

schlag „in deutlichem Maße zum Ammoniakhaushalt“ der urzeitlichen Erde beigetragen haben könnte.

Die häufig postulierten langen Zeiten im Zusammenhang mit der präbiotischen Chemie nützen gar nichts.

Die vermutete lange Reaktionszeit ist angesichts vielfältiger Reaktionswege, auf denen der Ammoniak alternativ umgesetzt werden kann, aber äußerst problematisch zu bewerten; er ist über längere Zeit einfach gar nicht verfügbar. Die häufig postulierten langen Zeiten im Zusammenhang mit der präbiotischen Chemie nützen somit gar nichts.

Damit ist wieder eine unter technischen Gesichtspunkten entwickelte Synthese in einem Zusammenhang mit den Szenarien der Lebensentstehung diskutiert worden, und damit der Eindruck erweckt worden, als sei damit ein wichtiger Schritt durch empirische Befunde belegt. Dabei zeigen die Resultate, daß auch bei heute verfügbaren chemischen Erkenntnissen und Technologien eine NH_3 -Quelle für präbiotische Synthesen nicht plausibel ist. Der hier vorgestellte und diskutierte Beitrag von DÖRR et al. (2003) demonstriert ein weiteres Mal, daß die

Bereitstellung selbst einfachster Chemikalien für die ersten Synthesen biologisch relevanter Moleküle auf einer hypothetischen frühen Erde nach aktuellem Stand chemischer Technologie unbekannt ist.

Anmerkung: Die Autoren haben jüngst eine ausführlichere und populärere Version ihres Beitrags veröffentlicht (KREISEL et al. 2003).

Harald Binder

Literatur

- BINDER H (2003) Miller-Experimente zur Chemie der Lebensentstehung – 50 Jahre danach. *Stud. Int. J.* 10, 65-73.
- DÖRR M, KÄBBOHRER J, GRUNERT R, KREISEL G, BRAND WA, WERNER RA, GEILMANN H, APFEL C, ROBL C, WEIGAND W (2003) Eine mögliche präbiotische Bildung von Ammoniak aus molekularem Stickstoff auf Eisensulfidoberflächen. *Angew. Chem.* 115, 1579-1581 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 42, 1540-1543).
- KREISEL G, WOLF C, WEIGAND W, DÖRR M (2003) Wie entstand das Leben auf der Erde? *Chem. in uns. Zeit* 37, 306-313.
- MILLER SL (1953) A production of amino acids under possible primitive earth conditions. *Science* 117, 528-529.
- WÄCHTERSCHÄUSER G (1988) Before enzymes and templates: Theory of surface metabolism. *Microbiol. Rev.* 52, 452-484.
- WÄCHTERSCHÄUSER G (1992) Groundworks for an evolutionary biochemistry: The iron-sulphur world. *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 58, 85-201.

Elefantenevolution in Bewegung

Morphologie und Moleküle einmal mehr im Konflikt

Lange Zeit galt das eiszeitliche Wollhaar-Mammut (*Mammuthus primigenius*) als ausgestorbene, primitive Seitenlinie des Indischen Elefanten (*Elephas maximus*). Grundlage für diese Hypothese waren Gemeinsamkeiten in der Morphologie (Körperbau), insbesondere in der Bezahnung (s. u.). Neue molekulare und morphologische Untersuchungen an heutigen Elephantiden und dem Mammut brachten jedoch eine Überraschung. So sprechen Cytochrom b-Sequenzen (545 Basenpaare) von 5 Mammuts, 14 Indischen Elefanten und 8 Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) für eine Abstammung des Mammuts aus der Linie des Afrikanischen Elefanten, nicht aus der des Indischen Elefanten. Einmal mehr paßten Morphologie und Moleküle nicht ohne weiteres zusammen (THOMAS et al. 2000). Bemerkenswert hoch waren die Polymorphismen in allen drei Arten.

Nachdem THOMAS et al. (2000) einen genetischen Stammbaum erstellt hatten, gelangten sie

anhand einer erneuten Untersuchung der morphologischen Merkmale zur Vermutung, daß es sich bei den Gemeinsamkeiten im Körperbau um Konvergenzen handle, also um eine unabhängige Entstehung baugleicher Merkmale. Allerdings schließen ihre Studien die bisherige Auffassung nicht unbedingt aus, dennoch werden genetische Studien meist höher gewichtet als morphologische, so daß die Verwandtschaft des Mammuts mit dem Afrikanischen Elefanten nun bevorzugt wird.

Bestätigt wird dieses Ergebnis durch eine Untersuchung der gesamten Sequenz des mitochondrialen Cytochrom b und der 12S rRNA (NORO et al. 1998). Dagegen hält der Paläontologe Bill SANDERS (Museum für Paläontologie der Universität von Michigan), der die frühen Formen der Elefanten erforscht, an dem herkömmlichen Modell der Evolution der Elefanten fest. Ein Argument bezieht sich auf die Bezahnung. So sind die Zähne von Mammut und Indischem Elefant einander ähnlicher als

die vom Afrikanischen Elefanten und dem Mammut. Die Zähne der Elefanten paßten sich mit den Veränderungen der Vegetation an bodennahe Nahrung an. Nach dem neuen Stammbaum müßte sich dies bei den verschiedenen Elefanten-Formen dreimal unabhängig voneinander, also konvergent, vollzogen haben. Für SANDERS ist es wahrscheinlicher, daß sich dies nur in einer Linie vollzog, aus der drei Arten hervorgingen (SHACKLETON 2001).

Ein Widerspruch besteht auch zu älteren serologischen Studien, wonach das Mammut den gleichen Abstand sowohl zum Indischen als auch zum Afrikanischen Elefant hat wie diese zueinander (PETZSCH 2000). Fossil taucht der Afrikanische Elefant früher auf als der Indische; allerdings erscheinen alle drei Gattungen fossil zeitlich recht eng aufeinander (OSAWA et al. 1998).

Die Diskussion um die Evolution der Elefanten ist bei weitem nicht beendet; die verschiedenen Daten zu möglichen Verwandtschaftsverhältnissen ergeben kein stimmiges Bild.

Kreuzung. 1978 brachte die indische Elefantenkuh „Sheba“ im Chester Zoo in England ein Kalb zur Welt, das von dem afrikanischen Bullen „Jumbolino“ gezeugt worden war. Das Kalb hatte Körpermerkmale beider Elefantenarten. Diese Hybridisierung war unerwartet, da die beiden Elefantenarten zu verschiedenen Gattungen, *Elephas* und *Loxodonta*, gerechnet werden. Frühere Kreuzungsversuche im Zoo von Dresden von 1930 bis 1934 waren fehlgeschlagen (PETZSCH 1971).

Grundtyp-Modell. Die bisherigen Erkenntnisse erlauben eine Deutung im Rahmen des Grundtypen-Modells (SCHERER 1993). Demnach gehören alle Tiere zu einem Grundtyp, deren Gameten nach der Befruchtung wenigstens zu einem Embryo heranreifen, wobei das Erbgut beider Elternarten ausgeprägt wird. Die Tatsache, daß Afrikanischer und Indischer Elefant kreuzbar sind, vereinigt sie in einem Grundtyp, zu dem man nach den Befunden von THOMAS auch das Wollhaarmammut rechnen muß, da es dem Afrikanischen Elefanten genetisch näher steht als Afrikanischer und Indischer Elefant einander. (Sollte sich jedoch zeigen, daß es näher mit dem Indischen Elefanten verwandt ist oder von beiden Arten genetisch gleichweit entfernt ist, muß dennoch davon ausgegangen werden, daß es mit einer der Arten kreuzbar ist, da diese untereinander bei einem so geringen genetischen Abstand, wie ihn auch das Mammut zu den Arten hat, miteinander lebenden Nachwuchs zur Welt bringen können.) Die unterschiedlichen Verwandtschaftsverhältnisse je nach zugrundegelegten Merkmalen sind typisch für polyvalente Grundtypen.

Schwieriger ist die Einordnung vieler ausgestorbener Elefantenartigen zum Grundtyp „Elefant“. Aus Fossilien wie Stegodonten können meist nur kurze DNA-Stränge isoliert werden. DNA-Ana-

lysen und Vergleiche sind daher viel unsicherer, als wenn das ganze Genom zur Verfügung steht. Zudem kann die innerartliche Variationsbreite der DNA-Sequenzen durch wenige Einzelproben nicht dokumentiert werden. Die Diskussion um die neuen molekularen Studien zeigt auch, daß die Bewertung einzelner morphologischer, serologischer und genetischer Befunde für die Bestimmung der Evolutionsschritte und der taxonomischen Zuordnung problematisch ist.

Weiter ist zu klären, z.B. ob die einzelnen Populationen des Afrikanischen Elefanten überhaupt ein so einheitliches Genom besitzen, daß sie als eine einheitliche Art genetisch in die gleiche Beziehung zum Mammut gesetzt werden können. Die gegenwärtigen Stammbaumvorstellungen müssen aus diesen Gründen kritisch gesehen werden.

Es ist zu hoffen, daß weitere Fossilfunde und Forschungsergebnisse genauere und sichere Erkenntnisse bringen, aber auch, daß Hybridisierungsversuche durchgeführt werden.

Weitere Klärungen der Evolution der Elefanten könnten neue Funde liefern, die im Hochland von Äthiopien in extrem reichhaltigen Fossil-Lagerstätten entdeckt wurden. Sie werden dem Zeitraum von 24-32 Millionen Jahren zugeordnet, von dem im arabisch-afrikanischen Raum bisher fast keine Fossilien bekannt waren. Die bislang noch kaum ausgewerteten Funde zeigen, daß Tiere, die typisch für die moderne afrikanische Fauna sind, zusammen mit solchen lebten, die man für bereits früher ausgestorben gehalten hatte. Unter anderem wurden frühe Vertreter der Reihe gefunden, die man für Stammformen der Rüsseltiere, der Proboscidae, zu denen auch die heutigen Elefanten gehören, hält. Man ist erstaunt, daß offenbar neben den weiter entwickelten Formen noch die ursprünglicheren Formen im selben Lebensraum gelebt haben (www.eurekalert.org/pub_releases/2003-12/nsf-nff120103.php; www.telecom.net.et/~ena/archivenglish/DECEMBER2003/127316.0412.htm; Stand: Januar 2004). Die Ausgrabung und Auswertung der Funde wird aber noch Jahre in Anspruch nehmen und sicher auch neue Fragen aufwerfen.

Peter Klöckner

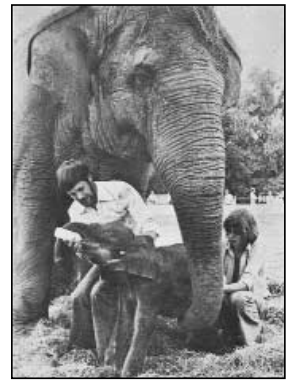


Abb. 1: Motty, der Elefantenhybride aus Afrikanischem und Indischem Elefanten.

Literatur

- BARRIEL V, THUET E & TASSY P (1999) Molecular phylogeny of Elephantidae. Extreme divergence of the extant forest African elephant. C. R. Acad. Sci. III 322, 447-454.
- NORO M, MASUDA R, DUBROVO IA, YOSHIDA MC & KATO M (1998) Molecular phylogenetic inference of the woolly mammoth *Mammuthus primigenius*, based on complete sequences of mitochondrial cytochrome b and 12S ribosomal RNA genes. J. Mol. Evol. 46, 314-326.

OSAWA T, HAYASHI S & MIKHELSON VM (1998) Phylogenetic position of mammoth and Steller's sea cow within Tethytheria demonstrated by mitochondrial DNA sequences. *J. Mol. Evol.* 44, 406-413.

PETZSCH H (1971). *Urania Neue Große Tier-Enzyklopädie*, Bd. 1 Säugetiere, Leipzig, Jena, Berlin, S. 337.

PETZSCH H (2000) *Urania Tierreich, Säugetiere*. Berlin, S. 382.

SCHERER S (1993) *Typen des Lebens*. Berlin.

SHACKLETON J (2001) Mapping elephant gene trees: a mammoth task. *Nature News Service* 3. 1. 2001; www.nature.com/nsu/010104/010104-3.html (Stand: Januar 2004)

THOMAS MG, HEGELBERG E, JONES HB, YANG Z & LISTER AM (2000) Molecular and morphological evidence on the phylogeny of the Elephantidae. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267, 2493-2500.

YANG H, GOLENBERG EM & SHOHASHI J (2000) Phylogenetic resolution within the Elephantidae using fossil DNA sequence from the American mastodon (*Mammut americanum*) as an outgroup. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93, 1190-1194. (Internet: www.elephantcare.org/genetics.htm; Stand: Januar 2004)

Ältester archäologischer Hinweis auf Jesus von Nazareth – eine Fälschung?

Die nicht endende Geschichte des Jakobus-Ossariums

Das archäologische Thema des letzten Jahres in Palästina waren ohne Zweifel Fälschungen bzw. der Verdacht auf Fälschung, wobei die beiden prominentesten Beispiele die König-Joasch-Inschrift (vgl. *Stud. Int. Journal* 10, 45-46) und das Jakobus-Ossarium waren. Ende 2002 hatte André LEMAIRE, Leiter des Bereiches für hebräische und aramäische Philologie und Epigraphie an der Pariser Sorbonne über das Ossarium berichtet, das kurz zuvor aus einer Privatsammlung in Israel aufgetaucht war. Ossarien sind hölzerne oder steinerne Behälter, in denen die Gebeine Verstorbener aufbewahrt wurden, nachdem diese nach etwa einem Jahr in der Grabkammer skelettiert waren. Die Praxis der Zweitbestattung in Ossarien war im Israel des ersten Jahrhunderts weit verbreitet, da der Platz in den in den Fels gehauenen Grabhöhlen sehr begrenzt war.

Sensationelle Inschrift. Was den Fund des 50x20x30 Zentimeter messenden Kalkstein-Behälters unter Hunderten weiterer zu einer Sensation machte, war eine in die Seite eingravierte Inschrift, die einen „Jakobus, Sohn des Josef, Bruder Jesu“ ausweist (Abb. 1). LEMAIRE war sich seinerzeit nahezu sicher: Dieser Jakobus war der Bruder Jesu, der als Leiter der Jerusalemer Urgemeinde im Jahre 62 den Märtyrertod starb. Der jüdisch-römische Historiker Flavius Josephus berichtet davon, daß Jakobus auf Betreiben des Hohenpriesters Ananus gesteinigt wurde. Ananus hatte sich dabei das kurzzeitige Machtvakuum in Palästina nach dem Tode des Statthaltes Festus,

während dessen die Römer nicht eingreifen konnten, zunutze gemacht (Jüdische Altertümer, 20. Buch, 9. Kapitel): „Der junge Ananus jedoch, ..., war von heftiger und verwegener Gemütsart und gehörte zur Sekte der Sadduzäer, die, ... , im Gerichte härter und liebloser sind als alle anderen Juden. Zur Befriedigung dieser seiner Hartherzigkeit glaubte Ananus auch jetzt, da Festus gestorben, Albinus [sein Nachfolger] aber noch nicht angekommen war, eine günstige Gelegenheit gefunden zu haben. Er versammelte daher den Hohen Rat zum Gericht und stellte vor dieses den Bruder des Jesus, der Christus genannt wird, mit Namen Jakobus, sowie noch einige andere, die er der Gesetzesübertretung anklagte und zur Steinigung führen ließ.“

Der Kirchenvater Eusebius ergänzt den Bericht unter Bezugnahme auf Clemens von Alexandria und den Historiker Hegesippus dahingehend, daß Jakobus auch in Jerusalem begraben wurde. Zu dem durch Josephus verbürgten Datum paßte die Aussage LEMAIREs, daß die Form des gefundenen Ossariums für die Zeit zwischen den Jahren 20 und 70 des ersten Jahrhunderts typisch war, und daß der Stil der eingravierten Schrift ans Ende dieser Zeitspanne weist.

Ein Problem war die Häufigkeit der Namen. Sowohl „Jesus“, als auch „Jakobus“ und „Josef“ waren weit verbreitet. Neben dem Bruder Jesu fanden sich allein unter den zwölf Jüngern zwei Männer mit dem Namen Jakobus und auch der Vater des Apostels Judas hieß so. Auf einem Katalog von 233 beschrifteten Ossarien findet sich „Jakobus“ fünfmal. „Jesus“ taucht zehn und „Josef“ sogar 19 mal auf. Zweimal findet sich gar die Kombination „Jesus, Sohn des Josef“. Was die Inschrift dennoch fast einmalig macht, ist die Nennung des Bruders neben dem Vater, wofür nur noch ein weiteres Beispiel bekannt ist. Sie könnte eigentlich nur bedeu-

Abb. 1: Die Inschrift „Jakobus, Sohn des Josef, Bruder Jesu“

