

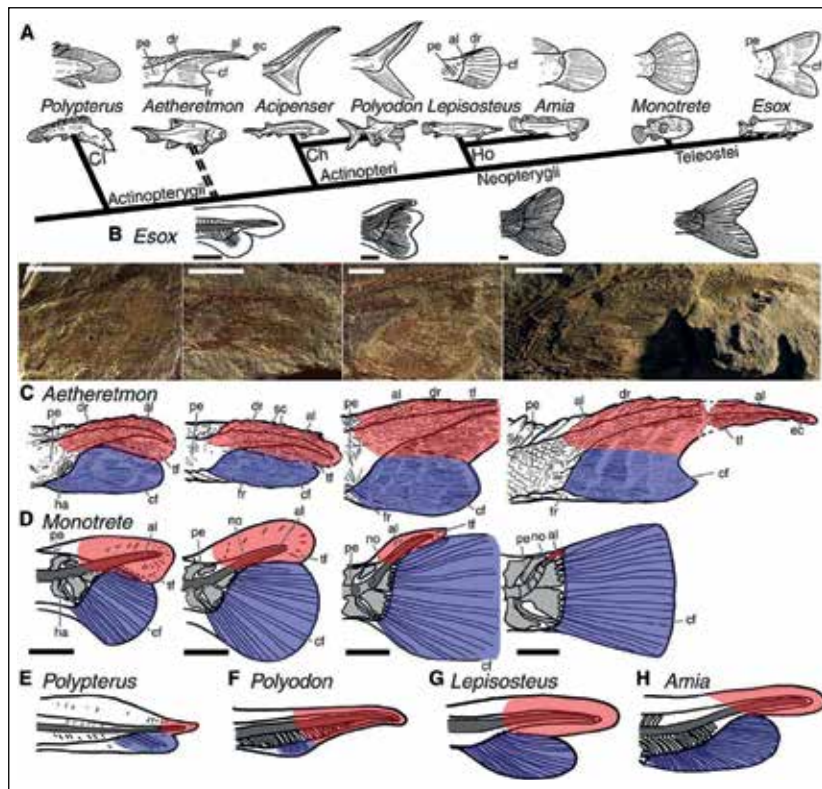


Abb. 1 Phylogenie und kaudale Ontogenese bei den Strahlenflossern. Der Vergleich ontogenetischer Stadien der Schwanzentwicklung bei heute lebenden Strahlenflossern mit fossil erhaltenen Stadien ihrer hypothetischen Vorfahren ist nahezu identisch. Die heute beobachtbare Ontogenese der Schwanzregion kann deshalb keine Rekapitulation der Phylogenese sein. Die embryonalen Anlagen und die endgültigen Schwanzflossen sind blau, während die ontogenetischen Anlagen und die endgültigen Strukturen des Schwanzes fossiler Formen als Verlängerung der Wirbelsäule und die dazugehörigen Flossen-/Dermalstrukturen rot dargestellt sind. **A** Hypothetische phylogenetische Abfolge der Strahlenflosser (Actinopterygii) unter Berücksichtigung der Baupläne der Schwanzregionen der jeweiligen ausgewachsenen Gattungen (Details einzelner Formen siehe auch E-H) **B** Ontogenetische Stadien der Entwicklung der Schwanzregion beim heute lebenden Hecht (Maßstabsbalken = 1 mm), die man als Rekapitulation interpretieren könnte. **C** Fossil erhaltene, embryonale und ausgewachsene Entwicklungsstadien der Schwanzregion von *Aetheretmon* **D** Die kaudale Ontogenese des Kugelfisches *Monotrete* (Schwarze Skalenleisten = 0,5 mm). (Aus SALLAN 2016, mit freundlicher Genehmigung)

Keule herrscht eine starke Schichtung vor, was die Eigenschaft und den Vorteil aufweist, dass die Energie des Aufpralls effektiv zerstreut wird und Mikrorisse im Inneren statt an der Oberfläche entstehen.

Mit dieser Technik ist der Clown-Fangschreckenkrebs fähig, eine der schnellsten Bewegungen auf unserem Planeten auszuführen – diese Fähigkeit ist ohne die verschiedenen perfekt aufeinander abgestimmten anspruchsvollen Komponenten undenkbar. Durch die Erkenntnisse, die an den Fangbeinen gewonnen wurden, profitieren nicht allein Physik, Ingenieurwesen und Ökologie – sie bieten auch einen klaren Hinweis für eine durchdachte Schöpfung.

[PATEK S (2016) Die schnellsten Bewegungen von Lebewesen. Spektr. Wiss. 2/2016, S. 20-27] M. Kurz

■ Fossilien widersprechen dem Biogenetischen Grundgesetz

Die von Ernst HAECKEL 1866 als Naturgesetz beschriebene Behauptung, dass Organismen während ihrer frühen Individualentwicklung (Embryogenese, Fetogenese) einen Formwandel durchlaufen, welcher ihre Stammesgeschichte widerspiegelt, galt bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts als wissenschaftlich widerlegt (ULLRICH 1998). Vor allem vergleichend-anatomische und erste experimentelle Untersuchungen konnten zeigen, dass die deskriptiven und die kausalen Aussagen des Biogenetischen Grundgesetzes falsch sind, d. h. sowohl die bloßen Beschreibungen der embryonalen Prozesse als auch die behaupteten

Ursachen dafür haben sich als nicht haltbar erwiesen. Unbeeindruckt von immer wieder aufflammender Kritik (z.B. RICHARDSON et al. 1997) überlebte der Gedanke, in Embryonen doch das Bild ihrer stammesgeschichtlichen Vorfahren zu sehen, auch das 20. Jahrhundert. Eine interessante Studie von L. SALLAN (2016) an fossil erhaltenen Fischembryonen des Knochenfisches *Aetheretmon*, der zuletzt in 350 Millionen Jahre alt datierten Sedimenten gefunden wurde, zeigt eindrucksvoll, dass deren frühe Entwicklungsstadien speziell in der Schwanzregion bis in den mikroskopischen Bereich hinein keine Unterschiede zu denen moderner Knochenfische aufweisen (Abb. 1). Hätte HAECKEL recht, müssten diese urtümlichen Fische in ihrer frühen Entwicklung primitivere Stadien aufweisen, die ihrer hypothetischen Stammesgeschichte entsprechen, so die Autorin. Doch deren Entwicklung ist genauso modern wie die der heutigen Knochenfische.

Die Berufung auf HAECKELS Biogenetisches Grundgesetz (auch in seiner abgeschwächten Form als Grundregel) dokumentiert ein immer wieder zu beobachtendes Phänomen bei der Interpretation naturhistorischer Fakten: Eingängige Hypothesen überleben auch vielfache Schwächung oder gar ihre Widerlegung. Ob der durch SALLAN erneut erfolgte Nachweis der Falschheit der Behauptungen HAECKELS tatsächlich dazu führen wird, dass diese als Erklärungsansatz aus wissenschaftlichen Artikeln, populären Medien, Schul- und Lehrbüchern verschwinden, ist allerdings fraglich.

[RICHARDSON MK et al. (1997) There is no highly conserved embryonic stage in the vertebrates. *Anat. Embryol.* 196, 91-10 • SALLAN L (2016) Fish 'tails' result from outgrowth and reduction of two separate ancestral tails. *Curr. Biol.* 26, 1224-1225 • ULLRICH H (1998) Die Wiederentdeckung eines Irrtums. Individualität und Variabilität von Wirbeltierembryonen im Konflikt mit phylogenetischen Konzeptionen. *Stud. Integr. J.* 5, 3-6.] H. Ullrich

■ Antibakterielle Marsoberfläche

Der Mars ist noch lebensfeindlicher als bislang gedacht: Denn Perchlorate an der Marsoberfläche verstärken die



Abb. 1 Der NASA-Marsrover *Curiosity* bei der Arbeit auf der Marsoberfläche, „Bagnold-Dünenfeld“. Die Szene ist aus 57 Bildern zusammengesetzt, ohne Arm des Rovers. (Foto/Credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS; 19. Januar 2016)

bakterizide Wirkung des UV-Lichtes. Dies schließen WADSWORTH & COCKELL (2017) aus Laborversuchen, bei denen sie Bakterien den nachgestellten Bedingungen der Marsoberfläche aussetzten.

Die Studie bezieht sich auf ältere Analyse-Daten, Bodenproben des *Phoenix Mars Lander* (2008) sowie Spektralanalysen des *Mars Reconnaissance Orbiter* (2015). Die Konzentration der Perchlorat-Anionen (ClO_4^-) in den Bodenproben betrug zwischen 0,4–0,6 Gew.-%.

Die zahlreichen Versuchsreihen waren ausnahmslos mit Zellen des Bakteriums *Bacillus subtilis* durchgeführt worden. Zuerst wurden die Mikroben in einer mit Magnesiumperchlorat angereicherten Lösung (0,6 Gew.-%) UV-bestrahlt. Während nach 30 Sekunden die Vitalität vollständig verloren ging, war die Kontrollgruppe ohne Magnesiumperchlorat (erst) nach 60 Sekunden vollständig sterilisiert. Dann wurde die „felsige“, silikatische Umgebung der Marsoberfläche nachgestellt. Im Vergleich zur Lösung erfolgte die Sterilisation etwas langsamer, der verstärkende Perchlorat-Effekt war ebenfalls zu beobachten. Beim Austesten weiterer Mars-relevanter Umweltparameter wie z. B. anaerobe Konditionen und polychromati-

sche Bestrahlung trat bei niedriger Temperatur (4 °C) ein verzögernder Effekt ein, aber letztlich wirkten die bestrahlten Perchlorate bakterizid. Eine Verringerung der Perchloratkonzentration um eine Größenordnung hatte keinen Einfluss auf die Wirkung, eine Erhöhung dagegen verringerte die Zeitdauer bis zum Komplettverlust der Vitalität. Schließlich wurde der Einfluss weiterer Bestandteile des Marsbodens wie Sulfate und Eisenoxide getestet.

Zusammenfassend stellen WADSWORTH & COCKELL (2017) fest, dass die heutige Oberfläche des Mars in hohem Maße Zellen-schädigend sei. Grund dafür sei ein toxischer Cocktail aus Oxidanzien, Eisenoxiden, Perchloraten und UV-Strahlung. Demnach ist die Marsoberfläche für Mikroben nicht nur lebensfeindlich, sondern tödlich.

Einige Wissenschaftler vertreten die Ansicht, dass mit dem damaligen Viking-Release-Experiment (1976), einem „Stoffwechsel-Experiment“, stoffwechselbedingte (mikrobielle) Aktivität – stellvertretend für mikrobielles Leben – in einer Bodenprobe (möglicherweise) nachgewiesen wurde (vgl. LEVIN & STRAAT 2016). Die Ergebnisse dieser Studie lassen diese Schlussfolgerung allerdings nicht zu.

Zur Frage eines (mikrobiellen) Lebens auf dem Mars gilt festzuhalten: Auf dem Mars ist bisher kein (mikrobielles) Leben gefunden bzw. direkt oder indirekt nachgewiesen worden – weder rezent (gegenwärtig lebend) noch fossil. Deshalb haben auch aktuelle Mars-Missionen einen anderen Fokus. Die Mission *Mars Science Laboratory* (MSL) mit dem Rover *Curiosity* (engl.: Neugier, Abb. 1) nämlich hat das Ziel, bewerten zu können, ob der Mars jemals eine Umgebung hatte, die mikrobielles Leben hätte unterstützen können. Mit NASA-Worten: eine Bewohnbarkeit („habitability“) festzustellen. Dies wird seitens der NASA bejaht (12. März 2013): Der Rover habe solche Konditionen gefunden. Eine Gesteinsprobe, ein feinkörniger Tonstein, aus der Yellowknife Bay im Gale-Krater wird als solche interpretiert. Dies aber ist weder ein Nachweis noch ein Indiz für einstmaliges (mikrobielles) Leben auf dem Mars.

[LEVIN GV & STRAAT PA (2016) The case of extant life on Mars and its possible detection by the Viking Labeled Release Experiment. *Astrobiology* 16, 798-810 • WADSWORTH J & COCKELL CS (2017) Perchlorates on Mars enhance the bacteriocidal effects on UV light. *Sci. Rep.* 7, doi:10.1038/s41598-017-04910-3 • Links: NASA: https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html] M. Kotulla