Form und Bewegung und die Entstehung von Neuerungen in der Evolution

Susanna Kümmell

Teil I

Zusammenfassung

Mit Ruhephasen abwechselnde Bewegung trägt zur Erhaltung und Bildung der Gestalt des Bewegungsapparates bei. Belastungsänderungen können zu Gestaltänderungen führen. Nach dem Evolutionsmodell von *West-Eberhard* (2003) sind die ontogenetischen Formveränderungen auch für die Phylogenie relevant, indem entweder die plastische Reaktionsfähigkeit des Organismus im Laufe der Evolution gesteigert wird oder plastisch reagiblere Varianten selektiert werden. Im ausgehenden Erdaltertum und im Erdmittelalter lassen sich an evolutiven Reihen Formveränderungen nach Belastungsänderungen rekonstruieren. So entsteht die Säugerphalangenanzahl 2-3-3-3-3 erst funktionell, dann morphologisch. Bei *Cistecephalus* bilden sich einige für das Graben relevante Besonderheiten der Hand erst unter dem Gebrauch als Grabhand. Die Art, wie sich das Individuum bewegt, kann letztlich auf die Phylogenie zurückwirken.

Summary

Locomotion, alternating with resting phases, contributes to the maintenance and shaping of the form of the locomotion apparatus. According to West-Eberhard's (2003) model of evolution, ontogenetic changes of form are also relevant to phylogeny, in that either the plastic capacity of the organism to react in the course of evolution is increased, or variants are selected that are better able to react plastically. In the late Palaeozoic and in the Mesozoic there were form changes in evolutionary series according to load changes. Thus the 2-3-3-3-3 configuration of mammalian phalanges first arose functionally, then morphologically. In *Cistecephalus* some characteristics of the hand relevant for burrowing formed only when the hand was used for burrowing. The way in which an individual moves can ultimately react on phylogeny.

Einleitung

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, der Zeit der sogenannten «idealistischen Morphologie», war die Morphologie noch sehr umfassend und beinhaltete gleichzeitig die Erforschung von Gestalt, Bewegung, Physio-

logie und sogar Ontogenie sowie Phylogenie (*Schad* 2008, *Böker* 1924). So schreibt Goethe: «Die Morphologie soll die Lehre von der Gestalt, der Bildung und Umbildung der organischen Körper enthalten …» «Die Gestalt ist ein Bewegliches, ein Werdendes, ein Vergehendes. Gestaltenlehre ist Verwandlungslehre.» (WA II 6: 293, WA II 6: 446, zitiert nach *Schad* 2008, S. 105). In dem Gedicht «Metamorphose der Tiere» geht Goethe besonders auf die Bewegung der Tiere ein: «Auch bewegt sich jeglicher Fuß, der lange, der kurze, ganz harmonisch zum Sinne des Tiers und seinem Bedürfnis. (…) Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Tieres, und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten mächtig zurück.» (*Goethe*, HA I, S. 201, zitiert nach *Böker* 1924, S. 5). Für den von ihm eingeführten Typus der Tiere fordert Goethe, er solle möglichst in physiologischer Rücksicht aufgestellt sein (*Böker* 1924). Beim Entwickeln des Typus ist also vor allem auf den sinnvollen Zusammenhang der verschiedenen Funktionen der Teile zu achten.

Goethe selbst hat sich, trotz dieser Äußerungen, selbst wenig mit lebenden, sich bewegenden Tieren auseinandergesetzt. Es gibt einige Darstellungen der Bewegungen von Nagern. Aber z.B. über die Bewegung von Pferden, mit deren Hilfe er sich fortbewegte, äußert er sich nicht (*Schad,* mündl. Mitteilung 2010). Es bestand damals allerdings auch eine gewisse Schwierigkeit, Form und Bewegung zusammen zu erforschen, da sich entweder die Bewegung des lebendigen Tieres untersuchen ließ oder Bänder, Knochen und Muskeln im Anatomiesaal. Selbst wenn sich vieles der Anatomie auch an der äußeren Gestalt ablesen lässt, so sind doch viele Bewegungen der Tiere so schnell, dass sie mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind.

Mit dem Auftreten der darwinschen Abstammungslehre in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde in der Morphologie zunehmend der Fokus auf die Ableitung der Herkunft von Strukturen gelegt (Homologieforschung). Die Funktion oder die Bewegungsweise dieser Strukturen wurde in der Physiologie und Funktionsmorphologie gesondert betrachtet, wobei Letztere neben der Homologieforschung an Bedeutung verlor (*Böker* 1924, *Benninghoff* 1935, *Schad* 2008).

Böker (1924) schloss zu Beginn des 20. Jahrhunderts bewusst wieder an die «idealistische Morphologie» an und entwickelte eine biologische Morphologie, bei der das Verstehen der Bewegung des Tieres in seinem Lebensraum in Zusammenhang mit dessen Konstruktion im Mittelpunkt der Betrachtung steht. Er wollte gezielt die Bewegungsweise und die Form der Organismen zusammen erforschen. Teilgebiete der Biologie wie Biomechanik, Konstruktions- und Funktionsmorphologie haben sich in der Folgezeit speziell dem Zusammenhang von Bewegung und Gestalt gewidmet