

Programm und Abstracts

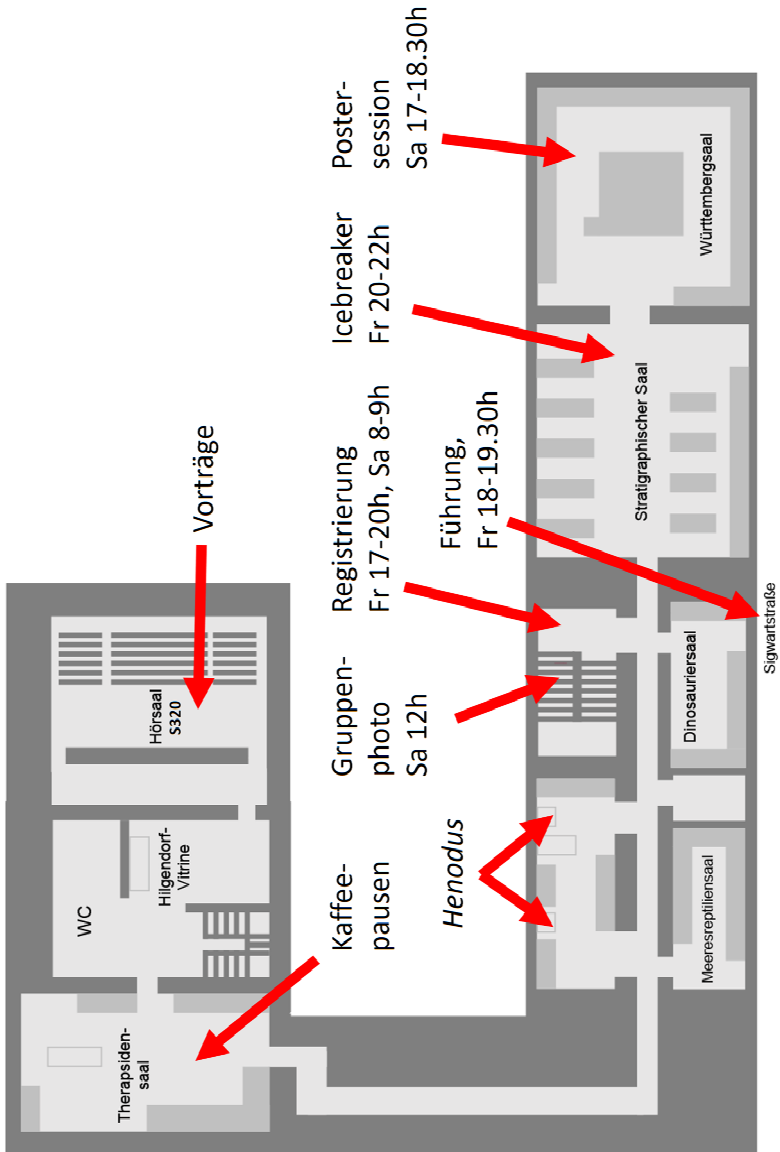
60. Phylogenetisches Symposium



Funktionsmorphologie und Bionik

23. - 25. November 2018

Scidinge Hall



ISBN: 978-3-947020-07-2
 © Scidinge Hall Verlag Tübingen
 www.scidinge-hall-verlag.de
 Alle Rechte bei den Autoren

Das 60. Phylogenetische Symposium in Tübingen: Funktionsmorphologie und Bionik

Einführung

Ingmar Werneburg¹ & Oliver Betz²

¹ Senckenberg Center for Human Evolution and Palaeoenvironment (HEP) an der Eberhard Karls Universität, Sigwartstraße 10, D-72076 Tübingen + Fachbereich Geowissenschaften der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Hölderlinstraße 12, D-72074 Tübingen; ingmar.werneburg@senckenberg.de; ² Institut für Evolution und Ökologie, Evolutionsbiologie der Invertebraten, Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 28E, D-72076 Tübingen, oliver.betz@uni-tuebingen.de

Das Phylogenetische Symposium ist ein seit 1956 nahezu jährlich stattfindendes Diskussionsforum über aktuelle Probleme und Konzepte der organismischen Evolutionsbiologie (Schmitt und Sudhaus im Druck). Wir heißen Sie herzlich vom 23. bis 25.11.2018 zum 60. Phylogenetischen Symposium in der traditionsreichen Paläontologischen Schau- und Lehrsammlung in Tübingen willkommen (Abb. 1-2). Hier haben die großen Morphologen und Evolutionsbiologen August von Quenstedt, Franz Hilgendorf, Friedrich von Huene, Wolf-Ernst Reif und Adolf Seilacher gewirkt (Abb. 3) (Werneburg 2016, Werneburg und Böhme im Druck).



Abb. 1. Eingang zur Paläontologischen Sammlung, Sigwartstraße 10, in Tübingen. Magnolienblüte im Frühjahr. Photo: Institutsarchiv.



Abb. 2. Die sommerliche Neckarfront in Tübingen mit der Stiftskirche im Hintergrund, links die Neckarinsel. Photo: I.W.

Die Paläontologische Sammlung ging 1477 - mit der Gründung der Universität - aus dem Württembergischen Naturalienkabinett hervor und beinhaltete verschiedene Petrefakten: Minerale, Gesteine und Fossilien. Diese füllten anfangs nur zwei Schränke und wurden zu Demonstrationszwecken für die damaligen Geognosie-Vorlesungen genutzt (von Engelhard und Hölder 1977). Heute sind die Mineralogie und die Paläontologie getrennte Universitätssammlungen (Seidl 2016), wobei letztere seit 2009 von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft mit ihrem Tübinger *Center for Human Evolution and Palaeoenvironment* (HEP) kuratiert wird (Werneburg und Böhme im Druck). Unsere Sammlung trägt das international bekannte Akronym GPIT (Geologisch-Paläontologisches Institut Tübingen).

In Tübingen begründete August von Quenstedt (1809-1889) seit 1836 die Paläontologie als eigenen Wissenschaftszweig, denn er entwickelte in der nahen Schwäbischen Alb das erste stratigraphische System überhaupt (Abb. 3A, 4A) (von Quenstedt 1867). Seine taxonomischen Arbeiten führten zur Beschreibung Tausender Holotypen aller fossilen Tiergruppen (von Quenstedt 1858, 1885, Werneburg 2017), die jährlich Dutzende internationale Wissenschaftler in die Paläontologische Sammlung nach Tübingen ziehen.

Ein Doktorand Quenstedts war Franz Hilgendorf (Abb. 3B) (1839-1904). Von Darwins Theorie beeinflusst, entwickelte er auf-



Abb. 3. Bedeutende, im Text erwähnte Wissenschaftler in Tübingen. A) August von Quenstedt, B) Franz Hilgendorf, C) Friedrich von Huene, D) Adolf Seilacher, E) Wolf-Ernst Reif, F) Hermann Weber. Photos: Institutsarchive.

grund seiner Erkenntnisse zur morphologischen Veränderung von fossilen Süßwasserschnecken („*Planorbis*“) in der Schichtenfolge des insularen/endemischen Kraters ‚Steinheimer Becken‘ (Baier 2012) die ersten mit Organismen „bestückten“ Stammbäume der Welt (Rasser 2006, Reif 1983). Sie sind im Tresor der Paläontologischen Sammlung Tübingens aufbewahrt (Abb. 4B). Darwin selbst hatte bis dato nur eine schematische Stammbaumdarstellung in seinem 1859 veröffentlichten „*Origin of Species*“ publiziert (Darwin 1859). Quenstedt stand der neuen Theorie mit Abneigung gegenüber und entzweite sich mit Hilgendorf, der später in Japan arbeitete und dort die „Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens“ gründete. In Deutschland war er als Nachfolger Alfred Brehms Direktor des Zoologischen Gartens in Hamburg und später Kurator am Naturkunde-



Abb. 5. Freiherr Friedrich von Huene (links) und der Schmied des Instituts errichten das Lebendmodell des Synapsiden *Stabileckeria potens* in einem Stahlkorsett. Photo: Institutsarchiv, aus den 1930er Jahren.

noch in historisierender (bewahrender) Art präsentiert werden. Von Huene hatte eine eigene Schmiedewerkstatt, in der die Stahlkorsette für seine Saurier gefertigt wurden (Abb. 5). Die Konstruktionen sind aus kustosischen Bedürfnissen heraus eine Seltenheit, da sie es erlauben, jeden einzelnen Knochen mit Leichtigkeit aus den Skeletten für wissenschaftliche Zwecke zu entnehmen. Aus funktionsmorphologischen Gesichtspunkten heraus ist die große Dynamik der Skelette zu bewundern (von Huene 1949). Die Privatbibliothek von Huenes bezeugt als ein Teil unserer Sammlung (Turner 2007, Hinz und Werneburg, im Druck), daß sich der große Paläontologe durchaus intensiv mit biologischen und biomechanischen Fragestellungen befaßte, also einem ganzheitliches Organismuskonzept folgte, das wir auch heute noch in unseren Tübinger Arbeitsgruppen traditionell und zukunftsorientiert verfolgen (Maier und Werneburg 2014).

Obwohl er von der gottgeschaffenen Sonderstellung des Menschen ausging (von Huene 1936b, 1937, 1941), nahm von Huene für die Tier- und Pflanzenwelt evolutive Veränderungen an (von Huene

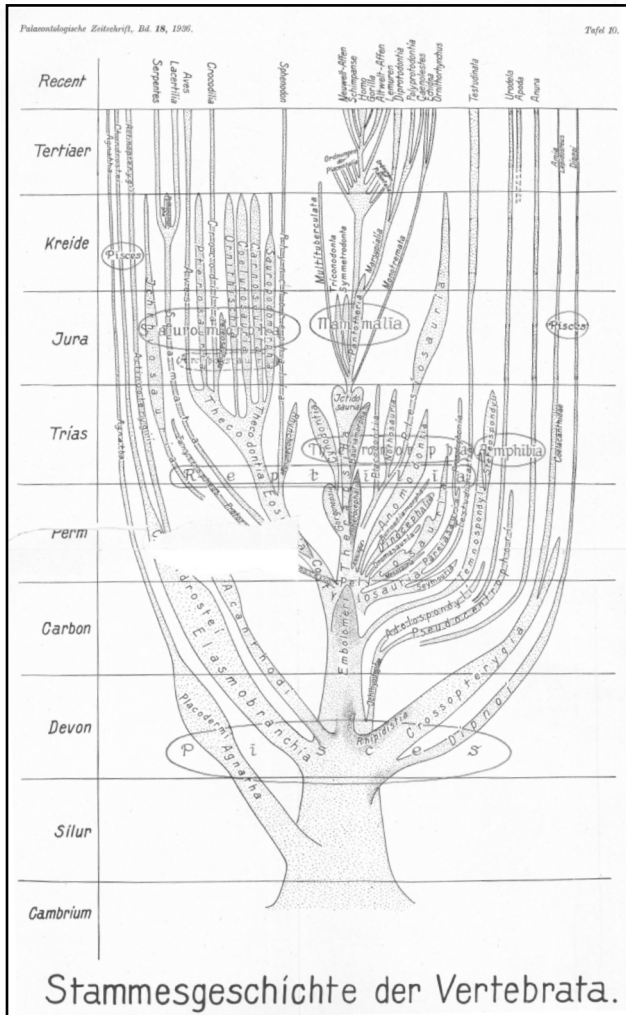


Abb. 6. Stammesgeschichte der Wirbeltiere, aus von Huene (1936b), Scan aus der von Huene-Bibliothek. Der Mensch ist im Zentrum des Stammbaums gezeigt.

1954): er war ein bedeutender Phylogenetiker. 1944 schrieb er in seinen „Arbeitserinnerungen“ (von Huene 1944b): „Vor 50 Jahren hatten wir noch keine Phylogenie der Wirbeltiere – jetzt haben wir sie“ (Abb. 6). Tatsächlich ergründete von Huene grundlegende Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Dinosaurier (von Huene 1944c) und der Synapsiden (von Huene 1936a), die größtenteils heute noch Gültigkeit haben.

In der Nachfolge von Huenes wäre in der Paläontologie unter vielen anderen noch Adolf Seilacher zu nennen (Abb. 3D), der Begründer der Paläoichnologie (Seilacher 1951). Zahlreiche Präparate in unserem Haus zeigen Spurenfossilien (Seilacher 2013), die Seilacher mit stets bewundertem Genie in Ihrer Ganzheit erfaßte und konstruktionsmorphologische Lebendrekonstruktionen der Organismen und ihrer Umwelten erstellte, die solche Spuren hinterlassen haben (Abb. 7) (Seilacher 2007, Seilacher und Gishlick 2014). Schüler Seilachers war der Geologe Wolf-Ernst Reif, der ausgehend von seinen paläontologischen Grundlagenstudien theoretische Arbeiten zur Konstruktionsmorphologie (Reif et al. 1985) und Evolutionsbiologie (Reif 2002) verfaßte. Seine funktionsmorphologischen Arbeiten zur Haihaut (Reif und Dinkelacker 1983) stellen noch heute einen bedeutenden Beitrag des damals noch entstehenden Gebiets der Bionik dar. Folgerichtig leitete Reif als Assistent Seilachers den Tübinger Zweig des berühmten Sonderforschungsbereichs 230 „*Natürliche Konstruktionen, Leichtbau in Architektur und Natur*“, der zwischen 1984 und 1995 die beiden Universitäten Stuttgart und Tübingen verband (Bien 1993, Maier und Zoglauer 1994). Als Nachfolger dieses Sonderforschungsbereichs galt dann inoffiziell der von 2014 bis 2019 ebenfalls unter Tübinger Beteiligung stattfindende SFB-TRR 141 „*Biological Design and Integrative Structures. Analysis, Simulation and Implementation in Architecture*“ (Knippers et al. 2017).

Neben der Paläontologie hat auch die Tübinger Biologie eine lange funktionsmorphologische, phylogenetische und bionische Tradition (Engels et al. 2011, Betz und Köhler 2008). Exemplarisch sei auf den Insektenmorphologen Hermann Weber (1899-1956) (Abb. 3F) (Engels 2008) verwiesen, der in Tübingen seinen modernen konstruktions- und ökomorphologischen Ansatz weiterentwickelte (Maier 1991, 2008, Betz 2008). Unter der Leitung von Wolfgang Maier wur-

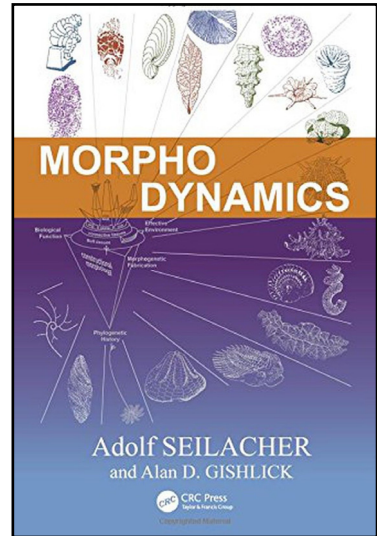


Abb. 7. Titelbild von Adolf Seilachers letztem Buch (Seilacher und Gishlick 2014).

den derartige Forschungskonzepte auch im Rahmen der wirbeltiermorphologischen Forschung am Lehrstuhl für Spezielle Zoologie bearbeitet (Maier 2017). Zahlreiche Arbeitsgruppen (z.B. Oliver Betz, James Nebelsick, Klaus Nickel, Hans-Ulrich Pfretzschner, Ingmar Werneburg) beschäftigen sich in Tübingen auch heute mit funktionsmorphologischen und evolutionären Herausforderungen in der Biologie und sind in der bionischen Forschung tätig (Knippers et al. 2016).

Am 27. Februar 1970 wurde Willi Hennig (1913-1976), der Begründer der Phylogenetischen Systematik (Hennig 1950, 1966) und Leitfigur unseres jährlichen Symposiums, auf Bestreben der Studierenden zum Honorarprofessor an der Eberhard Karls Universität Tübingen ernannt, wo er mehrere Seminare zu einzelnen Tiergruppen durchführte. Mit seiner Frau Irma liegen seine sterblichen Überreste auf dem Tübinger Bergfriedhof (Schmitt 2013). Nach 1985 findet das Phylogenetische Symposium nun zum zweiten Mal in Tübingen statt (Schmitt und Sudhaus im Druck). In Hennigs Nachbarschaft steht ein Denkmal für Theodor Eimer (1843-1898), einem idealistischen Morphologen, und Hans M. Peters (1908–1996), einem Spinnenforscher. Der Grabstein des letzteren ist im sogenannten Labidarium aufgebaut und zeigt das Spinnennetz, das wir durchaus auch als ein bionisches Symbol auffassen. Überdies symbolisiert es auch die komplexen Verwandtschaftsnetze, die heutzutage u.a. in der molekularen Phylogenie diskutiert werden (Jin et al. 2007).

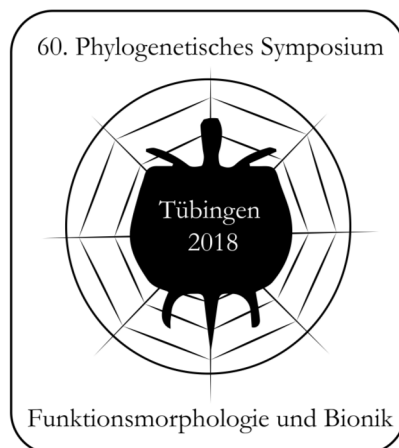


Abb. 8. Emblem des 60. Phylogenetischen Symposiums in Tübingen

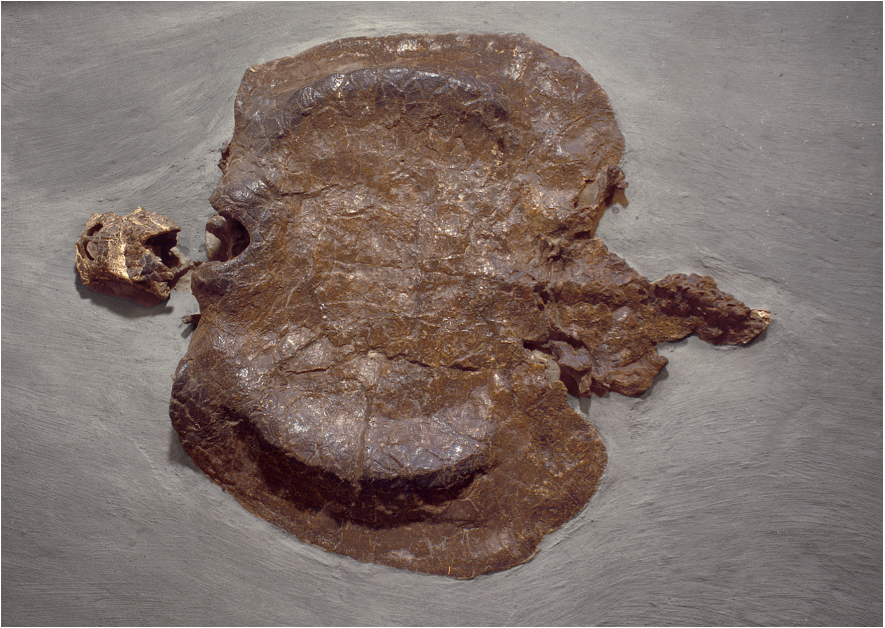


Abb. 9. Historische Aufnahme des Einzahnsauriers *Henodus chehypos* (Sauropterygia, Placodontia), der endemisch im Keuper von Tübingen-Lustnau vorkam (von Huene 1936c, Werneburg im Druck) (Photo: Institutsarchiv).

Im Spinnetz selbst thront als Emblem die Ikone unserer Paläontologischen Sammlung Tübingen (Abb. 8): ‚*Angelus tuingensis*, den Tübinger Einzahnsaurier‘ (Werneburg im Druck): Es handelt sich um einen Pflasterzahnsaurier (Placodontia), *Henodus chehypos*, der nur endemisch im Keuper von Tübingen-Lustnau anzutreffen (Abb. 9), insgesamt nur durch acht Exemplare bekannt und anatomisch einmalig ist (von Huene 1936c, von Huene 1938, Fischer 1959). Für die bionische Forschung ist vor allem sein besonderen Panzerbau von Bedeutung, der sich von dem der mit *H. chehypos* nicht näher verwandten Schildkröten grundlegend unterscheidet (Westphal 1976), letztlich aber eine ganz ähnliche Funktion erfüllte. Damit ist bereits eine Grundfrage unseres Symposiums angesprochen: wie kann man aus der Stammesgeschichte, beispielsweise aus konvergenten Strukturbildungen heraus, Ableitungen für bionische Fragestellungen anstellen?

Der Bionik liegt die Annahme zugrunde, daß die belebte Natur durch evolutionäre Veränderungen optimierte Strukturen und Prozesse entwickelt, von denen der Mensch für seine Technik lernen

kann (Knippers et al. 2017). Um diesen Brückenschlag zu illustrieren und Zukunftsvisionen in unseren Forschungsfeldern zu diskutieren, haben wir als Thema des diesjährigen Symposiums „Funktionsmorphologie und Bionik“ gewählt. Als Redner haben wir dazu Alexander Blanke, Stephan Lautenschlager, Wolfgang Maier, Achim Menges, Anita Roth-Nebelsick, Manuela Schmidt, Thomas Speck und Ulrich Witzel gewinnen können. Wir glauben, mit ihnen ein thematisch vielfältiges und wissenschaftlich hochwertiges Programm bieten zu können, das durch die Kombination und Integration paläontologischer, embryologischer, zoologischer und botanischer Themen ein ganzheitliches Bild auf die aktuelle Entwicklung unserer Forschungsfelder erlaubt. Dabei sollen biomechanische, evolutionäre und ontogenetische Zwänge sowie konstruktionsmorphologische und bionische Aspekte in ihrer Vielfalt und Komplexität diskutiert werden. In diesem Zusammenhang stellt sich die interessante Frage, wie sich grundlegende Funktionen und Wirkprinzipien im Verlauf der Evolution herausgebildet und verändert haben.

Im Anschluß an das Symposium beabsichtigen wir, einen deutschsprachigen Tagungsband zu veröffentlichen, um einen auch für Studierende geeigneten Einstieg in dieses faszinierende Fachgebiet zu ermöglichen.

Abschließend möchten wir darauf hinweisen, daß unsere Tagung den Empfehlungen des *environmental and socially engaged palaeontologist* (Sánchez-Villagra et al. 2017) folgt.

Literatur

- Baier, J. (2012). Der Steinheimer Schneckensand - eine miozäne Fossilagerstätte von Weltformat. *Fossilien* 29(6), S. 368–371.
- Betz, O. (2008). Ökomorphologie: Die Analyse der Form und Funktion von Strukturen in ihrer Beziehung zur Umwelt. *Entomologia Generalis* 31(2), S. 129-139.
- Betz, O., Köhler, H.-R. (2008, Hrsg.). Die Evolution des Lebendigen. Grundlagen und Aktualität der Evolutionslehre. *Attempo*, Tübingen.
- Bien, G. (1993, Hrsg.). Sonderforschungsbereich 230. Natürliche Konstruktionen. Leichtbau in Architektur und Natur Universität Stuttgart, Universität Tübingen. Gesamtbibliographie des SFB230 1984-1993. Stuttgart, SFB 230.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray, Albemarle Street, London.

- Engels, W. (2008). Tübinger Symposium im Gedenken an Hermann Weber (1899-1956). *Entomologia Generalis* 31(2), S. 105-107.
- Engels, E.-M., Betz, O., Köhler, H.-R., Potthast, T. (2011, Hrsg.). *Charles Darwin und seine Wirkung in Wissenschaft und Gesellschaft*. Tübingen, Attempto.
- Engelhard, W. von, Hölder, H. (1977). *Mineralogie, Geologie und Paläontologie an der Universität Tübingen von den Anfängen bis zur Gegenwart*. J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen.
- Fischer, W. (1959). Neue Funde von *Henodus chebyops* v. Huene im Tübinger Gipskeuper. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Monatsheft* 1959(6), S. 241-247.
- Hennig, W. (1950). *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*. Deutscher Zentralverlag, Berlin.
- Hennig, W. (1966). *Phylogenetic Systematics*. University of Illinois Press, Urbana.
- Hinz, J. K., Werneburg, I. (im Druck). *The Historical Archive of the Paleontological Collection Tübingen, Germany*. *Palaeontologia Electronica*.
- Huene, F. von (1936a). Die Fossilen Reptilien des Südamerikanischen Gondwanalandes. *Ergebnisse der Sauriergrabungen in Südbrasilien*. Beck, München.
- Huene, F. von (1936b). Kurze Übersicht über die Geschichte der Vertebraten. Eine graphische Darstellung. *Palaeontologische Zeitschrift Berlin* 18(3/4), S. 198-201.
- Huene, F. von (1936c). *Henodus chebyops*, ein neuer Placodontier. *Palaeontographica Stuttgart* 8, S. 499-147.
- Huene, F. von (1937). Ist der Werdegang der Menschheit eine Entwicklung? Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Huene, F. von (1938). Der dritte *Henodus*. Ergänzungen zur Kenntnis des Placodontiers *Henodus chebyops* HUENE. *Palaeontographica* 89, S. 105-115.
- Huene, F. von (1941). Die Erschaffung des Menschen. *Natur und Christ* 1, S. 1-63.
- Huene, F. von (1944a). Pareiasaurierreste aus dem Ruhuhu-Gebiet. *Palaeontologische Zeitschrift* 23(3/4), S. 386-410.
- Huene, F. von (1944b). Die Zweiteilung des Reptilstammes. *Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 88, S. 427-440.
- Huene, F. von (1944c). Arbeitserinnerungen. *Selbstbiographien von Naturforschern*, S. 21-52.
- Huene, F. von (1949). Eine biologische Museumsaufstellung von *Placodos* in Tübingen. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde. Monatshefte* 1949(1-3), S. 76-80.
- Huene, F. von (1954). Die natürliche Art grundlegender Stammesentwicklung der Tetrapoden. *Paläontologische Zeitschrift* 28(3/4), S. 178-188.
- Huene, F. von (1956). *Paläontologie und Phylogenie der Niederen Tetrapoden: Mit 690 Abb. im Text*. G. Fischer.
- Jin, G., Nakhleh, L., Snir, S., Tuller, T. (2007). Inferring phylogenetic networks by the maximum parsimony criterion: A case study. *Molecular Biology and Evolution* 24(1), S. 324-337.
- Knippers, J., Nickel, K., Speck, T. (2016, Hrsg.). *Biomimetic research for architecture and building construction. Biological design and integrative structures. Biologically inspired systems series*. Cham, Springer.

- Knippers, J., Schmid, U., Speck, T. (2017, Hrsg.). Baubionik – Biologie beflügelt Architektur, Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie C, 82.
- Liebau, A., Westphal, F. (1995, Hrsg.). Schwimmsaurier. Ausstellungskataloge der Universität Tübingen. Tübingen, Attempto Verlag.
- Maier, W. (1991). Zoologie in Tübingen. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft 8, S. 423-30.
- Maier, W. (2008). Zur morphologischen und phylogenetischen Methodologie von Hermann Weber. *Entomologia Generalis* 31, S. 113-117.
- Maier, W. (2017). Der Weg zum Menschen. Ausgewählte Schriften zur Evolutionsbiologie der Wirbeltiere. Scdinge Hall Verlag, Tübingen.
- Maier, W., Werneburg, I. (2014, Hrsg.). Schlüsselereignisse der organismischen Makroevolution. Scdinge Hall Verlag, Zürich.
- Maier, W., Zoglauer, T. (1994, Hrsg.). Technomorphe Organismuskonzepte. Modellübertragungen zwischen Biologie und Technik. Frommann-Holzboog, Stuttgart, Bad Cannstatt.
- Maisch, M. W. (1999). Friedrich von Huene (1875–1969) - Der Tübinger Saurierjäger. In: Hauschke, N., Wilde, V. (Hrsg.). Trias- eine ganz andere Welt. Pfeil, München, S. 607–610.
- Maisch, M., Westphal, F. (2005). Ein audiovisueller Spaziergang durch die Sammlung (CD-ROM). Paläontologische Sammlung, Tübingen.
- Quenstedt, F. A. von (1858). Der Jura. H. Laupp, Tübingen.
- Quenstedt, F. A. von (1867). Handbuch der Petrefaktenkunde. H. Laupp, Tübingen.
- Quenstedt, F. A. von (1885). Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. H. Laupp, Tübingen.
- Rasser, M. W. (2006). 140 Jahre Steinheimer Schnecken-Stammbaum: der älteste fossile Stammbaum aus heutiger Sicht. *Geologica et palaeontologica* 40, S. 195-199.
- Reif, W.-E. (1983). Hilgendorf's (1863) dissertation on the Steinheim planorbids (Gastropoda; Miocene): The development of a phylogenetic research program for paleontology. *Paläontologische Zeitschrift* 57(1), S. 7-20.
- Reif, W.-E. (2002). Evolution of organ systems: phylogeny, function and reciprocal illumination. *Senckenbergiana lethaca* 82(1), S. 357-366.
- Reif, W.-E., Thomas, R. D. K., Fischer, M. S. (1985). Constructional morphology: The analysis of constraints in evolution dedicated to A. Seilacher in honour of his 60. birthday. *Acta Biotheoretica* 34, S. 233-248.
- Reif, W. E., Dinkelacker, A. (1983). Hydrodynamics of the squamation in fast swimming sharks. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaeontologie. Abhandlungen* 164, S. 184-187.
- Sánchez-Villagra, M. R., Aguirre-Fernández, G., Chinsamy-Turan, A., Badgley, C. (2017). The environmental and socially engaged palaeontologist. *Palaeontologia Electronica* 20.3.4E1-7.
- Schmitt, M. (2013). From Taxonomy to Phylogenetics – Life and Work of Willi Hennig. Brill, Leiden, Boston.

- Schmitt, M., Sudhaus, W. (im Druck). 60 years of Phylogenetisches Symposium, a scientific meeting with a difference. *Annals of the History and Philosophy of Biology*.
- Seidl, E. (2016, Hrsg.). *Museen + Sammlungen der Universität Tübingen. Schriften des Museum der Universität Tübingen MUT*. Tübingen, Universität Tübingen.
- Seilacher, A. (1951). *Zur Einteilung und Deutung fossiler Lebensspuren* [Dissertation]. Universität Tübingen.
- Seilacher, A. (2007). *Trace Fossil Analysis*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Seilacher, A. (2013). *Fossil Art*. Schweizerbart'sche Buchhandlung, Stuttgart.
- Seilacher, A., Gishlick, A. D. (2014). *Morphodynamics*. CRC Press, Boca Raton.
- Seilacher, A., Westphal, F. (1969). Nachruf Friedrich v. Huene. *Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins*, S. 25-30.
- Turner, S. (2007). Huene bibliography: von Huene reprints in boxes in von Huene Library, room 216, upper floor, Institut für Geowissenschaften, Sigwartstrasse 10, Universität Tübingen, 36pp updated, based on original plus Reif & Lux versions. In: Kölbl-Ebert, M. (Hrsg.). *Geology and Religion: A History of Harmony and Hostility*. Geological Society, Special Publications 310, appendix on GSL website, London,
- Turner, S. (2009). Reverent and exemplary: 'dinosaur man' Friedrich von Huene (1875–1969). In: Kölbl-Ebert, M. (Hrsg.). *Geology and Religion: A History of Harmony and Hostility*. The Geological Society, London, S. 223-243.
- Weishampel, D. B., Westphal, F. (1986). *Die Plateosaurier von Trossingen im Geologischen Institut der Eberhard-Karls-Universität Tübingen*. Attempto Verlag, Tübingen.
- Weltner, W. (1906). Franz Hilgendorf. 5. Dezember 1839 - 5. Juli 1904. Ein Nachruf. *Archiv für Naturgeschichte* 72(1), S. 1-12.
- Werneburg, I. (2016). Die Paläontologische Sammlung. In: Seidl, E. (Hrsg.). *Museen + Sammlungen der Universität Tübingen*. Universität Tübingen, Tübingen, S. 92-97.
- Werneburg, I. (2017). Friedrich August Quenstedt. *Senckenberg Natur, Forschung, Museum* 147, S. 114-115.
- Werneburg, I. (im Druck). *Angelus tubingensis*. Der Tübinger Einzahn-Saurier Museum der Universität Tübingen, Tübingen.
- Werneburg, I., Böhme, M. (im Druck). The Paleontological Collection Tübingen. In: Beck, L. A., Joger, U. (Hrsg.). *Paleontological Collections of Germany, Austria, and Switzerland*. Springer, Berlin.
- Westphal, F. (1976). The Dermal Armour of Some Triassic Placodont Reptiles. In: Bellairs, A. d. A., Cox, C. B. (Hrsg.). *Morphology and Biology of Reptiles*. Academic Press, London, S. 31-41.

Programm

Freitag, den 23.11.2018

- 17.00-20.00 Registrierung
 Treppenaufgang Museum, Sigwartstraße 10
- 18.00-19.30 Führung durch die Ausstellung (mit Voranmeldung)
- 20.00-22.00 Icebreaker, Stratigraphischer Saal

Samstag, den 24.11.2018

- 08.00-9.00 Registrierung
 Treppenaufgang Museum, Sigwartstraße 10
- 09.00-09.30 Einführung
PD Dr. Ingmar Werneburg, Prof. Dr. Oliver Betz
Hörsaal S320 (hier finden auch alle Vorträge statt)
- 09.30-10.30 Vortrag 1:
Prof. Dr. Wolfgang Maier, Tübingen
*Funktionsmorphologie und Bionik im Rahmen
einer organismischen Zoologie*
- 10.30-11.00 Kaffeepause 1, Therapsidensaal
- 11.00-12.00 Vortrag 2:
Prof. Dr. Achim Menges, Stuttgart
*Architektur anders denken: Schnittstellen von
Biologie und Bauen*
- 12.00-12.20 Konferenzphoto vor Arietienwand (Anmeldestand)
- 12.20-13.30 Mittagspause, Selbstversorgung
- 13.30-14.30 Vortrag 3:
Dr. Stephan Lautenschlager, Birmingham
*Alte Knochen, neue Methoden - Funktionsmorphologie
im Laufe der Evolution*
- 14.30-15.30 Vortrag 4:
PD Dr. Manuela Schmidt, Jena
*Biologisch inspirierte Laufmaschinen und mechatronisch
inspirierte Evolutionsforschung: Zur Morphologie des*

Bewegungssysteme der Säugetiere

- 15.30-16.00 Kaffeepause 2, Therapsidensaal
- 16.00-17.00 Vortrag 5:
Prof. Dr. Ulrich Witzel, Bochum
Funktionsmorphologische Forschung mit Hilfe biomechanischer Ansätze im Rahmen der Phylogenie und ontogenetischen Entwicklung zum Vertebraten
- 17.00-18.30 Postersession, Württemberg-Saal
- 19.00-22.00 Konferenz-Dinner (mit Voranmeldung)
Wurstküche, Am Lustnauer Tor 8

Sonntag, 25.11.2018

- 08.30-09.30 Vortrag 6:
PD Dr. Anita Roth-Nebelsick, Stuttgart
Biomimetik im Labyrinth der Funktionsmorphologie
- 09.30-10.30 Vortrag 7:
Prof. Dr. Thomas Speck, Universität Freiburg
Paläobionik - Was man von Fossilien und Evolutionsprozessen für die Technik des 21. Jahrhunderts lernen kann
- 10.30-11.00 Kaffeepause, Therapsidensaal
- 11.00-12.00 Vortrag 8:
Dr. Alexander Blanke, Köln
Phylogenie, Biomechanik und Disparität - Auf dem Weg zu einem quantitativen Verständnis genereller Trends in der Konstruktionsmorphologie von Insekten
- 12.00-13.00 Abschlußdiskussion
- 13.00-13.30 Zusammenfassung, Posterpreis
- 13.30 Tagungsende
- 14.00 Für Interessenten Fahrt zum Bergfriedhof 10
(mit Privat-PKWs)
Besuch der Zoologengräber

Vortrag 1

Funktionsmorphologie und Bionik im Rahmen einer organismischen Zoologie

Wolfgang Maier

Universität Tübingen, Fachbereich Biologie, Auf der Morgenstelle 28, D-72076
Tübingen, wolfgang.maier@uni-tuebingen.de

Die funktionsmorphologische Betrachtung der Wirbeltier- und Säugetieranatomie hat eine lange Geschichte, die mit der ‚*Anatomie comparée*‘ von George Cuvier (1800) ihr neuzeitliches Gepräge erhielt. Vor allem in den 60er und 70er Jahren des letzten Jahrhunderts gab es eine sehr lebhaftete Behandlung der Methodologie der Funktions- und Konstruktionsmorphologie. Im Jahr 1992 veranstaltete der SFB 230 (‚Natürliche Konstruktionen - Leichtbau in Natur und Technik‘) in Tübingen ein Symposium unter dem Titel ‚Technomorphe Organismuskonzepte. Modellübertragungen zwischen Biologie und Technik‘. In diesem einführenden Beitrag wird der Versuch unternommen, den epistemischen Standort der Funktionsmorphologie im Rahmen einer organismischen Biologie näher zu bestimmen - aber auch ihre Grenzen aufzuzeigen. Walter Bock hat in den 1960er Jahren die ‚form-function-unit‘ als Grundelement der evolutionären Morphologie bezeichnet. Im Kontext einer ganzheitlichen Organismuskonzeption wird jedoch deutlich, daß zwei weitere Determinanten von Strukturkomplexen relevant sind: Die Ontogenese und die Phylogenese. Es ist daher methodologisch wichtig, den Kompromißcharakter organismischer Strukturen zu berücksichtigen und die nötigen Erklärungsebenen auseinander zu halten - und womöglich zu einer Synthese zu bringen. An Hand einiger Fallbeispiele soll diese These näher erläutert werden: Gebiß der Halbaffen, Ontogenese des Oropharynx der Säugetiere, Biostatik der unteren Extremität des Menschen. Als Beispiele für Bionik der Wirbeltiere werden die Dämpfungshaut und die Placoidschuppen von Fischartigen sowie die Implantattechniken der modernen Medizin genannt.

Vortrag 2

Architektur anders denken *Schnittstellen von Biologie und digitalem Bauen*

Achim Menges

Institute for Computational Design and Construction (ICD), University of Stuttgart, Keplerstraße 11, D-70174 Stuttgart, achim.menges@icd.uni-stuttgart.de

Der Blick in die Natur erlaubt, das Bauen in der Architektur anders zu denken. Die Biologie bietet ein schier unerschöpfliches Reservoir an Form-, Wirk- und Prozeßprinzipien. Viele davon stellen in der Bautechnik bestehende Ansätze auf erstaunliche Weise in Frage oder zeigen gar gänzlich andersartige Möglichkeiten auf. In diesem Vortrag präsentiert Achim Menges, wie ein bionischer Ansatz in der Architektur ein wissenschaftliches, disziplinübergreifendes Querdenken ermöglicht. Ebenso zeigt er anhand einiger ausgewählter Projekte auf, wie daraus eine Architektur entstehen kann, die zugleich effektiv und explorativ, sowie effizient und expressiv ist. -

Das Institut für Computational Design (ICD) erforscht die sich stetig beschleunigende Durchdringung der Architektur mit digitalen Prozessen, die immer weitere Teile des Entwerfens, Planens und Bauens umfassen, um sie als gestalterische, konstruktive, ökologische, ökonomische Chance und intellektuelle Herausforderung für den Architekten zu verstehen.

In der Forschung hat das ICD zwei Schwerpunkte: Ein Forschungsbereich ist die theoretische und praktische Weiterentwicklung generativer, computerbasierter Entwurfsprozesse und der dazugehörigen Anwendungstechniken. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Integration der Wechselwirkungen von Form, Material, Struktur und Umwelt im Computational Design für architektonische Entwurfsverfahren. Ein weiterer Bereich ist die Erforschung eines integrativen Einsatzes computergesteuerter Herstellungs- und Bauprozesse in der Architektur mit einem besonderen Schwerpunkt auf der robotischen Fertigung performativer Material- und Bausysteme. Ein Bindeglied

der beiden Schwerpunkte ist die Erforschung von Konstruktions-, Prozeß- und Wirkprinzipien biologischer Systeme und deren Transfer in die Bautechnik.

Vortrag 3

Alte Knochen, neue Methoden *Funktionsmorphologie im Laufe der Evolution*

Stephan Lautenschlager

University of Birmingham, School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, B15 2TT, Großbritannien, s.lautenschlager@bham.ac.uk

Die Rekonstruktion von Funktion basierend auf der Morphologie fossiler Lebewesen hat eine lange Tradition in den paläontologischen Wissenschaften. Obwohl die überwiegende Mehrheit an fossilen Organismen nur anhand erhaltener Skelettelemente oder anderer mineralisierter Hartteile überliefert ist, erlaubt die Form dieser Fossilien oftmals Rückschlüsse auf ihre Funktion. Traditionelle Ansätze machten sich hierbei überwiegend vergleichende Morphologie und Analogien mit rezenten Lebewesen zu Nutze. Allerdings ist dies für fossile Organismen, die keine rezenten Verwandten haben oder deren Morphologie sich grundlegend von der heutiger Lebewesen unterscheidet, oftmals nicht möglich. Darüber hinaus haben neue Studien gezeigt, daß Ähnlichkeiten in der Morphologie nicht zwangsläufig auch auf ähnliche Funktion schließen lassen können.

Die Entwicklung neuer Technologien im Bereich bildgebender Verfahren, digitaler Visualisierung und Computersimulationen, bietet eine Vielzahl neuer Möglichkeiten zur Erforschung funktionsmorphologischer Aspekte. Diese neuen Methoden ermöglichen die detaillierte Untersuchung und Beschreibung von Fossilien, die virtuelle Rekonstruktion der Hart- und Weichteil Anatomie ausgestorbener Lebewesen und komplexe biomechanische Simulation physiologischer Prozesse. Während diese Methoden unseren Wissensstand über die Paläobiologie fossiler Organismen in den letzten Jahren dramatisch erweitert haben, sind diese Verfahren für sich alleine betrachtet limitiert. Erst in Kombination mit phylogenetischen Methoden können diese neuen Ansätze ihr volles Potential entfalten.

In diesem Beitrage werde ich verschiedene neue Technologien und Methoden aus dem Bereich der „virtuellen Paläontologie“ und deren Möglichkeiten zur Rekonstruktion paläobiologischer und funktionsmorphologischer Aspekte vorstellen. Diese werden durch Fallstudien zu (a) der Entwicklung des Kiefergelenks und der Kaumuskelatur fossiler Säugetiere und ihrer Vorfahren, (b) dem Schwimmverhalten mariner Reptilien im Mesozoikum und (c) der konvergenten Entwicklung von Säbelzahnkatzen begleitet werden.

Vortrag 4

Biologisch inspirierte Laufmaschinen und mechatronisch inspirierte Evolutionsforschung: Zur Morphologie des Bewegungssystems der Säugetiere

Manuela Schmidt¹, Martin S. Fischer¹, Hartmut Witte²

¹ Institut für Zoologie und Evolutionsforschung mit Phyletischem Museum, Ernst-Haeckel-Haus und Biologiedidaktik der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Erbertstr. 1, 07743 Jena, schmidt.manuela@uni-jena.de; ² Fachbereich Biomechatronik der Technischen Universität Ilmenau, Postfach 100565, D-98684 Ilmenau

Beeindruckend und faszinierend ist die neueste Roboter-Generation der Firma Boston Dynamics, weil die Vision der „Living Machines“ in greifbare Nähe gerückt scheint. Doch wieviel High-Tech-Bionik steckt tatsächlich darin? Brauchen die Konstrukteure dieser Roboter einen bionischen Ansatz, der über die werbewirksame Botschaft des „Von-der-Natur-lernen“ hinaus neue Lösungswege aufzeigt, oder genügt dem kreativen Kopf nicht auch die Inspiration, die ein täglicher Spaziergang mit dem Hund so mit sich bringt? „SpotMini“ ist ein recht kleiner, eleganter Vierbeiner, dessen Bewegungen tatsächlich an die eines Hundes erinnern. Er geht in Schritt und Trab, seine Beine sind nachgiebig und können Hindernisse ganz gut bewältigen. Doch echte Hunde laufen anders. Nach einem Anforderungskatalog aus der Technischen Biologie des Laufens entwickelt, ist die vom EPFL Lausanne entwickelte Maschine „Cheetah-Cub“ ein wirkliches Produkt der Bionik.

Seit beinahe 25 Jahren erforschen wir in Thüringen die Prinzipien der Säugetierfortbewegung und ihre technische Anwendung mit einem differenzierten Blick auf die Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit von in der Natur beobachteten Prinzipien in die Technik. Der bionische Ansatz unterscheidet sich von der Biomimetik darin, daß biologische Vorbilder nicht kopiert werden, sondern daß nur solche Bau- und Funktionsprinzipien in die Technik übertragen werden, die tatsächlich adaptiv sind. Die evolutionäre Morphologie hat hierbei die Aufgabe, das biologisch Angepaßte in einem evol-

vierten, multifunktionalen System zu identifizieren. Eine Schlüsselposition nimmt die Biomechatronik ein, die die biologischen Erkenntnisse abstrahiert, modifiziert und in eine für die Technik anwendbare Sprache übersetzt. Aus diesem Modifikationsprozeß gehen Erkenntnisse hervor, die wiederum die biologische Grundlagenforschung bereichern. Längst ist der Wissenstransfer zwischen Biologie und Technik ein Gegenseitiger geworden. Simulationen physikalischer Modelle und dynamisch reaktive Roboter unterstützen die funktionellen Morphologie in der differenzierten Beurteilung der biologischen Angepaßtheit von Bewegungssystemen. Roboter fungieren selbst als Versuchsplattformen zur Lösung von Fragen der Biomechanik und sensorischen Integration.

In unserem Beitrag zum Phylogenetischen Symposium wollen wir diesen Ansatz diskutieren und zeigen, wie wichtig die evolutionsbiologische Perspektive dabei ist. So hat das Bewegungssystem der Säugetiere zahlreiche biologische Rollen, von denen die Fortbewegung nur eine ist. Die evolutive Transformation von drei- zu viersegmentigen Gliedmaßen und einer in der Sagittalebene beweglichen Körperachse wurde möglicherweise durch Notwendigkeiten der Thermoregulation und Fellpflege initiiert und erst die Theria entwickelten auf dieser Grundlage neue Bewegungsprinzipien für die Lokomotion. Diese Prinzipien betreffen in erster Linie die Mechanik, während die neuronalen Kontrollmechanismen konserviert bleiben. Ebenfalls konserviert sind die ontogenetischen Musterbildungsprogramme, welche die seriell homologen Beinelemente der Vorder- und Hintergliedmaßen noch miteinander teilen. Erst der Abstraktionsprozeß für die technische Umsetzung zeigte die Anpassungsnotwendigkeiten in der Beingeometrie auf und eröffnete neue Fragen zur Rolle der morphologischen Integration. Der Einfluß dieser Integration auf Form und Funktion des Bewegungssystems zeigt sich oftmals in der Reaktion auf Störungen. Erst genetische Manipulationen der neuronalen Kontrolle oder Manipulationen der Körperproportionen auf dem Weg der selektiven Zucht machen beispielsweise die evolutiv bedingten Einschränkungen der Anpaßbarkeit im Bewegungssystem der Säugetiere sichtbar.

Vortrag 5

Funktionsmorphologische Forschung mit Hilfe biomechanischer Ansätze im Rahmen der Phylogenie und ontogenetischen Entwicklung zum Vertebraten

Ulrich Witzel

Lehrstuhl für Produktentwicklung, Forschungsgruppe für Biomechanik, Fakultät Maschinenbau, Ruhr-Universität Bochum, D-44801 Bochum, Ulrich.Witzel@ruhr-uni-bochum.de

Mit der Einführung der Methode der finiten Elemente als numerisches Berechnungsverfahren kann in der modernen Ingenieurwissenschaft nahezu jede Konstruktion bereits in einem frühen Entwicklungsstadium unter angenommener Belastung berechnet werden. Diese Methode findet inzwischen ebenfalls bei interdisziplinären Forschungsprojekten, z.B. zwischen Biomechanik, Biologie, Paläontologie und Medizin ihre erfolgreiche Anwendung. Damit ergibt sich die Möglichkeit, mit der „Finite Elemente Struktur Analyse“ (FESA) rezente Strukturen wie auch Fossilfunde weitreichend untersuchen zu können. Die im Vortrag vorgestellten Ergebnisse zeigen dreidimensionale Spannungsanalysen komplexer Schädel unter funktioneller Belastung und die Deutung von passiven kollagenen Zuggurtungen bei einem Nagerzahn; und weiterhin einer aktiven beißsynchronen Zuggurtung in langen Krokodilschnauzen zur Biege minimierung.

Eigene kritische Beobachtungen der FESA und Literaturstudien deuten darauf hin, daß berechnete Spannungsverteilungen aufgrund fehlender oder falscher Kräfte und Momente häufig fehlinterpretiert wurden. Daher entwickelten wir nach dem Postulat „Die Form folgt der Funktion“ eine Invertierung des FESA-Ansatzes als virtuelle „Finite Elemente Struktur Synthese“ (FESS). Wir gehen vom energetisch sinnvollen Leichtbau des Skelettsystems aus, das durch seine Druckkonstruktion und Zuggurtungs-Systeme die notwendige Biegefreiheit gewährleistet. Biegefreie Druckstrukturen sind die Voraussetzung des Leichtbaus in der Zoologie und der Technik.

Als virtuelle Synthesen werden im Vortrag 3D-Schädelformen mit

vollständigen Binnenstrukturen vorgestellt: u.a. Schädel eines Neanderthalers und eines Sauropoden alleine durch deren funktionelle Druck- und Zugbelastungen in einem unstrukturierten homogenen Bauraum nur mit Festlegungen der Sinnesorgane nach Größe und Position, sowie der Geometrie der Zahnbögen. Die FESS erklärt die virtuell erzeugten biegefreien knöchernen Druckstrukturen durch eine iterativ bestimmte funktionelle Belastung als mechanisch determiniert. Diese virtuellen Strukturen können über ihren Datensatz mit den Mitteln der additiven Fertigung in Kunststoff oder Metall dreidimensional gedruckt werden und stehen damit haptisch zur Verfügung. Die diskutierten virtuellen Schädel-synthesen erlauben durch jeweils ältere oder jüngere Funde und zugehörige iterative Lastbestimmungen Einblick in die Phylogenie dieser Lebewesen zu erlangen.

Werden bei einer FESS funktionelle Schubbelastungen in einen homogenen Bauraum eingeleitet, z.B. mit der Geometrie und den Randbedingungen eines sehr frühen embryonalen Kniegelenks, so können wir dessen bereits durch Verdichtungen angelegten Kreuzbandapparat mit vorderem und hinterem Kreuzband in einer virtuellen Synthese aufgrund von Schubkräften analog zu intrauterinen Vorgängen dreidimensional aus einer den Stammzellen angepaßten Stofflichkeit als Zugstruktur generieren. Dabei entspricht das im Vortrag gezeigte Ergebnis in dieser ontogenetischen Phase dem kinematischen Aufbau eines Koppelkurvengetriebes, das die Roll-Gleit-Bewegung in der Realität eines Kniegelenks ermöglichen kann und dessen Zugstrukturen mechanisch determiniert sind.

Der Vortrag endet mit zwei FE-CFD Projekten, in denen die Atmung von *Diplodocus* und der Unterwasserflug von *Plesiosaurus* fluidodynamisch numerisch und bionisch untersucht wurden.

Vortrag 6

Biomimetik im Labyrinth der Funktionsmorphologie

Anita Roth-Nebelsick

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart,
anita.rothnebelsick@smns-bw.de

Die grundlegende Idee der Biomimetik besteht darin, biologische Struktur-Funktionssysteme in technische Anwendungen zu übertragen. Die Motivation hierfür beruht auf der allgemeinen Annahme, daß während der biologischen Evolution effizient oder sogar „optimal“ funktionierende Strukturen oder Strategien entstanden sind. Dies wiederum würde bedeuten, daß die biologische Funktion der organismischen Struktur genau bekannt sein muß, bevor sie für biomimetische Ansätze in Betracht kommt und in Bezug auf mögliche technische Anwendungen evaluiert wird. In diesem Falle können auch moderne Werkzeuge der Evolutionsbiologie, wie statistische Methoden der vergleichenden Analyse hilfreich sein. In vielen Fällen jedoch ist der funktionelle Kontext biologischer Strukturen unsicher oder gar nicht bekannt. Dies ist oft bei fossilen Strukturen der Fall, für die kein noch heute existierendes Gegenstück bekannt ist. Aber auch zahlreiche rezente Strukturen sind bezüglich ihrer Funktion nicht wirklich verstanden. Dies gilt sogar für einige populäre biomimetische Beispiele. Dies zeigt die Bedeutung einer umfassenden Analyse von Funktion und damit auch des Selektionswertes biologischer Strukturen.

Vortrag 7

Paläobionik - Was man von Fossilien und Evolutionsprozessen für die Technik des 21. Jahrhunderts lernen kann

Thomas Speck

Plant Biomechanics Group Freiburg, Botanischer Garten der Universität Freiburg, Freiburger Materialforschungszentrum (FMF) + Freiburger Zentrum für interaktive Werkstoffe und bioinspirierte Technologien (FIT), Kompetenznetz Biomimetik, thomas.speck@biologie.uni-freiburg.de

Heute lebende Organismen machen nur einen geringen Bruchteil der gesamten Biodiversität an Prokaryonten, Pilzen, Pflanzen und Tieren aus, die in den letzten 3,8 Milliarden Jahren auf der Erde gelebt haben. Durch die Einbeziehung fossiler Organismen in die Untersuchung von Vorbildstrukturen für mögliche Umsetzungen in bioinspirierte technische Produkte wird eine weitaus größere Biodiversität zur Untersuchung von Form, Struktur und Funktion verfügbar.

Als Ausgangspunkt für die Einbeziehung fossiler Taxa, in diesem Falle fossiler Pflanzen, als Konzeptgeneratoren mit hohem Potential für den Transfer von Ideen in innovative biomimetische Anwendungen lassen sich vier Überlegungen formulieren:

1) Während bereits die vorhandene Biodiversität ein großer, jedoch immer noch spärlich genutzter Ideenpool für die biomimetische Forschung ist, repräsentieren die ausgestorbenen Arten ein Vielfaches der Zahl der vorhandenen Arten. Für Pflanzen bedeutet dies, daß die Zahl der ausgestorbenen Arten, die je nach Autor zwischen acht und 150 Millionen Arten variiert, die Menge der vorhandenen Pflanzen- und Algenarten, welche nach neuen Untersuchungen bei 0,5 bis 0,7 Millionen Arten liegt, weit übersteigt.

2) Die Einbeziehung fossiler Taxa ermöglicht die Analyse, wie, wann und unter welchen (Umwelt-) Bedingungen sich signifikante biologische Strukturen entwickelt und erfolgreich etabliert haben. Frühe „Prototypen“ oder „Zwischenprodukte“ mögen ausgestorben sein, haben aber möglicherweise eine wichtige Rolle bei der Entwicklung komplexer Strukturen gespielt, die das langfristige Überleben

ihrer Nachkommen ermöglichen.

3) Struktur- und Funktionsstudien an fossilen Organismen mit theoretischen, analytischen und numerischen Ansätzen müssen durch Studien an ähnlichen lebenden Arten („nächste lebende Verwandte“), an denen z.B. relevante biomechanische Experimente und Studien über die Form-Funktions-Beziehung sowie physiologische Analysen durchgeführt werden können, ergänzt werden. Darüber hinaus können „lebende Fossilien“, wie sie in vielen Pflanzen- und Tiergruppen vorkommen, viele wertvolle Vergleichsinformationen über Struktur und Funktionsweise von ausgestorbenen Gruppen liefern.

4) Während ein großer Nachteil von fossilen Pflanzen darin besteht, daß sie – im Falle der bionischen Übertragung mechanisch interessanter Funktionen – nicht experimentell hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften getestet werden können, ermöglichen fossile Pflanzen, je nach Grad der Erhaltung, quantitative und qualitative Messungen auf mehreren strukturellen Ebenen. Die Gewebeanordnung und -struktur von Stämmen und anderen Pflanzenorganen kann oft in versteinertem Pflanzenmaterial beobachtet und analysiert werden. Außergewöhnlich gut erhaltene Exemplare finden sich oft in *coal balls*. Auch hier sind Zellen und Zellwände zu erkennen. Dies ermöglicht die quantitative Analyse des fossilen Pflanzenmaterials strukturell, mikrostrukturell und (in besonders gut erhaltenem Material) ultrastrukturell mit verschiedenen Methoden wie Lichtmikroskopie, Raster- und Transmissionselektronen-mikroskopie und Mikrotomographie. Darüber hinaus können funktionale Aspekte fossiler Pflanzen numerisch oder mit Hilfe physikalischer Modelle simuliert werden. Im Vergleich zu den in bestehenden Pflanzen vorkommenden Strukturen können auch biomechanische Eigenschaften wie verschiedene Elastizitätsmodule, Biegesteifigkeit etc. für fossile Pflanzen neu berechnet und deren maximale Höhe geschätzt werden.

Vortrag 8

Phylogenie, Biomechanik und Disparität - Auf dem Weg zu einem quantitativen Verständnis genereller Trends in der Konstruktionsmorphologie von Insekten

Alexander Blanke

Universität zu Köln, Zülpicher Straße 47b, D-50674 Köln, a.blanke@uni-koeln.de

Insekten sind nicht nur in Bezug auf Artenzahlen „megadivers“, sondern zeigen auch eine breite phänotypische Verteilung (= Disparität). Dieser, von Artenzahlen zunächst unabhängige, Formenreichtum als ein Aspekt des Phänotyps ist bisher nur unzureichend hinsichtlich möglicher Korrelationen mit Konstruktionsmorphologie, Biomechanik, Ökologie und erdgeschichtlichen Ereignissen verstanden. Aktuellere phylogenomische Studien führen mittlerweile zu einem wachsenden Konsens hinsichtlich der Phylogenie der Insekten. Dies, zusammen mit modernen Entwicklungen in den Bereichen der quantitativen Formenbeschreibung und mechanischen Simulation, wird es erlauben, den Formenreichtum der Insekten in breit angelegten Studien vor evolutivem Hintergrund zu verstehen. Neben einem Überblick des derzeitigen Forschungsstands werden generelle Trends in der Konstruktionsmorphologie der Insekten vor allem in Bezug auf Kopfform und Flügelvariation besprochen. Die in diesem Zusammenhang vorgestellten Studien sollen einen Überblick möglicher Analyseansätze geben, um die Gründe für die hohe Disparität und Diversität der Insekten vor einem phylogenetischen Hintergrund besser zu verstehen.

Poster

1. Jindřich Brejcha (Prag)
When I open up my third eye, I get away with turtle
2. G. Antonio Cordero (Tübingen), Ingmar Werneburg (Tübingen)
Reconstructing the evolution of neck retraction in turtles
3. Manfred Drack (Tübingen)
Towards a formalised basis of biomimetics
4. Martin Ebner (Tübingen), Anita Roth-Nebelsick (Stuttgart),
Jorge Roberto Lopes dos Santos (Rio de Janeiro),
Tatiana Miranda (Tübingen)
*Towards a formalised basis of biomimetics: epiphyte life
above the jungle floor of Brazilian rainforest*
5. Benjamin Eggs (Tübingen), Annette I. Birkhold (Stuttgart),
Oliver Röhrle (Stuttgart), Oliver Betz (Tübingen)
*The musculoskeletal ovipositor system of an ichneumonid
wasp: structural and functional aspects*
6. Tobias B. Grun (Tübingen), Malte von Scheven (Stuttgart),
Manfred Bischof (Stuttgart), James H. Nebelsick (Tübingen)
*Clypeasterpid under pressure: a physical and numerical
evaluation of the echinoid test stability*
7. Juliane K. Hinz (Tübingen), Florian Mittag (Stuttgart)
*The first fully crested nothosaur - functional morphology of
bite force maximization*
8. Markus Lambertz (Bonn), Wilfried Klein (São Paulo)
*Über die anhaltende Bedeutung vergleichend-anatomischer
und literarischer Grundkenntnisse auch und besonders im
21. Jahrhundert: Ein Beispiel aus der funktionellen Mor-
phologie der Dreizehen-Faultiere*

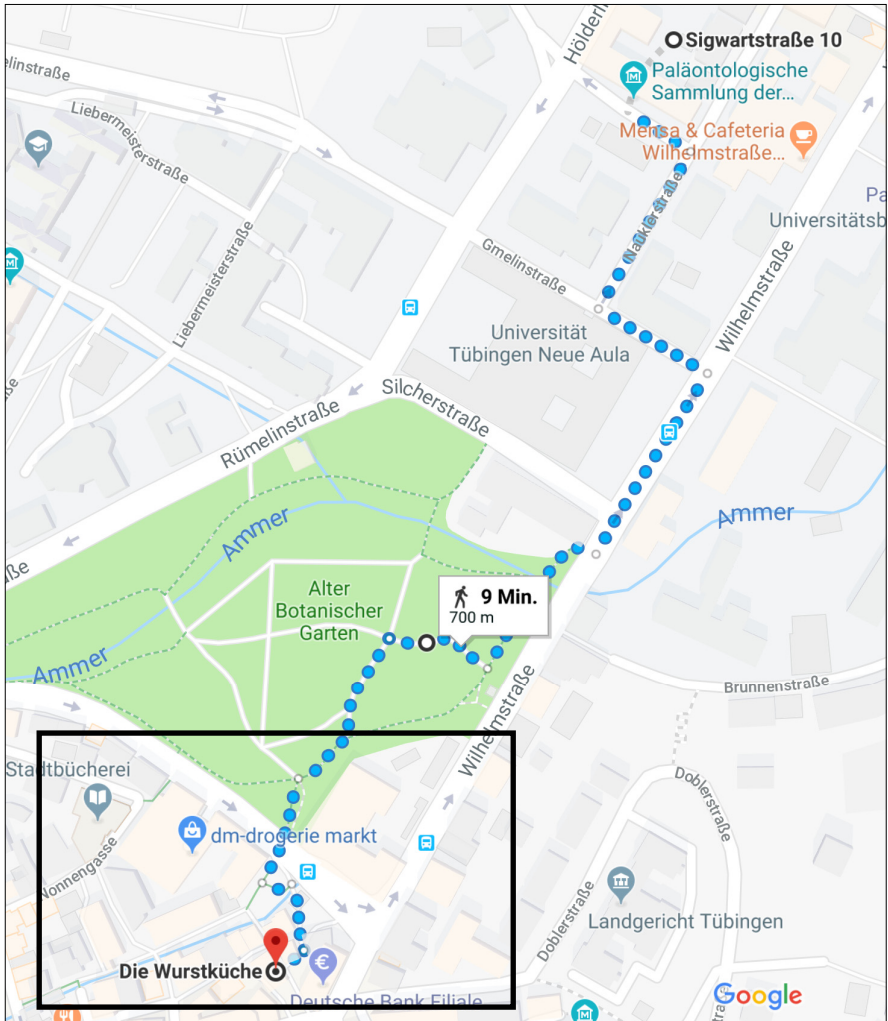
9. Leif Moritz (Bonn), Thomas Wesener (Bonn),
Markus Koch (Bonn)
An apparently non-swinging tentorium in the Diplopoda (Myriapoda): morphology and musculature of the tentorial complex in giant pill-millipedes (Sphaerotheriida)
10. Tatiana Miranda (Tübingen), Anita Roth-Nebelsick (Stuttgart),
Jorge Roberto Lopes dos Santos (Rio de Janeiro),
James H. Nebelsick (Tübingen), Martin Ebner (Tübingen)
Absortive scales of Tillandsia as biological model in Biomimetics
11. Peter Thomas Rühr (Köln, Bonn), Markus Lambertz (Bonn)
Das Tiefste, was uns interessiert, ist manchmal schon die Oberfläche - Computertomographische Erfassung kontrastarmer Integumentstrukturen
12. Peter Thomas Rühr (Köln, Bonn); Michael Fagan (Hull);
Bernhard Misof (Bonn); Alexander Blanke (Köln)
Die Biomechanik eines Springschwanzkopfes
13. Jens Runge (Rostock), Christian S. Wirkner (Rostock)
The prosomal endoskeleton and musculature in Galeodes granti (Solifugae)
14. Xenia Schlindwein (Tübingen), Oleksandr Yaryhin (Tübingen),
G. Antonio Cordero (Tübingen), Ingmar Werneburg (Tübingen)
Timing of organ development and its correlation to biomechanic adaptations
15. Sonja Thielen (Tübingen), Martin Nebel (Stuttgart),
Anita Roth-Nebelsick (Stuttgart)
Mosses as dust catchers in urban areas? - Experiences with the Stuttgart Moss Wall

16. Benjamin Sampalla (Tübingen), Benjamin Eggs (Tübingen),
Oliver Betz (Tübingen)

How Leptopilina heterotoma actively bends its terebra

17. Margret Weißbach (Aachen), Anna-Christin Joel (Aachen)

Biological processing of fibres: how the spider's spinneret morphology influences the complex shape of cribellate capture threads

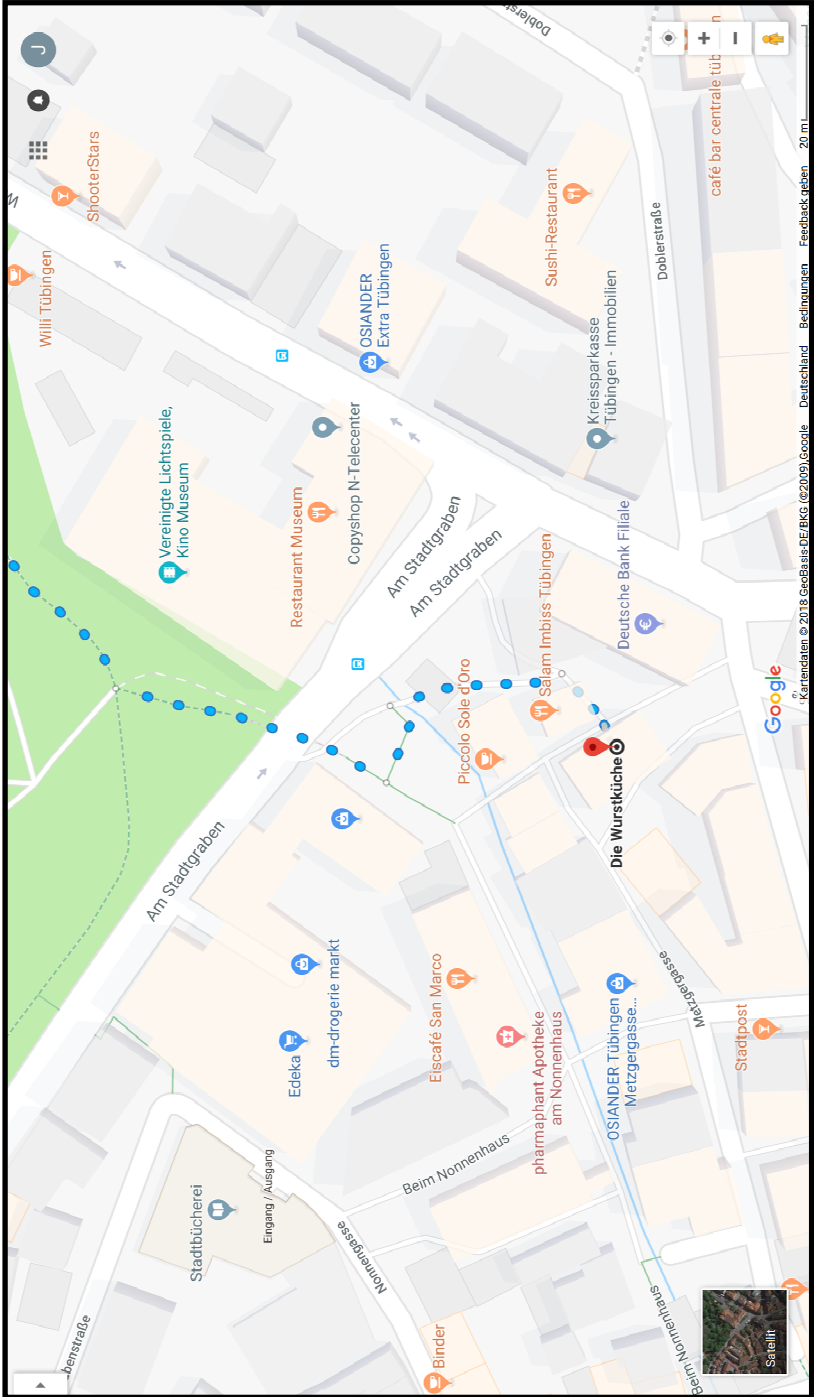


Wichtige Örtlichkeiten

Tagungsort: Paläontologische Sammlung, Sigwartstraße 10

Konferenz-Dinner: Wurstküche, Am Lustnauer Tor 8

Hölderlin-Denkmal: im Alten Botanischen Garten: ○



Danksagungen

- Mareike Asprien, Madelaine Böhme, “Theo” Michael Schmitt, Henrik Stöhr
- Craford-Lecture-Series Tübingen (Edith Seilacher, Wolfgang Maier)
- Edith und Walter Datz-Stiftung Frankfurt
- Unibund Tübingen
- Institut für Ökologie und Evolution (EvE) Tübingen
- Senckenberg Center for Human Evolution and Palaeoenvironment (HEP) Tübingen
- Zukunftskonzept Tübingen
- Springer-Verlag Berlin, Heidelberg
- Schweizerbart-Verlag Stuttgart

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



SENCKENBERG
world of biodiversity



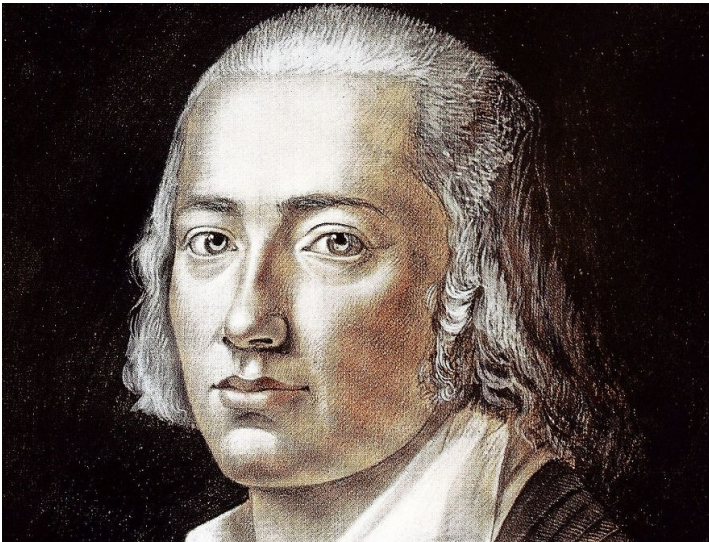
Der Herbst

Das Glänzen der Natur ist höheres Erscheinen,
Wo sich der Tag mit vielen Freuden endet,
Es ist das Jahr, das sich mit Pracht vollendet,
Wo Früchte sich mit frohem Glanz vereinen.

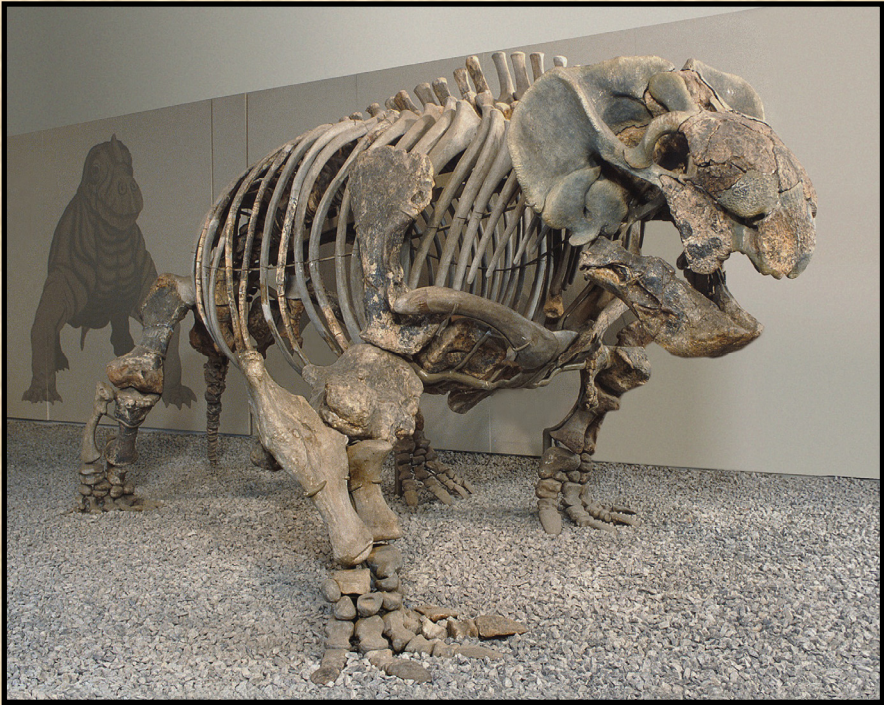
Das Erdenrund ist so geschmückt, und selten lärmet
Der Schall durchs offne Feld, die Sonne wärmet
Den Tag des Herbstes mild, die Felder stehen
Als eine Aussicht weit, die Lüfte wehen

Die Zweig und Äste durch mit frohem Rauschen,
Wenn schon mit Leere sich die Felder dann vertauschen,
Der ganze Sinn des hellen Bildes lebet
Als wie ein Bild, das goldne Pracht umschwebet.

Friedrich Hölderlin
d. 15ten Nov. 1759



Friedrich Hölderlin, Pastell von Franz Karl Hiemer, 1792



Stalderia potens (Therapsida) in einer historischen Aufstellung
Photo: Institutsarchiv

Scidinge Hall

ISBN: 978-3-947020-07-2