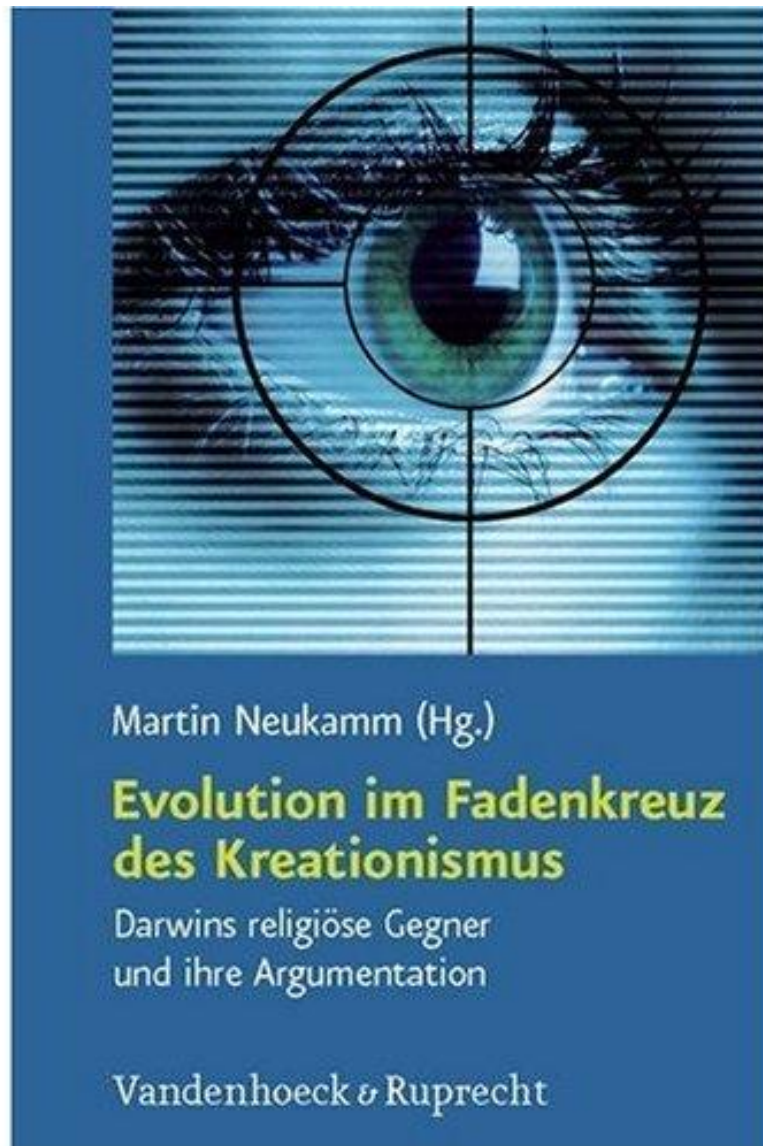


Evolution im Fadenkreuz des Kreationismus

Darwins religiöse Gegner und ihre Argumentation



Herausgeber: Martin Neukamm

XIII. Das Begriffspaar „Mikro- / Makroevolution“

Über die Problematik einer widerspruchsfreien Definition

MARTIN NEUKAMM¹

Das Gemenge von Licht und Schatten, mit dem die Evolutionswissenschaft die Begriffe „Mikro-“ und „Makroevolution“ überzieht, dürfte in der Biologie einmalig sein. Seit sie J. PHILIPTSCHENKO vor über 80 Jahren einführte, wird über den Sinn der Unterscheidung zweier kategorisch verschiedener Bereiche der Evolution gestritten, ohne dass es zu einer Einigung gekommen wäre. Und die Definitionen sind mindestens so vielschichtig, wie die Meinungen darüber, ob sie in irgendeiner Weise der Realität entsprechen. Nur unter den Evolutionsgegnern besteht einhellig Konsens darüber, dass kategorisch zwischen einer „Mikro-“ und „Makroevolution“ zu unterscheiden sei. Der Grund liegt auf der Hand: Die Worte „Mikro-“ und „Makroevolution“ erlauben es, unter Anerkennung jener Evolutionsbelege, die partout nicht mehr zu leugnen sind, die großen Transformationen im Tier- und Pflanzenreich weiterhin als Spekulation abzutun. Doch ist die Art und Weise, wie Evolutionsgegner die Begriffe verwenden, überhaupt konsistent?

1. „Makroevolution“ aus evolutionskritischer Sicht

Wir können an dieser Stelle nicht im Detail auf die *innerwissenschaftliche* Diskussion und den Bedeutungsumfang des Begriffs „Makroevolution“ eingehen (eine ausführliche Diskussion hierzu findet sich in WASCHKE 2006). Aber dies ist auch nicht notwendig, da uns lediglich die Verwendung des Begriffs seitens *der Evolutionsgegner* interessiert. Da in Europa die Studiengemeinschaft WORT UND WISSEN tonangebend ist, was Evolutionskritik anbelangt, ist es am zweckmäßigsten, auf deren Definition zurück zu greifen. Der Evolutionskritiker C. HEILIG (2008) definiert die Begriffe wie folgt:

Makroevolution: Entstehung neuartiger Organe, Strukturen, Bauplantypen und qualitativ neuer Gene mit neuartiger Funktion (Neu-Konstruktion, Innovationen). *Mikroevolution*: Evolution innerhalb vorgegebener Organisationsmerkmale; quantitative Veränderung bereits vorhandener Strukturen

¹ Einige Textabschnitte dieses Kapitels gehen zurück auf Christian SCHRÖDER (Stuttgart).

Christian schrieb sie ursprünglich unter seinem Alias-Namen „dreisam“ für eine Online-Diskussion. Seine Textabschnitte werden hier ohne besondere Kennzeichnung verwendet. Dies geschieht mit ausdrücklicher, freundlicher Genehmigung durch Christian SCHRÖDER.

(Anpassungen, Optimierungen, Spezialisierungen) oder Ausprägung bereits bestehender Anlagen.

Es wird also allgemein bei der (erstmaligen) *Entstehung* qualitativ neuer Konstruktionen von *Makroevolution* und nicht mehr von *Mikroevolution* gesprochen. Eine *qualitative Neuerung* liegt im Gegensatz zu einer rein *quantitativen* immer dann vor, wenn das betreffende (Bio-) System nicht nur den *numerischen Wert* einer Eigenschaft variiert, sondern eine *gänzlich neue* Eigenschaft entwickelt. So wäre nach Ansicht von JUNKER (2006) z. B. die Verlängerung, Verkürzung oder Verdickung des Hornschnabels der Vögel ein Vorgang von *Mikroevolution*, die erstmalige Entstehung des Hornschnabels aus dem bezahnten Kiefer eines Vorläuferreptils dagegen *Makroevolution*:

Ein Vogelschnabel kann kurz und dick sein [...], er kann aber auch fein und lang sein [...] Makroevolution dagegen ist die erstmalige Entstehung des Hornschnabels von Vögeln aus dem bezahnten Kiefer eines Vorläuferreptils (wobei das genetische Potential für die Ausbildung des Schnabels zuvor auch nicht latent vorhanden war). Dabei wären in mehrfacher Hinsicht Umbauten erforderlich, die mit bloßen Variationen (dicker, dünner, [...]) nicht zu erreichen sind.

Das Problem an solchen „makroevolutiven Veränderungen“ bestünde nun darin, dass für sie die „experimentellen Belege“ fehlten. So seien „die dafür vorgeschlagene[n] Mechanismen wie Evolution neuer funktionaler Gene durch Genduplikation, durch Exon shuffling, durch Mutation von Hox-Genen oder Evolution durch Gen-Tinkering [...] entweder hypothetisch oder bewirken – soweit experimentell belegt – nur mikroevolutive Veränderungen. Viele Befunde der kausalen Evolutionsforschung sprechen eher gegen als für die Möglichkeit von Makroevolution. Makroevolutive Veränderungen können durch ein latentes genetisches oder entwicklungsbiologisches Potential vorgetäuscht werden (Polyvalenz)“ (JUNKER 2006, a.a.O.).

Das Wissenschaftsverständnis R. JUNKERS, wonach nur naturwissenschaftlich belegt sei, was *direkt* beobachtbar und experimentell reproduzierbar sei, wurde bereits in Kap. III zurückgewiesen und braucht daher nicht weiter kommentiert zu werden. Was aber ist von der Definition zu halten, Mikroevolution beschränke sich auf die Variation einer bereits bestehenden Struktur, wohingegen Makroevolution mehr oder weniger komplexer *Umbauten* bedürfe, die sich mit bloßer *Variation* nicht erklären ließen und die in der Forschung auch noch nie beobachtet worden seien?

2. Funktioniert Makroevolution anders als Mikroevolution?

Um die Frage zu klären, ob es auf der Ebene der Mechanismen einen grundsätzlichen Bruch zwischen mikro- und makroevolutionären Vorgängen gibt, wollen wir im Folgenden zwei Beispiele betrachten.

Beispiel 1: Die Schnäbel der Darwin-Finken besitzen verschiedene Dicken und Längen. Dabei handelt es sich um Anpassungen an verschiedene Ernährungsgewohnheiten. Das Merkmal „Schnabel“ wurde modifiziert (verlängert, verkleinert, verdickt, verjüngt); es handele sich nach Aussage der Evolutionsgegner daher um ein Beispiel von Mikroevolution. Der morphogenetische Mechanismus, der zu den unterschiedlichen Schnabelformen führte, ist bekannt. Es handelt sich um ein Wechselspiel der morphogenetisch wirksamen Peptide *Calmodulin* (CaM) und *Bone Morphogenetic Protein 4* (BMP4). Je mehr CaM in den schnabelbildenden Zellen vorhanden ist, desto länger wird der Schnabel. Je mehr BMP4 in den schnabelbildenden Zellen vorhanden ist, desto höher wird der Schnabel.

Beispiel 2: Die Entstehung der Vorderhand der Fledermaus („Fledermausflügel“) erfordere aus Sicht der Evolutionsgegner viele synchrone Änderungen im Bauplan; es handelte sich somit um ein Beispiel für *Makroevolution*. Wie in Kap. 6 erörtert wurde, sind die morphogenetischen Mechanismen, welche die Verlängerung der Phalangen sowie die Bildung der Flughäute verursachen, ebenfalls bekannt. So führt eine Erhöhung der Konzentration von BMP2 in den Fingerknochen zur Verlängerung der Phalangen, und die Erhöhung der Konzentration des Wachstumsfaktors FGF sowie die Verminderung der Konzentration eines anderen Signalproteins unterdrücken den „programmierten Zelltod“ des sich in der Embryonalentwicklung zwischen den Fingern ausbildenden Hautgewebes, welches in Gestalt der Flugmembran erhalten bleibt (SEARS et al. 2006; SEARS 2008).

Vergleicht man die beiden Beispiele miteinander, fällt Folgendes auf: Der molekulare Mechanismus, der die „makroevolutive“ Entstehung der Fledermaushand bewirkte (Fledermaushand/BMP2/FGF), ist nicht komplexer als der molekulare Mechanismus, der eine „mikroevolutive“ Modifikation bewirkt (Schnäbel/CaM/BMP4). Beide Fälle erfordern lediglich *quantitative* Veränderungen hinsichtlich der Konzentration bestimmter Signalproteine. Und da sich die *molekularen Mechanismen für beide Prozesse grundsätzlich ähneln*, kann die *Komplexität* eines (molekularen) Mechanismus kein Kriterium für Mikro- und Makroevolution sein. Eine vermeintliche Mikroevolution („Optimierung“) kann sogar auf *komplexeren* Morphogenesen beruhen als eine vermeintliche Makroevolution. Somit handelt es sich bei makroevolutiven *Neuerungen* in den meisten Fällen ebenfalls um *bloße Variationen bereits vorhandener Strukturen*, da das vielfältige „Recycling“ konservierter Strukturen dem opportunistischen Wesen der Evolution entspricht.

Fazit: Nach allem, was wir heute wissen, sind die genetischen Wechselwirkungen, spezifisch für jeden Organismus bzw. seine Spezies, so weit abwandelbar, dass ein breites Spektrum von Möglichkeiten entsteht. Aber man kann nicht sagen, dass die Makroevolution grundsätzlich andere oder komplexere Mechanismen erfordere, als das, was die Evolutionsgegner als gewöhnliche Artanpassungen bezeichnen würden. Selbiges gilt, wie in Kap. 8 und 9 gezeigt, auch für die *irreduzibel komplexen Systeme*.

3. Was ist ein „wirklich neues“ Gen?

Um das zuvor erörterte Argument abzuwehren, könnte man nach obenstehender Definition von C. Heilig fordern, dass Makroevolution nicht nur die Entstehung *morphologischer* Neuerungen, sondern auch zwingend die Bildung *qualitativ neuer Gene* voraussetze. Was aber ist ein qualitativ neues Gen? Ist nicht jedes Gen, das durch eine Punktmutation eine biologisch oder morphogenetisch neue Eigenschaft erlangt, bereits etwas *qualitativ Neues*? Der Evolutionsgegner W.-E. LÖNNIG (2002) beantwortet die Frage wie folgt:

Dabei verstehe ich insbesondere im Zusammenhang mit dem Begriff Makroevolution unter „neuen“ Genen und Enzymen nicht solche, die zu 99% (und mehr) noch mit den „alten“ Sequenzen identisch sind, sondern solche, die „wirklich neue“ Sequenzen aufweisen.

Interessanterweise wird hier nicht gesagt, warum lediglich dann Makroevolution vorliegen soll, wenn sich die Gene in ihrer Sequenz signifikant voneinander unterscheiden. Warum sind zwei *sequenzähnliche* Gene, die *völlig verschiedene* Funktionen erfüllen, wie z. B. die Gene für die Neurohypophysen-Hormone Mesocytin und Vasopression, keine „wirklich“ (d. h. qualitativ) voneinander verschiedenen Gene? Die Antwort auf die Frage, was es mit einer „wirklich neuen“ Sequenz auf sich hat, bleibt Lönnig seinen Lesern ebenfalls schuldig. Wo soll denn die Grenze zwischen einer „noch alten“ und einer „wirklich neuen“ Sequenz gezogen werden – bei einer Sequenzähnlichkeit von 80, 50 oder 10%? Es ist klar, dass jede dieser Grenzziehungen auf Konvention beruhte und daher keine ontologische Bedeutung haben kann. Vielmehr scheint es so, als sei LÖNNIGS „Definition“ darauf angelegt, die Entstehung neuer, den Ursprungsgenen mehr oder weniger ähnlicher Gene *per definitionem* in den Bereich der „Mikroevolution“ zu verschieben.

Mit anderen Worten: Auch das Maß an *genetischer* Übereinstimmung kann kein Kriterium für Mikro- und Makroevolution sein. Organismen scheren sich nicht darum, was irgendwer für Makroevolution *hält*. Sie evolvieren einfach Neuerungen mit Hilfe ihres genetisch-epigenetischen „Werkzeugkastens“, der das

Repertoire für vielschichtige Aus-, Um- und Abbaumöglichkeiten enthält. Es gibt sehr viele Einflussgrößen, die bei der Bildung einer morphologischen Struktur *mitwirken*. Wenn sich z. B. nur das Expressionsmuster alter Gene (im Zuge eines epigenetischen Prozesses) ändert, dann ändert sich das Gen selbst überhaupt nicht. Trotzdem kann dies durchaus dramatische Effekte auf den Phänotypus haben.

4. Ist Makroevolution unbeobachtbar?

Noch vor zwei Jahren galt Makroevolution, die Entstehung qualitativ neuer Strukturen, auf *morphologisch-anatomischer* Ebene gemeinhin als nicht direkt beobachtbarer Prozess. Eine bequeme Situation, wenn man Makroevolution als „nicht belegbare“ Hypothese abtun möchte. Einige Publikationen aus dem Jahr 2008 haben jedoch die Karten neu gemischt und die Grenze der empirischen Zugänglichkeit verschoben: Drei Jahrzehnte reichen offenbar häufig schon aus, um qualitative Neuerungen direkt beobachtbar hervor zu bringen!

So berichteten z. B. HERREL et al. (2008) über eine Eidechsenart von Pod Mrcaru, die im Laufe von 36 Jahren erhebliche morphologische Veränderungen im Bau der Gliedmaßen und des Schädels vollzogen hat. Darüber hinaus konnten die Forscher auch ein *gänzlich neues* Merkmal im Verdauungstrakt identifizieren. Dabei handelt es sich um sog. *Blinddarmklappen*, die den Verdauungsvorgang verlangsamen und so den Aufschluss schwerverdaulicher pflanzlicher Nahrung ermöglichen. Diese Strukturen sind anscheinend innerhalb von 30 Generationen *de novo* entstanden. Nehmen wir nun an, diese Eidechsen würden in einem sehr feinkörnigen Tonstein oder Kalkstein fossilisieren. Dann könnten sie von einem Paläontologen eines fernen Tages gut erhalten gefunden werden. In diesem Fall würden möglicherweise auch Weichteilstrukturen und vielleicht Abdrücke der Darmklappen gefunden werden. Der Paläontologe erkennt in den erhaltenen Darmklappen zweifelsfrei eine *qualitative Neuerung*. Er sieht darin ein paläontologisches Beispiel für Makroevolution, ähnlich wie die Federn der Coelurosaurier – und dieser Prozess wurde im Rahmen evolutionärer Studien *beobachtet*!

Es überrascht nicht, dass WORT UND WISSEN diesen Befund ganz anders interpretiert. So bemerkt HEILIG (2008), es sei noch nicht bewiesen, dass die Struktur auf *genetische Innovationen* zurückgehe – die Klappenstruktur könne auch auf eine „mikroevolutive (mutative) Veränderung bereits bestehender Strukturen“ zurückgehen. Und selbst, wenn die Forscher Recht behalten sollten

[...] und die *erstmalige* Entstehung der notwendigen genetischen Information tatsächlich Makroevolution *wäre*, kann dennoch eine alternative Deutung der Daten vertreten werden: Die betreffende Struktur könnte eine mikro-

evolutive Ausprägung eines von Anfang an bestehenden Potentials einer polyvalenten Stammform der untersuchten Population von *P. sicula* sein.

Das Problem an dieser Argumentation besteht darin, dass der Evolutionsgegner im Prinzip jede noch so krasse Neuerung als „mikroevolutive Ausprägung eines von Anfang an bestehenden Potentials einer polyvalenten Stammform“ deuten kann. Denn *alles* Neue muss schließlich *als Möglichkeit* im Alten in irgendeiner Form bereits angelegt sein, sonst wäre seine Entstehung ja *unmöglich*. So konnten z. B. Fischflossen nur deshalb zu Extremitäten von Vierfüßern werden, weil *das Potential* dafür in den genetischen Anlagen bestimmter Fische von Anfang an vorhanden war. Auch größere evolutionäre Umbaumaßnahmen, wie z. B. die Entstehung des Fledermausflügels, beruhen auf *epigenetischen* Veränderungen, also auf der Realisierung der im Gensystem latent vorhandenen Entwicklungspotenzen (Kap. VI).

Angenommen, die Darmklappen kommen dadurch zustande, dass in den Zellen der Submucosa des Eidechsen-Darmtrakts die Wirkung irgendeines morphogenetischen Proteins, sagen wir BMP2, verlängert wird. Wann würde hier Makroevolution im Sinne von WORT UND WISSEN vorliegen? Wenn das Morphogen so mutiert, dass es stärker an seine Zielproteine bindet? Wenn durch Duplikation des Gens für BMP2 mehr BMP2 synthetisiert wird? Wenn durch Duplikation des Gens für BMP2 eine Genkopie entsteht, die weiter mutiert und auf diese Weise eine Art Super-BMP exprimiert? Wenn ein Inhibitor von BMP2 durch einen anderen Stoff in seiner Wirkung gehemmt wird? Wenn ein Gen, für das eines der Zielproteine für BMP2 als Transkriptionsfaktor wirkt, epigenetisch aktiver wird? Oder wenn ein anderes Signalprotein die Aufgabe von BMP2 übernimmt? Meines Erachtens könnte jeder der erwähnten Prozesse (oder noch andere oder eine Kombination von diesen) die morphologische Neuerung bewirkt haben. Doch es bleibt das ungute Gefühl, es wurde noch kein Prozess erwähnt, der auch nach Auffassung von WORT UND WISSEN als Makroevolution infrage käme, weil es diesen Prozess zu ihren Bedingungen offensichtlich nicht geben *kann*.

Akzeptieren wir dennoch *pro forma* Christoph HEILIGS Definition von Makroevolution (und nehmen wir weiter an, es gäbe einen Prozess, der den Anforderungen von WORT UND WISSEN an eine Makroevolution genügen würde), dann ergeben sich Konsequenzen, die für die Evolutionsgegner unerfreulich sind: Wenn eine notwendige Bedingung für das Vorliegen von *Makroevolution*, die Entstehung „qualitativ neuer Gene mit neuartiger Funktion“ ist, dann wäre der Begriff *Makroevolution* auf Fossilien gar nicht anwendbar, da es diesen bekanntermaßen eklatant an DNA mangelt. Anhand der Definition von WORT UND WISSEN könnte also niemals festgestellt werden, ob die fossilisierten Darmklappen oder die Federn der Vögel *tatsächlich* durch „makroevolutive Ereignisse“ (sprich: genetische Neuerungen) aufgekommen sind, oder ob es sich nicht einfach um Beispiele für

„mikroevolutionäre Optimierungen“ handelt. Ihre Definition der Makroevolution ist schlichtweg inoperabel! Vor diesem Hintergrund drängt sich der Verdacht der Selbstimmunisierung auf, denn WORT UND WISSEN kann hier letztlich immer sagen: „Nichts ist Makroevolution, solange nicht unsere Makroevolutionsdefinition erfüllt ist, die nicht erfüllt werden kann!“ Allerdings, und das ist das Überraschende, entziehen sich die Evolutionsgegner selbst ihrer eigenen (inoperablen) Definition, wenn sie anhand des Fossilienbefunds, der die sukzessive Entstehung morphologischer Neuheiten belegt, eben doch auf die Notwendigkeit einer *makroevolutionären* Erklärung schließen. Also zählen letztlich doch nur *morphologische und anatomische* Neuerungen, wenn es darum geht, zu beurteilen, ob eine Makroevolution vorliegt. Und da es sich bei den Darmklappen zweifelsohne um eine qualitative anatomische Neuerung handelt, handelt es sich um ein Beispiel für „macroevolution in action“.

5. Ist der Begriff Makroevolution verzichtbar?

Es ist nun also belegt, dass morphologisch-anatomische Merkmalsneuerungen innerhalb einiger Jahrzehnte auftreten können. Auf *genetischer* Ebene wurde derartiges ja schon lange beobachtet. Man denke nur an Bakterien, die mittels neuer Enzyme Substrate abbauen können, die es in der Natur nicht gibt. Im Prinzip ist das schon etwas *qualitativ* Neues. Oder man denke an das Gen „t-urf13“, über dessen Evolution in Kap. IV berichtet wurde. Dieses Gen entstand *de novo* durch Fusion zweier DNA-Fragmente auf der 26S rRNA, die dort keine erkennbare Funktion ausüben. Es ist damit ohne Frage etwas qualitativ Neues entstanden; das evolvierte Gen steuert darüber hinaus einen irreduzibel komplexen Mechanismus.

Müsste aus all dem nun nicht eine Neubewertung des Unterschieds zwischen Mikroevolution und Makroevolution erwachsen? Existiert dieser Unterschied tatsächlich, oder wird er nur von uns konstruiert? Auf der einen Seite ist die Unterscheidung sicher nützlich, wenn es darum geht, *quantitative* Modifikationen, in denen sich nur die Größenverhältnisse bereits bestehender Merkmale verändern, von der Entstehung *qualitativ* neuer Merkmale mit neuen Eigenschaften (z. B. die Transformation von Fischflossen in die Extremitäten der ersten Vierbeiner) zu unterscheiden. Auf der anderen Seite aber möchten Evolutionsgegner gerne zwischen „kleinen“ Neuerungen (z. B. Punktmutationen) und den (vermeintlich oder tatsächlich) „großen Innovationen“ trennen, was kategorisch aber unmöglich ist. Auch die komplexeste Innovation ist letztlich die Summe mehrerer Einzelschritte, und auf der Ebene der *Mechanismen* gibt es nach heutigem Wissen keinen grundsätzlichen Bruch zwischen mikro- und makroevolutionären Vorgängen (vgl. Kap. IX).

6. Fazit

Wie die Diskussion über Sinn und Unsinn des Begriffspaares „Mikro-/Makroevolution“ in der Fachwelt auch immer weiter gehen mag – sie ist für unsere Betrachtungen nicht entscheidend. Denn wir haben gesehen, dass das Begriffspaar „Mikro-/Makroevolution“, so wie es *die Evolutionsgegner* definieren, in jedem Fall zu unauflösbaren Widersprüchen führt: *Wenn* Makroevolution als die Entstehung qualitativer Neuerungen definiert wird, dann ist sie heute experimentell so einwandfrei belegt, dass die Behauptung, Makroevolution sei nicht beobachtbar, als widerlegt gelten muss. Jeder Versuch, Makroevolution dennoch definitorisch in den Bereich des empirisch (noch) nicht Nachgewiesenen zu verbannen, ist entweder von vorn herein inoperabel, oder er ist widersprüchlich in dem Sinne, dass selbst unter Evolutionsgegnern unstrittige Fälle von Makroevolution unter Anwendung ihrer Kriterien bequem als „Mikroevolution“ umdeklariert werden könnte. Dies könnte man als einen Fall von Selbstimmunisierung interpretieren.

7. Literatur

- HEILIG, C. (2008) Ruineneidechsen: Makroevolution oder Polyvalenz? *Studium Integrale Journal* 15, 76–88.
- HERREL, A./HUYGHE, K./VANHOODYDONCK, B. et al. (2008) Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource. *PNAS* 105, 4792–4795.
- JUNKER, R. (2006) Zur Abgrenzung von Mikro- und Makroevolution. *Studium Integrale Journal* 13, 59–67.
- LÖNNIG, W.-E. (2002) Diskussion von Einwänden zum Beitrag "Hoimar von Dittfurth und der Lederbergsche Stempelversuch: Sind Antibiotikaresistenzen Beweise für Makroevolution im Labor.
www.weloennig.de/Bakterienresistenzen.html. Zugr. a. 02.03.2009.
- SEARS, K.E./Behringer, R.R./Rasweiler, J.J./Niswander, L. (2006) Development of bat flight: morphologic and molecular evolution of bat wing digits. *PNAS* 103, 6581–6586.
- SEARS, K.E. (2008) Molecular determinants of bat wing development. *Cells Tissues Organs* 187, 6–12.
- Waschke, T. (2006) Bedeutungsumfang des Begriffs „Makroevolution“.
www.waschke.de/twaschke/gedank/makroevolution.htm. Zugr. a. 15.02.2009.