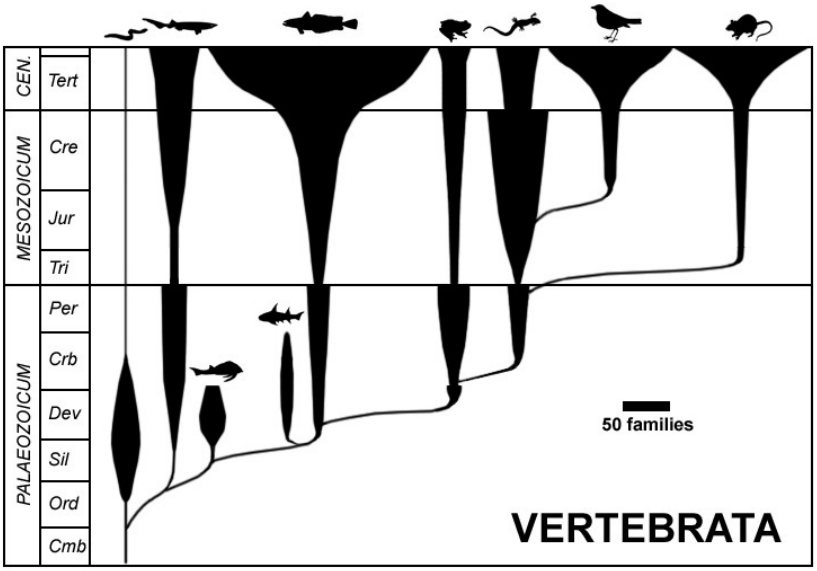
# Anatomische Argumente zu den Verwandtschaftsverhältnissen I: Homologie und Analogie TO1_Bio

CC BY NC SA
1: laborberufe.de

## 1. Homologe Merkmale

Die ***Tetrapoden (Landwirbeltiere)*** *sind eine sehr vielgestaltige systematische Gruppe vom Rang einer Überklasse im Stammbaum des Lebens. Benannt ist das Taxon nach vier Extremitäten im Körperbau, (griechisch tetra = ‚vier', pod = ‚Fuß'). Sehen Sie selbst, welche Tiergruppen darunter fallen: https://www.onezoom.org/life/@Tetrapoda=229562. .*

***1.1*** *Markieren Sie in der Abbildung die Gruppe der Tetrapoda innerhalb des Unterstamms der Vertebraten (Wirbeltiere).*




***1.2*** *Gehören diese Tiergruppen zu den Tetrapoda? Recherchieren und begründen Sie kurz!*

*Fische:*

*Schlangen:*

*Wale:*

*Vögel:*

Zu dieser Überklasse fasst man diejenigen Wirbeltiere zusammen, die vier Extremitäten besitzen oder deren Vorfahren solche besaßen. Die meisten *Tetrapoda* , die die Natur hervorgebracht hat, sind vor vielen Hunderttausenden bis Millionen von Jahren ausgestorben. **Rezent** sind ca. 35.000 Arten.

Zu den *Tetrapoden* zählen aufgrund ihrer Vorfahren auch die sekundär ins Wasser zurückgekehrten Wale und die Vögel. Einige T*etrapoden (Landwirbeltiere)*, wie die Schlangen, haben sekundär in der Evolution ihre Extremitäten wieder verloren. Bei den meisten der rezenten *Tetrapoden* finden sich jedoch die vier Extremitäten. Sie zeigen verblüffende Ähnlichkeit im Bau.

Das zeigt sich besonders deutlich bei den Vorderextremitäten. Obwohl die Extremitäten völlig verschiedene Funktionen haben können, zeigen Sie doch dieselben Knochen.: Beispiele für Funktionen:

- 
- 
- 

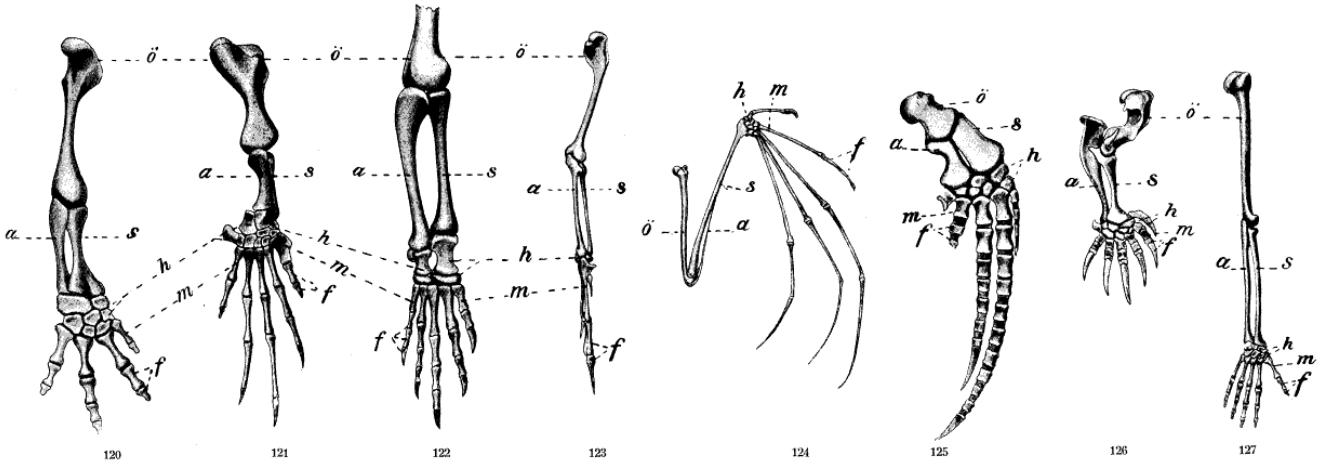



***Abb. 1.2:*** *Armskelett verschiedener Tierarten. von li.: Salamander, Schildkröte, Krokodil, Vogel; Fledermaus, Wal, Maulwurf, Mensch (Größenverhältnisse nicht maßstabsgerecht). ö = Oberarmknochen, Unterarmknochen: s = Speiche und a = Elle. h = Handwurzelknochen. m = Mittelhandknochen. f = Fingerknochen* Q: wikicommons. A: Wilhelm Leche (1917), gemeinfrei

Eine solche Übereinstimmung von Merkmalen, beispielsweise von Organen, Organsystemen, Körperstrukturen, physiologischen Prozessen oder sogar Verhaltensweisen verschiedener *Taxa* aufgrund ihres **gemeinsamen evolutionären Ursprungs** wird **Homologie** genannt. Woran erkennt man Homologie von Organen? Hierzu gibt es drei Kriterien.

1. **Kriterium der Lage:** Strukturen sind dann homolog, wenn sie trotz unterschiedlicher Ausprägung eine vergleichbare Lage im Körper und eine vergleichbare Lagebeziehung zu den umgebenden Strukturen besitzen. Beispiele:
   - Aufbau der Vordergliedmaßen von Landwirbeltieren. Der Grundbauplan besteht aus Knochen, die in der Abfolge von einem Oberarmknochen, zwei Unterarmknochen, mehreren Handwurzelknochen, fünf Mittelhandknochen und fünf Fingern, wobei der Daumen zwei Fingerknochen hat und die restlichen vier jeweils aus drei Fingerknochen angelegt werden.

   - Insekten besitzen je nach ihrer Nahrung *stechend-saugende*, *leckend-saugende* oder *eher kauend-beißende* Mundwerkzeuge, die sich äußerlich stark unterscheiden. Trotzdem ist ihre Lage am Kopf und die Anordnung der Unterstrukturen ähnlich. Die Mundwerkzeuge gehen auf einen gemeinsamen Grundbauplan zurück. Die Mundwerkzeuge der Insekten sind homolog, was auf eine gemeinsame Abstammung von einem gemeinsamen Vorfahr hindeutet.

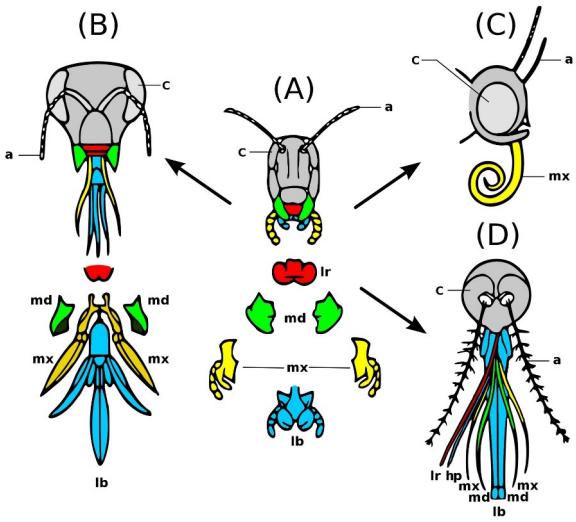



**Abb. 1.3:** Die Entwicklung der Mundwerkzeuge bei Insekten ausgehend vom primitiven Kauwerkzeug der Grashüpfer (A). **A:** kauend-beißend (Grashüpfer); . **B:** leckend-saugend (Honigbienen); . **C:** Saugrüssel (Schmetterlinge); . **D:** stechend (Stechmücken-Weibchen). **a:** Antenne; . **c:** Komplexauge; . **hp:** Hypopharynx (Innenlippe, manchmal auch Zunge); . **lb:** Labium (Unterlippe); . **lr:** Labrum (Oberlippe); . **md:** Mandibel (Oberkiefer); . **mx:** Maxille (Unterkiefer).

2. **Kriterium der spezifischen Qualität und Struktur:** Organe oder Strukturen können auch homologisiert werden, wenn sie in zahlreichen Merkmalen übereinstimmen. Fährt man beispielsweise mit der Hand über die Haut eines Haies, so fühlt sie sich wie Sandpapier an, anders als bei anderen Fischen. Die Haut ist vollständig mit scharfen *Placoidschuppen* bedeckt. Gebildet werden die Placoidschuppen jeweils durch einzelne Zellen der Haut, die das mineralische Zahnbein (Dentin) und Zahnschmelz abscheiden. Das sind dieselben chemischen Verbindungen, die auch die Zähne der Wirbeltiere großteils aufbauen. Auch weitere Feinheiten in der Struktur zwischen den Wirbeltierzähnen und den *Placoidschuppen* weisen auf eine gemeinsame Abstammung hin. Aufgrund des Kriteriums der spezifischen Qualität und Struktur sind beide zueinander homolog, obwohl das Homologie-Kriterium der Lage hier nicht zutrifft.

3. **Kriterium der Stetigkeit:** Organe sind dann homolog, wenn rezente oder fossile Zwischenformen existieren, die stete evolutive Entwicklungslinie aufzeigen. Dies zeigt sich beispielsweise besonders deutlich in der Evolution des Blutkreislaufs bei den Wirbeltieren.

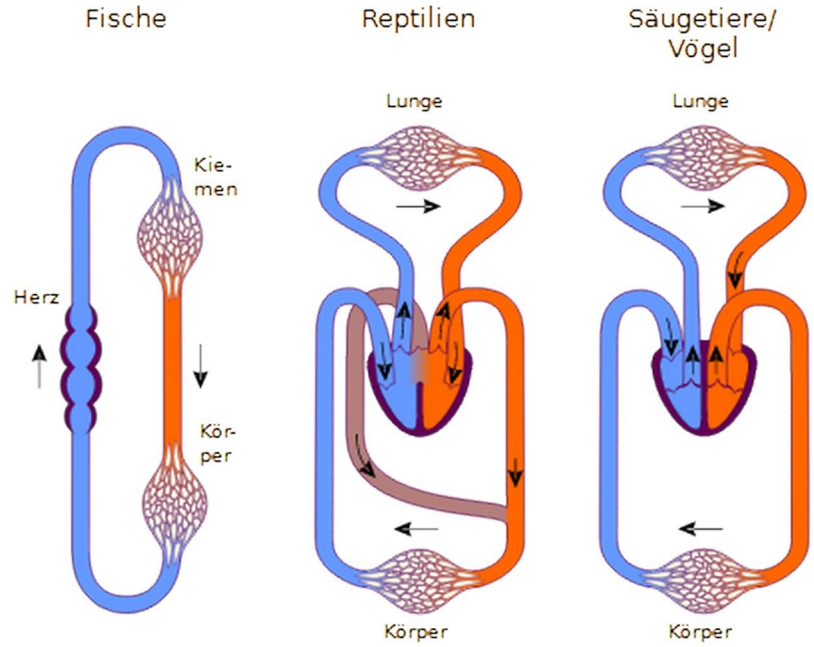



*Abb. 1.4* Entwicklung des Blutkreilaufsystems der Wirbeltiere. Q:wikicommons. A: Scivit

***1.2*** *Homologisieren Sie die Blutkreisläufe der Wirbeltiere anhand des Kriteriums der Stetigkeit.*

Die evolutionäre Auseinanderentwicklung von Merkmalen wird **Divergenz** genannt. Sie hat ihre Ursache in der Anpassung an verschiedenartige Lebensräume und verschiedenartige Lebensweisen, die zur Herausbildung veränderter, aber untereinander homologer Merkmale führt.

## 2. Analogie und Konvergenz

Ähnlichkeit kann zu falschen Rückschlüssen führen.

*Euphorbia pulcherrima* (Weihnachtsstern)

Q: wikicommons. A: ?

Cereus fernambucensis Q: wikicommons. A: Daderot

*Euphorbia trigona (Dreikantige Wolfsmilch)* *Q: wikicommons. A: El Denis Conrado*

Trotz stark unterschiedlichen optischen Erscheinungnsbild gehört der *Weihnachtsstern* und die *Dreikantige Wolfsmilch* sogar zur selben Gattung, sind also relativ eng verwandt. Andererseits zeigt die Dreikantige Wolfsmilch große Ähnlichkeit zum Kaktusgewächs *Cereus fenamucensis*. Auch nicht besonders nah verwandte Arten können große Ähnlichkeit besitzen.

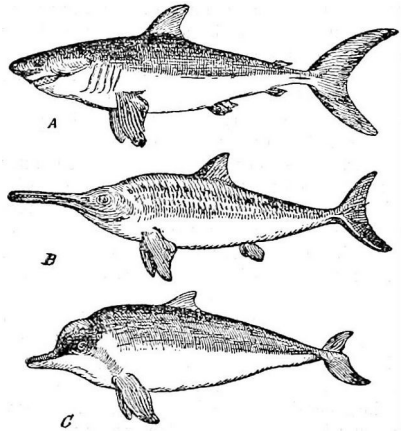
***2.1*** *Wie lässt sich die Ähnlichkeit dieser Pflanzen erklären?*

Eine Ähnlichkeit in der Struktur von biochemischen Molekülen (Proteine), Organen, Organsystemen, im ganzen Körperbau, oder aber in Verhaltensweisen unterschiedlicher Lebewesen, die stammesgeschichtlich unabhängig entstanden ist, wird als **Analogie** bezeichnet.

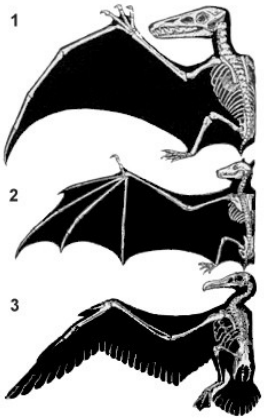
Manchmal täuscht auch der Name. So rotteten ein Einwanderer in Australien und auf der Insel Tasmanien den einheimischen Beutelwolf aus, weil sie ihre mit eingeführten und dort nicht heimischen Schafe gefährdet sahen. Die letzten Beutelwölfe starben von ca. 100 Jahren in Zoos. Es existieren noch alte Filmaufnahmen. Dabei ist der Beutelwolf nicht näher verwandt mit den Wölfen. Es handelt sich um ein Beuteltier, das mit Koalas, Kängurus stammesgeschichtlich viel näher verwandt ist. Die Ähnlichkeit im Körperbau macht es selbst Kennern schwer, die Skelette und Schädel von Wolf und Beutelwolf auseinander zu halten.

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Thylacine_footage_compilation.ogv

***2.2 Weitere Beispiele für Analoge:*** *Ergänzen Sie unter die Abbildungen einen erläuternden Kommentar. Recherchieren Sie ggf.*




A.Hai. B: Fischsaurier C: Zahnwal. Q: wikicommons. A: Professor Osborn. - "Palaeontology, , 1911, PD




**1** Flugsaurier, **2** Fledertier, **3** Vogel . Q: wikicommons. A: John Romanes, 1892, PD

Q: wikicommons. A: Kazvorpal

Die Entwicklung von analogen Merkmalen bei nicht näher verwandten Arten wird als **konvergente Evolution** oder kurz als **Konvergenz** bezeichnet. Konvergente Entwicklungen und Ausprägungen lassen Rückschlüsse auf ähnliche Umweltbedingungen und Lebensweisen zu.