Biologische Evolution als Erscheinungsentwicklung

Renatus Ziegler, Ruth Richter, Anet Spengler Neff, Johannes Wirz

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird die biologische Evolution aus einer Sicht beleuchtet, die Begriffen und Ideen sowohl strukturelle als auch konstitutive Funktionen für die Wirklichkeit zuspricht. Aus dieser Perspektive ist ein *biologischer Organismus* eine sich gesetzmässig und aktiv selbst gestaltende und erhaltende Einheit («Gesetz der inneren Natur»), die in einem robusten, d.h. flexibel-stabilen Verhältnis zu ihrer Umgebung («Gesetz der äusseren Umstände»[1]) steht. Die in einem Organismus gesetzmässig wirkenden Kräfte werden zusammenfassend als «Organismusgesetz» bezeichnet, im Sinne des von Goethe und Steiner postulierten Typus als allgemeinstem Gesetz des organismischen Daseins.

Die auf dem Hintergrund der darwinistischen Evolutionstheorie gewonnenen Ergebnisse der Fachwissenschaften, die konkrete Evolutionsverläufe und -mechanismen beschreiben, werden hier als Tatsachen vorausgesetzt und als Entwicklung der erscheinenden Manifestationen des Organismusgesetzes angesehen.

In jedem biologischen Individuum wird durch die konkrete Geschichte seiner Ahnenreihe über die Vererbung das Erscheinungsspektrum des allgemeinen Gesetzes eingeschränkt; gleichzeitig gehen wir davon aus, dass das Organismusgesetz im Rahmen dieser Disposition in jeder einzelnen Erscheinung aktiv wirkend anwesend ist. Daraus ergibt sich eine komplementäre Evolutionstheorie, die offen ist für einen konstitutiven Beitrag aller Lebewesen zu ihrer eigenen Entwicklung.

Allgemeine Entwicklungsprinzipien werden in Teil zwei auf dem Hintergrund des Konzeptes eines allgemeinen Organismusgesetzes auf die biologische Evolution hin spezifiziert und im Blick auf die gemeinsame Abstammung und die Entwicklung von Arten, Gattungen und anderen taxonomischen Hierarchien angewendet.

Die organismische Diversität, bzw. die Erscheinungsvielfalt des Organismusgesetzes gestaltet sich im konkreten Wechselspiel von konstituierenden Bestimmungen und von modifizierenden Umgebungs- oder Erscheinungsbedingungen. Im dritten Teil wird anhand von Beispielen dargestellt, wie das Organismusgesetz im Falle der Modifikation rezeptiv mit Anpassung oder mit Variation auf sein Erscheinungsmedium reagieren kann. Gleichzeitig agiert es produktiv und gesetzmässig konstituierend nach den Prinzipien der Aneignung oder der Öffnung. Eine weitere Differenzierung des Begriffs der Anpassung oder Aneignung im Blick auf die äusseren und inneren Umgebungsbedingungen wird in Teil vier anhand von Beispielen aus der Evolutionsbiologie ins Bild gebracht. Die in jedem konkreten

1 Siehe dazu die aus Goethes Nachlass stammende kurze Schrift «Vorarbeiten zu einer Physiologie der Pflanzen» in: *Goethe*, Die Schriften zur Naturwissenschaft, Erste Abteilung, Band 10 (Weimar: Böhlau 1964), S. 135–136.

Organismus gleichzeitig interagierenden Prozesse, die nach diesen Prinzipien verlaufen, werden um der Übersicht willen in einer Tabelle getrennt dargestellt. Teil fünf befasst sich mit den Gestaltungsfreiräumen, die dem Organismusgesetz innerhalb der einschränkenden, aber gleichzeitig auch ermöglichenden äusseren und inneren Umweltbedingungen gegeben sind. Im Kontext dieser Untersuchungen gehört das Genom zur inneren Umwelt des sich in Einzelorganismen verwirklichenden Organismusgesetzes, also zu denjenigen Bedingungen seines Erscheinens, mit denen sich dieses Gesetz auseinandersetzen muss. Indem es diese Auseinandersetzung kreativ ergreifen kann, bieten sich Innovationsmöglichkeiten, die aus dem umfassenden Potential des Organismusgesetzes neue Gesetzmässigkeiten zur Erscheinung bringen können. Stellt man – wie einige moderne EvolutionsbiologInnen – den Einzelorganismus als aktive Instanz ins Zentrum des Evolutiongeschehens, lassen sich auch makroevolutive Schritte erklären.

Die Frage, ob es in der biologischen Evolution Ziele gibt, erhält mit dem Konzept des Organismusgesetzes eine neue Beleuchtung. Evolution ist aus dieser Sicht das Resultat eines aktiven und wechselseitigen Zusammenspiels des in den Individuen verkörperten Organismusgesetzes und innerer sowie äusserer Umwelt, das sich durch Variation (Öffnung) und durch Anpassung zunehmend vollkommener zum Ausdruck bringt. Somit handelt es sich um eine gesetzmässig strukturierte Entwicklungsrichtung, die jedoch in ihren konkreten Zielen nicht vorherbestimmt ist.

Die Menschwerdung als Teil und Fortsetzung der biologischen Evolution wird in Teil acht angesprochen. Insofern der Mensch sich nicht in neue Arten spezifizieren kann, ist er an ein natürliches Ende seiner *biologischen* Entwicklung gekommen. Mit einer Kulmination an Automorphie und Autoregulation hat jede individuelle menschliche Organisation den Keim zur Verwirklichung der Autonomie entwickelt. Sie ist nicht nur Ausdruck des Organismusgesetzes, sondern auch einer nicht durch die Grenzen dieses Gesetzes behinderten Selbstbestimmung und Selbstgestaltung.

Abstract

In this paper we look at biological evolution from a viewpoint that assumes concepts and ideas are structural as well as constitutive real causes. From this perspective, a biological organism is a lawful and active automorphic unit (law of inner nature) displaying a robust – i.e. stable-flexible – relation with its environment (law of outer circumstances[2]). We call the lawfully acting forces inside an organism 'law of organism', referring to Goethe's and Steiner's archetype as the universal law of organismic existence.

We presuppose the concrete evidence for defined evolutionary processes and mechanisms acquired by evolutionary science under the Darwinian paradigm as facts and as a development of the manifestations of the law of organism. In each biological individual the range of the law's appearance is constrained by the history of its predecessors via heredity; at the same time within this setting we assume the law of organism to be actively present in each living being. Out of this view, a

2 See Goethe's short writing «Vorarbeiten zu einer Physiologie der Pflanzen» in: *Goethe*, Die Schriften zur Naturwissenschaft, Erste Abteilung, Band 10 (Weimar: Böhlau 1964), S. 135–136.

complementary evolutionary theory arises yielding the possibility of constitutive inputs of all organisms into their own development.

In part two, based on a universal law of organism we specify general principles of development with reference to biological evolution. These are applied to common descent and the origin of species, genus and other taxonomic hierarchies.

Organismic diversity, and accordingly the multiplicity of appearances of the law of organism, is shaped in factual interaction of constituting instructions and modifying environmental conditions, or conditions of appearance, respectively. As exemplified in part three, concerning modification, the law of organism has the potential to react receptively to the medium of appearance by adaptation or variation. At the same time it productively operates in a constituting manner following the principles of acquisition or opening. A further differentiation of the concept of adaptation concerning the inner and outer conditional context is presented in part four by giving examples from evolutionary biology. For the sake of epistemic distinction, the simultaneously interacting processes governed by these principles are presented separately in a table. Part five deals with the degrees of freedom given to the law of organism while being constrained yet at the same time enabled by inner and outer conditions. In the context of these investigations, the genome belongs to the inner environmental conditions that the law of organism has to deal with when it self-actualises in each individual. Innovations can be realised by creative interventions of the law of organism which allow for the manifestation of novel principles from its universal potential. To attribute to the individual organism a driving force of evolution – as also some modern evolutionary biologists do – opens new explanatory ways for macroevolution.

The concept of the law of organism sheds new light on the question of purpose in evolution. From this perspective, evolution is the result of an interactive communication between the law of organism incorporated in each individual, and inner as well as outer environmental conditions. By means of opening (variation) and adaptation, the law manifests itself towards increasing perfection. This displays a lawful but not precisely determined directiveness.

The evolution of mankind as part and as a consequence of biological evolution is addressed in part eight. In view of the fact that no further speciation is possible,the human being has arrived at the end of its *biological* evolution. Each single human organism has developed the seed of autonomy by a culmination of automorphy and autoregulation. It is not only a manifestation of the law of organism but also of a being not constrained by the limits of this law, with the potential of self-determination and self-embodiment.

Inhalt

		Seite
1	**Zielsetzung und Methode**	45
	1.1 Einleitung und Perspektive	45
	1.2 Grundlagen für die Unterscheidung von Organismusgesetz und Erscheinungsentwicklung	46
	1.3 Ideenrealismus und Organismusgesetz	50
	1.4 Ideenrealistisches Organismusgesetz vs. Systemtheorie und Emergenz	52
	1.5 Ideenrealistisches Organismusgesetz vs. alternative Konzepte der Erklärung des Lebens und seiner Entwicklung	56
2	**Gemeinsame Abstammung und kontinuierliche Entwicklung**	58
	2.1 Grundbegriffe der Entwicklung	58
	2.2 Zum Artbegriff	60
	2.3 Entstehung und Entwicklung von Organismen	62
3	**Elementare Prinzipien der Entwicklung: Wechselspiel von Bestimmung (Konstitution) und Bedingung (Modifikation)**	64
	3.1 Modifikation: Das Organismusgesetz reagiert auf sein Erscheinungsmedium	65
	3.2 Konstitution: Das Organismusgesetz agiert im Erscheinungsmedium	67
4	**Grundbegriffe der Anknüpfung**	69
	4.1 Rezeptive Anknüpfung oder Anpassung	69
	4.2 Produktive Anknüpfung oder Aneignung	70
	4.3 Beispiele zu den Prozessen der Anknüpfung und Öffnung	75
	4.4 Zusammenfassende Tabelle zur Erscheinungsentwicklung von Organismen	78
5	**Grundbegriffe der Öffnung**	81
	5.1 Rezeptive Öffnung oder Variation	82
	5.2 Produktive Öffnung oder Erschliessung	83
	5.3 Mikro- und Makroevolution	87
6	**Automorphie und Autoregulation: Fortschritt und Ziel der biologischen Evolution**	91
	6.1 Grundbegriffe einer zielgerichteten Evolution	91
	6.2 Entwicklungsziele der biologischen Evolution	95
	6.3 Zur Frage der Entwicklung des ideenrealistischen Organismusgesetzes	97
7	**Entwicklung von Organismengemeinschaften**	99
8	**Menschwerdung als naturgemässe Fortsetzung der biologischen Evolution: Erscheinungs- und Wesensentwicklung des Menschen**	99
	Dank	103
	Literatur	103

1 Zielsetzung und Methode

1.1 Einleitung und Perspektive

Der hier ausgearbeitete Blick auf die biologische Evolution orientiert sich an einer Sicht auf Entwicklung im allgemeinsten Sinne auf der Grundlage einer umfassenden ideenrealistischen Entwicklungslehre, abgelesen am Menschen selbst und methodisch geleitet durch das Aktualitätsprinzip. Letzteres besagt, dass anhand von konkreten Erfahrungen und Beobachtungen aus der unmittelbaren Gegenwart berechtigterweise auf vergangene Prozesse geschlossen werden kann. Die Annahme von gegenwärtig grundsätzlich nicht (mehr) erfahrbaren Prozessen kann wissenschaftlich nicht gerechtfertigt werden.[3]

Unser Vorhaben beteiligt sich an dem Anliegen, traditionelle Theorien in den Naturwissenschaften für neue Aspekte und Befunde zu öffnen. Wir möchten einen Beitrag zu den Bestrebungen einiger Evolutionsbiologen leisten, den konzeptuellen Rahmen der klassischen Evolutionstheorie so zu erweitern, dass die Integration von Resultaten aus verschiedenen Disziplinen ein neues Licht auf die in der Evolution wirksamen Prozesse werfen kann.[4] Wir wollen dazu anregen, biologische Evolution radikal und grundsätzlich neu zu denken und nicht nur systemerhaltende Verbesserungen oder Erweiterungen vorzunehmen.

In der Biologie gab es immer wieder Versuche, den Organismus als Einheit und nicht bloss als komplexes physikalisches (in der Regel mechanistisch gedachtes) System zu denken. Neben den durch Goethe und Steiner angeregten Ansätzen gehören dazu die Überlegungen zur offenen schöpferischen Selbstorganisation der Natur (E. Jantsch), zur Evolutionsfeldtheorie (F. Cramer), zur Gestaltwahrnehmung und Selbsttranszendenz (K. Lorenz), zur Weltbeziehung durch Innerlichkeit in der Selbstdarstellung (A. Portmann) und zur Bedeutung des eigenaktiven Umweltbezugs des biologischen Subjektes (J. und Th. von Uexküll).[5]

---

3 Siehe zu diesem Hintergrund *Ziegler* 2008b, 2008c, 2008d. – Das Aktualitätsprinzip spielt vor allem in Geologie und Evolutionsbiologie eine wichtige Rolle (zur Genese und Bedeutung dieses Prinzips in der Geologie, siehe *Henningsen* 2009). In der Biologie kann es nur als spekulative These, philosophische Prämisse oder als regulative Idee vertreten werden (*Brestowsky* 2009; siehe dazu die kontroverse Diskussion *Neukamm* 2009, *Brestowsky* 2010, Ullrich 2010). Seine unmittelbare empirische Begründung findet es nur im individuellen Bewusstwerdungsprozess (*Ziegler* 2008a).

4 Vgl. dazu *Laland* et al. 2014, S. 161 f.

5 Siehe zum Folgenden die entsprechenden Darstellungen, Diskussionen und bibliographischen Angaben in *Altner* 1991, Kapitel IV

Grundsätzlich macht der in der Wissenschaftsphilosophie immer mehr verbreitete Pluralismus auch vor der Biologie nicht halt. Auch hier wird immer deutlicher, dass man nur durch eine sachlich berechtigte Multiperspektivität[6] mit der Komplexität der biologischen Erscheinungen zurechtkommt.[7] Je länger je mehr zeigt sich, dass das Festhalten am Anspruch, es könne nur *eine* umfassende Theorie geben und die Forderung, dass alle berechtigten Perspektiven bruchlos und widerspruchsfrei ineinander überführbar sein müssen, fruchtbare neue Ansätze auf die Seite drängt und somit die weitere Forschung behindert. Der Fortschritt in der Biologie erfordert entsprechend der Vielfalt und Dynamik ihres Gegenstandes verschiedene epistemische Perspektiven und unterschiedliche Forschungsprogramme, die die bisher akzeptierten Gesichtspunkte und/oder metaphysischen Vorannahmen ergänzen.[8]

1.2 Grundlagen für die Unterscheidung von Organismusgesetz und Erscheinungsentwicklung

Das Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung einer Evolutionslehre auf ideenrealistischer Grundlage. Ideenrealistisch bedeutet, dass Begriffen und Ideen sowohl strukturelle als auch konstitutive Realität zugesprochen wird und sie in diesen Funktionen als wirksame Grundlagen der Wirklichkeit aufgefasst werden.[9] Im Rahmen dieses Kontextes werden einige der gegenwärtig als relevant erachteten begrifflichen Elemente der biologischen Evolutionstheorie[10] aufgegriffen und deren Beziehung zum ideenrealistischen Entwicklungsgedanken beleuchtet. Dadurch zeigen sie sich einerseits in ihrer weitreichenden Funktion als Keime für eine systematische Rekonstruktion der Gesetzmässigkeiten der biologischen Evolution und andererseits in ihrer

6 Siehe dazu Giere 2006a, 2006b, *Kellert*/*Longino*/*Waters* 2006b.
7 Siehe dazu exemplarisch *Longino* 2006, *Fehr* 2006, *Waters* 2006.
8 Siehe *Chang* 2014, S. 287 f.
9 Für eine Begründung dieser Auffassung in Untersuchungen der individuell erlebbaren und beurteilbaren Grundlagen des aktuellen Erkennens und freien Handelns siehe *Ziegler* 2006a, 2006b (Kapitel 6). Daran anschliessend wurde untersucht, inwiefern die individuelle Entwicklung des Menschen zur Freiheit als Urbild aller Entwicklung aufgefasst werden kann (*Ziegler* 2008b, 2008c). Diese Ansätze bilden die Basis und den Ausgangspunkt vorliegenden Betrachtungen.
10 Siehe etwa *Kutschera*/*Niklas* 2004, *Mayr* 2003, *Ruse* 2001, *Storch*/*Welsch*/*Wink* 2001, *Wuketits* 1988, 2005. Im Folgenden stützen wir uns aus Gründen der Praktikabilität und der Zugänglichkeit bei Quellenangaben in der Regel auf Sekundärliteratur, da es weder auf historische Priorität noch auf fachliche Details ankommt, sondern allein auf systematisch-begriffliche Untersuchungen der elementaren Ideen.

ergänzungsbedürftigen Begrenztheit.[11] Ziel der folgenden Ausführungen ist zu zeigen, dass die entsprechend aufgefassten und erweiterten zentralen Konzepte der biologischen Evolution sich auf dem systematischen Hintergrund der ideenrealistischen Entwicklungslehre als ein konsistent begründbares Begriffssystem erweisen und nicht nur eine ad-hoc-Zusammenstellung von empirisch nahegelegten Regeln sind.[12]

Die empirischen Grundlagen der Evolution (Fakten, Beobachtungen) und die konkreten Evolutionsverläufe (stammesgeschichtliche Abfolgen, Verwandtschaften, Entwicklungslinien) müssen von den möglichen Ursachen der Evolution (Theorie) unterschieden werden (*Wuketits* 1988, 2005, *Ruse* 2001, *Gregory* 2008a). Hier wird das Faktum der Evolution vorausgesetzt und die Untersuchung und Beurteilung konkreter Evolutionsverläufe den Fachwissenschaften überlassen. Im Vordergrund stehen die begrifflichen Gesetzmässigkeiten und die Ursachen der biologischen Evolution, also ihre Theorie.

Ein *biologischer Organismus* wird aufgefasst als eine sich gesetzmässig und aktiv selbst gestaltende und erhaltende, sich regenerierende und fortpflanzende Einheit («Gesetz der inneren Natur»), die in einem robusten, d.h. flexibel-stabilen Verhältnis zu den Einflüssen seiner Umgebung («Gesetz der äusseren Umstände»[13]) steht (*Rosslenbroich* 2001, 2006b; *Wirz* 2008). Dieses Verhältnis äussert sich sowohl in der räumlichen Struktur (Bauplan, Hüllen zur Abgrenzung von Innenräumen vom Aussenraum) als auch in der zeitlichen Organisation (funktionelles Gleichgewicht, endogene Rhythmen, Homöostasen, Wachstum, Entwicklung etc.) und zeigt sich in

11 Die Notwendigkeit einer Einbettung des Darwinismus in eine (nicht rein materialistische oder physikalistische) Theorie des Organischen unter Beibehaltung seiner zentralen Einsichten und zugleich Zurückweisung der überzogenen biologistischen Erklärungsansprüche betonen auch *Hösle*/*Illies* 1998, ohne bereits eine solche Rekonstruktion zu leisten. Die prinzipielle Vereinbarkeit des *objektiven Idealismus* (gemäss dem die Inhalte von Vernunfteinsichten nicht bloss subjektiver Natur sind, sondern objektive Bestimmungen der Wirklichkeit) mit dem Darwinismus wird in *Hösle* 1988, 2005 demonstriert. Allerdings vollzieht Hösle, den aus unserer Sicht wichtigen Schritt vom *objektiven Idealismus* zum realistischen Idealismus oder *Ideenrealismus* (Ideen als unmittelbar wirksame objektive Tatsachen, Ideen als wirksame konstitutive Grundlage der Wirklichkeit) nicht.

12 Die in diesem Aufsatz dargestellten Prinzipien der Evolution und des Organismus sind unter anderem angeregt worden durch: *Göbel* 1988, *Harlan* (Hrsg.) 2005, *Jenny* 1954, *Kranich* 1989, *Mayr* 2003, *Schad* 1971, 2000, 2012, *Steiner* 1884–1897, 1886, 1891a, 1891b, 1899, *Stöcklin* 2006, *Suchantke* 2002, *Verhulst* 1999, 2000, *Vahle* 1996, 2003, *Wirz* 2000.

13 Siehe dazu die aus Goethes Nachlass stammende kurze Schrift «Vorarbeiten zu einer Physiologie der Pflanzen» in: *Goethe*, Die Schriften zur Naturwissenschaft, Erste Abteilung, Band 10 (Weimar: Böhlau 1964), S. 135–136.

vielen Lebensbereichen verschiedener Organismenarten. – Als Beispiel für ein flexibel-stabiles Verhältnis zur Umwelt denke man an die fortwährende Erhaltung der normalen Körpertemperatur bei Säugern und Vögeln, unabhängig von der Veränderung der Aussentemperatur.

Am Ausgangspunkt jeder biologischen Untersuchung oder Beobachtung, jedes biologischen Experimentes aus dem Bereich der Physiologie oder des Verhaltens, steht die *Einheit des Organismus*. Sie wird jeweils notwendigerweise aus einem *einseitigen* Blickwinkel angeschaut, da immer spezifische Beobachtungen (sinnlich, messbar, spürbar etc.) ausgewählt und einzelne bestimmte Begriffe zu ihrer Interpretation verwendet werden müssen. Insbesondere greift eine physikalisch-chemische Analyse gerade diejenigen Prozesse heraus, welche den Gesetzen der Physik und Chemie in dem Sinne genügen, dass es zu wohlbestimmten Bedingungen (Ursachen) eindeutige wohlbestimmte Folgen (Wirkungen) geben muss. Damit ist dann nur gezeigt, dass sich ein Organismus unter den entsprechenden Untersuchungsbedingungen als physikalisch-chemisches Gebilde zeigt. Der Umkehrschluss, dass er deshalb nichts anderes sei als ein solcher Apparat, ist weder logisch notwendig noch empirisch hinreichend begründbar, sondern nur Konsequenz einer willkürlichen Verabsolutierung der gewählten einseitigen Ausgangspunkte. Wird jedoch diese Konsequenz *nicht* gezogen, so muss man keineswegs davon ausgehen, dass physikalisch-chemische Prozesse durch den Organismus ausser Kraft gesetzt werden, sondern nur, dass die Demonstration ihres Wirkens an ganz bestimmte Versuchsbedingungen geknüpft ist und dass sie in *vollständiger* (d.h. alle Aspekte des untersuchten Objekts umfassender) und in reiner (d.h. ausschliesslich geltender) Form nur beim Eintreten des Todes oder bei der Isolation spezifischer Prozesse (ex vivo in vitro, in vitro synthetische Modellierung) nachgewiesen werden können. Dennoch können die von innen gestaltenden Kräfte des lebendigen Organismus nicht unabhängig von seinen anorganischen Substanzen und Vorgängen betrachtet werden, da letztere notwendige (aber nicht hinreichende) Bedingungen ihres Daseins sind.

Zusammenfassend sollen die inneren gesetzmässig wirkenden Kräfte eines biologischen Organismus *Organismusgesetz* genannt werden. Dieses Gesetz wird im Laufe der vorliegenden Untersuchungen klarer hervortreten und insbesondere in seiner inneren und differenzierten Ordnung deutlicher dargestellt werden.[14] *In* jedem Organismus (Individuum, Einzelerscheinung) ist *dasselbe* Organismusgesetz konstituierend (und nicht bloss von aussen regulierend) anwesend. Daraus folgt, dass es auch an jeder Veränderung eines

14 Andere Autoren verwenden für «Organismusgesetz» auch den Ausdruck «Idee des Organismus», «Typus», «Urbild» etc.

solchen Organismus in der Form der Individualentwicklung (Ontogenese) und der Art- oder Stammesentwicklung (Phylogenese) beteiligt ist.[15] Mit anderen Worten: Das Organismusgesetz gestaltet jeden konkreten Organismus im Sinne eines Wesens, das sich in produktiver Auseinandersetzung mit den Bedingungen seines Erscheinens (Umgebung, Vorfahren) spezifiziert.

Es ist an dieser Stelle nicht entscheidend, ob das angeführte Organismusgesetz in allen seinen Einzelheiten richtig, wahr, vollständig etc. erfasst wird, sondern nur, dass *jedem* einzelnen Organismus und damit der *gesamten* Evolution im Sinne einer Erscheinungsentwicklung ein und dasselbe konstituierende Prinzip, betrachtet als ein gesetzmässig wirkendes Agens, zugrunde liegt. Gemäss dieser Auffassung bildet das Organismusgesetz die Organismen nicht aus sich heraus, sie werden nicht aus ihm «herausentwickelt» (wie es die Präformationstheorie behauptet), sondern es bildet sich in jeden einzelnen Organismus hinein, bringt ihn in seiner inneren Ordnung und Weiterentwicklung in Auseinandersetzung mit der inneren und äusseren Umgebung hervor; in jedem Einzelorganismus ist das ganze strukturelle und funktionelle Potential des Organismusgesetzes fortwährend anwesend, kommt aber nie ganz zur Erscheinung.

Der hier vertretene Ansatz hat eine gewisse Verwandtschaft mit der typlogisch-morphologischen Denkweise in der Tradition Goethes, allerdings nicht im Sinne eines Bauplans, sondern streng ausgerichtet auf den umfassenden Typus des lebendigen Organismus überhaupt, hier *Organismusgesetz* genannt, also das lebendige Gesetz des organismischen Daseins im allgemeinsten Sinne.[16]

Was hier untersucht werden soll, ist die *Evolution* von Organismen, also von Individuen oder Erscheinungen, die Spezialfälle des Organismusgesetzes darstellen. Es geht mit anderen Worten um die *Erscheinungsentwicklung* des Organismusgesetzes. Ob dem Organismusgesetz selbst eine Entwicklung in irgendeinem Sinne zukommt, dieses also nicht als bloss in der Evolution

15 Dass ein Entwicklungsprozess, insbesondere die biologische Evolution, eine ganzheitliche (koordinierende, selbstregulierende etc.) Formgesetzlichkeit voraussetzt, wurde neben Goethe, Steiner und den an diese Pioniere anknüpfenden Forschern auch in neuerer Zeit von verschiedenen Autoren immer wieder hervorgehoben, siehe unter anderen *Portmann* 1956, *Waddington* 1959, 1967, *Weiss* 1970, *Huber* 1981, *Goodwin* 1994, Ho 1997, *Goodwin/Colquhoun* 1997, *Wandschneider* 2005, *Weber* 2005b, *Müller/Newman* 2005, *Bauer* 2008, *Rosslenbroich/Heusser* 2010; siehe auch *Goldstein* 1934, *Plessner* 1975, *Jonas* 1973 und die Übersichten in *Tsikolia* 2000, *Kather* 2003, *Brenner* 2007.

16 Im Gegensatz zu der von *Mayr* 2003 vertretenen Meinung steht diese Denkweise nicht im Widerspruch zur Tatsache der Evolution. Siehe dazu die historische Analyse *Levit/Meister/Hossfeld* 2006.

anwesendes und sie gestaltendes Gesetz angeschaut wird, sondern als ein eigenständiges Wesen mit individuellem Bewusstsein und selbständigen Intentionen, soll hier zunächst offen gelassen werden. Eine allfällige *Wesens- oder Bewusstseinsentwicklung* des Organismusgesetzes wird hier nicht ausgeschlossen, kann jedoch erst im Zusammenhang der Frage nach einem möglichen Ziel der Evolution sachgemäss angegangen werden (siehe dazu Kap. 6). Man muss sich allerdings bereits an dieser Stelle klar machen, dass man mit dem Einbezug eines solchen Gesichtspunktes die Biologie im Allgemeinen und die biologische Evolution im Besonderen als eine in erster Linie sinnlich-empirisch orientierte Wissenschaft verlässt. Dazu gibt es gute Gründe, wie in Kapitel 6 gezeigt werden soll. Ein solches Vorgehen wird hier nicht in Frage gestellt, sondern es soll nur darauf aufmerksam gemacht werden, dass dabei zusätzliche Gesichtspunkte (insbesondere zum Entwicklungsbegriff selbst sowie zur Auffassung eines individuellen Wesens) in Betracht gezogen werden müssen, in Ergänzung zu denjenigen, welche in erster Linie für eine rein *biologische* Evolution relevant sind.

Wir vertreten eine *komplementäre* und *integrative* Evolutionstheorie, die offen ist für einen konstitutiven Beitrag aller Lebewesen zu ihrer eigenen Entwicklung.[17] Diese steht nicht im Gegensatz zur klassischen (neo-)darwinistischen Evolutionstheorie, sondern widerspricht nur der These, dass das Erklärungsmuster der natürlichen Selektion, die auf durch zufällige genetische Mutationen entstehende Variation wirkt, allein für ein Verständnis der phänotypischen Diversität in Gestalt und Verhaltensweisen, sowie für deren evolutive Veränderungen hinreicht.

Wir wollen explizit festhalten, dass hier das Faktum der Evolution im allgemeinen Sinne in keiner Hinsicht und auf keiner Ebene in Frage gestellt wird – im Gegenteil, am Beispiel der biologischen Evolution soll gezeigt werden, dass Entwicklung ein zentrales Prinzip des Daseins ist. Insbesondere wird kein fixes Art- oder Gattungskonzept vertreten, und es werden keinerlei Einwände gegen die Existenz makroevolutiver Prozesse vorgebracht.

1.3 Ideenrealismus und Organismusgesetz

Das Gesetz des Organismus ist nicht mit einem Art- oder Gattungsprinzip zu verwechseln, das die dazugehörigen Organismen bis in alle Ewigkeiten

17 In der Terminologie von *Levit/Meister/Hossfeld* 2005, 2008 müsste man den vorliegenden Beitrag den *alternativen* evolutionären Theorien zuordnen. Das ist jedoch ein terminologischer Missgriff, da es eben hier nicht um eine Alternative zum Neodarwinismus geht, welche denselben ersetzen soll, sondern um eine Ergänzung oder Erweiterung der dort in den Vordergrund gerückten Prinzipien.

festlegt (ideell begründete *Art*konstanz). Vielmehr sind organische Arten und Gattungen sowie höhere systematische Ebenen *innerhalb* des Rahmens des allgemeinen Organismusgesetzes wandelbar (siehe dazu Kap. 2), d.h. der Evolution unterworfen, ohne dass deshalb dieses Gesetz selbst einer Verwandlung unterworfen sein muss. Nur wenn man annehmen wollte, Organismen verwandeln sich im Rahmen der biologischen Evolution in oder aus Nicht-Organismen, müsste man das Organismusgesetz als invariantes ordnendes Prinzip aufgeben – damit aber auch das spezifische Thema der *biologischen* Evolution im Sinne einer Erscheinungsentwicklung von Organismen. Das wäre nur möglich von einem – hier nicht thematisierten – Gesichtspunkt, welcher das Entstehen und Vergehen von Organismen selbst ins Auge fasst.

Das ideenrealistische Organismusgesetz darf auch nicht als eine Wiederbelebung der Präformationstheorie aufgefasst werden. Denn gemäss seiner aktuellen Konstitution enthält oder umfasst dieses Gesetz keine konkreten und fixen Formen oder Prozesse; solche bilden sich erst in seiner Auseinandersetzung mit der Umwelt. Das Organismusgesetz ist insbesondere keine Summe festgelegter Formen oder Funktionen. Damit ist jede Art von Präformation ausgeschlossen, da reine Gesetzmässigkeiten ihre Individualisierungen nur der Möglichkeit nach und nicht als bereits fertige und damit bloss auswickelbare Elemente enthalten.

Das Organismusgesetz legt genau so wenig fest, welche Organismen wie und wann entstehen, wie die Newtonsche Gravitationstheorie (oder ihre Verallgemeinerung zur Einsteinschen Gravitationstheorie) festlegt, welche konkreten Planetensysteme wie und wann entstehen. Allerdings sind durch diese physikalischen Theorien Ordnungsprinzipien gegeben, welche festlegen, welche generellen Formen von Planetenbahnen in welcher Entstehungsweise und in welcher Anordnung überhaupt möglich und stabil sind – immer abhängig von den jeweiligen Randbedingungen und Anfangsparametern. Im selben Sinne umfasst das allgemeine Organismusgesetz allen Einzelorganismen immanente Ordnungsprinzipien, gemäss denen sie entstanden und geformt sein müssen, wenn sie unter bestimmten Umweltverhältnissen stabil, überlebens- und reproduktionsfähig sein sollen.

Für den hier eingenommenen Gesichtspunkt kommt es in erster Linie darauf an, dass man überhaupt etwas konsistent Denkbares, in sich Notwendiges mit dem biologischen Organismusgesetz verbindet. Seine Fruchtbarkeit oder Unbrauchbarkeit wird sich in der konkreten Anwendung schnell genug erweisen, wenn deutlicher wird, was darunter zu verstehen ist.

1.4 Ideenrealistisches Organismusgesetz versus Systemtheorie und Emergenz

Die allgemeine Position der Systemtheorie kann für die biologische Evolution etwa folgendermassen zusammengefasst werden (aus *Wuketits* 1980, S. 114, 116):

> *«Es setzt sich allmählich die Auffassung von der Selbstorganisation der Materie durch, wonach die Evolution des Lebenden im Wesentlichen als ein Systemoptimierungsprozess erscheint […]. Mit der Entstehung neuer Komplexitätsstufen in der Evolution entstehen zugleich neue Gesetzmässigkeiten, Systemgesetzlichkeiten – wie wir hinzufügen müssen –, die weitere Ereignisse bedingen können. […] Damit erscheint die Evolution – entgegen der Annahme einer prästabilisierten Harmonie nach Leibniz – als ein sich selbst richtendes Geschehen; ein Geschehen, welches sich seine Gesetze selbst schafft und mit Zunahme der durch es bedingten Komplexität im Bereich des Lebenden sich in immer grösserem Ausmass selbst reguliert.»*

Für das Verständnis von Organismen wurde immer wieder das Konzept eines organisierten Systems vorgeschlagen, einer ganzheitlichen Organisation im Kontrast zu einer blossen Ordnung von Teilen.[18] Dies schliesst den Begriff der Funktionalität, des teleonomen Zusammenwirkens von Strukturen und Abläufen mit dem Ziel der Selbsterhaltung mit ein. Entscheidend ist für diese Sicht auf den Organismus auch die im Genom verkörperte Information. Empirische Befunde ergeben, dass die Ausbildung eines Merkmals in manchen Fällen durch eine genetische Disposition bestimmt, häufiger aber über mehrere reaktionsoffene Regulationssysteme vermittelt wird. Manche Spielarten der Systemtheorie führen Erscheinungen des Lebendigen nicht nur auf die physiko-chemischen Eigenschaften und Interaktionen ihrer Bestandteile zurück, sondern sprechen der konkreten Realisierung von regulativen Prozessen die Möglichkeit zu, bisher unbekannte, aber doch gesetzmässige Eigenschaften des ganzen Systems einzuleiten.[19] Leben ist dann eine auf einer bestimmten Ebene der Komplexität des Systems neu auftauchende, emergente Qualität.

---

18 Siehe dazu die Übersichten in *Laubichler* 2005a, *Penzlin* 2009. Zur Diskussion um Emergenz und Selbstorganisation, siehe Hoyningen-*Huene*/*Wuketits* 1989, *Beckermann*/*Flohr*/*Kim* 1992, *Andersen et al*. 2000, *Hulswitt* 2006, *Deacon* 2006, *Rothschild* 2006, *Smuts* 2006, *Soto*/*Sonnenschein*/*Miquel* 2008.

19 Siehe *Krohs*/*Töpfer* 2005, S. 88 ff.

Indem die Systemtheorie organismische Phänomene mit der Beschreibung von Eigenschaften komplexer Systeme zu erklären sucht, bringt sie einen heuristisch wertvollen Aspekt zu ihrem Verständnis ins Spiel. Die Untersuchung der interaktiven Dynamik von Prozessen, d.h. von Zeitgestalten bildet die Komplexität der organismischen Entwicklung besser ab als die Beschreibung einzelner Teilsysteme. Methodisch trägt sie zur Ausbildung eines beweglichen Denkens bei.

Systemtheoretische Emergenzbegriffe legen nahe, dass im Laufe der Evolution neue Gesetzmässigkeiten entstehen. Dabei liegt aus der hier vertretenen Sicht eine Verwechslung von Wesen und Erscheinung vor: Gesetze entstehen nicht, sondern erscheinen. Aus dem Erscheinen neuartig geordneter und komplexerer Organismen muss (und kann) nicht auf das *Entstehen* neuer Gesetze geschlossen werden. Es kommen nur andere (oder bisher nicht bemerkte) Gesetze zur Erscheinung. Die organismischen Systembedingungen werden in der Regel so allgemein gefasst, dass später entdeckte zusätzliche spezifische Prinzipien in diese Bedingungen nahtlos eingeordnet werden können, ihnen also nicht widersprechen, sondern (logisch) untergeordnet sind. Dies heisst aber nichts anderes, als dass die genannten Systembedingungen die spezialisierten Zusatzbedingungen der Möglichkeit nach enthalten, also zu diesem Zweck (ihrer Erscheinung) nicht neu geschaffen werden müssen. Wie an anderen Stellen ausführlich gezeigt (*Ziegler* 2004, 2006a, 2006b), sind allgemeine Gesetze, im Kontrast zu deren Erscheinungen im Rahmen der individuellen oder historischen Denk- oder Bewusstseinsentwicklung, jenseits der Sphäre des Entstehens und Vergehens: sie sind Vorbedingungen, nicht Folgen von Entwicklungsprozessen.

Eine Unterart der Systemtheorie im biologischen Bereich ist die *Development Systems Theory* (DST). Ihre VertreterInnen haben nicht den Einzelorganismus als sich phylogenetisch entwickelndes System im Auge, sondern die sich in einem Lebenszyklus manifestierende ontogenetische Ganzheit des Organismus und seine diese Entwicklung mitbestimmende Umgebung (siehe die Übersicht in *Oyama*/*Griffiths*/*Gray* 2001, *Stotz* 2005a). Dabei ist die Umgebung kein fixes Raster, durch welches aus der Menge der sich variierenden Organismen gerade die lebens- und fortpflanzungstüchtigen hindurch schlüpfen, sondern ein Bestandteil des Evolutionsgeschehens, der von den Organismen mitgestaltet wird und der dementsprechend seinen Einfluss auf die Generationenfolge geltend macht.

Viele Elemente, die im Bereich der DST diskutiert und verteidigt werden, haben auch für das hier vertretene ideenrealistische Organismusgesetz fundamentale Bedeutung. Dazu zählen unter anderem die Mehrschichtigkeit der Vererbung (genetisch, zellulär, organismisch, verhaltensmässig; siehe *Jablonka* 2001, *Jablonka*/*Lamb* 2005, *Jablonka*/*Raz* 2009), die aktive

Nischenergreifung und Gestaltung (*Lewontin* 1983, *Laland*/*Odling-Smee*/*Feldman* 2001, *Sterelny* 2001), die Multikausalität der Evolution (*Griffiths*/*Gray* 2001), die Ablehnung der Präformation (*Godfrey-Smith* 2001), die Wirkung der Selektion auf alle variierenden Faktoren mit dem Ergebnis eines lebenstüchtigen Organismus (*Griffiths*/*Gray* 2001). Die DST bietet somit einen umfassenden Blick auf den ganzen Organismus und seine Umwelt, sowie deren vielfältige Interaktionen.

Wenn aber explizit formuliert werden soll, was ein Organismus ist, greifen ihre Vertreter auf durch Physik und Chemie nahegelegte Modelle zurück,[20] aus denen dann die eigentlichen lebendig-biologischen Eigenschaften in scheinbar nicht reduktionistischer Weise «emergieren» sollen (*Weber*/*Depew* 2001). Grundsätzliche Probleme eines solchen Vorgehens wurden bereits im vorangehenden Absatz angesprochen. Hier soll noch auf weitere Argumente aufmerksam gemacht werden. Falls man davon ausgeht, dass letztlich physikalisch-chemische Kräfte als Antriebsursachen biologischer Prozesse unter Systembedingungen vorhanden sind, so muss man zumindest annehmen, dass organismische Systembedingungen durch physikalisch-chemische Kräfte und deren Wechselwirkungen verwirklicht und erhalten werden können. Mit anderen Worten: Solche Systembedingungen müssen konstitutive (und nicht bloss subjektiv erlebbare regulative) Ordnungsprinzipien von Organismen sein, welche deren Leben konkret strukturieren. Dazu formuliert Penzlin[21]:

> *«Das ‹organismische Konzept› […] geht von der unumstösslichen Tatsache aus, dass Organismen Ganzheiten darstellen und auch nur als Ganzheiten verstanden werden können. Dieser Ganzheitscharakter wird im Rahmen des Konzepts nicht mehr ignoriert, wie es der Mechanismus (oder Physikalismus) praktizierte, und auch nicht in vitalistischer Weise metaphysisch zu erklären versucht, sondern als Faktum gesehen, das zu berücksichtigen ist und das es zu analysieren gilt. […] Leben ist eine […] emergente Eigenschaft in besonderer Weise organisierter Systeme. Sie ist das Resultat der besonderen Art, wie die Komponenten des Systems miteinander funktionell verbunden sind. Was die Organismen einzigartig macht, ist nicht ihr Vermögen, sich der universalen physikalisch-chemischen Gesetzlichkeit entziehen zu können, und auch nicht der Besitz besonderer ‹Kräfte›, sondern ihre*

20 Wie autokatalytische dissipative Systeme oder allgemeine selbstorganisierende Systeme im Sinne des mechanistischen Ansatzes von Varela/Maturana/Uribe 1974; siehe zu letzterem Ansatz die kritische Analyse *Penzlin* 2002.

21 *Penzlin* 2009, S. 240f.

strukturellen und funktionellen Bedingungen und Eigenarten, durch die die Gesetze der anorganischen Welt in besonderer Weise nutzbar gemacht werden, aus denen sie aber nicht abgeleitet werden können.»

Da das für physikalisch-chemische Prozesse aufgestellte (lineare) Prinzip von Bedingung und Folge (meist Kausalprinzip genannt) jedoch gerade für Organismen nicht hinreichend ist (*Riedl* 1975, *Wuketits* 1980, 1988, *Goodwin* 1994), kommt es zu einer Inkonsistenz zwischen den Systembedingungen mit in sich geschlossenen Regelkreisen und den sie bewirkenden linearen Bedingung-Folge-Ketten. Es kommt zu einem unsachgemässen Kompromiss zwischen organismusspezifischen Systembedingungen und strikt physikalisch-chemischen Kräftewirksamkeiten. So zeigt etwa *Hulswitt* (2006) auf, dass das Konzept einer *downward causation* im Sinne einer systembedingten Verursachung mit einer physikalistischen Perspektive nicht vereinbar ist. Man kann nicht reiner oder auch reduktiver Physikalist bleiben und trotzdem von einer durch das System bedingten Verursachung sprechen, wenn man nicht bereit ist, seine Perspektive radikal zu erweitern.

Mit der Einführung eines wirksamen umgebungsoffenen und zugleich lebendig-geschlossenen Organismusgesetzes wird dieses Dilemma der DST gelöst. Werden physikalisch-chemische Kräfte zur Umwelt eines ideell und reell, d.h. strukturell und dynamisch konstitutiven Organismusgesetzes gerechnet, fungieren sie als äusserliche Veranlassungen und Bedingungen für organismusspezifische Wechselwirkungen mit dieser Umwelt (siehe die Kap. 4 und 5).[22] Ebenso gehört die Dynamik der Systemeigenschaften zu den modifizierenden Bedingungen, mit denen der Einzelorganismus sich mittels seiner organismus-spezifischen aktiven Gestaltungs- und Regulationsprinzipien auseinanderzusetzen hat. Im Blick auf neue evolutiv entstandene Strukturen ist aus dieser Sicht hervorzuheben, dass diese nicht aus den bisherigen Formen ableitbar oder auf die Vererbung in irgendeinem Sinne reduzierbar sind. Im Vererbungsgeschehen werden die Ergebnisse der Auseinandersetzung der Vorfahren mit ihrer Umwelt festgehalten. Für den neu erscheinenden Organismus gehören sie zu den einschränkenden und sein Entfaltungspotential modifizierenden Bedingungen, innerhalb derer er seinen Lebenszyklus konkret aktiv entfaltet. Die Prozesse der *fortschreitenden Automorphie und Autoregulation* und insbesondere die Emergenz neuer Gestalten und Verhaltensweisen, werden mit der Annahme eines als aktives Agens reagierenden Organismusgesetzes durchschaubar.

22 Zur spezifischen Art der Kausalität in der Organismenwelt im Rahmen einer Ursachenlehre für die Naturreiche siehe *Ziegler* 2015.

1.5 Organismusgesetz versus alternative Konzepte: Kreationismus, Intelligent Design, Vitalismus

Im Wesentlichen sind zwei alternative Konzepte zur Erklärung des Lebens und seiner Entwicklung detailliert ausgearbeitet worden und entfalten ihre Wirkung bis in unsere «aufgeklärten» Gesellschaften hinein. Der Kreationismus, in einer modernen Abwandlung auch unter dem Ausdruck «Intelligent Design» vertreten, und der Vitalismus.

Das hier dargestellte Modell des Organismusgesetzes ist mit den Prinzipien des Kreationismus oder des «Intelligent Design» nicht vereinbar (siehe dazu auch *Ziegler* 2009). Denn deren Hauptcharakteristikum ist die Annahme von nicht in der organischen Welt verursachten, keiner Evolution unterliegenden «Schöpfungsakten» aufgrund eines fertig vorgegebenen idealen («vollkommenen») Plans, die mit der organischen Welt in keinem kontinuierlichen und natürlichen Zusammenhang stehen: d.h. man postuliert einmalige oder fortwährende *kreative planmässige Interventionen* ohne Notwendigkeit einer Weiterentwicklung, im Gegensatz zu kreativen Innovationen in Verbindung mit evolutivem Fortschritt (*Ruse* 2001). – Demgegenüber ist beim Organismusgesetz (unabhängig von seinem Inhalt) die wirkende Ursache *immanent* zu denken: Das Gesetz wirkt *in* jedem einzelnen Organismus als spezifisch regulierende Instanz. Weder die Entwicklung des Einzelorganismus noch die biologische Evolution werden von aussen gesteuert: das Organismusgesetz regelt, wie ein konkreter Organismus sich ontologisch entwickelt und wie er aus seinen Vorfahren ohne Diskontinuitäten hervorgeht. – Vertreter des «Intelligent Design»-Konzeptes (ID) gehen von der Hypothese aus, dass bisher nicht hinreichend naturwissenschaftlich erklärbare Ereignisabfolgen (insbesondere in der biologischen Evolution) einen vor und jenseits aller Entwicklung feststehenden sinnvollen und konkreten Plan nahelegen (siehe *Meyer et al.* 2003, *Meyer* 2004). Worin dieser Plan besteht, wodurch und wie dieser Plan verwirklicht werden soll, wird ausdrücklich offen gelassen, um eine Verwechslung mit dem «Kreationismus» oder irgendeiner Spielart des Zweckgedankens (Teleologie) zu vermeiden. Mit Hilfe detaillierter Untersuchungen machen Vertreter des «Intelligent Design» auf Erklärungsdefizite der konventionellen Theorien aufmerksam; sie bieten jedoch keine inhaltlichen oder methodischen Lösungen. Die Hypothese des «Intelligent Design» widerspricht der Evolution von Gattungen und/oder Arten; sie geht von der Verwirklichung vorhandener konkreter Baupläne, Prozesse und Verhaltensweisen aus.

Die Darwinsche Entstehung der Arten impliziert dagegen eine nicht voraussehbare konkrete evolutive Gestaltung von Organismen, die mit der Erklärung durch ein aktiv-kreatives Wechselspiel der konstituierenden Kräfte des Organismusgesetzes mit den Umgebungsbedingungen (Erscheinungsmedium) vereinbar ist.

(II) Obwohl es nie unabhängig von einem konkret erscheinenden Lebewesen auftritt, wird das Organismusgesetz doch als nicht-materielle Wirkursache aufgefasst. Entsprechend wichtig ist die Abgrenzung vom Konzept einer Lebens- oder Vitalkraft (manchmal Entelechie genannt: *Driesch* 1905, 1909, *Weber* 1999), der in der Regel drei Eigenschaften zugeordnet werden (*Mann* 1984, *Jahn* 2000): (1) die Vitalkraft ist sinnlich nicht erfahrbar, damit nicht erkennbar und folglich in ihrer Gesetzmässigkeit nicht näher bestimmbar; (2) die Vitalkraft interagiert mit den physikalisch-chemischen Kräften, greift gezielt in diese ein und neutralisiert oder suspendiert sie zumindest temporär und lokal; (3) der Vitalkraft kommt das Vermögen zielgerichteten Handelns zu, indem sie sich selbständig nach bestimmten Zwecken (d.h. nach der Verwirklichung von im Voraus festgelegten Zukunftszielen) ausrichtet. – Im Folgenden werden nur die Komponenten (1) und (2) besprochen, auf die teleologische Komponente (3) wird im Kapitel 6 eingegangen. –

Der Unbestimmbarkeit der Vitalkraft (1) steht mit dem Organismusgesetz eine mit klar bestimmten Gesetzmässigkeiten verbundene Wirkursache gegenüber. Damit verliert sie ihre Unbestimmtheit und ihren vitalistischen Charakter im engeren Sinne (*Wuketits* 1988, Kap. C II.4). Dies entspricht dem Verlust des mystischen Beigeschmacks der ebenfalls nicht sinnlich wahrnehmbaren, zunächst unbegreiflichen und unbestimmten elektrischen und magnetischen Kräfte durch die Entdeckung der Prinzipien des Elektromagnetismus durch Faraday, Maxwell und andere und damit deren Einordnung in die konventionelle Physik (*Heilbron* 1979, *Harman* 1982). Dementsprechend ist das ideenrealistisch aufgefasste, in jedem einzelnen Organismus wirkende Organismusgesetz keine vitalistische Verirrung, sondern eine realistische Arbeitshypothese. Gesteht man einem auf der Grundlage der Maxwellschen Elektrodynamik und der Newtonschen Gravitationstheorie argumentierenden Physiker zu, in sachgerechter Form über Wirkungen nichtsinnlicher Kräfte zu sprechen und mit ihnen zu experimentieren, ist auch der Evolutionsbiologe berechtigt, von einem gesetzmässig wirkenden Organismusgesetz auszugehen und dessen Auswirkungen in der Ontogenese und der Phylogenese zu untersuchen. – Gegenüber einem der Vitalkraft zugeschriebenen gezielten Eingreifen oder Ausschalten der Eigenschaften der physischen Grundlagen des Lebewesens (2) handelt es sich bei den Erscheinungen des Organismusgesetzes – als sich fortpflanzende Einzelorganismen im Medium physikalisch-chemischer Kräfte und Stoffe – um deren Integration in einen umfassenden Zusammenhang. Von diesem Gesichtspunkt aus sind die in, an oder bei einem Organismus feststellbaren rein anorganischen Vorgänge Spezialfälle, bereits aus dem Organismus im engeren Sinne herausfallende Vorgänge; der konkrete Organismus ist weder durch die Suspendierung anorganischer Prozesse definiert noch durch

die Materialisierung oder Verstofflichung geistiger Kräfte, sondern durch eine spezifische Funktionalität, die der Integration und Gestaltung solcher Prozesse in Einheit mit dem Organismusgesetz dient.

2 Gemeinsame Abstammung und kontinuierliche Entwicklung

2.1 Grundbegriffe der Entwicklung

Zu den zentralen Grundprinzipien der Tatsache der biologischen Evolution gehören:
(1) *Abstammungsprinzip*: gemeinsame Abstammung aller Organismen.
(2) *Generationenprinzip*: Organismen entstehen aus Organismen.
(3) *Kontinuitätsprinzip*: Es können (im Prinzip) zwischen zwei verschiedenen Organismen alle Übergangsformen gemäss dem Organismusgesetz auftreten.
(4) *Prinzip der Veränderlichkeit und Vervielfachung von Organismen*: Übergang von einer Art in eine andere Art (Veränderlichkeit der Arten, artübergreifende oder transspezifische Evolution, Makroevolution).
(5) *Prinzip der organismischen Weiterentwicklung*: Entstehung von Neuem in einzelnen Organismen als Basis der Evolution (Epigenese vs. Präformation).
(6) *Diskontinuitätsprinzip*: Die jeweiligen Ergebnisse der Evolution zu einem bestimmten Zeitpunkt, die einzelnen Organismen unterschiedlicher Arten, müssen nicht in einem direkten Entwicklungszusammenhang stehen; dieser ist nur über das Organismusgesetz und ihre gemeinsamen Vorfahren erschliessbar.

Die Prinzipien (1), (3) und (4) sind eine unmittelbare Konsequenz der ideenrealistischen Auffassung des Organismusgesetzes (Kap. 1) und seiner Erscheinungsentwicklung. Prinzip (2) ist eine Konsequenz der Fortpflanzungsfähigkeit des Organismus (als ein Element des Organismusgesetzes) und der Immanenz des Wirkprinzips (immanente kreative Kraft: im Gegensatz zur gestaltenden Intervention von aussen).

Was sich entwickelt und damit die Basis der Evolution bildet, sind die einzelnen Organismen und die aus diesen wiederum hervorgehenden Organismen. Falls es sich bei einem neu entstandenen Organismus nicht einfach um eine exakte Replikation des alten Organismus handelt (also gerade *keine* Entwicklung von etwas Neuem stattgefunden hat), kann der neue Organismus eine *Weiter*entwicklung seiner Elternorganismen sein. Sein letzter Entwicklungsstand wird zum Ausgangspunkt der weiteren Evolution, und daran anknüpfend kann etwas Neues, bisher noch nicht da Gewesenes zur Erscheinung gebracht werden. Auf diese Weise kann Spä-

teres aus Früherem, Neues aus Gegebenem entstehen. Betrachtet man die Entwicklung des Einzelorganismus als Fundament der Evolution, wie das für den Gesichtspunkt der Erscheinungsentwicklung auf der Grundlage des Organismusgesetzes sachlich notwendig ist, so folgen (5) und (6).

Dies bedeutet, dass für das Zutreffen von (5) durch Fortpflanzung gemäss (2) neben der Übertragung (Vererbung) entstandener und entwickelter Eigenschaften notwendigerweise auch eine Übertragung erworbener Eigenschaften vom vorangehenden auf den nachfolgenden Organismus in Betracht gezogen werden muss. Diese Komponente des mehrere Dimensionen umfassenden Vererbungsgeschehens wird auch *Lamarckismus* genannt, weil sie in der Evolutionstheorie von Lamarck eine zentrale (wenn auch keine ausschliessliche) Rolle gespielt hat.[23] In den 40er-Jahren des 20. Jahrhunderts wurde die Hypothese der Existenz einer Vererbung erworbener Eigenschaften auf der Grundlage von Experimenten mit Bakterien verworfen und galt vorerst in der Biologie als Tabuthema. In den letzten Jahrzehnten sind aber mehrere Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften erschienen, die solche Vererbungsphänomene beschreiben und die Vererbung erworbener Eigenschaften wieder in Betracht ziehen (z.B. *Molinier et al.* 2006). Vieles weist darauf hin, dass vererbbare Variationen nicht nur aus dem molekularen Genotyp stammen (epigenetische Vererbung, siehe *Goodwin* 1994, *Jablonka*/*Lamb* 1995, 2005, *Jablonka*/*Raz* 2009, *Moss* 2003 und die Übersicht in *Wirz* 2008), sondern dass auch Teile des Phänotyps den molekularen Genotyp beeinflussen können (Entwicklungsplastizität des Genotyps; siehe *West-Eberhard* 2003, *Moss* 2005) – ebenso wie der Genotyp den Phänotyp beeinflusst (nicht: determiniert). Die epigenetische Vererbbarkeit von erworbenen Eigenschaften wird als Erklärung für evolutive Vorgänge anerkannt und in Forschungsprogrammen untersucht (siehe dazu auch *Wirz* 2008, *Margulis* 1999, *Margulis*/*Sagan* 2003, *Bauer* 2008, *Goddard & Whitelaw* 2014). Ihre evolutive Bedeutung wird kontrovers diskutiert (vgl. *Laland et al.* 2014). Als vorsichtiges Resultat der genannten Untersuchungen ist festzuhalten, dass Vererbung erworbener Eigenschaften existiert, auch wenn sie nicht in allen phylogenetischen Prozessen nachweisbar ist. Sie ist eben nur *eine* unter mehreren gesetzmässigen Komponenten der organismischen Evolution.

23 Hier ist in Einklang mit der neueren Literatur unter «Lamarckismus» ausschliesslich das genannte Prinzip einer Vererbung erworbener Eigenschaften gemeint und nicht die bei Lamarck zu findende (oder ihm in verschiedener Weise zugeschriebene) Anschauung einer aktiven Anpassung zusammen mit einem teleologischen Postulat eines inneren Vervollkommnungstriebes von Organismen (*Mayr* 1984, *Lefèvre* 1984, *Wuketits* 1988, 2009, *Ruse* 2001).

Der kategorische Ausschluss des Lamarckismus hat historisch eine genom-orientierte molekulare Vererbungstheorie nach sich gezogen, in welcher der übrige Organismus sowie dessen Ontogenese für das Vererbungsgeschehen und damit für die Phylogenese *keine* Rolle mehr spielt. Gemäss der Synthetischen Evolutionstheorie (siehe etwa *Mayr* 2003) muss der Gegensatz zwischen phänotypischen Modifikationen, d.h. den anhand von Interaktionen mit der Umwelt erworbenen und nicht vererbbaren Eigenschaften, und den von der Umwelt unabhängigen und vererbbaren genotypischen Mutationen berücksichtigt werden; erstere sind ein wichtiger Bestandteil der Entwicklung des Einzelorganismus (Ontogenese), aber für die Evolution (Phylogenese) irrelevant. Dies bedeutet, dass allein die zufälligen Variationen auf genetischer Ebene die Möglichkeit für die Entstehung neuer Formen oder Verhaltensweisen während der Phylogenese der Organismen bereitstellen (*zentrales Dogma der molekularen Genetik*, siehe dazu *Heusser* 1989, *Wirz* 2008). Diese genom-orientierte molekulare Vererbungstheorie[24] ist letztlich nichts anderes als eine Wiedereinführung des *Präformationismus* auf molekularem Niveau, wie mehrere Autoren bemerkt haben (*Goodwin* 1994, *Moss* 2003). Mit der genom-orientierten Vererbungstheorie wird ein in den vorliegenden Untersuchungen als zentral aufgefasstes Grundprinzip der Evolution ausgeschlossen; damit verliert der Gehalt der Evolution im Sinne einer begreifbaren und immer weiter gehenden *Fortentwicklung* (in Ergänzung zum zufälligen, aber nicht unmittelbar fortgesetzten Auftreten von Variationen) jeden Sinn. Dieses Grundprinzip, das sich nahtlos an die vorangehenden anschliesst, lautet:
(7) *Prinzip der Fortentwicklung*: Das neu Entstehende ist eine unmittelbare Fortsetzung des bisher Gewordenen auf der Grundlage einer Weitergabe erworbener Eigenschaften.

2.2 Zum Artbegriff

Beim darwinistischen Konzept der Veränderlichkeit von Organismen im Sinne eines evolutiven Übergangs von sich fortpflanzenden Populationen von einer Art in eine andere handelt es sich, wenn man es als Teilbereich des Organismusgesetzes auffasst, um einen objektiv idealistischen, aber nicht ideenrealistisch auffassbaren Begriff. D.h., dass der Artbegriff, oder gegebenenfalls der Gattungsbegriff oder ein Begriff aus einer noch höheren systematischen Ebene, einen eigenen gesetzmässigen Inhalt hat, aber seine Erscheinungen (Individuen) nicht real selbst konstituiert. Die wirkende oder

24 Für erweiterte Gesichtspunkte zur Vererbung, siehe *Holdrege* 1986, 1999 und *Wirz* 1996, 1997, 2000, 2008.

konstituierende Ursache in jedem Lebewesen ist vielmehr in erster Linie das Organismusgesetz als Ganzes.[25]

Zur Bildung des Artbegriffs werden faktisch bestimmte Individuen auf der Grundlage gemeinsamer Merkmalskombinationen zu einer Gesamtheit, einer Klasse, zusammengefasst (*Mahner* 1998). Der einfachste und am häufigsten verwendete, jedoch nicht unumstrittene allgemeine Begriff einer biologischen Art lautet demnach (*Mayr* 2003): Eine biologische Art ist eine Gruppe natürlicher Individuen mit den Eigenschaften, sich erstens untereinander kreuzen zu können und zweitens von Individuen anderer Gruppen reproduktiv isoliert zu sein.

Es gibt viele verschiedene weitere Versuche zur Definition von Arten (*Mahner* 1998, *Mayr* 2003, *Glaubrecht* 2003, 2004, *Storch*/*Welsch*/*Wink* 2001, *Mahner* 2005), die man in objektiv idealistischem Sinne interpretieren kann.

Der sich an Kombinationen von Merkmalen orientierende biologische Artbegriff hat sich heuristisch als sehr fruchtbar erwiesen, man kann mit ihm den Prozess der Artverwandlung und der Artentstehung sachgemäss charakterisieren.[26] Die so definierten Arten sind aufgrund mehr oder weniger konstanter Umgebungsbedingungen und stabiler Vererbung und Kreuzung über ganze Populationen hinweg relativ konstant. Der Genfluss, d.h. der fortwährende Austausch der Gene unter allen Organismen einer Art, sorgt in grossen Populationen für eine annähernd gleichmässige Verteilung vererbbarer Merkmale.

25 Die hier diskutierten grundsätzlichen Probleme hängen nicht davon ab, ob man vom Artbegriff oder vom Gattungsbegriff oder von Begriffen anderer systematischer Ebenen ausgeht. Der Einfachheit halber wird die explizite Diskussion auf den Artbegriff beschränkt, ohne dass deshalb die spezifischen Eigenheiten der Pflanzenwelt ausgeschlossen werden sollen. – Für eine biologische Untersuchung zu Gemeinsamkeiten und Unterschieden von Pflanzen und Tieren, siehe *Stöcklin* 2006, 2007.

26 Wie *Mahner* 1998 mit Recht feststellt, handelt es sich streng genommen bei der biologischen Evolution nicht um eine Veränderlichkeit der Arten als solche, sondern um Übergänge von Organismen aus einer durch bestimmte Merkmalskombinationen bestimmten Klasse (= Art) in eine andere solche Klasse. Die übliche Sprechweise scheint zu implizieren, dass Übergänge zwischen irgendwie vorgegebenen Arten stattfinden – das ist natürlich nicht gemeint, da sich spezifische Arten erst im Laufe der Evolution aus dem Organismusgesetz herausbilden. Der Einfachheit halber wird diese Ausdrucksweise trotzdem weiter verwendet und entsprechende Missverständnisse werden in Kauf genommen. Vom Gesichtspunkt des realistischen Idealismus aus gesehen findet ein solcher Übergang so statt, dass durch das Organismusgesetz eine Artgesetzmässigkeit (im Sinne einer Teilgesetzmässigkeit des Organismusgesetzes) in ihrer Auswirkung auf sich entwickelnde Organismen der gegebenen Art kontinuierlich von einer anderen solchen Gesetzmässigkeit abgelöst wird.

Gegen die bloss objektiv idealistische Auffassung des Artbegriffs spricht, dass es real existierende Arten gibt, die einen eigenständigen Charakter und eine gewisse evolutive Stabilität aufweisen. Einzelnen Arten vom Organismusgesetz her eine bleibende Eigenständigkeit im Sinne einer eigenen konstitutiven Kraft – oder eines «Untertypus» – zuzuordnen ist jedoch weder vom Gesichtspunkt von Gestalt- oder Verhaltens*kennzeichen* noch vom Gesichtspunkt der Gestalt- und Verhaltens*bildung* möglich. Dies würde dem universellen Charakter des Organismusgesetzes widersprechen, das keine seiner möglichen Komponenten für seine Erscheinungsentwicklung, weder im Gestalt- noch im Wirkbereich, aus sich heraus durchgehend bevorzugt. Nur weil das Organismusgesetz in und durch *alle* Arten hindurch wirkt, kann es überhaupt Übergänge zwischen diesen ermöglichen und bewirken. Seine Wirksamkeit kann zwar vorübergehend in bestimmte Arten hinein kanalisiert auftreten, sie zerfällt jedoch nicht grundsätzlich in eine diskrete Summe einzelner Wirkzentren, die den jeweiligen Arten wirksamen Ausdruck verleihen. Eine abgeschlossene Einheit solcher Wirkzentren mit den jeweiligen Artgesetzmässigkeiten würde evolutive Übergänge zwischen Arten unmöglich machen.

Das Organismusgesetz umfasst nur die allgemeine Struktur *möglicher* Ausgestaltungen oder Erscheinungen desselben, enthält aber selbst weder fix bestimmte Arten noch vorgegebene Entwicklungsverläufe. Denn Arten oder Gattungen etc. werden zwar durch ein oder mehrere Teilgesetze des allgemeinen Organismusgesetzes ermöglicht, aber nicht vorherbestimmt. Erst in ihren konkreten Erscheinungsformen entscheidet sich der Charakter ihrer jeweiligen Manifestation. Zweitens ist durch das allgemeine Organismusgesetz nicht von vornherein festgelegt welche von den möglichen Teilgesetzen gemeinsam zur Erscheinung kommen werden. Drittens kann keinerlei Reihenfolge für das Erscheinen dieser Teilgesetze aus dem allgemeinen Organismusgesetz abgeleitet werden. Alle konkreten Formen und Prozesse ergeben sich erst durch die Auseinandersetzung des Organismusgesetzes mit seiner Umgebung und der Geschichte seiner bisherigen Erscheinungen. – Was die Entwicklungslinien anbelangt, so sind aus dem allgemeinen Organismusgesetz auch keine bestimmten Abfolgen spezifischer Organismenformen ableitbar; ebenso sind Verzweigungen oder Konvergenzen nicht ausgeschlossen: Ihr Auftreten und ihre spezifische Ausgestaltung sind Folgen konkreter Wechselwirkungen zwischen Organismusgesetz und Umgebung, die durch Vererbungsvorgänge einschränkend kanalisiert werden können.

2.3 Entstehung und Entwicklung von Organismen

Durch das Prinzip (2): Organismen entstehen aus Organismen, ist die Entstehung des Lebens aus unlebendiger Materie aus dem Evolutionsgeschehen

ausgeschlossen. Denn die Urzeugung des Lebens auf der Erde liegt nicht im Rahmen des Organismusgesetzes: Es handelt sich nicht um ein Problem der Erscheinungsentwicklung des Organismusgesetzes (wo immer eine Erscheinung, ein Organismus, aus einer anderen gleichartigen Erscheinung hervorgeht), sondern um ein Problem der Wesensentwicklung: Weshalb und wie beginnt sich überhaupt das Organismusgesetz zu entwickeln? Warum und wie tritt es in Erscheinung? Was ist sein Ausgangspunkt, was sind die notwendigen Bedingungen seines Erscheinens, was ist sein Ziel? Diese Fragen kann und muss man sich stellen, sie können jedoch nicht allein mit den Mitteln der biologischen Evolutionslehre bearbeitet werden[27], müssen allerdings mit ihr in Einklang gebracht werden können. Auch in der akademischen Evolutionsforschung sind die «Details» der Urzeugung bisher noch ungelöst (eine Darstellung der unterschiedlichen Positionen Anfang dieses Jahrhunderts findet sich etwa in *Ruse* 2001), – Darüber hinaus muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass dasjenige, was heute anorganischer Stoff ist und physikalisch-chemischen Naturgesetzen unterliegt, ein Abfall- oder Ausscheidungsprodukt von Organismen ist. Dies bedeutet, dass Organismen nicht aus anorganischen Stoffen «entstehen», sondern ihnen umgekehrt vorangehen, wie dies z.B. bei Kalkablagerungen heute noch verfolgbar ist. Läge der Ursprung im organischen Leben, bedürfte es keiner Urzeugungstheorie, um seine Entstehung aus unorganischen Zuständen heraus zu erklären. Wie dem auch sei, es bedarf umfassenderer Gesichtspunkte als derjenigen der Evolution des Organismusgesetzes, um solche Fragen wissenschaftlich anzugehen.

Durch das Kontinuitätsprinzip (3) wird in erster Linie festgehalten, dass spätere Organismen nicht nur via Reproduktion (Organismen entstehen aus Organismen (2)) aus früheren Organismen hervorgehen, sondern auch, dass ihre Form (Bauplan, Organisation, Verhalten) auf der Basis früherer Organismen nahtlos an diese Vorformen anknüpft. Dies bedeutet nicht eine ideelle Ableitbarkeit der späteren aus den früheren Formen, sondern eine *Entwicklung* der späteren aus den früheren Formen *unter Zugrundelegung des Organismusgesetzes*. Sobald die spätere Form entstanden ist, kann sie aus dem allgemeinen Organismusgesetz heraus retrospektiv individualisiert und damit verstanden werden. Mit anderen Worten: Für jede existierende organische Form gibt es früher aufgetretene Vorformen, aus denen die späteren Formen verstehbar aber nicht ableitbar sind. – Das Kontinuitätsprinzip schliesst nicht aus, dass es verschiedene Entwicklungsgeschwindigkeiten gibt – etwa ein schnelleres oder langsameres Auftreten ganz neuer Bauplä-

27 Siehe dazu Kapitel 6.

ne, Teilstrukturen oder Verhaltensweisen. So scheinen manche Fälle von plötzlicher oder sympatrischer Artbildung, aber auch die wenigen fossilen Funde aus schnelleren Entwicklungslinien eine diskrete oder sprunghafte Entstehung nahe zu legen (Saltationismus vs. Gradualismus).[28] Das Auftreten auch grösserer Entwicklungsschritte von einer zur nächsten Generation oder im Verlauf weniger Generationen steht in keinem Widerspruch zum Organismusgesetz, im Gegenteil, es ist ein Hinweis auf seine eigene aktive Beteiligung am Evolutionsgeschehen, der über blosse Reaktionen auf Umweltreize oder Selektionsdruck hinausgeht (siehe dazu Kap. 5). – So zeigt auch die Entwicklung der Raupe über die Puppe zur Imago beim Schmetterling, dass kontinuierliche Entwicklung nicht im Widerspruch zu weitreichenden Umformungen stehen muss. Dieses Argument setzt voraus, dass die künstliche Grenze zwischen Evolutionsbiologie und Entwicklungsbiologie/Embryologie aufgegeben wird, für die es keine sachgemässen Gründe gibt (siehe dazu Kap. 4)[29]. – Die Ableitung einer konkreten organischen Form (oder eines konkreten Prozesses oder Verhaltens) im Sinne ihrer retrospektiven Individualisierung aus dem allgemeinen Organismusgesetz heraus bildet das Verhältnis eines Einzelorganismus zum Organismusgesetz ab. Im Kontrast zu dieser Art «deduktiver» Ableitung könnte man bei der genauen Beschreibung der evolutiven Entstehung neuer Organismenformen aus vorangehenden Formen von einer – ebenfalls retrospektiven – induktiven Ableitung sprechen. Besser wird diese Tätigkeit als *Hinleitung* bezeichnet, da ausgehend von vorangegangenen Formen konkret zu neuen (bekannten) Formen *hin*geleitet wird. Eine festlegende *Her*leitung neuer Organismenformen aus alten Formen ist aus dieser Sicht nicht sachgemäss.

3 Elementare Prinzipien der Entwicklung: Wechselspiel von Bestimmung (Konstitution) und Bedingung (Modifikation)

Die elementaren Prinzipien, welche der Entfaltung der Erscheinungsvielfalt des Organismusgesetzes zugrunde liegen, sind das konkrete Zusammenspiel von wesentlichen *Bestimmungen* (Konstitution) und Umwelt-, Umgebungs- oder Erscheinungs*bedingungen* (Modifikationen, modifizierende Veranlassungen). Wir beginnen mit den Letzteren.

28 Siehe hierzu z.B. *Eldredge*, *Gould* (1985).

29 Zur Bedeutung der Entwicklungsbiologie im Rahmen der Ontogenese für das Verständnis des Entstehens neuer Strukturen, Prozesse und Verhaltensweisen (Innovationen) während der Phylogense, siehe etwa *Laubichler* 2005b, *Stotz* 2005b, *Müller/Newman* 2005.

3.1 Modifikation: Das Organismusgesetz reagiert auf sein Erscheinungsmedium

Die Umwelt stellt dem Organismusgesetz in ihrer vom Organismusgesetz unabhängigen Veränderlichkeit, bzw. Konstanz ein Wirkungsfeld zur Verfügung (modifizierende Erscheinungsbedingungen). Damit ermöglicht sie diesem in eine seinem Wesen gemässe Wechselwirkung mit ihr zu treten. Sie fördert damit indirekt die Vielfalt der Erscheinungen und sorgt für Freiräume und Herausforderungen des Organismusgesetzes, welche dieses in innovativen Entwicklungsschritten ergreift. Welche Ermöglichungen das sich entwickelnde Organismusgesetz im Rahmen seiner Umgebungsbedingungen ergreift, ist nur von diesem selbst bestimmt: Die modifizierenden Bedingungen geben nur einen mehr oder weniger weiten Rahmen ab, in welchem sich die spezifischen Individualisierungen des Organismusgesetzes gemäss seinen immanenten Bestimmungen einrichten müssen. D.h., der Rahmen stellt gleichzeitig eine Beschränkung für das organismische Erscheinungspotential dar. Er wird mitgestaltet durch die Erscheinungsentwicklung selbst, die über die Realisierung von vielfältigen ökologischen Gemeinschaften die Umweltbedingungen verändert. Als Extrembeispiel kann hier die Sauerstoffanreicherung in der Atmosphäre durch Cyanobakterien genannt werden, die nach einer verbreiteten Hypothese die Entwicklung des Lebens auf der Erde erst ermöglicht hat (*Campbell* 2006, S. 610). Die Fähigkeit des individuellen Lebewesens, während seiner Entwicklung variabel auf seine Umgebung zu reagieren, lässt sich an vielen Beispielen belegen; sie wird in der Biologie als *phänotypische Plastizität* bezeichnet.

Beispiele: Die Wechselwirkung zwischen Bedingungen und Organismusgesetz lässt sich etwa beobachten in der Art, wie sich eine Löwenzahnpflanze je nach Umgebung unterschiedlich gestaltet: Im schattigen, feuchten Umfeld entwickelt sie grosse Blätter, auf kargem, trockenem Untergrund und an sonnigen Plätzen bildet sie kleine Blätter mit starker Zahnung. Auf einem Rasen, der oft gemäht wird, macht sie ihren Blütenstiel kurz, in einer Heuwiese wird er viel länger. Auch physiologische Eigenschaften verändern sich je nach Umweltbedingung: So entwickeln Rinder in kalten Regionen eine dicke Oberhaut und eine dünnere Unterhaut, in heissen Regionen ist es umgekehrt. Oder Gämsen lassen ihren Pansen gegen Ende des Winters gegenüber dem «Sommerpansen» bis zum doppelten Volumen anwachsen; im Winter können sie nur sehr karges, altes Gras fressen, das einen geringen Energiegehalt hat; deshalb brauchen sie davon grosse Mengen, d.h. viel Platz im Pansen. Im Sommer können sie energiereiches Gras fressen und brauchen deshalb nur einen kleinen Pansen.

Da aufeinander folgende Individuen über die Fortpflanzung mit den vorangehenden individuellen Formen – d.h. über den Stoff der Erscheinung

– miteinander verknüpft sind, gehört dieser Stoff auch zu den Bedingungen der Erscheinungsentwicklung. Solange kein vollständiges Entscheinen (Aussterben) des Wesens aus dem betrachteten Medium stattfindet, geht jede Erscheinungsform s*tofflich* aus einer vorangehenden hervor. Das bedeutet, dass die in den Beispielen geschilderten Umgebungserfahrungen von Einzelorganismen über das stoffliche Medium (etwa über die Vererbung) als wiederum variable Dispositionen an die Nachkommen weitergegeben werden können.

Für den Prozess, der von einer individuellen Form (Einzelorganismus) zu einer weiteren führt, können vom Gesichtspunkt der *Erscheinungsbedingungen* aus zwei Aspekte dieser elementaren Prinzipien des Erscheinens unterschieden werden: *rezeptive Anknüpfung* oder *Anpassung* und *rezeptive Öffnung* oder *Variation* (siehe Tab. 1.1 in Abschn. 4.4). Sie charakterisieren zwei Seiten ein und derselben Sache: die in Wechselwirkung mit dem erscheinenden Organismusgesetz stehenden modifizierenden Bedingungen. Diese Aspekte gehören zusammen und sind ohne einander jeweils nicht vollständig; es sind notwendige Verhaltensweisen der Stoffgrundlage einer Einzelerscheinung während der Erscheinungsentwicklung:

(a) In der *rezeptiven Anknüpfung* oder *Anpassung* wird an frühere individuelle Formen angeknüpft, für den Erhalt der Früchte bisheriger Erscheinungsschritte gesorgt, und es werden die Qualitäten des Erscheinungsmediums im Sinne einer lebensfähigen Verbindung mit der Umwelt berücksichtigt (Tab. 1.1 rechts).

Auch hier kann der Löwenzahn als Beispiel dienen: Aufgrund der apomiktischen Vermehrung steht jede Mutterpflanze für eine relativ stabile genetische Linie. So können sich auch am gleichen Standort sehr unterschiedliche Typen finden, deren Blätter in Form und Ausbreitung der Blattfläche ebenso differieren wie es oben für verschiedene Umgebungen beschreiben wurde. Dies weist auf verschiedene genetische Dispositionen hin, die sich in unterschiedlichen Reaktionen auf gleiche Standortbedingungen äussern.

Experimentelle Evidenz für den Einfluss von maternalen Umgebungsbedingungen auf die Eigenschaften der Nachkommen (z.B. *Wiedmaier et al.* 2012, *Cahenzli* 2015) kann in der hier entwickelten Blickrichtung der rezeptiven Anknüpfung als «stoffvermittelte» Weitergabe von Interaktions-Erfahrungen elterlicher Individuen aufgefasst werden.

(b) In der *rezeptiven Öffnung* oder *Variation* wird für weitere (innovative) Entwicklungsschritte im Sinne einer Emanzipation oder Loslösung von der Umwelt oder eines neuen Umgangs mit ihr gesorgt (Tab. 1.1 links). – Dieser Prozess findet z.B. statt, wenn durch geographische Barrieren bisher zusammenlebende Tiere getrennt werden und die entsprechenden Gruppen eigene Wege zu gehen genötigt sind. Dabei können über die natürliche Se-

lektion die variablen Reaktionsspektren der Unterpopulationen gegenüber der Ausgangspopulation so stark verschoben werden, dass am Ende keine Kreuzung mit der ursprünglichen Gruppe (Art) mehr möglich ist. Dies war bei der Entstehung der verschiedenen Arten der Darwinfinken auf den Galapagos-Inseln der Fall.

Hinter der rezeptiven Anknüpfung stehen die allgemeinen Prinzipien der *Eingrenzung*, insbesondere der *Einschränkung* und *Stabilisierung* (anschaulich: Zusammenziehung); diese ergänzen die Prinzipien der *Entgrenzung*, insbesondere der *Vielfalt* und der *Veränderung* (anschaulich: Ausdehnung), welche der rezeptiven Öffnung zugrunde liegen (siehe dazu zusammenfassend Tab. 1.1):

Von der *Umgebung* oder *äusseren Umwelt* (exogene Bedingungen), in welche ein Einzelorganismus hineingestellt ist, muss eine *innere Umgebung* oder *innere Umwelt* (endogene Bedingungen) unterschieden werden, mit der jeder Einzelorganismus untrennbar verbunden ist. Sie wird durch das sich entwickelnde Organismusgesetz selbst geschaffen, um den Faden des Erscheinens nicht abreissen zu lassen und zugleich die Früchte der bisherigen Erscheinungsentwicklung an zukünftige individuelle Formen (Einzelorganismen) weitergeben zu können. Dieser Faden zeigt sich im Erbgut. Die Gestaltung dieser spezifischen inneren Umgebung ist Ausdruck von mehr oder weniger konstanten äusseren Umweltbedingungen. Diese innere Umgebung hat jedoch sowohl einen konservierenden als auch einen ermöglichenden Charakter: sie garantiert einerseits den Erhalt bisheriger Gestaltungsmöglichkeiten und hemmt oder verlangsamt die Entfaltung neuer Möglichkeiten und eröffnet andererseits dem mit ihr in einem Wechselverhältnis stehenden Organismusgesetz neue Gestaltungsmöglichkeiten.

3.2 Konstitution: Das Organismusgesetz agiert im Erscheinungsmedium

Auf der Seite der wesensgemässen Bestimmungen (Konstitution) einer Erscheinungsentwicklung (d.h. vom Gesichtspunkt des Organismusgesetzes) sind als Grundlage des Übergangs eines Einzelorganismus in den unmittelbar aus ihm folgenden ebenfalls zwei Aspekte zu unterscheiden, die sich zu den oben genannten Aspekten der Bedingungen, rezeptive Anknüpfung und rezeptive Öffnung, komplementär verhalten: *produktive Anknüpfung* oder *Aneignung* sowie *produktive Öffnung* oder *Erschliessung* (Abschn. 4.4, Tab. 1.2). Sie umfassen ebenfalls zwei zueinander gehörende Seiten der Bestimmung der Entwicklung durch das Organismusgesetz, die nicht isoliert voneinander auftreten können:

(A) In der *produktiven Anknüpfung* oder *Aneignung* geschieht eine Fokussierung der Erscheinung auf die Einschränkungen (Entmöglichungen)

durch das Erscheinungsmedium. Der Organismus wählt aktiv vorhandene Dispositionen aus, die – etwa durch natürliche Selektion – auf die zunehmend optimale Nutzung einer relativ stabilen äusseren Umgebung hin spezifiziert werden (Tab. 1.2 rechts). Diesem Prozess entspricht auch das Vorgehen bei der Rassenzucht (Selektion durch den Menschen): Die Rasseneigenschaften, die zu einer ganz bestimmten Umwelt besonders gut passen (z.B. die Genügsamkeit und Robustheit des schottischen Hochlandrindes auf kargem Grasland in relativ konstant kühlem Klima) werden bewahrt, indem immer Tiere angepaart und selektioniert werden, die diese Eigenschaften ausgeprägt zeigen und nicht davon abweichen.

(B) In der *produktiven Öffnung* der Erscheinung geschieht eine Gestaltung durch Innovation oder Symbiogenese (im Sinne des Mutualismus: gegenseitige Hilfe der beteiligten Partner) vermöge bisher nicht ins Dasein getretener Komponenten des Organismusgesetzes anhand einer aktiven Wechselwirkung mit den Ermöglichungen und Herausforderungen der äusseren und inneren Umwelt (Tab. 1.2 links). – Zu diesem Thema werden in der Evolutionsbiologie vor allem makroevolutive Schritte diskutiert, wie etwa der Übergang von Prokaryoten zu eukaryotischen Protisten, den Vorläufern aller höheren Organismen. Nach der Endosymbiontentheorie sind die Vorläufer wichtiger Organellen der eukaryotischen Zelle, die deren komplexe und diversifizierte Stoffwechselvorgänge ermöglichen, kleine Prokaryoten, die ursprünglich innerhalb einer grösseren Wirtszelle zum gegenseitigen Vorteil von Wirt und Endosymbiont agiert haben (*Campbell* 2006, S. 656 f). – Eine Innovation bestehender Strukturen tritt ein, wenn ein Organismus aus eigenem Antrieb etwas Neues in der gleichen Umwelt ausprobiert, wie z.B. Salamander in Mitteldeutschland, die begonnen haben, ihre Eier – statt ausschliesslich in fliessenden Gewässern – in Pfützen abzulegen. Dadurch konnten sie neue Lebensräume in ihrem angestammten Gebiet erobern (siehe *Steinfarz et al.* 2007, siehe hier Abschn. 4.3).

Auch diesen beiden Gestaltungsprinzipien lassen sich tiefer liegende Prinzipien zuordnen (Tab. 1.2), die *funktionelle Selbständigkeit* und die *funktionelle Mitgestaltung*.

Die hier im Überblick charakterisierten Bedingungen der biologischen Evolution des Organismusgesetzes werden in den folgenden Kapiteln 4 und 5 näher ausgeführt und weiter ausdifferenziert. Entscheidend bei diesen verschiedenen Facetten der Erscheinungsentwicklung ist ihr Ineinanderspiel. Es handelt sich bei den in den Tabellen 1.1 und 1.2 auseinandergegliederten Aspekten nicht um getrennte Faktoren der Entwicklung, sondern um miteinander in räumlicher und zeitlicher Wechselwirkung stehende Komponenten eines einheitlichen Entwicklungsprozesses (siehe dazu auch Abschn. 4.4).

4 Grundbegriffe der Anknüpfung

Anknüpfung und *Öffnung* sind die beiden Hauptprinzipien in der Entwicklung von Organismen im Rahmen der Evolution. Sie bringen Einschränkung (Anknüpfung) durch Eingrenzung und Zusammenziehung bzw. Vielfalt (Öffnung) durch Entgrenzung und Ausdehnung zum Ausdruck (Abschn. 4.4, Tab. 1.1 und 1.2). In diesem Kapitel wird die Anknüpfung näher beleuchtet, in Kapitel 5 die Öffnung.

4.1 Rezeptive Anknüpfung oder Anpassung

Die *rezeptive Anknüpfung* oder *Anpassung* von Organismen an die Umwelt ist ein Spezialfall der *Aneignung* im Sinne der Prinzipien der Erscheinungsentwicklung eines Wesens (*Ziegler* 2008a). Sie umfasst alles dasjenige, was ein Organismus von der Umwelt aufgreift, wodurch er geprägt ist und worauf er durch Fähigkeitsbildung spezifisch reagiert (Kap. 3). Ihrer weiteren Differenzierung liegt eine Unterscheidung in eine innere und eine äussere Umwelt zugrunde.

Die *äussere Umwelt* umfasst alles dasjenige, was vom Erscheinungsmedium (hier in erster Linie – aber nicht ausschliesslich – die physisch-sinnliche Welt) nicht unmittelbar zum Organismus gehört und die *innere Umwelt* alles dasjenige aus dem Erscheinungsmedium, was zum Organismus selbst gehört und bei Fortpflanzung, Vermehrung oder Individualentwicklung von Elternorganismen in Kinderorganismen übergeht.

Zur äusseren Umwelt gehören insbesondere auch die anderen Organismen derselben Art und weiterer Arten innerhalb derselben Lebensgemeinschaft. Zur inneren Umwelt gehören neben dem Verhalten der Eltern insbesondere das Erbgut, aber auch alle mitübertragenen Eiweisse und weitere Zellstrukturen und in Zellen vorhandene Stoffe. Damit lässt sich die Anpassung oder rezeptive Anknüpfung in zwei Aspekte aufgliedern (Tab. 1.1 rechts):

(1a) Auf der einen Seite gibt es die *rezeptive organismische Anpassung an die äussere Umwelt* oder *Adaptation* im Sinne einer optimierten Eingliederung in die äussere Umwelt als Grundlage der Artstabilisierung oder -veränderung. Die natürliche Selektion (welche die natürliche Elimination sowie die sexuelle Selektion umfasst) fungiert als Mittel der Anpassung durch eine nicht-zufällige Reduktion der Lebensvielfalt angesichts begrenzter Ressourcen. Denn in diesem Prozess sind die weniger überlebens- und reproduktionsfähigen Organismen im Nachteil. Hier herrscht das Prinzip der rezeptiven Spezialisierung oder der rezeptiven Divergenz (Verzweigung), falls die Ausgangsformen erhalten bleiben. – Eine Adaptation im erstgenannten Sinne ist z.B. die Vererbung des körpereigenen Schutzes gegenüber Klimaeinflüssen, den verschiedene Organismen ganz unterschiedlich gestalten:

Gegenüber der Kälte schützen sich etwa Murmeltiere durch Fettansatz und Winterschlaf; d.h. das Tier frisst in dieser Zeit fast nichts, die Atmung und der Blutkreislauf werden stark verlangsamt, sodass nur noch 10% der Energie des Wachzustandes verbraucht werden. Wiederkäuer schützen sich mit einem Winterfell und entwickeln in rauen Klimazonen eine besonders dicke Oberhaut. Anpassung kann auch das Verhalten betreffen: Zugvögel reisen in wärmere Regionen. Diese Schutzprozesse sind dauernd anpassbar und nicht starr (es gibt Zugvögel, die in wärmeren Wintern nicht wegziehen oder weniger weit ziehen), trotzdem aber stabil, sofern die Umwelt auch stabil bleibt. Deshalb ermöglichen diese Prozesse sowohl Robustheit als auch Flexibilität, je nach den Erfordernissen.

(2a) Auf der anderen Seite gibt es die *rezeptive organismische Anpassung an die innere Umwelt* im Sinne einer Erhaltung und Fortsetzung der gegebenen und erworbenen inneren Umwelt, insbesondere durch organismische, zelluläre und molekular-genetische *Vererbung* sowie durch die Weitergabe von Verhaltensweisen (welche de facto einer Vererbung gleichkommt).[30] Man kann auch von vertikaler Vererbung und – im Falle des Verhaltens – von horizontaler Vererbung sprechen. – Die Vererbung von Eigenschaften über das Verhalten konnte z.B. bei einer Hausrattenkolonie in Jerusalem beobachtet werden (*Jablonka/Lamb* 2005): Die Tiere hatten gelernt – anstatt in den Kellern der Menschen – auf Pinienbäumen zu leben, dort ihre Nester zu bauen und auch Pinienkerne für ihre Ernährung zu knacken. Die Jungtiere lernen diese Verhaltensweisen jeweils von den Alttieren. Werden sie nach der Geburt von den Eltern getrennt und im Labor aufgezogen, können sie als Adulttiere weder Nester auf Bäumen bauen, noch Pinienkerne knacken. Umgekehrt lernen nicht-verwandte Jungtiere, wenn sie in diese Kolonie gebracht werden, diese Verhaltensweisen und zeigen damit eine Art horizontale «Vererbung».

4.2 Produktive Anknüpfung oder Aneignung

Die im vorangehenden Abschnitt beschriebenen Prozesse betreffen die jede Einzelerscheinung des Organismusgesetzes prägenden rezeptiven *modifizierenden* und *ermöglichenden Bedingungen* des Erscheinungsmediums (Tab. 1.1), mit denen sich die einzelnen Organismen in einem aktiven Anpassungsprozess gegenüber der Umwelt auseinandersetzen. Die Bedingungen sorgen zugleich durch ihre relative Konstanz dafür, dass es mehr oder weniger konstante Arten geben kann, die jedoch trotzdem langfristig eine Evolution durchmachen. Evolution ist dann das Resultat der Wechselwirkung der er-

30 Siehe dazu die Übersicht in *Jablonka/Lamb* 2005.

möglichenden Bedingungen der Umwelt und der durch das Organismusgesetz bestimmten Konstitution, sowie der Eigeninitiativen der Einzelorganismen.

Die zwei in Abschnitt 4.1 genannten Aspekte der *rezeptiven Anknüpfung* oder *Anpassung* müssen demnach durch zwei komplementäre Aspekte ergänzt werden, welche beschreiben, wie das Organismusgesetz die durch die innere und äussere Umwelt gebotenen Herausforderungen und Freiräume aktiv aufgreift und für den Fortgang der Evolution fruchtbar macht: die *produktive konstitutive Bestimmung*, insbesondere die *produktive Anknüpfung* oder *Aneignung* (1A) und die *produktive Differenzierung* (2A), (Tab. 1.2 rechts):

(1A) *Produktive Aneignung*: Die ermöglichenden und veranlassenden modifizierenden Bedingungen der *äusseren Umwelt* werden durch die sich im Individuum beim Übergang von den Vorfahren zu den Nachkommen auswirkende, durch das Organismusgesetz bestimmte *produktive Spezialisierung* oder *produktive Divergenz* (falls die Ausgangsformen erhalten bleiben) ergänzt. **(i)** Dies bedeutet zum einen eine *aktive Intensivierung* der Entwicklung (Peramorphose, progressive Gestaltentwicklung) des ganzen Organismus oder einzelner seiner Teile. Dies ist auf drei Arten möglich (Tab. 2 rechts: Ausdifferenzierung von **(1A)(i)** aus Tab. 1.2 rechts): erstens durch eine Beschleunigung der Gestaltentwicklung relativ zur reproduktiven Reife (Akzeleration); zweitens durch eine Verlangsamung/Verzögerung der reproduktiven Entwicklung relativ zur Gestaltentwicklung (Hypermorphose, Prolongation), die mit einer Merkmalszunahme und Alterung sowie einer Verhärtung, einer Fixierung von Merkmalen einhergehen kann; drittens durch einen früheren Wachstumsbeginn (Predisplacement), was mit einer «Vorausnahme» von späteren Entwicklungsstadien einhergeht.[31] Diese Spezialisierungsschübe können im Extremfall bei sich rasch ändernden (äusseren) Umweltbedingungen zum Aussterben der entsprechenden Organismen führen. **(ii)** Ergänzend kann zum anderen durch das *aktive Aufsuchen von ökologischen Nischen* eine adaptive Spezialisierung in Gang gesetzt werden.

31 Siehe dazu *Gould* 1977, *Alberch et al.* 1979, *McNamara* 1997, *Klingenberg* 1998, *Schad* 1992, 2000, *Verhulst* 1999, 2000, *Kümmell* 2008a, 2008b, 2009 (und zusammenfassend und mit vielen Beispielen *Kümmell* 2015) und für eine ergänzende Sicht im Sinne von Entwicklungssequenzen ohne Bezug auf Wachstumsparameter *Smith* 2001, 2003. – Entwicklung durch Intensivierung (Peramorphose) und/oder Zurückhaltung (Pädomorphose – siehe Abschn. 5.1) sind die beiden Aspekte der Heterochronie (Tab. 2). Sie können sowohl Teile wie das Ganze des Organismus betreffen. Im ersteren Fall können beide Prozesse gleichzeitig in verschiedenen Teilen des Organismus wirksam werden und dadurch die mannigfaltigsten Formen hervorbringen. *McNamara* (1997) stellt die Heterochronie als zentrales Entwicklungsprinzip der Genetik und der natürlichen Selektion zur Seite. Damit entsteht ein differenzierteres Bild der evolutiven Vorgänge. Unter der Annahme eines ideenrealistisch aufgefassten Organismusgesetzes gehören Vererbung und Selektion zu den externen modifizierenden Bedingungen

Hierher gehören auch die kontrovers diskutierten Tatsachen der neutralen phänotypischen Evolution.[32]

Die ontogenetischen Prozesse der *Peramorphose* oder progressiven Gestaltentwicklung haben phylogenetische Konsequenzen. D.h., die im Laufe von Generationen zunehmende Verfrühung der Spezialisierung mit einer Zunahme oder «Entstehung» neuer Merkmale führt zu Adultformen, die immer spezialisierter werden. Dies ist eine Folge zunehmender Anpassungs- und/oder Spezialisierungsschritte *vor* dem Erreichen des Adultstadiums. Als Konsequenz kann sich eine *Rekapitulation* ergeben: in späteren Generationen rekapitulieren die im Jugendalter bis zur Fortpflanzungsreife (Ende der reproduktiven Entwicklung, Beginn des Adultstadiums) durchlaufenen ontogenetischen Wachstumsstadien die phylogenetische Reihe (Figur 1.2).

Ein Beispiel: Die Pferde waren ursprünglich klein wie Hunde und hatten fünfstrahlige Gliedmassen. Ihre Zehen und Finger wurden im Laufe von Jahrtausenden zurückgebildet, bis zur Einstrahligkeit. Die heutigen Pferde zeigen nur noch in ihrer frühen Embryonalentwicklung die Anlage zu fünfstrahligen Gliedmassen, bilden diese aber sogleich wieder zurück, sodass bereits die Föten die pferdetypischen einstrahligen Gliedmassen haben und mit diesen geboren werden. Dieses Phänomen wurde bereits von *Haeckel* (1866, 1891) als «biogenetisches Grundgesetz» beschrieben (*Gould* 1977, *Wuketits* 1988, 2005, *Jahn* 2000).

Das biogenetische Grundgesetz gilt nicht universell. Es konnte gezeigt werden, dass, wenn überhaupt, nur larvale Formen und keine adulten Formen rekapituliert werden (*De Beer* 1940). Die Tatsachen der partiellen Rekapitulation und der rudimentären Organe sind aber bei gewissen Organismen unbestritten (*Mayr* 2003, *Wuketits* 1988, *Neukamm* 2007). Weiter zeigte sich in Einzelfällen, dass ein Vergleich heutiger embryonaler Entwicklungsformen mit alten stammesgeschichtlichen Stadien möglich ist (*Portmann* 1983). Man muss die generelle Gültigkeit dieses Gesetzes zumindest offen lassen (*Waddington* 1970, *Osche* 1985). Aus unserer Sicht kann darüber hinaus auf die fruchtbare Synthese von Embryologie und Entwicklungsbiologie mit der Evolutionsbiologie hingewiesen werden (*Laubichler* 2005b, *Müller*/*Newman* 2005, *Stotz* 2005b, *Schlosser* 2006), deren Sonderstellung durch den eigens

---

und die Gesetzmässigkeiten der Heterochronie zu den internen Bestimmungen der Erscheinungsentwicklung des Organismusgesetzes. McNamara muss so etwas geahnt haben, denn hie und da erwähnt er einen «trade-off» zwischen den Prozessen der Peramorphose und denen der Pädomorphose, wo die eine Entwicklungstendenz zugunsten der anderen zurücktreten muss und umgekehrt. Für die Frage nach der Regulation dieser Prozesse bietet ein konkret wirksames Organismusgesetz als übergeordnet agierende Instanz eine Erklärung.

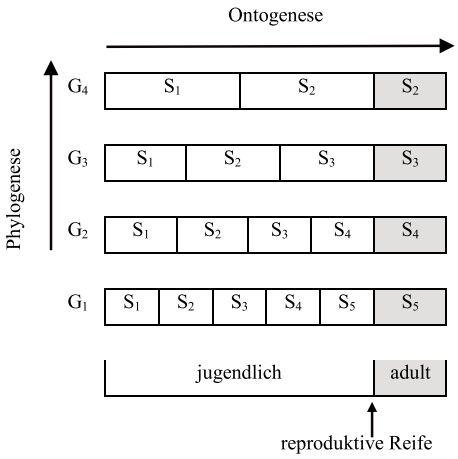
32 Siehe dazu die Übersicht in *Junker* 2009 und die einflussreiche Arbeit *Gould*/*Lewontin* 1979.

geprägten Ausdruck «Evo-Devo» hervorgehoben wurde. – Die Annahme, dass Vererbung ausschliesslich über die DNA erfolgt (wie etwa bei *Mayr* 2003), lässt sich nicht mit dem biogenetischen Grundgesetz vereinbaren. Zieht man aber die Möglichkeit einer nicht ausschliesslich genetisch bedingten Vererbung in Betracht (d.h. etwa epigenetische Vererbung, bzw. die Vererbung erworbener Eigenschaften), so kann auch das biogenetische Grundgesetz wieder als Arbeitshypothese ernst genommen werden.

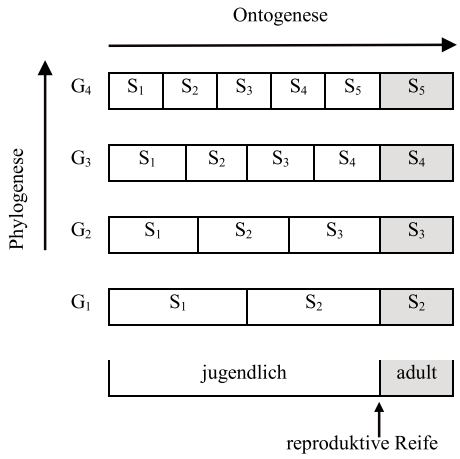
(2A) In der *produktiven Differenzierung* werden die veranlassenden und ermöglichenden Bedingungen der *inneren Umwelt* durch das dem Lebewesen immanente Organismusgesetz aktiv mitgestaltet, aufgegriffen und durch Aktualisierung weiterentwickelt. **(i)** Bei der *Steigerung durch zukunftsgerichtete Wiederholung (Fähigkeitsbildung)* werden in der Ontogenese schrittweise ausgewählte frühere phylogenetische Organisations- und Verhaltensformen wieder durchlaufen, im Sinne einer aktiven Anpassung bisheriger Entwicklungsschritte an die gegenwärtigen Verhältnisse. Es handelt sich nicht um eine blosse Wiederholung früherer Schritte, sondern um eine Aktualisierung derselben auf einer höheren Stufe. Dies entspricht der Auffassung des biogenetischen Grundgesetzes als einer auf die Zukunft gerichteten «Rekapitulation», bei der die mitgebrachten Fähigkeiten mit den aktuell herrschenden Bedingungen durch Steigerung in Übereinstimmung gebracht werden. Man könnte dann von einer *Prokapitulation* sprechen. Bisher können dazu nur menschliche (seelische) Entwicklungsprozesse angeführt werden, es gibt dazu (noch) keine rein biologischen Beispiele. **(ii)** Ergänzend kommt es zu einer Steigerung und damit zu einer Fortentwicklung der vererbten Eigenschaften durch eine Stabilisierung der vertikalen Vererbung entlang der Generationenfolge. Dies geht mit einer genetischen Abschirmung oder Stabilisierung einher, welche der Robustheit der Arten (*Stasis*) zugrunde liegt.[33]

Der aktiven Spezialisierung durch Akzeleration und Nischenergreifung **(1A)** sowie der Differenzierung und Steigerung durch zukunftsgerichtete Wiederholung (Fähigkeitsbildung) und Stabilisierung der Vererbung **(2A)** liegt die dem Organismusgesetz immanente *produktive Anknüpfung* oder *Aneignung* mittels *Gestaltung durch Individualisierung* und *Spezialisierung* zugrunde. Sie ist letztlich Ausdruck der sich im Laufe der biologischen Evolution steigernden Ausdrucksfähigkeit und funktionellen Selbständigkeit des Organismusgesetzes und damit der sich steigernden *Automorphie* (selbständige Formführung) und *Autoregulation* (selbständige Prozess- und Verhaltensführung) der Organismen zusammen mit der aktiven Vergesellschaftung derselben (Tab. 1.2 rechts). Dieses Thema wird in Kapitel 6 aufgegriffen und fortgesetzt.

33 Siehe dazu die Übersicht in *Bauer* 2008.



Figur 1.1 Schematische Repräsentation der Pädomorphose:
Pädomorphosen führen zur Dehnung der Wachstumsstadien von einer Generation zur nächsten; dabei bleiben Jugendformen der früheren Formen im adulten Stadium erhalten. Phylogenetisch kommt es dadurch zu einer Verjugendlichung der Adultformen.



Figur 1.2 Schematische Repräsentation der Peramorphose:
Peramorphosen führen zu zeitlichen Verdichtungen der Wachstumsstadien von einer Generation zur nächsten. Phylogenetisch kommt es dadurch in der letzten Generation G_4 in der Jugendphase zur Rekapitulation (einiger) der Formen der vorangegangenen Generationen.

Horizontale Richtung nach rechts: Ontogenese mit Wachstumsstadien S_1, S_2, S_3, S_4, S_5.
Vertikale Richtung nach oben: Phylogenese mit den Generationen G_1, G_2, G_3, G_4.

Es soll jedoch bereits hier festgehalten werden, dass es sich bei Automorphie und Autoregulation nicht um absolute, sondern um *relative* Selbständigkeiten in Formbildung und Prozesssteuerung handelt. Die Umgebungsbedingungen spielen in beiden Fällen nach wie vor eine Rolle. Es handelt sich im Grunde genommen um eine sich in Einzelorganismen abzeichnende zunehmende Gestaltung des Wechselspiels von inneren Bestimmungen und äusseren Bedingungen, welche dann auch eine fruchtbare Wechselwirkung und Vergesellschaftung mit anderen Organismen ermöglichen.

Bei der *Gestaltung durch Individualisierung* und *Spezialisierung* werden bestimmte universelle Komponenten des Organismusgesetzes angesichts der gegebenen und mitgestalteten inneren und äusseren Umweltbedingungen (innere und äussere Anknüpfung) aktiv individualisiert und spezialisiert und in die gewordenen Weltverhältnisse eingegliedert. Dabei sind weder die allgemeinen Bestimmungen des Organismusgesetzes noch die unspezifischen Bedingungen der Umgebung, des Mediums, hinreichend für die Erklärung aller Details der Konkretisierung der individuellen Erscheinung. Mit anderen Worten: Das einzelne konkrete Lebewesen, das Individuum, hat einen unendlichen Gestaltungs- und Verhaltensspielraum, der mannigfaltige kreative Ausschöpfungen des gegebenen Potentials ermöglicht (multiple Realisierbarkeit). Dies ist eine logische Konsequenz des prin-

zipiellen Verhältnisses einer universellen Gesetzmässigkeit zu einer ihrer möglichen Erscheinungen. Denn auf der einen Seite ist eine Erscheinung, weil sie immer in ein Medium eingebettet ist, nicht konkret (d.h. bis in alle Einzelheiten) durch den Inhalt einer universellen Gesetzmässigkeit allein bestimmbar; und auf der anderen Seite sind die für das Organismusgesetz unspezifischen Umweltbedingungen, d.h. die Eigenschaften des Erscheinungsmediums, nicht hinreichend zur Festlegung von Individualisierungen und Spezialisierungen eines Einzelorganismus durch das Organismusgesetz.

Dies hat die fundamentale Konsequenz, dass ein Individualisierungs- oder Spezialisierungsprozess weder durch den Inhalt des Organismusgesetzes (Struktur, Form) und/oder das Erscheinungsmedium determiniert (voraussagbar) noch zufällig (gesetzlos, unverursacht) ist. Aus den oben genannten Gründen ist der Prozess nicht eindeutig determiniert, und zufällig ist er nicht, weil die konkrete Gestaltung der Individualisierung oder Spezialisierung durch das Organismusgesetz vollzogen oder verursacht wird: Das Organismusgesetz in Einheit mit dem aktuell lebenden Individuum trifft die notwendigen Entscheidungen, welche sowohl durch die Wesens*bestimmungen* als auch durch die Umwelt*bedingungen* offen gelassen werden.

Die kontrovers diskutierte Frage, ob in der Evolution *grundsätzlich* zufällige Prozesse eine Rolle spielen, oder ob sie einem vorbestimmten Verlauf folgt, orientiert sich lediglich an der Erscheinungsentwicklung. Sie findet mit der Hypothese des Organismusgesetzes eine überraschende Lösung: Beides ist nicht der Fall. Das Organismusgesetz verursacht einen Individualisierungs- oder Spezialisierungsprozess, der in seiner konkreten Einheit mit den jeweils aktuell lebenden Individuen mit offenem Ausgang gestaltet wird.

4.3 Beispiele zu den Prozessen der Anknüpfung und Öffnung

Die in den Tabellen 1.1 und 1.2 beschriebenen Aspekte der Erscheinung und Entwicklung von Organismen sind unter anderem anhand von Prozessen während der Artentstehung beobachtbar. Zwei neuere Arbeiten zur sympatrischen Artbildung sollen stellvertretend für andere Beispiele ausführlich präsentiert und diskutiert werden.

Barluenga et al. 2006: In dem kleinen, tiefen Kratersee Lake Apoyo in Nicaragua leben zwei Buntbarscharten: *Amphilophus citrinellus* und *Amphilophus zaliosus*, die sich nicht paaren, obwohl sie teilweise zusammen vorkommen. Sie zeigen ein unterschiedliches Verhalten: *A. citrinellus* lebt und ernährt sich vor allem am Gewässerboden in Ufernähe, *A. zaliosus* lebt vor allem im offenen, tieferen Gewässer. *A. citrinellus* hat einen rundlich-flachen Körper, einen breiten Unterkiefer und teilweise molariforme Zähne, *A. zaliosus* hat einen schlanken Körperbau, einen schmaleren Unterkiefer und nur kleine, spitze Zähne. In den Mägen von *A. citrinellus*-Individuen

fand das Forschungsteam nebst Überresten von Biofilm, Fisch und Insekten vor allem Algen, wobei Insekten nicht bei allen zu finden waren. In den Mägen von *A. zaliosus*-Individuen fanden sie keine Algen, aber immer Insekten, Biofilm, Fisch und Zooplankton.

Untersuchungen der mitochondrialen DNA beider Arten haben gezeigt, dass der Zeitpunkt ihrer Speziation im Rahmen des Zeitraumes liegt, in dem die Entstehung des Kratersees anzunehmen ist. Ferner konnten die Forscher durch den Vergleich von DNA-Fragmenten feststellen, dass die beiden Arten von der gleichen *A. citrinellus*-Art abstammen und sich ohne geografische Barrieren und Isolation gebildet haben. Diese Artbildung wird als sympatrische Speziation bezeichnet.

Steinfartz et al. 2007: Die Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) im Kottenforst bei Bonn haben sich in zwei Gruppen geteilt, die sich aufgrund von Mikrosatellitenloci genetisch unterscheiden lassen, die aber anhand von DNA-Analysen auf die gleiche Ursprungsart zurückzuführen sind. Die beiden Gruppen verhalten sich unterschiedlich und besiedeln dadurch unterschiedliche Lebensräume: die Weibchen der einen Gruppe legen die Larven, die im Mutterleib herangereift und geschlüpft sind, in einen Bach ab, also in ein permanent fliessendes Gewässer, wie Feuersalamander es üblicherweise tun. Dort finden die Larven bis zu ihrer Metamorphose zum Landtier genügend Nahrung. Die Weibchen der anderen Gruppe legen die Larven in kleine, oft nur temporär stehende Gewässer, wie Pfützen oder mit Wasser gefüllte Wagenspuren ab. Diese Larven sind bei der Ablage schon etwas schwerer als die Larven der ersten Gruppe. Sie entwickeln sich unter diesen limitierten Futterbedingungen (da die Pfützen austrocknen können) schneller und metamorphosieren schon zu Adulttieren, wenn sie noch kleiner und leichter sind als die Tiere in den permanent fliessenden Gewässern. Die Autoren sehen darin eine zurzeit im Prozess befindliche sympatrische Artbildung. Sie sind darüber hinaus der Ansicht, dass solche Prozesse der Artbildung in der Natur häufig vorkommen, obwohl sie heute noch selten beschrieben und teilweise kontrovers diskutiert werden.

In beiden Fällen gehen die Forschungsteams davon aus, dass ursprünglich *eine* Art vorhanden war, aus der mit der Zeit zwei Arten entstanden bzw. im Entstehen begriffen sind. Die Artentstehung beginnt damit, dass die Tiere auf unterschiedliche Nischen in ihrem Ökosystem aufmerksam werden (Tab.1.2: **1A**) und sich durch Verhaltensänderungen, bzw. innovatives Verhalten, diese Nischen zum Lebensraum machen (Tab.1.2: **1B**). Die Tiere passen ihre Verhaltensweisen dauernd an die entsprechende Umwelt an (Tab.1.2: **1A**): Das Salamanderweibchen legt in Pfützen schwerere Larven ab als die Tiere in der Fliessgewässergruppe. Das Aufwachsen in langsam austrocknenden Pfützen hat neue Prozesse bei den Nachkommen zur Folge:

sie entwickeln sich schneller in Richtung Metamorphose als die Larven der Ursprungsart; sie zeigen eine rezeptive Anpassung (Tab.1.1: **1a**). Der Prozess verläuft gleichzeitig produktiv (aktiv) ab, indem die Weibchen immer wieder ähnliche Stellen aufsuchen und womöglich auch Paarungspartner finden, die sich in diesen Regionen aufhalten (Tab.1.2: **1A**). Die rezeptiven und aktiven Prozesse (Tab.1.1: **1a** und Tab.1.2: **1A**) finden dauernd wechselseitig und sich ergänzend statt. Wären geografische oder auch menschengemachte Barrieren zwischen den Nischen vorhanden, so würde die Artbildung durch Isolation und nicht nur durch die Eigenaktivität der Tiere entstehen; dies würde der Situation in Tab.1.2: **1b** entsprechen.

Bei den Buntbarschen entwickelte sich in der einen Gruppe aufgrund des gewählten Aufenthalts im offenen Gewässer (Tab.1.2: **1A**) ein neues, den Raubfischen ähnliches Ernährungsverhalten. Weitgehend ohne pflanzliche Nahrung hatte es die für diese Gruppe typische Bildung von schlankeren Kiefer- und Körperformen und den Verlust der molariformen Zähne zur Folge (Tab.1.1: **1a**). So bildete sich über viele Generationen die Art *A. zaliosus*.

Sowohl bei den Salamandern als auch bei den Buntbarschen entstanden durch neue Verhaltensweisen einiger Individuen zwei unterschiedliche Gruppen, die verschiedene Nischen besiedeln konnten und sich mit der Zeit vorzugsweise nur noch untereinander paarten. Dieses auswählende Paarungsverhalten ist bei den Buntbarschen streng ausgebildet und konnte auch direkt im Experiment beobachtet werden – bei den Salamandern jedoch noch nicht. So entstanden genetisch unterscheidbare, durch das Verhalten isolierte Gruppen, welche die entsprechenden Eigenschaften weitervererben (Tab.1.1: **2a**). Die Tiere können auch Verhaltensweisen durch Lernen und Nachahmung voneinander übernehmen (Tab.1.1: **2a**). Aufgrund der Variabilität des Genotyps (Tab.1.1: **2b**) ist es möglich, dass durch diese Prozesse innerhalb der Teilpopulationen neue Genotypen entstehen, die sich dann durch das mehr oder weniger gleich bleibende Verhalten der Tiere stabilisieren (Tab.1.2: **2A**). Dieser Prozess ist bei den Buntbarschen vermutlich bereits abgeschlossen: Es sind zwei genetisch getrennte, stabile Arten entstanden; bei den Salamandern ist er gegenwärtig im Gang.

Ein Aspekt der in den Tabellen 1.1 und 1.2 beschriebenen Prozesse kommt in diesen Beispielen nicht vor: die produktive Artverwandlung durch Entpassung und Vernetzung, wie sie etwa bei der Neotenie vorliegt (Tab.1.2: **2B** und Tab. 2 links). Ein bekanntes Beispiel dafür ist der Axolotl (*Ambystoma mexicanum*), ein Schwanzlurch, der ohne Metamorphose zu seiner vollen Grösse heranwächst, geschlechtsreif wird und sich fortpflanzt, aber viele Merkmale seines Larvenstadiums beibehält, unter anderem die Kiemen. Entsprechend bleibt er zeitlebens ein Wassertier, im Gegensatz zu den meisten anderen Schwanzlurcharten.

4.4 Zusammenfassende Übersichts-Tabellen zur Erscheinungsentwicklung von Organismen

Die Tabellen 1.1 und 1.2 fassen die in den Kapiteln 3, 4 und 5 dargestellten Prinzipien der Erscheinungsentwicklung von Organismen zusammen und schliessen unmittelbar aneinander an: **Tabelle 1.2 ist direkt unterhalb Tabelle 1.1 zu denken.**

Rezeptive (passive) Bedingungen (Modifikation) als primäre Grundlage innerartlicher oder intraspezifischer Evolution:

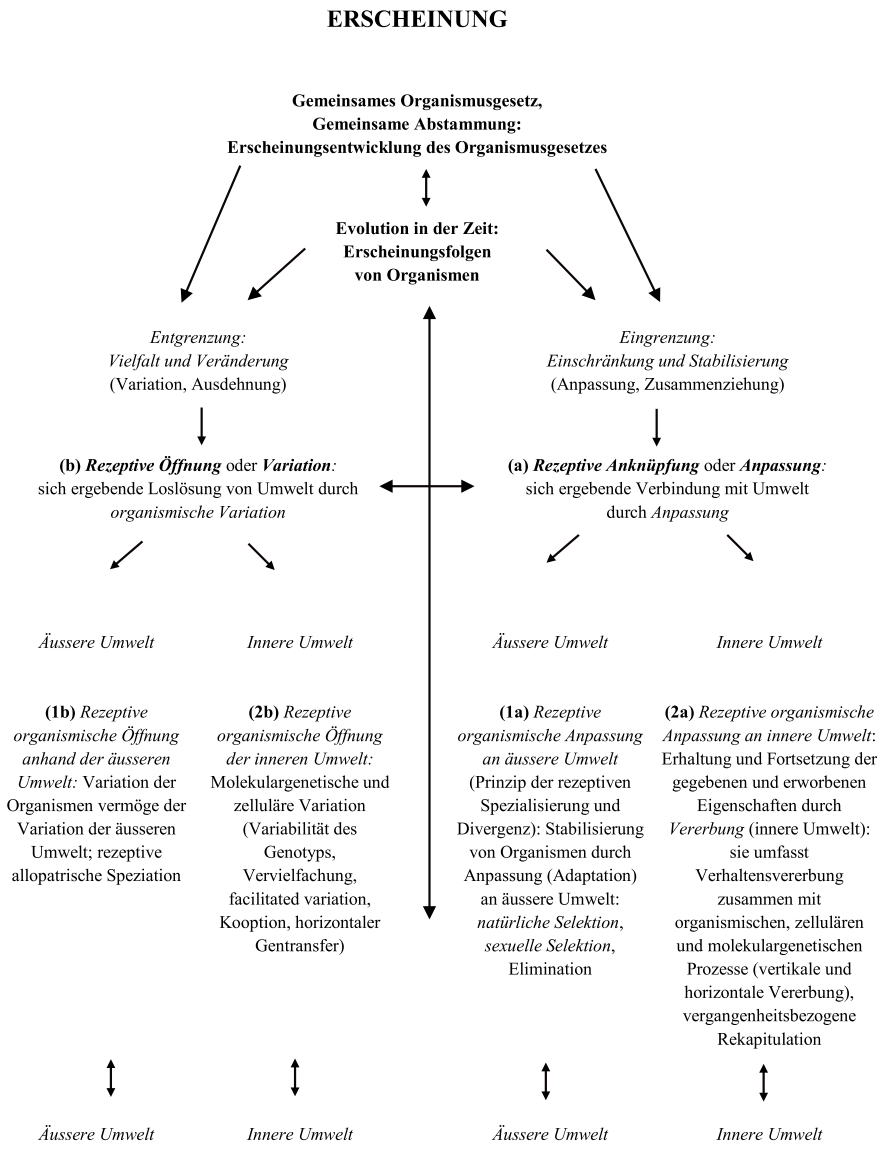


Tabelle 1.1: Wirksame Prinzipien oder Prozesse der Evolution von Organismen aus den Gesichtspunkten der Erscheinungsentwicklung: ***Rezeptive Bedingungen***

Die Hauptstruktur der Tabellen beruht auf folgenden Paaren von Prinzipien:

Links (Tabelle 1.1) – Rechts (Tabelle 1.2)	**Bedingung: Rezeption (passiv) – Bestimmung: Produktion (aktiv)**
Links – Rechts (innerhalb der Tabellen)	**Öffnung – Anknüpfung**
Verknüpfung (oben-unten, links-rechts)	**(b) Rezeptive Öffnung = Variation,**
	(a) Rezeptive Anknüpfung = Anpassung
	(B) Produktive Öffnung = Erschliessung
	(A) Produktive Anknüpfung = Aneignung
Innerhalb linker und rechter Spalten	**Äussere Umwelt – Innere Umwelt**

Produktive (aktive) Bestimmungen (Konstitution) als primäre Grundlage artübergreifender oder transspezifischer Evolution:

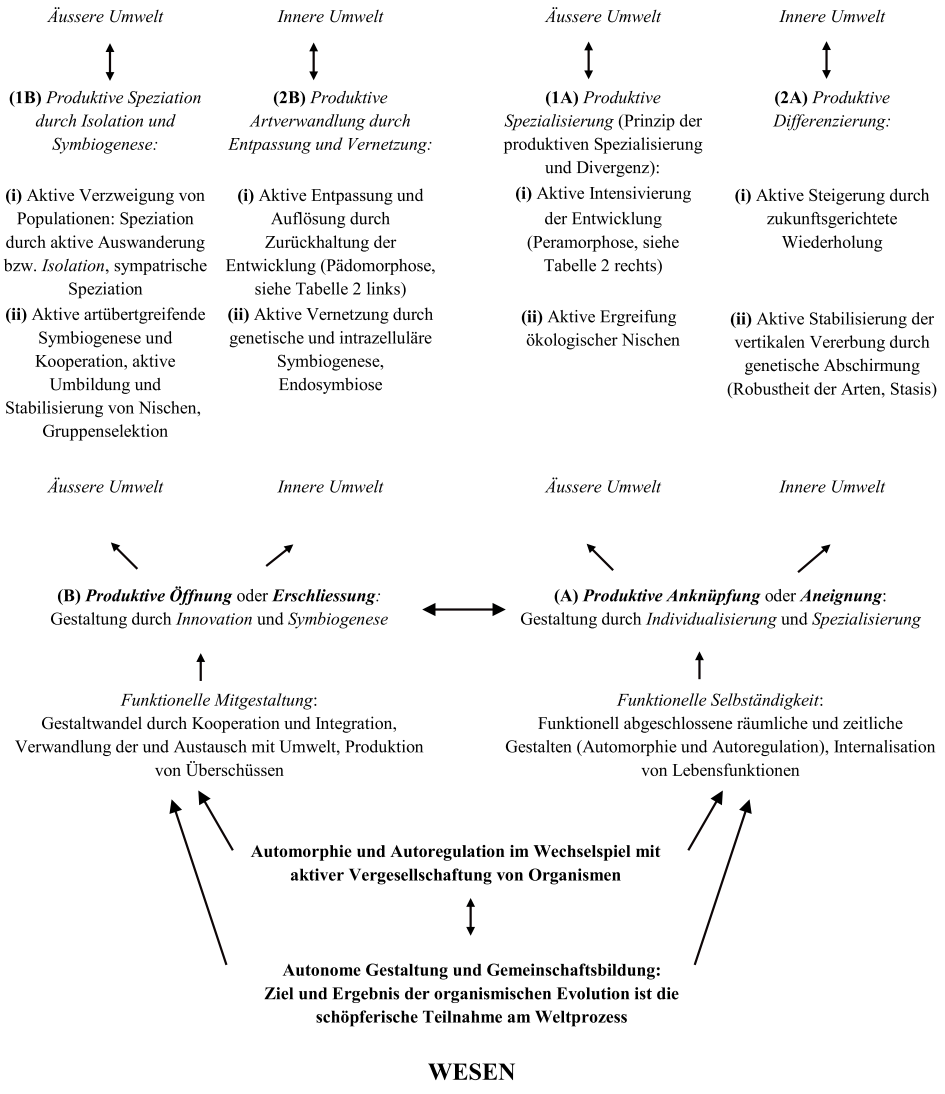


Tabelle 1.2: Wirksame Prinzipien oder Prozesse der Evolution von Organismen aus den Gesichtspunkten der Erscheinungsentwicklung: ***Produktive Bestimmungen***

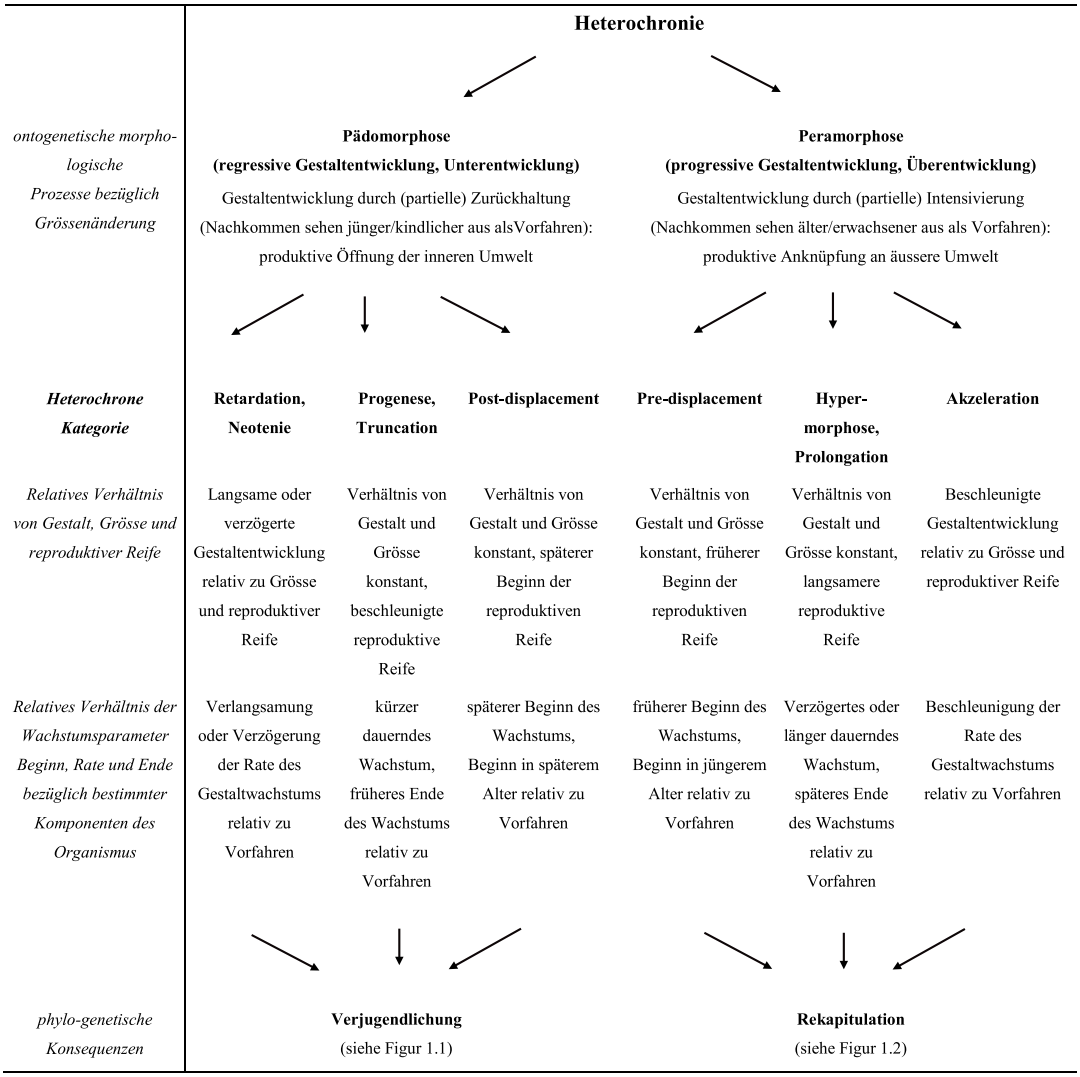


Tabelle 2: Entwicklungsverhalten bezüglich Gestalt und Grösse (somatische Entwicklung) sowie reproduktiver Reife (reproduktive Entwicklung) beim Übergang von Vorfahren zu Nachkommen.

Die in den Tabellen 1.1, 1.2 wegen der diskursiven Art der Darstellung getrennt voneinander angeführten und im Text (Kap. 3, 4 und 5) erläuterten Komponenten der Entwicklung darf man sich nicht voneinander isoliert vorstellen, wenn sie für die Erläuterung der Gesetze der biologischen Evolution relevant sein sollen. Die etwa unter rezeptiver Anknüpfung (Kap. 3 und Abschn. 4.1) und produktiver Öffnung (Kap. 3 und Abschn. 5.2) angeführten und in den Tabellen 1 und 2 zusammengefassten Prozesse im Sinne von wirksamen Gesetzmässigkeiten der biologischen Evolution sind weder

räumlich noch zeitlich getrennt zu denken (siehe dazu auch die Bemerkung am Ende von Kap. 3). Vielmehr spielen sie in komplexer Weise zusammen und sind nur um der Differenzierung willen (im Text und insbesondere in den Tab. 1 und 2) getrennt, nach- und nebeneinander aufgeführt.

In der konkreten Entwicklung von den Vorfahren zu den Nachkommen von Organismen sind immer alle Prozesse beteiligt, zugleich oder nacheinander, und möglicherweise auch am selben Ort. Gerade das zeitweise und/oder lokale Vorherrschen oder Zurücktreten eines Prozesses gegenüber anderen macht die (nichtlineare) Mannigfaltigkeit des Evolutionsgeschehens erst möglich. Das diese Variationen ermöglichende und zugleich regelnde Agens ist das Organismusgesetz. So gesehen zeigen die in den Tabellen 1 und 2 angeführten wirksamen Gesetzmässigkeiten (Prozesse) die auseinandergelegten zentralen externen und internen Komponenten, die in ihrem zeitlichen und räumlichen Zusammenspiel die biologische Evolution unter Zugrundelegung des Organismusgesetzes gestalten.

5 Grundbegriffe der Öffnung

In diesem Kapitel wird die Umwelt des sich in einem Einzelorganismus (Individuum) verwirklichenden Organismusgesetzes gegliedert; einerseits in die organische, ökologische, klimatische und geologische Umwelt, in die Lebensbedingungen der umgebenden Natur (inklusive aller übrigen Organismen), kurz in die *äussere Umwelt*, sowie andererseits in die organismische, arteigene, *innere Umwelt*. Im Kontext dieser Untersuchungen gehört das Genom zur inneren Umwelt des sich in Einzelorganismen verwirklichenden Organismusgesetzes, also zu denjenigen Bedingungen seines Erscheinens, mit denen sich dieses Gesetz im Rahmen der einzelnen Organismen auseinandersetzen muss. Dem Genom selbst und seinen Veränderungen kommen keinerlei produktive gestalterischen Funktionen zu, sondern im Gegenteil, eine einschränkende, die Möglichkeiten des morphologischen und funktionellen Ausdrucks kanalisierende Aufgabe. Das Genom ermöglicht einerseits in seiner Konstanz eine gewisse Stabilität und andererseits durch seine Flexibilität eine Offenheit für neue Gestaltungs- und Prozessimpulse des dem Individuum immanenten Organismusgesetzes (siehe Abschn. 1.1). Da die konkrete Ausgestaltung desselben grundsätzlich nicht voraussehbar ist, wird sie üblicherweise als «zufällig» charakterisiert (siehe dazu weiter unten).

Wäre Entwicklung ausschliesslich in der Form der *produktiven Anknüpfung* oder *Aneignung* im Zusammenspiel mit der *rezeptiven Anknüpfung* des Organismusgesetzes an seine Ausgestaltungen in den Vorfahren eines Individuums und dessen weiteren Anpassungen an seine Umwelt möglich, so käme es in der Generationenfolge auf der Erscheinungsebene notwendigerweise zu einer Vereinseitigung und zu einer fortgesetzten Verengung

des Ausdrucks des Organismusgesetzes, welche die weitere Entwicklung behindern würden. Die Organismen würden dann zwar hochspezialisiert, aber sie könnten nur einen kleinen Teil der Funktionseinheiten des sich entwickelnden Organismusgesetzes ausschöpfen und repräsentieren. Solche Organismen wären dann ausserstande, auf grössere Veränderungen der Umweltbedingungen zu reagieren; das Organismusgesetz könnte dadurch seiner Erscheinungsmöglichkeiten beraubt werden.

Um dies zu verhindern, muss das Organismusgesetz prinzipiell (bei geeigneten äusseren und inneren Umweltbedingungen) seine Funktionseinheit nach möglichst vielen Seiten entfalten können. Will man die offensichtliche Vielfalt und Kontinuität der organismischen Welt erklären, muss der Erscheinungsentwicklung neben der rezeptiven und produktiven Anknüpfung (Anpassung bzw. Aneignung) und den daraus folgenden Einschränkungen und Spezialisierungen ein weiteres Prinzip zugedacht werden, das in Kapitel 3 und am Anfang von Kapitel 4 *Öffnung* genannt und unter anderem durch eine (relative) Lösung von der inneren und äusseren Umwelt charakterisiert wurde.

5.1 Rezeptive Öffnung oder Variation

Die *rezeptive Öffnung* oder *Variation von Organismen* bezüglich Gestalt und Verhalten ist ein Spezialfall der Erschliessung im Sinne der Erscheinungsentwicklung eines Wesens (*Ziegler* 2008a). Sie umfasst alles dasjenige, was dem Organismusgesetz durch die Umwelt an Entfaltungs- und Gestaltungsmöglichkeiten eröffnet oder ermöglicht wird, und was es von sich aus in seine Umgebung einbringen kann (siehe Kap. 3). Die weitere Differenzierung beruht wie bei der rezeptiven Anknüpfung oder Anpassung auf der Unterscheidung von äusserer und innerer Umwelt in Abschnitt 4.1. Mit dieser Unterscheidung lässt sich die rezeptive Öffnung oder Variation in zwei Aspekte gliedern (Tab. 1.1 links).

(1b) Der eine Aspekt der *rezeptiven Öffnung* oder *Variation* besteht in der organismischen Öffnung gegenüber der äusseren Umwelt, der *rezeptiven organismischen (phänotypischen) Variation*, vermittelt durch die *Variation der äusseren Umwelt*; dies drückt sich im von aussen veranlassten Erwerb neuer Eigenschaften oder Fähigkeiten durch das Auftreten von Kontinentaldrift, ökologischen, klimatischen und geologischen Veränderungen aus, z.B. in der rezeptiven (passiven) allopatrischen Speziation durch geographische Isolation von Teilpopulationen. Im Rahmen von Populationen, d.h. zwischen Organismen in der arteigenen Umwelt, wird die Variation weiter gefördert durch sexuelle Rekombination, Genfluss und horizontalen Gentransfer.

(2b) Der andere Aspekt der *rezeptiven Öffnung* oder *Variation* besteht in der *rezeptiven Öffnung der inneren organismischen Umwelt*, d.h. in der

molekularen und zellulären Variation; hierher gehören an erster Stelle alle Umbauprozesse innerhalb der genomischen Architektur,[34] insbesondere durch Mutation (Plastizität des Genotyps), Rekombination, Duplikation und Transposition von Genen, sowie die zelluläre Variation mit eigenen Verbreitungs- und Vervielfältigungsprozessen.

5.2 Produktive Öffnung oder Erschliessung

Den modifizierenden und ermöglichenden *rezeptiven Bedingungen* der Öffnung oder *Variation*, denen sich die Organismen weitgehend anpassen müssen, begegnen die *produktiven Bestimmungen* des Organismusgesetzes, mit welchen ein Organismus durch *produktive Öffnung* oder *Erschliessung* in eine *aktive* Wechselwirkung mit den Herausforderungen und Freiräumen der inneren und äusseren Umwelt eintreten kann. Diese aktiven konstitutiven Bestimmungen des Organismusgesetzes sind die Quellen innovativer Erschliessungen neuer Gestaltungs- und Verhaltensweisen, d.h. der Fortschritte der Evolution durch kreative «Emergenz» und Symbiogenese. Sie lassen sich entsprechend der Gliederung der rezeptiven Öffnung oder Variation gemäss äusserer und innerer Umwelt in zwei Bereiche differenzieren (Tab. 1.2 links).

(1B) Die durch die organismische und die Umweltvariation eröffneten Möglichkeiten (veranlassende modifizierende Bedingungen) werden durch die *produktive Speziation durch aktive Isolation und Symbiogenese*, die durch das sich im einzelnen Organismus auswirkende Organismusgesetz bestimmt ist, ergriffen und ausgestaltet. **(i)** Dies manifestiert sich zum einen durch geographische Isolation infolge aktiver Ausweichbewegungen oder Auswanderungen von Teilpopulationen und zum anderen durch aktive sympatrische Speziation einer Population innerhalb desselben Lebensraumes.[35] Beides sind Ursachen von Artverwandlungen sowie von Neubildungen von Arten (Speziation) durch Verzweigung (Kladogenese). **(ii)** Zur produktiven Divergenz der Speziation durch Isolation treten die produktive artübergreifende Symbiose,[36] Kooperation und Gruppenselektion,[37] die weitere Artbildungen und -veränderungen ermöglichen.

34 Siehe dazu die Übersicht in *Bauer* 2008.

35 Siehe zu letzterem die Übersicht in *Bolnick*/*Fitzpatrick* 2007.

36 Unter Symbiose wird hier in erster Linie die mutualistische Version der Symbiose verstanden, d.h. ein Zusammenwirken mehrerer Organismen zu ihrem jeweiligen Vorteil. Es erweist sich als vorteilhaft, die Charakterisierung dieses Zusammenlebens nicht ausdrücklich auf physiologische Funktionen zu beschränken, sondern die Dimensionen des Verhaltens («gegenseitige Hilfe», Kooperation) einzubeziehen.

37 Siehe dazu *Jablonski* 2008.

Im Zusammenspiel zwischen äusserer und innerer Umwelt findet die produktive Erschliessung in der komplexen Dynamik zwischen Organismus und Umwelt Freiräume. So weisen etwa *Laland et al.* (2014, S. 162) darauf hin, dass Organismen nicht einfach «programmiert» sind, sondern während ihrer Entwicklung konstituiert werden, bzw. sich konstituieren. Lebewesen gestalten ihre Umgebung, mit der sie interagierend evolvieren; sie passen sich nicht nur an vorgegebene Umstände an. Indem sie die selektierenden Faktoren eigenaktiv über Generationen verändern, bestimmen sie die Richtung ihrer eigenen Evolution mit. Die monokausale Rolle der natürlichen Selektion sei durch das Konzept einer zyklisch wechselseitigen Verursachung zu ersetzen (*Laland et al.* 2013).

(2B) Die sowohl durch die zelluläre und molekulare Variation als auch durch die Umweltvariation (d.h. durch die Variation der veranlassenden und ermöglichenden Bedingungen) eröffneten Möglichkeiten werden produktiv durch das den einzelnen Organismen immanente Organismusgesetz ergriffen und ausgestaltet (konstitutive Bestimmungen). Dabei kommt es zu *produktiven Artverwandlungen durch Entpassung* und *Vernetzung*.

(i) Es kann zum einen in den jeweiligen Ontogenesen zu *Entpassungen durch Zurückhaltung* der Entwicklung (Pädomorphose, regressive Gestaltentwicklung) des ganzen Organismus oder Teilen davon kommen. Dies kann auf drei Arten geschehen (Tab. 2 links: Ausdifferenzierung von **2B(i)** aus Tab. 1.2): Erstens durch eine Verlangsamung oder Verzögerung (Retardation, Neotenie) der Gestaltentwicklung relativ zur reproduktiven Reife; zweitens durch eine beschleunigte Entwicklung der reproduktiven Reife relativ zur Gestaltentwicklung (Progenese, Truncation), die Verjüngungen (Juvenilisation) und den Rückgang von Merkmalen zur Folge hat; drittens durch einen späteren Wachstumsbeginn (Postdisplacement) mit einer «Verschiebung» von Entwicklungsstadien von früher auf später.[38] Die durch solche Entdifferenzierungsschübe flexibel und offen gewordenen Organismen unterliegen jedoch im Extremfall der Gefahr, aufgrund ihrer Verletzlichkeit und mangelnder Spezialisierung auszusterben. – Die ontogenetischen Prozesse der *Pädomorphose* haben phylogenetische Kon-

38 Siehe dazu *Gould* 1977, *Alberch et al.* 1979, *Kipp* 1980, *McNamara* 1997, *Klingenberg* 1998, *Schad* 1992, 2000, *Verhulst* 1999, 2000, *Kümmell* 2008a, 2008b, 2009, 2010, 2011, 2015. – *Verhulst/Jaspers* 1997 machen darauf aufmerksam, dass die im morphologischen Bereich sichtbaren Tendenzen zur Verlangsamung der individuellen Entwicklung (Ontogenese), insbesondere bei der Evolution des Menschen, aber auch bei anderen Organismengruppen, (wahrscheinlich) bis in den molekularen Bereich verfolgt werden können.

sequenzen, d.h. die im Laufe von Generationen zunehmend verspätete Spezialisierung, mit einer Abnahme oder Auflösung von Merkmalen, führt auf reproduktionsfähige Adultformen, die immer jugendlicher, d.h. anpassungsfähiger und weniger spezialisiert sind (Figur 1.1). Dies ist eine Folge zunehmender Generalisierung, d.h. von zunehmenden Entpassungs- oder Entspezialisierungsschritten.

(ii) Ergänzend dazu kommt es zu aktiven Vernetzungen durch genetische und intrazelluläre Symbiogenesen – wie etwa Endosymbiosen –, welche das Auftreten neuer Baupläne in der artübergreifenden oder transspezifischen Evolution ermöglichen (Makroevolution). So durchbricht etwa auch die sexuelle Fortpflanzung den starken Determinismus asexueller Vermehrung und ermöglicht durch ihre Freiheitsgrade bei der Rekombination über die Eltern hinausgehende Gestaltungen.

Der produktiven Speziation durch Isolation und Symbiogenese **(1B)** sowie der produktiven Artverwandlung durch Entpassung und genetische/intrazelluläre Symbiogenesen **(2B)** liegt die dem Organismusgesetz immanente Gestaltung, *produktive Öffnung* oder *Erschliessung* vermöge *Innovation* (kreative «Emergenz») und *Symbiogenese* (Kooperation, Vernetzung, Integration), zugrunde.[39] Sie ist Ausdruck der sich im Laufe der biologischen Evolution steigernden Ausdrucksfähigkeit des Organismusgesetzes, d.h. der *funktionellen Mitgestaltung* im Sinne der aktiven Umgestaltung von Umgebungsinteraktionen,[40] sowie im Sinne der Koevolution symbiontischer Systeme und des Gestaltwandels durch Kooperation und Integration. Diese Prozesse führen ebenfalls zu einer fortschreitenden *Automorphie* (selbständige Formführung) und *Autoregulation* (selbständige Prozess- und Verhaltensführung) der Organismen zusammen mit einer aktiven Vergesellschaftung und Kooperation von Einzelorganismen (siehe dazu Kap. 6).

Die *Innovationen des Organismusgesetzes* zusammen mit der Möglichkeit zur *Symbiogenese* gründen in seinem universellen Charakter und seinem

39 Zur umfassenden evolutiven Bedeutung von Symbiose, d.h. der Symbiogenese, siehe *Margulis* 1999, *Margulis*/*Sagan* 2003, *Sitte* 2001, *Bauer* 2008, *Schad* 2008 und kritisch-einschränkend auf die primäre zelluläre Endosymbiose *Kutschera*/*Niklas* 2005, *Kutschera* 2009; zur Geschichte *Geus*/*Höxtermann* 2007. – In den Kontext des Zusammenspiels von Öffnung der inneren Umwelt und Gestaltung durch das Organismusgesetz gehören auch die Überlegungen von Johannes Wirz zur Komplementarität in der Genetik (*Wirz* 1996, 1997, 2000) in Zusammenhang mit Experimenten zur spontanen und adaptiven Mutation.

40 Hierher gehören die konkreten Forschungen zur Entwicklung neuer Organismenformen und deren Metamorphose auf der Basis neuer Verhaltensweisen («form follows function») von *Kümmell* 2008a, 2008b, 2009, 2010, 2011.

immanenten und permanent quellenden Kraftpotential. Beides ermöglicht ihm, einmal gesetzte oder vorgegebene Bedingungen zu überwinden. Dadurch unterliegt es prinzipiell weder den Bestimmungen durch seine eigene Vergangenheit noch den Einschränkungen des Erscheinungsmediums (äussere Umwelt): Es ist – im Rahmen der in den Erscheinungsmedien gegebenen Freiräumen – der souveräne Gestalter derselben und kann für bisher noch nicht aufgetretene Erscheinungen seiner selbst sorgen.

Vom Organismusgesetz aus gesehen sind konkrete Innovationen und Symbiogenesen wesensgemässe Verwirklichungen seines Potentials, die nicht aus den bisherigen Ereignissen ableitbar sind; sie offenbaren seine Offenheit gegenüber scheinbar abgeschlossenen, gegebenen Verhältnissen (Umgebung, Vererbung). Von der Erscheinungswelt aus gesehen sind Innovationen und Symbiogenesen emergent, sie können als Neuentwicklungen, als Sprünge oder Überraschungen erlebt werden.

Für *Gestaltungen durch Innovation* und *Symbiogenese* gilt demnach Analoges wie für die Gestaltung durch *Individualisierung* und *Spezialisierung* (Abschn. 4.2): Es kommt etwas zum Ausdruck, das weder durch die Umweltbedingungen noch durch die bisher bereits individualisierten Bestimmungen des Organismusgesetzes noch durch die Struktureinheit dieses Gesetzes hinreichend festgelegt ist.

Um es noch einmal zu verdeutlichen, halten wir fest: Die *neuen* Eigenschaften, Merkmale oder Symbiosen sind Ergebnisse möglicher, aber nicht notwendiger Aktionen des Organismusgesetzes in der Auseinandersetzung mit den Herausforderungen und Freiräumen der Umwelt. Durch das sich verwirklichende Organismusgesetz und eine gegebene Umwelt ist rein begrifflich ein ganzes Spektrum an Möglichkeiten zur Innovation und Symbiose ableitbar, aber keine konkreten, einzelnen Innovationen oder Symbiosen. Natürlich muss jede konkrete Innovation oder Symbiose vom Organismusgesetz her *möglich* sein: das macht ihre *allgemeine* Bestimmtheit aus. Für ihre *tatsächliche* und spezifische Gestaltung kommt als Ursache wieder nur das aktuelle Organismusgesetz selbst in Verbindung mit dem Einzelorganismus in Betracht. Ist die Innovation oder die Symbiose einmal da, in Form neuer Merkmale einer Erscheinung, so kann sie auf die inneren Bestimmungen und äusseren Bedingungen des Organismusgesetzes zurückgeführt und in diesem Sinne abgeleitet werden. Eine Voraussagbarkeit besteht in keinem Falle.

Ebenso wenig kann von *Zufall* gesprochen werden, wenn es sich um Gestaltungsprozesse des Organismusgesetzes handelt. Die Schein-Alternative von Voraussagbarkeit oder Zufall wird durch den dem Organismusgesetz selbst zugeordneten Gestaltungsprozess überwunden. Der Schein des Zufalls kommt nur zustande, wenn man den Blick auf die Prozesse des Erscheinungs-

mediums allein reduziert und nicht aus diesem ableitbare Innovationen als zufällig ansieht. Dass die jeweilige konkrete Innovation oder die Symbiose auch aus dem allgemeinen Inhalt des Organismusgesetzes nicht ableitbar ist, ist nur nachvollziehbar, wenn man bereit ist, das Organismusgesetz als ein sich unmittelbar in der Erscheinung ausgestaltendes Agens aufzufassen und nicht bloss als ein mechanistisch reagierendes oder funktionierendes Prinzip.[41]

5.3 Mikro- und Makroevolution

Mit Mikroevolution werden in der Hauptsache innerartliche (intraspezifische) evolutionäre Prozesse bezeichnet, d.h. evolutive Veränderungen und Ausgestaltungen einer Art und aller darunter liegenden Klassifikationen (Unterarten, Rassen) unter Beibehaltung der charakteristischen Elemente des jeweiligen Bauplans (z.B. Innen- oder Aussenskelett). Sie ist bei sich schnell fortpflanzenden Organismen prospektiv und experimentell (im Labor und bei der Züchtung) zugänglich und somit der empirisch am besten abgesicherte Teil der Evolutionslehre.[42] Beispiele für die Untersuchung natürlicher Mikroevolution wurden in Kapitel 4.3 präsentiert.

Anders sieht es mit der Makroevolution aus: Sie bezieht sich auf art-, gattungs- und familienübergreifende (transspezifische, transgenerative und transfamiliäre) evolutionäre Prozesse, d.h. auf alle evolutiven Veränderungen *über* dem Artniveau, die durch das Entstehen neuer Gattungen und Familien charakterisiert sind. Es geht hier um das Auftauchen ganz neuer und untereinander sehr verschiedener Baupläne und Verhaltensweisen sowie deren Veränderungen. Makroevolution kann paläontologisch und molekularbiologisch (molekulare Stammbäume) nachgewiesen werden. Diesbezügliche Theorien müssen sich dementsprechend mit einer retrospektiven (historischen) und lückenhaften Evidenz zufrieden geben.

Die Unterscheidung von Mikro- und Makroevolution beruht letztlich auf den grossen Unterschieden in den Bauplänen verschiedener Tier- und Pflanzengruppen. Diese Baupläne schliessen einen direkten (horizontalen)

41 Vor dem Hintergrund der hier und am Ende des Abschnitts 4.2 gemachten Bemerkungen zur Bedeutung des Zufalls ist es bezeichnend, dass den meisten konventionellen Untersuchungen zu den philosophischen Grundlagen des Darwinismus die Scheinalternative von Determinismus (Voraussagbarkeit) und Zufall zugrunde liegt, die den Blick auf eine Lösung der Fragen zur organischen Gestaltung verstellt (siehe dazu *Ziegler* 2009). Interessanterweise scheint aus rein biologisch-evolutiven Gründen eine Entscheidung über die objektive oder subjektive Natur der Wahrscheinlichkeit (insbesondere der spontanen Mutationen) nicht möglich zu sein. Beide Annahmen sind mit der gegenwärtig vorherrschenden synthetischen Evolutionstheorie (Neodarwinismus) vereinbar (*Weber* 2005a).

42 Zur Bedeutung der Züchtung für die Evolutionslehre, siehe *Gregory* 2008a.

und kontinuierlichen Übergang vom einen in den anderen Bauplan aus. Es ist problematisch, die Fülle unterschiedlicher Merkmale, wie sie in der Makroevolution zustande kommt, mit einer graduellen Anhäufung allein durch natürliche Selektion zu erklären. Diese Herausforderung erkannte schon Darwin (1859): Jedes einzelne der akkummulierten Merkmale müsste bereits für sich einen Überlebenswert haben, um im Selektionsprozess erhalten zu bleiben.

Das Beispiel der Evolution von Fischen zu landbegehenden Tieren (Tetrapoden), die vor ca. 400 Millionen Jahren vermutet wird, zeigt, dass auch die Evidenz für sich in kleinen Schritten akkumulierende Umgestaltungen schwer zu beschaffen ist. So waren von einer hypothetischen Zwischenform nur Teile von zwei Schädeln und die Länge des Rückgrates bekannt, bis 2006 im arktischen Kanada gezielte Ausgrabungen in einer räumlich und zeitlich von Paläontologen klar bestimmten Erdschicht mehrere gut erhaltene Exemplare einer intermediären Art zutage förderten (*Ahlberg*/*Clark* 2006, *Daeschler et al.* 2006). Aber auch diese als «missing link» gefeierte *Tiktaalik rosea* genannte Art lässt eine graduelle Transformation als unwahrscheinlich erscheinen. Denn sie umfasst im Vergleich mit den Fisch-Vorfahren zahlreiche strukturelle und funktionelle Neuerungen verschiedenster Art. So sind etwa die Proportionen des Schädels modelliert; fehlende Knochen zwischen Kopf und Schulter weisen auf einen mobilen Nacken; Schultergürtel und Becken sind verändert und es sind robuste Glieder mit Fingern vorhanden.

Die Frage, wie derart integrale Umgestaltungen evolutiv entstehen können, wurde von *Standen et al.* (2014) aufgegriffen. In Experimenten mit einem westafrikanischen Lungenfisch (*Polypterus senegalus*) verglichen sie das Bewegungsverhalten einer auf dem Land aufgezogenen Gruppe mit einer im Wasser gehaltenen Kontrollgruppe. Weil die morphologischen Merkmale von Polypterus denen der als Tetrapodenstamm bekannten Fische ähnlich sind, sehen die Autoren die Art als überlebendes Analogon der Stammart an. Die an Land ausgeführten Bewegungsmuster führten zu umgebungsinduzierten phänotypischen Veränderungen, die bemerkenswerte Ähnlichkeiten mit den anatomischen Merkmalen der Stammtetrapoden aufwiesen, etwa eine Reduktion der Knochen im Übergang zwischen Brustgürtel und Kopf, die mehr Beweglichkeit ermöglicht und eine Verlängerung der Schlüsselbeine zur Verstärkung des Schultergürtels. Die Autoren leiten aus ihren Resultaten die Hypothese ab, dass umgebungsinduzierte, während der Individualentwicklung erworbene phänotypische Plastizität die Entstehung der für die Landbesiedelung typischen Merkmale ermöglicht hat, die zur Evolution der Tetrapoden führte.

Diese Hypothese stimmt mit der hier dargestellten Idee des Organismusgesetzes als konstituierendes und kreatives Agens überein. Innovation

durch die produktive Erschliessung der Variabilität des Erscheinungsmediums während der individuellen Entwicklung (1B) entspricht der vertikalen Ableitung bisher nicht vorhandener Baupläne aus dem universellen Organismusgesetz. Diese These wird unterstützt durch die Tatsache, dass die notwendigen genetischen Bedingungen der Entstehung verschiedener Baupläne bereits seit der kambrischen Explosion, insbesondere seit der Entstehung der Urbilateria, eine tiefgehende Verwandtschaft zeigen: unterschiedliche Baupläne werden durch untereinander sehr ähnliche genetische Strukturen ermöglicht.[43]

Man kann vom Gesichtspunkt des universellen Organismusgesetzes aus dafür argumentieren, dass die Unterscheidung zwischen Mikro- und Makroevolution eher gradueller als prinzipieller Art sei: die Grenze bei der biologischen Art zu ziehen, ist rein pragmatisch und damit vom Gesichtspunkt der Idee des Organismusgesetzes aus willkürlich. Für eine konsistente und einheitliche Theorie der biologischen Evolution ist es entscheidend, auf die durchgängige Geltung derselben Gesetze – wenn auch mit unterschiedlichem Schwerpunkt – für die *gesamte* Organismenwelt und *alle* Evolutionsvorgänge Wert zu legen und nicht bestimmten Evolutionsvorgängen *ausschliesslich* bestimmte Teilgesetze zuzuordnen. In diesem Sinne muss eine *prinzipielle* Unterscheidung von Entwicklungsgesetzen für Mikro- und Makroevolution, auf welchem taxonomischen Niveau auch immer, verworfen werden. Es ist heuristisch wertvoll, die Forschungsgebiete der Makro- und Mikroevolution zu unterscheiden und die die Evolution ermöglichenden Prozesse auf ihre relative (schwerpunktsmässige) Gültigkeit in diesen Gebieten im Einzelnen zu untersuchen. Aber daraus ist nicht abzuleiten, dass sie *prinzipiell* zu unterscheiden sind.

Für eine streng neodarwinistische Evolutionslehre stellt sich die oben erwähnte Frage, ob die die Mikroevolution experimentell nachweisbar steuernden vererbbaren Mutationen zusammen mit der sexuellen Rekombination und der natürlichen Selektion allein auch für makroevolutive Prozesse zureichende Erklärungsgründe bieten.[44] Die Indizien häufen sich, dass dies nicht der Fall ist, dass vielmehr den makroevolutiven Prozessen weitere

43 Dies ist ein Ergebnis der modernen evolutionären Entwicklungsbiologie; siehe dazu *Carroll* 2008.

44 Daran wird im wesentlichen bis heute festgehalten, auch wenn zugegeben wird, dass es Ausnahmen gibt; siehe etwa *Kutschera*/*Niklas* 2004, 2008 *Kutschera* 2005, *Simons* 2002, *Mayr* 2003. – Allerdings kann die Behauptung, dass für die Entstehung neuer Organismenformen nur die umgebungsneutrale molekulargenetische Variation (Mutation und Rekombination) evolutionär relevant sei, auch für mikroevolutive Prozesse nicht mehr aufrecht erhalten werden. Denn die Einbahnstrasse von Genotyp zu Phänotyp ist empirisch widerlegt (siehe dazu

Entwicklungsgesetze zugrunde liegen, die über den Kanon neodarwinistischer Erklärungsmodelle hinausgehen. Dazu gehören z.B. das Konzept der Symbiogenese und die Veränderungen in der Organismenwelt durch die grossräumigen geologischen sowie die damit einhergehenden klimatischen Veränderungen der Erde (Plattentektonik: Kontinentalverschiebungen, Vulkanismus, Erdbeben, Tsnumamis, Meteoriteneinschläge). Diese haben zu massiven Aussterbevorgängen beigetragen und dadurch auch die «rasche» Entstehung und Entwicklung neuer Formen ermöglicht. Dies bedeutet, dass makroevolutive Übergänge nicht allein aufgrund langfristiger Addition mikroevolutiver Schritte erklärt werden können und müssen.[45] Dass dies auch für mikroevolutive Prozesse zutrifft, wurde in Kapitel 4 und in den Abschnitten 5.1 und 5.2 gezeigt.

Im Kontext der obigen Untersuchungen, die ein umfassendes Spektrum evolutiver Gesetzmässigkeiten berücksichtigen, liegt es jedoch im Sinne einer unterschiedlichen Gewichtung oder perspektivischen Anwendung dieser Teilgesetze nahe, sie in unterschiedlicher Weise auf die Gebiete der Mikroevolution und Makroevolution anzuwenden. Für die Mikroevolution kommen in erster Linie (aber nicht ausschliesslich) rezeptive, durch die innere und äussere kleinräumige Umwelt geprägte oder bedingte Prozesse in Frage und für die Makroevolution vorwiegend die produktiven Bestimmungen des Organismusgesetzes sowie durch grossräumige Umweltveränderungen geprägte Prozesse (Tab. 1.1 vs. Tab. 1.2). Das Vorherrschen der produktiven Bestimmungen des Organismusgesetzes bei makroevolutiven Vorgängen bedeutet, dass die zunehmende Automorphie und Autoregulation[46] sowie die Vergesellschaftungen (Symbiose, Kooperation, Integration,

Wirz 2008 und Abschn. 2.1 und 2.2): Vererbbare Variationen finden nicht nur im Bereich der molekularen Gene statt. Wie dort ausgeführt, läuft die genannte Behauptung der obigen Position auf einen molekularen Präformationismus hinaus, der keinen Anspruch auf eine umfassende Entwicklungslehre machen kann. – Grundsätzlich liegt dieser Position eine Verwechslung von Erscheinungsbedingungen oder -ermöglichungen und wirkendem Organismusgesetz zugrunde. Variation und Rekombination schaffen keine neuen Organismenformen oder gar neue Organismusgesetze (siehe dazu Abschn. 1.4), sondern ermöglichen nur das Erscheinen neuer Komponenten oder Ausdrucksformen des Organismusgesetzes. Denn sowohl genetische Variationen als auch Selektionsvorgänge gehören zu den rezeptiven Bedingungen und nicht zu den produktiven Bestimmungen des Erscheinens des Organismusgesetzes.

45 Siehe dazu *Erwin* 2000, *Kemp* 2007, *Rosslenbroich* 2007, 2014, *Kutschera*/*Niklas* 2005, 2008, *Kutschera* 2008, 2009, *Jablonski* 2008, *Margulis* 1999, *Margulis*/*Sagan* 2003.

46 Siehe insbesondere *Rosslenbroich* 2007, Kapitel 16.

Vernetzung)[47] eine wichtigere Rolle spielen, sich jedoch selbstverständlich nicht vollständig von den rezeptiven Bedingungen ablösen lassen. Dabei können die Merkmals- bzw. Bauplanänderungen sowohl im Falle der Mikroevolution als auch im Falle der Makroevolution eher langsam und in kleinen Schritten (Gradualismus) oder in kürzerer (geologischer) Zeit und in grösseren Schritten (Saltationismus) vor sich gehen.

6 Automorphie und Autoregulation: Fortschritt und Ziel der biologischen Evolution

6.1 Grundbegriffe einer zielgerichteten Evolution

In den Kapiteln 4 und 5 und in den Tabellen 1.1 und 1.2 wurde darauf hingewiesen, dass das in den einzelnen Organismen immanent wirkende Organismusgesetz sich durch *rezeptive* Öffnung oder Variation von den inneren und äusseren Umweltbedingungen lösen und sich durch *rezeptive* Anknüpfung oder Anpassung mit der Umwelt wechselseitig verbinden kann. Auf dieser Grundlage kann sich das Organismusgesetz vermöge der Prozesse der *produktiven* Erschliessung und der *produktiven* Aneignung durch eine kreative Gestaltung über Innovation (Speziation und Artbildung), bzw. über Individualisierung (Spezialisierung und Differenzierung) tätig einbringen.[48] Dies sind die für die biologische Evolution relevanten Prinzipien der Automorphie (selbständige Formführung) und Autoregulation (selbständige Prozess- und Verhaltensführung), die jeweils von den einzelnen Organismen gelebt werden.

Die zunehmende Autonomie des sich entwickelnden Wesens, hier des Organismusgesetzes, zeigt sich erstens in der *funktionellen Selbständigkeit* im Sinne von Erlebnisraumbildung und Austausch mit der Mitwelt. Zweitens können Organismen im Rahmen der *funktionellen Mitgestaltung* für

47 Siehe etwa *Schad* 2008, *Bauer* 2008.

48 *Waddington* 1959, 1961 charakterisiert das Zusammenspiel von Öffnung und Anknüpfung angesichts von Veränderungen der äusseren und inneren Umwelt in der Entwicklung eines Organismus durch das Konzept der Kanalisierung: «The notion of canalization is [...] intended to be a very general summing-up of a large number of well-known facts in genetics and embryology, all of which are summarized in the statement that the development of any particular phenotypic character is to some extent modifiable, and to some extent resistant to modification, by changes either in the genotype or in the environment.» (1961, S. 72) Dabei gerät allerdings der aktive Beitrag der Gestaltung durch das Organismusgesetz aus dem Blickfeld. Im selben Aufsatz bringt Waddington die Entwicklung der Kanalisierung in direkte Beziehung mit der Entwicklung von autoregulativen Prozessen.

die Verwandlung und Umgestaltung der Mitwelt Entwicklungsüberschüsse zur Verfügung stellen.[49]

Die *funktionelle Mitgestaltung* (Tab.1.2 links) umfasst auf der einen Seite Verwandlungen und Verarbeitungen der Mitwelt und auf der anderen Seite können Überschüsse in Form von Teilprodukten und Gestaltungsfreiräumen entstehen, welche für das unmittelbare Fortkommen der entsprechend produktiven Organismen nicht notwendig sind. Hier ist an die reichhaltige *Produktion* von Früchten, Samen etc. zu denken, an die *Möglichkeit* der Züchtung von Pflanzen und Tieren und an die *Möglichkeit,* dass Tiere vom Menschen gezähmt und domestiziert werden können. Damit erhalten *andere* Organismen die Gelegenheit, an diesen Produkten teilzuhaben und sich weiterzuentwickeln, ohne die ersteren in ihrer Entwicklung zu gefährden.

Die *funktionelle Selbständigkeit* (Tab. 1.2 rechts) offenbart sich in Tendenzen zur Zunahme der Unabhängigkeit. Damit sind Tendenzen zunehmender Selbstversorgung und Internalisation von Aufbau- und Erhaltungsfunktionen gemeint. Mit diesen geht die Entwicklung eines flexiblen und zugleich stabilen Austauschs mit der Umwelt einher. Räumlich manifestiert sich dies unter anderem durch in die Umwelt eingebettete abgeschlossene Gestalten mit Hüllen oder Häuten, durch Gliederungen in Innen- und Aussenräume und zeitlich z.B. in einer erhöhten Beweglichkeit (Mobilität) und in Prozessen, die sich selbst regulieren und eigenständige (endogene) Rhythmen aufweisen.

Als Ergebnis der bisherigen Untersuchungen wird noch einmal festgehalten, dass das Organismusgesetz die tatsächliche Quelle der Innovation, der kreativen Emergenz sowie der Individualisierung ist. Daraus folgt, dass Evolution das Resultat eines aktiven und wechselseitigen Zusammenspiels von Organismusgesetz (jeweils verkörpert in den Individuen) und innerer sowie äusserer Umwelt ist, das sich durch Variation (Öffnung) und deren gestalterische Erschliessung durch Innovation auf der einen Seite und durch Anpassung (Anknüpfung) und deren Vertiefung durch Individualisierung auf der anderen Seite zum Ausdruck bringt.

Blickt man nur auf die biologische Evolution im Sinne einer Erscheinungsentwicklung und zieht das sich entwickelnde Wesen nicht in Betracht, so lässt sich kein Entwicklungs*ziel* ausmachen. Es können bestenfalls (im Nachhinein) verschiedene Trends festgestellt werden. Dass makroevolutive Trends einen Fortschritt bedeuten können, wird in der Regel auch zugegeben; worin dieser Fortschritt jedoch genau bestehen soll, darüber gehen

49 Vor allem auf den ersten Aspekt der Automorphie (der dort Autonomie genannt wird) macht bis in viele Einzelheiten hinein *Rosslenbroich* 2004, 2005, 2006a, 2006b, 2007, 2014 aufmerksam.

die Ansichten von Evolutionsbiologinnen und Evolutionsbiologen weit auseinander (*Rosslenbroich* 2002, 2006a, *Ruse* 2001). Dies muss auch so sein: Aus bloss retrospektiv erfassbaren Fakten lässt sich kein geeigneter Gesichtspunkt gewinnen.

Von einem Ziel der biologischen Evolution im Sinne einer planmässigen Vorgabe kann nicht gesprochen werden, sondern nur im Sinne von sich aus der gesetzmässigen Entwicklung von Organismen ergebenden Tendenzen.[50] Mit der Annahme eines allfälligen Ziels der biologischen Evolution muss kein spezifischer und/oder linearer Entwicklungsverlauf von vornherein festgesetzt werden. Gemeint ist vielmehr eine allgemeine Entwicklungsrichtung, die sich je nach den äusseren Gegebenheiten in zeitlich und räumlich verschiedene Entwicklungsstränge aufspalten und auch wieder zusammenfinden kann.

Wird die Evolution auf ideenrealistischer Grundlage als Erscheinungsentwicklung eines Wesens – hier des Organismusgesetzes – aufgefasst, so ergibt sich ein sachlich gerechtfertigter Blick auf dasjenige, worauf der Fortschritt hinausläuft: Als unmittelbar wirksamem Wesen wohnt dem Organismusgesetz ein Drang inne, eine konstitutive Neigung zur Verwirklichung, die keine Gelegenheit auslässt, sich, wenn auch nur partiell und/oder einseitig, zur Erscheinung zu bringen. Diesem Drang stehen einzig die Leitplanken der rezeptiven Anknüpfung, d.h. der Vererbung (innere Umwelt) und die klimatisch-geologischen sowie die biotopischen Umgebungsbedingungen (äussere Umwelt) entgegen, die jedoch bei jeder passenden Gelegenheit aktiv durchbrochen werden können (rezeptive und produktive Öffnung der inneren und äusseren Umwelt, zusammen mit der produktiven Anknüpfung oder Erschliessung). Mit andern Worten: Das auf die Totalverwirklichung angelegte Organismusgesetz im Sinne eines wirkenden Wesens offenbart sich durch eine Steigerung der (relativen) Automorphie und Autoregulation von Einzelorganismen (*Poppelbaum* 1930, *Kipp* 1980, *Kranich* 1989), als Ausdruck seiner zunehmenden *Autonomie*. Die Zunahme von Automorphie und Autoregulation von Organismen im Verlaufe der Evolution lässt sich tatsächlich auch empirisch nachweisen (*Rosslenbroich* 2004, 2005, 2006ab, 2007, 2009, 2014) und kann in diesem Sinne als Tatbestand der Evolutionsforschung gelten. Die zunehmende Automorphie und Autoregulation ermöglichen zwar eine zunehmende Autonomie; sie sind jedoch nur notwendige aber keine hinreichenden Bedingungen derselben. Aus einer anderen Blickrichtung ergibt sich die umgekehrte Sicht: Die generelle Tendenz zur

50 Zum Problem eines Entwicklungszieles der Evolution, siehe *Rosslenbroich* 2002, 2006a, 2007, *Wandschneider* 2005, *Gregory* 2008b, *Ziegler* 2009.

Autonomie schafft sich die Voraussetzungen ihrer Verwirklichungen durch die in der Natur des Organismusgesetzes liegende Gestaltung automorpher Strukturen und autoregulativer Prozesse und Verhaltensweisen.

Es ist notwendig, sich über den Unterschied einer Zunahme der Autoregulation und Automorphie einzelner Organismen einerseits und der Zunahme der Autonomie des Organismusgesetzes *als Ganzes* – aufgefasst als wirkendes Wesen – andererseits Klarheit zu verschaffen. Ersteres sind Kategorien der Erscheinungsentwicklung des Organismusgesetzes und letztere ist eine Kategorie seiner Wesensentwicklung. Die Gesetzmässigkeiten der Erscheinungsentwicklung betreffen alle Arten und Formen der Ausgestaltung, die mikroevolutiven Veränderungen und die makroevolutiven Verwandlungen von Erscheinungen des Organismusgesetzes im Verlaufe der Evolution. Dazu gehört auch das Aussterben vorhandener und das Erscheinen neuer Formen – ihre Erarbeitung und Darstellung gehören also zum Kerngeschäft der Evolutionsbiologie.

Mit der Formulierung eines immanenten, gesetzmässig wirkenden Ziels des sich entwickelnden Organismusgesetzes in Richtung zunehmender *Autonomie* verlässt man jedoch die biologische Evolution im engeren Sinne und geht zur Betrachtung der *Wesensentwicklung* des Organismusgesetzes über, die sich im Bereich des Bewusstseins und nicht nur im Bereich der organismischen Formen abspielt. Grundsätzlich ergibt sich aus der ideenrealistischen Auffassung einer Entwicklung (*Ziegler* 2008a, 2008b, 2008c, 2009), dass es keine Erscheinungsentwicklung ohne Wesensentwicklung (und umgekehrt) geben kann. D.h., es existiert ein durch gesetzmässiges Wirken bestimmtes Ziel, auch wenn die Wesensentwicklung nicht Thema der biologischen Evolution im engeren Sinne sein kann. Die Annahme eines Organismusgesetzes impliziert jedoch keinen generellen Determinismus, da in diesem Prinzip keine Organismen vorgeprägt sind, die nur auf den Anlass ihres Erscheinens warten.

Die zentrale Kategorie der Wesensentwicklung ist die Bewusst*werdung* mit dem Ziel der reflexiven Selbstbestimmung (Selbsterkenntnis) und der individuellen Freiheit (Selbstgestaltung).[51] Damit sind wir hinsichtlich der Frage der Wesensentwicklung als Menschen selbst betroffen. Die zur Untersuchung der Erscheinungsentwicklung von Organismen angemessene Aussenperspektive ist zur Untersuchung der Bewusstwerdung nicht hinreichend. Hier bedarf es notwendigerweise der menschlichen Innenperspektive als sachgemässem methodischem Mittel – und dies kann nicht Thema der Biologie im herkömmlichen Sinne sein. Die zunehmende Autonomie des

51 Siehe dazu *Ziegler* 2006b (Kapitel 7 und 13) und *Ziegler* 2013 (Kapitel 7).

Organismusgesetzes als Ganzes also ist kein Tatbestand der biologischen Evolutionsforschung. Es zeigt sich jedoch, dass Einzelorganismen sich in diese Richtung bewegen und gegenwärtig nur Menschenindividuen diesen Tatbestand erfüllen (siehe Kap. 8).

6.2 Entwicklungsziele in der biologischen Evolution

Zielgerichtetes Verhalten ist nicht nur unter der Voraussetzung eines von vornherein in Ideen- oder Vorstellungsform bestehenden, festgelegten und vor der Verwirklichung existierenden Zwecks möglich. Gesetzmässig gestaltete Prozesse implizieren kein Verhalten nach einem *vorgegebenen* Zweck oder Muster. Sonst wäre etwa jedes artspezifische Verhalten (z.B. bei der Partnersuche oder -auswahl) zweckgerichtet (siehe dazu weiter unten). Gesetzmässig ablaufende Prozesse oder Verhaltensweisen implizieren jedoch eine ihnen innewohnende (intrinsische) Verwirklichungskraft, ohne welche gar kein Vorgang stattfinden würde (*Ziegler* 2009). Im hier gegebenen Falle sind diese Prozesse Teil des Organismusgesetzes, das in Gestalt, Funktion und Verhalten seiner Organismen konstitutiv und nicht bloss regulativ anwesend ist.

Es handelt sich hier nicht um eine teleologische Auffassung der Evolution. Das würde bedeuten, dass der Entwicklung ein von *aussen* gesetzter Zweck zugrunde liegt, gewissermassen als Vorgabe, die es evolutiv zu erreichen gilt. Ein Organismus wird dann daran gemessen, ob er diesen Zweck erfüllt oder nicht. Diese Auffassung steht im Gegensatz zur hier vertretenen naturgesetzlichen Auffassung der Evolution, die allein durch dem Organismus immanente Gesetze abläuft und auf diese Weise auch zu einer Fortentwicklung Anlass gibt. Das Organismusgesetz wirkt (ohne kreative Interventionen oder äussere Zielvorgaben) *innerhalb* jedes Einzelorganismus. Es wirkt zudem lokal absichtslos und unspezifisch: Es verfolgt kein anderes Ziel als seine eigene naturnotwendige Verwirklichung, es plant nicht im voraus oder schafft zufällig, sondern ergreift die sich bietenden Gelegenheiten oder Bedingungen (Variation, Anpassung) und tritt in ein Wechselverhältnis gemäss seinen immanenten gesetzmässigen Bestimmungen (Erschliessung, Aneignung).[52] In diesem Sinne liegt es in der inneren Natur des Organis-

52 Um eine Verwechslung dieses Vorgangs mit den von der konventionellen Theorie des Neodarwinismus postulierten Zufallsprozessen zu vermeiden, muss darauf geachtet werden, aus welcher Warte man diese Prozesse betrachtet. Von aussen, von der Umgebung her gesehen, sind die Reaktionen des Organismus auf äussere Einflüsse zufällig, da aus diesen nicht ableitbar. Vom Organismusgesetz her gibt es keine zufälligen Ereignisse, da die entsprechenden Spezialisierungsschritte vom Allgemeinen zum Besonderen im Rahmen dieses Prinzips gestaltet werden.

musgesetzes, fortwährend alle sich bietenden Erscheinungsgelegenheiten zu ergreifen und dadurch Organismen hervorzubringen, die immer automorpher und autoregulativer werden: das ist sein ideeller Gehalt. Dass sich dadurch auch die Basis für eine Bewusstwerdung dieses Organismusgesetzes (im Sinne eines sich entwickelnden Wesens) herausbildet, ist eine Folge der Evolution und Ausdruck des allgemeinen Entwicklungsgesetzes, das jeder Erscheinungsentwicklung zugrunde liegt.

Spricht man von Zweck und Sinn bei der Charakterisierung biologischer Zusammenhänge, so handelt es sich unseres Erachtens um einen Missbrauch der Ausdrücke «Zweck» und «Sinn». In der Natur gibt es weder abstrakte Ziele in reiner Ideenform (Ideale) noch konkrete Zwecke (Ideale in Vorstellungsform), sondern nur wirksame Gesetzmässigkeiten, wirksame Ideen. Auch was man hin und wieder als «Sinn» eines biologischen Zusammenhangs oder einer Verhaltensweise bezeichnet, ist nichts anderes als ein Hinweis auf eine gesetzmässige, mit ihrem Umfeld (harmonisch) zusammenstimmende Funktion desselben. Denn empirisch liegen in der Natur weder abstrakte Ziele, noch Sinn, noch konkrete Zwecke irgendwo vor. Sie können nicht entdeckt, bzw. aufgefunden, sondern nur individuell von *Menschen* gesetzt werden.

So hat ein Fluss nicht das Ziel oder den Sinn, ins Meer zu münden, er folgt einfach der Schwerkraft; ein geworfener Speer hat ebenfalls kein Ziel, sondern unterliegt, einmal geworfen und losgelassen, den mechanisch-physikalischen Gesetzen des Wurfes und seiner Steuerung im Medium der Luft. Ebenso hat der Stoffwechsel eines Organismus nicht das Ziel, den Zweck oder den Sinn der Lebenserhaltung oder -gestaltung, die Fortpflanzung nicht den Zweck der Arterhaltung: Dies sind wirksame und umfassende Gesetzmässigkeiten des organischen Lebens, die sich manifestieren, wenn sich durch die Umwelt Gelegenheit dazu bietet. Der keimende Same hat nicht den Zweck oder Sinn, eine Blüte oder eine Frucht hervorzubringen, er ist ein Stadium in einer Entwicklung, die sich in Auseinandersetzung mit der Umgebung manifestiert. Ebensowenig hat das Fluchtverhalten von Antilopen in Gefahrensituationen den Zweck oder den Sinn der Selbsterhaltung, sondern ist Teil der wirkenden Gesetzmässigkeit des lebendig-empfindenden Daseins. Dies trifft sogar auf den *handelnden* (d.h. nicht bloss abstrakte Absichten hegenden oder bloss konkrete Ziele erwägenden) Menschen zu: Er steht entsprechend seinen Entschlüssen gesetzmässig wirkend in der Welt.

VertreterInnen des Kreationismus oder des Intelligent Design gehen davon aus, dass die evolutionäre Entwicklung der Lebewesen den Absichten eines Schöpfers oder anderen planvollen Entwürfen folgt. Diesen Auffassungen liegen zwei Arten von *Verwechslungen* zugrunde. Bei der einen werden abstrakte oder konkrete Zwecke oder ein unterstellter Sinn

mit *wirksamen* Naturgesetzmässigkeiten verwechselt. Bei der anderen Verwechslung werden reine Ideen (in der Biologie manchmal auch Funktionen genannt) mit Naturzwecken zusammengeworfen. Mit anderen Worten: Die Herausarbeitung einer Gesetzmässigkeit (oder einer Funktion) in Ideenform wird als Unterstellung eines abstrakten Ziels verstanden – im Kontrast zu ihrer Auffassung als *ideelle* Seite der ganzen erscheinenden Wirklichkeit und damit als wirksame Formgesetzmässigkeit in der Natur.

Wie sich eine konkrete Folge von Erscheinungen einer Gesetzmässigkeit tatsächlich entwickeln wird, lässt sich dieser Gesetzmässigkeit nicht entnehmen. Es können lediglich ihre bereits erfolgten konkreten Auseinandersetzungen mit ihrer Mitwelt retrospektiv analysiert werden. Das Organismusgesetz enthält keine «auswickelbaren» konkreten Formen, weder in räumlicher noch in zeitlicher Hinsicht.

6.3 Zur Frage der Entwicklung des Organismusgesetzes

Es liegt nahe, in der Unterscheidung von Wesen und Erscheinung für das Organismusgesetz und seine Erscheinungsentwicklung einen versteckten Dualismus zu vermuten. Eine dualistische Auffassung des Evolutionsgeschehens (im Sinne eines ontologischen und nicht bloss methodologischen oder erkenntnistheoretischen Dualismus) würde bedeuten, dass das Organismusgesetz seinsmässig eine grundsätzlich andere Entität ist als das Medium seiner Erscheinungen. Dann könnte es mit letzterem nur eine äusserliche Einheit eingehen, und die Wechselwirkung beider hätte keine weiteren Folgen. – Die ideenrealistische Auffassung des Organismusgesetzes mit seiner Wesens- und Erscheinungsentwicklung steht jedoch im Gegensatz zu einer dualistischen Auffassung des Evolutionsgeschehens. Hier ist jeder einzelne Organismus eine konkrete Einheit von wirkendem Organismusgesetz und Erscheinungsmedium: Das Organismusgesetz wirkt nicht von aussen regelnd in das Medium hinein, sondern gestaltet es von innen heraus, da beide von vornherein eine Einheit bilden. Zudem findet anhand der andauernden Auseinandersetzung des Organismusgesetzes mit dem Erscheinungsmedium und mit der Umgebung sowie durch die Weitergabe erworbener Eigenschaften eine reale Fortentwicklung statt. Es entwickelt sich nicht die *Gesetzmässigkeit* des Organismusgesetzes selbst, aber seine Fähigkeiten steigern und vervollkommnen sich, was ohne die in den Erscheinungsentwicklungen gewonnenen Erfahrungen nicht möglich wäre. Erhöht wird einerseits die Fähigkeit zur erscheinungsmässigen Ausgestaltung, andererseits diejenige zur Bezugnahme auf andere wirkende Wesen (z.B. Menschen). Aus dieser Wechselwirkung geht demnach weder das Organismusgesetz noch das Medium unverändert hervor: Das Organismusgesetz gewinnt durch die Ausgestaltung der Automorphie und

Autoregulation individueller Organismen sowie durch die Wechselwirkung mit anderen Wesen zunehmend an Autonomie im Sinne der Fähigkeit, seine Möglichkeiten als Erscheinungen zu realisieren. Dies impliziert eine Wesensentwicklung im Sinne einer Bewusstseinsentwicklung. Das Medium macht dabei eine Umgestaltung durch, die nicht ohne Spuren für seine weiteren Entwicklungsprozesse bleibt.

Man kann der Ansicht sein, in der Evolution gehe es zentral um Entwicklung, also müsse sich auch das Organismusgesetz entwickeln. Bezieht man die postulierte Entwicklung des Organismusgesetzes auf die Entwicklung der *Erkenntnis* dieses Gesetzes im historischen Ablauf (zeitabhängiger allgemeiner oder individueller Bewusstseins- oder Erkenntnishorizont), so ist nichts dagegen einzuwenden. Für den *Inhalt* des Organismusgesetzes selbst, als Grundlage der Evolution im Sinne einer Erscheinungsentwicklung, kann eine Entwicklung weder empirisch begründet noch theoretisch konsistent postuliert werden. Es ist ein empirisches *Faktum* der Ideenerfahrung, dass sich ideelle Prinzipien als solche (d.h. nicht unsere Auffassung derselben) nicht verwandeln (*Ziegler* 2006b, Kap. 4 und 5). Ausserdem bricht mit der Annahme einer Veränderbarkeit und damit auch einer prinzipiellen Unfassbarkeit der Gesetzmässigkeit des Organismusgesetzes der Bezugspunkt zur *biologischen* Entwicklung zusammen: Wenn sich dieses Gesetz *selbst* entwickeln würde, verlöre die Evolution als *biologische* Evolution jede spezifische Bedeutung, denn sie wäre dann die Entwicklung eines Unbestimmtem in ein anderes Unbestimmtes.

Wer eine Veränderung der Gesetzmässigkeit selbst annimmt, verwechselt Erscheinungsentwicklung und Wesensentwicklung: Es wird etwas von der Erscheinungsentwicklung erwartet, nämlich eine Veränderung des sich in seinen Erscheinungen manifestierenden Wesens, was in den Bereich der Wesensentwicklung gehört und sich dort in Bewusstseinsveränderungen und nicht in Veränderungen der gesetzmässigen Struktur des Wesens zum Ausdruck bringt.[53] Falls sich das Organismusgesetz im Sinne eines wirkenden Wesens in seiner Dimension des Bewusstseins weiter entwickeln kann, bedeutet dies nicht, dass es sich deshalb auch in seinem ideellen Gehalt, in seiner begrifflichen Struktur, verändern muss – im Gegenteil, letztere ist eine Vorbedingung und ein Bezugspunkt seiner invarianten Identität als biologisches Organismusgesetz und damit ein gleichbleibendes Kennzeichen aller sich entwickelnder Organismen.

53 Genaueres zu den Unterschieden von Wesens- und Erscheinungsentwicklung findet sich in *Ziegler* 2008a, 2008b und kurz zusammengefasst in *Ziegler* 2009.

Auch das Postulat eines sich selbst entwickelnden Entwicklungsgesetzes lässt sich nicht konsistent einlösen. Entwicklung ohne irgend einen invarianten Bezugspunkt, bezüglich welchem sich die Entwicklung als Veränderung fassen lässt, ist aus logischen Gründen nicht möglich. Wenn sie nicht völlig willkürlich ablaufen soll, so müsste sich auch eine solche Entwicklung gemäss bestimmten Gesetzen vollziehen, die dann aber nicht selbst einer Entwicklung unterliegen könnten.

7 Entwicklung von Organismengemeinschaften

Die Phänomene der Biologie legen für Lebensgemeinschaften von Organismen mit derselben Stringenz eine Kooperation und gegenseitige Hilfe nahe wie einen Konkurrenzkampf um natürliche Ressourcen und Lebensräume. Man denke etwa an die Symbiosen und die verschiedenen Arten von Sozialverhalten in Insektenstaaten und bei höheren Wirbeltieren.

Diese Phänomene weisen darauf hin, dass in ihnen noch andere Gesetzmässigkeiten zum Ausdruck kommen als nur das Organismusgesetz: Denn das den Organismen im Rahmen ihrer Entwicklung zugrunde liegende Organismusgesetz bestimmt zwar jede *einzelne* Erscheinung, erstreckt seine Bestimmung jedoch nicht auf alle Einzelheiten des *Zusammenhangs* dieser Organismen innerhalb der Lebensgemeinschaft. Dies ermöglicht es jedoch anderen wirkenden Gesetzmässigkeiten (Wesen), sich solcher Organismengemeinschaften für ihr eigenes Erscheinen zu bedienen und damit innerhalb solcher Gemeinschaften noch andere Ordnungsstrukturen und Funktionen zum Ausdruck zu bringen.

Dieses Thema kann und muss hier nicht weiterverfolgt werden, da es über das Organismusgesetz hinaus in andere Dimensionen des Entwicklungsgeschehens führt.

8 Menschwerdung als naturgemässe Fortsetzung der biologischen Evolution: Erscheinungs- und Wesensentwicklung des Menschen

Der menschliche Organismus ist unbestritten ein Ergebnis der biologischen Evolution. Gemäss den Prinzipien der synthetischen Theorie ist es jedoch seit einigen Jahrtausenden zu einem natürliches Ende seiner *biologischen* Entwicklung gekommen: Es kann aufgrund der eingetretenen Verhältnisse keine rein biologische Weiterentwicklung im Sinne einer Artbildung mehr stattfinden (*Mayr* 2003): Erstens stehen der Menschenpopulation keine noch nicht eroberten geographischen Nischen mehr zur Verfügung, es kann also keine Artvariation oder Speziation (Artverzweigung oder Artentstehung) durch geographische Isolation und damit einhergehende Gendrift, d.h. durch zufällige Vereinseitigungen des genetischen Materials in kleinen

Populationen, mehr geben. Weil somit sämtliche Reproduktionsbarrieren wegfallen, wirkt sich der Genfluss (Ausgleich des genetischen Materials in grossen Populationen) unter idealen Bedingungen aus und verhindert so eine rein biologische Speziation. Zweitens gibt es aufgrund sozialer Fürsorge und medizinischer Fortschritte keine Indizien mehr für eine *natürliche, rein biologische* Selektion, das heisst für eine Elimination suboptimal zum Überleben und Reproduzieren geeigneter Menschen; der als zentral postulierte rein biologische Faktor für die Höherentwicklung der Art des menschlichen Organismus läuft ins Leere. Rein biologisch gesehen ist aus dieser Sicht die Evolution des menschlichen Organismus am Ende (*Mayr* 2003, *Wandschneider* 2005). Dennoch vollzieht er faktisch weitere Evolutionsschritte (*Kümmell* 2015, *Rosslenbroich* 2014: Kap. 12, S. 232ff.), auch wenn nicht abzusehen ist, dass dies zur Bildung neuer Arten führt. Es ist in Betracht zu ziehen, dass es aufgrund zunehmender Selbstgestaltung des Menschen und seiner Prägung der Umwelt auf der einen Seite sowie durch Fortschritte in der pränatalen Diagnostik und der Möglichkeit pränataler Eingriffe (etwa zur Elimination von Menschen mit Down-Syndrom und Geschlechterselektion) auf der anderen Seite zu einer künstlichen Selektion kommen kann und damit die Möglichkeit einer künstlichen biologischen Speziation auch ohne Reproduktionsbarrieren eröffnet wird (*Holdrege* 1999).

Psychische Eigenschaften und das Sozialverhalten der Menschen unterscheiden sich nur graduell und nicht prinzipiell von den entsprechenden Phänomenen im Reich anderer Organismen. Mit anderen Worten: Wegen des evolutiven Charakters der psychischen Eigenschaften und des Sozialverhaltens knüpfen menschliche Verhaltensweisen nahtlos an organismische Ausdrucksformen an.[54] Es gibt keinen Entwicklungssprung, der aus gemeinsamen Vorfahren plötzlich einen Menschen gemacht hätte. Der entscheidende Punkt ist nicht, ob es solche Gemeinsamkeiten zwischen menschlichen und anderen Organismen gibt oder nicht – es gibt sie selbstverständlich. Die Frage ist vielmehr, ob Menschen durch ihre Individualentwicklung einen Schritt vollziehen können, in der sie grundsätzlich neue psychische Eigenschaften in das Seelenleben und die sozialen Verhältnisse einbringen können. Etwas Neues, das zwar aus organismischem Verhalten nicht ableitbar ist und doch im Sinne einer bruchlosen Anknüpfung evolutiv aus ihm hervorgeht: Seelenentwicklung und Gemeinschaftsbildung auf der

54 *Hösle* 1988 macht auf die positiven Elemente der evolutionären Erkenntnistheorie (siehe etwa *Vollmer* 1994) aufmerksam, an die es anzuknüpfen gilt, die jedoch von ihren universalistischen Ansprüchen abgelöst werden muss.

Grundlage des sich zur Freiheit, zur individuellen Autonomie, entwickelnden Menschen.[55]

Angesichts der weitgehenden Verwandtschaften im Sozialverhalten von evolutiv fortgeschrittenen Tieren und von um Befreiung ringenden Menschengemeinschaften liegt es nahe, eine Sonderstellung des Menschen abzulehnen und anzunehmen, dass Tiere ebenso zur Freiheit fähig sind wie Menschen. Dies würde bedeuten, dass der Mensch den biologischen Organismen im Allgemeinen und den Tieren im Besonderen nichts voraus hätte, insbesondere auch nicht seine Freiheit (sofern diese nicht grundsätzlich, und somit auch für Tiere, abgestritten wird). Mit anderen Worten, auch Tiere sollen die Möglichkeit haben, sich zur Freiheit zu entwickeln. – Falls dies im Sinne einer *Befreiung*, einer Selbstbestimmung im Sinne *zunehmender* Autonomie im Rahmen des Organismusgesetzes gemeint ist, also im Sinne einer Vorform des menschlichen Freiheitsprozesses, so kann nichts dagegen eingewendet werden, da dies eine evolutionäre Tatsache ist (*Rosslenbroich* 2007, 2009). Die unmittelbare Erfahrung der Selbstbestimmung im Sinne einer individuellen und bezüglich des Inhalts offenen (das heisst nicht etwa auf die Aufrechterhaltung des Organismusgesetzes festgelegten) Zielbildung kann allerdings der Mensch nur bei sich selbst konkret (und nicht nur als Postulat) feststellen. Versteht man unter einem Tier eine Erscheinungsform des Organismusgesetzes, so ist dies für Tiere *als Tiere* ausgeschlossen. Andernfalls wäre das Tier kein Tier, sondern eben ein Mensch und nur in Bezug auf seine leibliche Organisation, nicht aber seinem Wesen nach eine Erscheinung des Organismusgesetzes.

Wer an der Sonderstellung des Menschen festhält, kann leicht in die Ecke einer Verachtung und damit einer blossen Instrumentalisierung von Tieren (und Pflanzen) gedrängt werden. Eine Sonderstellung scheint eine Respektierung der Würde von Pflanzen und Tieren auszuschliessen.[56] – Das Gegenteil trifft in der Regel zu: Tatsächliche oder mögliche Entwicklungs- und Bewusstseinsunterschiede im Sinne einer gegebenenfalls grundsätzlich tiefer und weiter reichenden Selbstbestimmung haben nicht notwendigerweise Überheblichkeit, Respektlosigkeit und Ausnutzung zur Folge – auch wenn diese Haltungen de facto vorkommen. Sie ermöglichen und erfordern gerade individuelle Verantwortung, eine partizipative Haltung zu Entwicklung und Evolution dieser Lebewesen und aktive Zuwendung für ihr Wohlergehen.

55 Auf die konkrete Bedeutung der Kooperation unter Menschen, siehe etwa *Steiner* 1919, *Sauer-Sachtleben* 1999, *Bauer* 2006.

56 Siehe zu diesem Thema der Sonderstellung des Menschen im Kontext einer Diskussion der epistemischen und handlungsorientierten Unterscheidung von Naturreichen *Ziegler* 2011.

Dies wird tatsächlich im Umgang mit Haustieren (im Kontrast zu blossen Nutztieren) und insbesondere mit Menschenkindern wahrgenommen, die in den ersten Monaten und Jahren ihrer Entwicklung keine unmittelbaren Zeichen einer freien Selbstbestimmung zeigen und doch (in der Regel) nicht ausgenutzt und respektlos behandelt werden.

Die jüngsten Schritte der biologischen Evolution gingen mit der Kulmination von Automorphie und Autoregulation der menschlichen Organismen einher, von denen jeder einzelne das Bedürfnis und den Keim zur Verwirklichung der Autonomie im Sinne einer Selbstbestimmung und Selbstgestaltung entwickelte. Die individuelle menschliche Organisation ist demzufolge nicht nur Ausdruck des Organismusgesetzes, sondern auch einer nicht durch die Grenzen dieses Gesetzes behinderten Selbstbestimmung und Selbstgestaltung.

Verhaltensweisen, die weit über die Grenzen des vererbten Artverhaltens hinausgehen treten allerdings auch immer wieder bei einzelnen Tierorganismen in freier Wildbahn auf. Nur Menschen können sich dagegen in der unmittelbaren Selbsterfahrung über ihre eigenen Gesetzmässigkeiten Rechenschaft geben. Sie können insbesondere die Gesetze ihrer eigenen und der biologischen Evolution durchschauen und handhaben. Sie können, zumindest zeitweise, autonom über die Gesetze (Ziele, Motive) ihres Handelns verfügen und damit den «Zustand» der Freiheit verwirklichen.[57]

Zusammenfassend: Jedes Menschenwesen kann Selbstbestimmung und Selbstgestaltung für sich realisieren. Und diese (menschlichen) Eigenschaften können in keinem einzelnen nicht-menschlichen Organismus in reiner Form in Erscheinung treten. Nur dem Organismusgesetz als Ganzem, aufgefasst als individuelles Wesen, können sie zumindest hypothetisch zugeschrieben

57 Freie Handlungen sind Tatsachen und können nur durch inkonsistentes Argumentieren weggeleugnet werden, nämlich durch negative Existentialurteile, welche das Negierte als Bezugspunkt der ganzen Argumentation als existent voraussetzen müssen. – Wird behauptet, dass es keine Freiheit im Sinne der individuellen Willensfreiheit gibt und sich der Mensch deshalb nur biologisch aber nicht aufgrund seiner Autonomie von anderen Organismen unterscheidet (siehe etwa *Albert* 1991, *Roth* 2001, *Singer* 2004, *Vollmer* 1994), so verunmöglicht dies zugleich eine rationale Begründung der Verantwortung (nicht: biologisch bedingte Fürsorge etc.) des Menschen für sich selbst und die übrige Welt, insbesondere für seine Mitmenschen und andere Mitorganismen. Es bleibt dadurch religiösen oder anderen dogmatischen Ideologien überlassen, diese oft erlebte aber selten durchschaute Lücke in der Bestimmung des Menschen auszufüllen. – Da ein empirisch, das heisst streng erfahrungsmässig ausgerichteter Beweis der individuellen Freiheit ohne prinzipielle Probleme durchführbar ist (*Steiner* 1894/1918, *Ziegler* 2006b), ist diese Position nicht nur inkonsistent und in ihren Konsequenzen inakzeptabel, sondern grundsätzlich widerlegbar.

werden. Mit anderen Worten: Das Organismusgesetz erreicht zunächst nur durch den einzelnen Menschen seine Bestimmung als ein sich selbst gestaltendes Prinzip.

Dank

Diese Arbeit entstand während einiger Jahre in fortgesetzter evolutiver Auseinandersetzung mit zwei Arbeitsgruppen zum Typus- und Entwicklungsbegriff, denen unter anderen in wechselnder Besetzung folgende Personen angehörten. Arbeitsgruppe «Entwicklung» in Frankfurt: Martin Basfeld, Thomas Kracht, Susanna Kümmell, Bernd Rosslenbroich, Marita Schmieder-Rosslenbroich, Hans-Ulrich Schmutz, Stephan Stockmar, Monika Würzinger; Arbeitsgruppe «Typus» in Arlesheim: Andreas Bosshart, Martina Geith, Marius Hörner, Florian Leiber, Thomas Löffler, Roland Neff, Ruth Richter, Anet Spengler Neff, Johannes Wirz. Die ersten Entwürfe stammen von Renatus Ziegler. Sie wurden in Zusammenarbeit mit der letztgenannten Gruppe in verschiedenen Schritten weiter ausgearbeitet. – Für das Lektorat einer früheren Fassung danken wir Gerlinde Schultz.

Literatur

Ahlberg, P. E., Clark, J. A. (2006): A firm step from water to land. Nature, Band 440, S. 747–749.

Albert, H. (1991): Traktat über kritische Vernunft. Tübingen: (5. Auflage).

Alberch, P., Gould, S. J., Oster, G. F., Wake, D. B. (1979): Size and shape in ontogeny and phylogeny. Paleobiology, Band 5(3), S. 296–317.

Altner, G. (1991): Naturvergessenheit. Grundlagen einer umfassenden Bioethik. Darmstadt.

Andersen, P. B., Emmeche, C., Finnemann, N. O., Christensen, P. V. (Hg.) (2000): Downward Causation: Mind, Bodies and Matter. Aarhus.

Barluenga, M., Stölting, K. N., Salzburger, W., Muschick, M., Meyer, A. (2006): Sympatric speciation in Nicaraguan crater lake cichlik fish. Nature, Band 439, S. 719–723.

Bauer, J. (2006): Prinzip Menschlichkeit. Warum wir von Natur aus kooperieren. Hamburg.

Bauer, J. (2008): Das kooperative Gen: Abschied vom Darwinismus. Hamburg.

Beckermann, A., Flohr, H., Kim, J. (Hg.) (1992): Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism. Berlin.

Bolnick, D. I., Fitzpatrick, B. M. (2007): Sympatric speciation: Models and empirical evidence. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, Band 38, S. 459–487.

Brenner, A. (2007): Leben: eine philosophische Untersuchung. Bern.

Brestowsky, M. (2009): Evolution – ein Forschungsgebiet im Grenzbereich. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 62(1), S. 16–19.
Brestowsky, M. (2010): Grenzen überwinden, nicht wegleugnen. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 63(2), S. 76–78.
Cahenzli, F. et al. (2015): Female butterflies adapt and allocate their progeny to the host-plant quality of their own larval experience. Ecology 96, S. 1966–1973.
Campbell, N. A. et al. (Hg.) (2006): Biologie. München (6. Auflage).
Carroll, S. B. (2008): Evo Devo: Das neue Bild der Evolution. Berlin.
Chang, H. (2014): Is Water H_2O? Dordrecht.
Clayton, P., Davies, P. (Hg.) (2006): The Re-Emergence of Emergence. The Emergist -Hypothesis from Science to Religion. New York.
Daeschler, E. B. et al. (2006): A Devonian tetrapod-like fish and the evolution of the tetrapod body plan. Nature, Band 440, S. 757–763.
Deacon, T. (2006): Emergence: the whole at the wheel's hub. In: *Clayton/Davies* (Hg.), S. 111–150.
De Beer, G. R. (1940): Embryos and ancestors. Oxford.
Driesch, H. (1905): Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre. Leipzig.
Driesch, H (1909): Philosophie des Organischen. Leipzig.
Eldredge, N., Gould, S. J. (1985): Punctuated Equilibria: An alternative to phyletic gradualism. In *T.J.M. Schopf* (Hg.) Models in Paleobiology. San Francisco: Freeman Cooper. S. 82–115. Reprinted in *N. Eldredge*, Time frames. Princeton: Princeton Univ. Press, 1985, S. 193–223.
Erwin, D. H. (2000): Macroevolution is more than repeated rounds of microevolution. Evolution & Development, Band 2, S. 78–84.
Fehr, C. (2006): Explanations of the evolution of sex: a plurality of local mechanisms. In: *Kellert/Longino/Waters* (Hrsg.) 2006a, S. 167–189.
Geus, A., Höxtermann, E. (2007): Evolution durch Kooperation und Integration. Zur Entstehung der Endosymbiosetheorie in der Zellbiologie. Marburg an der Lahn.
Giere, R. N. (2006a): Scientific perspectivism. Chicago.
Giere, R. N. (2006b): Perspectival pluralism. In: *Kellert/Longino/Waters* (Hrsg.) 2006a, S. 26–41.
Glaubrecht, M. (2003): Arten, Artkonzepte und Evolution – Was sind und wie entstehen «biologische Arten»? In: *Reichholf, J. H., Deigele, C.* (Hg.), Biologische Vielfalt – Sammeln, Sammlungen, Systematik, München:, S. 15–42.
Glaubrecht, M. (2004): Ernst Mayr – Vom Systematiker zum Begründer einer neuen Biophilosophie. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 57, Heft 7, S. 357–368.
Goddard, M. E., Whitelaw, E. (2014): The use of epigenetic phenomena for

the improvement of sheep and cattle. Frontiers in Genetics (www.frontiersin.org), 5, 247, S. 1–6.
Göbel, T. (1988): Die Pflanzenidee als Organon. Niefern-Öschelbronn.
Godfrey-Smith, P. (2001): On the status and explanatory structure of development systems theory. In: *Oyama/Griffiths/Gray* (Hg.) (2001), S. 283–297.
Goldstein, K. (1934): Der Aufbau des Organismus. Haag.
Goodwin, B. (1994): How the leopard changed its spots. London.
Goodwin, B., Colquhoun, M. (1997): In context: genes, organisms and evolution illustrated through algae and buttercups. In: *Wirz/Lammerts van Bueren* (Hg.) 1997, S. 181–197.
Gould, S. J. (1977): Ontogeny and Phylogeny. Cambridge (Massachusetts).
Gould, S. J., Lewontin, R. C. (1979): The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptionist program. Proceedings of the Royal Society London, Band B 205, S. 581–598.
Gregory, T. R. (2008a): Evolution as Fact, Theory, and Path. Evolution: Education and Outreach, Band 1, S. 46–52.
Gregory, T. R. (2008b): Evolutionary Trends. Evolution: Education and Outreach, Band 1, S. 259–273.
Griffiths, P. E., Gray, R. D. (2001): Darwinism and developmental systems. In: *Oyama/Griffiths/Gray* (Hg.) (2001), S. 195–218.
Haeckel, E. (1866): Generelle Morphologie der Organismen, Band 2. Berlin.
Haeckel, E (1891): Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen. Teil 1: Keimesgeschichte des Menschen. Leipzig: (4. Auflage).
Harlan, V. (Hg.) (2005): Wert und Grenzen des Typus in der botanischen Morphologie. Nümbrecht-Elsenroth.
Harman, P. M. (1982): Energy, force, and matter: the conceptual development of nineteenth century physics. Cambridge.
Heilbron, J. L. (1979): Electricity in the 17th and 18th centuries. Berkeley.
Henningsen, D. (2009): Aktualismus in der Geologie. Die Gegenwart als Schlüssel in der Vergangenheit. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 62 (5), S. 229–232.
Heusser, P. (1989): Das zentrale Dogma nach Watson und Crick und seine Wiederlegung durch die moderne Genetik. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Band 99, S. 1–14.
Heusser, P. (Hrsg.) (2000): Goethes Beitrag zur Erneuerung der Naturwissenschaften. Bern.
Ho, M.-W. (1997): DNA and the new organicism. In: *Wirz/Lammerts van Bueren* (Hrsg.) 1997, S. 78–93.
Holdrege, C. (1986): Schritte zur Bildung eines lebendigen Vererbungsbegriffs. Elemente d. N. 45, S. 27–61.

Holdrege, C. (1999): Der vergessene Kontext: Entwurf einer ganzheitlichen Genetik. Stuttgart.
Hösle, V. (1988): Tragweite und Grenzen der evolutionären Erkenntnistheorie. In: *Hösle, V.*: Die Philosophie und die Wissenschaften, München 1999, S. 74–103.
Hösle, V. (2005): Objective idealism and Darwinism. In *Hösle/Illies* 2005, S. 216–242. Deutsche Übersetzung: *Hösle, V.*, Platonismus und Darwinismus, Freiburg: 2001.
Hösle, V., Illies, C. (1998): Der Darwinismus als Metaphysik. In: *Hösle, V.*: Die Philosophie und die Wissenschaften, München1999, S. 46–73.
Hösle, V., Illies, C. (Hg.) (2005): Darwinism & Philosophy. Notre Dame (Indiana).
Hoyningen-Huene, P., Wuketits, F. M. (1989): Reductionism and Systems Theory in the Life Sciences. Some Problems and Perspectives. Dordrecht.
Huber, G. (1981): Philosophische Fragen zum Determinismus. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Band 126, S. 3–17.
Hulswitt, M. (2006): How causal is downward causation? Journal for General Philosophy of Science, Band 36, S. 261–287.
Jablonka, E. (2001): The systems of inheritance. In: *Oyama/Griffiths/Gray* (Hg.) (2001), S. 99–116.
Jablonka, E., Lamb, M. (1995): Epigenetic Inheritance and Evolution: The Lamarckian dimension. Oxford.
Jablonka, E., Lamb, M. (2005): Evolution in four dimensions – genetic, epigenetic, behavioral and symbolic variation in the history of life. Cambridge (Massachusetts).
Jablonka, E., Raz, G. (2009): Transgenerational epigenetic inheritance: prevalence, mechanisms, and implications for the study of heredity and evolution. The Quarterly Review of Biology, Band 84(2), S. 131–176.
Jablonski, D. (2008): Species selection: Theory and data. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, Band 39, S. 501–524.
Jahn, I. (2000): Geschichte der Biologie. Heidelberg.
Jenny, H. (1954): Der Typus. Dornach.
Jonas, H. (1973): Organismus und Freiheit. Göttingen. (Neuausgabe 1997: Das Prinzip Leben: Ansätze zu einer philosophischen Biologie. Frankfurt).
Junker, T. (2009): Neutrale Evolution. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 62(7), S. 389–390.
Kather, R. (2003): Was ist Leben? Philosophische Positionen und Perspektiven. Darmstadt.
Kellert, S. H., Longino, H. E., Waters, C. K. (Hg.) (2006a): Scientific pluralism Minneapolis.

Kellert, S. H., Longino, H. E., Waters, C. K. (2006b): The pluralist stance. In: *Kellert/Longino/Waters* (Hg.) 2006a, S. VII–XXIX.
Kemp, T. S. (2007): The origin of higher taxa: macroevolutionary processes, and the case of mammals. Acta Zoologica, Band 88, S. 3–22.
Kipp, F. (1980): Die Evolution des Menschen im Hinblick auf seine lange Jugendzeit. Stuttgart. (2. Auflage 1991).
Klingenberg, C. P. (1998): Heterochrony and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. Biological Review, Band 73, S. 79–123.
Koestler, A., Smythies, J. R. (Hg.) (1970): Das neue Menschenbild. Die Revolutionierung der Wissenschaften vom Leben. Wien, München, Zürich.
Kranich, E.-M. (1989): Von der Gewissheit zur Wissenschaft der Evolution. Die Bedeutung von Goethes Erkenntnistheorie für die Evolutionstheorie. Stuttgart.
Krohs, U., Toepfer, G. (2005): Philosophie der Biologie. Frankfurt.
Kümmell, S. (2008a): Zeitmuster in der Evolution der Säugetiere und ihrer Vorläufer: Morphodynamik der dreigliedrigen Organisation. Die Drei, Band 78(7), S. 33–54.
Kümmell, S. (2008b): Zeitmuster in der Evolution der Säugetiere und ihrer Vorläufer. Jahrbuch für Goetheanismus 2008/2009, S. 41–77.
Kümmell, S. (2009): Die Digiti der Synapsida: Anatomie, Evolution und Konstruktionsmorphologie (Dissertation Universität Witten-Herdecke). Aachen.
Kümmell, S. (2010): Form und Bewegung und die Entstehung von Neuerungen in der Evolution. Teil I. Elemente d. N. 92, S. 5–38.
Kümmell, S. (2011): Form und Bewegung und die Entstehung von Neuerungen in der Evolution. Teil II: Wandlungsphasen in der Evolution der Organe. Elemente d. N. 94, S. 25–68.
Kümmell, S. (2015): Zur Evolution des menschlichen Kopfes. Der Modus der Komplexitätsverschiebung und die Rolle der Heterochronie und Plastizität. Jahrbuch für Goetheanismus 2015, S. 15–101.
Kutschera, U. (2005): Predator-driven macroeveolution in flying fishes inferred from behavioural studies: historical controversies and a hypothesis. Annals of the History and Philosophy of Biology, Band 10, S. 59–77.
Kutschera, U. (2008): Evolutionsbiologie. Stuttgart: (3. Auflage).
Kutschera, U. (2009): Tatsache Evolution. Was Darwin nicht wissen konnte. München.
Kutschera, U., Niklas, K. J. (2004): The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis. Naturwissenschaften, Band 91, S. 255–276.

Kutschera, U., Niklas, K. J. (2005): Endosymbiosis, cell evolution, and speciation. Theory in Biosciences, Band 124, S. 1–24.
Kutschera, U., Niklas, K. J. (2008): Macroevolution via secondary endosymbiosis: a Neo-Goldschmidtian view of unicellular hopeful monsters and Darwin's primordial intermediate form. Theory in Biosciences, Band 127, S. 277–289.
Laland, K. et al. (2013): More on how and why: cause and effect in biology revisted. Biology and Philosophy, Band 28, S. 719–745.
Laland, K. et al. (2014): Does evolutionary theory need a rethink? Yes, urgently. Comment, Nature, Band 541, S. 161–164.
Laland, K. N., Odling-Smee, F. J., Feldman, M. W. (2001): Niche construction, ecological inheritance, and cycles of contingency in evolution. In: *Oyama/Griffiths/Gray* (Hg.) (2001), S. 117–126.
Laubichler, M. D. (2005a): Systemtheoretische Organismuskonzeptionen. In *Krohs/Toepfer* (Hg.) 2005, S. 109–124.
Laubichler, M. (2005b): Das Forschungsprogramm der evolutionären Entwicklungsbiologie. In *Krohs/Toepfer* (Hrsg.) 2005, S. 322–337.
Lefèvre, W. (1984): Die Entstehung der biologischen Evolutionstheorie. Frankfurt.
Levit, G. S., Meister, K., Hossfeld, U. (2005): Alternative Evolutionstheorien. In *Krohs/Toepfer* (Hrsg.) 2005, S. 267–286.
Levit, G. S., Meister, K., Hossfeld, U. (2006): The history of essentialism vs. Ernst Mayr's 'Essentialism Story': A case study of German idealistic morphology. Theory in Biosciences, Band 124, S. 281–307.
Levit, G. S., Meister, K., Hossfeld, U. (2008): Alternative evolutionary theories: A historical survey. Journal of Bioeconomics, Band 10, S. 71–96.
Lewontin, R. C. (1983): Gene, organism, and environment. In: *Bendall, D. S.* (Hg.), Evolution: From Molecules to Men, Cambridge, S. 273–285. *Oyama/Griffiths/Gray* (Hg.) (2001), S. 59–66.
Longino, H. E. (2006): Theoretical pluralism and the scientific study of behavior. In: *Kellert/Longino/Waters* (Hg.) 2006a, S. 102–131.
Mahner, M. (1998): Warum es Evolution nur dann gibt, wenn Arten nicht evolvieren. Theory in Biosciences, Band 117, S. 173–199.
Mahner, M. (2005): Biologische Klassifikation und Artbegriff. In *Krohs/Toepfer* (Hg.) 2005, S. 231–248.
Mann, G. (1984): Neovitalismus. In: *Ritter, J., Gründer, K.* (Hg.), Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 6, Basel, Spalte 720–724.
Margulis, L. (1999): Die andere Evolution. Heidelberg.
Margulis, L., Sagan, D. (2003): Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species. New York.

Mayr, E. (1984): Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. Berlin-Heidelberg. (Nachdruck 2002).
Mayr, E. (2003): Das ist Evolution. München.
McNamara, K. J. (1997): Shapes of time: the evolution of growth and development. Baltimore.
Meyer, S. C., Ross, M., Nelson, P., Chien, P. (2003): The cambrian explosion: bology's big bang. In: *Campbell, J. A. / Meyer, S. C.* (Hg.), Darwinism, Design and Public Education, Lansing (Michigan), S. 223–285.
Meyer, S. C. (2004): Intelligent design: the origin of biological information and the higher taxonomic categories. Proceedings of the Biological Society of Washington, Band 117(2), S. 213–239.
Molinier, J., Ries, G., Zipfel, C., Hohn, B. (2006): Transgeneration memory of stress in plants. Nature, Band 442, S. 1046–1049.
Moss, L. (2003): What genes can't do. Cambridge (Massachusetts), London.
Moss, L. (2005): Darwinism, dualism and biologic agency. In: *Hösle/Illies* (Hg.) 2005, S. 349–363.
Müller, G. B., Newman, S. A. (2005): The innovation triad: an evo-devo agenda. Journal of Experimental Zoology, Band 304B, S. 487–503.
Neukamm, M. (2007): Ernst Haeckels Biogenetisches Grundgesetz und das Konzept der ontogenetischen Rekapitulation. AG Evolutionsbiologie im Verband Biologie, Biowissenschaften & Biomedizin, www.evolutionsbiologie.de (Zugriff am 8.1.2009).
Neukamm, M. (2009): Evolutionsbiologie – Natur- oder Geisteswissenschaft? Eine Replik auf den Artikel «Evolution – ein Forschungsgebiet im Grenzbereich». Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 62(9), S. 470–473.
Osche, G. (1985): Wie stehen wir heute zum Biogenetischen Grundgesetz von Haeckel? In: *Wilhelmi, B., Penzlin, H.* (Hg.), Leben und Evolution. Jena, S. 56–71.
Oyama, S., Griffiths, P. E., Gray, R. D. (Hg.) (2001): Cycles of Contingency – Developmental Systems and Evolution. Cambridge (Massachusetts).
Penzlin, H. (2002): Warum das Autopoiese-Konzept Maturanas die Organisation lebendiger Systeme unzutreffend beschreibt. Philosophia Naturalis, Band 39(1), S. 61–87.
Penzlin, H. (2009): Die theoretischen Konzepte der Biologie in ihrer geschichtlichen Entwicklung. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 62(5), S. 233–243.
Plessner, H. (1975): Die Stufen des Organischen und der Mensch. Berlin.
Poppelbaum, H. (1930): Mensch und Tier. Basel (2. Auflage).
Portmann, A. (1956): Biologie und Geist. Zürich (Neuausgabe: Göttingen 2000).

Portmann, A. (1983): Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere. Basel.
Riedl, R. (1975): Die Ordnung des Lebendigen: Systembedingungen der Evolution. Hamburg.
Rosslenbroich, B. (2001): Das Verständnis des Organismus als zentrales Problem der Medizin. Forschende Komplementärmedizin, Band 8, S. 125–136.
Rosslenbroich, B. (2002): Geschichte und Problem des Höherentwicklungsbegriffs. Tycho de Brahe Jahrbuch für Goetheanismus, S. 7–75.
Rosslenbroich, B. (2004): Zur Evolution der organismischen Autonomie, Teil I: Begriffsbestimmungen und das Beispiel der Entstehung der Metazoen. Elemente d. N. 81, S. 40–57.
Rosslenbroich, B. (2005): Zur Evolution der organismischen Autonomie, Teil II: Vergleich einiger ursprünglicher Metazoen und Diskussion. Elemente d. N. 82, S. 107–121.
Rosslenbroich, B. (2006a): The notion of progress in evolutionary biology – the unresolved problem and an empirical suggestion. Biology and Philosophy, Band 21, S. 41–70.
Rosslenbroich, B. (2006b): Zur Autonomieentstehung in der Evolution – Eine Übersicht. Tycho de Brahe-Jahrbuch für Goetheanismus, S. 157–200.
Rosslenbroich, B. (2007): Autonomiezunahme als Modus der Makroevolution. Nümbrecht-Elsenroth.
Rosslenbroich, B. (2009): The theory of increasing autonomy in evolution: a proposal for understanding macroevolutionary innovations. Biology and Philosophy, Band 24, S. 623–644.
Rosslenbroich, B. (2014): On the Origin of Autonomy. A New Look at the Major Transitions in Evolution. New York.
Rosslenbroich, B., Heusser, P. (2010): Entwurf einer organismischen Systembiologie. Tycho Brahe Jahrbuch 2010, S. 119–151.
Roth, G. (2001): Fühlen, Denken, Wollen: Wie das Gehirn unser Verhalten steuert. Frankfurt.
Rothschild, L. J. (2006): The role of emergence in biology. In: *Clayton/Davies* (Hrsg.) 2006, S. 151–165.
Ruse, M. (2001): The evolution wars: a guide to the debates. New Brunswick (New Jersey).
Sauer-Sachtleben, M. (1999): Kooperation mit der Evolution: Das kreative Zusammenspiel von Mensch und Kosmos. München.
Schad, W. (1971): Säugetiere und Mensch – Zur Gestaltbiologie vom Gesichtspunkt der Dreigliederung. Stuttgart.
Schad, W. (1992) Der Heterochronie-Modus in der Evolution der Wirbeltierklassen und Hominiden. Dissertation Universität Witten-Herdecke.

Schad, W. (2000): Evolution durch Retention – Zur Makroevolution der ersten Landpflanzen, der höheren Tiere und des Menschen. In: *Heusser* (Hg.) 2000, S. 171–208.
Schad, W. (2008): Evolutionsbiologie heute – Zum Darwinjahr 2009: 150 Jahre seit «Origin of Species». Jahrbuch für Goetheanismus 2008/2009, S. 7–37.
Schad, W. (2012): Säugetiere und Mensch – Ihre Gestaltbiologie in Raum und Zeit. Stuttgart.
Schlosser, G. (2006): Embryonalentwicklung im evolutionären Wandel – Einblicke in die evolutionäre Entwicklungsbiologie. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 59, Heft 4, S. 185–193.
Simons, A. M. (2002): The continuity of microevolutionand macroevolution. Journal of Evolutionary Biology, Band 15, S. 688–701.
Singer, W. (2004): Verschaltungen legen uns fest: Wir sollten aufhören, von Freiheit zu sprechen. In: *Geyer, C.* (Hg.): Hirnforschung und Willensfreiheit, Frankfurt, S. 30–65.
Sitte, P. (2001): Symbiogenese in der Zell- und Lebensevolution. In *Storch/Welsch/Wink* 2001, S. 196–208.
Smith, K. K. (2001): Heterochrony revisited: the evolution of developmental sequences. Biological Journal of the Linnean Society, Band 73, S. 169–186.
Smith, K. K. (2003): Time's arrow: heterochrony and the evolution of development. The International Journal of Developmental Biology, Band 47, S. 613–621.
Smuts, B. (2006): Emergence in social evolution: a great ape example. In: *Clayton/Davies* (Hg.) 2006, S. 166–186.
Soto, A. M., Sonnenschein, C., Miquel, P. A. (2008): On physicalism and downward causation in developmental and cancer biology. Acta Biotheoretica, Band 56, S. 257–274.
Standen E. M. et al. (2014): Developmental plasticity and the origin of tetrapods. Nature, Band 513, S. 54–58.
Steiner, R. (1884–1897): Einleitungen zu Goethes Naturwissenschaftlichen Schriften. 4. Auflage, Dornach 1987, GA 1.
Steiner, R. (1886): Grundlinien einer Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung. 8. Auflage, Dornach 2002, GA 2.
Steiner, R. (1891a): Wahrheit und Wissenschaft. 5. Auflage, Dornach 1980, GA 3.
Steiner, R. (1891b): Über den Gewinn unserer Anschauungen von Goethes naturwissenschaftlichen Arbeiten durch die Publikationen des Goethe-Archivs. 3. Auflage, Dornach 1989, GA 30, S. 265–288.
Steiner, R. (1894/1918): Die Philosophie der Freiheit, 16. Auflage, Dornach 1995, GA 4.

Steiner, R. (1899): Haeckel und seine Gegner. 3. Auflage, Dornach 1989. GA 30, S. 152–200.
Steiner, R. (1919): Die Kernpunkte der sozialen Frage in den Lebensnotwendigkeiten der Gegenwart und Zukunft. 6. Auflage, Dornach 1976, GA 23.
Steinfartz, S., Weitere, M., Tautz, D. (2007): Tracing the first step to speciation: ecological and genetic differentiation of a salamander population in a small forest. Molecular Ecology, Band 16, S. 4550-4561.
Sterelny, K. (2001): Niche construction, developmental systems and the extended replicator. In: *Oyama/Griffiths/Gray* (Hg.) (2001), S. 333–349.
Stöcklin, J. (2006): Moderne Konzepte der Biologie zum Wesen von Pflanzen und ihrer Unterscheidung von Tieren. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft beider Basel, Band 9, S. 3–32.
Stöcklin, J. (2007): Die Pflanze: Moderne Konzepte der Biologie. Bern.
Storch, V., Welsch, U., Wink, M. (2001): Evolutionsbiologie. Berlin und Heidelberg (3. Auflage 2013).
Stotz, K. (2005a): Organismen als Entwicklungssysteme. In *Krohs/Toepfer* (Hg.) 2005, S. 125–143.
Stotz, K. (2005b): Geschichte und Positionen der evolutionären Entwicklungsbiologie. In *Krohs/Toepfer* (Hg.) 2005, S. 338–356.
Suchantke, A. (2002): Metamorphose – Kunstgriff der Natur. Stuttgart: Freies Geistesleben.
Tsikolia, N. (2000): Was ist das Ganze und was ist der Teil? Überlegungen zum Problem der biologischen Form. Elemente d. N. 72, S. 1–21.
Ullrich, H. (2010): Evolution – Auf der Suche nach dem Selbstverständnis. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 63(2), S. 78–79.
Vahle, H.-C. (1996): Pflanzensoziologie: Ein Weg zur einer goetheanistischen Landschaftskunde. Tycho de Brahe Jahrbuch für Goetheanismus, S. 129–207.
Vahle, H.-C. (2003): Gestaltbiologie von Pflanzengesellschaften in ökologischer und dynamischer Hinsicht. Nümbrecht-Elsenroth.
Varela, F. G., Maturana, H. R., Uribe, R. (1974): Autopoiesis: the organization of living systems, its characterization and a model. Currents in Modern Biology (Bio Systems), Band 5, S. 187–196.
Verhulst, J. (1999): Der Erstgeborene: Mensch und höhere Tiere in der Evolution. Stuttgart.
Verhulst, J. (2000): Der Mensch als Zentralwesen der Evolution. Die Retardation des Menschen nach Louis Bolk und das «Urtier» nach Goethe. In: *Heusser* (Hrsg.) 2000, S. 233–270.
Verhulst, J., Jaspers, N. G. J. (1997): Does human retardation occur at the molecular level? In: *Wirz/Lammerts van Bueren* (Hg.) 1997, S. 218–228.

Vollmer, G. (1994): Evolutionäre Erkenntnistheorie. Stuttgart (6. Auflage).
Waddington, C. H. (1959): Evolutionary adaption. In: *Waddington* 1975, S. 36–59.
Waddington, C. H. (1961): Genetic assimilation. In: *Waddington* 1975, S. 59–92.
Waddington, C. H. (1967): The principle of archetypes in evolution. In: *Waddington* 1975, S. 197–201.
Waddington, C. H. (1970): Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie. In: *Koestler/Smythies* (Hg.) 1970, S. 342–356, Diskussion: S. 357–373.
Waddington, C. H. (1975): The evolution of an evolutionist. Edinburgh.
Wandschneider, D. (2005): On the problem of direction and goal in biological evolution. In: *Hösle/Illies* (Hg.) 2005, S. 196–215.
Waters, C. K. (2006): A pluralist interpretation of gene-centered biology. In: *Kellert/Longino/Waters* (Hg.) 2006a, S. 190–214.
Weber, B. H., Depew, D. J. (2001): Developmental systems, darwinian evolution, and the unity of science. In: *Oyama/Griffiths/Gray* (Hg.) (2001), S. 239–253.
Weber, M. (1999): Hans Drieschs Argumente für den Vitalismus. Philosophia Naturalis, Band 36, S. 265–295.
Weber, M. (2005a): Darwinism as a theory of finite beings. In: *Hoesle/Illies* (Hg.) 2005, S. 275–297.
Weber, M. (2005b): Holism, Coherence and the dispositional concept of functions. Annals of the History and Philosophy of Biology, Band 10, S. 189–201.
West-Eberhard, M. J. (2003): Developmental plasticity and evolution. New York.
Weiss, P. A. (1970): Das lebende System: Ein Beispiel für den Schichten-Determinismus. In: *Koestler/Smythies* (Hg.) 1970, S. 13–59, Diskussion: S. 60–70.
Wiedmeier, R. W., Villalba, J. J., Summers, A., Provenza, F. D. (2012). Eating a high fiber diet during pregnancy increases intake and digestibility of a high fiber diet by offspring in cattle. Animal feed Science and Technology 177, S. 144 – 151.
Wirz, J. (1996): Schritte zur Komplementarität in der Genetik. Elemente d. N. 64, S. 37–52.
Wirz, J. (1997): DNA at the edge of contextual biology. In: *Wirz/Lammerts van Bueren* (Hg.) 1997, S. 94–103.
Wirz, J. (2000): Typusidee und Genetik. In: *Heusser* (Hg.) 2000, S. 313–336.
Wirz, J. (2008): Nicht Baukasten, sondern Netzwerk – die Idee des Organismus in Genetik und Epigenetik. Elemente d. N. 88, S. 5–21.
Wirz, J. / Lammerts van Bueren, E. T. (Hg.) (1997): The future of DNA. Dordrecht.

Wuketits, F. M. (1980): Kausalitätsbegriff und Evolutionstheorie. Die Entwicklung des Kausalitätsbegriffs im Rahmen des Evolutionsgedankens (Erfahrung und Denken, Band 58). Berlin.

Wuketits, F. M. (1988): Evolutionstheorien. Historische Voraussetzungen, Positionen, Kritik. Darmstadt.

Wuketits, F. M. (2005): The theory of biological evolution; historical and philosophical aspects. In: *Wuketits/Ayala* (Hg.) 2005, S. 57–85.

Wuketits, F. M. (2009): Jean-Baptiste de Lamarck (1744–1829). Sein Werk und seine Bedeutung für die Wissenschaft vom Leben. Naturwissenschaftliche Rundschau, Band 62(12), S. 621–629.

Wuketits, F., Ayala, F. J. (2005): Handbook of evolution, Volume 2: The evolution of living systems. Weinheim.

Ziegler, R. (2004): Reines Denken und reine Begriffe: Einwände und Widerlegungen. In: *Ravagli, L.* (Hg.), Jahrbuch für anthroposophische Kritik (Schaffhausen), S. 71–118.

Ziegler, R. (2006a): Einführung in die Universalienlehre, In: Jahrbuch der Sektion für Schöne Wissenschaften (Hg. *M. M. Sam, H. Backhaus, C. Haid*). Band 2, Dornach, S. 355–370.

Ziegler, R. (2006b): Intuition und Icherfahrung. Erkenntnis und Freiheit zwischen Gegenwart und Ewigkeit. Stuttgart (2. Auflage 2015).

Ziegler, R. (2008a): Aktuelle Freiheitsentwicklung als Entwicklung. Die Drei, Band 78(5), S. 52–54.

Ziegler, R. (2008b): Individuelle menschliche Entwicklung zur Freiheit als Urbild aller Entwicklung. Teil I: Erscheinungsentwicklung des freien Menschen. Die Drei, Band 78(5), S. 55–69.

Ziegler, R. (2008c): Individuelle menschliche Entwicklung zur Freiheit als Urbild aller Entwicklung. Teil II: Wesens- oder Bewusstseinsentwicklung des sich befreienden Menschen. Die Drei, Band 78(6), S. 49–63.

Ziegler, R. (2008d): Individuelle menschliche Entwicklung zur Freiheit als Urbild aller Entwicklung. Teil III: Gestaltung «anorganischer» und «organischer» Elemente der menschlichen Organisation in der Freiheitsentwicklung des Menschen. Die Drei, Band 78(7), S. 55–66.

Ziegler, R. (2009): Philosophische Miniaturen zur Evolution. Die Drei, Band 77(7), S. 37–52.

Ziegler, R. (2011): Ethik des Werdens – Mensch und Naturreiche. Elemente d. N. 95, S, 39–79.

Ziegler, R. (2013): Dimensionen des Selbst und das Ich des Menschen: Eine philosophische Anthropologie, Stuttgart.

Ziegler, R. (2015): Bewusstseinsstufen und Naturreiche: Versuche zur Naturphilosophie. Teil II: Ursachenlehre und Stufen der Natur. Elemente d. N. 102, S. 40–70.

Alle Aufsätze von Renatus Ziegler können heruntergeladen werden von www.reinesdenken.ch.

Renatus Ziegler
Institut Hiscia
Verein für Krebsforschung
Kirschweg 9
CH 4144 Arlesheim
r.ziegler@vfk.ch
www.vfk.ch

Ruth Richter, Johannes Wirz
Forschungsinstitut am Goetheanum
Hügelweg 59
CH 4143 Dornach
ruth.richter@goetheanum.ch
johannes.wirz@goetheanum.ch

Anet Spengler Neff
FiBL
Ackerstrasse 113
CH 5070 Frick
anet.spengler@fibl.org