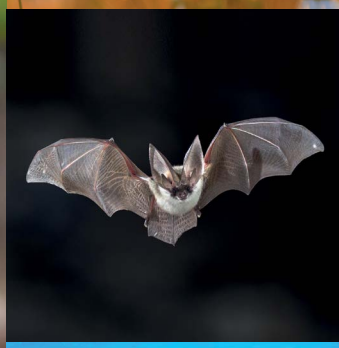








Bilder: Adobe Stock

Das Ende des Ähnlichkeitsbeweises für Evolution?

Ähnlichkeiten von Bauplänen der Lebewesen können in der Regel auf ähnliche funktionelle Erfordernisse zurückgeführt werden. Gibt es aber auch Ähnlichkeiten, die nur durch gemeinsame Abstammung erklärt werden können? Das ist eine seit Darwin verbreitete Behauptung und gilt als eine der Hauptstützen von Evolutionstheorien. Doch der Beweis dafür beruht auf Vermutungen, die sich im Falle des Bauplans der Gliedmaßen von Wirbeltieren als nicht länger haltbar erwiesen haben.

Reinhard Junker

Einleitung

„Was kann merkwürdiger sein, als dass die greiffähige Hand des Menschen, die grabfähige [„Hand"] des Maulwurfs, das Bein des Pferdes, das Paddel des Tümmlers und der Flügel der Fledermaus alle nach demselben Muster aufgebaut sind?"[1] Dies ist einer der vielzitierten Sätze aus Charles Darwins berühmten Buch *On the origin of species* (hier in der 6. Auflage aus dem Jahr 1872).

In kaum einem Lehr- oder Schulbuch über Evolution dürfte dieses Beispiel samt passender Abbildung (Abb. 1) fehlen: Die augenfällige Ähnlichkeit im Skelett der Gliedmaßen der Landwirbeltiere trotz teilweise sehr verschiedener Funktionen bei verschiedenen Arten: Laufen, Graben, Fliegen, Schwimmen – die Ähnlichkeit des Bauplans des Extremitätenskeletts ist offenkundig.

Das Beispiel der Gliedmaßen der Landwirbeltiere ist schon lange zu einem „Klassiker" unter den sogenannten „Evolutionsbeweisen" geworden. Dabei ist das evolutionstheoretische Argument nicht nur die Ähnlichkeit an sich. Denn Ähnlichkeiten können in der Regel mit funktionellen Erfordernissen in Bezug auf Lebensraum und Lebensweise erklärt werden und sind dann auch bei Annahme einer Schöpfung verstehbar. Eine zusätzliche Erklärung durch gemeinsame Abstammung ist in diesem Fall überflüssig. Ähnlichkeit ließe sich zwar evolutionär interpretieren, aber aus der Ähnlichkeit an sich könnte Evolution nicht abgeleitet werden – und damit gibt es *keinen zwingenden Ähnlichkeitsbeweis*!

[1] Originalzitat: „What can be more curious than that the hand of a man, formed for grasping, that of a mole for digging, the leg of the horse, the paddle of the porpoise, and the wing of the bat, should all be constructed on the same pattern?"

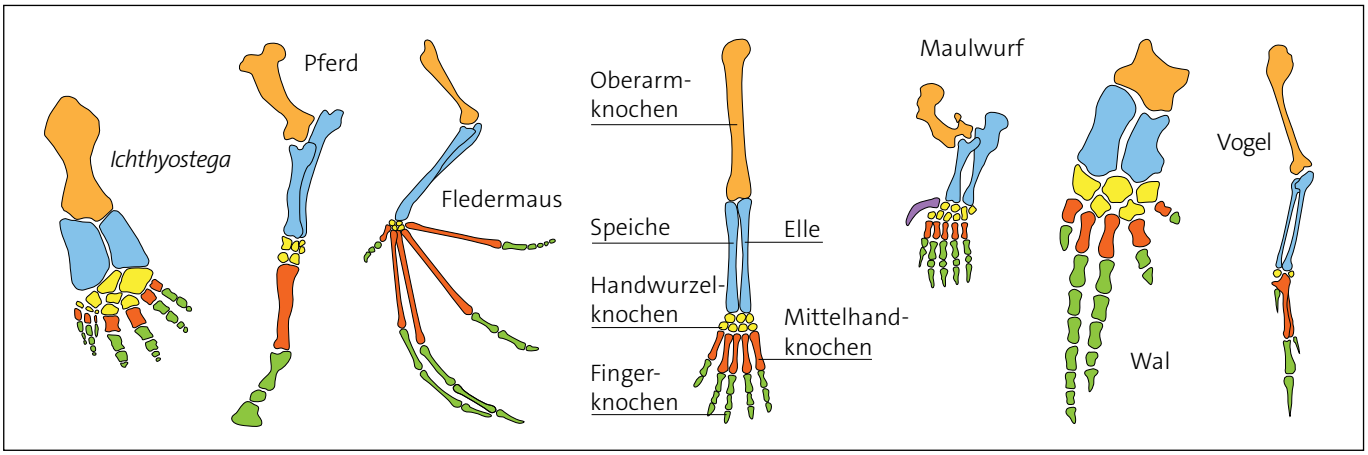


Abb. 1 Vergleich der Vordergliedmaßen von fünf heutigen Tieren (Pferd, Fledermaus, Maulwurf, Wal und Vogel) mit dem generellen „Strickmuster" einer Tetrapoden-Gliedmaße (in der Mitte, detailliert beschriftet entsprechend der Knochennamen des menschlichen Arms) und der Hintergliedmaße des vermeintlichen Ur-Vierbeiners *Ichthyostega* (ganz links). (J. Weiss und C. Scholl, nach Clack 2002)

Das evolutionstheoretische Argument

Das eigentliche evolutionstheoretische Argument geht aber über die bloße Ähnlichkeit hinaus und beinhaltet, dass die Ähnlichkeiten größer seien, als für die jeweilige Funktion erforderlich wäre. Darüber drückt Darwin seine Verwunderung aus und argumentiert, dass hier ein evolutives Erbe erkennbar sei – Evolution meint hier: „Umbau" vorhandener Strukturen. Die einmal evolutiv entwickelte grundsätzliche Struktur aus einem Oberarmknochen, zwei Unterarmknochen, einer Reihe von Handwurzelknochen und (meist) fünf Fingern (s. Abb. 1) wäre *einmal* beim Ur-Landwirbeltier entstanden und konnte dann bei den Nachfahren evolutiv nur noch umgebaut werden. Daher sei das eigentliche Optimum nicht erreichbar, sondern nur ein Kompromiss eines relativen Optimums durch Umbau (der in der sogenannten *Fitnesslandschaft* als lokales Selektions-Optimum erreichbar ist, ausgehend vom Urzustand). Ein Neubau, wie ihn ein Schöpfer bewerkstelligen könnte, ist evolutiv nun einmal nicht möglich, denn Evolution konnte nicht „wegen Umbau schließen" (wie es der Zoologe und Evolutionsbiologie Günther Osche treffend in seiner Evolutions-Vorlesung auf den Punkt brachte). Weiter lautet das Argument: Ein Schöpfer hätte insbesondere die Extremitäten der Flug- und Wassertiere anders gebaut als sie tatsächlich verwirklicht sind. Deshalb sei Evolution die einzige vernünftige Erklärung für dieses überraschende Ausmaß der Ähnlichkeit.

Das eigentliche evolutionstheoretische Argument beinhaltet, dass die Ähnlichkeiten größer seien als für die jeweilige Funktion erforderlich.

Das evolutionstheoretische Argument besteht also aus zwei Behauptungen, die offenbar als selbstverständlich erachtet werden:

1. Die Strukturen sind für den Zweck, den sie erfüllen sollen, nicht optimal konstruiert.
2. Ein Schöpfer erschafft keine suboptimalen Strukturen.

Die zweite Behauptung ist theologischer Natur, da sie eine Aussage über mutmaßliche Handlungsweisen eines Schöpfers enthält (Dilley 2013; Junker 2016a) – wobei man unter Bezugnahme auf das *biblische* Schöpfungszeugnis Gründe für diese Auffassung vorbringen kann. Wenn man aber schon theologisch argumentiert, ist zu bedenken, dass die Bibel auch von einem Sündenfall mit Folgen für die ganze Schöpfung berichtet. Unter dieser Voraussetzung mit entsprechenden Konsequenzen für das Verständnis der Schöpfung und insbesondere der Lebewesen kann auch versucht werden, suboptimale oder gar destruktive Strukturen in der Natur mit dem biblischen Zeugnis (z. B. Genesis 3; Römer 8,19-23) in Verbindung zu bringen. Doch machen sich Evolutionsbefürworter in der Regel diese Mühen nicht und präsentieren von vorneherein ein oberflächliches, einseitiges Bild dessen, was ein biblischer Schöpfergott zu tun oder zu lassen hätte, um dieses selbstgemachte Gottesbild anschließend zu widerlegen.

Im Folgenden soll nun auf die erste Aussage mit biologischem Hintergrund eingegangen werden, an die das theologische Argument angehängt wird. Wenn die erste Annahme (nicht optimale Strukturen) bei Lebewesen nicht zutrifft, erübrigt sich der zweite Punkt hinsichtlich des Handelns eines Schöpfers – zumindest bezüglich der konkreten besprochenen Strukturen.

Was die Behauptung der Suboptimalität betrifft, stellt die Frage, ob überhaupt jemals der Nachweis eines Konstruktionsmangels der Gliedmaßenskelette geführt worden ist. Stellt man es sich vielleicht einfach nur so vor, dass insbesondere für das Fliegen und das Schwimmen eine andere Konstruktion als die vorhandene besser wäre? Wurde das auf irgendeine Weise empirisch getestet? Schließlich ist (wenigstens bisher) kein Mensch in der Lage, ein

Kompakt

Einer der populärsten „Evolutionsbeweise", der in keinem Schul- oder Lehrbuch fehlen darf, sind die Gliedmaßen der Landwirbeltiere (Tetrapoda) mit ihren auffälligen Ähnlichkeiten im Skelettbau (Abb. 1). Dieser Befund ist überraschend, denn man könnte vermuten, dass für ganz unterschiedliche Fortbewegungsweisen wie Laufen, Graben, Schwimmen oder Fliegen recht unterschiedliche, jeweils spezifische Baupläne des Gliedmaßenskeletts existieren sollten. Sind diese Ähnlichkeiten – ein Oberarmknochen, zwei Unterarmknochen, eine Reihe von Handwurzelknochen und (meist) fünf Finger (sowie die jeweilige Entsprechung bei den Hintergliedmaßen) – nur durch Evolution, d. h. durch Abstammung von einem gemeinsamen Vorfahren aller Landwirbeltiere erklärbar?

Bereits Charles Darwin fand diese erstaunlichen Ähnlichkeiten unter der Voraussetzung von Schöpfung sonderbar – er sah sie hingegen als Argumente für eine gemeinsame Evolutionsgeschichte der Wirbeltiere. Allerdings wurde bis heute kein Beweis dafür erbracht, dass diese Ähnlichkeiten teilweise funktionell gar nicht notwendig sein sollen und daher nur als evolutives Erbe interpretierbar wären. Stattdessen beruht dieses wesentliche evolutionstheoretische Argument der nicht optimalen Funktionalität lediglich auf einer Intuition des Betrachters.

Stuart Burgess (2024) hat nun aber in einer umfangreichen Analyse gezeigt, dass diese Intuition irreführend ist. Tatsächlich kann allein auf der Basis funktionaler Aspekte nachvollzogen werden, dass die Ähnlichkeiten im Bau des Knochengerüsts der Gliedmaßen der Wirbeltiere genau so sind, wie sie sein müssen, damit die jeweiligen Funktionen optimal erfüllt werden können. Dieses eingängige Beispiel zur Veranschaulichung des Ähnlichkeitsarguments der Evolution hat damit seine argumentative Kraft verloren. Aus der Sicht der Schöpfungslehre kann man auf der Basis unserer Kenntnisse über die Struktur-Funktions-Zusammenhänge schließen: Es ist durchaus nachvollziehbar, dass der Schöpfer die Baupläne für ihre jeweiligen Zwecke genauso konstruiert hat, wie wir sie vorfinden.

Vogelflügelskelett oder ein Skelett der Brustflossen der Walartigen zu bauen, das nachweislich besser funktioniert als das tatsächlich vorhandene. In Darwins Zeiten war man erst recht noch meilenweit von solchen technischen Konstruktionen entfernt.

Man kann somit zunächst festhalten, dass das evolutionstheoretische Argument auf bloßen Vermutungen aufgebaut ist; das gilt daher auch für das daraus abgeleitete Argument gegen Schöpfung.

Biomechanik-Studie von Burgess (2024)

Heutzutage kann man zur aufgeworfenen Frage der potenziellen Suboptimalität der Wirbeltiergliedmaßen aus empirischer Sicht mehr sagen als zur Zeit Darwins, weil Details über die Struktur-Funktions-Zusammenhänge des Baus der Gliedmaßen verschiedener Wirbeltiere mittlerweile gut genug erforscht sind. Hierzu hat Stuart Burgess (2024) eine eingehende biomechanische Untersuchung vorgelegt.

Burgess hat sechs Gliedmaßen mit unterschiedlichen Funktionen analysiert: den Arm des Menschen, die Flosse von Walen, den Flügel von Vögeln, das Bein des Menschen sowie die Hintergliedmaßen der Katze und des Frosches. Damit ist eine breite Palette von unterschiedlichen Lebensweisen bzw. mechanischen Funktionen abgedeckt. Insgesamt 52 biomechanische Konstruktionsmerkmale der Gliedmaßen von fünf Arten verschiedener Wirbeltiere wurden ermittelt und in Tabellenform dargestellt (s. Kasten 1). Ein zentrales Ergebnis dieser Studie ist, dass der Bau der Gliedmaßen äußerst vielseitig und nicht nur für Arme und Beine, sondern auch für Flossen und Flügel *optimal* ist. Ein wesentliches Gestaltungsmerkmal der Wirbeltier-Gliedmaßen sind die Netzwerke aus einzelnen Knochen, die eine reibungslose Formveränderung sowie multifunktionale Strukturen ermöglichen. Hierbei ist wichtig zu bedenken, dass Gliedmaßen ja in der Regel nicht nur für einen konkreten Bewegungsablauf, sondern für eine ganze Reihe verschiedener Bewegungen funktional sein müssen.

Ein weiteres wichtiges Konstruktionsmerkmal der Gliedmaßen sind die Verbindungsmechanismen, die eine Feinabstimmung der Bewegungen und des mechanischen Nutzens ermöglichen. Alle muskulo-skelettalen Strukturen – auch von Flossen und Flügeln – sind voll funktionsfähig und lassen sich durch optimales Design in Bezug auf die Funktion vollständig erklären.

Der Bau der Gliedmaßen ist äußerst vielseitig und nicht nur für Arme und Beine, sondern auch für Flossen und Flügel optimal.

Vier besondere Skelettmerkmale sind bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren im Allgemeinen an den Gliedmaßen vorhanden, die man evolutionär als *homolog* versteht – also als Merkmale mit gleichem Aufbau *aufgrund gleicher evolutionärer Vorfahren*:

- drei Hauptgelenke (Schulter, Ellbogen und Handgelenk bzw. Hüft-, Knie- und Knöchelgelenk)
- zwei parallele Knochen im unteren Teil der Gliedmaße (Elle und Speiche bzw. Schienbein und Wadenbein)
- ein Netzwerk aus kleinen Knochen im Handgelenk bzw. Knöchel
- mehrere (typischerweise fünf) mehrgliedrige Finger

Diese Konstruktion ermöglicht mit vielfältigen spezifischen Ausprägungen die jeweiligen Bewegungen in optimaler Weise. Die dreigelenkige Anordnung ist für jede Anwendung optimal, weil sie es den Gliedmaßen ermöglicht, die gesamte Bandbreite an jeweils benötigten Funktionen der Gliedmaßen an Land, in der Luft oder im Wasser auszuführen. Burgess stellt auch die Bedeutung der Multifunktionalität der Teilsysteme heraus, da sie Kompaktheit durch erhebliche Reduktion der Anzahl der Teilsysteme

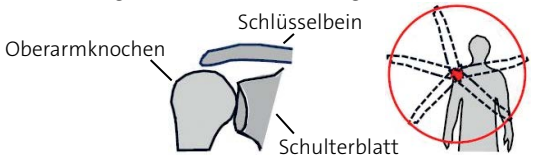
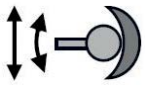
und Komponenten ermöglicht. Die Kompaktheit wiederum hat „mehrere Vorteile, wie z. B. einen geringeren Energiebedarf, eine höhere Beweglichkeit und die Fähigkeit, knappe Formvorgaben zu erfüllen. Multifunktionalität ist bei den Gliedmaßen von Wirbeltieren sehr beeindruckend, da sie oft die widersprüchlichen Funktionen von hoher Steifigkeit und Stoßdämpfung beinhaltet“ (Burgess 2024, 24).

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch eine Studie von Sumbre et al. (2005) zu den Bewegungsweisen der Arme von Kraken *(Octopus vulgaris)*. Diese Tiere versteifen ihre langen Greifarme teilweise, wenn sie ein Stück Beute ins Maul stopfen und benutzen den jeweiligen Arm ganz ähnlich wie der Mensch: Nur drei Stellen bleiben gelenkig und beweglich, dem Handgelenk, dem Ellbogen und dem Schultergelenk vergleichbar. Auch diese Wissenschaftler äußerten die Ansicht, dass diese Unterteilung von Gliedmaßen die optimale Lösung für das Heranholen von Objekten ist.

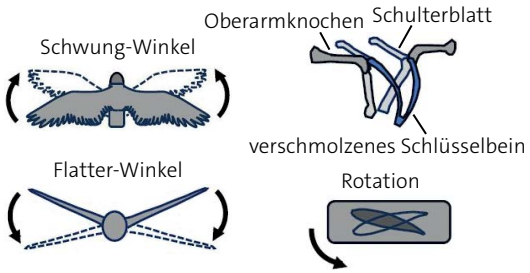
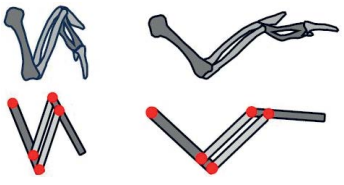
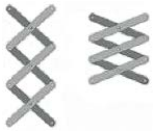
1 | Beispiele biomechanischer Konstruktionsmerkmale

Burgess beschreibt insgesamt 52 Konstruktionsmerkmale der Gliedmaßen von Wirbeltieren, die in seine Untersuchung eingegangen sind, hinsichtlich Bewegungsmöglichkeiten (*Kinematik*), Zielen der betreffenden Konstruktion und technischer Analogien. Beispielhaft werden im Folgenden Konstruktionsmerkmale beim Menschen und bei Vögeln wiedergegeben. (Grafiken Tab. 1+2: Burgess 2024, CC BY 4.0, https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Tab. 1 Schulter- und Ellbogengelenk des Menschen

Kinematische Design-Merkmale	Design-Ziel	Technische Analogie
(1) Schultergelenk mit sechs Freiheitsgraden 	Maximale Reichweite der Hand um den Schulterbereich	Kugelgelenk mit sechs Freiheitsgraden 
(2) Schultergelenk mit Übersteuerung 	Robustes Design; ermöglicht optimale Bewegungsabläufe	Redundante Betätigungssysteme; maschinelles Lernen
(3) Trochlea-Einkerbung im Ellbogen 	Ermöglicht Beugung und Streckung sowie Einwärts- und Auswärtsdrehung	Zahlreiche Scharniere

Tab. 2 Schulter- und Ellbogengelenk von Vögeln

Kinematische Design-Merkmale	Design-Ziel	Technische Analogie
(1) Bewegliches Schultergelenk mit drei Freiheitsgraden 	Hochgradig bewegliches Schultergelenk	Kugelgelenk
(2) 4-Stangen-Mechanismus zur synchronen Bewegungs-Übertragung 	Geringe Muskelmasse am Handgelenk; reduzierte Freiheitsgrade zur Unterstützung der Steuerung	Scherenstrukturen 

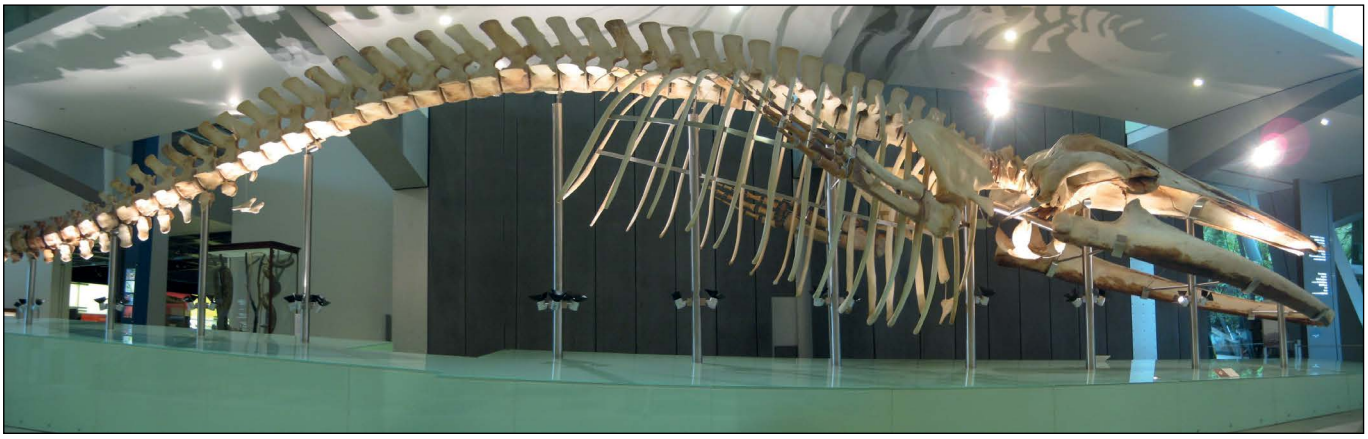


Abb. 2 Zwergblauwal, *Balaenoptera musculus brevicauda*. (Melbourne Museum, Jeffrey, CC BY-SA 2.0)

Beispiele

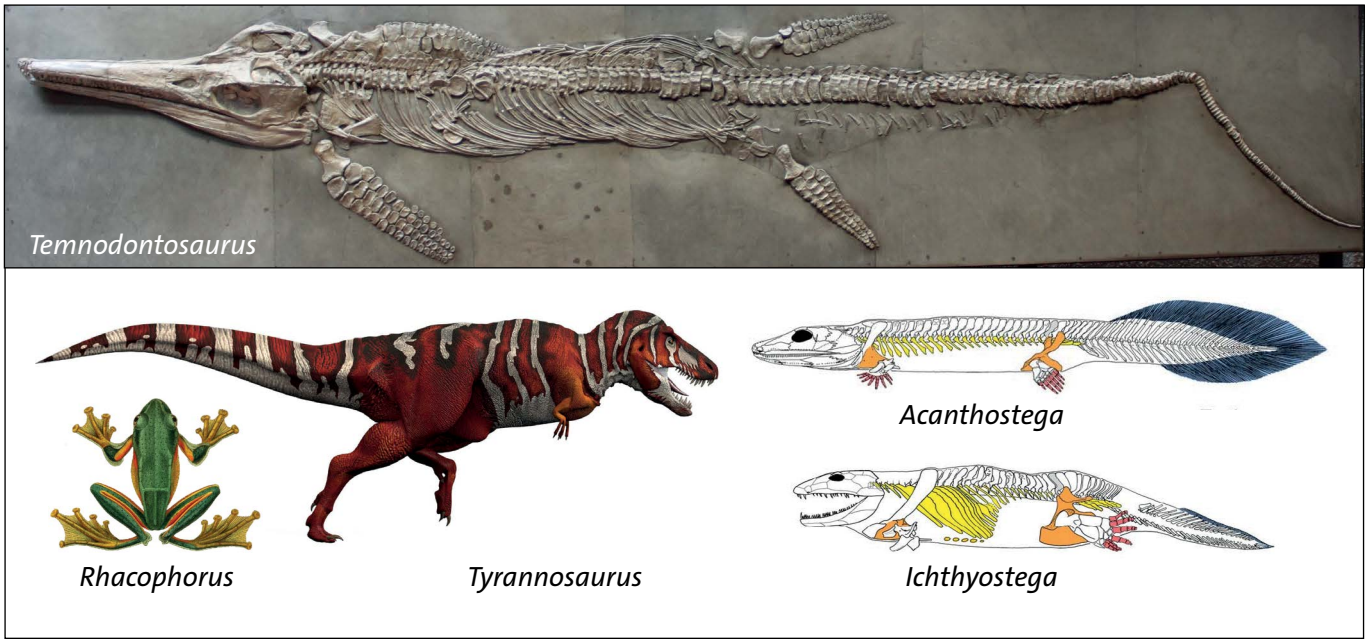
Drei Beispiele zur Optimalität von Wirbeltiergliedmaßen seien kurz herausgegriffen. Die *Flossen der Wale* sind perfekt für die Fortbewegung im Wasser konstruiert (Abb. 2). Zahlreiche Mechanismen sorgen dafür, dass sich die Flossen während der Bewegung durch Muskelaktivität ständig anpassen, um die ideale Form und Steifigkeit zu erhalten: „In jedes Fingergelenk sind Beuge- und Strecksehnen eingearbeitet, sodass die Muskeln eine gleichmäßige Krümmung der Brustflosse bei lastbedingter Biegung oder bei Beugung und Streckung aufrechterhalten können. Einige Wale haben auch Adduktoren [zum Heranziehen] und Abduktoren [zum Abspreizen] am Handgelenk, die die Steifigkeit und Form in der Ebene kontrollieren können. Die Tatsache, dass die Flossen über zahlreiche Sensoren verfügen, um die hydrodynamische Belastung und die Größe der Wirbel zu erfassen, deutet darauf hin, dass die Feinabstimmung von Steifigkeit und Form wichtig ist, um eine hohe hydrodynamische Effizienz zu erreichen“ (Burgess 2024, 8). Obwohl die Walflosse kein bewegliches Ellbogengelenk benötigt, hat das steife Ellbogengelenk wichtige strukturelle Funktionen wie z. B. die Schaffung effizienter Belastungspfade durch Scherkräfte (d. h. Kräfte mit Wirkungsrichtung parallel zur Fläche) und getrennte Knochen (S. 21).

Beim *Vogelflügel* ist beispielsweise die Schulter akribisch konstruiert, um das Schlagen und Drehen der Flügel zu ermöglichen und die Energieeinsparung zu maximieren: „Drei Rotationsfreiheitsgrade an der Schulter sind für den Flug erforderlich. Der Flügelschlag wird benötigt, um Auftrieb zu erzeugen, die Flügeldrehung, um den Anstellwinkel zu verändern, und ein variabler Anstellwinkel wird für Manöver wie das Bremsen benötigt. Die Schultergelenke der Vögel nutzen auch die elastische Energiespeicherung, um die Effizienz des Fluges zu verbessern“ (S. 11). Auch hier kann nachvollzogen werden, dass die Konstruktion für den Flug optimiert ist.

Bezüglich des *menschlichen Arms* gelangt Burgess (S. 6) zur Schlussfolgerung: „Die menschliche Hand verfügt im Vergleich zu einer Roboterhand über ein viel höheres Maß an feinmotorischen Fähigkeiten, wie Aktivitäten wie Klavierspielen zeigen. Auch wenn der menschliche Arm anfällig für Instabilität in der Schulter und im Handgelenk sein kann, ist dies eine Folge des großen Bewegungsumfangs in diesen Gelenken, d. h. das Armdesign bietet einen angemessenen Kompromiss zwischen Stabilität und Bewegungsumfang. Betrachtet man die Gesamtheit der funktionellen Anforderungen, so können der menschliche Arm und die Hand als bestmöglich gestaltet angesehen werden.“

Einmal mehr: Vorbild für technisches Design

Burgess (2024) befasst sich auch damit, dass die Kenntnisse über die biomechanischen Konstruktionsmerkmale als Anleitung für Designer von bioinspirierten Roboter- und Prothesengliedern dienen können. Die Gliedmaßen von Wirbeltieren haben „ein erhebliches Potenzial für das bioinspirierte Design von Roboter- und Prothesengliedern, insbesondere aufgrund der Fortschritte bei der Entwicklung von flexiblen Antrieben“ (S. 1). Greifen, Schwimmen, Fliegen, Laufen und Springen sind für die Entwickler von bioinspirierten Systemen von Interesse. Dabei müsse beachtet werden, dass die Gliedmaßen von Tieren ausgesprochen multifunktional sind und es nicht unbedingt wünschenswert ist, *alle* Funktionen der Tiere in einem bioinspirierten Roboter zu kopieren. Daher sei eine optimale Gliedmaße für ein Tier nicht immer die gleiche wie eine optimale Gliedmaße für einen Roboter (S. 2). Einige Merkmale seien für künstliche Systeme nicht immer von Vorteil, zum Beispiel die hohe Komplexität biologischer Systeme (wie eine sehr hohe Anzahl von Gelenken und Sensoren), der hohe Rechenaufwand für die Steuerung und die Instabilität einiger Gelenke (z. B. menschli-



cher Schulter- und Handgelenke) (S. 21) – wobei letztere einem Designkompromiss geschuldet ist (s. o.).

Evolutionäre Erklärungen mit Fragen

Da Evolution gemäß der *Synthetischen Evolutionstheorie* (Neodarwinismus) durch ungerichtete Prozesse ohne jede Zielvorgabe verläuft, ist primär zu erwarten, dass die ontogenetische Entwicklung der Gliedmaßen (und des gesamten Körpers) bei Wirbeltieren in der Embryonalentwicklung sehr ähnlich verlaufen sollte. Eine solch ähnliche Embryonalentwicklung und Genetik der Gliedmaßen über alle landlebenden Wirbeltiere hinweg bezeichnet man als evolutionär *konserviert*. Doch im Gegensatz zu diesen Überlegungen können Ähnlichkeiten in den Gliedmaßen verschiedener Taxa durch *unterschiedliche* embryologische Prozesse entstehen, die von *verschiedenen Genen* gesteuert werden (Junker 2002), und die Embryonalentwicklung verschiedener Wirbeltiere kann sich in jedem Entwicklungsstadium unterscheiden (Richardson et al. 1997).

Außerdem sind einige Unterschiede zwischen den Gliedmaßen verschiedener Arten erheblich, sodass das evolutionstheoretische Argument der vermeintlichen *Unveränderbarkeit aufgrund von konstruktiven Zwängen* auf dünnem Eis steht. Dabei wird behauptet, dass gewisse Strukturen daher entstünden bzw. evolutionär erhalten (konserviert) bleiben, weil gewisse Konstruktionsweisen in der Natur die einzig selektierbaren Formen seien. Alle anderen Lösungsalternativen könnten aufgrund von konstruktiven Zwängen gar nicht entstehen oder sich auch nicht mehr wesentlich ändern, sodass nur *eine* bestimmte Form durch die Evolution realisierbar sei.

Doch müsste beispielweise evolutionstheoretisch aus der ursprünglichen Fünffingrigkeit später eine Polydaktylie (Vielfingrigkeit) entstanden sein, wie ein unbenanntes Fossil aus der Trias zeigt (Wu et al. 2003). Bemerkenswert ist zudem, dass umstrittene frühe Übergangsformen der Landwirbeltiere ebenfalls nicht fünffingrig waren: *Acanthostega* hatte acht Finger, *Ichthyostega* besaß sieben Zehen und *Tulerpeton* sechs (Oysten et al. 2015, 13), wenn auch vor der vermeintlichen Fixierung auf fünf Finger. Allerdings gibt es bei diesen Fossilien einige Probleme hinsichtlich ihrer Stellung als Übergangsform (vgl. Junker 2004; 2010; 2014; 2016b; 2019). Später erneut auftretende Polydaktylie ist somit evolutionstheoretisch als Konvergenz zu werten und würde einem Zickzackkurs folgen.

Besonders variabel sind diesbezüglich manche heutige Lissamphibien (Frösche, Salamander, Blindwühlen), die mehr oder weniger als fünf Finger bzw. Zehen je Extremität besitzen. Während eine Reduktion der Finger- bzw. Zehenzahl auch bei Unpaarhufern wie Pferden, bei Vögeln und vielen ausgestorbenen Dinosauriergruppen (wie dem zweifingrigen *T. rex*) auftritt, ist eine Erhöhung dieser Anzahl eher selten und betraf manche ausgestorbenen Ichthyosaurier (Fischsaurier), die mehr als fünf Finger bzw. Zehen besaßen (Oysten et al. 2015, 13).

Außerdem ist die Zeit, die für die Evolution vieler Gliedmaßen zur Verfügung stand, viel zu kurz, als dass solch dramatische Veränderungen ohne intelligente Steuerung stattgefunden haben könnten (Durrett & Schmidt 2008; Hössjer et al. 2021).

Im Fall der Wale ist die Herausforderung besonders groß. Die Flosse der Wale unterscheidet sich in fast jeder Hinsicht von der ihres

Abb. 3 Tiere mit einer abweichenden Zahl von Fingern bzw. Zehen im Vergleich mit der vermeintlich fünffingrigen Urform der Landwirbeltiere: Der Ichthyosaurier *Temnodontosaurus trigonodon* aus dem Stuttgarter Naturkunde-Museum, der Java-Flugfrosch *(Rhacophorus reinwardtii), Tyrannosaurus rex* (hier Rekonstruktion des Fossils „Sue") und die vermeintlichen Übergangsformen zu den Landwirbeltieren *Acanthostega* und *Ichthyostega*. (E. Ahlberg - https://www.cambridge.org/core/journals/earth-and-environmental-science-transactions-of-royal-society-of-edinburgh/article/follow-the-footprints-and-mind-the-gaps-a-new-look-at-the-origin-of-tetrapods/03CDF19859875BB5F43B6AB81C5E476A, CC BY 4.0; Eurhinosaurus, CC BY-SA 4.0)

Dem evolutionstheoretischen Ähnlichkeitsargument und dem darauf aufgebauten Argument gegen Schöpfung fehlt die empirische Basis.

vermuteten terrestrischen Vorfahren, aber man nimmt an, dass die radikale Umstellung auf das Leben im Wasser in einem Zeitrahmen stattgefunden hat, der kleiner ist als der, der für das Auftreten von nur zwei koordinierten Mutationen erforderlich ist. Der Paläontologe Günter Bechly (2022) fasst die intensive Diskussion um das radiometrische Alter von Fossilfunden nämlich folgendermaßen zusammen: „Der Fossilbericht zeigt, dass der Übergang von vierbeinigen Walvorfahren wie den Raoellidae (z. B. *Indohyus*) und den Pakicetidae zu rein marinen pelagischen [in offenen Meeresbereichen schwimmenden] Walen wie den Basilosauridae in nur 4,5 Millionen Jahren erfolgte." Wie dramatisch die Merkmale sind, die sich von landlebenden Säugetieren hin zu Walen ändern mussten (wenn auch ggf. *nicht alle* bei den ältesten fossil bekannten Walgruppen), wird aus diesem Überblick von Surtees (2023, 121) deutlich: Stromlinienform, Haarlosigkeit, Blubber (Fettschicht) für die Isolation, Schwanzflosse inklusive Muskulatur für den Auftrieb, Flipper (Brustflossen) für die Richtungssteuerung, ein Wärmeaustausch-Kreislaufsystem, ein Blasloch samt Muskeln und Nerven, ein spezialisiertes Atmungssystem zur Speicherung von Sauerstoff sowie zur Verhinderung des Lungenkollaps und zur Unterdrückung der Herzfrequenz, ein Salzausscheidungssystem, ein passendes System zur Geburt und dem Säugen unter Wasser, eine spezialisierte Morphologie des Ohres sowie Barten bei Bartenwalen zur Nahrungsaufnahme und ein Echoortungssystem bei Zahnwalen.

Ohne Zweifel wären weitaus mehr als nur zwei oder drei koordinierte Mutationen erforderlich gewesen, um auch nur eines der neuen und komplexen Gliedmaßenmerkmale der Walartigen zu entwickeln, die Burgess auflistet – von den zahlreichen anderen tiefgreifenden Umkonstruktionen ganz zu schweigen.

Fazit

Insgesamt fehlt der Nachweis, dass die Konstruktionen von Wirbeltiergliedmaßen nicht optimal sind; somit kann man keine Konstruktionsmängel feststellen, die gegen das Wirken eines Schöpfers sprechen würden. Mit diesem Fehlen entfällt aber auch das spezifische Evolutionsargument, wonach die Gliedmaßen der Wirbeltiere mehr Ähnlichkeiten aufweisen als funktionell erforderlich ist. Die Befunde zeigen somit, dass dem evolutionstheoretischen Ähnlichkeitsargument und dem darauf aufgebauten Argument gegen Schöpfung nicht nur die saubere theologische, sondern auch noch die empirische Basis fehlt.

Literatur

Bechly G (2022) Species Pairs: A New Challenge to Darwinists. Evolution News vom 25.04.2022, https://evolutionnews.org/2022/04/species-pairs-a-new-challenge-to-darwinists/.

Burgess S (2024) Universal optimal design in the vertebrate limb pattern and lessons for bioinspired design. Bioinspir. Biomim. *19*, 051004, doi: 10.1088/1748-3190/ad66a3.

Clack JA (2002) Gaining Ground. The origin and evolution of Tetrapods. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press.

Dilley S (2013) Nothing in biology makes sense except in light of theology? Stud. Hist. Philos. Biol. Biomed. Sci. *44*, 774–786.

Durrett R & Schmidt D (2008) Waiting for two mutations: With applications to regulatory sequence evolution and the limits of Darwinian evolution. Genetics *180*, 1501–1509.

Hössjer O, Bechly G & Gauger A (2021) On the waiting time until coordinated mutations get fixed in regulatory sequences. J. Theor. Biol. *524*, 110657.

Junker R (2002) Ähnlichkeiten, Rudimente, Atavismen. Design-Fehler oder Design-Signale? Studium Integrale. Holzgerlingen.

Junker R (2004) Vom Fisch zum Vierbeiner – eine neue Sicht zu einem berühmten Übergang. Teil 2: *Ichthyostega*, *Acanthostega* und andere Tetrapoden des höheren Oberdevons. Stud. Integr. J. *11*, 59–66.

Junker R (2010) Frühe fossile Fährten rangieren Übergangsformen aus. Genesisnet News vom 12.01.2010, https://genesis-net.de/n/141-0/.

Junker R (2014) Evolution vom Wasser ans Land: Gar nicht so schwer? Genesisnet News vom 15.09.2014, https://genesis-net.de/n/217-0/.

Junker R (2016a) Nichts in der Biologie macht Sinn außer … Stud. Integr. J. *23*, 53–54.

Junker R (2016b) Von Fischen zu Vierbeinern? Neues von *Acanthostega*. Genesisnet News vom 10.10.2016, https://genesis-net.de/n/273-0/.

Junker R (2019) *Parmastega* – neuer erster Vierbeiner? Genesisnet News vom 28.11.2019, https://genesis-net.de/n/273-0/.

Oysten JW, Hughes M et al. (2015) What limits the morphological disparity of clades? Interface Focus *5*, 20150042, doi:10.1098/rsfs.2015.0042.

Richardson MK et al. (1997) There is no highly conserved embryonic stage in the vertebrates: implications for current theories of evolution and development. Anat. Embryol. *196*, 91–106.

Sumbre G, Fiorito G, Flash T & Hochner B (2005) Motor control of flexible octopus arms. Nature *433*, 595.

Surtees M (2023) Whales designed or evolved: part 1 – the fossils. J. Creat. *37*, 121–127.

Wu X-C, Li Z, Zhou B-C & Dong Z-M (2003) A polydactylous amniote from the Triassic period. Nature *426*, 516.

E-Mail-Adresse des Verfassers:
reinhard.junker@wort-und-wissen.org