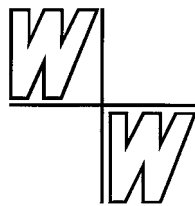


Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?

Reinhard Junker

Stand: 14. 11. 2018



Studiengemeinschaft Wort und Wissen

www.wort-und-wissen.de/artikel/a25/a25.pdf

Gibt es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie?

Reinhard Junker, Rosenbergweg 29, 72270 Baiersbronn (Stand: 14. 11. 2018)

Zusammenfassung

Naturwissenschaftliche Theorien beschreiben Gesetzmäßigkeiten, die in eine Wenn-Dann-Form gebracht werden können: Immer wenn die Gesetze G und die Randbedingungen R gegeben sind, folgt das Ergebnis E . Evolutionstheorien, die den Artenwandel erklären sollen, gelten zwar weithin als naturwissenschaftliche Theorien. Doch dies trifft nur in einem eingeschränkten Sinne im mikroevolutiven Bereich zu (Populationsgenetik*). Wenn es um die Entstehung des evolutionär Neuen geht, sind Formulierungen von Gesetzen nicht möglich. Dies äußert sich unter anderem darin, dass keine Vorhersagen in Bezug auf das Auftreten von Neuheiten gemacht werden können. Der Grund dafür ist zum einen, dass das Auftreten von Mutationen – des „Rohmaterials“ der Evolution – zufällig erfolgt, d. h. in keiner Weise konkret vorhersagbar ist. Zum anderen folgen auch Auslesebedingungen (Umweltänderungen) keinen gesetzmäßig erfassbaren Vorgängen.

Weitere Evolutionsfaktoren, die in jüngerer Zeit vermehrt in die Diskussion eingebracht wurden und zu einer „Erweiterten Evolutionären Synthese“ (EES) geführt haben, nehmen explizit oder implizit Bezug auf präexistente Programme. Diese Programme erlauben zwar gewisse Vorhersagen und sind daher naturwissenschaftlich beschreibbar (z. B. plastische* Reaktionen), doch erklären sie Innovation* in der mutmaßlichen Evolution nicht, sondern ermöglichen im Wesentlichen nur das Ausschöpfen eines Variationspotentials. Ihre Entstehung ist selbst erklärungsbedürftig und unverstanden.

Tatsächlich fungiert „Evolution“ als konzeptionelle Vorgabe, als Rahmen, innerhalb dessen 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.

Wer auf diesen Umstand hinweist und eine Evolution aller Lebewesen nicht als Tatsache anerkennt, ist aus diesem Grunde nicht wissenschaftsfeindlich, sondern betont notwendige Unterscheidungen, um einen sachlichen Diskurs ungehindert führen zu können.

Einleitung

Wenn von „Evolution“ und „Evolutionstheorie“ die Rede ist, muss erklärt werden, was damit gemeint ist. Denn diese beiden Begriffe werden für recht verschiedene Inhalte genutzt. In diesem Beitrag soll unter „Evolution“ der naturhistorische Prozess verstanden werden, der durch vererbte Veränderungen der Lebewesen (Arten-, Form- und Funktionswandel) im Laufe von Generationen ausgehend von einfachsten einzelligen Lebensformen zur Vielfalt aller Baupläne des Lebens geführt hat. „Evolution“ soll also eine gemeinsame Abstammungsgeschichte aller Lebewesen zum Ausdruck bringen (Stammbaum aller Lebewesen), nicht nur Variationen und Spezialisierungen innerhalb von Arten oder Grundtypen. Von „Evolutionstheorie“ soll gesprochen werden, wenn es um die *Erklärung* dieses hypothetischen Vorgangs – „von der Amöbe bis Goethe“ – geht. „Erklärung“ meint dabei das Zurückführen auf empirisch nachgewiesene Gesetzmäßigkeiten (s. u.). Eine *naturwissenschaftliche* Evolutionstheorie müsste also eine Entstehung der Verschiedenartigkeit *aller* Lebewesen auf der alleinigen Basis natürlicher Gesetzmäßigkeiten und unspezifischer Randbedingungen erklären.

Für die folgende Analyse ist die Unterscheidung zwischen Mikro- und Makroevolution von zentraler Bedeutung. Mit Mikroevolution* ist Variation, Anpassung und Spezialisierung gemeint, Makroevolution* steht für Innovation bzw. das Auftreten evolutionärer Neuheiten, das sind neuartige Konstruktionen mit neuartiger Funktionalität (im Vergleich zu mutmaßlichen Vorläuferstrukturen, ausführlicher im Glossar und bei JUNKER 2006a). Die Frage

Glossar

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

Innovation: Eine neuartige biologische Konstruktion, die im Unterschied zu mutmaßlichen Vorläuferstrukturen mindestens eine neuartige Funktion aufweist, hier gleichbedeutend mit → „Makroevolution“ und „evolutionärer Neuheit“ verwendet.

Makroevolution: Entstehung neuer, bisher nicht vorhandener Organe, Konstruktionen und Bauplanelementen; damit verbunden ist auch die Entstehung neuartiger Funktionen und auf der genetischen Ebene *qualitativ* neuen genetischen Materials. Als Unterscheidungskriterium zwischen àMikroevolution und Makroevolution kann somit das Vorliegen verschiedener *Fragestellungen* bzw. *Erklärungsprobleme* zugrunde gelegt werden; kurz gefasst: Makroevolution ist ein Konstruktionsproblem. (Vgl. Tab. 1)

Mikroevolution: Evolution innerhalb vorgegebener Organisationsmerkmale; quantitative Veränderung *bereits vorhandener* Organe, Strukturen oder Baupläne; kurz gefasst: Mikroevolution ist ein Optimierungsproblem.

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

Plastizität: Die Eigenschaft eines bestimmten Genotyps, *mehrere* Phänotypen in Abhängigkeit von veränderlichen Umweltbedingungen oder als Reaktion auf Um-

weltsignal eher vorzubringen; kann als „Formbarkeit“ bezeichnet werden. Plastizität bedeutet 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.

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

Mikroevolution	Makroevolution
Variationsvorgänge	Neu-Konstruktion
Optimierungen	Neuartige Funktion
Spezialisierungen	Entstehung der Baupläne
Überlebensstrategien	

Tab. 1: Kurzcharakterisierungen von Mikroevolution und Makroevolution. Makroevolution beinhaltet die Entstehung *grundlegend neuer* Funktionen, für welche nach aller heutigen biologischen Kenntnis das Zusammenwirken mehrerer Bauteile oder biochemischer Vorgänge erforderlich ist.

nach der Naturwissenschaftlichkeit von Evolutionstheorien soll in diesem Beitrag nur den Aspekt der Innovation (Makroevolution) betreffen. Es geht also nicht um Fragen der Art, wie sich Häufigkeiten von Allelen (Genvarianten) durch Selektion verändern oder wie Mutanten durch genetische Drift im Laufe von Generationen in Populationen fixiert werden (das ist Gegenstand der Populationsgenetik und gehört zu Mikroevolution), sondern darum, wie neue Baupläne der Lebewesen entstehen. Dass dieser Unterschied nicht nur graduell ist, wird von vielen Evolutionsbiologen ausdrücklich festgestellt (s. u.).

Bedeutung des Themas

Die Frage, ob es eine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie gibt, ist dabei nicht nur von abstraktem wissenschaftstheoretischem Interesse. Denn Kritiker von Evolutionstheorien werden häufig als wissenschaftsfeindlich diffamiert, *wenn sie mit dieser Kritik auch Evolution als historischen Prozess in Frage stellen.*¹ Dies geht sogar so weit, dass diese Kritiker nicht selten sogar als Gefahr für die Gesellschaft bezeich-

net werden, da Naturwissenschaft (womit „Evolution“ identifiziert wird) einer der Pfeiler unseres Gemeinwesens sei und worauf nicht verzichtet werden könne. Damit aber werden Sach- und Methodenkritik weltanschaulich und moralisch überhöht und Kritiker mundtot gemacht. Wenn es aber gar nicht möglich ist, Evolution durch eine naturwissenschaftliche Theorie zu beschreiben, kann die Infragestellung einer allgemeinen Evolution sich auch nicht gegen die Naturwissenschaft wenden.

Die Frage nach dem wissenschaftstheoretischen Status von Evolutionstheorien ist aus einem weiteren Grund von grundsätzlichem Interesse. Gewöhnlich wird Evolution als naturwissenschaftliche Erklärung des Ursprungs aller Lebewesen und aller Phänomene des Lebens als alternativlos hingestellt. „Schöpfung“ könne demnach kein naturwissenschaftlicher Konkurrent sein. Letzteres ist bezüglich des Begriffs „naturwissenschaftlich“ zwar korrekt,

¹ ULLRICH (2010, 76) schreibt dazu, es sei „zum eingeschlifenen 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 verteilen.“

aber wenn es auch keine naturwissenschaftliche Evolutionstheorie über die Entstehung von Neuheiten gibt, wäre der evolutionäre Ansatz diesbezüglich nicht im Vorteil.

Nachfolgend soll also untersucht werden, ob aktuell vorgeschlagene Erklärungen für Makroevolution als naturwissenschaftlich gelten können. Für einen Schöpfungsansatz wie „Intelligent Design“ ist das prinzipiell nicht der Fall (das liegt in der Natur einer kreativen Entstehungsweise), aber stehen bisherige und aktuelle Evolutionstheorien diesbezüglich besser da?

Was ist eine naturwissenschaftliche Theorie?

Wenn man der Frage nachgeht, ob es eine *naturwissenschaftliche* Evolutionstheorie gibt, ist zunächst eine Klärung darüber, was „naturwissenschaftlich“ ist, von zentraler Bedeutung. Im Rahmen von Naturwissenschaften wird empirisch vorgegangen, d. h. die Basis für naturwissenschaftliche Aussagen sind Erfahrungstatsachen, also durch Beobachtung gewonnene Daten. Die Daten werden nicht einfach nur gesammelt wie Briefmarken, sondern sollen in einen systematischen Zusammenhang gebracht werden, sie sollen auf Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt bzw. durch Gesetzmäßigkeiten erklärt werden (es kann sich dabei auch um eine statistische Gesetzmäßigkeit handeln wie z. B. beim radioaktiven Zerfall). Wenn dies gelingt, soll hier von einer naturwissenschaftlichen Erklärung (oder einer naturwissenschaftlichen Hypothese oder Theorie) gesprochen werden. Kennzeichnend für naturwissenschaftliche Er-

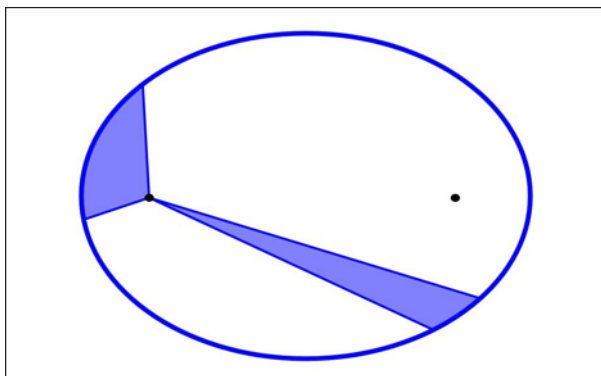


Abb. 1: Beispiel für eine Gesetzmäßigkeit: Das zweite Kepler'sche Gesetz: Ein von der Sonne zum Planeten gezogener Fahrstrahl überstreicht in gleichen Zeiten gleich große Flächen. In Wenn-Dann-Form: Wenn ein Planet sich eine festgelegte Zeit um die Sonne bewegt, dann überstreicht ein von der Sonne zum Planeten gezogener Fahrstrahl immer dieselbe Fläche. (CC BY-SA 3.0)

Muss eine zutreffende Erklärung naturwissenschaftlich sein?

Die Qualifizierung „naturwissenschaftlich“ (in hier definierten Sinne der Subsummierung unter Gesetzesaussagen und Randbedingungen) ist letztlich nicht entscheidend, sondern vielmehr die Frage, ob es gute Gründe gibt, dass die Entstehung mancher Phänomene der Natur naturwissenschaftlich nicht erklärbar sind. Anders gesagt: Die entscheidende Frage ist nicht, ob eine Antwort auf Ursprungsfragen naturwissenschaftlich ist oder nicht, sondern ob sie angesichts der vorliegenden naturwissenschaftlichen Daten (Indizien) berechtigt und rational ist in der Suche nach der zutreffenden Antwort. MONTON (2009, 58) schreibt dazu: „If science really is permanently committed to methodological naturalism, it follows that the aim of science is not generation true theories. ... if science is not a pursuit of truth, science has the potential to be marginalized, as an irrelevant social practice.“

klärungen ist eine *Wenn-Dann-Struktur*: Immer wenn die Gesetze G und die Randbedingungen R gegeben sind, folgt das Ergebnis E .² Solche Gesetzmäßigkeiten sind vor allem aus Physik und Chemie bekannt, die häufig als exakte Naturwissenschaften bezeichnet werden. Ein geläufiges Beispiel ist das Fallgesetz – in populärer Formulierung: Immer wenn ein Gegenstand losgelassen wird, fällt er mit einer bestimmten Geschwindigkeitsentwicklung zu Boden. Gesetzmäßigkeiten dieser Art sind auch quantitativ fassbar und können (erstaunlicherweise!) meist durch einfache Formeln ausgedrückt werden. Die Beschreibung realer Phänomene mit ihnen gelingt dann häufig in guter Näherung. Gesetzmäßigkeiten in der Chemie sind z. B. das Reaktionsverhalten chemischer Stoffe, etwa der Vorgang der Oxidation. In der Astrophysik kann z. B. die Bewegung der Planetenbahnen gesetzmäßig beschrieben werden (Kepler'sche Gesetze; vgl. Abb. 1), was aber nur ein Spezialfall der Physik ist. Auch in der Biologie gibt es Gesetzmäßigkeiten, die in der Regel statistischer Art sind, z. B. die Mendel'schen Erbgesetze, oder Veränderungen der Häufigkeiten von Genvarianten (Allelen) aufgrund von Selektion und Gendrift, die mit statistischen Gesetzmäßigkeiten beschrieben werden können (vgl. auch Abb. 2).

² Die „Wenn-Dann-Beziehung“ muss nicht die explizit durch ein „Wenn-Dann“ ausgedrückt, sondern kann implizit gegeben sein, z. B. „Kupfer leitet Strom“ (Wenn man an ein Stück Kupfer eine Spannung anlegt, fließt durch es ein verhältnismäßig hoher elektrischer Strom).

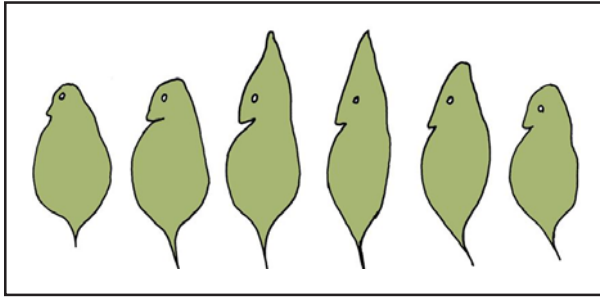


Abb. 2: Cyclomorphose beim Flohkrebs *Daphnia* als Beispiel einer biologischen Gesetzmäßigkeit. Die Entwicklung des „Helmes“ (mittlere Individuen) wird durch die Anwesenheit eines Räubers ausgelöst und kann auch einfach durch bestimmte Chemikalien im Wasser provoziert werden, auch wenn der Räuber gar nicht anwesend ist. Der Helm behindert das Gefressenwerden, er erfordert aber Stoffwechsellaufwand und verringert die Schwimmfähigkeit. In Wenn-Dann-Form: Wenn ein (von potentiellen Fressfeinden abgegebener) bestimmter chemischer Stoff im Wasser ist, dann bildet der Wasserfloh einen spitzen Helm und einen langen Stachel. (Nach WOLTERECK)

Die Wenn-Dann-Struktur naturwissenschaftlicher Beschreibungen beinhaltet die Möglichkeit von eindeutigen *Vorhersagen* und damit auch klar definierten *Tests* der betreffenden Aussagen. Die Testbarkeit anhand weiterer empirischer Daten gehört unverzichtbar zu naturwissenschaftlichen Beschreibungen. Aussagen, die nicht in eine Wenn-Dann-Struktur gebracht werden können, können daher nicht mit dem Anspruch, naturwissenschaftlich begründet zu sein, präsentiert 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.“

Die Wenn-Dann-Struktur spiegelt sich auch im Hempel-Oppenheim-Schema wieder (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 Gesetzesaussagen 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 Gesetzesaussagen 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 Gesetzesaussagen (*Explanans 1*)
 A_1 bis A_n Antecedensbedingungen
 (Randbedingungen) (*Explanans 2*)

E Zu erklärender Sachverhalt (*Explanandum*)

Seit Charles DARWIN hat die Evolutionstheorie den Ruf, naturwissenschaftlich zu sein. Das heißt: Es wird unterstellt, dass die auf DARWIN zurückgehende Evolutionstheorie mit dem zentralen Bestandteil der Selektionstheorie eine Wenn-Dann-Struktur, physikalischen Gesetzmäßigkeiten vergleichbar, aufweist. DARWIN (1859) hat genau das 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, scheidet 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.³ 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).⁴

Einwände gegen die Naturgesetzlichkeit von Evolution

Die Gesetzmäßigkeit von Evolution, unabhängig davon, ob im Darwin'schen oder neodarwinistischen Sinn erklärt, erweist sich jedoch als ausgesprochen fragwürdig, wenn man folgende Punkte ins Auge fasst:

- DARWIN'S „Gesetz“ der natürlichen Auslese – das *survival of the fittest* – war und ist in Bezug auf die Entstehung des evolutionär Neuen äußerst vage. 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 keinerlei Gesetzmäßigkeit⁵ (vgl. POSER 2012, 59 und s. u.).

- Die Wirkung von Selektion kann zwar im Grundsatz naturgesetzlich beschrieben werden, aber Selektion erklärt nicht das Neue in der Evolution. Populationsgenetisch und quantitativ beschreibbar sind Veränderungen von Häufigkeiten von Allelen (Allelfrequenzverän-

derungen), aber darin besteht nicht das Erklärungsziel für eine umfassende Evolution wie eingangs charakterisiert. Das *survival of the fittest* erklärt nicht das *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 Modifikation 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 Modifikation 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.“

MÜLLER erhält seine Kritik bis heute aufrecht und fordert daher mit anderen Wissenschaftlern eine „Erweiterte Evolutionäre Synthese“

³ 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.

⁴ 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 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.“

⁵ 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 chemischer Elemente, bei dem auch nicht vorhergesagt werden kann, welches Atom als nächstes zerfallen wird. Denn beim radioaktiven Zerfall sind die Ereignisse gleichartig, während Mutationen sehr verschieden sein können.

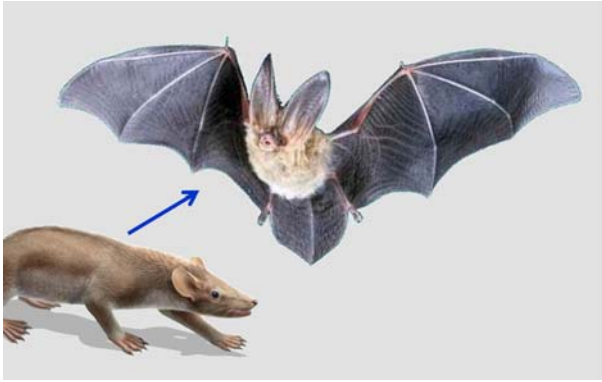


Abb. 3: Der hypothetische evolutive Weg von einem landlebenden kleinen Säugetier (hier: *Spinolestes*) zu einer Fledermaus ist in keiner Weise gesetzmäßig zu erfassen und daher nicht naturwissenschaftlich beschreibbar.

(Bilder: *Spinolestes*: Oscar Sanisidro; Fledermaus: Townsend-Langohr, *Corynorhinus townsendii*: Gemeinfrei)

(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 Verhalten beschrieben, nicht aber ihre Entstehung (MÜLLER2017, 3⁶). „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, 4⁷). Was gesetzmäßig beschrieben werden kann, betrifft nicht das evolutionär Neue. Mit der EES soll diese Lücke geschlossen werden.

- Dass Vorhersagen nur in einem sehr eingegrenzten Sinne möglich sind, kann man sich leicht daran klar machen, dass es völlig unmöglich ist, 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 werden (vgl. Abb. 3) oder niemand hätte zu Beginn des Tertiärs vorhersagen können, dass ausgerechnet bei Fledermäusen und bei den Walartigen ein ausgefeiltes Echoortungssystem entstehen würde. 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? (Far-

mer 2010, 561).⁸ Es gibt darauf und auf beliebig viele ähnliche Fragen keine naturwissenschaftliche Antwort, d. h. keine Wenn-Dann-Aussage, aus der folgt, in welchen Linien welche speziellen Strukturen und Fähigkeiten zukünftig entstehen werden.⁹

- 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 notwendigen) Beziehungen von Eigenschaften, während historische Erzählungen von (kausalen) Beziehungen zwischen Ereignissen handeln. Historische Erklärungen subsumieren Ereignisse nicht unter Gesetze und unterstützen daher nicht kontrafaktische Geschichten („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

⁶ 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.“

⁷ 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.“

⁸ „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).

⁹ POSER (2012, 284) drückt es so aus: „[E]in ‚Darwinscher Dämon‘, der im Zeitalter der Saurier den Homo sapiens hätte vorhersagen können, ist ausgeschlossen.“

Szenarien“ (FODOR & PIATTELLI-PALMARINI 2010, 159).

- 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 organischer Veränderungen im Laufe der Zeit, die auf den hochkomplexen Inputs und den Wechselwirkungen einer Vielzahl verschiedener Faktoren beruht, kann die Evolutionstheorie nicht als statisch betrachtet werden, sondern sie unterliegt Veränderungen im Lichte neuer empirischer Befunde.“¹⁰

Dieses Zitat ist in mehrerer Hinsicht bemerkenswert – und auch bemerkenswert realistisch. Zum einen wird klar gesagt, dass jede Evolutionstheorie¹¹ (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. Evolutionstheorien als beschreibende oder gar erklärende Theorien sind offenbar etwas ganz anderes als eine physikalische Gesetzmäßigkeit. Wieder zeigt sich: Der Anschluss an die Physik, den DARWIN erreichen wollte (s. o.), ist klar verfehlt.¹² MÜLLER schreibt drittens, dass Evolution einen grundlegenden konzeptionellen Rahmen bildet, mit dem alle Erklärungen vereinbar sein müssen. Auf diesen Aspekt weist auch ULLRICH (2010) in seiner Analyse über Evolution und Evolutionstheorien hin. Hierbei handelt es sich offenbar um eine *Vorschrift*: Erklärungen müssen mit etwas vereinbar sein und dieses *Etwas* sind nicht die empirischen Daten, sondern eine konzeptionelle Vorgabe. Konzeptionelle Vorgaben sind aber Konventionen bzw. Ergebnisse einer Wahl und hätten daher auch anders gewählt werden können.

- 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 potential 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“. Hier liegt offenkundig keine Wenn-Dann-Struktur vor. Solche Erklärungen sind daher im strengen Sinne nicht naturwissenschaftlich (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 vorkommen *kann*, dass ein Gegenstand nach Loslassen zu Boden fällt. Offenbar sind Evolutionstheorien auch in neues-

¹⁰ 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.“

¹¹ MÜLLER schreibt zwar „*die* Evolutionstheorie“, es gibt jedoch viele kausale Evolutionstheorien, was MÜLLER auch ausdrücklich zum Ausdruck bringt, da er *die* *Evolutionstheorie* nicht für statisch hält.

¹² Man könnte einwenden, dass naturwissenschaftliche Theorien in der Regel in der Entwicklung und noch mehr oder weniger unreif und 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.

ten 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 potentiellen 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 evolutionären Wandels. Eine Wenn-Dann-Struktur ist nicht möglich und 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).

Kann die 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 „EES“ (Erweiterte evolutionäre Synthese) diesem Mangel abhelfen und bietet sie Testmöglichkeiten für die Entstehung evolutionärer Neuheiten?

Die EES beinhaltet gegenüber dem bisherigen Standard der sog. „Modernen Synthese“ (MS¹³) 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;¹⁴ mit „reziproker Verursachung“ meinen sie die Rückwirkung der Lebewesen auf die äußere Umwelt und auch auf die eigene „innere“ Umwelt.¹⁵ Befürworter einer EES nennen dazu vier Bereiche (vgl. LALAND et al. 2014; Kommentar dazu: JUNKER 2015):

¹³ Kernannahmen der Modernen Synthese nach LALAND et al. (2015, 3): „(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.“

¹⁴ „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).

¹⁵ „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’ cap-

- **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 Umweltselktion wirkt.

- **Nischenkonstruktion:** Die Lebewesen sind gegenüber den Umweltbedingungen als Selektionsfaktoren nicht nur passiv, vielmehr werde die Umwelt (ihre ökologische Nische) durch die Lebewesen aktiv mitgestaltet¹⁶, 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 Potential 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 reagiert und diese verändert; die Ursachenkette verlaufe also auch von höheren Ebenen der Organismen zu den Genen hin und nicht nur umgekehrt.¹⁷

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 Potential 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 Grundbedingung die Möglichkeit von Vorhersagen. MÜLLER (2017, 8) listet acht „Vorhersagen“ der EES auf.¹⁸ Sie sollen im Folgenden aufgelistet und in Bezug 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 bedeutet Einschränkung der Veränderungsmöglichkeiten; die Erleichterung für das Auftreten von Varianten begründet keine Quelle für qualitativ Neues. Woher das Neue durch die „generativen Eigenschaften“ der Entwicklung kommen soll, ist unklar. Zudem sind die hier verwendeten Begriffe vage, was nicht gerade ein Ausdruck von Wissenschaftlichkeit ist.

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 dass sie irgendetwas erklären würden. (Zu einer Analyse des Emergenz-Begriffs siehe WIDENMEYER 2012)

3. *Phänotypische Veränderungen können zuerst ohne Genänderungen auftreten und nachfolgend*

tures the idea that developing organisms are not solely products, but are also causes, of evolution“ (LALAND et al., 2015, 6).

¹⁶ Am Rande sei vermerkt, dass hier die Lebewesen sprachlich zu handelnden Personen gemacht werden (Kryptoteleologie).

¹⁷ „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).

¹⁸ „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)

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 konstruktive Veränderungen durch Änderungen in Genverschaltungen möglich sind. Schließlich wird deutlich, dass ohne 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.¹⁹ Wie daraus aber stabile Änderungen in den organismischen Strukturen und überhaupt Neuheiten 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 Potential für Neuheiten enthält (ausführlich diskutiert 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 Verän-

derungen handelt es sich bei plastischen Änderungen um die Aktivierung eines bereits vorhandenen Variationspotentials, dessen Ursprung seinerseits erklärt werden müsste.

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.

8. *Der primäre evolutive Effekt der natürlichen Selektion ist nicht, unangepasste Varianten zu eliminieren, sondern generatives Potential freizusetzen.* – Die Frage ist erneut, woher dieses Potential kommt. 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 Variationspotential der Organismen, dessen Existenz gegeben ist und dessen Herkunft nicht ihr Gegenstand ist. Dass dieses Variationspotential auch Anteile haben kann, die unter normalen Umweltbedingungen nicht abgerufen werden und nur bei Extremsituationen in Erscheinung tritt, ändert nichts daran, dass es sich um bereits angelegte Möglichkeiten handelt. Ein solches Potential 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 2009).

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

¹⁹ wobei zudem die Weitergabe kultureller Elemente kein rein biologische Angelegenheit ist.

- „... 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 Variationspotential 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 eine Möglichkeit („may“) behauptet wird. Das 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. Wie auf diesem Wege neue Funktionalitäten entstehen können, ist zudem ebenfalls ungeklärt.

- „‘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.“ – Ohne nachträgliche genetische Fixierung („genetic change following“) sind diese Veränderungen nur Aus-

druck der Plastizität, der individuellen Anpassungsfähigkeit und eines schon vorhandenen Variationspotentials der Organismen und tragen 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.²⁰

- „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.²¹ Die Liste hat einen

²⁰ Jede Rede von „Richtung“ ist immer auch ein teleomorphes/anthropomorphes Sprachkonstrukt.

²¹ „(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 tissuespecific manner, or through facilitated variation

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).

Fazit: Inwiefern ist die EES naturwissenschaftlich und testbar?

So wie MÜLLER (2017) und LALAND et al. (2015) die EES beschreiben, „leben“ evolutionäre Veränderungen davon, dass es ein bereits vorhandenes Potential an Ausprägungsmöglichkeiten von Merkmalen gibt. LALAND et al. (2015, 7) sprechen von präexistenten Entwicklungsprozessen, die vererbare phänotypische Varianten aufgrund genetischer, epigenetischer oder umweltinduzierter Inputs erzeugen²² und von der Fähigkeit der Entwicklungsprozesse, sich an neue Inputs anzupassen und funktionell integrierte Antworten auf eine große Bandbreite von Umweltbedingungen zu ermöglichen.²³ Solche Entwicklungsprogramme und -prozesse erlauben durchaus Vorhersagen und können als naturwissenschaftlich beschreibbare Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich einer bei Organismen potentiell verfügbaren Anpassungsfähigkeit formuliert werden (wenn auch nicht als strenge „Gesetze“, was in der Biologie allgemein aufgrund der Komplexität der Forschungsgegenstände kaum möglich ist). 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 naturwissenschaftlich beschrieben werden (Wenn-Dann-Aussagen, theoretischer Anschluss an die Gesetze der Physik bzw. Chemie und Tests sind möglich). Diese Programme erklären aber nicht die Entstehung von Neuheiten und evolutionäre Innovationen; diese ist 160 Jahre nach DARWIN trotz intensiver Bemühungen nicht durch naturwissenschaftliche Evolutionstheorien beschreibbar.

Aufgrund dieser Situation, also der Unmöglichkeit, einen naturgesetzlich fassbaren evolutionären Entwicklungsprozess zu formulieren, ist es nicht gerechtfertigt, Evolution als alleinige konzeptionelle Vorgabe und Deutungsrahmen für naturhistorische Fragestellungen einzufordern bzw. festzulegen. 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 Potential an Variationsmöglichkeiten (s. o.) und anpassbare Variationsprogramme gibt. 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 in WIDENMEYER & JUNKER [2016] ausführlicher diskutiert). Der Ansatz, das Ausmaß und die Grenzen von Veränderungsprozessen *ausgehend von vorhandenen, mit flexiblen Anpassungsmöglichkeiten ausgestatteten Grundtypen* zu modellieren, ist damit ausreichend motiviert und als Konkurrent eines evolutionären Forschungsprogramms zuzulassen. Dieser Ansatz läuft auf eine Schöpfung hinaus, die bezüglich der Entstehung des Neuen auf übernatürliche Kreativität hinweist und deshalb keine durchgängig naturwissenschaftliche Erklärung in Aussicht stellt. Wie gezeigt wurde, können die MS und die EES aus methodischen Gründen ebenfalls keine ausschließlich auf Na-

(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).

²² „... how pre-existing developmental processes generate heritable phenotypic variants from genetic, epigenetic and environmental inputs“ (LALAND et al. 2015, 7).

²³ „... general ability of developmental processes to accommodate novel inputs adaptively, thereby enabling functionally integrated responses to a broad range of conditions“ (LALAND 2015, 9).

turgesetzten basierende Modellierungen liefern, wo es wirklich um den Ursprung von evolutionär Neuem geht. Bezüglich der Unfähigkeit, durchgängige naturwissenschaftliche Erklärungen zu formulieren, sind also die konkurrierenden Ansätze vergleichbar. Das Rennen zwischen diesen Konkurrenten entscheidet sich nicht an ihrer Naturwissenschaftlichkeit, sondern daran, wie gut die vorliegenden Daten im Nachhinein im Rahmen des jeweiligen ontologischen Ansatzes interpretiert werden können.

Während das Fehlen einer naturwissenschaftlichen Erklärung für natürlich-evolutive Ansätze fatal ist, liegt ein solches Fehlen gerade in der Natur von Schöpfungsansätzen. Denn mit Evolutionstheorien ist der explizite Anspruch verbunden, dass sie naturwissenschaftlich formuliert werden können. Eine Evolutionstheorie, die nicht naturwissenschaftlich formuliert werden kann, ist keine Evolutionstheorie.

Literatur

- 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 parabrachial 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 (2009) 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? <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/sp/b-14-2-plastizitaet.pdf>
- JUNKER R (2015) „Brauchen wir eine neue Evolutionstheorie?“ *Stud. Integr. J.* 22, 48–51.
- KIRSCHNER MW & GERHART JC (2005) The Plausibility of Life. Resolving Darwin’s Dilemma. Yale University Press New Haven and London.
- 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. B* 282: 20151019.
- 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: MÜLLER GB & 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.
- POSER H (2001) Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung. Stuttgart, 1. Auflage.
- POSER H (2012) Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung. Stuttgart, 2. erw. Auflage.
- 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.
- ULLRICH H (2010) Evolution und Evolutionstheorien. Irrtümliche Selbstverständnisse und Fehldarstellungen naturalistischer Ursprungsmodelle. *Stud. Integr. J.* 17, 76–87.
- WIDENMEYER (2012) Reduktion und Emergenz – ist Leben mehr als komplexe Physik? <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/a11/a11.html>
- WIDENMEYER M (2013) Prinzipielle Grenzen der Naturwissenschaft. <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/a14/a14.pdf>
- WIDENMEYER M & JUNKER R (2016) Der Kern des Design-Arguments in der Biologie und warum die Kritiker daran scheitern. <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/a22/a22.html>