

## Warum Pinguine nicht fliegen können? - Anpassungsmöglichkeiten des Wirbeltierskeletts -

Stefan Pittner

ProScientia Treffen Salzburg, 29.04.14

Im Laufe der Evolution hat das Skelett der Wirbeltiere (vgl. „Exoskelett“ von Wirbellosen, zB. Chitinpanzer der Insekten, Schneckenhäuser...) vielfältige Veränderungen und Adaptionen an die jeweiligen Umweltbedingungen erfahren. In meiner Präsentation im Zuge des ProScientia Treffens in Salzburg am 29.04.14 wurden beispielhaft einige dieser Veränderungen erarbeitet und erläutert.

Im ersten Teil wurden die verschiedenen Skelettelemente (Schädel, Achsenskelett, Extremitäten, Schulter- und Beckengürtel) betrachtet und dabei anhand herausragender Beispiele die Vielfältigkeit der Anpassungsmöglichkeiten erörtert.

Vergleicht man zum Beispiel eine Meeresschildkröte mit einer Klapperschlange findet man trotz der einigermaßen nahen Verwandtschaft zahlreiche Spezialisierungen die sich auch im Knochenbau manifestieren. Während bei der Schildkröte die Wirbelanzahl reduziert ist und die Beweglichkeit der Wirbelsäule zugunsten der Ausbildung eines Panzers beinahe komplett aufgegeben wurde, findet man bei der Schlange das genaue Gegenteil. Die Wirbelanzahl ist stark erhöht und (damit) die Wirbelsäule auf maximale Flexibilität ausgelegt. Beim Schildkrötenschädel sind die meisten Knochenelemente fest zu einer Schädelkapsel verwachsen und nur noch die Kiefer gegeneinander beweglich, wohingegen die Schädelelemente der Schlange nicht miteinander fusioniert und so muskulär verschiebbar sind. Sie ist in der Lage sowohl die Oberkiefer-, als auch Unterkieferhälften gegeneinander zu verschieben und so große Beutestücke zu verschlingen.



Schädelskelette zweier Reptilien. Links eine Sumpfschildkröte (*Chelonia mydas*) und rechts eine Klapperschlange (*Crotalus spec.*). Während die Schädelelemente (Wirbeltierschädel bestehen aus mehreren Einzelknochen) der Schildkröte zu einem einer festen Einheit verwachsen sind, ist die Schlange in der Lage große Teile des Schädels gegeneinander zu verschieben bzw. zu bewegen (man spricht von „Schädelkinetik“).

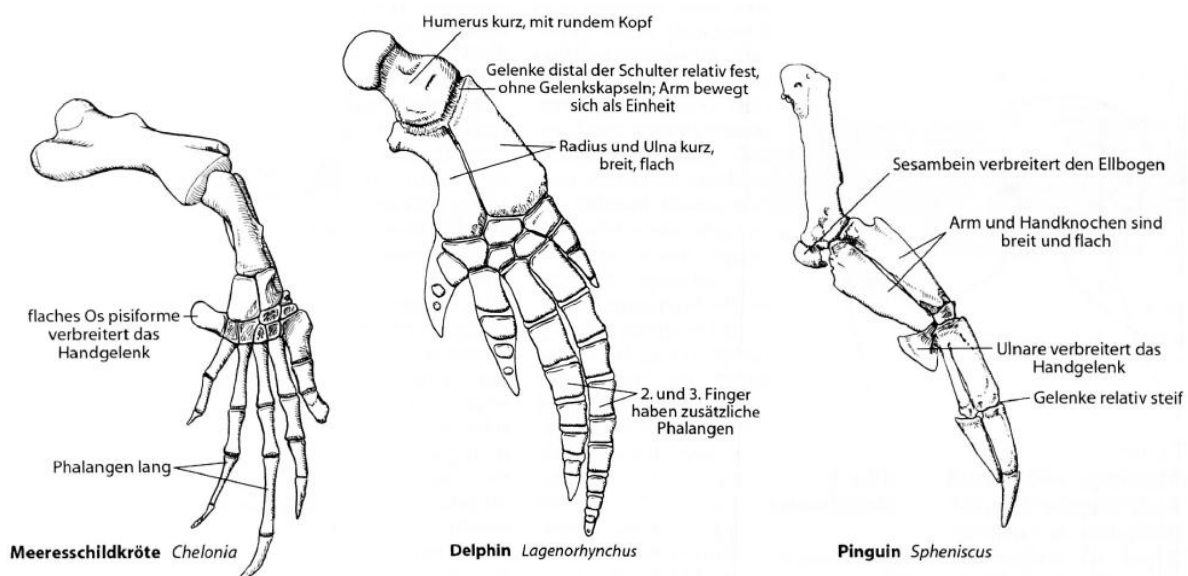
Abgesehen von Achse und Schädel finden sich besonders in den Gürtelapparaten und Extremitäten der beiden Tiere große Unterschiede. Während bei der Schlange die Beine zur Gänze, und Schulter und Beckengürtel zu großen Teilen reduziert sind, zeigt die

Meeresschildkröte eine deutliche Adaptierung ihrer Extremitäten an den Lebensraum Wasser durch Ausbildung von Flossen.

Solche Beispiele findet man überall im Tierreich. Überraschend nahe verwandt sind beispielsweise Hirsche und Wale. Deren Morphologie unterscheidet sich bekanntlich mindestens so deutlich wie ihr Lebensraum. Auch Walrosse und Wölfe sind nach neueren Erkenntnissen relativ nahe miteinander verwandt.

Der zweite große Teil der Präsentation umfasste wesentliche Anpassungen einiger Tierarten an unterschiedliche Lebensräume und Umweltbedingungen. Bestimmte Lebensweisen stellen Anforderungen, die in verschiedenster Weise im Tierreich erfüllt oder erreicht werden. Wie sieht ein Tier aus, wenn es ein guter Schwimmer oder Flieger ist? Welche Bedingungen müssen erfüllt werden um schnell laufen zu können? Welche Möglichkeiten gibt es um erfolgreich zu graben oder zu klettern?

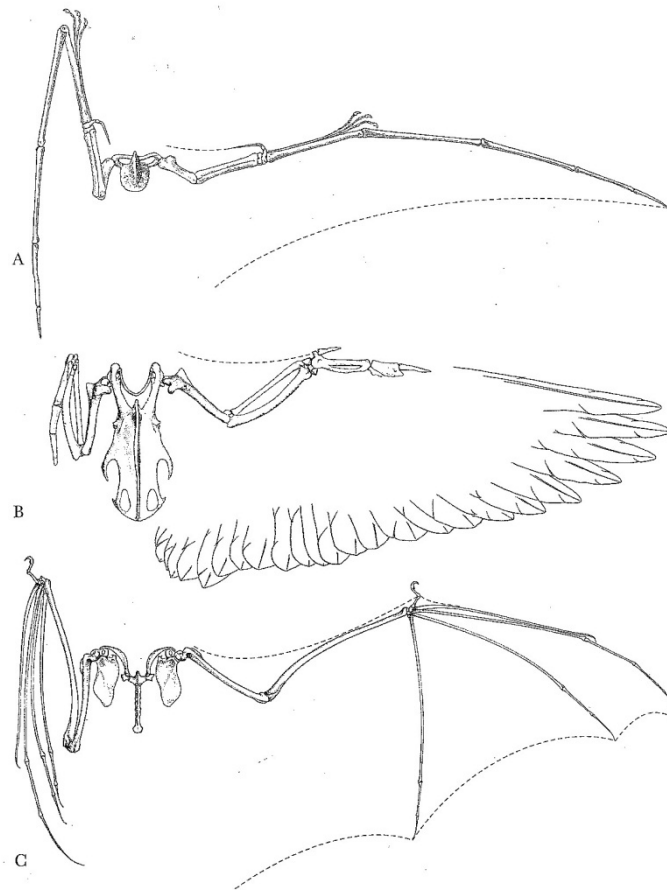
Viele sekundäre Schwimmer (Landtiere, also Säugetiere, Vögel und Reptilien, die sich im Laufe ihrer Evolution den Lebensraum Wasser wieder erschlossen haben) haben beispielsweise einen sehr ähnlichen Knochenbau in Armen und Beinen und bilden dadurch optimierte Flossen aus.



Vorderextremitäten verschiedener sekundärer Schwimmer. Alle zeigen ähnliche Morphologie. Oberarm- (Humerus) und Unterarmknochen (Radius und Ulna) sind kurz und kräftig, Hand- und Fingerknochen lang und breit um die Paddelfläche zu vergrößern. Alle Flossen enden relativ spitz und sind damit strömungsoptimiert. Diese Tiere (Reptil: Meeresschildkröte, Säugetier: Delfin, und Vogel: Pinguin) sind nur sehr entfernt miteinander verwandt und zeigen doch so deutliche Ähnlichkeiten.

In ganz ähnlicher Art und Weise lassen sich Vorderextremitäten von flugfähigen Tieren vergleichen. Die Form der Flügel ist beispielsweise bei Vögeln sowie bei Fledermäusen und den ausgestorbenen Flugsauriern sehr ähnlich, wenn sie auch grundlegend unterschiedlich erreicht wird. Während Fledermäuse und Flugsaurier Flughäute zwischen (!) verschiedenen Knochenelementen spannen (Fledermäuse zwischen den Fingern und Extremitäten und Flugsaurier zwischen einem verlängerten

Finger und dem Rumpf) haben Vögel steife Strukturen (Federn) entwickelt, die nur ein Knochenelement als Ausgangspunkt benötigen um eine Flügelform ausbilden zu können.



Knochenbau in der Vorderextremität verschiedener „Flieger“, A: Flugsaurier, B: Vogel, C: Fledermaus. Der Knochenbau unterscheidet sich zwar je nach Tierart deutlich, die Flügelform, inklusive tragender Elemente (also Flughaut bzw. Federn), ist dennoch verblüffend ähnlich.

Im Anschluss an die Präsentation wurde angeregt diskutiert. Warum sehen wir (Menschen) so aus wie wir aussehen? Welches „Erbe“ haben uns unsere (kletternden) Vorfahren hinterlassen, wie haben wir uns seit dem verändert und welche Vor- und Nachteile haben wir dadurch erworben? Können Vorhersagen über solche Entwicklungsprozesse getroffen werden? Welche sind die treibenden Kräfte der Evolution?

- Warum Pinguine nicht fliegen können? ...  
... weil sie Flossen und keine Flügel haben.