

Struktur) fortschrittlicher therischer Säugetiere mit einem primitiven Unterkiefer säugerähnlicher Reptilien spricht gegen eine taxonomische Einordnung in die Plazentalia. Deshalb glauben auch einige Paläontologen, daß es sich bei *A. nyktos* um ein Säugetier handelt, das sich von allen anderen bekannten Säugern völlig unterscheidet (siehe WUETHRICH 1997).

Mit einem Mosaik von primitiven und fortschrittlichen Merkmalen vermehrt *Aukstribosphenos nyktos* die bekannten zahllosen Fossilfunde, die in gängige phylogenetische Konzepte nicht plausibel eingeordnet werden können.

Ein Symmetrodont aus China und seine phylogenetische Bedeutung

Fundbeschreibung. Über ein nahezu vollständiges postcraniales Skelett mit Partialschädel und Zähnen eines symmetrodonten Säugers (*Zhangheotherium quinquecuspidens*) berichten Hu et al. (1997). Die Symmetrodonten sind Säugetiere aus dem Mesozoikum (Erdmittelzeit), von denen bisher nur Zähne und Kieferknochen bekannt waren. Von Evolutionstheoretikern werden sie als Teil der frühen Theriaradiation vor der Divergenz in Marsupialia und Plazentalia eingestuft (vgl. Abb. 2, Tab. 1).

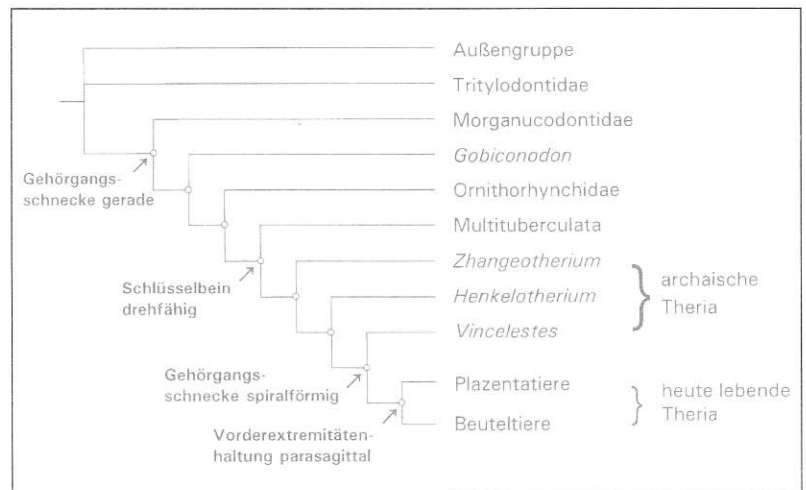
Ein charakteristisches Merkmal der Symmetrodonten ist die Anordnung von drei Höckern auf den Molaren in einem unvollkommenen Dreieck und das Fehlen eines Processus angularis am Unterkiefer.

Am postcranialen Skelett (Skelett unterhalb des Schädels) besitzt *Zhangheotherium* zahlreiche nichttherische Merkmale. Im Schultergürtelbereich ist eine Interclavicula wie bei den Reptilien und den Monotremata (eierlegende Säugetiere) vorhanden. Gegenüber den Monotremata ist die Interclavicula allerdings reduziert und das Gelenk zwischen Clavicula (Schlüsselbein) und Interclavicula in der Mobilität erhöht. Im Gegensatz zu den abgespreizten Vorderextremitäten der Monotremata nehmen die Ellenbogen der meisten lebenden Theria eine Position nahe dem Brustkorb (parasagittale Haltung) ein. Das postcraniale Skelett von *Zhangheotherium* weist auf eine mehr abgespreizte Vorderextremitätenhaltung hin. Schließlich läßt das fingerähnliche Promontorium am Schädel von *Zhangheotherium* auf eine gerade oder nur gering gekrümmte Cochlea (Gehörgangsschnecke) im Innenohr schließen. Bei den Theria ist die Cochlea dagegen spiralförmig (Hu et al. 1997). Insgesamt verfügt *Zhangheotherium* über wenige theriaähnliche Merkmale und zahlreiche nichttherische Charakteristika.

Funddeutung. Die cladistische Analyse von Hu et al. (1997) hat zum Ergebnis, daß *Zhangheotherium* an der Basis der Theria steht und mit den Multituberculata ein Schwesterntaxonverhältnis hat (Abb. 2).

Mammalia (Säugetiere)
Monotremata (Kloakentiere)
Theria
Marsupialia (Beuteltiere)
Plazentalia (Säuger mit Mutterkuchen)

Tab. 1: Grobe Einteilung der heutigen Säugetiere



Die nächst entwickeltere archaische Theriaform ist *Henkelotherium*. Ob diese Beziehungen aber auch reale historische Abstammungsverhältnisse repräsentieren, muß stark bezweifelt werden.

Die Multituberculata werden seit jeher als phylogenetisch recht isolierte ausgestorbene Säugergruppe angesehen (CLEMENS & KIELAN-JAWORSKA 1979).

Henkelotherium ist zum einen durch zahlreiche Theriamerkmale (KREBS 1991) morphologisch deutlich von *Zhangheotherium* getrennt. Zum anderen ist *Henkelotherium* aus dem Oberen Jura (KREBS 1991) sogar noch etwas älter als *Zhangheotherium* aus dem obersten Jura oder frühesten Kreidezeit (Hu et al. 1997).

Die dreieckförmige Höckeranordnung auf den Molaren (hintere Seitenzähne) der Symmetrodonta wird als primitives therisches Merkmal gedeutet, von dem sich der sogenannte „tribosphenische“ Molar (mit Talonid) der späteren Theria entwickelt habe. *Zhangheotherium* hat am unteren Molaren keinen Talonid (Anhang) besessen (Hu et al. 1997). Bereits im Mittleren Jura existiert mit *Amphitherium* aber ein Säuger, der ein Talonid besitzt (MILLS 1964) und damit in der Molarenmorphologie entwickelter war als *Zhangheotherium*. Der Molar von *Henkelotherium* mit einem Talonid läßt sich aber auch nicht vom *Amphitherium*-Molar plausibel ableiten (KREBS 1991).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß *Zhangheotherium quinquecuspidens* völlig neue Einblicke in die Anatomie des Schädels und der postcranialen Knochen der Symmetrodonten gibt. Die Abstammungsverhältnisse dieser ausgestorbenen frühen Säugetiere und damit der Theriaursprung bleiben aber auch mit dieser neu entdeckten Form unklar.

Abb. 2: Phylogenetische Beziehungen von *Zhangheotherium quinquecuspidens* nach einer cladistischen Analyse von Hu et al. (1997).

Diskussion siehe Text.

Literatur

- ARCHER M, FLANNERY TF, RITCHIE A & MOLNAR RE (1985) First Mesozoic mammal from Australia – an early Cretaceous monotreme. *Nature* 318, 363-366.
- CLEMENS WA & KIELAN-JAWOROWSKA Z (1979) Multituberculata. In: LILLEGRAVEN J, KIELAN-JAWOROWSKA Z & CLEMENS WA (eds) Mesozoic mammals. Berkeley, pp 99-149.
- HU Y, WANG Y, LUO Z & LI C (1997) A new symmetrodont mammal from China and its implications for mammalian evolution. *Nature* 390, 137-142.
- KREBS B (1991) Das Skelett von *Henkelotherium guimarae* gen. et sp. nov. (Eupantotheria, Mammalia) aus dem Oberen Jura von Portugal. *Berliner Geowiss. Abhandl.* 133A, 1-109.
- MILLS JRE (1964) The dentitions of *Peramus* and *Amphitherium*. *Proc. Linnean Soc. London* 175, 117-133.
- RICH TH, VICKERS-RICH P, CONSTANTINE A, FLANNERY TF, KOOL L & VAN KLAVEREN N (1997) A tribosphenic mammal from Mesozoic of Australia. *Science* 278, 1438-1442.
- WUETHRICH B (1997) Will fossil from down under upend mammal evolution? *Science* 278, 1401-1402.

Skandalöse Symbionten

Durch Selektion breiten sich nicht nur positive Mutationen in einer Population schneller aus, sondern Selektion beseitigt auch nachteilige Veränderungen. Die Geschwindigkeit, mit der diese Vorgänge ablaufen, ist dabei vom Einfluß der Mutationen auf die Anzahl der gezeugten Nachkommen pro Zeiteinheit abhängig. Je schädlicher die Mutationen sind, desto schneller werden sie beseitigt, etwa wenn die Vermehrung verhindert oder die Embryonalentwicklung stark gestört wird. Die entsprechenden Genotypen werden in der nächsten Generation nicht mehr vorkommen (LI & GRAUR 1991). Führen Mutationen dagegen nur zu geringfügigen Nachteilen, so können sie sich gelegentlich doch in einer Population ausbreiten, und zwar um so effektiver, je weniger Schaden sie anrichten, da sie von der Selektion immer schlechter „erkannt“ werden. So kann es gelegentlich sogar dazu kommen, daß (geringfügig) negative Mutationen sich über eine ganze Population ausbreiten (fixiert werden) können (KONDRASHOV 1995). Kann eine Population sich nicht sexuell fortpflanzen – ist sie also asexuell –, so sind die Folgen besonders bemerkenswert: ihr Genom kann degenerieren, also den biologisch relevanten Informationsgehalt verlieren. Die Geschwindigkeit dieses Zerfallsprozesses hängt dabei von der Häufigkeit der leicht negativen Mutationen, deren Wirkung und der Populationsgröße ab. Dieser Prozeß ist seit langem als „Mullers Ratsche“ bekannt (MAYNARD SMITH 1978, GABRIEL et al. 1993): Hat sich die erste negative Mutation über die Population ausgebreitet, so gibt es kein perfektes Individuum mehr, nach Fixierung der zweiten, hat sich der Schaden vergrößert, usw... Wenn nun – wie bei asexuellen Populationen – keine regelmäßige Rekombination existiert, dann können weder ursprüngliche (fittere) noch mehrfach-geschädigte Genotypen als Nachkommen gezeugt werden: Da ein „Mischen“ der „guten“ und „schlechten“ Gene schlecht möglich ist, kommt es kaum zu neuen Genkombinationen,

an denen Selektion angreifen könnte. Wenn sich nun auch keine entsprechenden ausgleichenden positiven Mutationen ereignen, so ist diese Population langfristig zum Untergang bestimmt.

Aus genau diesem Grund ist es nach HURST & McVEAN (1996) ein „evolutionärer Skandal“, daß es Linien von Organismen gibt, die viele Millionen Jahre lang ohne Sexualität (und damit regelmäßige Rekombination) überlebt haben: Eigentlich sollten sie längst an schädlichen Mutationen zugrunde gegangen sein – zumindest nach obigen theoretischen Überlegungen.

Es ist ein „evolutionärer Skandal“,
daß es Linien von Organismen gibt,
die ohne Sexualität viele Millionen
Jahre lang überlebt haben.

Ähnliches gilt auch für die in Blattläusen endosymbiontisch lebenden Bakterien der Gattung *Buchnera* (MORAN 1996). Sie werden jeweils nur von der Blattlaus-Mutter an die nächste Generation weitergegeben – mutmaßlich schon seit 100 Millionen Jahren. Dabei erleben die vielen kleinen Bakterienpopulationen in jeder Blattlausgeneration einen „Flaschenhals“, sobald sie sich auf die Eier der Blattläuse aufteilen müssen. Dieser Populationsengpaß macht sie für einen beschleunigten Zerfall des Genoms wesentlich anfälliger. Weshalb gibt es diese Art dann überhaupt noch? Zum einen könnte sein, daß der Zerfall ihres Genoms nur sehr langsam fortschreitet, zum anderen könnte es kompensierende Antworten auf die vielen negativen Mutationen geben.

Untersuchungen von MORAN (1996) ergaben nun, daß die Anzahl der nichtsynonymen Austausche in der Relation zu synonymen Austauschen bei *Buchnera* höher waren als bei normalen, ver-