

das Holz am härtesten ist. Jeder Speer hat die gleiche Proportion wie moderne Speere mit maximaler Dicke und größtem Gewicht (Schwerpunktzentrum) im vorderen Bereich und einem langen hinteren Teil, das sich zum Ende hin verjüngt (THIEME 1997). Die Herstellung der Speere beanspruchte einen beträchtlichen Einsatz an Fähigkeiten und Zeit. Ein entsprechender Baum mußte ausgewählt und gefällt werden. Die Zweige und die Rinde wurden entfernt. Aus dem Stamm wurde die Grobform des Speeres hergestellt. Anschließend erfolgte die Feinbearbeitung bis zur endgültigen Form des Speeres. Man erkennt hier eine intensive Planung, einen anspruchsvollen Entwurf und Geduld beim Schnitzen des Holzes. Alle diese Fähigkeiten wurden bisher nur dem modernen Menschen zugebilligt (DENNELL 1997).

Die Zeit ist (über?)reif für eine Korrektur des gängigen Bildes vom Frühmenschen (*Homo erectus*, archaischer *Homo sapiens*). *Homo erectus* wird in der Paläanthropologie immer noch als geistig tiefstehendes Wesen ohne Sprache in unserem Sinne angesehen (siehe TOTH & SCHICK 1993 und STRINGER & MCKIE 1996). Herstellung und Gebrauch der Holzspeere von Schöningen widersprechen dieser Vorstellung entschieden. Darüber hinaus existiert eine Anzahl weiterer menschlicher Artefakte aus dem

Die Zeit ist reif für eine Korrektur des gängigen Bildes vom Frühmenschen

Altpaläolithikum, die mit der Vorstellung eines primitiven Frühmenschen nicht vereinbar sind (BEDNARIK 1992, ZIEGERT 1995, BAHN 1996). Hier muß insbesondere die älteste Skulptur von dem Acheuléenort Berekhat Ram/Israel genannt werden (Abb. 2). Es handelt sich um ein kleines Stück vulkanischen Gesteins, das 233.000 – 800.000 Jahre alt datiert wird. Der einer weiblichen Figur ähnelnde

Stein weist Einkerbungen um den Hals und entlang der Arme auf (GOREN-INBAR 1986). Mikroskopische Untersuchungen haben gezeigt, daß diese Gruben kein Naturprodukt, sondern das Ergebnis menschlicher Bearbeitung sind (MARSHACK 1995, BAHN 1996). Aus solchen Funden muß der Schluß gezogen werden, daß schon der Frühmensch die kognitiven Voraussetzungen für ein dem modernen Menschen in allen Aspekten vergleichbares Verhalten besaß.

Michael Brandt



Abb. 2: Eine weibliche Figur aus vulkanischem Gestein vom Acheuléenort Berekhat Ram, Israel (nach GOREN-INBAR 1986). Mit einem datierten Alter von 233.000 – 800.000 Jahren ist es die älteste bekannte figürliche Darstellung.

Literatur

- BAHN PG (1996) Further back down under. *Nature* 383, 577–578.
- BEDNARIK RG (1992) Palaeoart and archaeological myths. *Cambridge Archeol. J.* 2, 27–57.
- DENNELL R (1997) The world's oldest spears. *Nature* 385, 767–768.
- GOREN-INBAR N (1986) A figurine from Acheulian site of Berekhat Ram. *Mt-tequfat ha-even* 19, 7–12.
- MARSHACK A (1995) On the „geological“ explanation of the Berekhat Ram figurine. *Curr. Anthropol.* 36, 495.
- OAKLEY KP, ANDREWS P, KEELEY LH & CLARK JD (1977) A reappraisal of the Clacton spearpoint. *Proc. Prehist. Soc.* 43, 13–30.
- STRINGER C & MCKIE R (1996) Afrika – Wiege der Menschheit. München.
- THIEME H (1997) Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature* 385, 807–810.
- TOTH N (1988) Spear. In: TATTERSALL I, DELSON E & VAN COUVERING J (eds) *Encyclopedia of human evolution and prehistory*. New York & London, pp 535–536.
- TOTH N & SCHICK KD (1993) Early stone industries and inferences regarding language and cognition. In: GIBSON K & INGOLD T (eds) *Tools, language and cognition in human evolution*. Cambridge, pp 346–362.
- ZIEGERT H (1995) Neue Lebensbilder des Menschen an altsteinzeitlichen Sahara-Seen. II. Das neue Bild des Urmenschen. *Uni-HH-Forschung: Wissenschaftsberichte aus der Universität Hamburg*, Nr. XXX, 9–15.

Planetare Vagabunden — Risiko für die Erde?

Neue Ergebnisse zum Dinosauriersterben?

Am Abend des 9. Oktober 1992 ereignete sich in Johnstown, Pennsylvania, ein Naturschauspiel besonderer Art. Eingleißender Feuerball, heller als der Vollmond, zog mit der atemberaubenden Geschwindigkeit von 50.000 Kilometern pro Stunde in nordöstlicher Richtung seine Bahn über den Nachthimmel. Immer wieder lösten sich während

des 700 Kilometer langen Fluges durch die Atmosphäre kleinere Feuerkugeln mit leuchtenden Schweifen ab, blieben hinter der Hauptmasse zurück und verglühten schließlich. Obwohl schon allein diese Leuchterscheinungen beim Fall des Meteoriten Peekskill als spektakulär einzustufen waren, ließ es sich der kosmische Vagabund nicht

nehmen, bei seinem Aufprall im Staat New York auch noch das Heck eines parkenden Personenwagens zu durchschlagen. Augenzeugen erstellten Videoaufnahmen der Leuchtspur, so daß amerikanische und kanadische Astrophysiker die interplanetare Bahn dieses Meteoriten zurückberechnen konnten. Dabei stellte sich heraus, daß der sonnenfernste Punkt zwischen dem Planeten Mars und Jupiter gelegen hatte. Hier befinden wir uns im Reich der Kleinplaneten, die mit Größen zwischen 1000 Kilometern und nur wenigen Metern im sogenannten Asteroidengürtel zu Hunderttausenden ihre Bahn um die Sonne ziehen (METZLER 1996). Zusammenstöße führen immer wieder zu Störungen oder Abspaltungen von Bruchstücken, die als Meteorite auf erdbahnkreuzende Bahnen gelangen und teilweise mit der Erde zusammenstoßen können.

Auch Kometen sind zu den potentiell gefährlichen kosmischen Geschossen zu rechnen. Uns sitzt noch der Schrecken in den Gliedern, wie unbeachtet von der Fachwelt der japanische Hobbyastronom HYAKUTAKE beim Blick durch sein Fernglas am 31. Januar 1996 seinen Kometen entdeckte. Vier Wochen später stand eine spektakuläre Kometenerscheinung am Himmel. Nahezu ebenso dramatisch gestaltete sich die Erscheinung des Jahrhundert-Kometen Hale-Bopp im Frühjahr diesen Jahres. Diese Objekte sind der Erde glücklicherweise nicht bedrohlich nahe gekommen, haben uns aber auf das Gefahrenpotential von außen erneut aufmerksam gemacht.

Muß die Menschheit darauf gefaßt sein, daß sie eine Katastrophe von außen ereilt, ähnlich wie beim Aussterben der Dinosaurier angenommen? Wissenschaftler sind sich über den Grad der Gefähr-

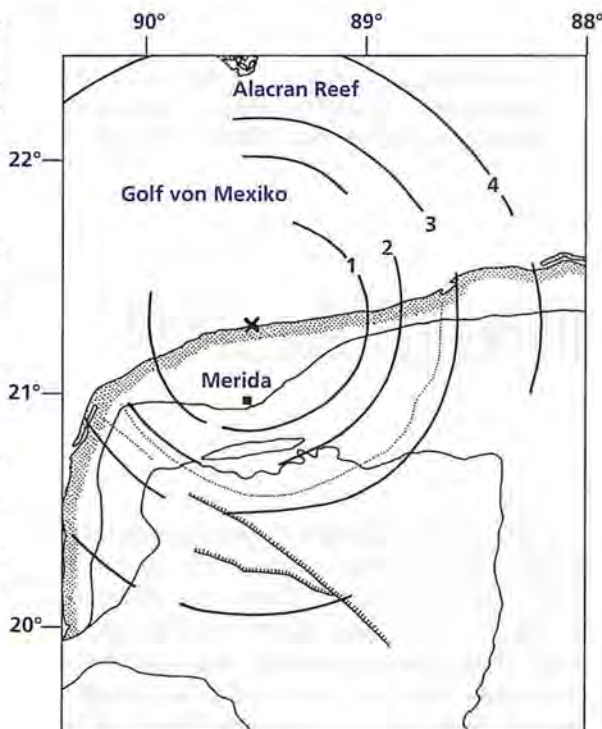
dung nicht einig. Einige halten es für schlicht undenkbar, daß in absehbarer Zeit ein Körper mit der Erde zusammenstoßen könnte. Andere wiederum halten das Risiko, durch einen Einschlag eines solchen Himmelskörpers ums Leben zu kommen, für größer als das, mit einem Flugzeug abzustürzen. Deshalb werden heute weltweite Anstrengungen angestellt, um erdnahe Objekte zu entdecken, zu verfolgen und zu charakterisieren, um der Diskussion eine solide Basis zu geben.

Über den Untergang der Dinosaurier wurde viel spekuliert. Seit der Entdeckung ungewöhnlicher Anreicherungen des in Meteoriten häufigen Elements Iridium in den Schichten wenig oberhalb der letzten gesicherten Dinosaurierfunde wird lebhaft ein Meteoriteneinschlag als Ursache diskutiert. Weitere Indizien, wie geschockte Quarze und Hochdruckmodifikationen von Mineralien, stützen diese Hypothese. Der „passende“ Krater wurde indes lange Zeit nicht gefunden. In den letzten Jahren hat sich in diesem Umfeld einiges getan. Insbesondere Bohrkernanalysen erbrachten eine weitere Bestätigung für ein Impaktereignis.

Entdeckung eines verdächtigen Kraters. Mittels Radaraufnahmen aus dem Space Shuttle im April 1994 wurde am Rande der mexikanischen Halbinsel Yukatan nördlich von Chicxulub in dreidimensionalen Bildern eine Kraterformation dokumentiert, die von der Größe und der Altersabschätzung dem Dinosauriersterben zugeordnet werden kann. Die Darstellung in Abb. 1 zeigt schematisch die ringförmigen Strukturen als Hinweis auf einen Einschlagskrater an der Küste des Golfs von Mexiko bei Yukatan. Abb. 2a zeigt das Ergebnis einer 3D-Darstellung der Kraterformation mittels Radar aus dem Weltraum, während in Abb. 2b Einzelheiten eines Ringwalls erkennbar sind. Um diesen rund 170 Kilometer großen Krater (andere Quellen sprechen von bis zu 300 Kilometern) zu erzeugen, mußte der einschlagende Meteorit zwischen zehn und zwanzig Kilometer Durchmesser gehabt haben. Die damaligen Geschehnisse kamen einem Weltuntergang gleich: Ein gigantischer Feuerball fuhr nieder und ein brachialer Schlag erschütterte die Erdkruste, löste weltweit Erdbeben und verheerende Flutwellen – sogenannte Tsunamis – aus und schleuderte Unmengen verdampften Gesteins sowie Staub in die obere Atmosphäre. Eine monatelange Dunkelheit senkte sich über die Erde, saurer Regen fiel hernieder und der langsam absinkende Staub bedeckte den Boden mit Schichten unterschiedlicher Dicke. Ein entsprechendes Einschlagsszenario ist in Abb. 3 dargestellt.

Fossilien von Dinosauriern und von vielen anderen damals existierenden Lebewesen lassen sich nur unter dieser Sedimentschicht finden: darüber fehlen sie. Vermutlich ist der Großteil der damaligen Fauna in einer verheerenden Kältewelle, die

Abb. 1: Grundriß der Einschlagsformation im Uferbereich des Golfs von Mexiko bei Yukatan. Die Skalen zeigen die geographische Breite bzw. Länge des Einschlagsortes an. Der mit X bezeichnete Ort gilt als Einschlagszentrum, während die mit 1 bis 4 gekennzeichneten Kreisstrukturen die Kraterwälle des Multi-Ring-Beckens andeuten. (Nach SHARPTON 1995).



der Explosion folgte, zugrunde gegangen.

Bald erwärmte sich aber die Atmosphäre wieder und ein über Jahrhunderte anhaltender Treibhauseffekt muß ebenso lebensvernichtend gewesen sein. Der Meteorit hatte nämlich die Erde an einer empfindlichen Stelle getroffen: Die Erdkruste im Einschlagsgebiet weist eine mächtige Kalksteinschicht auf; weniger als zwei Prozent der Erdkruste enthalten vergleichbare Mengen an karbonatischem Gestein (GEHRELS 1996). Die Explosion verdampfte einen Großteil dieser Sedimente und setzte damit enorme Mengen Kohlendioxid frei, das gemeinsam mit anderen Treibhausgasen die Wärmestrahlung der Erde absorbierte, so daß vermutlich nicht die anfängliche Kälte, sondern die darauffolgende starke Aufheizung der Atmosphäre die erwähnte große Zahl aussterben ließ.

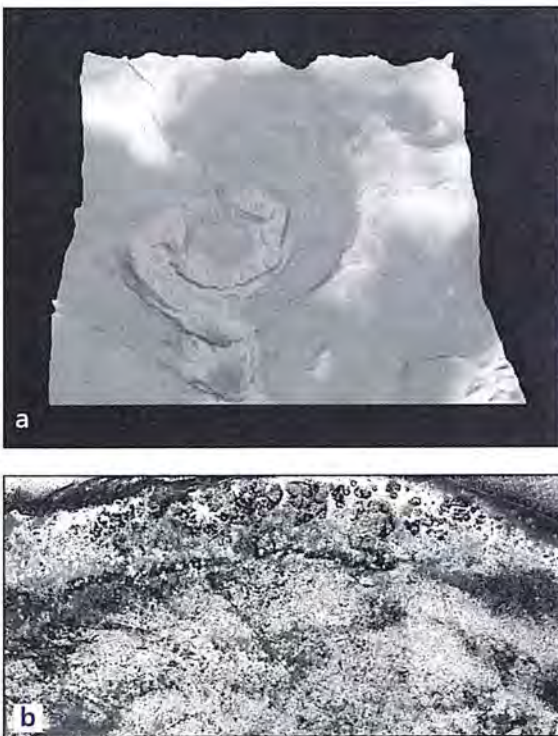


Abb. 2: **a** Dreidimensionale Darstellung der Kraterformation mittels Radaraufnahme aus dem Space Shuttle. Das ermittelte Alter, seine Lage und Größe machen ihn zu einem der besten Kandidaten für eine globale Katastrophe für das Klima, die Tier- und die Pflanzenwelt. Zudem stimmen die Ergebnisse mit Untersuchungen anderer Wissenschaftler überein, die kreisförmige Gravitations- und Magnetfeldmuster in dieser Gegend ermittelt haben. (NASA/JPL Pasadena.) **b** Ausschnitt aus der kreisförmigen Kraterstruktur mit Einzelheiten des bedeckten Kraterwalls im südwestlichen Bereich. Das Bild wurde am 14. April 1994 vom Space Shuttle Endeavour aus im C- und X-Band aufgenommen. Die Strukturen wurden durch Überlagerung der verschiedenen Wellenlängen erhalten. Das 10 Kilometer breite, helle Band zeigt einen Mangroven-Sumpf. (NASA/JPL Pasadena.)



Abb. 3: Darstellung eines Zusammenstoßes zwischen Asteroid und Erde aus der Sicht eines Künstlers.

Bohrkerne erhärten den Befund. „We have got the smoking gun.“ Mit dieser Erklärung trat der Leiter des internationalen Ocean Drilling Program ODP, Richard D. NORRIS, am 16. 2. 1997 vor die Presse.

Wissenschaftler an Bord der „Joides Resolution“ verbrachten fünf Wochen östlich der Küste von Florida, um Bohrkerne aus den Sedimenten unter dem 3000 Meter tiefen Wasser zu bergen. NORRIS sprach von drei Schichten, die so noch nicht gesehen wurden:

- „happy-go-lucky ocean“: Das war die tiefste Schicht, die Spuren von vielen Tieren enthielt und aus der Zeit vor dem Impakt-Ereignis stammen soll.
- Darüber kommt eine Lage, die mit kleinen grünen Glaskügelchen durchsetzt ist, die man für ursprüngliches Ozeanbodenmaterial hält; aufgrund der gewaltigen Energiefreisetzung beim Einschlag war es geschmolzen.
- Darüber findet sich eine rostbraune Lage, die NORRIS für Spuren des verdampften Meteoriten selbst hält. Diese Lage wurde auch schon anderweitig ermittelt und zeichnet sich durch einen hohen Iridiumgehalt aus.
- Direkt über der rostbraunen Lage liegt eine fünf Zentimeter dicke graue Schicht, die eine nahezu tote Welt repräsentiert. „It was not a completely dead ocean, but most of the species that are seen before are gone. There are just some very minute fossils. These were the survivors in the ocean.“ Soweit Richard D. NORRIS in einer Ankündigung seiner Entdeckung im Internet (NORRIS 1997).

Der Direktor für Geowissenschaften der National Science Foundation in den USA, Robert W. CORELL, meinte, die Bohrkerne seien der bisher stärkste Beweis für das Auslöschen der Dinosaurier durch einen Meteoriteneinschlag. „In my point of view, this is the most significant discovery in geoscience in 20 years.“ Hier muß allerdings einschränkend gesagt werden, daß eine Reihe anderer Arbeiten zu diesem Gesamtbild beigetragen haben, so daß erst alle Indizien zusammengenommen ein Dinosauriersterben im Zusammenhang mit einem Einschlagsszenario wahrscheinlich machen.

Nun meint der Geochemiker Frank KYTE von der Universität von Kalifornien in Los Angeles Reste des Einschlagskörpers gefunden zu haben (BAIER 1997).

Der Fundort liegt im Boden des nordwestlichen Nordpazifik, tausend Kilometer von der Einschlagstelle entfernt.

KYTES Entdeckung war kein Zufall. Er hatte in den Bohrkernen aus dem Pazifik nach Spuren der riesigen Staubwolken gesucht, die nach dem Einschlag über die Erde gezogen sein und die Sonne verdeckt haben mußten. Er fand sie in einer 10 Zentimeter dicken Schicht. An deren Boden fiel ihm in einem der Bohrkern ein etwa drei Millimeter großes Stück Gestein auf. KYTES Vermutung, es könne ein Teil eines Meteoriten sein, verstärkte sich bei der Untersuchung. Sie ergab, daß das Stückchen reich an Metallen war, die auf der Erde selten anzutreffen sind, in Meteoriten aber häufiger vorkommen. Noch überzeugender hielt er den Nachweis feiner Körnchen aus 87% reinem Nickel in Mikrometergröße.

Die Schicht, in der KYTE den Meteoriten fand, hat einen hohen Gehalt an Trümmern und Stäuben, die aus dem Krater in Yukatan stammen müssen. Der Fund des Gesteinsstücks könnte auch die Ungewißheit beenden, ob der Einschlagskörper ein Komet oder ein Asteroid war: Freie Metalle kommen – soweit man heute weiß – in Kometen nicht vor.

Die Forschergruppe um den Geologen Walter ALVAREZ von der Universität von Kalifornien, Berkeley, hatte dieses Impaktszenario im Jahre 1980 entworfen (ALVAREZ 1980). Anfangs fand diese Idee wenig Unterstützung, zeichnete sie doch ein zu katastrophisches Bild vom fossilen Faunenschnitt am Ende der Dinosaurierära. Heute ist es weitgehend

akzeptiert, daß ein zehn bis zwanzig Kilometer großes Objekt mit Tausenden von Kilometern pro Stunde in die Erde raste und einen rund 200 Kilometer großen Krater schlug. Die dabei freigesetzte Energie war höher als die Summe der Explosionskraft aller bisher erzeugten Nuklearwaffen der Erde. Bei dieser Katastrophe apokalyptischen Ausmaßes sollen – so die vorherrschende Meinung in Wissenschaftskreisen – vor 65 Millionen Jahren rund 70% aller Spezies inklusive der letzten damals noch existierenden Dinosaurier ausgestorben sein.

Norbert Pailer

Literatur

- METZLER K (1996) Kosmische Vagabunden als steinerne Zeugen, Mitteilungen der DFG 3/96.
 GEHRELS T (1996) Kometen und Planetoiden – Risiko für die Erde? Spektrum der Wissenschaft, Nov. 1996.
 NORRIS RD (1997) Asteroid really happen: Scientists find evidence of dinosaur killer, Nachricht im Internet von USA Today in Science vom 16. 1. 1997.
 BAIER W (1997) Ein Stück vom Saurier-Killer? Sterne und Weltraum 5/1997.
 ALVAREZ LW, ALVAREZ W, ASARO F & MICHEL HV (1980) Extraterrestrial cause of the Cretaceous-Tertiary extinction, Science 208, 1095-1108.
 SHARPTON VL (1995) Exploring the KT source crater: progress and future prospects, EOS, Transactions, American Geophysical Union, Vol. 76, pp 534-538.

STREIFLICHTER

Große genetische Vielfalt in Gazellenpopulationen

Zwischen sechs Populationen von Grants Gazellen aus Kenya wurden extreme genetische Unterschiede in Nukleotidsequenzen der mitochondrialen Kontrollregion gefunden. Bis zu 14 Prozent Sequenzdivergenz treten zwischen den benachbarten Populationen auf, die weder durch geografische noch durch Vegetationsbarrieren voneinander getrennt sind (zum Vergleich: beim Menschen liegt dieser Wert bei 0,1-3,6%). Diese Variationen stimmen nicht mit heutigen Wanderungsbarrieren überein, so daß man davon ausgeht, daß die Populationen früher getrennt waren und erst vor kurzem sekundär in Kontakt kamen. Von der Grants Gazelle wurde eine Reihe von Unterarten beschrieben, die in Größe, Fellfarbe und Form der Hörner beträchtlich variieren. Über das Paarungsverhalten ist wenig bekannt. Die Populationen lassen sich zu drei

Hauptgruppen zusammenfassen, zwischen denen es keine Vermischung zu geben scheint. Chromosomale Unterschiede, die häufig bei Gazellen beobachtet werden, könnten dabei als Isolationsfaktoren eine Rolle spielen. Die nahe verwandte Soemmerrings Gazelle zeigt eine vergleichbare Divergenz zur Grants Gazelle wie deren Populationen untereinander. Möglicherweise etablieren sich aus einigen Populationen der Grants Gazellen gerade „gute“ Arten. [ARCTANDER P, KAT PW, AMAN RA & SIEGISMUND HR (1996) Extreme genetic differences among populations of *Gazella grantii*, Grant's Gazelle, in Kenya. Heredity 76, 465-475] JF

Ist das Meerschweinchen kein Nagetier?

Vor fünf Jahren wurde aufgrund von 15 Proteinsequenzen vermutet, daß die Ordnung Rodentia