuheiten, sondern darum, dass es ein Variationspotenzial

gibt, das durch verschiedene interne und externe (Umwelt) Reize abgerufen werden kann. Die Autoren weisen auf das bekannte Phänomen hin, dass es bei der individuellen Entwicklung sogenanntes „exploratives Verhalten“ gibt, das es dem sich entwickelnden Organismus ermöglicht, flexibel auf die Umgebungsbedingungen reagieren zu können statt starr einem fixen Programm zu folgen (vgl. KIRSCHNER & GERHART 2005). Diese Fähigkeit bezeichnen LALAND et al. (2015, 7) als „konstruktive Entwicklung“ (s. o.). Die Folgerung, „*entirely new functional phenotypes may be able to emerge with little or no initial genetic modification*“ (S. 6) ist jedoch durch keinen experimentellen Befund gerechtfertigt und bloße Mutmaßung. Man beachte, dass auch hier keine Vorhersage gemacht, sondern spekulativ eine Möglichkeit („may“) behauptet wird. Aber gerade wenn so etwas der Fall sein sollte, wäre ein solcher Befund ein starker Hinweis auf eine Vorprogrammierung, eine eingebaute Multifunktionalität, die in Populationen bei Bedarf bereitsteht. Man stelle sich ein Gerät wie z. B. eine Kaffeemaschine vor, die nach geringer Veränderung zu einer Bohrmaschine oder einem Toaster umgebaut werden kann. Es wäre vom Design noch anspruchsvoller als ein rein monofunktionales Gerät. Aber auch das empirisch vorliegende im Vergleich dazu viel maßvollere explorative Verhalten ist äußerst anspruchsvoll, und man kann es mit guten Gründen als „Krönung der Ingenieurskunst“ bezeichnen (vgl. JUNKER 2006b, nach M. RAMMERSTORFER); es ist ein klares [Design-Indiz](#), und für eine natürliche Evolution dieser faszinierenden Fähigkeit liegen keinerlei Indizien vor.

- „*‘Reciprocal causation’ captures the idea that developing organisms are not solely products, but are also causes, of evolution*“ (S. 6). – Hier wird auf die Nischenkonstruktion und auf Einflüsse während der Ontogenese angespielt. Inwiefern und aufgrund welcher Vorgänge dadurch innovative Veränderungen eintreten sollen, wird nicht gesagt (s. o.).
- Weiter oben wurde dieses Zitat von LALAND et al. (2015, 8) bereits angeführt: „... *the direction of evolution does not depend on selection*

alone, and need not start with mutation. The causal description of an evolutionary change may, for instance, begin with developmental plasticity or niche construction, with genetic change following. The resulting network of processes provides a considerably more complex account of evolutionary mechanisms than traditionally recognized.“ – Eine solche Plastizität ist weit entfernt vom Auftreten einer Neuheit. Sie ist ohnehin im Organismus bereits angelegt. Ohne nachträgliche genetische Fixierung („genetic change following“) sind diese Veränderungen zudem nur Ausdruck der Plastizität, der individuellen Anpassungsfähigkeit und eines schon vorhandenen Variationspotenzials der Organismen und tragen auch deshalb nichts zum Verständnis evolutionärer Innovationen bei.

- *„Developmental bias and niche construction are, in turn, recognized as evolutionary processes that can initiate and impose direction on selection“* (S. 7). – Hier geht es nur um Selektion, die gewisse Richtungen erfahren soll, nicht aber um Innovation.³³

- *„In fact, the conceptual change associated with the EES is largely a change in the perceived relationship between genes and development: a shift from a programmed to a constructive view of development“* (S. 9). – Hier verweisen LALAND et al. (2015) nochmals darauf, dass biologische Entwicklungsvorgänge nicht fix programmiert sind, sondern auf viel anspruchsvollere, flexible Entwicklungsprogramme zurückgreifen („constructive development“), die eine Anpassung der Entwicklungsprozesse des Individuums an jeweilige (sich ändernde) innere und äußere Rahmenbedingungen ermöglichen. Diese Fähigkeit als „konstruktiv“ im evolutionären Sinne zu bezeichnen, ist jedoch irreführend, da zum einen die Herkunft dieser Programme nicht thematisiert wird und zum anderen aus der Existenz dieser anpassbaren Programme nicht die Entstehung evolutionärer Neuheiten folgt.

- Instruktiv ist Tabelle 3 in LALAND et al. (2015), in der neue Vorhersagen der EES zusammengestellt sind; zum Beispiel: Neue phänotypische

Varianten sind häufig gerichtet und funktional, sind oft umweltinduziert und betreffen viele Individuen gleichzeitig (Anspielung auf Plastizität), es können deutlich veränderte neue Phänotypen aufgrund von Mutationen in Regulationsgenen auftreten, es kann aufgrund von konvergenter Selektion oder Entwicklungszwängen wiederholte, konvergente Evolution vorkommen.³⁴ Die Liste hat einen ähnlichen Inhalt wie die oben besprochene Aufzählung von MÜLLER (2017) und erfordert daher keine weitere Kommentierung. Es handelt sich laut LALAND et al. um kurzfristig zu erwartende Veränderungen („short-term“), was wiederum bedeutet, dass es um das Abrufen von anspruchsvollen anpassungsfähigen Programmen und nicht um Makroevolution geht: „*For example, the EES predicts that stress-induced phenotypic variation can initiate adaptive divergence in morphology, physiology and behaviour because of the ability of developmental mechanisms to accommodate new environments*“ (LALAND et al. 2015, 9).

Bewertung der EES in Bezug auf ihre Naturwissenschaftlichkeit

So wie MÜLLER (2017) und LALAND et al. (2015) die EES beschreiben, beruhen evolutionäre Veränderungen darauf, dass es ein *bereits vorhandenes* Potenzial an Ausprägungsmöglichkeiten von Merkmalen gibt. LALAND et al. (2015, 7) sprechen von präexistenten Entwicklungsprozessen, die vererbte phänotypische Varianten aufgrund genetischer, epigenetischer oder umweltinduzierter Inputs erzeugen³⁵, und von der Fähigkeit der Entwicklungsprozesse, sich an neue Inputs anzupassen und funktionell integrierte Antworten auf eine große Bandbreite von Umweltbedingungen zu ermöglichen.³⁶ Solche Entwicklungsprogramme und -prozesse erlauben durchaus Vorhersagen und können als naturwissenschaftlich beschreibbare Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich einer

bei Organismen potenziell verfügbaren Anpassungsfähigkeit formuliert werden (wenn auch nicht als strenge „Gesetze“, was in der Biologie allgemein aufgrund der Komplexität der Forschungsgegenstände kaum möglich ist; vgl. die Ausführungen im Abschnitt „Erweiterung des Begriffs naturwissenschaftlich-nomologischer Erklärungen“). Doch es wurde nicht gezeigt, dass diese Prozesse zu evolutionären Innovationen führen. Man kann also sagen: Nur insoweit evolutionäre Veränderungen auf präexistenten Variationsprogrammen beruhen, können sie im weiteren Sinne naturwissenschaftlich beschrieben werden (dabei kann wenigstens indirekt Bezug auf Wenn-Dann-Aussagen genommen werden, und hier sind Tests möglich und wurden auch erfolgreich durchgeführt³⁷). Diese Programme erklären aber nicht die Entstehung von Neuheiten und evolutionäre Innovationen; ihre Entstehungsweise ist auch 160 Jahre nach DARWIN trotz intensiver Bemühungen naturwissenschaftlich nicht beschreibbar.

Nur insoweit evolutionäre Veränderungen auf präexistenten Variationsprogrammen beruhen, können sie im weiteren Sinne naturwissenschaftlich beschrieben werden.

Gerade die biologischen Aspekte, die im Rahmen einer EES argumentativ besonders wichtig sind, lassen sich gut im Rahmen eines Ansatzes verstehen, wonach es ein präexistentes Potenzial an Variationsmöglichkeiten (s. o.) und anpassbare Variationsprogramme gibt (CROMPTON 2019). Deren Herkunft liegt jedoch aus der Perspektive der Naturwissenschaft, die nach Gesetzmäßigkeiten sucht, im Dunkeln, und es gibt gute Gründe, sie als Indizien für das Handeln eines Schöpfers zu werten (nach welchen Kriterien dies erfolgen könnte, wird im Beitrag „Der Kern des Design-Arguments“ in diesem Band ausführlicher diskutiert).

Fazit: Gibt es eine naturwissen-schaftliche Evolutionstheorie?

In diesem Beitrag haben wir dargelegt, dass naturwissenschaftliche Erklärungen zwingend einen Bezug auf Gesetzmäßigkeiten nehmen müssen. Auch wenn in der Biologie aufgrund der Komplexität ihrer Gegenstände DN-Erklärungen manchmal nicht im strengen Sinne durchführbar sind, implizieren häufig angewandte Erklärungsweisen wie die Angabe eines Mechanismus oder kausale Beschreibungen u. a. Bezugnahmen auf Gesetzmäßigkeiten. Andernfalls könnten Ursachen für natürliche Phänomene gar nicht angegeben werden. Das muss auch für Erklärungen für Makroevolution gelten.

Seit DARWIN besteht der explizit formulierte Anspruch, die Entstehung der Arten durch einen natürlichen Mechanismus und ohne jede teleologische Komponente erklären zu wollen bzw. bereits zu können und Modellierungen des Artenwandels alleine auf (ggf. probabilistische) Gesetzmäßigkeiten und Randbedingungen zu gründen. Insofern es um den Ursprung von evolutionär Neuem geht, können jedoch weder der Darwinismus und die Moderne Synthese mit natürlicher Selektion als zentralem „Mechanismus“ noch die Erweiterte Evolutionäre Synthese (EES) diesen Anspruch einlösen. Das wird auch von manchen Evolutionsbiologen eingeräumt und damit begründet, dass Evolution ein kontingenter, historischer Prozess sei. Das heißt: Es gibt bis heute keine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie, die die Entstehung von Innovation (Makroevolution) beschreibt. Auch die Selektionstheorie kann dies nicht leisten, u. a. aufgrund der expliziten oder impliziten Einbeziehung von teleologischen Aspekten.

Seit DARWIN besteht der Anspruch, die Entstehung der Arten durch einen natürlichen Mechanismus und ohne jede teleologische Komponente erklären zu wollen.

Dagegen ist es möglich und auch in einzelnen Fällen gelungen, auf der Basis präexistenter Variationsprogramme mikroevolutive Prozesse gesetzhaft zu beschreiben. Die Ergebnisse mikroevolutiver Prozesse können – anders als Resultate hypothetischer makroevolutiver Prozesse – auch vorhergesagt und getestet werden. Ebenso sind die Mechanismen häufig und z. T. im Detail nachvollziehbar.

Konsequenzen

Weil wirkliche Wissenschaft ergebnisoffen arbeitet, ist es nicht gerechtfertigt, Evolution als alleinige konzeptionelle Vorgabe und allein akzeptablen Deutungsrahmen für naturhistorische Fragestellungen einzufordern bzw. festzulegen. Dies wird durch die Unmöglichkeit, einen naturgesetzlich fassbaren evolutionären Entwicklungsprozess zu formulieren, noch unterstrichen. Während das Fehlen einer naturwissenschaftlichen Erklärung für natürlich-evolutive Ansätze fatal ist, liegt ein solches Fehlen aber gerade in der Natur von Schöpfungsansätzen. Denn mit Evolutionstheorien ist der explizite Anspruch verbunden, dass sie naturwissenschaftlich formuliert werden können. Diesen Anspruch können Evolutionstheorien in Bezug auf die Entstehung von Neuheiten wie gezeigt bis heute nicht einlösen.

Die Berechtigung des Ansatzes, das Ausmaß und die Grenzen von Veränderungsprozessen *ausgehend von vorhandenen, mit flexiblen Anpassungsmöglichkeiten ausgestatteten Grundtypen* zu modellieren, ist damit als Konkurrent eines evolutionären Forschungsprogramms weiter bestätigt. Dieser Ansatz hat sich bereits in vielen konkreten Fällen empirisch bewährt (CROMPTON 2019). Er hat seinen Sinn insbesondere im Rahmen eines Schöpfungsmodells, das als spezifische Ursache hochfunktional-komplexer Neuerungen Kreativität und Intelligenz in

Anschlag bringt und deshalb keine durchgängig naturwissenschaftliche Erklärung in Aussicht stellt und, anders als der evolutionäre Ansatz, auch nicht zu stellen braucht.

Literatur

- BARROS B (2008) Natural selection as a mechanism. *Phil. Sci.* 75, 306-322.
- BEATTY J (1995) The Evolutionary Contingency Thesis. In: WOLTERS G & LENNOX JG (eds) *Concepts, theories, and rationality in the biological sciences*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, pp 45–81.
- BECHTEL W & ABRAHAMSEN A (2005) Explanation: a mechanist alternative. *Stud. Hist. Phil. Biol. Biomed. Sci.* 36, 421–441.
- BORGER P (2019) Artübergreifende wiederkehrende Mutationen. Oder: Die Illusion der Verwandtschaft. *Stud. Integr. J.* 26, 77–85.
- BRAILLARD PA & MALATERRE C (2015) Explanation in biology. An introduction. In: BRAILLARD PA & MALATERRE C (2015) *Explanation in biology. An enquiry into the diversity of explanatory patterns in the life sciences*. Dordrecht: Springer, pp 1–28.
- BRANDON RN (1997) Does biology have laws? The experimental evidence. *Phil. Sci.* 64, Supplement, S444–S457.
- BRIGANDT I (2013) Explanation in biology: Reduction, pluralism, and explanatory aims. *Sci. Educ.* 22, 69–91.
- CROMPTON N (2019) Mendel'sche Artbildung und die Entstehung der Arten. W+W Special Paper. https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/b-19-3_mendel.pdf
- DARWIN C (1859) *On the origin of species*. 1st ed., London.
- DARWIN C (1876) *On the origin of species*. 6. deutsche Auflage. Stuttgart.
- DARWIN F (1887, ed) *The Life and Letters of Charles Darwin including an autobiographical chapter*. London: John Murray, Bd. I.
- ENGELS E-M (2009) Charles Darwin: Person, Theorie, Rezeption. Zur Einführung. In: ENGELS E-M (Hg.) *Charles Darwin und seine Wirkung*. Frankfurt/M, S. 9–56.
- FARMER CG (2010) The provenance of alveolar and parabronchial lungs: insights from paleoecology and the discovery of cardiogenic, unidirectional airflow in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). *Physiol. Biochem. Zool.* 83, 561–575.
- FODOR J & PIATTELLI-PALMARINI M (2010) *What Darwin got wrong*. New York.
- HEMPEL CG & OPPENHEIM P (1948) *Studies in the logic of explanation*. *Phil. Sci.* 15, 135–175.
- JUNKER R (2006a) Zur Abgrenzung von Mikroevolution und Makroevolution. http://www.genesisnet.info/pdfs/Mikroevolution_Makroevolution.pdf

- JUNKER R (2006b) Rezension „The Plausibility of Life. Resolving Darwin’s Dilemma“. Stud. Integr. J. 13, 53–56.
- JUNKER R (2009a) Evo-Devo: Schlüssel für Makroevolution? Teil 2: Wiederverwendung, Umfunktionierung und Neuprogrammierung. Stud. Integr. J. 16, 17–21.
- JUNKER R (2009b) Evo-Devo: Schlüssel für Makroevolution? Teil 3: [Genetische Akkommodation](#): Schritte zum Erwerb evolutiver Neuheiten? Stud. Integr. J. 16, 74–80.
- JUNKER R (2014) Plastizität der Lebewesen: Baustein der Makroevolution? <https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/b-14-2-plastizitaet.pdf>
- JUNKER R & SCHERER S (Hg., 2013) Evolution – ein kritisches Lehrbuch, Gießen, 7. Auflage.
- KEIL G (1993) Kritik des Naturalismus. Berlin/New York: Walter de Gruyter,
- KIRSCHNER MW & GERHART JC (2005) The Plausibility of Life. Resolving Darwin’s Dilemma. Yale University Press New Haven and London.
- KOJONEN R (2017) Methodological naturalism and the truth seeking objection. Int. J. Philos. Relig. 81, 335–355.
- KRAUSS K (1973) Über die Richtung der Zeit. Physikalische Blätter 29, 9–19.
- LALAND KN, ULLER T, FELDMAN MW, STERELNY K, MÜLLER GB, MOCZEK A, JABLONKA E & ODLING-SMEE J (2014) Does evolutionary theory need a rethink? Yes, urgently. Nature 514, 161–164.
- LALAND KN, ULLER T, FELDMAN MW, STERELNY K, MÜLLER GB, MOCZEK A, JABLONKA E & ODLING-SMEE J (2015) The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. Proc. R. Soc.Lond. B282: 20151019.
- LESCAK EA, BASSHAM SL, CATCHEN J, GELMOND O, SHERBICK ML, VON HIPPEL FA & CRESKO WA (2015) Evolution of stickleback in 50 years on earthquake-uplifted islands. Proc. Natl. Acad. Sci. 112, E7204–E7212.
- LOSOS JB (2018) Glücksfall Mensch. Ist Evolution vorhersehbar? München: Carl Hanser. (Titel der Originalausgabe: Improbable Destinies: Fate, Chance, and the Future of Evolution)
- MONTON B (2009) Seeking God in Science. An Atheist Defends Intelligent Design. Toronto: Broadview Press.
- MÜLLER GB (2003) Homology: The Evolution of Morphological Organization. In: MÜLLERGB & NEWMAN SA (eds) Origination of Organismal Form. Beyond the Gene in Developmental and Evolutionary Biology. Vienna Series in Theoretical Biology. Cambridge, MA, pp 51–69.
- MÜLLER GB (2017) Why an extended evolutionary synthesis is necessary. Interface Focus 7: 20170015.
- PENNOCK RT (2000) Tower of Babel: The evidence against the new creationism. Cambridge, MA: MIT Press.
- PETERS DS (2002) Anagenesis of early birds reconsidered. Senckenbergiana lethaea 82, 347–354.
- POSER H (2001) Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung. Stuttgart, 1. Auflage.
- POSER H (2012) Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung. Stuttgart, 2. erw. Auflage.
- POTOCHNIK QA (2013) Biological explanation. In: KAMPOURAKIS K (ed.) The Philosophy of Biology: A Companion for Educators, History, 49. Philosophy and Theory of the Life Sciences 1.

- Springer Science+Business Media Dordrecht. doi:10.1007/978-94-007-6537-5_3.
- POWELL R (2012) Convergent evolution and the limits of natural selection. *Europ. J. Phil. Sci.* 2, 355–373.
- PRESS J (2015) Biological explanations as Cursory Covering Law Explanations. In: BRALLARD PA & MALATERRE C (2015) *Explanation in biology. An enquiry into the diversity of explanatory patterns in the life sciences.* Dordrecht: Springer, pp 367–385.
- PULTE H (2009) Darwin und die exakten Wissenschaften. Eine vergleichende wissenschaftstheoretische Untersuchung zur Physik mit einem Ausblick auf die Mathematik. In: Engels E-M (Hg.) *Charles Darwin und seine Wirkung.* Frankfurt/M: Suhrkamp, 2009, S. 139–177.
- QUAMMEN D (2009) *Charles Darwin. Der große Forscher und seine Theorie der Evolution.* München: Piper.
- REUTLINGER A (2014) Natural Law and Universality in the Philosophy of Biology. *Europ. Rev.* 22, S145–S162.
- SCHMID A (2004) *Wie das Christentum die Welt veränderte und prägte.* Gräfelting.
- WIDENMEYER M (2013) Prinzipielle Grenzen der Naturwissenschaft. <https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/a14.pdf>
- WIDENMEYER (2018) *Welt ohne Gott? Eine kritische Analyse des Naturalismus.* Holzgerlingen, 3. Auflage.

- 1 ULLRICH schreibt in diesem Beitrag, dass „es zum eingeschliffenen Ritual eines Abwehrkampfes geworden ist, jede Infragestellung von Evolution und jede Kritik an evolutionstheoretischen Entwürfen pauschal als Angriff auf die gesamte Biologie und die Wissenschaft insgesamt zu verurteilen.“
- 2 <https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/Xref-XML2HTML-EN.asp?fileid=17592&lang=en>
- 3 Obwohl natürlich eine Infragestellung einer naturwissenschaftlichen Theorie alles andere als ein Angriff gegen die Naturwissenschaft darstellen muss.
- 4 „Echt“ meint, dass die betreffenden Änderungen nicht auf bereits vorhandene, latente Anlagen zurückgeführt werden können. Solche latenten Anlagen sind vielfach bekannt, sie können z. B. auf Mischerbigkeit, springende Gene, Gen-Gen- oder Umwelt-Gen-Wechselwirkungen (Plastizität) beruhen.
- 5 Die „Wenn-Dann-Beziehung“ muss nicht explizit durch ein „Wenn-Dann“ ausgedrückt werden, sondern kann implizit gegeben sein, z. B. „Kupfer leitet Strom“ (Wenn man an ein Stück Kupfer eine Spannung anlegt, fließt ein verhältnismäßig hoher elektrischer Strom hindurch).

- [6](#) Natürlich glauben wir in den meisten und „normalen“ Fällen, dass sich die Dinge trotzdem natürlich verhalten, auch wenn wir sie (derzeit) nicht naturgesetzlich beschreiben können oder ggf. kein Interesse daran haben. Das liegt daran, dass es bei solchen „normalen“ Fällen keine besonderen Indizien gibt, die auf eine nicht-natürliche Entstehungsweise hinweisen könnten. Im Fall des Ursprungs des Lebens gibt es aber solche Indizien, weswegen hier dieser Nachweis einer rein natürlichen Entstehung zu führen wäre.
- [7](#) Sie beschreiben das Statistical-relevance-model“, das „Causal-mechanical model“ und „unificationist model“. Darauf soll hier nicht eingegangen werden; es genügt die Feststellung, dass alle Modelle auf Gesetzmäßigkeiten Bezug nehmen.
- [8](#) „... laws are important because they are statements used to explain and to predict phenomena, they provide knowledge how to successfully manipulate the systems they describe, and they support counterfactuals. Statements that are apt to play these roles in the sciences I call lawish“ (REUTLINGER 2014, S145f.). Vgl. PENNOCK (2000, 195): „Lawful regularity is at the very heart of the naturalistic world view ...“ Nach RUSE sind Kriterien für naturwissenschaftliches Arbeiten unter anderem: „Science is guided by natural law, it explains by reference to natural law“ (nach KOJONEN 2017, 335).
- [9](#) Auch BRAILLARD & MALATERRE (2015, 4) gehen auf dieses Beispiel ein.
- [10](#) Die Position der Sonne und die Länge eines Schattens können in einem bestimmten Sinne tatsächlich die physische Höhe einer Fahnenstange „erklären“: Jemand behauptet, die Fahnenstange habe die Höhe x. Zur Rede gestellt, sagt er: Die Fahnenstange hat die Höhe x, weil dieser Sonnenstand vorherrscht und sie diese Schattenlänge wirft. Diese Sachverhalte erklären, warum es richtig ist zu sagen, die Fahnenstange habe die Höhe x. Die Erklärung zeigt einen Zusammenhang von Gründen an, nicht von Ursachen.
- [11](#) Etwas ausführlicher: Wenn natürliche Variabilität, Überproduktion von Nachkommen, langfristige Konstanz der Populationsgröße aufgrund von Ressourcenknappheit, dann Auslese der Bestangepassten und Veränderung der Lebewesen bis hin zur Entstehung neuer Baupläne. – DARWIN rechnete darüber hinaus auch mit der Weitergabe erworbener Eigenschaften im Sinne von LAMARCK.
- [12](#) Allerdings rief gerade der Gebrauch des Begriffs „Auslese“ (Selektion) Kritik hervor, denn er suggeriert erneut Teleologie. DARWIN (1876, 236) verglich die natürliche Selektion sogar mit

einem Architekten und war von der Selektionstätigkeit bei der Züchtung inspiriert, die ausgesprochen teleologisch ist. In *Origin of Species* schreibt DARWIN (1876, 65f.): „Man kann bildhaft sagen, die natürliche Zuchtwahl sei täglich und stündlich durch die ganze Welt beschäftigt, eine jede, auch die geringste Abänderung zu prüfen, sie zu verwerfen, wenn sie schlecht ist, und sie zu erhalten und zu vermehren, wenn sie gut ist. Still und unmerkbar ist sie überall und jederzeit, wo sich die Gelegenheit darbietet, mit der Vervollkommnung eines jeden organischen Wesens in Bezug auf dessen organische und unorganische Lebensbedingung beschäftigt.“

- [13](#) In POWELLS (2012) Formulierung wird besonders deutlich, dass er der natürlichen Selektion eine praktisch unbegrenzte Schöpferkraft zumisst, ohne die Notwendigkeit zu sehen, diese Voraussetzung rational zu legitimieren. „First, selection is the only game in town when it comes to explaining the origins of complex functional morphology, and thus we know of no other mechanism that could underwrite the degree of macroevolutionary replicability that is entailed by the RRT [=robust repeatability thesis]. Second, it is not sufficient for the RRT that selection constitutes an important evolutionary mechanism – rather, it must overwhelm all of the stochastic factors and internal constraints that would otherwise impede or undermine the optimization of form“ (358f.) „... convergence offers a striking example of the power of natural selection to mold disparate forms in the service of a common functional design“ (359f.).
- [14](#) Zwar folgt das Auftreten von Mutationen Gesetzmäßigkeiten statistischer Natur, aber es ist nicht möglich, vorherzusagen, welche Mutationen auftreten werden. Dies ist nicht vergleichbar mit dem radioaktiven Zerfall instabiler Nuklide. Hier kann zwar auch nicht vorhergesagt werden, welches Atom als nächstes zerfallen wird. Aber beim radioaktiven Zerfall sind die Ereignisse gleichartig, während Mutationen sehr verschieden sein können. Ausnahmen beschreibt BORGER (2019): Neuere Forschungsergebnisse zeigen, dass ein hoher Prozentsatz der Mutationen an sogenannten DNA-Hotspots aufzutreten scheint, d. h. an Stellen in der DNA, die eher Mutationen zulassen. Allerdings ermöglichen diese Mutationen nicht die Entstehung von Innovationen, sondern könnten Anpassungen an spezielle Bedingungen ermöglichen. Zudem ist denkbar, dass hier eine Programmierung vorliegt.
- [15](#) Originalzitat: „But it has become habitual in evolutionary biology to take population genetics as the privileged type of explanation of all evolutionary phenomena, thereby negating the fact that,

on the one hand, not all of its predictions can be confirmed under all circumstances, and, on the other hand, a wealth of evolutionary phenomena remains excluded. For instance, the theory largely avoids the question of how the complex organizations of organismal structure, physiology, development or behaviour—whose variation it describes—actually arise in evolution, and it also provides no adequate means for including factors that are not part of the population genetic framework, such as developmental, systems theoretical, ecological or cultural influences.“

- [16](#) Originalzitat: „Indeed, the MS [modern synthesis] theory lacks a theory of organization that can account for the characteristic features of phenotypic evolution, such as novelty, modularity, homology, homoplasy or the origin of lineage-defining body plans.“
- [17](#) „Birds and mammals evolved greater aerobic abilities than their common ancestor had. This required expansion of the cardiopulmonary system’s capacity for gas exchange, but while directional selection for this expanded capacity resulted in extremely similar avian and mammalian hearts, strikingly different lungs arose, and the reasons for this divergence in lung morphology are not understood“ (FARMER 2010, 561).
- [18](#) POSER (2012, 284) drückt es so aus: „[E]in ‚Darwinscher Dämon‘, der im Zeitalter der Saurier den Homo sapiens hätte vorhersagen können, ist ausgeschlossen.“
- [19](#) Nach Ansicht dieser beiden Autoren. Wir sind nicht der Ansicht, dass Naturgesetze metaphysisch notwendig sind.
- [20](#) Originalzitat: „The theory of evolution is the fundamental conceptual framework of biology all scientific explanations of living phenomena must be consistent with. As it does not describe a universal law regarding a single natural phenomenon, such as gravity, but rather the principles of organismal change over time, based on the highly complex inputs and interactions of a multiplicity of different factors, evolutionary theory cannot be expected to remain static but is subject to change in the light of new empirical evidence.“
- [21](#) MÜLLER schreibt zwar „die Evolutionstheorie“, es gibt jedoch viele kausale Evolutionstheorien, was MÜLLER auch klar zum Ausdruck bringt, da er die Evolutionstheorie nicht für statisch hält.
- [22](#) Man könnte einwenden, dass naturwissenschaftliche Theorien in der Regel in der Entwicklung und noch mehr oder weniger unreif und daher nicht statisch sind. Für die Physik und Chemie trifft das aber offenkundig nicht zu. Erfolgreiche naturwissenschaftliche Theorien reifen im

Sinne einer Verfeinerung. Im Falle von Evolutionstheorien bezüglich Innovationen ist die Situation dagegen ganz anders und die Flexibilität der kausalen Evolutionstheorien hat eine ganz andere Dimension. Bei den Kausaltheorien zur Evolution (um die es hier geht) gibt es einen klaren Trend von einer vor 50 Jahren noch relativ unangefochtenen Theorie (Neodarwinismus) hin zu einer Konkurrenz sehr verschiedener Ansätze, was man kaum als Ausreifen einer Theorie bezeichnen kann.

- [23](#) Über allgemeine Gesetzmäßigkeiten in der Biologie schreibt BEATTY (1995, 47, Fn. 3): „All generalizations about the living world a) are just mathematical, physical, or chemical generalizations (or deductive consequences of mathematical, physical, or chemical generalizations plus initial conditions), b) are distinctively biological, in which case they describe contingent outcomes of evolution“ (46f.). „... the evolutionary contingency thesis has nothing at all to say about whether there are laws of physics and chemistry“ (ebd.).
- [24](#) „[E]volutionary contingency undermines the very possibility for biological laws“ (BRAILLARD & MALATERRE 2015, 10).
- [25](#) BEATTY (1995, 75) nimmt Bezug auf Steven J. GOULD, der „Gesetze im Hintergrund“ mit den „kontingenten Details im Vordergrund“ der Biologie unterschieden habe. „What this means to me is that there may be genuine laws that are relevant to biology (e.g., laws of physics and chemistry), but those laws are not distinctively biological. What is distinctively biological are the contingent details, allowed but not necessitated by the presumed laws. The details can have most any degree of generality – and the degrees of generality of those details may change over time. And all the while evolution is making new rules and breaking old rules, the rules of evolution are themselves changing“ (BEATTY 1995, 75).
- [26](#) Kernannahmen der Modernen Synthese nach LALAND et al. (2015, 3) sind: „(i) evolutionarily significant phenotypic variation arises from genetic mutations that occur at a low rate independently of the strength and direction of natural selection; (ii) most favourable mutations have small phenotypic effects, which results in gradual phenotypic change; (iii) inheritance is genetic; (iv) natural selection is the sole explanation for adaptation; and (v) macro-evolution is the result of accumulation of differences that arise through micro-evolutionary processes.“
- [27](#) „Constructive development refers to the ability of an organism to shape its own developmental trajectory by constantly responding to, and altering, internal and external states“ (LALAND et al.

2015, 6).

[28](#) „The latter view is distinctive for its emphasis on organismal causes of development, inheritance and differential fitness, the role of constructive processes in development and evolution, and reciprocal representations of causation“ (LALAND et al. 2015, 2f.). „‘Reciprocal causation’ captures the idea that developing organisms are not solely products, but are also causes, of evolution“ (LALAND et al. 2015, 6).

[29](#) Am Rande sei vermerkt, dass hier die Lebewesen sprachlich zu handelnden Personen gemacht werden (Kryptoteleologie).

[30](#) „Constructive development refers to the ability of an organism to shape its own developmental trajectory by constantly responding to, and altering, internal and external states. ... Rather, causation also flows back from ‘higher’ (i.e. more complex) levels of organismal organization to the genes (e.g. tissue-specific regulation of gene expression)“ (LALAND et al. 2015, 6).

[31](#) „The novelty of the EES and the differences with the MS theory become most apparent in the predictions that derive from the EES framework, both with regard to short-term and long-term effects of organismal evolution. The most important predictions concern the following: ...“ (MÜLLER 2017, 8)

[32](#) Wobei zudem die Weitergabe kultureller Elemente keine rein biologische Angelegenheit ist.

[33](#) Jede Rede von „Richtung“ ist immer auch ein teleomorphes/anthropomorphes Sprachkonstrukt.

[34](#) „(i) phenotypic accommodation can precede, rather than follow, genetic change, in adaptive evolution

(ii) novel phenotypic variants will frequently be directional and functional

(iii) novel, evolutionarily consequential, phenotypic variants will frequently be environmentally induced in multiple individuals

(iv) strikingly different novel phenotypes can occur, either through mutation of a major regulatory control gene expressed in a tissue-specific manner, or through facilitated variation

(v) repeated evolution in isolated populations may be due to convergent selection and/or developmental bias

(vi) in addition to selection, adaptive variants are propagated through repeated environmental induction, non-genetic inheritance, learning and cultural transmission

(vii) rapid phenotypic evolution can be frequent and can result from the simultaneous induction

and selection of functional variants

(viii) taxonomic diversity will sometimes be better explained by features of developmental systems (evolvability, constraints) than features of environments

(ix) heritable variation will be systematically biased towards variants that are adaptive and well-integrated with existing aspects of the phenotype

(x) niche construction will be systematically biased towards environmental changes that are well suited to the constructor's phenotype, or that of its descendants, and enhance the constructor's, or its descendant's, fitness" (LALAND et al. 2015, 10).

[35](#) „.... how pre-existing developmental processes generate heritable phenotypic variants from genetic, epigenetic and environmental inputs“ (LALAND et al. 2015, 7).

[36](#) „... general ability of developmental processes to accommodate novel inputs adaptively, thereby enabling functionally integrated responses to a broad range of conditions“ (LALAND 2015, 9).

[37](#) Zum Beispiel bei wiederholten gleichartigen Veränderungen von Stichlingen in Nordamerika (LESCAK et al. 2015) oder bei der Ausbildung ähnlicher Formen von *Anolis*-Eidechsen infolge einer Wiederbesiedlung von Karibischen Inseln nach Zerstörungen durch Hurricanes (LOSOS 2018).

Methodologie der Naturgeschichtsforschung

Reinhard Junker

Carol CLELAND hat in mehreren Arbeiten die Methodik experimenteller und naturhistorischer Forschung verglichen. In der Naturgeschichtsforschung stehe die Suche nach bestätigenden Indizien („smoking guns“) für singuläre Ereignisse im Vordergrund; Falsifikationen seien kaum möglich. Dagegen seien in der experimentellen Forschung Falsifikationen zwar prinzipiell möglich, doch können falsifizierende Befunde auf fehlerhafte Hypothesen zurückzuführen oder selbst fehlerhaft sein statt die eigentliche Hypothese zu treffen ([Duhem-Quine-These](#)). Hypothesen würden daher geprüft, indem durch Versuchsvariationen falsche Widerlegungen, aber auch irreführende Bestätigungen ausgeschlossen werden sollen. Dafür, dass in historischen Hypothesen nicht Falsifikationen, sondern bestätigende Befunde entscheidend seien, argumentiert auch VOGT (2008) in einem Beitrag über die Vorgehensweise des Cladismus.

Eine Analyse der Arbeiten von VOGT und CLELAND führt zum Ergebnis, dass bezüglich der Methodik die Grenzen zwischen experimenteller und historischer Forschung nicht trennscharf sind, sondern dass die Unterschiede im Kern darauf beruhen, dass bei naturhistorischen Fragestellungen, insbesondere in der Evolutionsbiologie und historischen Geologie, die Datenlage in der Regel sehr viel schlechter ist als im experimentellen Bereich. Es ist auch möglich, dass die Daten (z. B. für einen Nachvollzug einer evolutionären Historie oder ein geologisches Ereignis) deshalb so

schlecht sind, weil der Vorgang, der aus dem Datensatz nachgewiesen werden soll, gar nicht existiert.

Die Fragen um Schöpfung und Evolution fallen in den Bereich der Naturgeschichtsforschung und müssen mit der entsprechenden Methodologie behandelt werden. Die Suche nach „smoking guns“ für Schöpfung oder für planvolles Wirken ist legitim und nicht außerhalb von Wissenschaft. Schöpfungsansätze werden nicht dadurch delegitimiert, dass keine strikten Falsifikationen möglich wären; diesbezüglich ist die Situation analog zu evolutionären Ansätzen zum Ursprung der Lebewesen.

Einführung

Zunächst werden Artikel zweier Autoren vorgestellt, die eine besondere Methodologie der historischen Naturforschung im Vergleich zur experimentellen Forschung vertreten. Die Argumentation der Autoren soll ausführlich dargestellt werden, wobei auch eigene Überlegungen einfließen. In kürzerer Form werden anschließend einige Argumente weiterer Autoren zusammengefasst, die ebenfalls für eine besondere Methodologie in der Evolutionsforschung plädieren. Damit soll die Frage aufgeworfen werden, inwieweit deren Argumente für die Schöpfungsforschung fruchtbar gemacht werden können.

„Die Nichtfalsifizierbarkeit von Cladogrammen und ihre Konsequenzen“ (VOGT)

Die [Falsifizierbarkeit](#)* von Hypothesen gilt als eines der wichtigsten Kriterien für Wissenschaftlichkeit (vgl. STAMOS 1996, 173).

Falsifizierbarkeit bedeutet, dass es Möglichkeiten gibt, eine Hypothese

durch widersprechende Daten als falsch zu erweisen. Hypothesen müssen an der Empirie scheitern können. In der Evolutionsforschung werden Abstammungshypothesen häufig in Form von Cladogrammen* dargestellt. Die Cladistik (s. u.) genießt weithin den Ruf, die wissenschaftlich objektivste Methode zu sein, um stammesgeschichtliche Abfolgen (den Verlauf der Evolution der Lebewesen) zu rekonstruieren. Dann müsste auch gelten, dass Cladogramme (die für eine Abstammungshypothese stehen) falsifizierbar sind. Dem widerspricht Lars VOGT in einem Artikel über die Nichtfalsifizierbarkeit von Cladogrammen und ihre Konsequenzen (VOGT 2008). Seine Behauptung: Es gebe keine Möglichkeit, ein [Cladogramm](#) durch widersprechende Daten als falsch zu erweisen. Wenn Cladogramme tatsächlich nicht falsifizierbar wären und Falsifizierbarkeit zugleich ein unabdingbares Kriterium für Wissenschaftlichkeit wäre, würde die cladistisch arbeitende Phylogenetik ein wesentliches Kriterium für die Wissenschaftlichkeit ihrer Hypothesen nicht erfüllen.

Um VOGTS Aussage von der Nichtfalsifizierbarkeit von Cladogrammen nachvollziehen zu können, sollen zunächst die Cladistik und der Falsifikationismus nach POPPER sowie DUHEM und QUINE kurz erläutert werden.

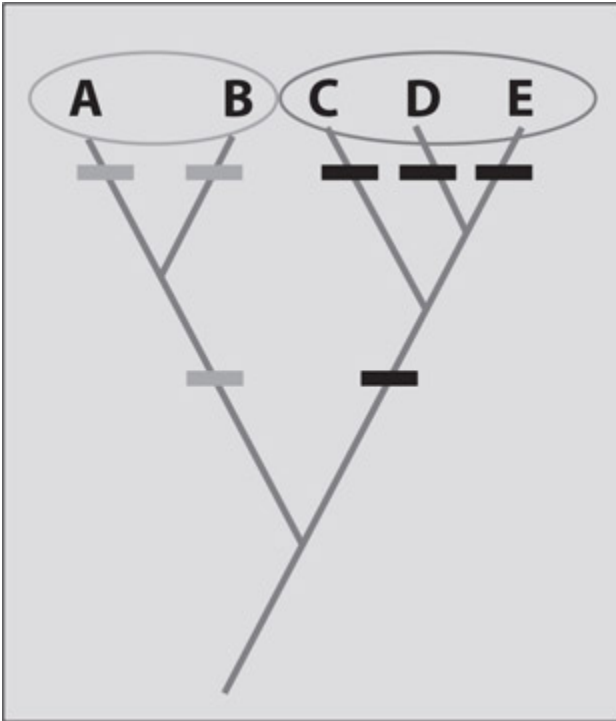


Abb. 1: Einfaches Cladogramm. Grundlage für die Erstellung monophyletischer Gruppen (hier: A und B sowie C-E) sind gemeinsame abgeleitete Merkmale, sogenannte Synapomorphien (graue bzw. schwarze Balken). Cladogramme visualisieren Verwandtschaftshypothesen.

Zur Cladistik. Mittels der Cladistik soll ein System der Organismen erstellt werden, welches ausschließlich auf phylogenetischer Verwandtschaft (Abstammung) basiert. Gruppen innerhalb eines solchen Systems müssen monophyletisch sein. Eine monophyletische Gruppe enthält alle Nachfahren einer Stammart sowie die Stammart selbst, jedoch keine Arten, die nicht Nachfahren dieser Stammart sind (A und B sowie C-E in Abb. 1).

Grundlage für die Erstellung monophyletischer Gruppen sind *gemeinsame abgeleitete Merkmale*, sogenannte *Synapomorphien*. Das sind Merkmale, die als „höherentwickelt“ (abgeleitet, apomorph) gewertet werden und bei mehreren Arten oder höheren Taxa gemeinsam („syn“) ausgebildet sind. Beispielsweise galt lange Zeit der Besitz von drei Gehörknöchelchen als synapomorphes Merkmal der plazentalen Säugetiere (mittlerweile hat sich die Situation allerdings als komplizierter erwiesen; vgl. ULLRICH 2015). Die Synapomorphien werden als Indiz für einen

gemeinsamen Vorfahren gewertet, der dieses Merkmal bereits besaß (also z. B. ein Ur-Plazentalier, dessen Nachfahren dieses Merkmal geerbt haben). Klassischerweise werden gemeinsame Merkmale, deren Ähnlichkeit als abstammungsbedingt interpretiert wird, als *Homologien* bezeichnet. Dagegen werden ähnliche Merkmale als *Konvergenzen* interpretiert, wenn sie (trotz Ähnlichkeit) *nicht* von einem gemeinsamen Vorfahren abstammen sollen, der dieses Merkmal bereits besaß.

Das Ergebnis einer cladistischen Analyse ist eine Verwandtschaftshypothese, die als *Cladogramm* dargestellt wird, ein gabelig verzweigtes Diagramm (Abb. 1). Anders als in einem klassischen Stammbaum sind in einem Cladogramm nur Arten oder höhere Taxa angegeben, die am Ende der Äste stehen. Entscheidend für die Aufstellung eines Cladogramms sind nur Merkmale, die als Synapomorphien (und damit auch als homolog) gewertet werden. Jede Einstufung sowohl als [Synapomorphie](#) als auch als [Konvergenz](#) ist dabei allerdings als Hypothese zu betrachten und nicht als empirisches Datum. Ein objektives Kriterium für die Unterscheidung von Konvergenzen und Synapomorphien (bzw. allgemein Homologien¹), das generell unabhängig von Evolutionshypothesen formuliert werden kann, gibt es nämlich nicht (Diskussion bei JUNKER 2002; vgl. auch JUNKER 2006). Dies zeigt sich auch daran, dass es zahlreiche Beispiele dafür gibt, dass als homolog gewertete Merkmale aufgrund neuer Daten und in deren Folge geänderter Abstammungshypothesen später als Konvergenzen interpretiert wurden, in einigen Fällen wechselte die Einordnung mehrmals zwischen Homologie und Konvergenz hin und her.²

Zum Falsifikationismus. Hypothesen müssen anhand bestimmter möglicher Beobachtungen falsifiziert (d. h. widerlegt) werden können, sonst sind sie nicht testbar und nicht wissenschaftlich. Formal funktioniert eine Falsifikation (Widerlegung) einer Hypothese nach der formallogischen

Schlussform des *modus tollens* („aufhebender Modus“). Der *modus tollens* kann allgemein wie folgt formuliert werden:

$$\begin{array}{l} A \rightarrow B \quad (\text{aus } A \text{ folgt } B) \\ \neg B \quad \quad (\text{B ist nicht gegeben}) \\ \hline \text{Konklusion: } \neg A \quad (\text{also ist } A \text{ nicht gegeben}) \end{array}$$

Angewendet auf eine wissenschaftliche Hypothese (dabei ist h die zu prüfende Hypothese, R Hintergrundwissen, Randbedingungen inklusive Hilfshypothesen, e ein empirischer Befund):

$$\begin{array}{l} h \ \& \ R \rightarrow e \\ \neg e \\ \hline \text{Konklusion: } \neg (h \ \& \ R) \end{array}$$

Das heißt: R oder h (oder beide) sind aufzugeben.³

Dazu ein Beispiel:

$$\begin{array}{l} \text{Hypothese } h: \text{ Alle Körperzellen der Menschen haben 46 Chromosomen. empirischer Befund} \\ \neg e: \text{ Es gibt derzeit in Deutschland Menschen, deren Körperzellen weniger oder mehr als} \\ \text{46 Chromosomen besitzen.} \\ \hline \text{Konklusion: Nicht alle Körperzellen der Menschen haben 46 Chromosomen.} \end{array}$$

Die Hypothese ist also falsifiziert, wenn $\neg e$ auftritt: h ist falsch bzw. in typischen Fällen, wo Randbedingungen zu berücksichtigen sind: $(h \ \& \ R)$ ist falsch.⁴

In diesen typischen Fällen wird also formal gesehen nicht direkt (nur) die Hypothese widerlegt. Was widerlegt ist, ist $(h \ \& \ R)$. Denn Hypothesen sind in der Regel in ein „Gewebe“ von Hilfshypothesen und Randbedingungen (inklusive der Möglichkeiten und Grenzen von Messgeräten und

Untersuchungsmöglichkeiten) eingebettet (R im obigen Schema). Beispiele dazu folgen weiter unten. Beim Auftreten von $\neg e$ kann man daher nur schließen, dass mit $(h \ \& \ R)$ insgesamt etwas nicht stimmt. Es könnte auch die Beobachtung von $\neg e$ fehlerhaft sein (z. B. aufgrund einer fehlerhaften Messung). Daher kann beim Auftreten eines falsifizierenden Befundes nur geschlossen werden, dass das ganze *setting* inkonsistent ist. Das ist Inhalt der sogenannten *Duhem-Quine-These*. Demnach kann eine Hypothese nur dann als falsifiziert betrachtet werden, wenn man annimmt, dass das Hintergrundwissen und der empirische Befund $\neg e$ wahr sind, was grundsätzlich nicht als sicher gelten kann. Welche Komponente falsch ist (h , R oder $\neg e$), kann durch einen falsifizierenden Befund alleine nicht sicher geklärt werden.⁵

Daher ist grundsätzlich keine „strikte Falsifizierung“ möglich (die *eindeutig* die Hypothese trifft), sondern nur eine „methodologische“ oder „logische Falsifizierung“. Damit ist gemeint, dass es empirische Befunde geben muss, die durch die Hypothese „verboten“ sind, also *potenziell* die Hypothese falsifizierende Befunde („potenzial falsifiers“). Dabei muss vorausgesetzt werden, dass die Randbedingungen hinreichend abgesichert sind bzw. dass die tatsächlichen Randbedingungen nicht so sehr von den vorausgesetzten Randbedingungen abweichen können, dass die Falsifikation nicht mehr möglich ist.

Generell wird eine Hypothese als empirisch umso gehaltvoller angesehen, je mehr und je überzeugendere Falsifizierungsmöglichkeiten es gibt. Dabei müssen die Hilfhypothesen und die Datenerhebungsmethode gut abgesichert sein. Und eine Hypothese, die viele Falsifikationsversuche überstanden hat, besitzt einen hohen Grad an Bestätigung und kann in diesem Sinne als momentan beste Erklärung gelten.⁶ Kurz: Viele Falsifikationsmöglichkeiten → viele Falsifikationsversuche überstanden → hoher Grad an Bestätigung → beste Erklärung.

Es muss empirische Befunde geben, die durch die Hypothese „verboten“ sind, also potenziell die Hypothese falsifizierende Befunde.

Sind Cladogramme falsifizierbar?

VOGT vertritt die Auffassung, dass Cladogramme prinzipiell nicht falsifizierbar sind. Es gibt demnach keine Beobachtungen, die aufgrund von Abstammungshypothesen (die durch Cladogramme visualisiert werden) nicht auftreten dürfen. Weder die Hintergrundannahmen („descent with modification“, allgemeine Evolution aller Lebewesen) noch eine bestimmte Baumhypothese werden durch das Vorkommen bestimmter Merkmalskonstellationen widerlegt.² Das Problem: Merkmalsübereinstimmungen können als Synapomorphien oder als Konvergenzen interpretiert werden. Selbst wenn Synapomorphie-Hypothesen getestet werden könnten (s. u.), beinhaltet diese Tests damit nicht zugleich auch Tests auf Monophylie (gemeinsame Abstammung). Das heißt: Der gemeinsame Besitz abgeleiteter Merkmale (als Synapomorphien interpretiert) ist kein unzweifelhafter Beleg für die Abstammung von einem gemeinsamen Vorfahren. Und umgekehrt falsifiziert das Auftreten einer Konvergenz nicht die Monophylie einer bestimmten Organismengruppe. Dieser Sachverhalt soll nachfolgend weiter erläutert werden.

Inkongruenzen. Es kommt häufig vor, dass verschiedene Merkmalskomplexe einander widersprechende Monophylie-Hypothesen unterstützen. Ein einfaches Beispiel: Zu einem bestimmten Zeitpunkt mag ein bestimmtes Merkmal x nur bei den Arten A und B bekannt sein. Damit können die Arten A und B auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückgeführt werden, der Merkmal x bereits besaß. Später aber wird ein Merkmal y entdeckt, das nur bei den Arten B und C, nicht aber bei A vorkommt (Abb.

2). Damit liegt eine Inkongruenz vor. Das neue Merkmal widerspricht der Synapomorphie von x bei A und B, umgekehrt spricht die Verteilung von x dagegen, dass es sich bei y um eine Synapomorphie von B und C handelt. Eines der beiden Merkmale kann keine Synapomorphie, sondern muss eine Konvergenz sein.⁸ Entsprechend muss eine der beiden Synapomorphie-Hypothesen also falsch sein. Bei Inkongruenzen können wir nun aber nur sagen, dass nicht alle Synapomorphie-Hypothesen des untersuchten Merkmalssets tatsächliche Synapomorphien erfassen; mindestens eine muss eine Konvergenz darstellen. Man kann aber nicht schließen, *welches* konvergent ist. Das Cladogramm in Abb. 2 wird durch das neu gefundene Merkmal y damit nicht widerlegt. Daher spricht VOGT von einer asymmetrischen Beziehung zwischen dem Konzept der Synapomorphie und dem Konzept der Monophylie: Selbst wenn eine Falsifikation einer Synapomorphie möglich wäre, würde dies nicht die Monophylie falsifizieren, auch wenn diese (u. a.) mit Hilfe der Synapomorphie begründet worden war.

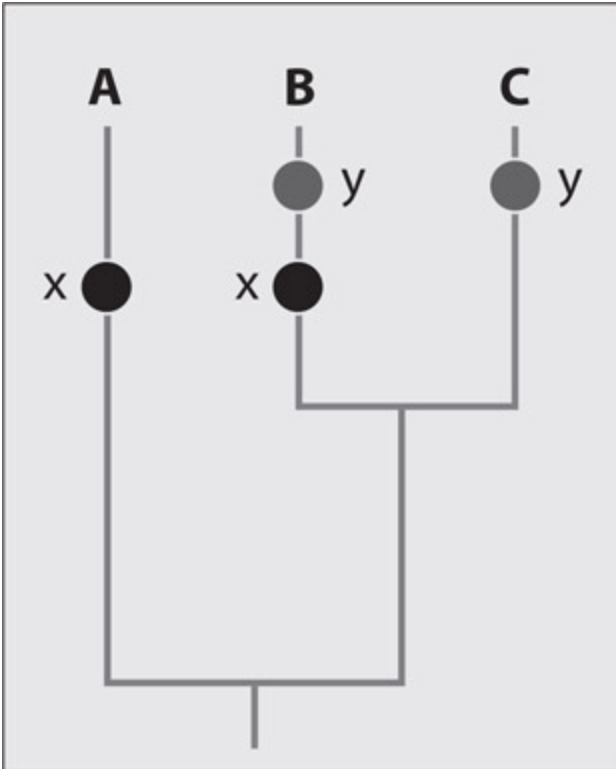


Abb. 2: Inkongruenz in einem Cladogramm. Die beiden Merkmale x und y können nicht gleichzeitig als Synapomorphien interpretiert werden. Solche Merkmalsverteilungen treten häufig auf.

Der Kongruenztest – der Test auf Übereinstimmung von Cladogrammen (Ähnlichkeitsbäumen) auf der Basis verschiedener Daten oder Datensätze – ist damit nur ein Test auf Synapomorphie, d. h. ein Test darauf, ob bestimmte spezialisierte („abgeleitete“) Merkmale als von einem gemeinsamen Vorfahren abstammend interpretiert werden können. VOGT diskutiert drei Strategien, das Problem der Nichtfalsifizierbarkeit zu umgehen, und weist sie zurück. Er kommt zum Schluss, dass Cladogramme gegenwärtige Tatsachen nicht erklären können und daher metaphysische Hypothesen repräsentieren.

Es kann auch die Abstammungs-hypothese, die als selbstverständliche Hintergrundannahme der Cladistik zugrunde liegt, falsch sein.

Nach der Duhem-Quine-These müssen beim Auftreten von Inkongruenzen sogar die Hintergrundannahmen (hier: *descent with modification*; gemeinsame Abstammung) und die empirischen Befunde auf den Prüfstand. ⁹ Das heißt zum einen: Eine Bestimmung eines Merkmals als Synapomorphie kann fehlerhaft sein (z. B. durch fehlerhafte oder ungenaue Beobachtung). Es kann aber auch die Abstammungshypothese, die als selbstverständliche Hintergrundannahme der Cladistik zugrunde liegt, falsch sein. VOGT rechnet allerdings nicht mit dieser Möglichkeit.

Aber auch wenn man diese Hintergrundannahme nicht antastet, gilt immer noch: Bei Inkongruenzen können selbst *bestimmte* Synapomorphie-Hypothesen nicht falsifiziert werden, man kann nur sagen, dass (mindestens) *eine* Synapomorphie aus dem ganzen Paket falsch sein muss. Auch das Sparsamkeitskriterium ermöglicht kein Popper'sches Testen, da weitere Daten die Situation jederzeit wieder ändern können, was auch häufig geschieht (vgl. den Beitrag „Erklärungen in der Naturgeschichte am Beispiel der Entstehung von Vogelfeder und Vogelflug“ in diesem Band). Daher ist eine robuste, stabile Widerlegung einer bestimmten Verwandtschaftshypothese nicht möglich. „As a consequence, the congruence test as a Popperian test can provide corroboration only to sets of hypotheses of apomorphy and not hypotheses of monophyly or phylogenetic trees“ (VOGT 2008, 66).¹⁰

Schlussfolgerung von VOGT und Diskussion

Nach VOGT ist es an der Zeit, dass eine eigene Philosophie der Phylogenetik entwickelt werde, die den spezifischen Anforderungen einer historischen Wissenschaft genügt, die nicht nach universalen Gesetzen und Regelmäßigkeiten sucht, sondern besondere historische Ereignisse zu rekonstruieren versucht. Der Falsifikationismus funktioniert für ihn

jedenfalls im Bereich der Naturgeschichtsforschung nicht.¹¹ Man könne eben keine Aussagen über universale Evolutionsgesetze testen. Diese epistemische Situation in der Phylogenetik mache die Einzigartigkeit der phylogenetischen Forschung in den biologischen Wissenschaften aus.

VOGT mahnt allerdings nur eine Aufgabe an, ohne eine konkrete Lösung vorzuschlagen. Eine gangbare Praxis kann nach VOGT nur darauf hinauslaufen, diejenige Verwandtschaftshypothese zu bevorzugen, die am besten¹² von den Beobachtungsdaten und dem akzeptierten Hintergrundwissen *unterstützt* wird, da auch eine „weiche“ Falsifizierung nicht praktikabel ist. Kritisch ist in diesem Zusammenhang allerdings anzumerken, dass erkenntnistheoretische Anforderungen nicht an eine bestimmte Praxis angepasst und ggf. verwässert werden sollten. Solche Anforderungen sollten *a priori* begründet werden, um tatsächliche Vorgehensweisen damit zu bewerten und ggf. zu kritisieren.

Es ist hier hilfreich, den Unterschied zwischen experimenteller Forschung in der Physik und historischer Forschung bei der Erstellung von Cladogrammen zu betrachten. In der Physik können durch gezielte Experimente wichtige Fragen ziemlich sicher beantwortet werden, und Prüfungen von Hypothesen und ggf. Falsifikationen sind in der Praxis häufig problemlos möglich. Zwar sind auch in der Physik *formal* strikte Falsifikationen nicht möglich, aber in einer gut etablierten Forschungspraxis sind solche formalen Probleme meist wenig relevant, weil Hilfhypothesen und Messmethoden ihrerseits getestet bzw. kontrolliert werden können. Bei der Erstellung von Cladogrammen und damit bei der Erstellung von naturhistorischen Hypothesen über Abstammungszusammenhänge ist die Situation dagegen sehr viel anders; das (Luxus-)Problem ist hier nicht, dass es formallogisch zwingende Falsifikationen im empirisch-wissenschaftlichen Bereich nicht gibt, sondern dass die relevanten Daten der vergleichenden Biologie bestimmte Cladogramme grundsätzlich nicht hinreichend robust widerlegen können.

Dabei sind die Hypothesen notorisch instabil: Denn neue Daten können z. B. jederzeit zu einem anderen Cladogramm führen. Für solche Instabilitäten gibt es zahllose Belege aus der Praxis. Cladogramme werden immer wieder geändert und können auch durch weitere Daten wieder zur vorherigen Form zurückkehren. Es sind auch keine eindeutigen Vorhersagen möglich wie z. B., welche Merkmalskonstellationen bei neu entdeckten Fossilien zu erwarten sind. Und wenn solche Erwartungen formuliert wurden, wurden sie oft enttäuscht. Dieser Situation entspricht auch die Tatsache, dass die Erstellung von Cladogrammen nicht auf gesetzhafte Vorgänge beruht (vgl. dazu den Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band).

Cladogramme werden immer wieder geändert und können auch durch weitere Daten wieder zur vorherigen Form zurückkehren.

Historische und experimentelle Wissenschaft nach CLELAND

Carol CLELAND hat den Versuch unternommen, der Forderung nach der Beschreibung einer eigenen Methode in der Naturgeschichtsforschung ausführlich nachzukommen. Sie beansprucht nicht nur, einen grundsätzlichen methodologischen Unterschied zwischen historischer und experimenteller Naturwissenschaft herauszustellen, sondern beschreibt auch eine (ihrer Meinung nach) gangbare Methode in der Naturgeschichtsforschung, die zugleich die tatsächlich praktizierte sei und sich dabei von der Methodik in der experimentellen Forschung unterscheidet (CLELAND 2001; 2002a; b; 2011; 2013). Darüber hinaus begründet sie, warum beide Bereiche methodisch verschieden vorgehen müssen. CLELAND verbindet damit das Anliegen, zu zeigen, dass historische Wissenschaft

gegenüber der experimentellen in puncto Testmöglichkeiten der Hypothesen nicht „minderwertig“ („inferior“) sei.

Die Vorstellung, dass alle guten Wissenschaftler dieselbe Methode einsetzen, um Hypothesen zu testen, sei zwar populär, bewahrheite sich aber in der Praxis der historischen und experimentellen Wissenschaften nicht. *Experimentelle Wissenschaft* mache Vorhersagen und Tests unter möglichst kontrollierten Bedingungen, um Gesetzmäßigkeiten herauszufinden. Sie seien also „zukunftsorientiert“: es werden Prognosen aufgestellt, die durch Tests geprüft werden. Dagegen nimmt *historische Wissenschaft* unbeobachtbare Ereignisse als Ursachen an, die nicht oder nur teilweise (durch Simulationen) im Labor nachgestellt werden können (z. B. wenn das Aussterben der Dinosaurier auf einen Meteoriteneinschlag zurückgeführt wird). Gegenwärtige Beobachtungen werden durch vergangene Ursachen erklärt.

Historische Wissenschaft sei nicht minderwertig, ¹³ aber anders.

Historische Wissenschaft müsse nach CLELAND zwar gewöhnlich anders vorgehen als experimentelle Wissenschaft, sei aber deshalb nicht „weniger wert“. Die Autorin möchte dies anhand zweier Punkte zeigen:

1. Experimentelle Wissenschaft sei nicht so „hochwertig“ wie ihr Ruf; es gebe allgemein verbreitete falsche Auffassungen darüber.

2. Es gebe eine Ursachen-Asymmetrie zwischen *gegenwärtigen und vergangenen* Ereignissen auf der einen Seite, und *gegenwärtigen und zukünftigen* Ereignissen auf der anderen Seite. Der Charakter der Information, die zum Test der Hypothesen genutzt wird, sei verschieden.

In einem ausführlichen Artikel in *Philosophy of Science* (CLELAND 2002a) macht die Autorin die Einschränkung, dass es gewisse Überlappungen der Methoden gebe, dass aber die von ihr beschriebenen verschiedenen Methoden in den beiden Bereichen jeweils *vorherrschten* (S. 474).

Zur experimentellen Wissenschaft. Ähnlich wie VOGT stellt CLELAND heraus, dass der Falsifikationismus POPPERS in der Praxis nicht funktioniere, weder in der experimentellen noch in der historischen Forschung. Daher könne die Methode der Falsifikation nicht als Begründung für eine Überlegenheit der experimentellen Wissenschaften ins Feld geführt werden. Falsifizierungen könnten außer auf einen Fehler bei der geprüften Hypothese auch auf einen Fehler bei den allen Tests zugrunde liegenden Hilfhypothesen hinweisen (Duhem-Quine-These; s. o.). In der experimentellen Forschung bestehe daher die Gefahr falscher Widerlegungen (false negatives). Ebenso könnten aber auch falsche Bestätigungen (false positives) eintreten, wenn statt der zu testenden Hypothese in Wirklichkeit eine der zugrunde liegenden Hilfhypothesen bestätigt wird. Daher versuche man, die zu testende Hypothese durch Variation der Randbedingungen und Hilfhypothesen vor irreführenden Widerlegungen zu schützen. Umgekehrt versuche man durch Änderung der eigentlichen Hypothese irreführende *Bestätigungen* auszuschließen (zwei Beispiele s. u.). Weil jedem Experiment zahlreiche Hilfhypothesen zugrunde liegen, sei das sinnvoll. Nach CLELAND steht also im experimentellen Bereich eine bestimmte Hypothese im Vordergrund, die man durch Ausschalten falscher Bestätigungen und falscher Widerlegungen zu erhärten versucht. Das trifft auch dann zu, wenn mehrere Hypothesen experimentell getestet werden: Bei jeder einzelnen Hypothese müssen (und können) durch Variationen der Hypothese sowie der Randbedingungen und Hilfhypothesen falsche Positive und falsche Negative ausgeschlossen werden.

Bei jeder Hypothese müssen durch Variationen der Hypothese sowie der Randbedingungen und Hilfhypothesen falsche Positive und falsche Negative ausgeschlossen werden.

Ob eine Falsifikation die jeweilige Hypothese trifft oder eine der Hilfhypothesen, kann nach dem Gesagten durch einzelne Tests nicht sicher geklärt werden; es müssen möglichst viele Tests durchgeführt werden. Dazu zwei Beispiele:

Hypothese: Wenn die Erde um die Sonne kreist, ändert sich der Fixsternhintergrund im Jahreslauf.¹⁴

Beobachtung (empirischer Befund): Es wurde (früher) nicht beobachtet, dass sich der Fixsternhintergrund verändert.

Daraus würde nach dem *modus tollens* folgen, dass die Beobachtungen nicht zeigen, dass die Erde um die Sonne kreist. Heute wissen wir aber, dass die zugrunde liegenden Hilfhypothesen falsch waren, nämlich die Hilfhypothesen über die Entfernung der Fixsterne und über die Leistungsfähigkeit der Messgeräte. Die Fixsterne sind zu weit entfernt, als dass mit den früheren messtechnischen Möglichkeiten eine Veränderung hätte festgestellt werden können.

Hypothese: Trockenheit verursacht, dass Vogelschnäbel nach einigen Generationen kräftiger werden.

Beobachtung (empirischer Befund): In einem bestimmten Gebiet wurden bei Trockenheit Vogelschnäbel nach einigen Generationen nicht kräftiger.

Die Hypothese ist damit nicht falsifiziert, denn es kommen z. B. folgende Ursachen für die gleichbleibenden Schnäbel in Frage:

- Vielleicht gab es einen weiteren unerkannten Umweltparameter, der dem Kräftigerwerden entgegenwirkte.
- Vielleicht gab es in dem betreffenden Gebiet keine solche Nahrung, die einen Selektionsdruck auf kräftigere Schnäbel hätte bewirken können.
- Vielleicht ist die betreffende Art extrem invariabel und besaß keine Spielräume für eine Spezialisierung.

Umgekehrt könnte ein bestätigender Befund ein *false positive* sein: Eine beobachtete Vergrößerung der Schnäbel könnte auch eine andere Ursache als die Trockenheit haben.

Historische Hypothesen. Beim Test historischer Hypothesen kann man nach CLELAND nicht so verfahren wie bei Tests im experimentellen Bereich. Denn ein systematisches Ausschalten falscher Bestätigungen und falscher Widerlegungen ist nicht möglich, weil keine Variation der Testbedingungen möglich ist. Das zu ermittelnde Geschehen liegt in der fernerer Vergangenheit. Für diese andere Testsituation nennt CLELAND zwei Gründe:

1. Erklärungen im Bereich der Naturgeschichte beziehen sich selten auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten.¹⁵ Das trifft besonders auf die Geschichte des Lebens zu (vgl. den Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band).

2. Das Kausalgeflecht, das sich zwischen einem prähistorischen Ereignis und seinen heute vorfindlichen Spuren erstreckt, sei viel zu komplex, um in einer plausiblen Verallgemeinerung (durch Gesetzmäßigkeiten) erfasst werden zu können (CLELAND 2011, 564).

Entsprechend dominiere in historischer Forschung die „Erklärungskraft“, nicht das Eintreffen von Vorhersagen (CLELAND 2013, 5). Vorhersagen seien nur vage möglich, wenn überhaupt.¹⁶ Mit „Erklärungskraft“ ist gemeint, dass möglichst viele Befunde auf eine gemeinsame Ursache zurückgeführt werden können (vgl. „common cause explanation“ weiter unten).

In den historischen Wissenschaften stehe anders als in den experimentellen Wissenschaften nicht das Variieren der Hypothese und Randbedingungen sowie das „Aussortieren“ falscher Positive und falscher Negative im Vordergrund (was eine Art von Falsifizierung bedeutet), sondern die Suche nach *bestätigenden* Befunden: sogenannte „*smoking*

guns“. „A smoking gun is a trace that picks out one of the competing hypotheses as providing a better causal explanation for the currently available traces than the others.“¹⁷ Die Deutung eines bestimmten Befundes als *smoking gun* ist also nicht absolut, sondern relativ im Vergleich zu konkurrierenden Hypothesen (vgl. CLELAND 2002a, 481); es wird ein Schluss auf die beste Erklärung gezogen (CLELAND 2013, 2). Außerdem können neue Befunde eine bisherige *smoking gun* widerlegen. Es gibt auch keine Garantie für das Auffinden der zutreffenden Erklärung; es ist möglich, dass diese nicht auffindbar ist (CLELAND 2011, 555). Eine *smoking gun* kann auch gegen eine konkurrierende Hypothese sprechen (CLELAND 2002a, 483).

Ein berühmtes Beispiel sind die als *smoking gun* eines Meteoriteneinschlags geltenden geschockten Quarze, deren Entstehung (bisher) nur als Folge eines Meteoriteneinschlags erklärbar ist. Potenzielle konkurrierende Hypothesen können bislang dieses Indiz nicht erklären (allerdings könnte sich das in der Zukunft ändern). In den historischen Wissenschaften sucht man nach *bestätigenden* Spuren (den *smoking guns*), die möglichst *eine* der konkurrierenden Hypothesen gegenüber den anderen favorisiert (vgl. das geologische Beispiel in Abb. 3).

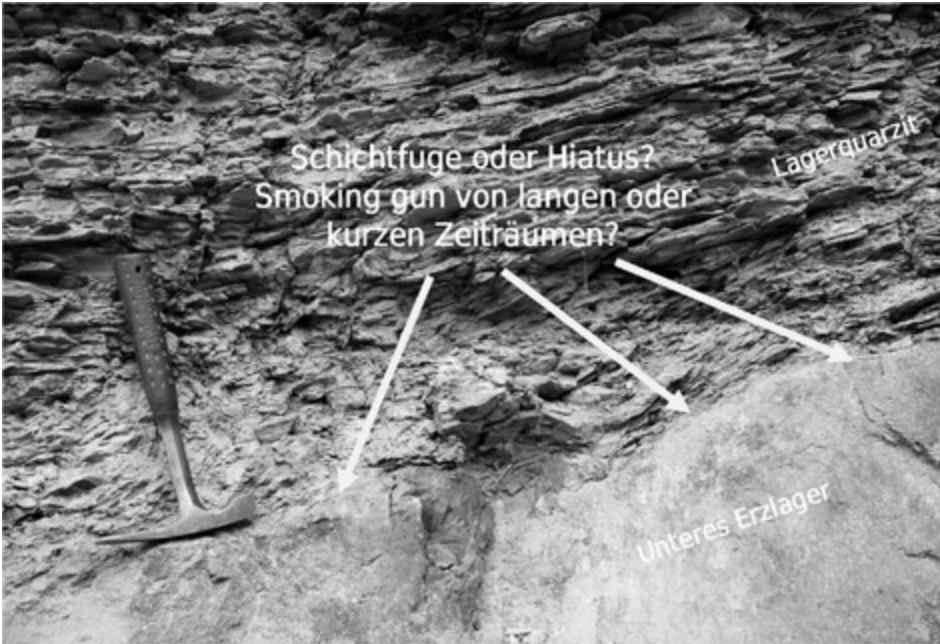


Abb. 3: Teile der Schmiedefeld-Formation in Thüringen mit markanter Änderung des Sediments zwischen Unterem Erzlager und Lagerquarzit: Steht sie für eine Schichtfuge, die nur eine kurze Zeit repräsentiert, oder für einen langzeitlichen Hiatus? Siehe dazu die Diskussion bei STEPHAN (2008).

In den historischen Wissenschaften steht nach CLELAND die Suche nach bestätigenden Befunden im Vordergrund.

Es wird zwar auch Laborwissenschaft betrieben, diese hat aber das Ziel, die Spuren möglichst gut kenntlich zu machen. CLELAND bringt dazu folgendes Beispiel: In Ursuppen-Experimenten (sog. Miller-Experimente) werden bestimmte Zusammensetzungen der Atmosphäre zugrunde gelegt. Um Spuren zu sichern, aus denen Informationen über die Zusammensetzung der Atmosphäre vor 4 Milliarden Jahren bezogen werden können, müssen entsprechend alt datierte Gesteine im Labor untersucht werden. Laut CLELAND machen die erzielten Ergebnisse Miller-Experiment-Szenarien unplausibel, weil die benötigten Verbindungen nicht in ausreichender Menge vorhanden gewesen sein dürften. Aber auch wenn die Spuren passen würden, könnten Simulationsexperimente und

Computersimulationen nur Möglichkeiten aufzeigen, die unter bestimmten Randbedingungen denkbar sind, sie könnten jedoch nicht den tatsächlichen Vorgang nachweisen.¹⁸

Wichtig ist noch das Konzept der *Erklärung sehr verschiedener Phänomene durch eine auf alle gemeinsam zutreffende Ursache* („common cause explanation“¹⁹). Beispielsweise wurde ein Konsens über die Meteoriteneinschlag-Hypothese für das Massenaussterben an der Kreide/Tertiär-Grenze (heute: Kreide/Paläogen-Grenze) dadurch erreicht, dass sie einen ansonsten verwirrenden Komplex verschiedenster Spuren erklärt, z. B. Iridium-Anomalie, geschockte Quarze, glasartige Kügelchen, Fossilüberlieferung von Ammoniten, Foraminiferen, Pflanzenpollen, Farnsporen usw. Das Auftreten dieser unterschiedlichen Spuren in gleichalten geologischen Schichten sei an sich zutiefst rätselhaft; die Spuren seien einzeln unerwartet und ihr gemeinsames Auftreten ist noch rätselhafter. Doch die Hypothese von einem Meteoriteneinschlag erklärte diesen Befundkomplex besser als jeder ihrer Rivalen (CLELAND 2013, 6).

Grund für die Anwendung verschiedener Methoden. CLELAND wendet sich im Weiteren der Frage zu, woran es liegt, dass in den experimentellen und den historischen Wissenschaften methodisch verschieden vorgegangen wird und verschiedene Testsituationen vorliegen. Der Grund: Es gibt – so CLELAND – eine *Ursachen-Asymmetrie* zwischen gegenwärtigen und vergangenen Ereignissen auf der einen Seite, und gegenwärtigen und zukünftigen Ereignissen auf der anderen Seite. Es liege eine „Asymmetrie der Überbestimmung“ vor: Vergangene Ereignisse sind durch ihre Folgen überbestimmt. Das heißt: Ein Ereignis wie z. B. ein Meteoriteneinschlag kann mehrere Spuren verursachen, die jeweils auf dieses Ereignis hinweisen. In günstigen Fällen genügt der Nachweis einer einzigen Spur, um auf das Ereignis schließen zu können. Dagegen sind experimentelle Ergebnisse durch die zu testende Hypothese unterbestimmt: Die

Testbedingungen im Labor sind nur Teilursachen für das, was danach geschieht. Es besteht die Notwendigkeit, zusätzliche kausale Faktoren aufzuspüren und zu kontrollieren (CLELAND 2001). Zur Veranschaulichung bringt CLELAND zwei Vergleiche:

Gegenwart → *Vergangenheit (historische Situation)*: Ein Mörder hinterlässt viele Spuren, von denen eine einzige ihn verraten kann. Der Mord ist überbestimmt.

Gegenwart → *Zukunft (experimentelle Situation)*: Es wird experimentell ein Kurzschluss hergestellt. Was passiert daraufhin? Nehmen wir an, es wird ein Brand ausgelöst. Dann erklärt der Kurzschluss den Brand alleine nicht; es muss z. B. auch entflammbares Material gegeben haben. Der Brand ist durch den Kurzschluss (entspricht dem Experiment) unterbestimmt.

Für vergangene singuläre Ereignisse gilt: Da ein Ereignis viele Spuren verursacht, genügen oft schon wenige Spuren oder nur eine einzige als Beleg für das stattgefundenere vergangene Ereignis. Daraus erklärt sich die Vorgehensweise, nach *smoking guns* zu suchen. Es kann sein, dass dabei nur mit *Wahrscheinlichkeiten* argumentiert werden kann. Denn möglicherweise wurden entscheidende Spuren noch nicht gefunden oder die vorliegenden Spuren sind nicht eindeutig. Dennoch: Die Asymmetrie der Überbestimmung erlaubt es in günstigen Fällen, aus nur einem Teil der Spuren auf ein vergangenes Ereignis zu schließen. Diese Befunde sind bestätigender Art.

Der Experimentator schaut in die Zukunft. Er erwartet ein bestimmtes Ergebnis eines Experiments, falls seine Hypothese stimmen sollte. Aber es kann sein, dass das eintreffende erwartete Ergebnis in Wirklichkeit kausal gar nicht mit einem bestimmten beobachteten Ereignis verknüpft ist, sondern aus den Randbedingungen folgt. Ein bestimmter Befund kann also mehrere Ursachen haben, wie das Beispiel des Brandes veranschaulichen soll. Ein falsifizierender Befund trifft nicht unbedingt die getestete

Hypothese, sondern kann auch eine der begleitenden Hilfhypothesen betreffen.²⁰ Es liegt bei einem Experiment eine „kausale Unterbestimmung“ der zukünftigen Ereignisse durch punktuelle („localized“) gegenwärtige Ereignisse vor. Daher besteht die Notwendigkeit, zusätzliche Kausalfaktoren aufzuspüren und zu prüfen (Abb. 4). Die Unterschiede in der Methodologie sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Da ein Ereignis viele Spuren verursacht, genügen oft schon wenige Spuren oder nur eine einzige als Beleg für das stattgefundenere vergangene Ereignis.

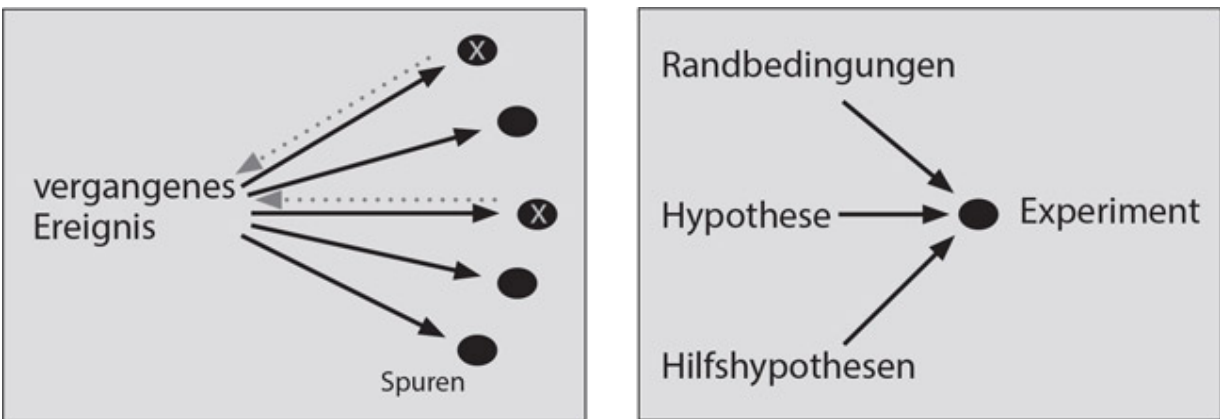


Abb. 4: Links: Ein Ereignis hinterlässt viele Spuren, von denen wenige oder nur eine einzige eine „smoking gun“ darstellen können. Rechts: Das Ergebnis eines Experiments kann verschiedene Ursachen haben und ist kein sicherer Test der zu prüfenden Hypothese. Daher müssen Randbedingungen und die zu testende Hypothese variiert werden, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu verbessern.

| historisch | experimentell |
|--|---|
| vergangenheitsorientiert | zukunftsorientiert |
| mehrere Hypothesen werden geprüft | eine Hypothese wird geprüft |
| Suche nach Bestätigungen durch „smoking guns“ | Viele Tests, um irreführende Bestätigungen und Widerlegungen auszuschalten (Misstrauen gegenüber den Ergebnissen) |
| Überbestimmung der Vergangenheit (viele Spuren, die von einem einzigen | Unterbestimmung der Zukunft (des experimentellen Ergebnisses) Generalisierungen |

Tab. 1: Unterschiede zwischen historischer und experimenteller Wissenschaft nach CLELAND. Im experimentellen Bereich werden zwar auch oft verschiedene Hypothesen aufgestellt, aber jede einzelne wird wie beschrieben untersucht.

Kritik

Die von CLELAND vorgelegte Unterscheidung zwischen historischer und experimenteller Wissenschaft erscheint – gemessen an der Wissenschaftspraxis – zu stark idealisiert und kann nicht so grundsätzlich vorgenommen werden, wie sie es tut. CLELAND (2002a, 474) stellt selbst fest, dass es gewisse Überlappungen der Methoden gebe. Die Unterschiede in der Methodik sind primär begründet durch den Umstand, dass eher sehr viele relevante Daten vorliegen (Datensätze mit hoher Qualität bei experimenteller Methodik) oder nur wenige und dabei vage und qualitativ eher schlechte Daten (historische Methodik). (Dazwischen kann es alle möglichen Übergänge geben.) Im experimentellen Bereich kann die Datenbasis jederzeit durch weitere Versuche erweitert oder verbessert werden. Das ist im historischen Bereich kaum oder gar nicht möglich. Dass die Unterschiede zwischen idealen physikalischen Experimentalsituationen und denen aus naturhistorischen Disziplinen (vor allem der Biologie) erheblich sein können, kann zu tun haben mit 1. einer sehr unterschiedlich guten Datenlage, 2. mit einem sehr viel komplexeren und schlechter definierbaren Gegenstand und 3. mit dem Fehlen von Gesetzmäßigkeiten (z. B. in der Frage der Entstehung von Innovationen in der Biologie). In der naturhistorischen Forschung muss auch (viertens) die Möglichkeit bedacht werden, dass es einen bestimmten hypothetischen Prozess, den man nachweisen möchte, gar nicht gegeben hat (z. B. ein Meteoriteneinschlag oder die evolutive Entstehung eines neuen Bauplans) – und deshalb die Datenlage vor dem Hintergrund einer solchen falschen Annahme „schlecht“

ist. Im Kontrast dazu gibt es auch gute, nahezu ideal-physikalische Modelle mit hervorragend interpretierbarer Datenlage, z. B. bei der Planetenbewegung.

Der Unterschied zwischen experimentell und historisch wird deutlich, wenn man die methodischen Möglichkeiten, die ein ideales Experiment bietet, vergleicht mit den methodischen Möglichkeiten, um ein singuläres Ereignis in der Vergangenheit aufzuklären. Ein ideales (!) Experiment hat folgende Eigenschaften:

- Isolation des Systems gegen unerwünschte, nicht bekannte oder nicht beherrschbare Einflüsse bzw. gegen Einflüsse, die eine nomologische Modellierung bzw. ein Erfassen der Ursache-Wirkungszusammenhänge zu sehr erschweren.
- Direkte Einstellung und Kenntnis der Randbedingungen
- Möglichkeit, diese gezielt (und bekannt) zu variieren
- Auswahl passender Messmethoden
- Wiederholbarkeit, auch von anderen Personen oder in anderen Labors
- Möglichkeit von Vorhersagen, oft in präziser Form

Experimente beantworten darüber hinaus die Frage „Was folgt immer, wenn System S mit Randbedingungen X gegeben ist?“

Für naturhistorische Fragestellungen sind diese Eigenschaften kaum oder gar nicht gegeben. Wie oben angesprochen, kommt man der Situation bei Experimenten am ehesten bei astrophysikalischen Modellierungen nahe. Das liegt dann aber in der speziellen Natur dieser physikalischen Systeme, nämlich ihrer relativen Einfachheit und der nachweisbaren Naturgesetzmäßigkeit der Abläufe. In der historischen Evolutionsbiologie sind wir dagegen von einer dem (halbwegs idealen) Experiment vergleichbaren Situation weit entfernt. Das liegt an der ungleich komplexeren Materie, weiterhin an der Tatsache, dass es sich um mutmaßliche, zeitlich weit zurückliegende Ereignisse handelt, und daran, dass solche evolutionären Prozesse, wenn es sie gab, sehr langsam vonstattengehen. Und eben

vielleicht auch daran, dass man vom Datensatz etwas erwartet, was dieser möglicherweise gar nicht hergeben kann, nämlich eine makroevolutionäre Entwicklung des Lebens. Die Gesamtproblematik kommt besonders klar darin zum Ausdruck, dass Gesetze einer mutmaßlichen Makroevolution bislang nicht formuliert wurden und sehr wahrscheinlich auch nicht formuliert werden können (vgl. den Beitrag „Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?“ in diesem Band). Wenn es um die Erklärung von Innovationen geht, kann in der Evolutionsbiologie daher methodisch bei Weitem nicht so gearbeitet werden wie im Experimentalrahmen oder wie in der Astrophysik. Ähnliches gilt abgeschwächt für die historische Geologie, was auf diesem Gebiet an der Komplexität der geologischen Vorgänge liegt, verbunden mit einer in der Regel relativ dünnen Indizienbasis.

Wenn es um die Erklärung von Innovationen geht, kann in der Evolutionsbiologie methodisch bei Weitem nicht so gearbeitet werden wie im Experimentalrahmen oder wie in der Astrophysik.

Folgerungen für die Schöpfungsforschung

Die vielfach geäußerte Kritik, schöpfungstheoretische Hypothesen seien nicht testbar bzw. falsifizierbar und *daher unwissenschaftlich und schließlich von vorherein inakzeptabel*, ist (unter anderem) angesichts der Kritik von VOGT und CLELAND unhaltbar und ein Bewerten mit zweierlei Standards: Eine z. B. im Popper'schen Sinne strenge, idealtypische Falsifizierung ist selbst in der experimentellen Forschung nicht anzutreffen, geschweige denn bei (mutmaßlichen) historischen biologischen Prozessen. (Man mag philosophische Gründe ins Feld führen, um teleologische Erklärungen auszuschließen, aber das ist hier nicht das Thema.) In der

historischen evolutionsbiologischen Forschung hat man (bestenfalls) weichere Falsifizierbarkeitskriterien; legt man denselben Maßstab an, ist es erstens falsch, von fehlender Falsifizierbarkeit von Design-Ansätzen zu sprechen und daraus zu schließen, dass Design-Ansätze grundsätzlich inakzeptabel seien. Design-Ansätze können so formuliert werden, dass sie falsifizierbar sind, zum Beispiel: Mit dem Fortschritt der Forschung wird sich in zunehmendem Maße eine hohe funktionale Komplexität in der Zelle zeigen. Oder: Mit zunehmenden Kenntnissen wird sich ein schlüssiger natürlicher Entstehungsweg als zunehmend unwahrscheinlich erweisen. Oder: Es wird kein natürlicher Entstehungsweg gefunden werden.

Es ist auch sonst angewendeten Methoden gemäß, nach „smoking guns“ für Schöpfung, für polyvalente Stammformen oder für präexistente Variationsprogramme zu suchen.

Wenn das beherrschende Thema historischer Forschung die Suche nach *smoking guns* ist, dann ist es legitim und auch sonst angewendeten Methoden gemäß, nach *smoking guns* für Schöpfung, für polyvalente Stammformen, für präexistente Variationsprogramme (CROMPTON 2018) oder für biblisch bezeugte erdgeschichtliche Ereignisse zu suchen. Diese Suche könnte nur dann als „unwissenschaftlich“ abgetan werden, wenn schöpferische Eingriffe Gottes prinzipiell (von vornherein) ausgeschlossen werden.

ANHANG

Naturgeschichte bei Olivier RIEPPEL

Mit dem Falsifikationismus in der Cladistik beschäftigt sich auch RIEPPEL (2003). Falsifizierbare Theorien müssen die Form universaler Behauptungen haben. Im strengen Sinne treffe dies auf die Systematik nicht zu. Mit Hilfe des Sparsamkeitsprinzips (d. h. möglichst wenig Konvergenzen) suche man nach Verwandtschaftsbeziehungen, die mit den Daten am besten *verträglich* sind.²¹ Diese Vorgehensweise sei nicht vereinbar mit dem Popper'schen Falsifikationismus (RIEPEL 2003, 262f.).

Wie CLELAND weist auch RIEPPEL darauf hin, dass Aussagen, die historische Zustände wie z. B. Aussagen über Phylogenie beinhalten, historisch Kontingentes, also Einmaliges betreffen. Daraus folge, dass es keine deduktive Verbindung zwischen einer Verwandtschaftshypothese und den Merkmalsverteilungen der terminalen Taxa gebe (RIEPEL 2003, 264).²² Deduktive Argumentation könne auf die Systematik oder phylogenetische Rekonstruktion nicht angewendet werden, wenn Spezies oder Taxa allgemein historisch einmalig sind.²³ Selbst wenn Abstammung mit Abänderung (descent with modification) als allgemeines Gesetz betrachtet würde, würde es kaum mehr als die spontane Lebensentstehung verbieten.²⁴ RIEPEL (2003, 270) kommt wie VOGT (2008) zum Schluss, dass eine eigene Wissenschaftsphilosophie für die Systematik nötig sei.

Auch STAMOS (1996) sieht die Notwendigkeit, in phylogenetischen Fragestellungen nicht alleine mit Falsifikation zu arbeiten, sondern auch mit Verifikationen. Andernfalls würde POPPER'S Programm der Falsifizierbarkeit die Evolutionsbiologie aus der echten Wissenschaft ausschließen.

Und Naturgeschichte ist doch anders

In der *Naturwissenschaftlichen Rundschau* Heft 1/2009 erschien ein Essay, der sich mit der Thematik „Naturgeschichtsforschung“ unter dem Titel „Evolution – ein Forschungsfeld im Grenzbereich“ befasst. Der Autor,

Michael BRESTOWSKY, greift darin den Gedanken von Ernst MAYR auf, „dass die Biologie, sobald sie die aktuelle funktionsbiologische Analyse verlässt und sich dem evolutionären Werden zuwendet, eigentlich eine Geschichtswissenschaft ist.“ Für die Rekonstruktion der Vergangenheit sei der Aktualismus zwar eine notwendige Annahme, enthalte allerdings stets auch ein spekulatives Element. BRESTOWSKY zitiert eingangs aus dem letzten Buch („Konzepte der Biologie“) von Ernst MAYR: „Wenn man sich überlegt, wie viele Ähnlichkeiten es zwischen der Evolutionsbiologie und der Geschichtswissenschaft gibt und wie sehr sie sich in Methodik und Begriffsbildung von der Physik unterscheiden, dann überrascht es nicht, dass es sich als schwierig, wenn nicht unmöglich erweist, eine scharfe Trennlinie zwischen Natur- und Geisteswissenschaften zu ziehen. Wenn man wollte, könnte man diese Linie beispielsweise zwischen funktioneller und evolutionärer Biologie ziehen und die funktionale Biologie den Naturwissenschaften und die Evolutionsbiologie der Geschichtswissenschaft zuschlagen.“ BRESTOWSKY kommentiert: „Damit hat MAYR zweifellos Recht: Evolutionsforschung ist, was Gegenstand und Methoden betrifft, eine historische Wissenschaft, gehört also zu den Geisteswissenschaften und, von marginalen Randbereichen abgesehen, nicht zu den Naturwissenschaften.“ Damit werde sich zweifellos mancher Biologe schwer tun.

Die von MAYR angesprochene Frage der Grenzziehung zwischen Natur- und Geisteswissenschaften sei nur dann so schwierig, wenn man sich bereits darauf festgelegt habe, „die Evolution zu den Naturwissenschaften rechnen zu wollen“. Zunächst aber müsse unabhängig davon sachlich geklärt werden, worin der entscheidende Unterschied zwischen den Naturwissenschaften und allen übrigen Wissenschaften besteht. Allgemein bestehe Wissenschaftlichkeit nach BRESTOWSKY darin, dass eine „methodisch planmäßige, systematische und im Rahmen ihrer Voraussetzungen intersubjektive nachvollziehbare Vorgehensweise“ zur

Erkenntnisgewinnung führe. Darunter kann auch Wissenschaft im Rahmen des Schöpfungsparadigmas gerechnet werden, auch wenn BRESTOWSKY nicht an diese Möglichkeit gedacht haben dürfte.

Die Naturwissenschaften nähmen – so BRESTOWSKY – eine Sonderstellung ein, da ihre Erkenntnisse nicht nur nachvollziehbar, sondern durch nachprüfbar Beobachtungen bzw. wiederholbare Experimente verifizierbar oder falsifizierbar seien. Die geschichtliche Einmaligkeit des Gegenstandes der Evolutionsforschung verhindere es, dass man sich dieser naturwissenschaftlichen Methoden bedienen könne. Damit gehöre die Evolutionsforschung (gemeint ist offenbar die Rekonstruktion des Verlaufs der Evolution und dessen jeweiliger spezieller Ursachen) eindeutig nicht zu den Naturwissenschaften.

Natürlich nutze man naturwissenschaftliche Methoden zur Erfassung der Daten, doch erhalten diese ihre Bedeutung erst im Rahmen einer Evolutionstheorie, und „die ist ein rein gedankliches Konstrukt, eben eine philosophische Theorie, die, auf bestimmten unhinterfragbaren Basisannahmen (Paradigmen) fußend, Ursprung und Werden der Lebewesen zu erklären versucht.“

BRESTOWSKY greift im Weiteren auf eine Unterscheidung zurück, die PIETSCHMANN (1990) in diese Diskussion eingeführt hat: Der Unterschied zwischen prediktiven Theorien und konsistenten Theorien. Erstere erlauben überprüfbar Vorhersagen, während letztere damit stehen und fallen, „wie konsistent, wie stimmig, wie widerspruchsfrei sie einen umfassenden Sachverhalt erklären können.“ BRESTOWSKY: „Es ist offensichtlich, dass in diesem Sinne die Evolutionstheorie wie auch die Theorien zum Werden des Kosmos konsistente, also empirisch nicht zu verifizierende Theorien sind.“ Für die zentralen evolutionstheoretischen Aussagen gebe es „keine Kontrollmöglichkeit, keine Verifizierung oder Falsifizierung“. Das ist sehr strikt formuliert; man kann wohl doch von Kontrollmöglichkeiten sprechen,

aber nur in dem Sinne, wie BRESTOWSKY PIETSCHMANN zitiert: „So könnte es gewesen sein.“

Im Weiteren wirft BRESTOWSKY die Frage auf, weshalb so viele Biologen davon überzeugt sind, dass Evolutionsforschung reine Naturwissenschaft sei, und dass ihre Ergebnisse ebenso unanfechtbar seien wie die der Physiologie oder Genetik. Seine Antwort: Der Aktualismus wird als „Hintertür“ benutzt, um sich „scheinbar einen Zutritt zur Vergangenheit“ zu verschaffen. „Er steckt als unverzichtbare Prämisse in sämtlichen naturwissenschaftlichen Versuchen, das geschichtliche Werden von Kosmos und Leben im Ganzen oder in Teilen zu erforschen.“ In der Geologie ist mit dem Aktualismus das Prinzip gemeint, „dass man aus heutigen geologischen Prozessen auf die Entwicklung in der Vergangenheit schließen könne“. Obwohl aber der Aktualismus eine entscheidende Rolle in der Evolutionsforschung spiele, sei der Begriff, seine Herkunft und sein Geltungsbereich immer noch unklar. Das zeigt BRESTOWSKY, indem er einige Begriffe analysiert, mit denen der Aktualismus bezeichnet wird („Auffassung“, „Lehrmeinung“, „Arbeitsmethode“, „Verfahren“, „Hypothese“, „Theorie“, „Prinzip“, „Axiom“). Er kommt zum Schluss, dass der Aktualismus zum Axiom ernannt werde, weil seine „Grundannahme“ nicht beweisbar ist, und diese Annahme wird gemacht, weil sonst naturwissenschaftliches Arbeiten unmöglich wäre – so die Erläuterung in einem Schulbuch, das BRESTOWSKY zitiert. Der Autor macht dann aber anhand eines Beispiels deutlich, dass der Aktualismus gar nicht durchgängig angewendet werden kann, da dies zu Widersprüchen führt. Er könne also auch kein Axiom sein. Es zeige sich damit, „dass, auch wenn man die überzeitliche Gültigkeit der Naturgesetze annimmt, damit noch keineswegs eine zuverlässige Grundlage für naturwissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse über die Vergangenheit gegeben ist.“ Den Wert „notwendiger Spekulationen“ will BRESTOWSKY nicht diskutieren. Aber er möchte „mit Nachdruck“ daran erinnern, „dass der Wahrheitsgehalt einer

historischen Rekonstruktion von anderer Qualität ist als der einer naturwissenschaftlichen Aussage.“ Als Beispiel weist er auf die verschiedenen Szenarien hin, die es für die Entstehung des Vogelfluges gibt (vgl. den Beitrag „Erklärungen in der Naturgeschichte am Beispiel der Entstehung von Vogelfeder und Vogelflug“ in diesem Band).

Den naturwissenschaftlichen Anteil in der Evolutionstheorie (gemeint als Rekonstruktion der Geschichte der Lebewesen und des Kosmos) hält BRESTOWSKY für gering. Wir wüssten zwar eine ganze Menge durch naturwissenschaftliche Forschung, doch ändere dies nichts an der Tatsache, „dass die Extrapolation dieser Erkenntnisse auf die Vergangenheit und die gesamte Evolution eine unüberprüfbare und daher nicht naturwissenschaftlich-prediktive, sondern eine philosophische und somit konsistente Theorie ist und bleibt.“

Und weiter: „Züchtung war für Darwin ein Modell. Modelle sind gute Vorstellungshilfen, man darf sie aber nicht mit Beweisen verwechseln. Sie zeigen uns ‚So könnte es sein‘; aber die Frage: ‚Ist es so?‘ können sie uns nicht beantworten.“

Quellen

- BRESTOWSKY M (2009) Evolution – ein Forschungsfeld im Grenzbereich. *Nat. Rundschau* 62, 16–19.
- CLELAND CE (2001) Historical science, experimental science, and the scientific method. *Geology* 29, 987–990.
- CLELAND CE (2002a) Methodological and Epistemic Differences between Historical Science and Experimental Science. *Phil. Sci.* 69, 474–496.
- CLELAND CE (2002b) Historical science, experimental science, and the scientific method: Comment and Reply. *Geology* 30, 951–954.
- CLELAND CE (2011) Prediction and explanation in historical natural science. *Brit. J. Phil. Sci.* 62, 551–582.
- CLELAND CE (2013) Common cause explanation and the search for a smoking gun. In: BAKER VR (ed) *Rethinking the Fabric of Geology: Geological Society of America Special Paper 502*. p. 1–9, doi: 10.1130/2013.2502(01).

- CROMPTON NEA (2018) Die Paradiesvögel. 2. Präexistente genetische Programme und die Rolle der sexuellen Selektion. Stud. Integr. J. 25, 12–19.
- JUNKER R (2002) Ähnlichkeiten, Rudimente, Atavismen. Holzgerlingen.
- JUNKER R (2006) Macht das Ähnlichkeitsmuster der Lebewesen nur Sinn im Licht der Evolution? Religion – Staat – Gesellschaft 7, 363–387.
- PIETSCHMANN H (1990) Die Wahrheit liegt nicht in der Mitte. Stuttgart, Wien: K. Thienemanns Verlag.
- RIEPEL O (2003) Popper and Systematics. Syst. Biol. 52, 259–271.
- Stamos DN (1996) Popper, Falsifiability, and Evolutionary Biology. Biol. Philos. 11, 161–191.
- STEPHAN M (2008) Rätselhaft: Das Fehlen von 20 Millionen Jahren. Stud. Int. J. 15, 59–68.
- ULLRICH H (2015) Wann entstanden die modernen Säugetiere? Einsichten aus Fossilien, Molekülen und Datierungen. Stud. Integr. J. 22, 23–29.
- VOGT L (2008) The unfalsifiability of cladograms and its consequences. Cladistics 24, 62–73.

- 1 Alle Synapomorphien sind auch Homologien, aber nicht umgekehrt. Denn manche homologe Merkmale werden als „plesiomorph“ gewertet, d. h. als homologe Merkmale, die nicht spezifisch nur einen bestimmten evolutionären Ast kennzeichnen, sondern weiter verbreitet sind. Als „plesiomorph“ werden Merkmale bezeichnet, die dem phylogenetisch interpretierten Ursprung nahe sind bzw. in diesem Sinne interpretiert werden („ursprüngliche“, „primitive“ Merkmale), als apomorph solche, die dem Ursprung ferner sind („höherentwickelt“, „abgeleitet“).
- 2 In einer persönlichen Mitteilung vom 18. 11. 2008 bestätigt Lars VOGT ausdrücklich, dass auch *bestimmte* Cladogramme nicht dadurch falsifiziert werden, dass sie durch Hinzunahme neuer Daten nicht mehr am sparsamsten sind. Fehlende Sparsamkeit führe deswegen nicht zur Falsifikation, weil weitere zusätzliche Daten diese Situation wieder ändern könnten, während eine Falsifikation eine endgültige Widerlegung der entsprechenden Verwandtschaftshypothese bedeuten würde. Ein Falsifizieren im Sinne von POPPER sei bei Cladogrammen prinzipiell nicht anwendbar, weil keine deduktive (zwingend ausschließende) Beziehung zwischen Merkmalsverteilungen und Bäumen besteht. Man könnte lediglich die Hypothese als Favorit wählen, die am besten von den Beobachtungsdaten und dem relevanten Hintergrundwissen *unterstützt* wird. Vgl. auch den Abschnitt „Sind Cladogramme falsifizierbar?“ weiter unten.

- POPPER bezeichnete potenziell falsifizierende Befunde $\neg e$ als „Basissätze“ („basic statements“),
- 3 das sind also Aussagen, die als empirische Falsifizierungsbasis fungieren sollen. Basissätzen wird allerdings kein Beweischarakter zugesprochen, sondern sie haben *konventionellen Charakter*, d. h. die Forschungsgemeinschaft muss sich einigen, ob ein Sachverhalt richtig beobachtet wurde. Siehe den weiteren Text und kritisch dazu STAMOS (1996).
 - 4 In diesem Beispiel spielt *R* keine Rolle.
 - 5 In den Worten VOGTS: „A hypothesis on its own cannot be falsified in principle as its consequences / predictions typically rest on background knowledge assumptions and, thus, depend on them. This is the reason for the use of the hypothetico-deductive setting in hypothesis testing. According to the Duhem-Quine Thesis, only the hypothetico-deductive setting as a whole can be falsified, without knowing which of the three components of the hypothetico-deductive setting is responsible for falsification“ (VOGT 2008, 64).
 - 6 VOGT schreibt: „An observation is explained by a hypothesis in case the hypothesis successfully passed the most severe tests and the corresponding observational statement is logically, i.e., deductively, entailed in the conjunction of hypothesis and assumed background knowledge“ (S. 64). „Thus, in Popperian falsificationism the inference to the best explanation for given empirical evidence breaks down into inferring the hypothesis with the highest degree of corroboration among all possible alternatives. As corroboration can only be gained by performing potentially successful attempts of falsifying a hypothesis, only (methodologically) falsifiable hypotheses can qualify for the best explanation“ (S. 64).
 - 7 „... nor any specific tree hypothesis prohibits the occurrence of convergent evolution. This allows for both apomorphy (throughout this paper, I will use the term ‚apomorphy‘ to mean *structural sameness due to shared common origin and not simply observational similarity*) and homoplasy as possible explanations for the sameness of character states and their distribution patterns. A given tree hypothesis is logically congruent with any specific observable evidence of character state distribution“ (VOGT, S. 65).
 - 8 Es könnte auch sein, dass das Merkmal *y* bei *A* verlorengegangen ist. Diese Möglichkeit wird aber umso unwahrscheinlicher, je häufiger ein Verlust angenommen werden müsste, denn das liefe auf einen zunehmend komplexen Vorfahren hinaus. Hier sollen jedoch keine Details

diskutiert werden, sondern nur die Problematik der Unterscheidung von Synapomorphien und Konvergenzen an einem einfachen Beispiel erläutert werden.

[9](#) „In case of incongruence we only know that not all of the hypotheses of apomorphy of the tested set can represent true apomorphies—at least one of them has to represent a homoplasy (WILEY, 1975; KLUGE, 1997a; according to the Duhem-Quine Thesis we would even have to consider that our assumed background knowledge or the basic statements can be responsible for the incongruency)“ (VOGT 2008, 66).

[10](#) VOGT meint im Kontext mit „apomorphy“ Synapomorphie.

[11](#) „It seems to be very difficult, if not impossible in principle, to apply falsificationism consistently within the historical sciences such as phylogenetics. Thus, there exists a need for a sound epistemological foundation for phylogenetics independent of Popperian falsificationism“ (VOGT 2008, 71).

[12](#) „am besten“ bedeutet in der Cladistik in der Regel, dass die Anzahl der anzunehmenden Konvergenzen beim bevorzugten Cladogramm minimal ist im Vergleich zu anderen Cladogrammen.

[13](#) CLELAND verwendet diesen wertenden Begriff und meint damit wohl weniger gut testbar bzw. weniger gut durch Daten belegbar.

[14](#) Um exakt zu sein, muss die Hypothese beinhalten, dass sich der Fixsternhintergrund beobachtbar z. B. im 17. Jahrhundert ändert.

[15](#) Ausnahmen gibt es am ehesten in der Astronomie.

[16](#) „Vorhersage“ ist in dem Sinne gemeint, dass bei Zutreffen einer bestimmten Hypothese bestimmte Entdeckungen erwartet werden, z. B. Fossilien mit bestimmten Merkmalskonstellationen.

[17](#) Später fügt CLELAND (2011, 554) hinzu: „A smoking gun represents a piece of additional evidence that wasn't available at the time the hypotheses concerned were formulated; ...“ In der Regel werden *smoking guns* auch nicht vorhergesagt; CLELAND (2011, 558) nennt als Beispiel die Iridium-Anomalie an der Kreide/Tertiär-Grenze.

[18](#) Dazu ein Beispiel von CLELAND (2001): „A salient example is provided by early climate simulations of a snowball Earth, which indicated that there was nothing that could reverse a global freeze (Hoffman and Schrag, 2000). The climate modelers failed to consider the activity

of volcanoes, which would continue to vent carbon dioxide during a global freeze, eventually producing a greenhouse effect that would rapidly melt the ice. The point is, modeling past events is theoretical work, and while it may yield predictions, these predictions are only as secure as the assumptions upon which the model is based.“

- [19](#) „Roughly speaking, the principle of the common cause asserts that improbable associations (correlations or similarities) are best explained in terms of a shared common cause“ (CLELAND 2013, 7).
- [20](#) „Just as the causal overdetermination of past events by localized present events explains the practice of historical science, so the causal underdetermination of future events by localized present events explains the practice of experimental science. The test conditions brought about in the laboratory are only partial causes of what subsequently occurs“ (CLELAND 2001, 990).
- [21](#) RIEPPEL (2003, 262) zitiert FARRIS, dass Konvergenzen ad-hoc-Erklärungen seien: „The criterion of consistency was later replaced by explanatory power, meaning that parsimony maximizes the number of character descriptions that are explained as putative homologies, thus minimizing inconsistency, i. e., minimizing the number of character descriptions that are explained ad hoc as homoplasies“
- [22](#) „... whereas statements that concern historical states of affairs, such as those of systematics and phylogeny, are historically contingent. There is therefore no room for the purely logical entailment of the explanandum by the explanans. There is no antecedent in systematics or phylogeny reconstruction that can logically entail its consequent, i. e., there is no deductive link between a hypothesis of relationships and the character distribution across the terminal taxa it concerns“ (SOBER 1988).
- [23](#) „So POPPER turned the tables: Start with a theory, and if it is to be scientific it has to allow the deduction of negated observations statements. This is the step in which systematics cannot follow POPPER (SOBER, 1988). One can use the word ‘test’ in parsimony as well as in likelihood analysis, but it will not correspond to a Popperian test. For POPPER, a test is tied to the asymmetry of falsification; ...“ (RIEPEL 2003, 270).
- [24](#) RIEPPEL führt weiter aus, dass auch die Verknüpfung phylogenetischer Einzelaussagen mit Gesetzesaussagen (über Vererbung und Selektion) keine Abhilfe schafft. „Thus, it is possible to test statements that bear on the process of evolution if these can be linked to any such

lawfulness. However singular taxonomic statements pronouncing phylogenetic relationships do not allow such connections; the known laws of inheritance or natural selection do not allow us to predict or retrodict character distribution across taxa that would falsify hypotheses of relationships“ (RIEPEL 2003, 265).

Erklärungen in der Naturgeschichte am Beispiel der Entstehung von Vogelfeder und Vogelflug

Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Schöpfung und Evolution – Naturwissenschaft und Naturgeschichte

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Evolution „erklärt“ Sachverhalte und ihr Gegenteil

Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Ermöglicht die Plastizität der Lebewesen evolutionäre Innovationen?¹

Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Warten auf einen neuen Einstein

Hans-Bertram Braun

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

„Brauchen wir eine neue Evolutionstheorie?“

Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Nichts in der Biologie ergibt Sinn außer im Licht der – Theologie?

Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Teil II

**Warum der Design-Ansatz seinen Platz in
der Wissenschaft hat**

Der Design-Ansatz in Biologie, Philosophie und Theologie

Reinhard Junker und Markus Widenmeyer

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Der Kern des Design-Arguments in der Biologie und warum die Kritiker daran scheitern

Markus Widenmeyer & Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Der Schluss auf Design und das Bayes'sche Schlussverfahren

Markus Widenmeyer & Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Sind Zwecke in der Natur bloße Zuschreibungen?

Reinhard Junker & Markus Widenmeyer

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Sind Gottes Spuren in der Schöpfung verwischt?

Irreführende Argumente gegen den Design-Ansatz in der Biologie

Reinhard Junker & Markus Widenmeyer

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

„Baumeisterin Natur“

Sind teleologische Begriffe in der Biologie nur Metaphern?

Reinhard Junker

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Das Design-Argument in der Biologie – ein Lückenbüßer?

Reinhard Junker & Markus Widenmeyer

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

„Unintelligentes Design“ – Sprechen biologische Befunde gegen die Existenz eines Schöpfers?

Henrik Ullrich

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Teil III

Buchbesprechungen

Evolution kommt nicht aus der Krise heraus

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Lag Darwin falsch?

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

„Glücksfall Mensch“ – gegen den Strich gelesen

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Mind & Cosmos

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Konstruktiv-kritische Analyse von „Intelligent Design“

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Die Herausgeber und Autoren

Dr. Reinhard Junker

Jahrgang 1956, studierte Biologie, Mathematik und Theologie und promovierte im Fachbereich „Interdisziplinäre Theologie“ an der Evangelischen Theologischen Fakultät (ETF) in Leuven. Seit 1985 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Studiengemeinschaft Wort und Wissen. Seine Interessen gelten vor allem dem Design-Argument in der Biologie, der Leistungsfähigkeit der Variationsmechanismen der Lebewesen, der Vergleichenden Biologie und der Paläontologie sowie schöpfungstheologischen Fragen.

Dr. Markus Widenmeyer

Jahrgang 1973, studierte Chemie und Philosophie, Promotion in Chemie, in der zentralen Forschung eines Technologiekonzerns tätig, ehrenamtlich bei Wort und Wissen mit Themenschwerpunkten interdisziplinäre Philosophie und Apologetik.

Dipl.-Biol. Hans-Bertram Braun

Jahrgang 1963, studierte Biologie an der Universität Stuttgart-Hohenheim mit den Schwerpunkten Mikrobiologie und Zoophysiologie. Seit 1992 tätig in Forschung und Entwicklung im Bereich Diagnostika für automatisierte Laborsysteme (v. a. für Infektionskrankheiten) in einem global tätigen Gesundheitsunternehmen.

Dr. Thomas Jahn

Jahrgang 1975, studierte Philosophie, Germanistik und Psychologie in Jena. Promotion im Bereich der theoretischen Philosophie über Rudolf Carnaps Realismus. Seit 2014 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Philosophie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Mit Markus

Widenmeyer leitet er ehrenamtlich die Fachtagung Philosophie bei der Studiengemeinschaft Wort und Wissen. Seine Themenschwerpunkte liegen in den Bereichen Wissenschaftstheorie und Philosophie des Geistes.

Prof. Dr. med. Henrik Ullrich

Jahrgang 1964, studierte Medizin in Dresden und Berlin und ist als Chefarzt im Fachgebiet Radiologie an der Collm-Klinik in Oschatz (Sachsen) tätig.

Seit 2007 Vorsitzender der Studiengemeinschaft Wort und Wissen.

Themenschwerpunkte sind Vergleichende Anatomie, Embryologie und Wissenschaftstheorie im Spannungsfeld von Schöpfung und Evolution.

Glossar

adaptiv: eine Anpassung betreffend (hier: an bestimmte Umweltbedingungen).

adult: erwachsen, ausgewachsen.

Allel: Zustandsform eines Gens, z. B. kann es verschiedene Allele für die Farbe von Kronblättern geben.

a priori: von vornherein, d. h. ohne besondere empirische Daten vorab zu kennen.

Arborealtheorie (Baumtheorie): Hypothetische Entstehung des Vogelflugs von Bäumen aus. Über Sturzflug und Gleitflug zum Schlagflug.

ateleologisch: ohne Zielvorgabe bzw. ohne Zielorientierung.

CAM: „Crassulacean Acid Metabolism“, spezieller Stoffwechsel bei einer Reihe von Pflanzen, bei dem die Aufnahme und die Fixierung von Kohlenstoffdioxid zeitlich voneinander getrennt sind.

Cartesischer Begriff des Mechanismus: auf Descartes zurückgehendes Verständnis der Natur, wonach Organismen bloße Maschinen seien.

Cladogramm: Darstellung von mutmaßlichen Abstammungsverhältnissen in Form eines sich in Idealfall gabelig verzweigenden Ähnlichkeitsbaums.

Constraints: biologisch wirksame Konstruktions- und Entwicklungszwänge in der Evolution, welche eine beliebige Form- und Funktionsentfaltung durch vorgegebene, begrenzende Rahmenbedingungen verhindern.

Cursorialtheorie: Hypothetische Entstehung des Vogelflugs ausgehend von schnellen Läufern; vom Boden in die Luft.

Design-Argument: Aus dem Vorliegen eines → organisierten Gegenstands und dem nachhaltigen Scheitern einer Erklärung seiner Entstehung durch rein natürliche Faktoren wird geschlossen, dass der Gegenstand geschaffen wurde.

Design-Indiz: Kennzeichen von (Natur-)Gegenständen, das nach aller sonstigen Erfahrung auf das Wirken eines zielorientiert handelnden Urhebers zurückzuführen ist, das sind vor allem Kennzeichen → organisierter Gegenstände.

Diapause: Ruhezustand während der Entwicklung vieler Tiere.

DNA-Methylierung: Chemische Abänderung von Nukleobasen des DNA-Moleküls durch die Übertragung von Methylgruppen zu Regulationszwecken.

Duhem-Quine-These: Es kann nicht entschieden werden, ob → falsifizierende Befunde auf fehlerhafte Hilshypothesen zurückzuführen sind, ob sie selbst fehlerhaft sind oder ob sie die eigentliche, zu prüfende Hypothese treffen. Demnach kann eine Hypothese nur dann als → falsifiziert betrachtet werden, wenn man annimmt, dass das Hintergrundwissen (Hilshypothesen) und der falsifizierende Befund wahr sind.

eliminative Selektion („purifying selection“): Beseitigung unangepasster Formen.

Emergenz: Unableitbare Herausbildung einer neuen Eigenschaft oder Struktur in einem System durch das Zusammenspiel seiner Elemente („das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“). Anders ausgedrückt: Das Auftauchen eines qualitativ neuartigen Merkmals, dessen Eigenschaften nicht auf seine Komponenten kausal zurückführbar sind.

empirisch: auf Erfahrungen (hier: Naturbeobachtung) beruhend.

Entität: Existierendes, Seiendes.

Epigenetik: Untersuchung von Vererbungsprozessen, in deren Folge Änderungen des Organismus auftreten, die sich nicht auf Veränderungen der Sequenz der DNA, also auf die Genetik, zurückführen lassen.

Evolution: Hypothetischer naturhistorischer Prozess, der durch vererbare Veränderungen der Lebewesen (Arten-, Form- und Funktionswandel) im Laufe von vielen Generationen ausgehend von einfachsten einzelligen Lebensformen zur Vielfalt aller Baupläne des Lebens geführt haben soll.

evolutionäre Neuheit: → Innovation.

Evolutionsparadigma: Grundüberzeugung von der gemeinsamen Abstammung aller Lebewesen letztlich von ersten einzelligen Lebewesen, die ihrerseits aus einfachen nicht-lebenden Stoffen entstanden sind. Bei diesem Wandel sollen ausschließlich natürliche Prozesse ursächlich sein.

Evolutionstheorie: Theorie, die dem Anspruch nach *erklärt*, aufgrund welcher Gesetzmäßigkeiten und Randbedingungen ein evolutionärer, stammesgeschichtlicher, insbesondere → makroevolutiver Wandel erfolgt.

Exaptation: Übernahme einer neuen Funktion in einer neuen Umgebung durch dasselbe Merkmal.

Expression: → Genexpression.

Falsifizierbarkeit: Es gibt Möglichkeiten, eine Hypothese durch widersprechende Daten als falsch zu erweisen.

Fixierung: 100 %ige Ausbreitung eines → Allels in einer Population.

Fundamentalgesetz: Gesetz (der Physik), das (zumindest auf dem Stand aktueller Forschung) nicht auf noch grundlegendere Gesetze zurückgeführt werden kann.

funktionale Komplexität: Eigenschaft eines aus mehreren spezifischen und aufeinander abgestimmten Teilen zusammengesetzten Gegenstands, der aufgrund dieser Art von Komplexität eine Funktion ausüben kann (z. B. eine Motorfunktion).

Gendrift: zufällige → Fixierung neutraler oder nahezu neutraler Mutationen, Fixierung eines → Allels durch zufällige, *nicht selektionsgesteuerte* Ausbreitung in der Population.

Genetische Akkommodation: Vorgang, durch den die Umweltsensitivität eines Merkmals verändert wird und diese Änderung auch durch Änderung des Erbguts fixiert wird.

genetische Assimilation: Genetische Fixierung einer zuvor plastischen Änderung. D. h.: Eine ursprünglich durch Umweltreize hervorgerufene Ausprägung eines Merkmals erfolgt dauerhaft, auch ohne den auslösenden Umweltreiz.

Genexpression: Ausprägung (Nutzung) der Erbinformation eines Gens.

Genotyp: Summe aller Erbfaktoren.

Grundtyp: Systematische Einheit oberhalb des Artniveaus (Biospezies). Darunter werden alle Biospezies (biologische Arten) gerechnet, die direkt oder indirekt durch Kreuzung miteinander verbunden sind. Gefordert wird dabei nur, dass die *echt* befruchtete Eizelle eine Embryonalentwicklung *unter Ausprägung des Erbgutes beider Eltern* beginnt.

Historisch-narrative Erklärungen (H-N E): H-N E versuchen das vorhandene Belegmaterial durch ein mutmaßliches historisches Ablaufszenario (eine Erzählung, lat. *narratio*) zusammenzufügen,

wobei solche Szenarien bekannten Gesetzmäßigkeiten nicht widersprechen dürfen. H-N E beschreiben einmalige Ereignisse und beinhalten keine allgemeingültigen Aussagen.

Homologie: Bauplanähnlichkeit, seit Darwin meist als Folge von Abstammung von gemeinsamen Vorfahren interpretiert.

Hypostasierung: Nutzung abstrakter Ausdrücke in einer Form, dass sie für Realitäten oder Tatsachen stehen.

ID, Intelligent Design: Ansatz zur Erklärung der Entstehung der Lebewesen im Rahmen einer → teleologischen Ursprungssicht. Das heißt: Die Lebewesen sind durch Planung und das zielorientierte Wirken eines Akteurs (Designers) entstanden (→ Design-Argument). Der klassische ID-Ansatz macht dabei keine Aussage über die Identität des Designers.

Innovation: Eine neuartige biologische Konstruktion, die im Unterschied zu mutmaßlichen Vorläuferstrukturen mindestens eine neuartige, häufig komplexe Funktion (Organ, Konstruktion, Bauplanelement) aufweist, hier gleichbedeutend mit „evolutionärer Neuheit“ verwendet. Aus evolutionärer Sicht ist die → Makroevolution der mutmaßliche Prozess, der solche Innovationen grundlegend (d. h. ohne, dass sie bereits als relativ leicht abrufbares Potenzial angelegt sind) hervorbringen soll.

Intentionalität: Die Fähigkeit, auf Dinge bzw. Sachverhalte geistig gerichtet zu sein, d. h. sie sich in seiner Gedankenwelt vorzustellen, z. B. Ziele oder allgemein zukünftige oder auch potenziell mögliche Dinge.

inverse Retina: bezieht sich auf die Anordnung der Zellschichten in der Netzhaut, d. h. die lichtempfindlichen Zellen (Zapfen, Stäbchen) liegen auf der dem Licht abgewandten Seite des Zellverbundes.

kontingent: Ohne Notwendigkeit auftretend, hätte auch anders sein können.

Konvergenz: morphologische und/oder funktionelle Ähnlichkeiten von Merkmalen, die nicht auf einen gemeinsamen stammesgeschichtlichen Vorfahren der Merkmalsträger zurückführbar sind.

Kooption: Verwendung vorhandener Gene in einem neuen Zusammenhang („Zweckentfremdung“).

Makroevolution: Entstehung neuer, bisher nicht vorhandener Organe, Konstruktionen und Bauplanelemente; damit verbunden die Entstehung neuartiger Funktionen und auf der genetischen Ebene qualitativ neuen genetischen Materials (d. h. nicht nur Veränderungen durch Verdopplung oder Umlagerung von Genen).

Maniraptoren: „Handräuber“; Gruppe von Dinosauriern, die als relativ nahe mit den Vögeln verwandt eingestuft werden und diese auch umfassen.

Mikroevolution: Evolution innerhalb vorgegebener Organisationsmerkmale; quantitative Veränderung *bereits vorhandener* Organe, Strukturen oder Baupläne.

monophyletisch: von einem einzigen Vorfahren (bzw. einer einzigen Vorfahrenart) abstammend.

Morphe: Ausprägung einer bestimmten Gestalt innerhalb einer → plastischen Art.

morphologisch: Die äußere Gestalt betreffend.

Naturalismus: Wirklichkeitsverständnis, wonach alles Seiende letztlich auf materiellen Dingen (Materie-Energie) basiert und letztlich aus natürlichen, gesetzmäßig beschreibbaren, nicht-teleologischen Prozessen hervorgegangen ist.

Nomologisch-deduktive Erklärungen (N-D E): N-D E nehmen Bezug auf Gesetzmäßigkeiten (gr. *nomos* = Gesetz), aus welchen konkrete testbare Schlussfolgerungen abgeleitet (deduziert) werden. Diese werden dann experimentell überprüft und können ggf. falsifiziert werden. N-D E gelten universell und hängen nicht von der vergangenen Geschichte der Objekte ab, die erklärt werden sollen. Mit N-D E sollen allgemeingültige Aussagen getroffen werden.

nomothetisch: gesetzmäßig beschreibbar.

Ontogenese: Prozess der Individualentwicklung eines Organismus, beginnend bei der befruchteten Eizelle bis zum Zeitpunkt der Geburt bzw. des Erwachsenenstadiums und bis zum Tod.

Ontologie: Seinslehre, es geht dabei um die Grundstrukturen der Realität.

Operationalisierbarkeit: Auch „Messbarmachung“. Erforderliches Merkmal einer naturwissenschaftlichen Eigenschaft (z. B. Ladung oder Farbigkeit): Ihre Ausprägung muss mittels einer definierten Mess- oder Beobachtungsmethode eindeutig feststellbar und möglichst quantifizierbar sein.

organisierter Gegenstand: Gegenstand, dessen Teile (oftmals hochgradig) speziell ausgeführt und in einer spezifischen Weise aufeinander abgestimmt sind, um Zweck-Mittel-Beziehungen bzw. Funktionsanforderungen zu genügen.

Paraves: Theropoden-Dinosaurier, die in der Systematik an die Basis der Vögel gestellt werden und diese einschließen.

Phänomenologisches Gesetz: Gesetzmäßigkeit, die nicht fundamental ist (→ Fundamentalgesetz), jedoch zuverlässig aus Beobachtungsdaten hergeleitet werden kann und auf deren Grundlage Vorhersagen gemacht werden können.

Phänotyp: Äußere Erscheinungsform eines Organismus (einschließlich Anatomie und Physiologie).

phänotypische Akkommodation: Stabilisierung der Ausprägung eines umweltinduzierten geänderten Phänotyps, sodass dieser auch ohne den Umweltreiz auftritt.

Phylognese: Stammesgeschichte, Abfolge der Abstammung der Lebewesen in evolutionstheoretischer Modellierung.

Plastizität: „Formbarkeit“. Die Eigenschaft eines bestimmten Genotyps, *mehrere* Phänotypen in Abhängigkeit von veränderlichen Umweltbedingungen oder als Reaktion auf Umweltsignale vorzubringen; die Fähigkeit eines Organismus, je nach Umweltreizen während der Individualentwicklung oder auch im Erwachsenenzustand unterschiedliche Merkmale oder Merkmalsausprägungen ausbilden zu können, ohne dass eine parallele Änderung des Erbguts dafür erforderlich ist.

Polyphänismus: diskontinuierliche Plastizität, Ausprägung sprunghaft verschiedener Formen innerhalb einer Art.

Polyvalenz: Vielseitigkeit des Erbguts einer Population, bedingt durch ein großes Ausmaß an Heterozygotie und / oder programmierter Variabilität.

Populationsgenetik: Untersuchung von Vererbungsvorgängen innerhalb biologischer Populationen, wobei die relative Häufigkeit von → Allelen in Populationen (Allelfrequenz) untersucht und deren Veränderung durch Mutation, Selektion, Gendrift, Trennung von Teilpopulationen und Genfluss zwischen Populationen erforscht wird.

Radiation: Entstehung vieler Arten, ausgehend von einer oder wenigen Ausgangsformen.

positive Selektion: Auslese (Beibehaltung) bestimmter → Allele.

probabilistisch: Wahrscheinlichkeiten berücksichtigend. Eine probabilistische Aussage ist eine Aussage über eine (theoretisch zu erwartende) Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Ereignisses.

Schöpfung: allgemein eine geistige Verursachung. Geistbegabte Wesen (Personen wie wir oder auch Gott) haben Ich-Bewusstsein, Wertekategorien, Denkvermögen, setzen Ziele und verfolgen sie überlegt usw. und können dadurch schöpferisch tätig sein.

stratigraphisch: in der Abfolge der geologischen Schichten.

Synapomorphie: Merkmal, das als stammesgeschichtlich abgeleitet („höherentwickelt“) gewertet wird und das mehreren → Taxa gemeinsam ist, so dass diese Taxa eine → monophyletische Gruppe bilden.

Taxon (pl. Taxa): Gruppe von Lebewesen, die aufgrund bestimmter Kriterien bzw. Merkmale zu einer systematischen Einheit zusammengefasst werden. Überbegriff für systematische Einheiten sind Art, Gattung, Familie, Ordnung usw.

Teleologie: Lehre von den Zwecken und von der Zielgerichtetheit von Vorgängen.

teleologisch: zielgerichtet; Ziele betreffend.

Top-Down- und Bottom-Up-Steuerung: Prinzipielle Vorstellungen zur Steuerung eines Biosystems. Form- und Bildungsvorgänge sowie Steuerungsprozesse eines komplexen Biosystems erfolgen durch die Wirkung einfacher, untergeordneter biochemischer Bausteine oder Subsysteme (Bottom-Up). Demgegenüber kann das Biosystem als Ganzes Einfluss auf die Funktionsweise seiner untergeordneten Subsysteme bzw. biochemischen Bausteine (Top-Down) ausüben.

Transkription: Umschreiben der Abfolge der Triplets der DNA in messenger-RNA.

Translation: Übersetzung der Abfolge der messenger-RNA in die Aminosäureabfolge von Proteinen.

WAIR-Theorie der Entstehung des Vogelflugs: „WAIR“ bedeutet „Wing-assisted-incline-running“, ein bei heutigen Vögeln vorkommendes Verhalten, bei dem unter kräftigem Flügelschlag steile Hänge erklommen werden. Nach der WAIR-Theorie soll dieses Verhalten eine Vorstufe des Vogelflugs gewesen sein.