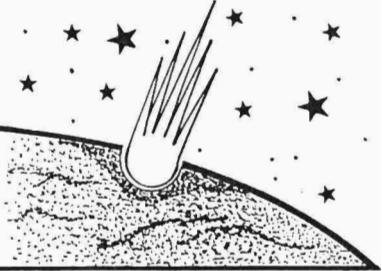


# METEOR

ZEITSCHRIFT FÜR  
METEORITENKUNDE



NR.4 /1989

HEFT 16

4. JAHRGANG

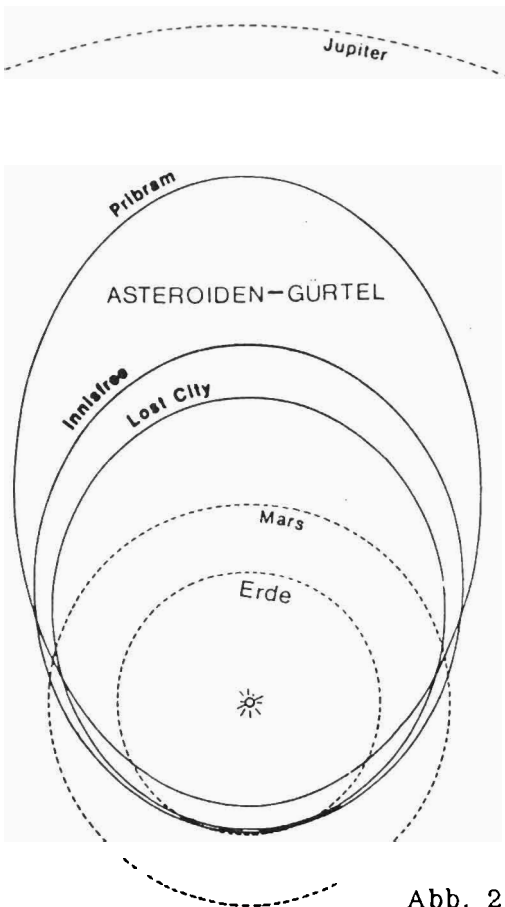


Abb. 2

ZUM TITELBILD : Siehe Abb.2, Seite 46

BERICHTIGUNG: METEOR 3'1989, S.30, 2.Absatz: statt monomikte muß es polymikte Brekzierung heißen.

Anzeigen

## Lupus Verlag

*Der Lupus - Verlag ist Ihre neuer,  
serlöser und günstiger Partner in Sachen  
Weltraum und Raumfahrt.*

*Lupus liefert Fotozeilen, Diaseiten, Videofilme, Bücher, Stoffembleme, freifliegende  
Raketenmodelle und Teelbsätze, Fertigmodelle und Selbstbastelmodelle.  
Desweiteren liefert Lupus NASA - Astronautenjacken und Anzüge, T-Shirts,  
Cap's, mltto-g Süße und Spacefood.*

*Einen aktuellen Prospekt senden wir Ihnen gerne gegen Einsendung von 2.00DM in Briefmarken. Lupus Verlag G.H.Wolff  
Gernshelmer Str.21 D-5000 Köln 91*

Biete: Libysches Wüstenglas, Gelf-el-Kebir, Ägypten, Masse: 3,85 kg;  
und weitere exklusive Exemplare.

Guido von Berg, Diethardstr. 6a, D-5400 Koblenz

In eigener Sache: Auch dieses Heft mußte leider wieder verspätet erscheinen, noch dazu mit vielen Lückenfüllern. Dies hat einfach den Grund, daß in letzter Zeit keine geeigneten Beiträge eingegangen sind. Hinzu kommen meine Zeitprobleme, so daß ich das weitere Erscheinen der METEOR gefährdet sehe. Vielleicht muß ich das Erscheinen im nächsten Jahr einstellen. Das Jahresinhaltsverzeichnis wird dem nächsten Heft beigelegt. Ich bitte um Ihr Verständnis.

Ihr Hans-Werner Peiniger

### IMPRESSUM

METEOR erscheint auf nicht-kommerzieller Basis in unregelmäßigen Abständen. Es wird über eine jährliche Erscheinungsweise von vier Heften angestrebt. Mit den Abonnentenbeiträgen sollen lediglich die Verwaltungs-, Druck/Kopier- und Versandkosten gedeckt werden. Es können deshalb auch für veröffentlichte Beiträge keine Honorare gezahlt werden. Namentlich gekennzeichnete Beiträge und die Aussagen in den Literaturhinweisen und Anzeigen müssen nicht unbedingt den Auffassungen der Redaktion entsprechen. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos wird nicht gehaftet.

Nachdruck: nur mit Genehmigung der Redaktion und der Autoren.

Anzeigenpreise: Tausch- und Suchanzeigen sind für Abonnenten bis zu 10 Zeilen kostenlos. Jede weitere Zeile DM 0,50. Gewerbliche Verkaufsanzeigen je Zeile DM 1,00. Es werden nur sachgebundene Anzeigen angenommen.

Bezugspreise: Abonnent für 4 Hefte: ..... DM 10,00  
Luftpostzuschlag (Ausland) ..... DM 2,50  
Einzelheft ..... DM 2,50

Post girokonto: Hans-Werner Peiniger, Dortmund, 681 21-469 (Vermerk: METEOR)

Ständige Mitarbeiter: Hans-Werner Peiniger, Karl Franzer, Dieter Heinlein.

Herausgeber und Redaktion:

**Hans-Werner Peiniger**  
Postfach 2361, D-5880 Lüdenscheid  
Tel.: 02351-50405

# METEORITISCHES SILIZIUMKABID AUS DEM SOLAREN URNEBEL

Die Sonne ist ein relativ langlebiger Stern, doch ist ihr Alter von etwa 4,6 Milliarden Jahren drei- bis viermal geringer als das jener der Galaxis. Bevor unser Zentralgestirn zusammen mit vermutlich Hunderten von anderen Sternen aus einer riesigen Gas- und Staubwolke auskondensierte, entstanden milliardenweise Sterne früherer Generationen, die aus Wasserstoff über eine Kette von nuklearen Fusionsreaktionen alle Elemente des Periodensystems aufbauten. Mit dem Stellarwind und auf Grund von hochenergetischen Ausbrüchen wie Supernovaexplosionen wurde ein Teil dieser Elemente in den interstellaren Raum verstreut, wo sie in neue Sterngenerationen inkorporiert wurden.

## Materie anderer Sterne im Sonnensystem

Der gravitationelle Kollaps einer Gas- und Staubwolke ist nur möglich, wenn die Dichte der Wolke einen gewissen Grenzwert überschreitet. Man vermutete schon lange, daß die von einer Supernova ausgehende Druckwelle die erforderliche Kompressionsarbeit liefert. Dies konnte Ende der siebziger Jahre auf Grund des Überschusses am seltenen Aluminiumisotop  $^{26}\text{Al}$  in gewissen Meteoriten bestätigt werden. Dieses Isotop bildet sich nämlich beim Zerfall des kurzlebigen Magnesiumisotops  $^{26}\text{Mg}$ , das seinerseits nur in Supernovae entsteht. Der Stern, dessen Explosion vermutlich die Kondensation der Sonne auslöste, hat also in unserer Nachbarschaft seine charakteristische "Signatur" hinterlassen.

Nun ist es natürlich auch von höchstem Interesse zu erfahren, woher die Materie des solaren Urnebels stammt, in anderen Worten, in welchen Typen von Sternen die schwereren Elemente aufgebaut wurden, aus denen die festen Körper des solaren Planetensystems bestehen. Solche Informationen liefern uns ebenfalls gewisse Meteorite, deren Zusammensetzung in bezug auf Elemente, Isotope und mineralische Phasen dank der modernen Analytik mit außerordentlich hoher Genauigkeit bestimmt werden kann. Dazu genügen heute Partikeln im Nanometer-Durchmesserbereich.

## Untersuchung des Murray-Meteoriten

Von besonderem Interesse ist die in diesem Zusammenhang der Nachweis von Siliziumkarbidpartikeln im Meteoriten Murray, einem kohligen Chondriten, der von Wissenschaftlern an der University of Chicago und der Washington University in St. Louis untersucht wurde. Dazu wurde das meteoritische Material in einer Mischung von Salzsäure und Flußsäure aufgelöst; der Rückstand wurde mit Bichromat und Perchlorat oxidiert und weiter mit Phosphorsäure behandelt, um alle Mineralien mit Ausnahme der chemisch innersten Phasen aufzulösen. Im Rückstand konnte mittels Ramanspektroskopie und Elektronenbeugung Siliziumkarbid in der Form von Kriställchen mit einem Durchmesser von einigen zehn bis einigen hundert Nanometern nachgewiesen werden. Damit wurde der schon früher spektroskopisch gelungene Nachweis von Siliziumkarbid in der Atmosphäre gewisser Sterne bestätigt.

Einige der Siliziumkarbid-Kriställchen haben eine Zwillingsstruktur, was mit unseren Vorstellungen über die Kondensation von Materie in stellaren Atmosphären gut übereinstimmt. In diesen Kriställchen wurde auch die Isotopenverteilung von

Neon und Xenon bestimmt, die sehr verschieden ist von der irdischen Isotopenverteilung dieser Edelgase. So wurde eine Anreicherung um einen Faktor 20000 an  $^{22}\text{Ne}$  und  $^{136}\text{Xe}$  festgestellt. Das als Trägerphase dieser Edelgase fungierende Siliziumkarbid weist Isotopenanomalien auf, die in bezug auf Kohlenstoff, Silizium und den als Verunreinigungen vorhandenen Stickstoff bis zu fünfzigmal höher sind als im Falle irdischer Mineralien. Der Schluß ist also naheliegend, daß das aus dem Murray-Meteoriten extrahierte Siliziumkarbid aus einem Stern stammt, der lange vor der Sonne existierte und von dem Materialproben in gewissen Meteoriten erhalten sind. Aus der chemischen Zusammensetzung des Meteoriten kann sogar auf den Typ dieses Sterns geschlossen werden. Siliziumkarbid kann sich nämlich nur bei einem großen Kohlenstoffüberschuß bilden, wie er in den späten Entwicklungsphasen von Kohlenstoffsternen vorhanden ist.

Im Sonnensystem kommt Sauerstoff fünfzigmal häufiger vor als Kohlenstoff; der erwähnte Kohlenstoffstern trug also nur in marginaler Weise zur materiellen "Ausstattung" des Sonnensystems bei. Es ist ja keineswegs abwegig anzunehmen, daß der solare Urnebel von mehreren längst vergangenen Sternen mit schwereren Elementen versorgt wurde. Darauf deutet auch die Tatsache hin, daß der Murray-Meteorit zwei verschiedene siliziumkarbidhaltige Phasen enthält. In der einen handelt es sich um reine SiC-Kriställchen, in der anderen sind diese mit einer amorphen Siliziumoxidphase assoziiert, die vermutlich bei der Aufarbeitung der Proben durch Oxidation von Siliziumnitrid entstand. In dieselbe Richtung weist die Erkenntnis, daß es mindestens zwei Quellen des Isotops  $^{13}\text{C}$  geben muß. Alle Siliziumkarbidteilchen sind an diesem Isotop angereichert, doch die einen sechsmal mehr als die anderen. Beide Typen von Teilchen sind mit Stickstoff assoziiert, der mit dem Isotop  $^{15}\text{N}$  angereichert ist. Beim Silizium ist sogar mit drei Quellen zu rechnen, da man Teilchen fand, die mit  $^{28}\text{Si}$  sowohl ab- wie angereichert sind, sowie Teilchen, die abnormal hohe Gehalte an  $^{29}\text{Si}$  aufweisen.

### Siliziumkarbid aus einem Kohlenstoffstern

Das schwere Kohlenstoffisotop und das leichte Stickstoffisotop in der häufigsten Siliziumkarbidphase dürften beim sogenannten CNO-Zyklus entstanden sein, über welchen Wasserstoff zu Helium verbrannt wird. Die abnormalen Isotopenzusammensetzungen legen es nahe, daß mehrere verschiedenartige Sterne Materie zur Bildung der SiC-Partikeln beitrugen. Als alternative Quelle ist eine Supernova ebenfalls möglich; man würde dann allerdings eine kontinuierliche Isotopenverteilung erwarten. Man muß darum spätere chemische und physikalische Prozesse postulieren, welche eine Anreicherung gewisser Isotope bewirken.

Es ist sicher bemerkenswert, daß die isotopischen Anomalien bei Silizium, Kohlenstoff, Stickstoff sowie den damit vergesellschafteten Edelgasen zehn- bis tausendmal höher sind als im Falle aller anderen, in Meteoriten vorhandenen Elementen. Dies ist vermutlich auf die hohe chemische Stabilität des Siliziumkarbids zurückzuführen. Ein weiterer Grund ist die hohe Sauerstoffkonzentration im Sonnensystem; dort entsteht vorwiegend das im Vergleich zu Siliziumkarbid thermodynamisch stabilere Siliziumoxid. Siliziumkarbid kann nur in kohlenstoffreichen Sternen entstehen; dank seiner chemischen Trägheit und seinen günstigen physikalischen Eigenschaften konnte es in Meteoriten inkorporiert werden. Dank der modernen Analytik wurde dieser Rückstand längst vergangener kohlenstoffreicher Sterne heute noch erkannt, obwohl sie nur einen geringfügigen Beitrag zum Sonnensystem lieferten. (Quelle: Neue Züricher Zeitung, 9.03.1988)

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## METEORITEN - LOCH IN PRAG

Jahrelang rätselten und suchten Forscher in aller Welt nach jener Einschlagstelle, wo vor rund 65 Millionen Jahren ein riesiger Asteroid oder Komet auf die Erde gekracht sein soll. Dieser hat nämlich, so die Theorie, mit seinen Staubaufwirbelungen die Sonne verdunkelt und neben zahlreichen anderen Tierarten auch den Dinosauriern den Garaus gemacht. Jetzt haben Wissenschaftler den "Treffer" eines riesigen Himmelskörpers entdeckt, der den Westen der Tschechoslowakei umfaßt.

Der Meteor ist dort vor Millionen von Jahren als 80 Kilometer großer Brocken niedergegangen. Auf Satelliten-Bildern, die aus 36000 Kilometer Höhe gemacht worden waren, haben die Professoren Michael Papagiannis und Farouk el-Baz von der Universität Boston den Krater von 320 km Durchmesser entdeckt. Ungefähr 70 Einschlagkrater über drei Kilometer Durchmesser sind bisher auf der Erde identifiziert worden. Das "Loch" in der Tschechoslowakei würde bei endgültiger Bestätigung mit zu den größten der Erde gehören. Die beiden amerikanischen Forscher nannten die Senke "Prager Becken", weil ihr Mittelpunkt in der Nähe der tschechoslowakischen Hauptstadt liegt. Unterstützung fand ihre Deutung auch durch Angaben von CSSR-Forschern über die Entdeckung einer rund 50 Kilometer langen Fundstelle meteoritentypischer Mineralien südlich von Prag. Ihr Alter wurde mit 100 Millionen Jahren angegeben. "Ein Himmelskörper, der einen solchen Einschlagskrater verursachen kann, muß einen Durchmesser von 80 Kilometer gehabt haben. Er muß sich entzündet haben und möglicherweise auseinandergebrochen sein, als er in die Erdatmosphäre gerast und tief in den Erdboden eingeschlagen ist", erläutert der Geologe el-Baz. Der Vorgang hat sich nach Ansicht der beiden Wissenschaftler in wenigen Minuten abgespielt. Aber der aufgewirbelte Staub dürfte zu jener Zeit das Klima auf der Erde nachhaltig beeinflußt haben.

Meteoriten oder Asteroiden haben die Erde seit ihrer Entstehung vor vier Milliarden Jahren getroffen. Auch künftig muß mit solchen Einschlägen gerechnet werden. (Quelle: Salzburger Nachrichten, 4.2.1989)

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## Z E U G E N   A U S   D E R   V O R G E S C H I C H T E D E S   S O N N E N S Y S T E M S

Am MPI für Chemie werden die Brocken analysiert

198 neue Funde in der Antarktis

*Einst galten sie als Vorboten des Schreckens, der Pest oder herannahender Kriege. Licht in das Dunkel der von Greuelgeschichten umwobenen Gebilde bringt die Forschung eigentlich erst in jüngster Zeit, wenn auch zahlreiche Meteoritenfunde*

*insbesondere in der Nähe des Südpols viele liebgewonnene Vorstellungen wieder in Frage stellen. Bei einer Ende vergangenen Jahres veranstalteten Expedition der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover, an der auch Prof. Ludolf Schultz vom Mainzer Max-Planck-Institut für Chemie teilnahm, wurden auf Eisfeldern bei den Allan Hills in der Antarktis knapp 200 Meteorite gefunden, die nun in Mainz untersucht werden.*

Die Aufgabe der 4köpfigen Gruppe, die unter der Leitung von G. Delisle (Hannover) stand, war primär nicht die Suche nach Meteoriten, sondern die Bestimmung der Dicke und der Bewegung der Eisfelder bei den Allan Hills. Als Meteoritenforscher hatte sich Prof. Schultz schon früher an amerikanischen Antarktis-Expeditionen beteiligt und konnte sich nun mit seinen Interessen gewissermaßen einer deutschen Gruppe "anhängen".

Von der Meteoritenforschung her stellt sich zunächst die Frage: Warum werden bei den Allan Hills so viele Meteorite gefunden, nämlich bisher insgesamt knapp 2000? Einmal, so Schultz, bieten sich triviale Gründe an: Die Meteorite sind auf den Eisfeldern eher zu erkennen als in anderem Gelände, es werden so auch kleine Stücke gefunden. Außerdem verwittern bzw. verrosten sie dort nicht so leicht wie in wärmeren Gegenden. Der wissenschaftlich "tieferer" Grund liegt jedoch darin, daß die auf den großen Flächen der Antarktis gefallenen Meteorite durch das Eis transportiert und an gewissen Stellen konzentriert werden. Wird das abfließende Eis durch eine Bergkette gestaut, dann können die Meteorite wieder an die Oberfläche kommen, da das Eis an diesen besonderen Stellen trotz der niedrigen Temperaturen "verdampft".

Die Überprüfung dieser Theorie war die eigentliche Aufgabe der Expedition: Die Untersuchung der Eisfelder, wobei mittels "Echolot" die Eisdicke und außerdem die Eisbewegung und die Abtragsrate bestimmt wurden.

Dem Meteoritenforscher jedenfalls bot sich eine Überraschung: Man hatte angenommen, daß sich an den Allan Hills wegen früherer "reicher Ernten" nur noch wenige Meteorite finden würden. Sozusagen im Vorbeigehen konnten jedoch weitere 198 Exemplare aufgefunden werden. Dazu gehört nicht nur Glück, sondern auch Erfahrung. Prof. Schultz: *"Die Meteorite schienen an einem besonders warmen Tag wie Pilze aus dem Boden zu schießen. Um sie aber von anderen Gesteinen unterscheiden zu können, braucht man - wie beim Pilzesuchen - viel Erfahrung, wobei allerdings Fehldiagnosen bei Meteoriten weniger folgenreich sind. Meteorite fliegen mit hoher Geschwindigkeit durch die Erdatmosphäre. Bei diesem Prozeß schmilzt ihre äußere Schicht. Es bildet sich eine fast schwarze Schmelzkruste - und dies ist ein erstes Kriterium, an das man sich bei der Suche halten muß. Schließlich erkennt man sie auch an der Form: Viele haben abgerundete Kanten, weil sie beim Eindringen in die Atmosphäre abgeschmolzen sind."*

Der spezielle Wert dieser Meteorite liegt darin, daß es sich bei diesen Funden um Zeugen handelt, die von der Entstehungsgeschichte und Beschaffenheit anderer Planeten oder Planetoiden berichten. Die meisten Meteorite, mehr als 95%, stammen aus dem Asteroidengürtel, von jenen Kleinplaneten, die zwischen Mars und Jupiter um die Sonne kreisen. Die restlichen 5% sind aber für die Meteoritenforschung besonders interessant, beispielsweise die wenigen Funde, die eindeutig vom Mond stammen. Warum gibt es nur so wenige Mondmeteorite und so viele aus dem Asteroidengürtel, obwohl dieser Gürtel von der Erde viel weiter entfernt ist als der Mond? Vielleicht hat es dort in der letzten Zeit keinen großen Einschlag gegeben, der Meteorite von unserem Erdtrabanten losgeschlagen hat. Eine schlüssige wissenschaftliche Erklärung läßt sich aber nicht geben.

Offen ist bisher auch die Frage, ob es tatsächlich auf der Erde Meteorite

gibt, die vom Mars stammen. Den stärksten Hinweis lieferte ein antarktischer Meteoritenfund aus dem Jahre 1979, der Edelgase enthält, wie sie auch in der Atmosphäre des Mars zu finden sind. Als "Mutterkörper" des Meteoriten muß man einen Planeten oder Planetoiden suchen, auf dem - entsprechend dem Alter und der vulkanischen Zusammensetzung des Fundes - vor weniger als 1,3 Milliarden Jahren noch flüssiges Magma existiert haben mußte. Auf dem Mond etwa gab es die letzten Lavaflüsse vor etwa 3 Milliarden Jahren, seither ist er ein toter Himmelskörper. Der Mars dagegen ist vor 1,3 Milliarden Jahren wahrscheinlich noch magmatisch aktiv gewesen.

*"Man kann sich zur Erklärung des Befundes allerdings auch vorstellen", so Prof.Schultz, "daß sich beim Zusammenstoß zweier Asteroide ein Lavasee gebildet hat - ein Schmelzprozeß durch Einwirkung ungeheurer Energien." Der vulkanische Ursprung und auch das eingeschlossene Edelgas liefern demnach noch keine endgültigen Hinweise auf die Mars-Herkunft des Fundes. Das Urteil des Meteoritenforschers: "Bisher stützt sich diese Annahme nur auf Indizien, deren Beweiskraft erst noch bestätigt werden mußte."*

Ein Schwerpunkt in der experimentellen Arbeit des Max-Planck-Institut für Chemie ist es denn auch, die Isotopen-Zusammensetzung und den Edelgasgehalt von Meteoriten zu bestimmen. Dabei bieten die reaktionstragen Edelgase den Vorteil, daß sie sich in hochreiner Form, gewissermaßen als planetarischer "Edelstoff", auch bei kleinsten Konzentrationen aus dem Meteoriten herauslösen lassen. Um das Edelgas freizusetzen, werden die Funde in kleinste Proben zerschnitten und in Ultrahochvakuum-Apparaturen verdampft. Die Probenmenge, die man bei diesen Experimenten verwendet, liegt meist unter 100 mg.

Bei diesen Versuchen stießen die Meteoritenforscher des Mainzer Instituts auf eine für die Entstehungsgeschichte des Sonnensystems interessanten Befund. So konnte Dr.Ulrich Ott nachweisen, daß bestimmte Meteorite, die wegen ihres hohen Kohlenstoff-Gehaltes "kohlige Chondrite" genannt werden, "Sternenstaub" enthalten, der noch heute in seiner ursprünglichen Form vorhanden ist. Er wurde weder bei der Entstehung der Meteorite noch im Laufe seiner Geschichte bis zur Unkenntlichkeit mit der Materie anderer Sterne vermischt. Der Sternenstaub spiegelt immer noch die Verhältnisse in dem Stern wider, in dem seine Materie erzeugt wurde. Das ist ein Hinweis darauf, daß man über Meteorite auf Prozesse zurückblicken kann, die noch vor der Bildung des Sonnensystems liegen. In diesem Fall handelt es sich um den Nachweis der Edelgase Krypton und Xenon, die bei der Explosion eines Sternes, bei einer Supernova, gebildet werden. Zusammen mit den "Trümmern" anderer Sterne schuf das Material dieser Explosion den Beginn unseres Sonnensystems.

Das wohl faszinierendste Relikt aus der Vorgeschichte unseres Sonnensystems, der "Sternenstaub", der den prä-solaren Nebel bildet, ist in kohligen Chondriten in Form von winzigen Diamanten oder Silizium-Kohlenstoff-Verbindungen erhalten. Um die Winzigkeit dieser Diamanten aus dem Weltall im Vergleich zu den begehrten Steinen aus dem Erdinneren zu verdeutlichen greift Prof.Schultz zu einem anschaulichen Bild: *"Wenn Bakterien Verlobungsringe trugen, dann hatte man - bei einem Durchmesser von etwa einem Millionstel Millimeter - in etwa den passenden Größenvergleich."*

Symbiose von Theorie und Experiment: Mit den experimentellen Untersuchungen von Meteoriten konnten die Meteoritenforscher die Annahmen der Astrophysiker stützen, wonach ein Teil der Materie unseres Sonnensystems in explodierenden Sternen entstanden ist. Darüber hinaus aber bietet die im Mainzer Max-Planck-Institut experimentell gefundene ungewöhnliche Isotopenzusammensetzung des Edelgases Krypton die einzigartige Gelegenheit, die Parameter des von den Astrophysikern postulierten Stern-Entwicklungsprozesses zu quantifizieren.

Horst Meermann (Quelle: MPG-Spiegel, 3' 1989)

# METEORITE ALS ZEUGEN DER ENTSTEHUNG DES SONNENSYSTEMS

A.Bischoff<sup>1,2</sup>, A.Deutsch<sup>1</sup> und D.Stöffler<sup>1</sup>

Jeden Tag dringen einige Tonnen außerirdischer Gesteine und Mineralien in die Erdatmosphäre ein. Von dieser kosmischen Materie erreicht weniger als 1% die Erdoberfläche als Gesteinsstücke (Meteorite), und sind so einer chemischen und mineralogischen Untersuchung zugänglich. Kleine Partikel verglühen beim Eintritt in die Erdatmosphäre und sind als Sternschnuppen sichtbar (Abb.1). Extrem kleine Teilchen (50 m; kosmischer Staub), die aufgrund einer sehr geringen Fallgeschwindigkeit unbeschadet die Erdatmosphäre durchdringen können, wurden in den letzten Jahren durch hochfliegende Flugzeuge gesammelt und fossil u.a. im Inlandeis von Grönland nachgewiesen. Neben den Mondproben, die bei den Apollo- und Lunamissionen zur Erde gebracht wurden, sind Meteorite und kosmischer Staub die einzigen extraterrestrischen Materialien, die in irdischen Forschungslaboratorien analysiert werden können. Man könnte Meteorite, die nach ihrem Fundort benannt werden, als die "Raumsonden des kleinen Mannes" bezeichnen (Abb.1). Die herausragende wissenschaftliche Bedeutung besteht darin, daß es sich um Bruchstücke fremder, für die Menschheit bislang unerreichbarer Himmelskörper handelt.

Bis zum heutigen Tag wurden etwa 2300 Meteorite (Funde und Fälle in bewohnten Gebieten der Erde) gefunden und katalogisiert, von denen ungefähr 900 als Meteoritenfälle beobachtet werden konnten. In den letzten Jahren entdeckten japanische, amerikanische und deutsche Expeditionen in der antarktischen Region weitere 8000 Meteorite. Die Antarktis hat sich als ein besonderes Reservoir an Meteoriten herausgestellt. Bedingt durch das arktische Klima mit extrem niedrigen Jahresdurchschnittstemperaturen verwittern Meteorite in der Antarktis kaum. Gletscherbewegungen haben in einigen Regionen zu einer Anhäufung von Meteoriten an natürlichen Hindernissen wie Bergrücken geführt, die ein Auffinden sehr erleichtern.

Die Wissenschaft ist sich heute einig, daß die Meteorite Trümmer planetarer Himmelskörper sind. Als Mutterkörper der Meteorite werden die Asteroiden angesehen, eine Gruppe von Kleinplaneten in Umlaufbahnen zwischen den Planeten Mars und Jupiter (Abb.2). Die größeren Asteroiden sind wahrscheinlich sehr ähnlich wie die terrestrischen Planeten Merkur, Venus, Mars und Erde aufgebaut (Abb.3): Diese schalenartig aufgebauten Körper bestehen aus einem eisen- und nickelreichen Kern (Fe,Ni) und einem Mantel mit äußerer Kruste, die beide vorwiegend aus Silikaten (Si,Mg,O) aufgebaut sind. Brechen solche Kleinplaneten durch Zusammenstöße auseinander, so bestehen die sich bildenden Trümmer, abhängig von der Schale, aus der sie herausgeschleudert wurden, aus unterschiedlichen Gesteinen. Eisenmeteorite, die im wesentlichen aus Fe und Ni aufgebaut sind, entstammen demnach dem metallischen Kern des Mutterkörpers, während die Stein-Eisenmeteorite der Übergangszone von Mantel und Kern entsprechen. Steinmeteorite hingegen, die im wesentlichen aus Silikatmineralien bestehen, stellen Krusten- oder Mantelmaterial der Mutterkörper dar (Abb.3). Die Steinmeteorite werden nochmals unterteilt in Chondrite und Achondrite. Zu den Raritäten in den Meteoritensammlungen zählen drei Mondmeteorite und einige Gesteine, die dem Mars zugeordnet werden.

<sup>1</sup>Institut für Planetologie, Corrensstr. 24, D-4400 Münster

<sup>2</sup>Institut für Mineralogie, Corrensstr. 24, D-4400 Münster



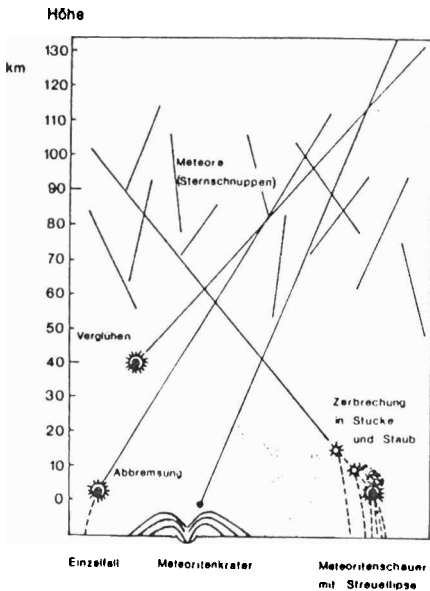


Abb. 1

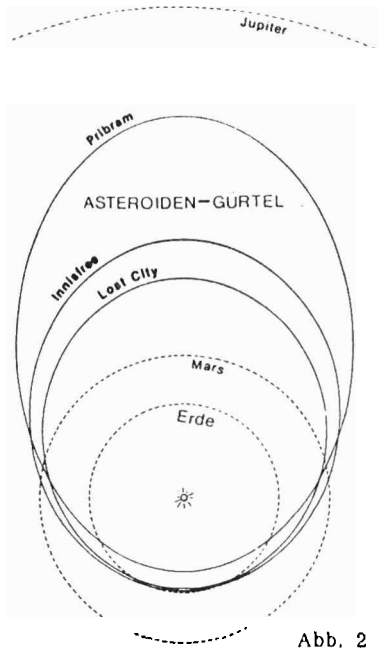


Abb. 2

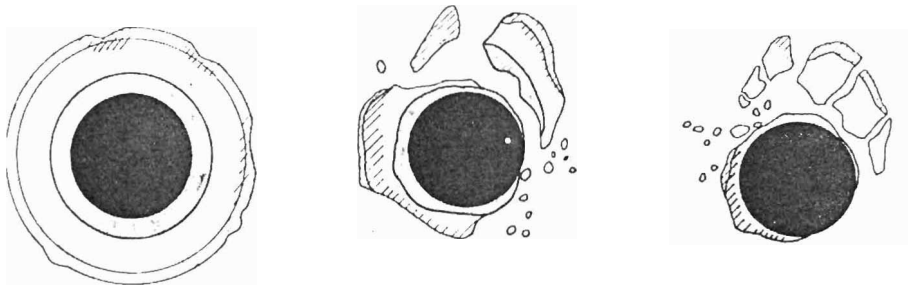


Abb.1: Einfall extraterrestrischer Gesteine und kosmischen Staubs in die Erdatmosphäre und die von der Größe der Objekte abhängigen Wirkungen (nach Krinov).

Abb.2: Heliozentrische Umlaufbahnen einiger erdbahnkreuzender Meteorite (Pilsbram, Lost City und Innesfree), deren Bahnbestimmung durch ein Netz von Kameras von der Erdoberfläche aus gelang.

Abb.3: Schalenstruktur eines differenzierten Asteroiden und Entstehung von Meteoriten durch Zertrümmerung der Asteroiden bei interplanetaren Kollisionen; Schalen von innen nach außen: Nickeleisen-Kern, Olivin-Nickeleisen-Zone, Olivin-Pyroxen-Mantel, basaltische Kruste.

Fortsetzung folgt

# DAS KREIDE - TERTIÄR - EREIGNIS

RUDOLF AUTH \*

Vorbemerkung der Redaktion:

Wie in METEOR 3, 41 (Nr.4/1988) angekündigt, erscheinen hier ein paar weitere, stichpunktartige Hypothesen im Zusammenhang mit der Entstehung der Tektite. Diese sind weniger dazu gedacht, eine in sich geschlossene Theorie vorzustellen, als vielmehr Diskussionen über dieses Thema im Kreise der Leserschaft anzuregen.

Gegen Ende der Kreidezeit besaß die Erde noch einen zweiten Mond. Am Übergang zum Tertiär prallte dieser mit einem Planetoiden zusammen. Beide Himmelskörper wurden zerstört, und ein Teil der Bruchstücke umrundete die Erde auf instabilen Bahnen. Diese verengten sich im Laufe der Zeit immer mehr, bis schließlich die Trümmernmassen auf die Erdoberfläche stürzten.

Durch Verwitterung dieses kosmischen Materials bildeten sich die Iridiumschichten. Beim Absturz großer Fragmente entstanden die Tektitenstreufelder, die Aemonitgesteine und Erzablagerungen, sowie flache, meist multiple Krater.

Das damalige Massensterben in Tier- und Pflanzenwelt wurde hauptsächlich verursacht durch die

1. Strahlung, die bei dem Zusammenprall der beiden Himmelskörper entstand
2. Abschirmung des Sonnenlichts infolge der, die Erde umrundenden, Trümmernmassen (Planetenringe)
3. Gesteinsmassen, welche auf die Erdoberfläche herabstürzten und sie bedeckten
4. Impakte großer Bruchstücke und die dadurch hervorgerufenen Verwüstungen globalen Ausmaßes.

Meteoritische Überreste des Kreide-Tertiär-Ereignisses sind die Eukrite, Howardite, Diogenite und Mesosiderite.

Das Auftreten der Iridiumschichten und der Tektitstreufelder in nur einem und relativ kurzen Zeitabschnitt der Erdgeschichte unterstreicht die Einmaligkeit eines solchen Ereignisses auf unserem Planeten.

# Meteorit mit Lebensspuren vom Nachbar-Planeten

Ein vor Tausenden von Jahren in der Antarktis auf die Erde gestürzter Meteorit enthält anscheinend organische Materie vom Nachbarn Mars und hat die Diskussion über mögliches Leben auf dem Roten Planeten erneut angeflammt. Britische Wissenschaftler von der Open University in Milton Keynes haben organische Kohlenstoffe und Verbindungen auf Stickstoffbasis in einem bereits 1979 von Amerikanern aus dem antarktischen Eis geborgenen Meteoriten gefunden. Im britischen Wissenschaftsmagazin »Nature« be-

Dr. Ian P. Wright und Kollegen jetzt, daß ihre Untersuchungen an dem außerirdischen Himmelskörper möglicherweise »die erste Feststellung organischer Verbindungen vom Mars« ergeben hätten.

Dieses Ergebnis jüngster Forschung steht im Gegensatz zu den Resultaten der beiden amerikanischen Sonden »Viking1« und »Viking2«, deren Landeapparate 1976 auf dem Nachbarplaneten aufgesetzt und zur Enttarnung der Wissenschaftler keinen Hinweis auf organische Materie im Oberflächengestein ausgemacht hatten. An beiden

Landepätzen konnten die automatischen Greifarme der Lande-roboter kein Material mit irgendeinem Anzeichen für Leben irdischer Art erfassen.

Für viele Wissenschaftler hängt die Frage von Lebensspuren auf dem Mars eng mit den Forschungen zusammen, wie Leben auf unserer Erde entstanden sein könnte. Und für noch weit mehr Forscher wirt sie auch ein Licht auf die Frage, ob die Erdenmenschen allein im Kosmos sind.

Wright und sein Team spekulieren allerdings nicht darüber, ob die gefundene organische Materie von lebenden Kreaturen stammen oder bei natürlichen Verwitterungsprozessen entstanden sein könnte. Sie gaben auch nicht genau an, welche organischen Verbindungen sie gefunden haben und plädierten dafür, in weiteren eingehenden Untersuchungen die präzise Zusammensetzung zu erforschen. Ihre Kenntnis sei für die Klärung der Herkunft der Verbindungen unabdingbar. Das Vorhandensein organischer Materie bedeutet noch nicht, daß Leben auf dem Mars existiert oder existiert hat. Leben kann es zwar nicht

ohne organische Verbindungen da geben, aber organische Verbindungen können ohne Leben existieren.

Meteoriten sind Brocken von Gestein oder Metall aus dem Weltraum, die den feurigen Durchgang durch die Erdatmosphäre überstehen. Viele von ihnen gelten als Trümmer zerbrochener Kometen oder Asteroiden, der Miniplaneten zwischen Mars und Jupiter. Die meisten Meteoriten sind so alt wie das Sonnensystem, nämlich rund 4,6 Milliarden Jahre. Doch einige – einschließlich des jetzt von dem britischen Team untersuchten Meteoriten EETA 79001 – sind nur 1,3 Milliarden Jahre alt und bestehen aus angeschmolzenem Gestein, das von anderen Plane-

ten oder vom Mond gestossen oder herausgeschleudert sein muß. EETA 79001 gehört zu der Gruppe der sogenannten SNC-Meteoriten, deren Bezeichnung von drei früheren Fundorten solcher Stücke (Shergotty/Indien, Nakhla/Ägypten und Chassigny/Frankreich) hergeleitet ist. Ob sie alle vom Mars stammen, ist bis heute ungewiß.

Der Meteorit EETA 79001, der etwa acht Kilogramm wog, galt von Anfang an als außergewöhnlich. Die Isotopen-Zusammensetzung der Edelgase in ihm entsprach den Erkenntnissen, die die »Viking«-Sonden von der Mars-Oberfläche vermittelt hatten. Der Meteorit war seinerzeit aus der Antarktis in das sogenannte Mond-Auffanglabor

nach Houston (USA) gebracht worden. Ein Bruchteil wurde nach Milton Keynes gebracht, wo Wright und seine Kollegen nun das fanden, was »Viking« nicht erspähen konnte: Hinweise auf organisches Leben.

Norman Horowitz, Chef des biologischen Experimentes von »Viking«, nannte das neue Forschungsergebnis eine sehr interessante Beobachtung aber, so fügte er hinzu, »es muß noch viel daran untersucht werden. Es gibt noch keinen schlüssigen Beweis, daß das (Meteoriten-) Stück tatsächlich von Mars kommt.« Horowitz, heute emeritierter Biologie-Professor des Kalifornischen Technologie-Instituts, betonte, selbst wenn sich die gefundene organische Materie als Mars-Abkömmling erweisen sollte, stamme sie wahrscheinlich nicht von Pflanzen, Tieren oder irgendwelchen anderen lebenden Kreaturen. »Die große Menge organischer Materie im Universum ist nicht biologischen Ursprungs«, sagte der Wissenschaftler und erinnerte daran, daß solche Materie auch schon in Asteroiden und interstellaren Staubwolken nachgewiesen worden sei. Wissenschaftler, die

den säiteneu, von den Briten untersuchten Meteoriten vom »SNC«-Typ für einen Mars-Abkömmling halten, versicherten, daß sein Gas und seine mineralische Zusammensetzung sehr stark den Bedingungen ähnelten, die man auf dem Mars erwarte. Die Gegner dieser These argumentieren, daß ein aufschlagender Asteroid oder anderer Himmelskörper gar keinen Brocken aus dem Mars herauspressen und ins All katapultieren konnte. Das Bruchstück würde wahrscheinlich ganz zerschmelzen und gar keinen Meteoriten entstehen lassen. Ihnen wiederum wird entgegengehalten, daß kleine Stücke vom Mond abgesprengt worden seien und die Erde als Meteoriten erreicht hätten. Warum, so fragen sie, sollte das nicht auch beim Mars möglich sein?

Die Entdeckung von Leben auf dem Mars, so hatte Forscher Horowitz in den Tagen der »Viking«-Mission vor über zehn Jahren erklärt, würde sicher als die wichtigste Entdeckung des 20. Jahrhunderts gewertet. Vielleicht wird sie sowjetischen Wissenschaftlern vorbehalten sein.

Rudolf Mergel

# Einladung zur Sonderausstellung der NHG

## METEORITE – Gesteine aus dem Weltraum

Im Spätherbst 1989 findet im Haus der Naturhistorischen Gesellschaft (NHG), Nürnberg eine Sonderausstellung zum Thema „METEORITE“ statt. Der Anlaß, solch seltene Materie aus dem Kosmos der Öffentlichkeit vorzustellen, ist die 100-Jahrfeier der Abteilung Geologie.

Zu sehen sind STEIN- und EISEN-METEORITE von Fundstellen aus aller Welt. Darüberhinaus wird dem Besucher auch Grundlagenwissen über Herkunft und Häufigkeit dieser Himmelsboten vermittelt. Abgerundet wird die Meteoriten-Show durch sog. TEKTITE, das sind natürliche Gläser, die beim Einschlag von Großmeteoriten entstehen können.

Zusammengestellt wird diese Sonderausstellung von Dieter Heinlein (Leiter der VdS-Fachgruppe METEORE) aus Proben seiner Privatsammlung. Die Exponate werden ergänzt durch Leihgaben des Max-Planck-Instituts für Kernphysik, Heidelberg und des Mineralogisch-Petrographischen Museums der Universität Bonn.

Vom 25. Oktober 1989 bis zum 25. Januar 1990 werden die raren Schaustücke im Geologiesaal der NHG gezeigt. Private Führungen von Gruppen und Einzelpersonen durch den Veranstaltungsort sind nach rechtzeitiger, telefonischer Voranmeldung (0911-751476) möglich.

Während der Adventszeit können Besucher des berühmten Nürnberger Christkindlesmarktes den Aufenthalt in der Frankenmetropole nutzen, auch die Meteoriten-Ausstellung zu besichtigen. Die beiden Veranstaltungsorte sind nur wenige Geh-Minuten voneinander entfernt.

Ausstellungsraum: NHG, Luitpoldhaus (1.-2. Stock), Gewerbemuseumsplatz 4, 85 Nürnberg

Öffnungszeiten: Mo, Di, Fr: 10 – 13 und 14 – 16 Uhr

Do: 14 – 19.30 Uhr

Sa: 10 – 12 Uhr

# METEORITE

## Gesteine aus dem Weltraum