

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>

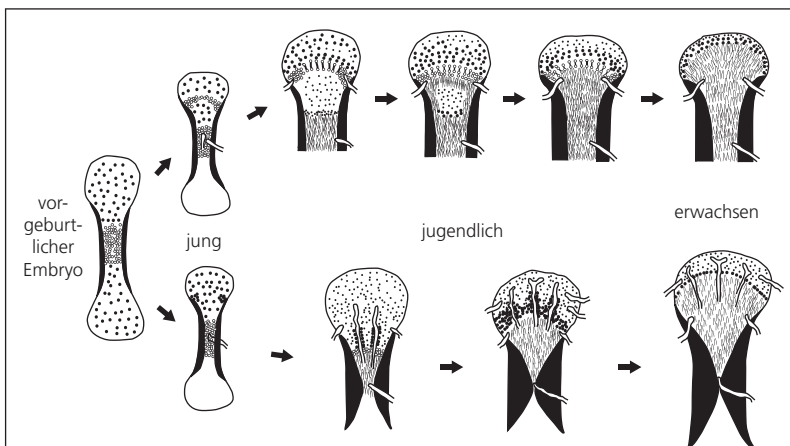
Einzigartiges Merkmal von Lederschildkröten konvergent

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),



die Konvergenz im Echoortungssystem bei Fledermäusen und Walen).

[SNOVER ML & RHODIN AGJ (2008) Comparative Ontogenetic and Phylogenetic Aspects of Chelonian Chondro-Osseous Growth and Skeletochronology. In: WYNEKEN J, GODFREY MH & BELS V (eds) Biology of Turtles. Boca Raton: CRC Press, S. 17-43.] R. Junker

DNA aus fossilen Eierschalen

Eierschalen werden in der archäologischen Forschung bereits seit längerer Zeit als Untersuchungsobjekte genutzt. Sie können einen Beitrag zur Ermittlung paläoökologischer Verhältnisse leisten oder auch zur Feststellung von Ernährungsgewohnheiten vergangener Kulturen. Auch zu Datierungszwecken sind fossile Eierschalen genutzt worden.

Jetzt legten OSKAM et al. (2010) eine Studie zur Isolierung und Charakterisierung von DNA aus fossilen Vogeleiern vor. Dabei zeigt sich, dass Eierschalen aufgrund ihres Aufbaus sehr gut geeignet sind für die Erhaltung fossiler Nukleinsäure-Makromoleküle. Die Schalen von Vogeleiern bestehen zu ca. 97% aus Calcit (einem Calciumcarbonat-Mineral; CaCO_3) und ca. 3% organischem Material. Im Uterus wird bei Vögeln auf der Schalenhaut (Membranen, die das Ei umschließen) die Kalkschale aufgebaut. Die Schale schützt den sich entwickelnden Embryo vor mechanischer Zerstörung und vor Mikroorganismen. Durch die Eierschale erfolgt der Austausch von Gasen und Wasser. In früheren Studien (MILLER et al. 2000) war gezeigt worden, dass die organischen Komponenten eher intra- als interkristallin (also eingebettet in die Mineralkristalle und nicht zwischen diesen) vorkommen. Von diesem strukturierten Aufbau scheinen auch Biomakromoleküle zu profitieren, denn sie sind in den Calcitkristallen auch vor einem Abbau durch Mikroorganismen geschützt.

OSKAM et al. berichten von Versuchen, durch die in den vergangenen Jahren DNA aus der Schalenhaut von Eiern aus Museen isoliert und charakterisiert wurde. Aus dem Jahr 2009 führen sie zwei Arbeiten an, in denen DNA-Profile (Mikrosatelliten) aus frischen, pulverisierten Eierschalen der Silbermöwe (*Larus argentatus*) und von Hühnchen (*Gallus gallus*) beschrieben wurden.

OSKAM und Mitarbeiter untersuchten Proben aus fossilen Eierschalen von Emus (*Dromaius novaehollandiae*), Donnervögeln (*Genyornis*), Elefantenvögeln (*Mullerornis agilis*) und verschiedenen Moaarten (*Dinornis* sp.) aus Australien, Madagaskar und Neuseeland. Die Alter der Fossilien lagen zwischen 400 bis ca. 50 000 Jahren. Aus den ältesten Fossilien (ca. 50 000 Jahre) konnte keine DNA isoliert und nachgewiesen werden. Aus jüngeren Proben konnten sie z. B. aus 19 000 Jahre alten fossilen Eierschalen von Emus mitochondriale DNA (mtDNA) isolieren.

Wo in der Eierschale befindet sich die DNA? Mit Fluoreszenzfarbstoffen konnte DNA in Proben angefärbt werden und bei mikroskopischen Untersuchungen zeigte sich, dass DNA gleichmäßig in der gesamten Schale verteilt vorkommt, auch wenn sie gelegentlich konzentriert an bestimmten Strukturen (mammillary cones) nachzuweisen ist.

Die Autoren haben verschiedene Methoden zur Extraktion von DNA (sowohl mitochondriale DNA, mtDNA, als auch DNA aus Zellkernen, nuDNA) ausprobiert und für die verschiedenen Proben optimiert. Um zu untersuchen, welcher Anteil der DNA von Bakterien stammt, wurden jeweils für Bakterien und Vögel spezifische Sequenzen verglichen. Die Resultate zeigen, dass in fossilen Eierschalen von Moas sehr viel weniger bakterielle DNA nachzuweisen ist als in deren fossilen Knochen.

Die Untersuchungen wurden parallel in zwei verschiedenen Labors durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass historische und fossile Eierschalen verheißungsvolle Quellen für fossile DNA darstellen. Mit diesen Untersuchungen konnten OSKAM et al. zeigen, dass auch aus Lebensräumen in feuchtem oder trockenem, heißem Klima fossile DNA zugänglich sein kann. Nach diesen Resultaten sind die Schalen von Vogeleiern potentielle Quellen dafür, auch wenn bereits jetzt feststeht, dass auch intrakristallin eingelagerte Biomakromoleküle nicht beliebig lange konserviert werden. Mit diesen Untersuchungen ist ein neues Feld eröffnet zur Erforschung ausgestorbener Vögel anhand molekularer Daten. Auf die ersten aussagekräftigen DNA-Sequenzen darf man gespannt sein.

[MILLER GH, HART CP, ROARK EB & JOHNSON BJ (2000) Isolation of leucine epimerization in eggshells of the flightless Australian birds, Genyornis and Dromaius. In: Perspectives in amino acid and protein geochemistry (eds.: GOODFRIEND GA, COLLINS MJ, FOGEL ML, MACKO SA & WEHMILLER JF) S. 161, 181. Oxford, MA: Oxford University Press; OSKAM CL, HAILE J, McLAY E, RIGBY P, ALLENTROFT ME, OLSEN ME, BENGTSSON C, MILLER GH, SCHWENNINGER J-L, JACOMB C, WALTER R, BAYNES A, DORTCH J, PARKER-PEARSON M, GILBERT MTP, HOLDAWAY RN, WILLERSLEV E & BUNCE M (2010) Fossil avian eggshell preserves ancient DNA. Proc. Roy. Soc. B doi: 10.1098/rspb.2009.2019.] H. Binder

Bienenzucht in Israel zur Zeit der biblischen Könige

Am brennenden Dornbusch wird Mose das verheißene Land als ein gutes und geräumiges Land beschrieben, das von Milch und Honig überfließt (Ex 3, 8). Dieser Honig wird häufig als süßes Produkt aus Datteln, Feigen oder Trauben interpretiert, da keine gezielte Honigproduktion durch Imkerei angenommen wird (Ri 14,8+9; 1. Sam 14,27).

Nun haben BLOCH et al. (2010) den Inhalt von Tonzylindern aus ungebranntem Ton untersucht und darin Überreste von Bienen (Arbeiterinnen, Drohnen und Larven) gefunden. Ähnliche Tongefäße sind als Bienenstöcke im Nahen Osten immer noch im Gebrauch. Sie haben an einer Stirnseite ein kleines Loch als Flugloch für die Bienen und