Gelenkte Evolution

Kommentar zu Wolfgang Schad: Archäopteryx lithographica – eine Mosaikform?

Johannes Wirz

Mit der Publikation über die anatomischen Besonderheiten des Urvogels Archäopteryx legte Wolfgang Schad 1980 den Grundstein zu einer Arbeit, die schliesslich in seiner Dissertation (1993) über die Übergangsformen der Wirbeltiergruppen mündete.

Dass in diesen Übergangsformen das Achsenskelett mit Kopf, Wirbelsäule und Rumpf auf die Vorfahren, das Gliedmassenskelett dagegen auf die Zukunft der weiteren Evolution deutete, war von anderen Forschern früher schon bemerkt worden, genauso wie die Heterochronie. Diese beschreibt differentielle und unterscheidbare Anfänge von Entwicklungsimpulsen und deren Geschwindigkeiten.

Neu bei Schad war der erfolgreiche Versuch, die «Anomalien» als Leistung des Organismus zu beschreiben, der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu einem harmonischen Ganzen integriert.

Die Entstehung des Menschen erfolgt nach demselben Muster. Sie begann mit Hominiden vor ca. sieben Millionen Jahren mit aufrechtem Gang, einem Kopf mit langer Schnauze und kleinem Hirnschädel. In Übereinstimmung mit Steiner schliesst Schad, dass der Mensch durch seine Gliedmassen primär Mensch geworden ist.

Wie werden Übergangsformen begründet? Der Ausdruck «Mosaikform» führt nach Schad in die Irre, weil weder Zufall noch Teleologie das Phänomen adäquat zu beschreiben vermögen. Gegen Zufälligkeit spricht die innere kohärente Ordnung, die alle Übergangsformen in der gesamten Stammesgeschichte durchzieht: Das konservative Achsenskelett und das progressive Gliedmassenskelett. Teleologie dagegen weist auf ein Prinzip, das wie ein Kunstwerk oder ein anderer Artefakt von aussen gesetzte Ziele impliziert.

Ebenfalls in den 80er Jahren schlugen andere Denkerinnen und Denker einen dritten Weg zwischen Zufall und Teleologie vor, der erst mit den bahnbrechenden Erfolgen der «Postgenom» Ära breite Beachtung gefunden und sich heute zu einem der dynamischsten Forschungsgebiete entwickelt hat: die Epigenetik. Der Embryologe Conrad H. Waddington lehrte in Edinburgh und postulierte, dass in der Evolution neben den zufälligen genetischen Mutationen auch gerichtete, kontextuale Veränderungen eine Rolle spielen (*Waddington* 1975). Seine Überlegungen zum Industriemelanismus des Birkenspanners als Beispiel für zufällige Mutationen und zur Entwick-

lung der Vordergliedmassen bei Gibbon und Schuppentier als Beispiel für gerichtete Anpassungen sind bis heute lesenswert. Die Biologinnen Marion *Lamb* und Eva *Jablonka* begannen bereits in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts, epigenetische Veränderungen, zunächst bei Drosophila, zu untersuchen. In ihrem Buch «Evolution in Four Dimensions» (2005) werden vier Ebenen genannt, auf denen in der Evolution die Entstehung neuer Formen stattfindet: Die klassischen zufälligen Mutationen, die epigenetischen, gerichteten Modifikationen der DNA durch Methylierung, Veränderungen durch die Weitergabe von Verhaltensweisen (soziale Vererbung) und schliesslich Veränderungen durch symbolische (sprachliche) Weitergabe in der menschlichen Kultur.

Jean Piaget, der schweizerische Entwicklungspsychologe, argumentierte, dass der biochemische und genetische Apparat des Menschen dieselbe Plastizität aufweisen müsse, wie die kognitiven Prozesse (*Piaget* 1974). Da Letztere immer von Nachahmung und Internalisierung von Erfahrung geprägt sind, muss es diese Form der Weitergabe auch auf der Ebene der Vererbung geben. Mary Jane West Eberhardt löste eine Kontroverse aus, indem sie die Beziehung von Phänotyp und Genotyp radikal umdrehte. Nicht der Genotyp sondern der Phänotyp bestimmt die evolutionären Neuheiten, auf der DNA-Ebene werden sie lediglich fixiert (*West-Eberhard* 2003).

Schliesslich muss hier auch Ernst Haeckel erwähnt werden. Als Implikation des biogenetischen Grundgesetzes leitete er ab, dass Neuheiten in der Evolution der Organismen immer erst am Ende – und nicht am Anfang – der ontogenetischen Entwicklung auftreten können. Vorher folgt die Entwicklung dem vorgezeichneten Weg des Stammes. Für *Steiner* (1899) war Haeckels Argument für die Bestätigung der monistischen Entwicklungslehre zentral!

An epigenetischen Veränderungen, die vererbt und damit an evolutionären Prozessen beteiligt sind, zweifelt heute niemand mehr. Nicht das Endziel der Evolution, sondern ihre Richtung wird damit gestaltet. Der ursprüngliche, absolute Lamarckismus wurde «relativiert». Er leistet auf biologischer Ebene, was wir auf seelisch-geistiger Ebene bei uns Menschen so hoch schätzen: In jedem Lebewesen lebt ein Stück Autonomie, die es spielerisch, frei zu höheren Stufen führen kann. Die Richtung, aber nicht das Ziel sind gesichert – spiegelt sich das nicht auch in der Verfasstheit des modernen Menschen?

Directed Evolution
Commentary on Wolfgang Schad's Archäopteryx lithographica – eine Mosaikform?

Johannes Wirz

With the publication of the anatomical details of the prehistoric bird *Archaeopteryx* Wolfgang Schad laid in 1980 the foundations of work that eventually led to his dissertation on the transitional forms of the vertebrate groups.

Other researchers had earlier noticed that, in these transitional forms, whereas the axial skeleton of head, vertebral column and trunk points to the ancestors, the limb skeleton points to the future of further evolution – just like in heterochrony which describes differential and distinguishable onsets of developmental impulses and their speeds.

What was new in Schad's work was his successful attempt to describe the 'anomalies' as resulting from the organism itself which integrates the past, present and future into a harmonic whole. The emergence of the human being follows the same pattern. It begins seven million years ago with hominids that walk upright, have a head with a projecting face, and a small skull. In accord with Steiner, Schad concludes that the human being has become human primarily through its limb system.

How are transitional forms explained? In Schad's view, the expression 'mosaic forms' leads into error: neither chance nor teleology can adequately explain the phenomenon. Chance is ruled out by an inner coherent order that permeates all the transitional forms in the entire phylogeny: the conservative axial skeleton and the progressive limb skeleton. Teleology, on the other hand, refers to a principle that implies intentions working from outside, as with a work of art or other artefact.

Other thinkers in the1980s struck a new path between chance and teleology that attracted a broad following only with the pioneering success of the 'postgenomic' era. Today it has developed into a dynamic research area, namely epigenetics. The embryologist Conrad H. Waddington, who taught in Edinburgh, postulated that in evolution, besides chance genetic mutations, there are directed, contextual changes playing a part (*Waddington* 1975). His thoughts on industrial melanism of the peppered moth (*Biston betularia*), as an example of chance mutation, and on the development of forelimbs in gibbon and pangolin (scaly ant-eater), as examples of directed adaptation, are worth reading to this day. As early as the 1970s the biologists Marion *Lamb* and Eva *Jablonka* had begun researching epigenetic changes, initially in *Drosophila*. In their book *Evolution in Four Dimensions* (2005) they identified four levels at which the appearance of new forms in evolu-

tion takes place. These are the classical chance mutations; the epigenetic, directed modifications of DNA through methylation; changes through the inheritance of behavioural traits (social inheritance); and, finally, changes through symbolic (speech) inheritance in human culture.

Jean Piaget, the Swiss developmental psychologist, argued that the biochemical and genetic apparatus of the human being must show the same plasticity as the cognitive processes (*Piaget* 1974). As the latter are always characterised by imitation and internalisation of experience, this form of inheritance must also exist at the level of biological heredity. Mary Jane West Eberhard triggered a controversy by radically reversing the relationship of phenotype and genotype. It is not the genotype but the phenotype that determines evolutionary novelties, whereas at the level of DNA the novelties merely become fixed (*West-Eberhard* 2003).

Finally, Ernst Haeckel deserves a mention in this context. As an implication of his fundamental biogenetic law he concluded that novelties in the evolution of organisms can only arise at the end of and not at the beginning of ontogenetic development. Before that, development follows the path determined for it by the phylum. Haeckel's argument was for *Steiner* (1899) central for the confirmation of the monist evolutionary theory.

Today nobody doubts that epigenetic changes are inherited and thereby take part in evolutionary processes. This determines not the final goal of evolution but its direction. The original, absolute Lamarckism was 'relativized'. It achieves at the biological level what human beings so greatly value at the soul-spiritual level: in each living being there is a measure of autonomy, a measure of free play, that can lead to higher stages. The direction but not the goal is ensured – is this not also mirrored in the constitution of modern man?

Literatur / References

Jablonka, E. and Lamb, M.J. (2006): Evolution in Four Dimensions. Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life. The MIT Press

Piaget, J. (1974): Biologie und Erkenntnis. Über die Beziehungen zwischen organischen Regulationen und kognitiven Prozessen. Frankfurt a.M. Translation: Piaget, J. (1974) Biology and knowledge: an essay on the relations between organic regulations and cognitive processes. University of Chicago Press.

Schad, W. (1993): Der Heterochronie-Modus in der Evolution der Wirbeltierklassen und Hominiden. Dissertation, Witten-Herdecke

Steiner, R. (1899): Haeckel und seine Gegner. In: Methodische Grundlagen der Anthroposopie; GA 36; Dornach. Translated in:. Steiner, R. (1914)

Three Essays on Haeckel and Karma. Ch.2: Haeckel and his opponents. Theosophical Publishing Society, London.
Waddington, C.H. (1975): The Evolution of an Evolutionist. Edinburgh
West-Eberhard, M.J. (2003): Developmental Plasticity and Evolution. New York