



**Von original bis multimedial –
Senckenbergische Beiträge für das Besucherzentrum
am Weltnaturerbe Grube Messel**

RENATE RABENSTEIN & JÖRG HABERSETZER*)

4 Abbildungen, 2 Tafeln

*Hessen
Grube Messel
Eozän
Paläontologie
Geodidaktik
Weltnaturerbe*

Inhalt

Zusammenfassung	157
Abstract	157
1. Die Fossilienfundstätte Grube Messel – Deutschlands Weltnaturerbe	158
2. Geologie – „explosiver Untergrund“ und Vogelperspektive	158
3. Messeler Säugetiere – Einblicke in unterschiedliche Lebensräume	159
4. <i>Europolemur kelleri</i> – ein Halbaffe mit Integrationspotential	160
5. Von original bis multimedial – Präsentationen und Vermittlungsformen	161
Dank	161
Tafeln 1–2	162
Literatur	167

Zusammenfassung

Die im Ölschiefer überlieferten Fossilien des Weltnaturerbes sind Ausgangspunkt jedweder Öffentlichkeitsarbeit wie auch wissenschaftlicher Untersuchungen. Multimedia-Projekte des Forschungsinstituts Senckenberg machen die Geologie und ausgewählte charakteristische Messeler Säugetiere (Urpferdchen, Halbaffe, Fledermaus) im zukünftigen Besucherzentrum an der Grube Messel lebensecht erlebbar und wissenschaftliche Untersuchungsmethoden auch außerhalb von Fachkreisen nachvollziehbar. Multimedia Materialien, Exponate und Führungen in der Fundstätte selbst ergänzen sich in der Vermittlung paläontologischer, geologischer und biologischer Besonderheiten von Messel.

**From Original to Multimedia –
Contributions of the Senckenberg Research Institute
to the Visitors' Center at the World Heritage Messel Pit Fossil Site**

Abstract

Fossils from the oilshale of the Messel Pit Fossil Site are the starting-point of public work as well as scientific investigations. By multimedia-projects of the Senckenberg Research Institute geology and selected characteristic mammals of Messel (early horse, lemur, bat) shall be experienced true-to-life at the future visitor centre near the World Heritage Site. Scientific research methods shall be comprehensible also outside the scientific community. Multimedia materials, exhibits, and guided tours at the world heritage site itself complement each other in the communication of distinctive paleontological, geological and biological features of Messel.

*) Dr. RENATE RABENSTEIN, Dr. JÖRG HABERSETZER, Forschungsinstitut Senckenberg, Abt. Messelforschung, Senckenberganlage 25, D 60325 Frankfurt am Main.
Renate.Rabenstein@senckenberg.de · Joerg.Habersetzer@senckenberg.de

1. Die Fossilienfundstätte Grube Messel – Deutschlands Weltnaturerbe

Im Dezember 1995 wurde die Grube Messel, ein ehemaliger Ölschiefertagebau im südlichen Hessen (8°46'E 49°55'N) zu Deutschlands erstem und bis heute einzigem Weltnaturerbe erklärt. In einem Besucher- und Informationszentrum (Eröffnung 2008/9) sollen die eozäne Messeler Lebewelt und das Thema Evolution Schwerpunkte darstellen. Dafür werden z.Z. am Forschungsinstitut Senckenberg Multimedia Materialien erstellt, durch die der Lebensraum vor rund 50 Mio. Jahren anschaulich erlebbar wird. Realisiert werden im sog. M4-Projekt (Multi-Media-Materialien Messel) die spektakuläre geologische Entstehung durch Wasserdampfexplosionen (Maarstruktur) und drei ausgewählte Messeler Säugetiere (Urpferdchen, Halbaffe, Fledermäuse), die eine Vielzahl paläontologischer, ökologischer und rezenter Anknüpfungspunkte bieten (Abb. 1). Die Darstellung erfolgt durch 3D-Rekonstruktionen, Videos, Animationen und μ CT-Videoflüge durch Knochenstrukturen.

Entdeckt wurden die Fossilien beim industriellen Ölschieferabbau. Industrie- und Wissenschaftsgeschichte dieser UNESCO-Erbestätte sind eng miteinander verbunden und beginnen beide zufällig im gleichen Jahr. 1875 wurde eine Abbaukonzession für Braunkohle erteilt (tatsächlich handelte es sich um bituminöse Ölschiefer mit ca. 40 % Wasser) und das erste Fossil, ein Alligator, gefunden (SCHAAL, 1988). Bis in das frühe 20. Jh. vervielfachte sich die Fundzahl durch den kontinuierlichen Ölschieferabbau der Gewerkschaft Messel (Gründung 1884). Die beim Handabbau entdeckten Fossilien wurden im Großherzoglichen Museum in Darmstadt (heute HLMD) wissenschaftlich bearbeitet. Aus dieser engen Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft resultierten ein umfangreicher Fundus Messeler Fossilien und grundlegende wissenschaftliche Publikationen (WITTICH, 1898a,b; HARASSOWIRZ, 1919; HAUPT, 1911, 1921; ENGELHARDT, 1922).

Durch die Einführung von Baggern (versuchsweise 1913, ab 1924 für den gesamten Abbau; BEEGER, 1995: 65, 90f.) und wechselnde Tagebau-Betreiber ging die Fundzahl zurück. Eine effiziente Zusammenarbeit erfolgte mit der Firma Ytong, die von 1949 bis 1971 den Tagebau industriell nutzte. In diese Zeit fällt auch die Entwicklung des Transferverfahrens auf Kunstharz zur dauerhaften

Fossilpräparation (1961) und das Erscheinen maßgeblicher säugetierpaläontologischer Arbeiten (TOBIEN, 1955, 1968a,b, 1969a,b; zitiert nach SCHAAL, 1988). Die Jahre 1972–1991 waren geprägt durch den Rechtsstreit um die geplante Nutzung der Fundstätte als Großmülldeponie. 1991 erwarb das Land Hessen die Grube und beauftragte 1992 die SNG (Abt. Messelforschung) mit der Betreiber-schaft (SCHAAL & SCHNEIDER, 1995).

Nach der Aufnahme in die Welterbeliste stieg die Nachfrage nach Führungen, die jetzt wie in den Jahren davor durch den Museumsverein Messel, HLMD und FIS durchgeführt wurden (Abb. 2). Diese touristische Erschließung voranzutreiben, ist seit 2003 Auftrag der Welterbe Grube Messel gemeinnützige GmbH (Gesellschafter: 65 % Land Hessen, 25 % SNG, 10 % Gemeinde Messel). Neben Koordinierung und Ausbau regelmäßig angebotener Führungen wird in Zusammenarbeit mit dem HLMD, FIS und Fossilien- und Heimatmuseum Messel ein Besucherinformations-Zentrum „Zeit und Messel Welten“ (FREY, 2006) für eine sich stetig wandelnde moderne Wissensgesellschaft entstehen.

2. Geologie – „explosiver Untergrund“ und Vogelperspektive

Die fossilienführenden Messeler Schichten bildeten sich vor ca. 50 Mio. Jahren in einem See, über dessen geologische Entstehung und Größe verschiedene Hypothesen publiziert sind (zusammenfassende Darstellung s. FELDER & HARMS, 2004: 153). Entsprechend den drei unterschiedlichen Entstehungsmodellen (tektonische oder vulkanische Ereignisse, Meteoriteneinschlag) wurden sehr unterschiedliche Seegrößen postuliert (1 km², wenige km², Teil eines ausgedehnten Flusssystems). Die tatsächliche Entstehung des Messeler Seebeckens durch phreatomagmatische Explosionen („Wasserdampfexplosionen“) und die Bildung eines kleinen, tiefen Maarsees (Durchmesser ca. 1,5 km, Tiefe ca. 300–400 m) wurde durch die „Forschungsbohrung Messel 2001“ geklärt (HARMS 2002).

Für die optimale Ansatzstelle der 433 m tiefen Kernbohrung (Abb. 3) waren ca. 1.000 flachere Bohrungen aus den Jahren 1924–2000 ausgewertet und gravimetrische, magnetische und seismische Messungen durchgeführt worden. Die Ölschiefer der Messelformation reichen von der untersten heutigen Sohle (109,5 m NN) bis in ca. 240 m Tiefe,

Im Text verwendete Abkürzungen

BIZ	Besucherinformations-Zentrum am Welterbe Messel
FIS	Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt am Main
HLMD	Hessisches Landesmuseum Darmstadt
μ CT	Mikro-Computertomographie, mikro-computertomographisch
SMF	Senckenbergmuseum in Frankfurt am Main
SNG	Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main

Abb. 1. Das M4-Projekt (Multi-Media-Materialien Messel) stellt die Geologie und drei ausgewählte Säugetiere vor. Anknüpfungspunkte reichen von der Grabung und Präparation über wissenschaftliche Untersuchungsmethoden bis hin zu rezenten Ökosystemen (s. Kap. 3 u. 4). Grafik: J. HABERSETZER, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.

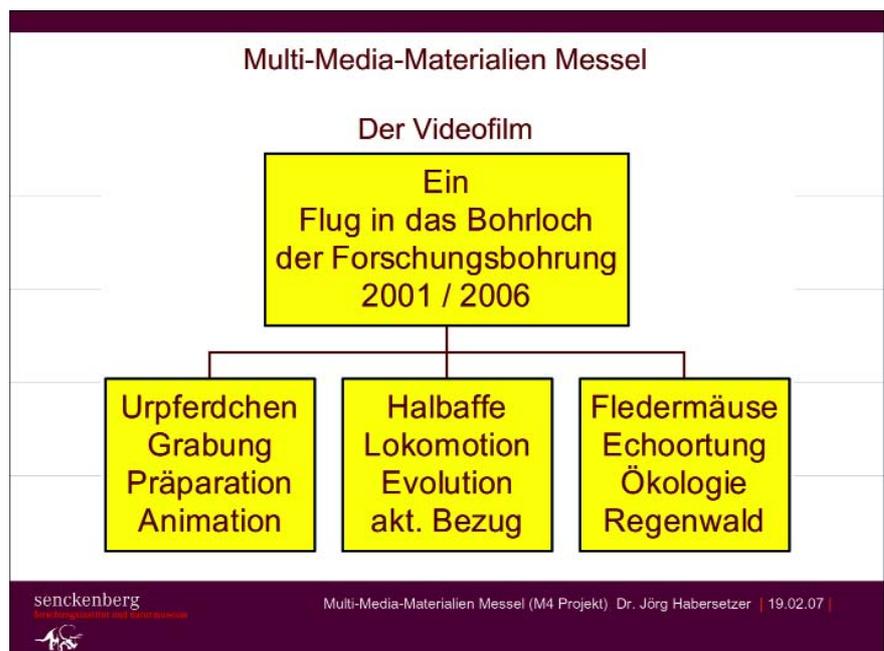


Abb. 2.

Prof. Dr. F.F. STEININGER (rechts, Direktor FIS von 1995 bis 2005) mit einer Exkursionsgruppe aus Eggenburg, Österreich, an einer SNG Grabungsstelle im Welterbe. Dr. H.-J. HARMS (3. v. links) erklärt Geologie und Grabungstechnik, im Hintergrund Halde aus YTONG-Steinen. Foto: R. RABENSTEIN, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.



bis 373 m folgen Tuffe aus typischen blasenarmen basaltischen Kugellapilli und die Diatrembreccie (FELDER & HARMS, 2004). Anhand eines Basaltfragments aus einer Lapillituff-Abfolge erfolgte die erste absolute Datierung der Fundstelle (Plateaualter $47,8 \pm 0,2$ Mio. Jahre; MERTZ & RENNE, 2005).

Die Arbeiten am Bohrturm, die Dokumentation und Bearbeitung der Bohrkern sind in einem 15-minütigen Film zusammengestellt („Welterbe Messel – Entstehung eines Naturwunders“, ZFD-Infokanal 2006, Filmautor Dr. K. SPARWASSER). Weitere multimediale Elemente werden eine Animation zur Entstehung des Seebeckens durch Wasserdampfexplosionen bis zur Bildung und Verlandung des Sees sein (Dr. FELDER, A. HEBS, Dr. RABENSTEIN). Eine virtuelle Fahrt entlang der gesamten 433 m des Bohrkerns aus aneinandergefügt hochaufgelösten Bildern als „Flug in das Bohrloch der Forschungsbohrung“ wird die Gesteinsabfolgen im Untergrund veranschaulichen (Taf. 1, Fig. 1). Vertieft werden sollen die geologischen Informationen durch Stopps an ausgewählten Stellen des Bohrkerns und Einblendung von charakteristischen Gesteinsdünnschliffen (Dr. FELDER, Dr. RABENSTEIN, A. HEBS, Dr. SCHAAL).

Abgerundet wird die Geologie durch einen virtuellen Flug über das Welterbe. Als Pilotprojekt entstand in der Abt. Messelforschung auf der Datenbasis einer digitalen Messelkarte (SCHAAL, 2004) ein von der Welterbe gGmbH beauftragter Videoflug (SCHERF, 2004; Taf. 1, Fig. 2+3). Er führt von der Besucherplattform aus zu mehreren Anknüp-

fungspunkten für geologische und paläontologische Themen (u.a. Bohr- und Grabungsstelle).

3. Messeler Säugetiere – Einblicke in unterschiedliche Lebensräume

Die UNESCO Ernennung erfolgte aufgrund der Säugetierfossilien, die in Messel in exzellenter Erhaltung die erste weltweite Säugetier-Radiation dokumentieren (MP 11). Zusammen mit zahlreichen Taxa der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische sowie Pflanzen und Wirbellosen geben sie einen umfassenden Eindruck des fossilen Lebensraumes. Die Funde belegen, dass die eozänen Säugetiere alle Lebensräume erobert hatten. Ihre Skelette sind oftmals vollständig und zudem artikuliert überliefert und geben sogar direkte Informationen zu Weichteilen (Haar- und Hautstrukturen, z.B. Abb. 4), zur Ernährung (Magen-Darm-Inhalte) und Fortpflanzung (z.B. Taf. 1, Fig. 4 und 5) bis hin zur Verhaltensbiologie (z.B. Echoortung und flugbiologische Einnischung der Fledermäuse, s.u.). Aus den 45 beschriebenen Säugetieren (MORLO, et al. 2004) wurden für das M4-Projekt mit Urpferdchen, Halbaffe und Fledermaus Beispiele für bodenlebende, baumlebende und fliegende Arten für die Präsentation im Raum Bio-Gedodiversität/Evolution des BIZ ausgewählt (s. Abb. 1).

Auf der Basis der wissenschaftlichen Untersuchungen entstehen Filme, Rekonstruktionen und Animationen des Urpferdchens (z.B. Taf. 1 Fig. 6). Das foxterriergroße Urpferdchen (*Eurohippus parvulus* FRANZEN 2006; Taf. 1, Fig. 4–6) steht als Wappentier und Logo der Fundstätte für die Bedeutung von Messel. Für die Präsentation im BIZ sollen drei Urpferdchen-Exponate erarbeitet werden:

- Fossilabguss als 3D-Video-Projektionsfläche: Auf eine geweisste Platte eines besonders ansprechenden, plastisch erhaltenen Urpferdchens sollen Knochen, Fötus, Röntgendetails, erhaltene Weichteile und Nahrungsreste projiziert werden (evtl. auch Muskulatur und das komplette Intestinalsystem) und so die einzelnen Fakten zum Verständnis des rekonstruierten 3D-Modells liefern.
- Koloriertes 3D-Modell: Ein Roh-Modell (Kooperationsprojekt mit der Welterbe gGmbH) wurde im M4-Projekt um zahlreiche morphologische Details und tomographische Oberflächendarstellungen erweitert (unter Mitarbeit von Dr. FRANZEN).
- 3D-Schädel-Darstellungen von wichtigen Urpferdchen und verwandten Formen aus verschiedenen Kontinen-



Abb. 3.

Der gesamte Bohrkern der 433 m tiefen Forschungsbohrung 2001 wurde dokumentiert und das Bildmaterial für eine virtuelle Fahrt in das Bohrloch aufbereitet (A. HEBS, Dr. HARMS, Dr. HABERSETZER). Ein weiterer Bohrkern aus Ölschiefer zur Ausstellung im BIZ wurde 2006 erbohrt.

Foto: S. TRÄNKNER, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.

ten (Rapid-Prototyping und Videoflüge auf der Basis von Tomographie-Datensätzen; Förderung ERMANN-Stiftung).

Grabung, Präparation und Skelettanimation werden beispielhaft am Urpferdchen in einem Film vorgestellt („Ein Urpferdchen geht 3D“, 15 Min., ZFD-Infokanal 2006, Filmautor Dr. K. SPARWASSER). Die Animation des neuen 3D-Modells erfolgt derzeit im Rahmen eines Kooperationsvertrages der SNG mit dem Hessischen Rundfunk/Arte.

Der etwa katzen große **Halbaffe** *Europolemur kelleri* ist unter den Messeler Säugetieren unser nächster Verwandter. Die anatomischen Unterschiede stehen im direkten Bezug zur Primaten-Evolution und Lokomotion. Die bei der Fortbewegung auf Femur und -kopf einwirkenden Kräfte bilden sich in der Spongiosa-Struktur ab, wobei μ CT-Untersuchungen die zerstörungsfreie 3D-Darstellung der femoralen Spongiosa und dadurch Aussagen zur Fortbewegungsweise erlauben (erstmalig für fossile Menschenaffen durch MOHRMANN 2006; Taf. 2, Fig. 2). Die unspezialisierte Fortbewegung von *E. kelleri* (FRANZEN, 2000a; FRANZEN & FREY, 1993) soll durch μ CT-Videoflüge durch den Femurkopf eines rezenten Halbaffen mit ähnlicher Fortbewegung im Vergleich zum bipeden Menschen (Taf. 2, Fig. 3) erlebbar werden (Dr. SCHLOSSER-STURM, Dipl.-Geol. E. MOHRMANN, Dr. HABERSETZER)

Im BIZ könnten mehrere Exponate den Halbaffen repräsentieren:

- Koloriertes 3D-Modell (Taf. 2, Fig. 1; RABENSTEIN et al. 2007a,b) und Vergleich mit der Fossilplatte.
- Femur eines rezenten Halbaffen mit vergleichbar unspezialisierter Fortbewegungsweise.
- Skelettabguss des für die Rekonstruktion ebenfalls herangezogenen *Notharctus osborni* (wie *E. kelleri* ausgestorbene Familie †Notharctidae) und/oder rezenter Halbaffen-Schädel, der zum Vergleich mit dem menschlichen Schädel einlädt (Form und Bezahnung). Die Präsentation von Schädeln bei allen drei Fossilien (s.u.) unterstreicht deren paläontologische Bedeutung.

Über heutige Tropenwälder erfolgt ein aktueller Bezug zum eozänen paratropischen Regenwald. Der Filmbeitrag (HDTV-Format) begleitet die Modellerstellung des Halbaffen bis hin zur Koloration. Dreharbeiten an einem von Primärwald umgebenen Vergleichssee (RABENSTEIN et al. 2004), der dem eozänen Lebensraum klimatisch entspricht, werden im Sommer 2007 in Sumatra erfolgen.

Die älteste Fledermausgemeinschaft der Welt ist in Messel überliefert und umfasst drei ausgestorbene Familien und mit *Tachypteron franzeni* bereits eine rezente Familie (Emballonuridae; Abb. 4, Taf. 2, Fig. 4; STORCH et al. 2002). Ebenso wie ihre heutigen Verwandten nutzten die fossilen Fledermäuse Echoortung zum Beutefang. Dies ist durch die Untersuchung der knöchernen Mikrostrukturen ihrer Innenohren nachgewiesen (HABERSETZER & STORCH, 1989, 1992, 1993; HABERSETZER, 2004). Ökologie und Stellung der Fledermäuse im Regenwald werden im Zusammenhang mit ihrer Ernährung und Flugbiologie vorgestellt (HABERSETZER et al., 1994; RICHTER & STORCH, 1980; HABERSETZER & STORCH, 1987; RICHTER, 1987). Ein Film dazu (HDTV-Format) wird in 2008 erstellt werden. Im BIZ soll die fortschrittlichste der Messeler Fledermäuse vorgestellt werden als:

- Koloriertes 3D-Modell (Finanzierung SCHACK-Stiftung)
- Ein 10x vergrößerter Schädel einer rezenten verwandten Fledermausart (STL-Datensatz als Rapid-Prototyping Replik)
- 100x vergrößerte Gehörschnecke mit Anschnitt zur Darstellung der Schneckengänge.

Als μ CT-Animationen werden ein Flug durch das besondere Schultergelenk der Fledermäuse (4 statt 2 Schultergelenke) und durch das Innenohr gemäss dem Weg des

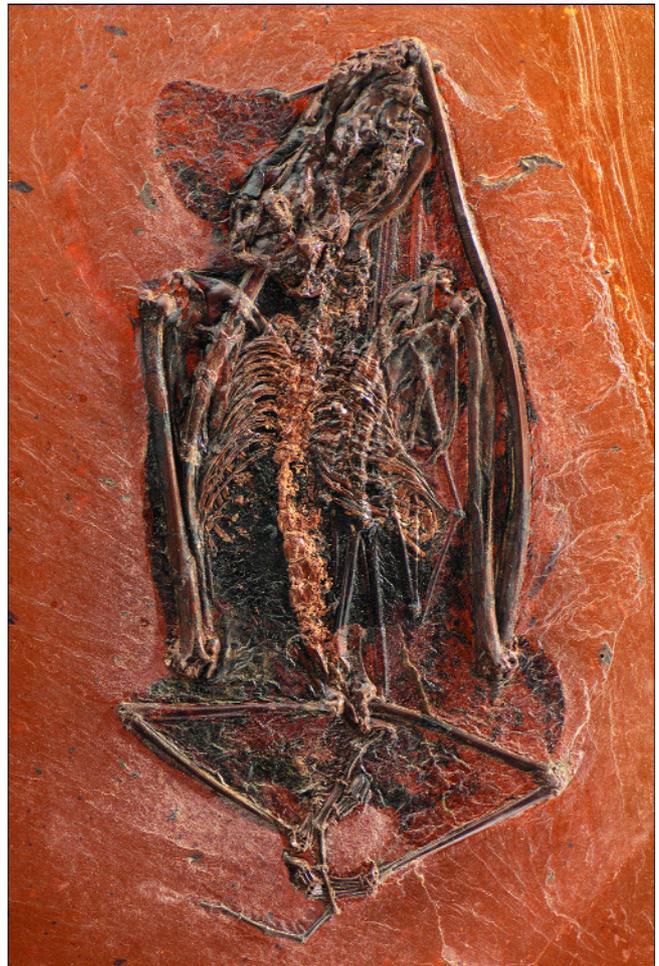


Abb. 4.

Tachypteron franzeni.

Fledermaus mit plastisch erhaltenem Schädel, Hautschatten und erhaltenem Magen-Darm-Inhalt (Holotypus).

Fundstück: Institut Royal SNB, Brüssel.

Foto: S. TRÄNKNER, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.

Schalls erfolgen. Die Pilotstudien dazu wurden erfolgreich durchgeführt (HABERSETZER et al., 2004, Taf. 2, Fig. 5–8).

4. *Europolemur kelleri* – ein Halbaffe mit Integrationspotential

Europolemur kelleri repräsentiert im M4-Projekt die Nische der baumbewohnenden Säugetiere. Diese erste 3D-Rekonstruktion eines fossilen Halbaffen aus Messel entstand auf der Basis mehrerer wissenschaftlicher Labor- und Freilanduntersuchungen (Taf. 2, Fig. 1; Rekonstruktion s. RABENSTEIN et al., 2007a,b). Von den bisher acht Halbaffenfunden (alle fragmentarisch) ist *E. kelleri* der größte Vertreter. Ihm wird die Hälfte des Fossilmaterials aus drei adulten und einem subadulten Tier zugeordnet (Schädel [FRANZEN, 2000a]; Unterarm aus Elle, Speiche, Hand [FRANZEN 1988]; zwei Fragmente aus Becken, Baculum, Beinen [KOENIGSWALD, 1979, 1985]). Ebenso wie heutige Halbaffen hatte *E. kelleri* einen Greiffuß mit opponierbarer Großzehe und die typische Putzkralle (jeweils 2. Zehe). Die übrigen Zehen und alle Finger trugen Nägel. Als weitere Gemeinsamkeit war der Daumen pseudoopponierbar (FRANZEN, 1988) und somit der Präzisionsgriff mit Daumen und Zeigefinger unmöglich. Daher erfolgte die Nahrungsaufnahme wie bei rezenten Lemuren höchstwahrscheinlich direkt mit der Schnauze.

Die Ernährung verbindet Botanik, Halbaffe und Urpferdchen. Aus Messel sind vier Gattungen von Weinrebenge-

wächsen (Vitaceae) bekannt (COLLINSON, 1986, 1988; THIELE-PFEIFFER, 1988; WILDE, 1989, 2004), und wilde Trauben wurden sogar als Nahrung der Urfpferdchen nachgewiesen (KOENIGSWALD & SCHAARSCHMIDT, 1983). Da auch heutige Lemuren Früchte von lianenförmigen Vitaceen verzehren (BIRKINSHAW, 2001), kann dies ebenfalls für *E. kelleri* angenommen werden. Dafür spricht auch, dass von einem anderen Messeler Halbaffen *Godinotia neglecta* Laubblätter und der Rest einer Frucht als Nahrung belegt ist (FRANZEN & WILDE, 2003). *E. kelleri* kann daher bei der Annäherung an eine Lianenfrucht vorgestellt werden. Nach dem Rezentvorbild neotropischer Krallenaffen und bodenbelebender Agoutis können durch fouragierende eozäne Halbaffen zu Boden gefallene Trauben vom Messeler Urfpferdchen verzehrt worden sein (RABENSTEIN, et al. 2007b).

Nahezu jede Fossilrekonstruktion basiert auf der Kombination aus Fakten des Fossilrekords und rezenten Vorbildern. Neben der Weichteilrekonstruktion wie Fellstruktur, Farbe und Form der Sohlenpolster erfolgte daher auch die der männlichen Genitalien nach Rezentvorbildern. Die Hoden wurden nach einer mittleren Größe modelliert (Testosteron bedingt saisonale Größenunterschiede, z.B. CESKA et al., 1992). Von *E. kelleri* sind zwar die Bacula (Penisknochen) von zwei Individuen überliefert, aber im Gegensatz zu anderen Messeler Säugetieren gibt es hier keinerlei Spuren von Weichteilerhaltung auf den Fossilplatten. Die Größe der Penisknochen von *E. kelleri* belegt allerdings, dass der Penis deutlich länger war als bei rezenten Halbaffen (46 und 39 mm im Vergleich zu 10 bis 20 mm; KOENIGSWALD, 1979, 1985). Dieser Unterschied soll im BIZ durch den direkten Vergleich der fossilen Belege (an der Fossilplatte) und rezenten Befunde (am Modell), aber ohne spektakuläre optische Signale nachvollziehbar werden. Eigene zoopädagogische Führungen (R.R.) haben nämlich gezeigt, dass bereits das genitale Präsentieren bei Mantelpavianen insbesondere bei jugendlichen Besuchern zur völligen Ablenkung vom eigentlichen Thema führt. Selbst vor paläontologischem Fachpublikum glitten Diskussionsbeiträge zu dieser Thematik unversehens ins Lächerliche ab. Deshalb wurde auf eine auffällige und – da keine Weichteilerhaltung vorliegt – völlig spekulative Genitalienrekonstruktion am 3D-Modell verzichtet.

5. Von original bis multimedial – Präsentationen und Vermittlungsformen

Grundlage der multimedialen Präsentationen sind die Ölschiefer und ihre Fossilien. Besucher erleben diesen Originalbezug bei jeder Führung im Welterbe. Die Demonstration des an der Luft bis zu Staub zerfallenden Ölschiefer-

gesteins verdeutlicht bereits ohne Mikroskop den Gesteinsaufbau aus Feinbestandteilen (Tonpartikel < 2µm, Grünalge *Tetraedron minimum* ca. 10 µm; GOTH, 1990). Als geologische Attraktion dient der zum artesischen Brunnen ausgebaute Ansatzpunkt der „Forschungsbohrung 2001“ mit einem ca. 10.000 Jahre alten „Erfrischungsgetränk“ (ECCARIUS et al., 2005).

Besucher können sogar bergfeuchte Fossilfragmente (Fische, Blätter, Insekten) in die Hand nehmen und während der Grabungssaison werktags den wissenschaftlichen Teams von HLMD und FIS bei der Arbeit zusehen. Da die Präparation in beiden Instituten in öffentlich nicht zugänglichen Räumen erfolgt, wird im BIZ die Fossilpräparation im Raum Evolution vertreten sein. Zusätzlich zur Transfermethode (Präparation z.B. von Fischen als den häufigsten Fossilien) soll die Pflanzen- und Insektenpräparation sowie die arbeitsaufwändige Erstellung der spektakulären freitragenden Objekte veranschaulicht werden.

Solche „Blicke hinter die Kulissen“ wurden 2006 als Kombination von Multimedia-Vortrag und Führung im Welterbe (R.R.) mit ausgesprochen positiver Resonanz erprobt.

Dem interessierten Laien erschließt sich die Bedeutung der Fossilien leichter, schneller und dennoch einprägsam, wenn das Original zusammen mit Rekonstruktionen, Animationen und Entdeckungen verborgener, innerer Details sowie Führungen vor Ort erlebt wird. Die in diesem Beitrag vorgestellten Materialien und laufenden Projektierungen sollen hierzu beitragen.

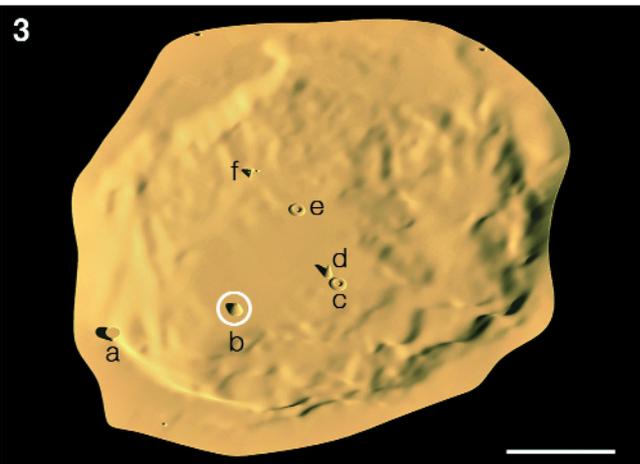
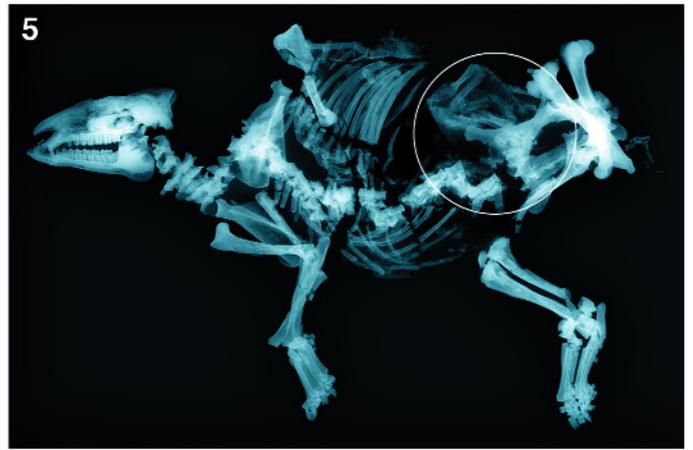
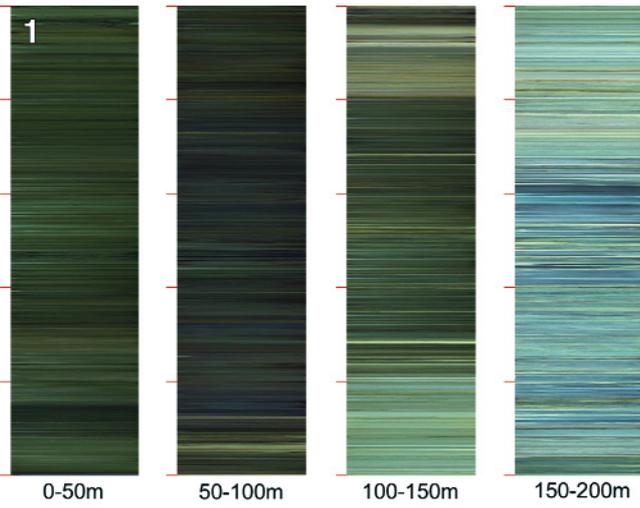
Dank

Wir danken sehr herzlich der ERMANN-Stiftung (Kostenübernahme von µCT Datensätzen) und der CRONSTETTEN- und der SCHACK-Stiftung (Finanzierung der präparatorischen Modellerstellung von Halbaffe und Fledermaus). Unserem Hauptsponsor MERCK, Darmstadt, verdanken wir die großzügige Förderung der Materialerstellungen für die verschiedenen im Text genannten Filmarbeiten (M4-Projekt: Laufzeit vier Jahre). Besonders danken wir Dr. J.L. FRANZEN (FIS) für seinen intensiven ehrenamtlichen Einsatz bei der fachlichen Mitbetreuung von Urfpferd und Halbaffe. Frau C. WEISSBROD führte die präparatorische Modellerstellung aus, Diskussionen zu anatomischen Details und der Farbgebung des Halbaffen führten wir mit Prof. I. TATTERSALL (Am. Mus. of Natural History), Dr. C. SCHWITZER (Zool. Garten Köln AG), A. JOHANN (Direktor Naturzoo Rheine) sowie Dipl.-Geol. H. SCHERF (vormals FIS). Die Montage der Tafeln erfolgte dankenswerterweise bei der Geologischen Bundesanstalt in Wien. Frau G. WALDKIRCHER gab dem englischen Abstract den letzten Schliff. Allen sei herzlich gedankt. Die Erstautorin dankt Dr. S. SCHAAL (FIS) für Anmerkungen zu Chronik und Geologie und der Direktion und den Tierpflegern der Zool. Gärten (Köln AG, Frankfurt a.M.) für die Möglichkeit zur Beobachtung und Dokumentation von Halbaffen.

Tafel 1

Geologie des Welterbes (1–3) und Vermittlung des Urpferdchens (4–6)

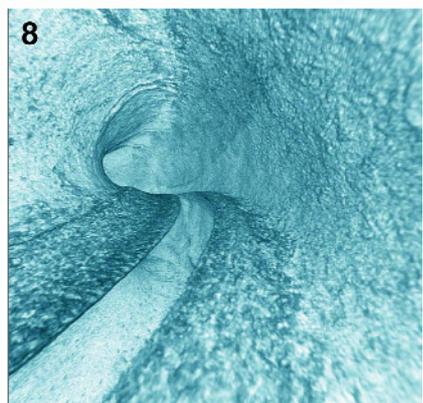
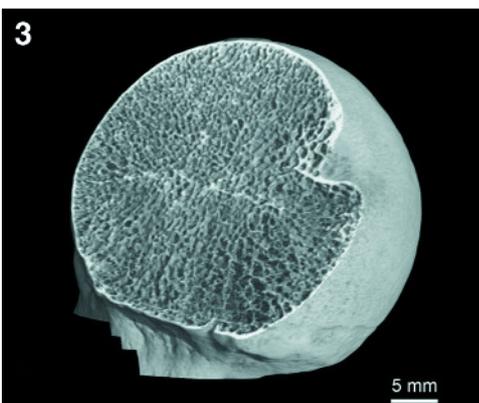
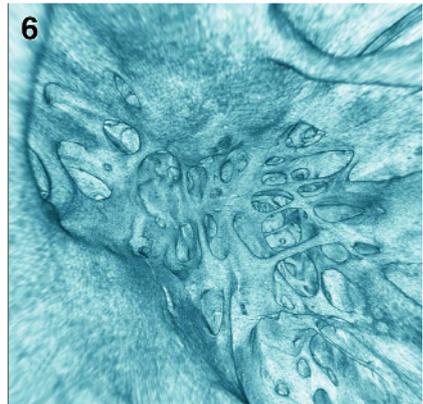
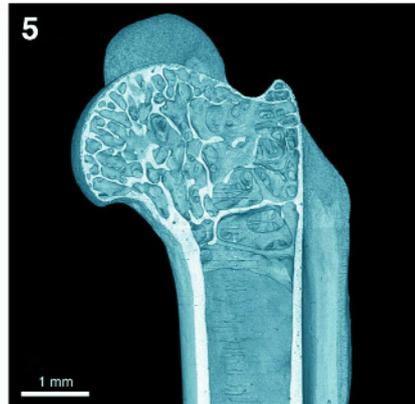
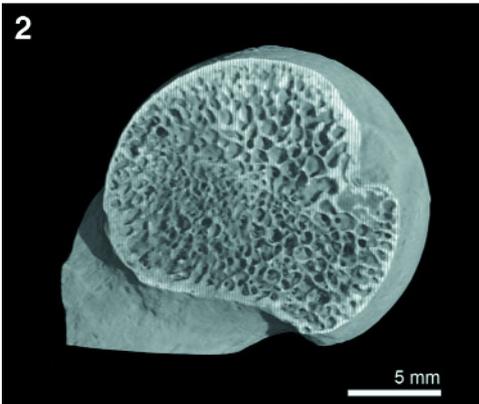
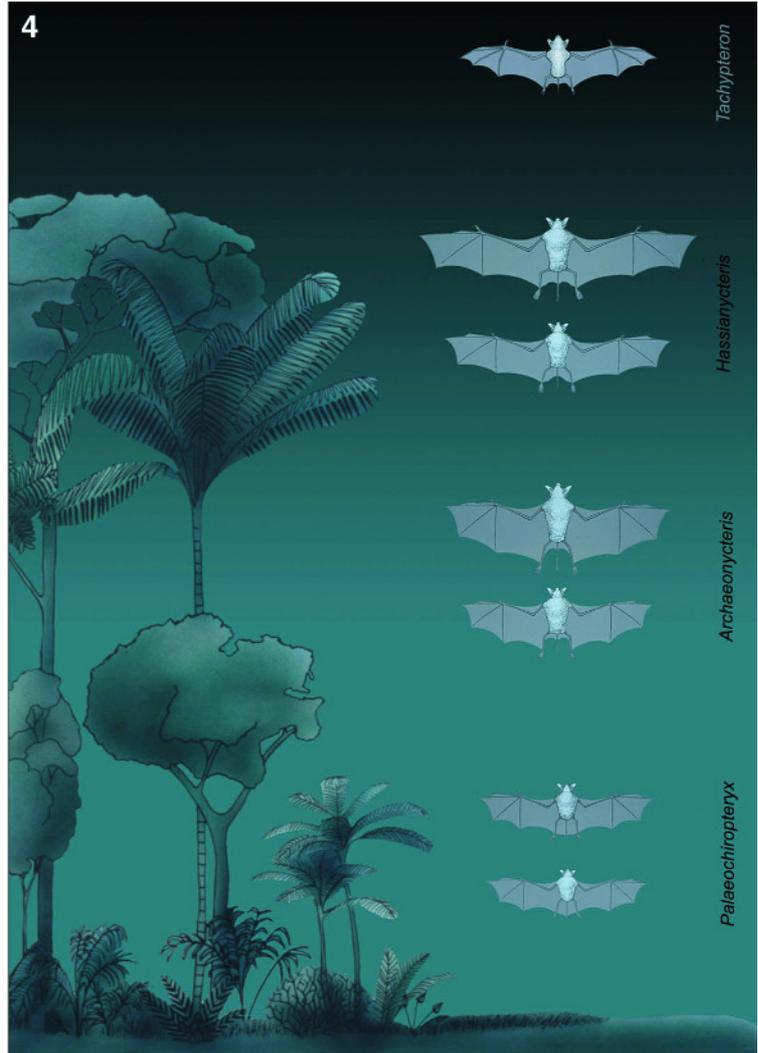
- Fig. 1: **Digital bearbeitete und montierte Bilder von Bohrkernen der 433 m tiefen Forschungsbohrung 2001.**
Die obersten 100 m zeigen den fein laminierten Ölschiefer, darunter folgen grob klastische Sedimente. 433 so aufbereitete Bohrmeter bilden die Basis für den Flug in das Bohrloch, der in den Trümmergesteinen der Diatrembreccie endet.
Digitale Bildbearbeitung: A. HEBS, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 2: **Luftbild des Geländes der Grube Messel.**
Aufnahme vom 6. September 1986.
Im Zuge der Ausbauarbeiten für die geplante Großdeponie ist bereits eine Müll-Umladestation (links unten) mit Zufahrtsstraße in das Grubenzentrum gebaut worden. Der Kreis kennzeichnet als Bezugspunkt den Pumpschacht (vgl. Fig. 3).
© Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 3: **Darstellung des Geländes des Welterbes als virtuelles Modell in leicht geneigter Ansicht.**
Balkenlänge 200 m.
a = Besucherplattform (Symbol: auf der Spitze stehender Kegel).
b = Pumpschacht zur Wasserhaltung für die Standfestigkeit des Ölschiefers (Symbol: Kuppel).
c = Magnetische Anomalie des Ölschiefervorkommens (Symbol: Ring).
d = Ansatzpunkt der Forschungsbohrung (Symbol: Spitzkegel).
e = Gravimetrische Anomalie (= Schwereanomalie) des Ölschiefervorkommens (Symbol: Ring)
f = Grabungsstelle (Symbol: Fahne).
Verändert nach SCHERF (2004), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 4: **Urpferdchenstute nach der Präparation (Transfer auf Kunstharz)**
Fundstück: SMF-ME 11.034
Foto: S. TRÄNKNER, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 5: **Röntgenbild der Stute mit Fötus (Kreis).**
Fundstück: SMF-ME 11.034.
Digitale Bildbearbeitung: A. HEBS, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 6: **Standbild des Urpferdchens aus einer Skelett-Animation**
(schräg von vorn) auf der Basis einer Arbeit von SCHWARTZE et al. (2001). Die Sequenz ist seit August 2004 ein Blickfang in der Messel-Ausstellung der Naturmuseums Senckenberg.
Aus HABERSETZER et al. (2004), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
-



Tafel 2

Vermittlung von Primaten (1–3) und Fledermäusen (4–8)

- Fig. 1: **Rekonstruktion von *Europolemur kelleri*.**
Als erstes 3D-Modell eines Messeler Halbaffen wurde der etwa hauskatzengroße *Europolemur kelleri* (Notharctidae) rekonstruiert.
Ausführung: C. WEISSBROD, Foto: A. HEBS, © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 2: **Virtueller Schnitt durch den linken Femurkopf von *Pliopithecus vindobonensis*.**
Fossilmaterial, Miozän.
Foto: E. MOHRMANN aus RABENSTEIN et al. (2007b), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 3: **Virtueller Schnitt durch den linken Femurkopf von *Homo sapiens*.**
Foto: E. MOHRMANN aus RABENSTEIN et al. (2007b), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 4: **Flügelrekonstruktion und flugbiologische Einnischung der vier aus Messel nachgewiesenen Fledermausfamilien.**
Siehe HABERSETZER et al. (1994), STORCH et al. (2002).
Grafik: E. JUNQUEIRA, (c) Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 5: **Virtueller mikro-tomographischer Anschnitt des Humerus**
der rezenten einheimischen Fledermaus (*Nyctalus noctula*).
Diese ist morphologisch mit der fossilen Messeler Fledermaus *Hassianycteris messelensis* (Fig. 4, 3. Tier von oben) vergleichbar.
Aus HABERSETZER et al. (2004), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 6: **Standbild aus einem μ CT-Videoflug**
durch das Innere des in Fig. 5 abgebildeten Oberarms, der die innere trabekuläre Struktur verdeutlicht (*N. noctula*, Abendsegler).
Aus HABERSETZER et al. (2004), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 7: **Virtueller mikro-tomographischer Anschnitt des Innenohres**
einer rezenten tropischen Fledermaus (*Carollia perspicillata*), das morphologisch der Gehörschnecke der kleinsten Messeler Fledermaus vergleichbar ist (*Palaechiropteryx tupaiodon*, Fig. 4 unten).
Aus HABERSETZER et al. (2004), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
- Fig. 8: **Standbild aus einem μ CT-Videoflug**
durch den oberen Gehörgang von *C. perspicillata* (Brillenblattnase). Die Detailvergrößerung zeigt die hohe Auflösung. Der Spalt entspricht der Basilarmembran beim lebenden Tier.
Aus HABERSETZER et al. (2004), © Senckenberg, Abt. Messelforschung.
-



Literatur

- BEEGER, G. (Hrsg.; 1995): Chronik der Grube Messel 1884–1964. – In: SCHAAL, S. & SCHNEIDER, U. (Hrsg.): Chronik der Grube Messel. – 1–192; Gladenbach (Kempkes); unveränderte Neuauflage von 1970, 1–192; München (Ytong AG).
- BIRKINSHAW, C. (2001): Fruit characteristics of species dispersed by the black lemur (*Eulemur macaco*) in the Lokobe Forest, Madagascar. – *Biotropica*, **33**(3), 478–486; Oxford.
- CESKA, V., HOFFMANN, H.-U. & WINKELSTÄTTER, K.-H. (1992; Hrsg.): Lemuren im Zoo – Aktuelle Forschungsergebnisse, Artenschutz, Perspektiven, 334 S., Berlin u. Hamburg (Parey).
- COLLINSON, M.E. (1986): Früchte und Samen aus dem Messeler Ölschiefer. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **85**, 217–220, Frankfurt a.M.
- COLLINSON, M.E. (1988): The special significance of the Middle Eocene fruit and seed flora from Messel, West Germany. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **107**, 187–197; Frankfurt a.M.
- ECCARIUS, B., FRECHEN, M. & HARMS, F.-J. (2005): Neue Attraktion in der Grube Messel – Forschungsbohrung aus dem Jahr 2001 als artesischer Brunnen. – *Natur u. Mus.*, **135**(7/8), 167–172; Frankfurt a.M.
- ENGELHARDT, H. (1922): Die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. – *Abh. Hess. Geol. L.-Anst.*, **7**(4), 21–128; Darmstadt.
- FRANZEN, J.L. (1988): Ein weiterer Primatenfund aus der Grube Messel bei Darmstadt. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **107**, 275–289, Frankfurt a.M.
- FRANZEN, J.L. (2000a): *Europolemur kelleri* n. sp. von Messel und ein Nachtrag zu *Europolemur koenigswaldi* (Mammalia, Primates, Notharctidae, Cercamoniinae). – *Senck. lethaea*, **80**(1), 275–287, Frankfurt a.M.
- FRANZEN, J.L. (2000b): Der sechste Messel-Primate (Mammalia, Primates, Notharctidae, Cercamoniinae). – *Senck. lethaea*, **80**(1), 289–303, Frankfurt a.M.
- FRANZEN, J.L. (2006): *Eurohippus* n.g., a new genus of horses from the Middle to Late Eocene of Europe. – *Senck. lethaea*, **86**(1), 97–102; Frankfurt a.M.
- FRANZEN, J.L. & FREY, E. (1993): *Europolemur* Completed. – *Kaupia, Darmstädter Beitr. Naturgesch.*, **3**, 113–130; Darmstadt.
- FRANZEN, J.L. & WILDE, V. (2003): First gut content of a fossil primate. – *J. Hum. Evol.*, **44**, 373–378; London.
- FREY, M.-L. (2006): Das UNESCO-Weltkulturerbe Grube Messel – einzigartiges Geopotential nun mit sozio-touristischer Nutzung. – *Geowiss. Mitteilungen*, **25**, 6–14; Bonn.
- FELDER, M. & HARMS, F.-J. (2004): Lithologie und genetische Interpretation der vulkano-sedimentären Ablagerungen aus der Grube Messel anhand der Forschungsbohrung Messel 2001 und weiterer Bohrungen. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **252**, 151–203, Frankfurt a.M.
- GOTH, K. (1990): Der Messeler Ölschiefer ein Algenlaminit. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **131**, 1–143, Frankfurt a.M.
- HABERSETZER, J. (2004): Röntgenverfahren zur Untersuchung Messeler Fossilien. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **252**, 211–218, Frankfurt a.M.
- HABERSETZER, J., SCHERF, H., BECKMANN, F. & SEIDEL, R. (2004): 3-D-Animation knöcherner Gesamtskelette und mikro-tomographischer Skelettdetails von Fossilien aus der Grube Messel. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **252**, 237–241, Frankfurt a.M.
- HABERSETZER, J. & STORCH, G. (1987): Klassifikation und funktionelle Flügelmorphologie paläogener Fledermäuse (Mammalia, Chiroptera). – In: SCHAAL, S. (Ed.): *Forschungsergebnisse zu den Grabungen in der Grube Messel bei Darmstadt*. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **91**, 117–150, Frankfurt a.M.
- HABERSETZER, J. & STORCH, G. (1989): Ecology and echolocation of the Eocene Messel bats. – In: HANÁK, V., HORÁČEK, I. & GAISLER, J. (eds.): *European bat research 1987*, 213–233, Praha (Charles University Press).
- HABERSETZER, J. & STORCH, G. (1992): Cochlea size in extant Chiroptera and middle Eocene microchiropterans from Messel. – *Naturwissenschaften*, **79**, 462–466.
- HABERSETZER, J. & STORCH, G. (1993): Radiographic studies of the cochlea in extant chiroptera and microchiropterans from Messel. – *Kaupia, Darmstädter Beiträge zur Naturgesch.*, **3**, 97–105, Darmstadt.
- HABERSETZER, J., RICHTER, G. & STORCH, G. (1994): Paleogeology of early Middle Eocene bats from Messel, FRG. Aspects of flight, feeding and echolocation. – *Hist. Biol.*, **8**, 235–260.
- HARMS, F.-J. (2002): Steine erzählen Geschichte(n): Ursache für die Entstehung des Messel-Sees gefunden. – *Natur u. Mus.*, **132**(1), 1–4, Frankfurt a. M.
- HARRASSOWITZ, H.L.F. (1919): Eozäne Schildkröten von Messel bei Darmstadt. – *Cbl. Mineral.*, **9**/10, 147–154.
- HAUPT, O. (1911): *Propalaeotherium* cf. *Rollinoti*, Stehlin aus der Braunkohle von Messel bei Darmstadt. – *Notizbl. Ver. Erdk. großh. Geol. L.-Anst. Darmstadt*, **32**(4), 59–70.
- HAUPT, O. (1921): Die eozänen Süßwasserablagerungen (Messeler Braunkohlenformation) in der Umgegend von Darmstadt und ihr paläontologischer Inhalt. – *Z. dt. Geol. Ges.*, **73**, 175–178; Berlin.
- KOENIGSWALD, W. VON (1979): Ein Lemurenrest aus dem eozänen Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. – *Paläontol. Z.*, **53**(1/2), 63–76, Stuttgart.
- KOENIGSWALD, W. VON (1985): Der dritte Lemurenrest aus dem mitteleozänen Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. – *Carolinea*, **42**, 145–147, Karlsruhe.
- KOENIGSWALD, W. VON & SCHAARSCHMIDT, F. (1983): Ein Urpferd aus Messel, das Weinbeeren fraß. – *Natur u. Mus.*, **113**(3), 79–84, Frankfurt a.M.
- MERTZ, D.F. & RENNE, P.R. (2005): A numerical age for the Messel fossil deposit (UNESCO World Heritage Site) derived from ⁴⁰AR/³⁹Ar on a basaltic rock fragment. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **255**, 67–75, Frankfurt a.M.
- MOHRMANN, E. (2006): Die lokomotionsabhängige Ausbildung der Spongiosa-Struktur im Caput ossis femoris bei Primaten mit Rückschlüssen auf die bevorzugte Fortbewegungsweise fossiler Hominoidea (*Pliopithecus vindobonensis* und *Paidopithecus rhenanus*). – *Diplomarbeit*, 155 S., Marburg (Pilipps-Universität, FB Geowissenschaften, Inst. für Geol. u. Paläont.).
- MORLO, M., SCHAAL, S., MAYR, G. & SEIFFERT, C. (2004): An annotated taxonomic list of the Middle Eocene (MP 11) Vertebrata of Messel. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **252**, 95–108, Frankfurt a.M.
- RABENSTEIN, R., HABERSETZER, J., FRANZEN, J.L. & WEISSBROD, C. (2007a): Der Messeler Halbaffe *Europolemur kelleri*. – *Natur u. Mus.*, **137**(3/4), 78–79, Frankfurt a.M.
- RABENSTEIN, R., HABERSETZER, J. & MOHRMANN, E. (2007 b): Rekonstruktion des Messeler Halbaffen *Europolemur kelleri* im Rahmen senckenbergischer Multimedia-Projekte. – *Hallesches Jahrb. Geowiss., Beiheft* **23**, 97–109, Halle (Saale).
- RABENSTEIN, R., USMAN, R. & SCHAAL, S. (2004): Suche nach rezenten Seen als Modelle für den eozänen Lebensraum von Messel. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **252**, 115–138, Frankfurt a.M.
- RICHTER, G. (1987): Untersuchungen zur Ernährung eozäner Säugtiere aus der Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **91**, 1–33, Frankfurt a.M.
- RICHTER, G. & STORCH, G. (1980): Beiträge zur Ernährungsbiologie eozäner Fledermäuse aus der Grube Messel. – *Natur und Museum*, **110**(12), 353–367, Frankfurt a.M.
- SCHAAL, S. (1988): „Lebenslauf“ der Grube Messel. – In: SCHAAL, S. & ZIEGLER, W. (Eds.): *Ein Schaufenster in die Geschichte der Erde und des Lebens*, 8–9, Frankfurt a.M. (Kramer).
- SCHAAL, S. (2004): Aktuelle Übersichtskarte zur Betriebs- und Grabungsplanung in der Fossilienfundstätte Grube Messel. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **252**, 207–210, Frankfurt a.M.
- SCHAAL, S. & SCHNEIDER, U. (1995): Chronik der Grube Messel 1965–1995. – In: SCHAAL, S. & SCHNEIDER, U. (Hrsg.): *Chronik der Grube Messel*, 195–276, Gladenbach (Kempkes).
- SCHERF, H. (2004): Virtuelles 3-D-Modell der Fossilienfundstätte Grube Messel. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **252**, 233–236, Frankfurt a.M.
- SCHWARTZE, S., SEIDEL, R., SCHILLING, N., FISCHER, M.S. & HAAS, A. (2001): Bringing fossils back to life: the locomotion of the Messel horse, *Propalaeotherium parvulum*. – *J. Morphology*, **248**(3), Special Issue: Sixth Internat. Congr. Vertebrate Morphology, Jena, Germany, July 21–26 2001, p. 282 [Abstract].
- STORCH, G., SIGÉ, B. & HABERSETZER, J. (2002): *Tachypteron franzeni* n. gen., n. sp., earliest emballonurid bat from the Middle Eocene of Messel (Mammalia, Chiroptera). – *Paläont. Z.*, **76**(2), 189–199, Stuttgart.
- THIELE-PFEIFFER, H. (1988): Die Mikroflora aus dem mitteleozänen Ölschiefer von Messel bei Darmstadt. – *Palaeontographica*, **B 211**(1–3), 1–86, Stuttgart.

- TOBIEN, H. (1955): Die mitteleozäne Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt. – In: CHUDOBA, K.F. (Hrsg.): Neue Beiträge zur Kenntnis der Mineral- und Gesteinswelt des Odenwaldes. – Aufschluss Sonderh., **2**, 87–101; Roßdorf b. Darmstadt.
- TOBIEN, H. (1968a): Das biostratigraphische Alter der mitteleozänen Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt (Hessen). – Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**, 111–119, Wiesbaden.
- TOBIEN, H. (1968b): Mammifères Eocènes du Bassin de Mayence et de la partie orientale du Fossé Rhéna. – Mém. Bur. Rech. Géol. Min., **58**, 297–307; Paris.
- TOBIEN, H. (1969a): *Kopidodon* (Condylarthra, Mammalia) aus dem Mitteleozän (Lutetium) von Messel bei Darmstadt (Hessen). – Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **97**, 7–37, Wiesbaden.
- TOBIEN, H. (1969b): Die alttertiäre (mitteleozäne) Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt (Hessen). – Mainzer Naturwiss. Arch., **8**, 149–180, Mainz.
- WILDE, V. (1989): Untersuchungen zur Systematik der Blattreste aus dem Mitteleozän der Grube Messel bei Darmstadt (Hessen, BRD). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **115**, 1–213, Frankfurt a.M.
- WILDE, V. (2004): Aktuelle Übersicht zur Flora aus dem mitteleozänen „Ölschiefer“ der Grube Messel bei Darmstadt (Hessen, Deutschland). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **252**, 109–114, Frankfurt a.M.
- WITTICH, E. (1898a): Beiträge zur Kenntnis der Messeler Braunkohle und ihrer Fauna. Erster Theil. Geologie Der Messeler Braunkohle. – Abh. Grossherzogl. Hess. Geol. L.-Anst., **3**, 77–102, Darmstadt.
- WITTICH, E. (1898b): Beiträge zur Kenntnis der Messeler Braunkohle und ihrer Fauna. Zweiter Theil. *Rhynchaëites messelensis*, ein neuer Vogel der Messeler Braunkohlen. – Abh. Grossherzogl. Hess. Geol. L.-Anst., **3**, 103–148; Darmstadt.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 23. April 2007