

Mosaikmerkmale bei den Walartigen

Mosaikmerkmale, d.h. die Ausprägung von Merkmalen bei einer Tierart oder -gruppe für die sie eigentlich nicht typisch sind (z.B. legt das Schnabeltier Eier, obwohl es ein Säugetier ist), sind im Tierreich weit verbreitet. So gibt es auch in der Gruppe der Wale selbst zahlreiche Mosaikmerkmale:

- Wale haben einen mehrkammerigen Magen (ähnlich dem mancher Pflanzenfresser), sind aber carnivor (Fleischfresser).
- Pottwale haben einen sehr langen Darm (bis 160 m) obwohl sie Fleischfresser sind.
- Große Bartenwale haben ein Herz mit zwei Spitzen wie die Rüsseltiere.
- Der fossile Zahnwal *Squalodon* hatte mehrspitzige Backenzähne, die denen eines Haies ähneln.
- Die Chromatophoren der Wale entsprechen nicht denen der Säugetiere, sondern denen der Fische und Amphibien, ihre Hautschuppen dagegen denen der Reptilien (BEHRMANN 1994).
- Nach THENIUS (1979) zeigen die Flußdelphine, die als die primitivsten rezenten Zahnwale gelten, sowohl zahlreiche primitive Merkmale (Großhirn mit einfacher Furchung, mächtige Riechkolben, freie Halswirbel, kräftig entwickeltes Brustbein, kurze und breite Vorderflossen, Fehlen einer echten Rückenflosse, einfaches Luftsacksystem) als auch hochspezialisierte (z.B. Maxillarkämme, Gebiß, Augen stark rückgebildet, überdimensionierter Sonarapparat, Becken bei *Platanista* völlig reduziert).

male aufweisen, was schon LAMARCK (1744-1829) aufgefallen ist. Ihre Vorfahren wurden daher von manchen Wissenschaftlern trotz eindeutiger Säugetiermerkmale unter den wasserlebenden Thalattosauriern gesucht – nicht nur aus diesem Grund wird vielfach von einem polyphyletischen Ursprung der Säugetiere ausgegangen (BEHRMANN 1994).

• Molekularbiologische Daten (Analyse mitochondrialer Erbsubstanz) sprechen für eine engere Verwandtschaft der Pottwale mit den Bartenwalen als mit den übrigen Zahnwalen. Da sich Pottwale wie andere Zahnwale mit Ultraschall orientieren können, wirft das die Frage auf, ob die Bartenwale diese Fähigkeit sekundär verloren haben oder ob sie im Laufe der Evolution zweimal „erfunden“ wurde (BERTA 1994). Beide Möglichkeiten sind problematisch: Einerseits ist es unglaublich, daß ein nützlicher Orientierungssinn (Ultraschall-ortung) in einem im wesentlichen unveränderten Lebensraum aufgegeben wird. Andererseits widerspricht auch die mehrmalige unabhängige Entstehung gleichartiger komplexer Merkmale evolutionstheoretischen Erwartungen.³

• In der Anatomie des Nasenraums ähnelt der Pottwal mehr den Bartenwalen als den Zahnwalen (MILINKOVITCH 1995).

• Nach serologischen Untersuchungen (Verträglichkeit der Bluteiweiße) stehen Zahn- und Bartenwale den Pflanzenfressern näher, die Pottwale

dagegen den Fleischfressern (BEHRMANN 1994). Damit werden der Mosaikcharakter der Merkmalsverteilung der Walartigen weiter unterstrichen und Stammbaumrekonstruktionen erschwert.

Trotz einer mittlerweile recht umfangreichen Zahl von Funden fossiler Wale ist die Feststellung von A. S. ROMER (1983) weiterhin aktuell: „Die Abstammung der rezenten Wale ist noch nicht geklärt.“

Anmerkungen

- ¹ Das Säugen geschieht bei den Walen anders als sonst bei den Säugetieren. Hier wird die Milch nicht vom Jungtier durch Saugen aufgenommen, sondern vom Muttertier durch Muskelkontraktion in das Maul des Jungen gedrückt. Auf diese Art und Weise wird die Aufnahme von Salzwasser während des „Säugens“ vermieden.
- ² Der Name *Basilosaurus* rührt daher, daß man diese Gattung zunächst den Sauriern zugeordnet hatte.
- ³ Es ist schon schwierig, die einmalige evolutive Entstehung eines komplexen Merkmals durch die bekannten Evolutionsmechanismen plausibel zu machen; der Erklärungsbedarf wird noch erheblich größer, wenn eine Fähigkeit wie Ultraschallortung zweimal unabhängig entstanden sein soll.

Literatur

- BEHRMANN G (1994) Evolution der Wale. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- BERTA A (1994) What is a Whale? *Science* 263, 180-181.
- GINGERICH PD, SMITH BH & SIMONS EL (1990) Hind limbs of Eocene *Basilosaurus*. Evidence of feet in whales. *Science* 249, 154.
- GINGERICH PD, RAZA SM, ARIF M, ANWAR N & ZHOU X (1994) New whale from the eocene of Pakistan and the origin of cetacean swimming. *Nature* 368, 844-847.
- KUHN-SCHNYDER E & RIEBER H (1984) Paläozoologie. Stuttgart, New York.
- MILINKOVITCH MC (1995) Molecular phylogeny of cetaceans prompts revision of morphological transformations. *Tr. Ecol. Evol.* 10, 328-334.
- RAY J (1693) *Synopsis Methodica Animalium Quadrupedum et Serpentinum Generis*, 8. London.
- REHFELD K (1995) Neue Erkenntnis über die Evolution der Wale. *Naturw. Rdsch.* 48, 192-193.
- ROMER AS (1983) *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere*. 5.A. Hamburg, Berlin.
- STANLEY SM (1994) *Historische Geologie*. Heidelberg, Berlin, Oxford.
- THENIUS E (1988) Stammesgeschichte der Wale. In: GRZIMEK B (Hg) *Grzimeks Enzyklopädie – Säugetiere*. Band 4. München.
- THENIUS E (1979) *Die Evolution der Säugetiere*. Stuttgart, New York.
- THEWISSEN JGM, HUSSAIN ST & ARIF M (1994) Fossil Evidence of the Origin of Aquatic Locomotion in Archaeocete Whales. *Science* 263, 210-212.

Die Erde wird 6000 Jahre alt

Wird über die Entwicklung der Vorstellungen zum Erdalter berichtet, so darf eine Zahl nicht fehlen: das Schöpfungsdatum 4004 v. Chr., von Bischof USSHER scheinbar ausschließlich nach den chronologischen Angaben der Bibel errechnet. Manchmal wird das Schöpfungsereignis noch präziser gefaßt: am Sonntag den 23. Oktober um 9 Uhr morgens – eine Angabe, die ebenfalls auf USSHER zurückgehen soll. Folgt man dieser Chronologie, so erreicht die Erde im Jahr 1996 das runde Alter von 6000 Jahren (das Jahr Null gibt es übrigens nicht). Eine Zahl von einiger Brisanz, denn nach dem biblischen „tausend Jahre wie ein Tag“ könnte die mögliche Analogie mit den 6 Schöpfungstagen im Laufe des Jahres 1996 einige Endzeitpropheten auf den Plan rufen. Anlaß genug also, das Zustandekommen dieses Datums näher zu beleuchten.

James USSHER (1681-1686) war anglikanischer Erzbischof von Armagh in Irland und auch Vizekanzler (Vice-Chancellor) des Trinity College in Dublin. In seinem berühmten Werk mit dem für die damalige Zeit typischen ausladenden Titel: „*Annales veteris testamenti, a prima mundi origine deducti, una cum rerum Asiaticarum et Aegyptiacarum chronico, a temporis historici principio usque ad Maccabaicorum initia producto*“ von 1680 nennt er tatsächlich den 23. Oktober. Allerdings begann das Schöpfungshandeln Gottes nach seinen Überlegungen am Vorabend des 23. Oktober, also am Samstagabend den 22. Oktober, im Jahre 710 des Julianischen Kalenders.

Das Julianische Datum wurde 1583 von dem französischen Gelehrten Joseph Justus SCALIGER eingeführt. Der Nullpunkt dieser durchgängigen Tageszählung liegt so weit in der Vergangenheit, daß jede historische Epoche darin eingeschlossen werden kann. Dadurch bildet es ein Bezugssystem, das die Konvertierung der astronomischen Kalender aus den verschiedensten Kulturen erlaubt. Die Tagesfolge bildet einen großen Zyklus von 7980 Jahren, Julianische Periode genannt. Diese Zahl erhielt SCALIGER aus der Multiplikation des Sonnenzirkels (28 Jahre) mit dem Mondzyklus (19 Jahre) und dem 15-jährigen Zyklus der römischen Steuerschätzung. USSHER übernahm dieses Bezugssystem, dessen Zählung am 1. Januar 4713 vor Christus beginnt, dem Jahr, in dem die drei Zyklen gleichzeitig starten (weitere Einzelheiten siehe MOYER 1981).

Die christliche Ära beginnt dann nach USSHERS Überlegungen im Jahr 4714 des Julianischen Kalenders. Nach weiteren chronologischen Berechnungen leitet er für die Schöpfung der Welt das Jahr 4004 v. Chr. ab, was dem Jahr 710 des Julianischen Kalenders entspricht. In USSHERS Werk „*Annales ...*“ sind Jahreszahlen nach beiden Zählweisen neben

Versen aus der Bibel aufgeführt; unmittelbar neben dem ersten Vers der Bibel stehen also die Zahlen 4004 (v. Chr.) und 710 (nach dem Julianischen Kalender).

Hier liegt ein Problem, denn nach dem biblischen Bericht wurden Sonne und Mond erst am vierten Tag geschaffen. Eine perfekte Schöpfung sollte sich durch den synchronen Beginn von Sonnenzirkel und Mondzyklus auszeichnen, eine Bedingung, die offenkundig nicht erfüllt ist. Vermutlich war sich USSHER seiner Sache nicht sicher und wollte die Diskussion über diese Thematik offenhalten. Eine Stütze seiner Berechnungen mag darin bestanden haben, daß die Zahl 4004 durch 28, den Sonnenzirkel, teilbar ist. Damals hatte die Zahlenmystik auch in der Astronomie noch eine große Bedeutung, sie konnte durchaus darüber entscheiden, wie die Heilige Schrift zu deuten ist.

USSHER hatte die Wahl unter mehreren Chronologien verschiedener Bibeltexte. Er nennt für die Zeit zwischen Schöpfung und Sintflut die Zahlen aus vier Texten: nach dem hebräischen Text 1656 Jahre, nach dem Samaritanischen Pentateuch 1307 Jahre, nach der Septuaginta von EUSEBIUS 2242 Jahre und schließlich nach einem äthiopischen Text 2262 Jahre. Den hebräischen Text hielt USSHER für den zuverlässigsten, und er bildet die Grundlage für die genannte Chronologie und das Schöpfungsdatum. Die Jahresangabe 4004 v. Chr. wurde 1701 in einer englischen Bibelausgabe als Randnotiz eingefügt und erschien schon wenig später in anderen Übersetzungen. Von da an wurde sie bis in die erste Hälfte unseres Jahrhunderts in weiteren Bibelausgaben abgedruckt.

Geht aber auch die Uhrzeit der Schöpfung auf USSHER zurück? Offensichtlich nicht. Schon vor USSHER hat sich sein Zeitgenosse John LIGHTFOOT (1602-1675) aus Cambridge in mehreren Schriften zum Schöpfungsdatum geäußert. LIGHTFOOT war Schriftgelehrter am Christ's College in Cambridge und später auch Vice-Chancellor. In der kurzen Arbeit „*Observations on Genesis*“ (1642) setzt er die Erschaffung des Menschen (nicht den Beginn der Schöpfung) auf 9 Uhr morgens zur Tagundnachtgleiche im September fest. LIGHTFOOT verwendete nur einen Bibeltext, das Schöpfungsjahr ist bei ihm 3928 v. Chr. LIGHTFOOT und USSHER waren jedoch nicht die einzigen Gelehrten, die derartige Berechnungen anstellten. In einer Arbeit von Alphonse DES VIGNOLLES aus dem Jahr 1738 werden über 200 solcher Versuche genannt.

In vielen Büchern oder Fachartikeln gilt noch heute James USSHER als der eigentliche Urheber des genauen Datums und sogar der Uhrzeit der Schöpfung. Dabei werden jedoch fälschlicherweise verschiedene Quellen vermischt. Wie es dazu

kommen konnte, ist in den meisten Fällen nicht nachvollziehbar, da gerade für diese Angaben in der Regel keine Belege zitiert werden. Auch wird in vielen Arbeiten der Eindruck erweckt, die Jahreszahl sei nur durch Berechnungen anhand der biblischen Patriarchenfolge entstanden. Als nur ein Beispiel unter vielen sei ALBRITTON (1980, S. 17) erwähnt, der in der Einleitung seines Buches vermerkt, daß im 17. Jahrhundert Altersrechnungen auf der Basis biblischer Chronologien überhand genommen hätten – und nennt als bekanntesten Vertreter USSHER! Solche Aussagen sind unvollständig. USSHER ging es um die Übereinstimmung von biblischer Chronologie und astronomischen Beobachtungen, wobei er sich der Einschränkungen des biblischen Berichtes angesichts mehrerer Überlieferungen durchaus bewußt war. Wenn er über zwei Jahrhunderte hinweg bis heute für eine dogmatische Sicht des Schöpfungsdatums verantwort-

lich gemacht wird (oft nur mit dem Zweck, dieses Thema ins Lächerliche zu ziehen), so geht dies an der Intention USSHERS, seinen redlichen Bemühungen um die Wahrheitsfindung und schließlich auch ein Stück weit an der tatsächlichen Entstehungsgeschichte dieser Rechnungen vorbei.

Thomas Fritzsche

Literatur

- ALBRITTON CC (1980) *The abyss of time*. Freeman, Cooper & Company, San Francisco.
 BRICE WR (1982) Bishop Ussher, John Lightfoot and the age of creation. *J. Geol. Education* 30, 18-24.
 MOYER G (1981) The origin of the Julian day system. *Sky and Telescope* 62, 311-313.
 REESE RL, EVERETT SM & CRAUN ED (1981) The chronology of Archbishop James Usher. *Sky and Telescope* 62, 404-405.

Die Entstehung einer Erzlagerstätte direkt beobachtet

Die Lagerstättenkunde hat durch die Platten-tektonik wichtige Impulse erhalten. Besonders die Abkühlung neu gebildeter ozeanischer Kruste entlang des weltumspannenden Mittelozeanischen Gebirgssystems ist ein erster Schritt zur Entstehung von Erzlagerstätten. Hydrothermale Aktivität und das Ausströmen fein verteilter Metallsulfide („black smoker“) am Mittelatlantischen Rücken im Bereich der Trans-Atlantic Geotraverse (TAG) wurden erstmals 1985 entdeckt. Die Lösungs- und Ausfällungsprozesse in der durchlässigen ozeanischen Kruste, die vom Kontakt des kalten Meerwassers mit dem heißen Gestein aus dem Erdinnern herrühren, verändern nicht nur die Zusammensetzung der Kruste selbst, sie haben auch erheblichen Einfluß auf den Gehalt an Spurenelementen im Meerwasser. Die Sulfidabscheidungen auf dem Meeresgrund werden als rezente Entsprechungen zu den massiven Sulfiderzen angesehen, wie man sie in den Ophiolith-Komplexen, z.B. auf Zypern, findet.

Um die Austauschprozesse bei der hydrothermalen Zirkulation und die Erzanreicherung besser zu verstehen, wurden in einer im TAG-Feld gelegenen Erhebung in rund 3650 m Wassertiefe 17 Bohrungen niedergebracht, die den dreidimensionalen Bau solch eines aktiven Systems erhellen sollten. Die Erhebung ist etwa 50 m hoch und mißt 200 m im Durchmesser. Es sind zwei Terrassen zu erkennen, die sich vermutlich in Phasen verstärkter hydrothermaler Aktivität entwickelten. Auf der höhergelegenen Terrasse sind Schwarze Raucher verteilt, aus denen eine bis zu 363°C heiße Flüssigkeit strömt. Rund 70 m davon entfernt ist eine Ansammlung sog. Weißer Raucher. Die mit 260-300°C ausströmende Flüssigkeit enthält fein verteiltes Zinksulfid, das für

die weiße Färbung verantwortlich ist.

Aus den Bohrungen, von denen eine bis 125 m unter den Meeresboden reichte, ergibt sich ein ungefähres Bild vom Aufbau des aktiven Hügels: Oben liegt eine 10-20 m mächtige Schicht, die hauptsächlich aus Pyrit, einem Eisensulfid, besteht. Darunter folgen bis in 45 m Tiefe Pyrit-Anhydrit (CaSO_4)-Brekzien, zu denen ab 30 m Tiefe eine silikatische Komponente kommt. Der Anhydrit tritt auch als Gangfüllung auf, die Gänge können bis zu 45 cm dick sein. Darunter liegt eine Schicht mit Pyrit-Silikat-Brekzien; ein Teil der bis 5 cm dicken Fragmente waren ursprünglich neu gebildeter Ozeankrusten-Basalt, der später silifiziert wurde. Ab etwa 100 m Tiefe folgen chloritisierte Basaltbrekzien, die von Quarz und Pyrit zementiert wurden.

Die Abfolge von Brekzien, aber auch die großen Mengen an Sulfiden, sind nicht mit einem kontinuierlichen Wachstum dieser Struktur erklärbar. Offenbar führen episodische Vorgänge in der Ozeankruste zur Zertrümmerung und Aufarbeitung der Ablagerungen. Dem seitlich eindringenden Meerwasser öffnen sich dabei neue Wege, das Wasser wird erhitzt, die heißen Lösungen überprägen die Brekzien. Derartige Ereignisse sind offenkundig wiederholt aufgetreten. Davon betroffen waren auch die Erzabscheidungen auf dem Meeresgrund. Die Sulfid-Röhren oder „Auslaßventile“ für die heißen Lösungen sind vermutlich des öfteren zusammengefallen und wurden bei den hydrothermalen Prozessen aufgearbeitet. Mit der Zeit hat sich eine beachtliche Menge Erz angesammelt.

Auch die großen Mengen an Anhydrit und deren Rolle bei den chemischen Umsetzungen waren vor-