

Ein Knochen zum Forschen und Spielen

Wighart v. Koenigswald & Philip D. Gingerich

Im Skelett der Paarhufer gibt es einen Knochen, der in seiner Form so auffällig ist, dass man ihn auf Anhieb wiedererkennt, wenn man ihn einmal bewusst betrachtet hat. Es ist das Rollbein oder Astragalus. Er spielt eine wichtige Rolle in der Säugetierpaläontologie, aber ebenso in der Kulturgeschichte. Sein Name „Astragalos“ ist altgriechisch und findet sich schon bei Homer. Der Astragalus ist ein zentraler Knochen in der Fußwurzel und kommt in unterschiedlicher Form bei fast allen Säugetieren vor, so auch beim Menschen, wo ihn die Mediziner mit dem lateinischen Namen Talus bezeichnen. Aber nur bei den Paarhufern – und zwar bei allen – hat er die besonders auffällige Form. Mit seinen wohl ausgebildeten Gelenkrollen am oberen und unteren Ende weist der kurze Knochen eine ungewöhnliche und einprägsame Symmetrie auf. Im Fossilbericht ist der kompakte Knochen recht häufig überliefert.

Gestalt und Funktion des Knochens

Das obere Gelenk artikuliert mit der Tibia, dem Schienbein. Die tiefe Mittelfurche und die beiden Ränder machen das Gelenk zu einem Scharnier, das eine Drehbewegung in nur einer Ebene erlaubt. Dieses Scharnier wird von einem seitlichen Höcker an der Tibia und

durch die Fibula (Wadenbein) auf der anderen Seite wie in einer Gabel gehalten. Wenn das Wadenbein reduziert ist, bleibt zumindest der untere Teil als Malleolare erhalten. Auf der Unterseite liegt eine große Facette für den Calcaneus, das Fersenbein.

Das untere Gelenk des Astragalus ist beim

Abb. 1: Jungpleistozäne Astragali von A) Auerochse, B) Bison, C) Rothirsch, D) Pferd, E) Riesenhirsch und F) Nashorn aus den Rheinschottern der nördlichen Oberrheinebene. Sie zeigen das doppelte Rollgelenk bei den Paarhufern (A, B, C, E) und das plattige untere Gelenk bei den Unpaarhufern (D, F).

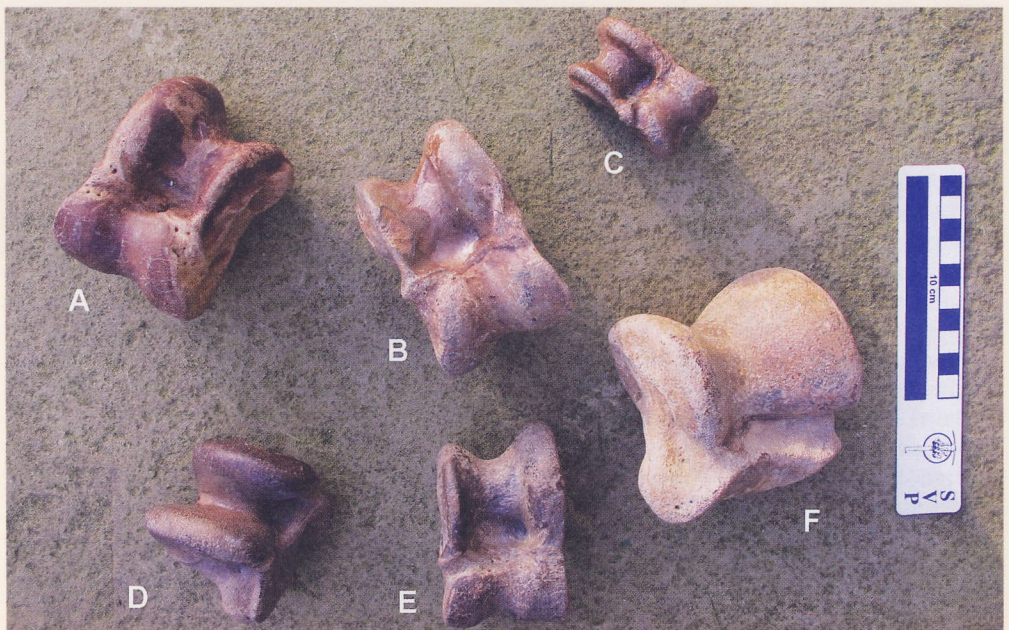




Abb. 2: Ein linker Astragalus des kleinen *Diacodexis* aus Wyoming, dem ältesten bekannten Paarhufer, neben der 1-Cent-Münze.

Menschen, wie bei vielen anderen Säugetieren, eher kugelig ausgebildet, um dem Fuß – zum Beispiel beim Klettern – eine größere seitliche Beweglichkeit zu ermöglichen. Dabei ist dieses untere Gelenk immer etwas zur Innenseite hin abgespreizt. Bei Tieren, die sich auf schnelles Laufen spezialisiert haben, wie die Paar- oder Unpaarhufer, ist dieses ursprünglich kugelige Gelenk umgeformt, da eine seitliche Drehung weniger vorteilhaft ist, ja verhindert werden soll. Bei den Unpaarhufern ist dieses Gelenk plattig ausgebildet (Abb. 1D, F), bei den Paarhufern hingegen zu einer Walze geformt (Abb. 1A, B, C, E). Diese ist zweiteilig, aber weit weniger gekerbt als die obere Gelenkrolle. Mit den distalen Knochen der Fußwurzel, dem Cuboid und Naviculare, formt die Gelenkrolle ein zweites Scharniergelenk. Cuboid und Naviculare verschmelzen bei vielen Paarhufern zum Centrotarsale, sodass das Gelenk eine seitliche Bewegung noch weiter einschränkt. Ein derartiges doppeltes Scharniergelenk am Astragalus kommt nur bei den Paarhufern vor. Der mechanische Vorteil dieses Doppelscharniers liegt darin, dass die Drehung in zwei Gelenken erfolgt und dadurch einen erheblich größeren Drehwinkel ermöglicht. Damit kann der Fuß noch besser eingefaltet werden, wodurch sich z.B. die Schrittlänge vergrößert (Schaefer 1947), was schnellen Läufern einen großen Selektionsvorteil bietet.

Die paläontologische Bedeutung

Der älteste bekannte Vertreter der Artiodactyla ist *Diacodexis* aus dem Unter-Eozän von Wyoming (Rose 1982). Die Körperlänge betrug etwa 50 Zentimeter. Sein Astragalus ist

gut überliefert und hat an beiden Enden die typischen Gelenkrollen (Abb. 2). Auffallend ist, dass hier die Seitenflächen nicht parallel zueinander stehen und die Drehachse der unteren Rolle gegen die obere leicht gekippt ist. Dies ist ein ursprüngliches Merkmal und tritt in verschiedenen Variationen bei allen Nicht-Wiederkäuern auf (Abb. 3).

Bei den Wiederkäuern sind die Drehachsen der beiden Scharniergelenke ganz parallel zueinander angeordnet, sodass auch die Seitenwände gerade abschließen (Abb. 4). Die symmetrische Form macht es aber sehr schwierig, die verschiedenen Wiederkäuer-Arten anhand isoliert gefundener Astragali zu unterscheiden. Die Größe des Knochens ist hilfreich, wenn nur wenige Arten von unterschiedlicher Größe infrage kommen. Ansonsten muss man auf kleine, leider oft variierende Merkmale zurückgreifen (z.B. Schertz 1936; Gromova 1960; Martinez & Sudre 1995). So sind beispielsweise in den pleistozänen Schottern und Sanden des Rheins der Auerochse (*Bos primigenius*), der Bison (*Bison priscus*) und der Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*) anhand ihrer Astragali nur schwer unterscheidbar.

Eine ganz besondere Bedeutung haben die Astragali der Paarhufer in der Paläontologie gewonnen, weil sie geholfen haben, die Stammesgeschichte der Wale zu klären. Von den Walen, speziell von den im Mittelmeer häufigen Delfinen, war schon in der Antike bekannt, dass sie wie Säugetiere mit Lungen atmen, ihre Jungen lebend gebären und sogar säugen. Diese Unterschiede gegenüber den Fischen wurden bereits von Aristoteles (384–322 v. Chr.), Plinius dem Älteren (23–79 n. Chr.) sowie Ambrosius (ca. 385–430 n. Chr.) beschrieben. Im Mittelalter ging dieses Wissen aber wieder verloren. Erst in der großen Klassifikation der Säugetiere von Linné (1758) sind die Wale wieder korrekt bei den Säugetieren eingeordnet. Da Säugetiere grundsätzlich terrestrisch sind, müssen die Vorfahren der Wale auch auf dem Lande gelebt haben. Darwin rätselte, aus welcher Säugetiergruppe sie sich entwickelt haben könnten. Er dachte dabei an Bären, weil diese einerseits gut schwimmen können und andererseits gelegentlich nach Fliegen schnappen. Das erinnerte ihn an Bartenwale, die vom Krill leben. Darwin verwarf diesen Gedanken aber später wieder, womit die Herkunft der Wale weiterhin ungeklärt blieb. Ähnlichkeiten im Gebiss der frühen Zahnwale deuteten auf Beziehungen zu den sogenannten Mesonychiden, einer ausge-



Abb. 3: Der linke Astragalus eines Wildschweins (*Sus scrofa*). Die Achse der unteren Rolle steht leicht gewinkelt zu der oberen Rolle. Ansichten von oben, unten, innen und außen.

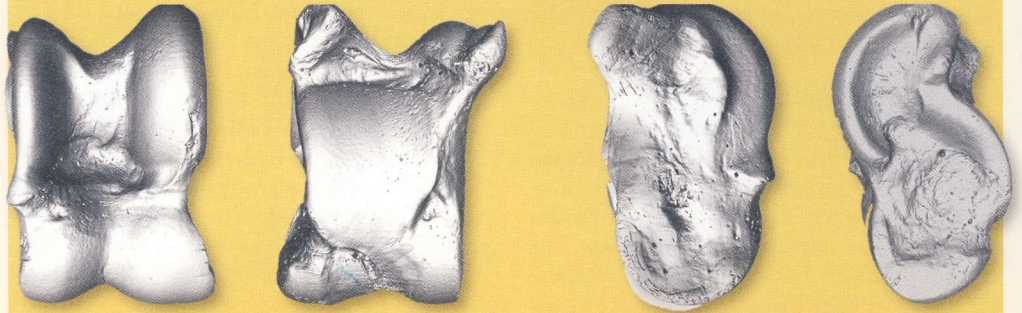


Abb. 4: Der linke Astragalus eines Schafes (*Ovis ammon*). Die Achse der unteren Rolle liegt wie bei allen Wiederkäuern parallel zur oberen Rolle. Ansichten von oben, unten, innen und außen.

storbenen Gruppe fleischfressender Huftiere. Diese Herleitung der Wale findet sich noch in vielen Lehrbüchern. Biochemiker fanden aber große Ähnlichkeiten in den Eiweißen und der DNA zwischen Walen und Paarhufern, speziell sogar zu den Flusspferden (z. B. Boyden & Gemeroy 1950; O’Leary & Geisler 1999; Gatesy & O’Leary 2001). Dieser Lösung standen viele Paläontologen zunächst sehr skeptisch gegenüber, weil Flusspferde eine erdgeschichtlich recht junge Gruppe sind, vollmarine Wale dagegen schon seit dem Eozän bekannt sind. Der Münchner Paläontologe Richard Dehm sammelte bei einer Expedition nach Pakistan in den 50er Jahren isolierte Reste fossiler Säugetiere, darunter auch typische Astragali mit zwei Rollen (Dehm & Oettingen-Spielberg 1958). Da sie offensichtlich von Paarhufern stammten, wurden sie dementsprechend in der Bayerischen Staatssammlung als „Artiodactyla indet.“ eingeordnet und aufbewahrt (Abb. 5). Einer von uns (P.D.G.) arbeitete im Jahr 2000 mit seinem Team in denselben Schichten Pakistans. Er interessierte sich besonders für die Reste der frühesten Verwandten von Walen, die einen gestreckten Schädel und

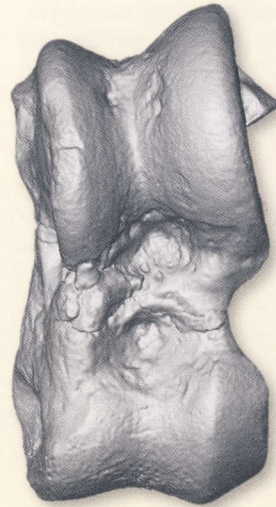


Abb. 5: Astragalus eines eozänen „Artiodactylen“ aus Pakistan in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie in München, der einem protocetiden Urwal zugeordnet werden kann.

1 cm

kräftige, kegelförmige Zähne besitzen. Das Team entdeckte in den marinen Ablagerungen auch einige zusammenhängende, mehr oder weniger vollständige Skelette dieser Tiere. Sie besaßen noch gut ausgebildete Beine. Einige Formen haben verlängerte Fingerknochen, die auf Schwimmhäute schließen lassen. Trotz dieser Anpassung an das Wasser waren

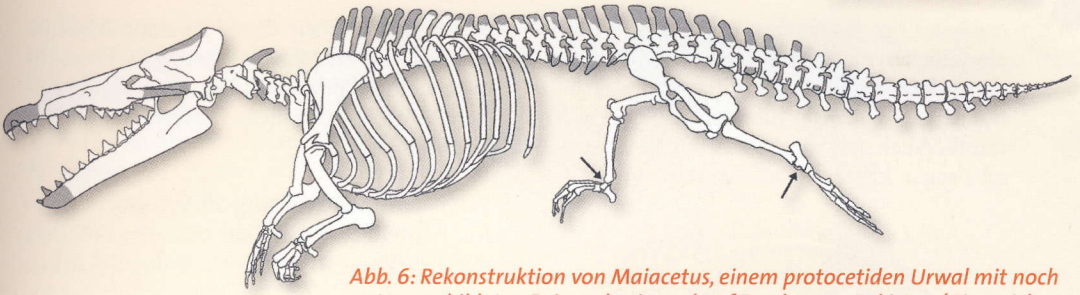


Abb. 6: Rekonstruktion von *Maiacetus*, einem protocetiden Urwal mit noch gut ausgebildeten Beinen, basierend auf Funden aus Pakistan (Gingerich et al. 2009). Die Pfeile zeigen die Lage der beiden Astragali.

die Beine so kräftig, dass sie die Tiere auch an Land tragen konnten. Diese Walvorfahren waren also semiaquatisch und markieren den Übergang vom Land ins Wasser (Gingerich et al. 2001). Diese Beine haben natürlich auch eine bewegliche Fußwurzel besessen, und darin einen Astragalus. Es bedurfte aber zusammenhängender Skelettfunde, um die richtigen Astragali diesen frühen Walen zuordnen zu können. Dies gelang zuerst für die Gattungen *Artiocetus* und *Rodhocetus*, und deren Astragali zeigten die beiden Gelenkrollen, wie sie bei den Paarhufern vorkommen. Der Teil zwischen den Rollen ist etwas stärker gestreckt und die Achsen der Rollen stehen in einem Winkel zueinander. Unzweifelhaft gehören diese Astragali zu einem Paarhufer, weil derartige Astragali bei keiner anderen Tiergruppe vorkommen. Damit bietet dieser Knochen den morphologischen Beweis für die enge Beziehung der Urwale zu den Artiodactyla, wie sie zuvor durch genetische Analysen postuliert worden sind. Deswegen werden die klassischen Ordnungen der Artiodactyla und Cetacea von manchen Autoren als Cetartiodactyla zusammengefasst.

Im Nachhinein haben sich die von Richard Dehm gesammelten Astragali aus Pakistan als diejenigen von frühen Walen erwiesen, wie wir auf der Tagung der Paläontologischen Gesellschaft in Berlin berichteten (Gingerich et al. 2012). Damit hatte Dehm mit seiner Zuordnung also gar nicht so falsch gelegen.

Astragali als Spielsteine und Orakel

Die Astragali haben wegen ihrer auffallenden Form aber noch eine ganz andere Bedeutung, die zwar außerhalb der Paläontologie liegt, aber viele Paläontologen fasziniert hat. Vornehmlich die Astragali der kleinen Wiederkäuer, Schaf und Ziege, spielten in der Antike des Mittelmeerraumes eine große Rolle (Hampe 1951; Koenigswald 2011). Sie

wurden nämlich wegen ihrer Form gerne als Würfel benutzt, auch wenn sie im Gegensatz zum sechsseitigen Würfel nur auf vier Seiten liegen können. Aristoteles hat uns die Benennung der vier Seiten in seiner Tierkunde überliefert. Interessant ist, dass die Wertigkeit der vier Seiten mit 1, 3, 4 und 6 vom sechsseitigen Würfel abgeleitet ist. Daraus wird deutlich, dass beide Würfelarten lange nebeneinander benutzt wurden. In der antiken Literatur wird das Würfelspiel häufig erwähnt und als Plastik oder bildhaft auf Keramik dargestellt (z.B. Hampe 1951; Innichen 1996; Koenigswald 2011).

Homer charakterisierte in seiner Ilias den vehementen Charakter des jungen Patroklos dadurch, indem er berichtet, dieser habe seinen Freund erschlagen, nur weil dieser ihn beim Knöchelspiel besiegt hatte. Diese Szene gilt als klassisches Beispiel für einen Totschlag im Affekt.

Im alten Rom war das Würfelspiel, ebenfalls mit Astragali, als Glücksspiel so verbreitet, dass es verboten werden musste und nur während der Saturnalien geduldet wurde. Daran hat sich Kaiser Augustus aber keineswegs gehalten, wie Sueton (70–140 n. Chr.) berichtete. Augustus spielte mit seinen Freunden gerne nach dem Essen mit den Astragali. Und dabei ging es um einen hohen Einsatz: um Silbermünzen.

Neben Spiel und Glücksspiel hatte der Astragalus aber auch eine religiöse Bedeutung. In Delphi fand man in einer Höhle Tausende von Astragali, die dort geopfert worden waren (Poplin 1984). Votivgaben in Form eines Astragalus wurden aus Blei oder Bronze gegossen. Der Tempel von Didyma bei Milet war für sein Orakel berühmt. Dort konnte man neben dem teureren Orakel durch die Priesterschaft auch ein billigeres Orakel mit den Astragali nach der Zukunft befragen. Auch auf einigen griechischen und römischen Münzen

erscheint der Astragalus – möglicherweise als ein Glückssymbol (Abb. 7). Ein griechischer Exportschlager des 5. Jahrhunderts v. Chr. war die feine rotfigurige Keramik. Auch dort taucht der Astragalus auf. Es gibt sogar kleine Fläschchen aus dieser Zeit,



Abb. 7: Griechische Silbermünze um 400 v. Chr. Über dem Rücken des Pferdes ist ein Astragalus als Beizeichen zu sehen (Münzhandel).



Abb. 8: Griechisches Gefäß in Form eines Astragalus mit im Wind tanzenden Figuren. Es gehört zur rotfigurigen Keramik und dürfte um 460 v. Chr. in Attika gefertigt worden sein; heute im British Museum London [AN 00249776_001].

die die Form eines Astragalus perfekt nachbilden. Sie sind mit Löwen, Göttern und Göttinnen oder mit tanzenden Figuren bemalt und enthielten wohl Öle oder Duftessenzen (Abb. 8).

Wahrscheinlich dienten die Knöchelchen auch bei der Voraussage der Zukunft im häuslichen Bereich. Ganz versonnen schaut das Mädchen in der berühmten Darstellung einer

Würfelspielerin aus dem Pergamon-Museum in Berlin auf die Lage der Astragali. Diese römische Plastik wurde Ende des 2. Jahrhunderts v. Chr. nach einem griechischen Vorbild kopiert (Abb. 9).

Weltweite Verbreitung als Symbol

Im Mittelmeergebiet hat sich das Würfeln mit den Astragali lange gehalten und war weit

Abb. 9: Mädchen im Spiel mit Astragali, eine römische Plastik nach einem griechischen Vorbild; heute im Pergamon-Museum Berlin. Foto des Abgusses in der Antikensammlung München.



verbreitet. Griechische und spanische Kollegen erzählten, dass sie dieses Spiel noch in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erlebt haben. Im portugiesischen Evora fand einer von uns (W.v.K) im Jahr 1993 einen Schweine-Astragalus auf einem Kinderspielplatz. Vom Mittelmeergebiet ist das Spiel mit den Astragali in die Kolonien exportiert worden. Im südlichen Brasilien und in Argentinien spielten die Rinderhirten mit dem „Gaucho-Würfel“ wohl nicht immer ganz ehrlich und ohne Streit. Immerhin weist eine Briefmarke aus Uruguay auf dieses traditionelle Spiel hin (Abb. 10). Heute ist das Spiel mit der „Taba“ außer Mode gekommen, wird aber in der Provinz Buenos Aires noch von einer „Asociación Argentina de Taba“ gepflegt. Bei den Wettspielen wird die Taba über eine größere Strecke auf ein Ziel geworfen, wobei die oben liegende Seite von Bedeutung ist (Abb. 11).

Es ist fast erstaunlich, dass weder der Kult noch das Spiel mit den Astragali in Germani-

en Fuß gefasst hat. Es gibt zwar vereinzelte archäologische Funde, aber ihre Bedeutung bleibt unklar, zumal diese Knochen ja regelmäßig in den Schlachtabfällen vorkommen. In den Niederlanden (Abb. 12A, B) gibt es das „Bikkelspiel“, ein Geschicklichkeits- und Würfelspiel mit Astragali, das schon Pieter Breughel d. Ä. um 1560 in seinem Bild „Kinderspiele“ festgehalten hat. Ob dieses Spiel, wie oft behauptet wird, unmittelbar auf eine römische Tradition zurückgeht oder ob es über Frankreich eingewandert ist, wo man mit den „Osselets“ spielt (Abb. 12C), muss offenbleiben, weil das Spiel im Rheinland, das ja römische Provinz war, keinerlei Tradition hat. In den Niederlanden und besonders in Frankreich gibt es neben den Spielknochen auch metallene Nachbildungen. Letztere sind in Frankreich wieder in Mode und werden zum Kauf angeboten. Die Zentralisierung der Schlachtbetriebe und die modernen Hygienebestimmungen haben die Verfügbarkeit dieses Knochens für Kinder immer mehr eingeschränkt. Aber eine Firma in Amerika stellt Astragali aus Plastik in allen Farben her; sie sind u. a. für Haiti bestimmt (Abb. 12D).



Abb. 10: Der „Gaucho-Würfel“ auf einer Briefmarke aus Uruguay (2009).



Abb. 11: Ein mit Bronzeplatten beschwerter Astragalus eines Rindes, ein traditioneller „Gaucho-Würfel“ aus Argentinien.



Abb. 12: Nachbildungen des Astragalus als Spielstein. A: Bikkels aus Metall, Bodenfunde aus dem 19. Jahrhundert, Flandern; B: moderne Bikkels aus dem Speelgoedmuseum in Mechelen, Belgien; C: Moderne Osselets aus Frankreich; D: Kunststoff-Rainbow Jacks aus den USA.



In Zentralasien, speziell in der Mongolei, haben die „Shagai“, die Astragali von Schafen und Ziegen, eine vielfältige Bedeutung. Sie sind fast in jeder Jurte zu finden und werden zum Spiel ebenso wie zur Zukunftsdeutung genutzt. Auch Tierkrankheiten sollen sich damit beschwören lassen. Ein überdimensionaler Astragalus, mehrere Meter groß, steht als Monument vor der Universität im kasachischen Atyrau. Die Aufschrift besagt: „Möge das Glück immer mit Dir sein“. Es ist sehr fraglich, ob das Spiel mit den Astragali in Zentralasien und im Mittelmeergebiet auf einen gemeinsamen Ursprung zurückgeht. Wahrscheinlicher ist, dass die auffällige Form dieses Knochens in mehreren Regionen unabhängig voneinander den Anreiz geboten hat, ihn als Spielstein oder zur Beschwörung zu verwenden.

Dank: Wir danken Kurt Heißig und Gertrud Rößner (Bayerische Staatssammlung München) für die Möglichkeit, die Astragali aus der Aufsammlung von R. Dehm hier mit einzubeziehen. Wir danken Georg Oleschinski und Peter Göddertz (Steinmann-Institut Bonn) für einen Teil der Abbildungen und dem British Museum in London für die Vorlage zu Abb. 8. W.v.K möchte all jenen danken, die seine Sammlung von Astragali bereichert haben. Hier ist besonders Frank Menger aus Groß-Rohrheim zu nennen, von dem die Astragali aus Abb. 1 stammen.

Literatur

- Boyden, A.A. & D.G. Gemeroy (1950): The relative position of the Cetacea among the orders of Mammalia as indicated by precipitin tests. *Zoologica* 35: 145–151.
- Dehm, R. & T. zu Oettingen-Spielberg (1958): Paläontologische und geologische Untersuchungen im Tertiär von Pakistan. 2. Die mitteleocänen Säugetiere von Ganda Kas bei Basal in Nordwest-Pakistan. *Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., N. F.* 91: 1–54.
- Gatsey, J. & M.A. O'Leary (2001): Deciphering whale origin with molecules and fossils. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 562–570.
- Gingerich, P.D., M. Haq, W. v. Koenigswald, W.J. Sanders, B.H. Smith, & I.S. Zalmout (2009): New pro-

toetid whale from the middle Eocene of Pakistan: birth on land, precocial development, and sexual dimorphism. – *PLoS ONE*, 4 (e4366): 1–20.

- Gingerich, P.D., M. Haq, I.S. Zalmout, I.H. Khan & M.S. Malkani (2001): Origin of whales from early artiodactyls: hands and feet of Eocene Protocetidae from Pakistan. *Science* 293: 2239–2242.
- Gingerich, P.D., K. Heißig & W. v. Koenigswald (2012): Richard Dehm collection of pakicetid astragali (Mammalia, Cetacea) from the Eocene of Pakistan. *Terra Nostra* 2012 (3): 63–64.
- Gromova, V. (1960): Die Bestimmung von Säugern in der UdSSR anhand von Skelettknochen. Abhandlung der Kommission über die Bearbeitung des Quartärs. 2. Bestimmungsschlüssel der großen Fußwurzelknochen 14 (2): 116 S. (in Russisch).
- Hampe, R. (1951): Die Stele aus Pharsalos im Louvre. De Gruyter-Verlag, Berlin.
- Innichen, R. (1996): Würfel und Wahrscheinlichkeit – Stochastisches Denken in der Antike. Spektrum-Verlag, Heidelberg.
- Koenigswald, W. v. (2011): Astragalus, ein kleiner Knochen mit vielen Facetten – vom Glückspiel bis zur Evolution der Wale. *Schr. Lipp. Landesmus.* 7 (Festschrift R. Springhorn): 337–346.
- Koenigswald, W. v. & P.D. Gingerich (2010): Vom Land ins Meer – Evolution der Wale. In: Wefer, G. (Hrsg.): *Expedition Erde*. Marum Bibliothek, Bremen, 284–291.
- Martinez, J.-N. & J. Sudre (1995): The astragalus of Paleogene artiodactyls, comparative morphology, variability and prediction of mass. *Lethaia* 28: 197–209.
- O'Leary, M.A. & J.H. Geisler (1999): The position of Cetacea within Mammalia: Phylogenetic analysis of morphological data from extinct and extant taxa. *Syst. Biol.* 18: 255–490.
- Poplin, F. (1984): Contribution ostéo-archéologique à la connaissance des astragales de l'Antre corycien. *Bull. Corresp. Hellénique, Suppl.* 9: 381–393.
- Rose, K.D. (1982): Skeleton of *Diacodexis*, oldest known artiodactyl. *Science* 216: 621–623.
- Schaefer, B. (1947): Notes on the origin and function of the artiodactyl tarsus. *Amer. Mus. Novit.* 1356: 1–23.
- Schertz, E. (1936): Zur Unterscheidung von *Bison priscus* Boj. und *Bos primigenius* Boj. an Metapodien und Astragalus, nebst Bemerkungen über einige diluviale Fundstellen. *Senckenbergiana* 18: 37–71.

Wighart von Koenigswald ist Professor (emeritus) für Paläontologie an der Universität Bonn. Er hat über viele fossile Säugetiere, von Messel bis zu den pleistozänen Rheinschottern, gearbeitet. Sein besonderes Interesse liegt nun bei der Evolution und Funktion der Zähne.

Philip D. Gingerich ist Professor für Paläontologie an der University of Michigan in Ann Arbor (USA). Seine Forschung konzentriert sich auf das globale Klima-Maximum im Paleozän–Eozän und auf den Ursprung der Wale und deren frühe Evolutionsgeschichte.



Paläontologische Gesellschaft

Mitglieder der Paläontologischen Gesellschaft berichten aus Forschung und Wissenschaft. Der 1912 in Greifswald gegründeten Paläontologischen Gesellschaft gehören heute mehr als 1000 Paläontologen, Geologen, Biologen, Ur- und Frühgeschichtler, aber auch zahlreiche Hobbypaläontologen an. Seit 1984 wurde bereits 24-mal die Karl-Alfred-von-Zittel-Medaille der Gesellschaft an verdiente Hobbypaläontologen verliehen.

www.palaontologische-gesellschaft.de • www.palges.de

Spezielle Fragen zu Fossilien, regionaler Geologie und Paläontologie werden von kompetenten Ansprechpartnern aus der Paläontologischen Gesellschaft beantwortet unter:

www.palges.de/kontakt.html

Heft 2/2013
März / April

Fossilien



Heft 2/2013

März / April

30. Jahrgang

20497

€ 8,90

Fossilien

Zeitschrift für Hobbypaläontologen



**Trilobiten aus den Ardennen • Miozän in der Nordschweiz
20 Jahre Grabungen im Nusplinger Plattenkalk
Gchiebefossilien • Fährten aus der fränkischen Trias**