

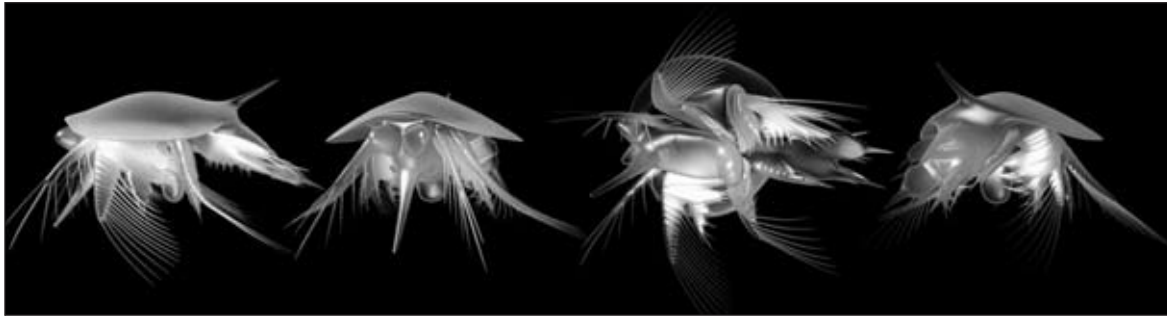


Abb. 1: Dreidimensionales Modell von *Wujicaris muelleri* in verschiedenen Richtungen. (Aus ZHANGSEN D et al. 2010; Abdruck mit freundlicher Genehmigung)

den wurden, müssen sie oftmals in geologisch nicht überlieferten Lebensräumen existiert haben. Nur selten tauchen Spuren von ihnen auf, bevor sie sich mutmaßlich aufgrund für sie besserer Lebensbedingungen in größerem Ausmaß verbreiten konnten. Als großes Rätsel erscheint den Wissenschaftlern die Frage, warum einige anatomisch moderne Vögel die mutmaßliche Katastrophe an der Kreide/Tertiär-Grenze überleben könnten, die anderen vielfältigen Vogelgruppen der Kreidezeit jedoch nicht. DYKE (2010) vermutet, dass die überlebenden Gruppen Generalisten, also relativ wenig spezialisiert waren. Das könnte ihnen die nötige Flexibilität verliehen haben, extrem stressende Bedingungen zu überleben.

[DYKE G (2010) Winged victory. Modern birds now found to have been contemporaries of dinosaurs. *Sci. Am.* 303, July 2010; FEDUCCIA A (1995) Explosive evolution in Tertiary birds and mammals. *Science* 267, 637-638] R. Junker

Älteste Krebslarve erstaunlich modern

Nur 0,25 Millimeter sind sie groß: Metanauplius-Larven von *Wujicaris muelleri*, die ältesten bisher entdeckten Larven von Krebsen aus dem Unterkambrium, der Zeit der sogenannten „kambrischen Explosion“. Darüber berichtet eine Arbeitsgruppe um Professor Dieter WALOSZEK von der Arbeitsgruppe Biosystematische Dokumentation der Universität Ulm. Trotz des datierten Alters von 525 Millionen Jahren erinnert der Körperbau der in China entdeckten Larve von *Wujicaris* stark an heutige Krebse in diesem Entwicklungsstadium, zum Beispiel an Ruderfüßer oder Seepocken. Wahrscheinlich hatten die Beine der Tiere die gleichen Funktionen in Bezug auf Fortbewegung und Nahrungsfang. Die Konstanz des Körperbaus über so lange Zeit – in der Paläontologie als Stasis bezeichnet – führen die Forscher auf eine entsprechend lang anhaltende Gleichheit der physikalischen Rahmenbedingungen zurück. Für kleine Gliederfüßer unter zwei Millimetern Größe sei das Wasser, in dem sie leben, zäh wie Honig, was zu speziellen Erfordernissen in der Fortbewegung führe. Die Spezialisierungen ihrer Beine ermöglichten es den Krebslarven, in Bewegung zu bleiben und gleichzeitig Nahrung abzufangen. Die untersuchten Krebslarven verfügten von Anfang an über optimale Extremitäten genauso wie die modernen Krebse.

[ZHANGSEN XG, MAAS A, HAUG JT, SIVETER DJ & WALOSZEK D (2010) A Eucrustacean Metanauplius from the Lower Cambrian. *Current Biology* 20, 1075-1079.] R. Junker

Fledermäuse und Wale: Überraschende Konvergenz eines Proteins

Was haben Fledermäuse und Wale gemeinsam – außer dass sie zu den Säugetieren gehören? Nicht viel, aber in beiden Gruppen orientieren sich viele Arten mit einem Echoortungssystem, das sie zum Jagen und Navigieren benutzen. Es handelt sich um eine überaus komplexe Fähigkeit, zu der vermutlich viele hundert Gene beitragen (LI et al. 2008, 13962). Zu einem funktionierenden Echoortungssystem gehören die Erzeugung und Regelung eines hochfrequenten Rufs, das Hören des Echos und die Interpretation der eingehenden Signale. Außer bei Walen und Fledermäusen kommt Echoortung auch bei Spitzmäusen, Tenreks und zweimal bei Vögeln vor (Fettschwalm und Höhlensalangane; VESELKA et al. 2010, 939). Die Fähigkeit zur Echoortung ist also mindestens sechsmal unabhängig entstanden, was für diese außergewöhnliche Fähigkeit an sich schon höchst erstaunlich ist.

Eine große Überraschung brachte eine Untersuchung der Sequenzen des Proteins prestin bei Fledermäusen, Walen und anderen Säugetieren, die von zwei Forschergruppen untersucht wurden (LIU et al. 2010, LI et al. 2010). Prestin wird beim Hörvorgang benötigt; es handelt sich um ein Transmembran-Motorprotein¹ und wird in den äußeren Haarzellen der Schnecke im Innenohr aktiviert. Es scheint als eine Art „Verstärkerprotein“ von besonderer Bedeutung für die Wahrnehmung höherer Frequenzen und für selektives Hören von einzelnen Frequenzen zu sein; beides ist für die Echoortung wichtig (TEELING 2009, 353; LI et al. 2008, 13959). Es stellte sich heraus, dass die Sequenzen von prestin bei Walen und Fledermäusen, die Echoortung haben, nahezu identisch sind. Für Stephen ROSSITER, den Leiter der einen Arbeitsgruppe, kommt dieses Ausmaß an Ähnlichkeit völlig unerwartet. „Ich kenne kein weiteres Beispiel dafür, dass sich Konvergenz so genau in den Genen widerspiegelt“, wird er in der Süddeutschen Zeitung zitiert.² Obwohl es im Sonarsystem der beiden Tiergruppen einige Unterschiede gibt und

obwohl sich der Schall in den beiden Medien Wasser und Luft deutlich unterschiedlich schnell bewegt, scheint genau eine bestimmte Form des prestin-Proteins für die Echoortung erforderlich zu sein. Zusätzlich zeigt auch der anatomische Bau der Schnecke in beiden Gruppen im Innenohr mannigfaltige Konvergenzen (LIU et al. 2010).

Die prestin-Aminosäuresequenzen bei Zahnwalen und Fledermäusen ähneln sich so stark, dass sie in einem auf diesen Daten basierenden Dendrogramm (Ähnlichkeitsbaum) als eine gemeinsame Gruppe erscheinen, obwohl beide Gruppen unter den Säugetieren sonst überhaupt nicht näher verwandt sind. Nach den DNA-Nukleotid-Sequenzdaten des *Prestin*-Gens gruppieren die Wale und Fledermäuse dagegen weitgehend gemäß dem Arten-Stammbaum. Nur innerhalb der Fledermäuse passen auch die Nukleotid-Sequenzdaten nicht zu den sonst anerkannten Verwandtschaftsbeziehungen.

Die Gemeinsamkeiten des prestin-Proteins bei den Fledermäusen und den Zahnwalen sind deswegen so erstaunlich, weil es sich um immerhin 14 Veränderungen handelt, die sich von dem jeweiligen Vorfahren herkommend ergeben haben mussten. Vermutlich ermöglicht dieser bestimmte Bau des prestins der Zahnwale und Fledermäuse, dass sie auf höhere Frequenzen reagieren können, und liefert so eine der biochemischen Voraussetzungen für ein funktionierendes Ultraschall-Sonarsystem. Es scheint also so, dass prestin für die Echoortung eine sehr spezifische Aminosäuresequenz benötigt. Dass dieser Unterschied in 14 Positionen durch ungerichtete Mutationen und Selektion jeder einzelnen Änderung Schritt für Schritt überbrückt wurde und von völlig verschiedenen Urahnen beider Tiergruppen zum selben Ergebnis kam, erscheint eine gewagte Annahme. Alle Zwischenschritte müssen selektionspositiv sein. Wie kam also diese erstaunliche Ähnlichkeit zustande? Die Forscher erhoffen sich Antworten durch Untersuchungen von prestin bei den anderen Arten, die eine Echoortung haben.

[LI G, WANG J, ROSSITER SJ, JONES G, COTTON JA, ZHANG S (2008) The hearing gene Prestin reunites echolocating bats. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 105, 13959-13964; LI Y, LIU Z, SHI P &

ZHANG J (2010) The hearing gene *Prestin* unites echolocating bats and whales. *Curr. Biol.* 20, R55-R56; LIU Y, COTTON JA, SHEN B, HAN X, ROSSITER SJ & ZHANG S (2010) Convergent sequence evolution between echolocating bats and dolphins. *Curr. Biol.* 20, R53-R54; TEELING EC (2009) Hear, hear: the convergent evolution of echolocation in bats? *Trends Ecol. Evol.* 24, 351-354; VESELKA N, McERLAIN DD et al. (2010) A bony connection signals laryngeal echolocation in bats. *Nature* 463, 939-942.] R. Junker

- 1 Transmembranproteine sind eine Untergruppe der Membranproteine, die die Zellmembranen (bestehend aus einer Phospholipiddoppelschicht) vollständig durchqueren.
- 2 <http://www.sueddeutsche.de/wissen/genetik-ueberraschende-verwandtschaft-1.52654>; siehe auch <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,673955,00.html>

Einzigartiges Merkmal von Lederschildkröten konvergent

Die im Meer lebende Lederschildkröte (*Dermochelys coriacea*) besitzt anders als alle anderen Schildkröten keinen typischen Rückenschild mit Hornschuppen. Die Elemente ihres Knochenpanzers hängen vielmehr lose zusammen und sind von einer derben lederartigen Haut umgeben. Der Hals ist verhältnismäßig kurz und kann nicht in den Panzer zurückgezogen werden. Ihre Extremitäten sind als lange Paddel ausgebildet. Es fehlen ihnen Krallen, was für Schildkröten sehr untypisch ist. Die Tiere können bis zu etwa 2,5 m lang werden; die Lederschildkröte ist damit die größte lebende Schildkröte.

Neben diesen und anderen Besonderheiten ist das Muster des Skelettwachstums der Lederschildkröte einzigartig. Während bei allen anderen Schildkröten beim Skelettwachstum dünnes Knorpelgewebe ohne Blutgefäße gebildet wird und das Wachstum nur langsam erfolgt, wachsen bei den Lederschildkröten rasch Blutgefäße in dickes Knorpelgewebe, und das Skelettwachstum verläuft schnell (vgl. Abb. 1). Dieses Skelettwachstumsmuster ist unter den heute lebenden Reptilien einmalig und kommt nur bei der Lederschildkröte vor. Es wurde aber auch bei einigen ausgestorbenen Meeresschildkröten wie z. B. bei *Archelon* aus der Kreide nachgewiesen (SNOVER & RHODIN 2008, 33). Diese sind aber mit der heute lebenden Gattung *Dermochelys* nicht verwandt. Daher muss je nach systematischer Einordnung der fossilen Formen eine zwei- bis viermalige unabhängige, also konvergente Entstehung dieser ungewöhnlichen Form des Skelettwachstums angenommen werden. Alternativ käme auch ein sekundärer Verlust in Frage. Beide Szenarien halten SNOVER & RHODIN nicht für wahrscheinlich.

Es handelt sich also um eines von mehr und mehr bekannt werdenden Beispielen dafür, dass auch Bauplan-Gleichheit in der Ausprägung von Komplexmerkmalen an sich nicht auf gemeinsame Vorfahren schließen lässt (vgl. das Streiflicht über

Abb. 1: Schematische Darstellung der beiden Muster des Skelettwachstums bei Schildkröten. Oben: das verbreitete Muster, unten das hier beschriebene spezialisierte Muster bei Lederschildkröten. (Nach SNOVER & RHODIN 2008),

