Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 41 (1983)

Heft: 198

Artikel: Trümmer aus dem Weltall : eine kleine Meteoritenkunde für Museumsbesucher

Autor: Bühler, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899243

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Trümmer aus dem Weltall

R. BÜHLER

Eine kleine Meteoritenkunde für Museumsbesucher

Das Museum der Bally-Museumsstiftung an der Oltnerstrasse 80 in Schönenwerd enthält die umfangreichste schweizerische Meteoritensammlung mit Proben vieler historischer und neuzeitlicher Meteoriten neben einer stattlichen Anzahl anderer Belegstücke, die üblicherweise in der Meteoritenkunde mit dem Einwirken von kosmischen Körpern auf die Erdoberfläche in Zusammenhang gebracht werden (Tektite, Glasbomben, shatter cones, deformierte Fossilien). Eine permanente Ausstellung vermittelt einen guten Einblick in ein Wissensgebiet, das für den Nichtspezialisten doch recht fremd ist. Eine eigentümliche, rational oft schwierig zu erfassende Welt eröffnet sich dem Besucher, der willens ist, jene Boten aus den unermesslichen Weiten des Alls näher kennenzulernen. Dieser Aufsatz soll dazu beitragen.

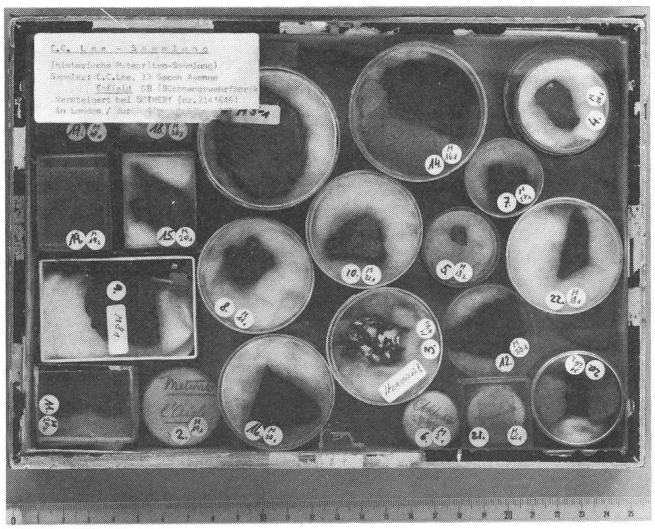
Die Meteoritensammlung der Bally-Museumsstiftung ist Bestandteil der von Eduard Bally-Prior (1847–1926) während rund 50 Jahren zusammengetragenen naturwissenschaftlichen Sammlung. Seit 1910 sind diese Bestände – Mineralien, Meteoriten, Fossilien, heimatkundliche Objekte – der Öffentlichkeit im Museum zugänglich. Die Umwandlung in die Bally-Museumsstiftung erfolgte am 1. Januar 1923.

Bis 1983 ist der Bestand der BMS-Sammlung von 120 auf 370 Meteoriten von 278 verschiedenen Fundorten angewachsen (1). Die grosse Zunahme erklärt sich aus einem sehr lebhaften Tauschverkehr mit wissenschaftlichen Institutionen in allen Erdteilen, und mit einigen grossen Privatsammlungen, hauptsächlich in den USA und in der BRD. Durch Ankauf einer kleineren Kollektion 1981 erhielt das Bally-Museum einen Teil jener Meteoriten, die in den letzten 20 Jahren im Handel waren. Ebenfalls 1981 gelangte eine kleine historische Meteoritensammlung des Büchsenmachers C. C. LEE, Enfield/GB, in den Besitz der Bally-Museumsstiftung. Die Entstehung der 22 Stücke umfassenden Lee-Sammlung ist kurz vor der Jahrhundertwende anzusetzen.

Meteorite als Studienobjekte

Seit dem Jahr 1794, in dem E. F. F. CHLADNI seine Meteoritentheorie veröffentlicht und die kosmische Herkunft der Meteorite begründet hat (2), werden die Meteorite systematisch und zielgerichtet als Objekte für die Forschung gesammelt. Früher gefundene Meteorite sind dagegen nur spärlich erhalten geblieben. Grosse Meteoritensammlungen befinden sich in London, Paris, Wien, Prag, Bonn, Tübingen; in Albuquerque, Chicago, Washington DC, New York, Calcutta und in Tokyo. Viele dieser Museen verfügen über eigene grosse Meteoriten-Büchereien und Dünnschliff-Bibliotheken für Forschungszwecke.

In der Schweiz bestehen ausser in Schönenwerd Meteoritensammlungen in Zürich, ETH; Bern, Naturhistorisches Museum; Basel, Naturhistorisches Museum; Genf, Musée d'histoire naturelle; Lausanne, Institute géologique und in Lugano, Museo di storia naturale. Studien an Meteoriten stellen einen wesentlichen Teil der Weltraumwissenschaften dar, weil Meteorite das älteste Material aus dem Sonnensystem enthalten, das für die Forschung überhaupt erhältlich

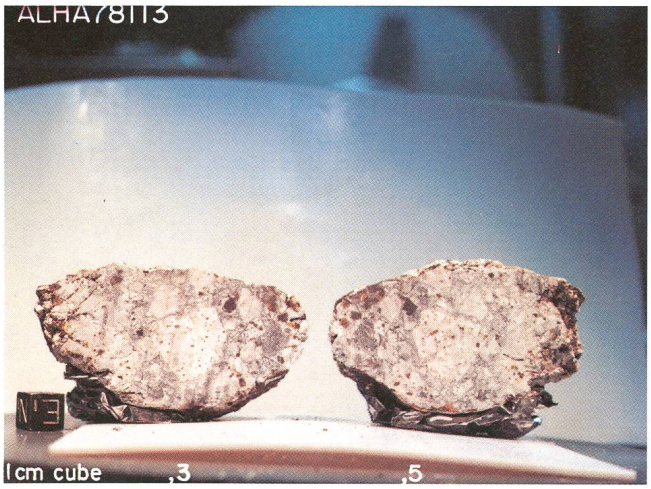


Die C.C. LEE-Sammlung, eine 22 Proben umfassende «historische» Meteoritenkollektion aus der Zeit kurz vor der Jahrhundertwende, gelangte 1981 in die Bestände der Bally-Museumsstiftung.

ist. Meteoriten stehen stellvertretend für jene im Raum vagabundierenden Klein-und Kleinstplaneten, die als primitive bis hochentwickelte Körper (im petrografischen Sinne) vorwiegend aus dem Sonnensystem (Asteroidengürtel) stammen. Sie bergen in sich entzifferbare Daten oder Aufzeichnungen gewisser solarer und galaktischer Ereignisse, und liefern Informationen, die auf anderem Wege nicht erhältlich wären, über die Entstehung, Entwicklung und Zusammensetzung der Erde und anderer Planeten, über Asteroiden und die Sonne.

Speziell vorteilhaft ist dabei die Tatsache, dass Meteoriten auf der Erdoberfläche gefunden werden, wo sie mit den heute zur Verfügung stehenden Laboratoriumstechniken, vom einfachsten Verfahren bis zur raffiniertesten Methode, untersucht werden können. Als eigentliche Meteoritenlagerstätte erweist sich seit 1969 die Antarktis, wo eine grosse Zahl von Meteoritenfragmenten auf einfache Art, sieht man von den Expeditionsstrapazen ab, gefunden und sichergestellt werden können.

Vor der Entdeckung dieser antarktischen Konzentrationen kannte man weltweit nur etwa 2100 verschiedene Meteorite, und nur etwa fünf bis zehn neue gelangten jährlich in die Hände der Wissenschaftler. In ausgesprochenem Kontrast



Meteoritensuche in der Antarktis: *Die Bilder auf dieser Seite wurden dem Autor dieses Berichtes von der NASA in Houston in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt. Sie sind in der Antarktis, Viktoria Land, während der Feldsaison 1978–80 entstanden.*

Oben links: *Mit einem Helikopter der amerikanischen McMurdo-Basis wird das Eis nach Meteoriten abgesucht. William Cassidy hat einen achondritischen Steinmeteoriten ausgemacht und sammelt ihn vom blanken Eis auf.* – Oben rechts: *Fund eines normalen Chondriten: Mit einem Zählgerät, dessen graue Gehäusefarbe zugleich als Eichung für die Farbechtheit der Fotos gilt, wird der Meteorit «in situ» zur Registration fotografiert.* – Unten links: *Seltener Enstatit-Achondrit (Aubrit): Schnitt durch den 298 Gramm schweren ALHA 78113-Achondriten von Allan Hills. Die geschnittene Fläche zeigt grosse Trümmer von weissem Enstatit, ein Pyroxen mit einem FeO-Gehalt von 0,1 Prozent und wenig CaO (0,5 Prozent). Die wissenschaftliche Untersuchung dieses Aubriten ergab den folgenden Mineralbestand: Enstatit, Forsterit, Albit, Diopsid, Oldhamit, Eisen-Magnesium-Alabandin, Daubréelith und Schreibersit.* – *Unten rechts: Weiterverarbeitung der Antarktis-Meteorite: Im Innern einer speziellen Kabine aus rostfreiem Stahl, mit Stickstoff-Atmosphäre, werden die Meteorite – vor jeglicher Kontamination von aussen geschützt – gewogen, fotografiert, getrocknet und mittels einer speziellen Bandsäge zerkleinert.*

dazu stehen die Zahlen aus der Antarktis: Tausende von Fragmenten wurden in den letzten sieben Feldjahren bei amerikanischen und japanischen Expeditionen gefunden. Man schätzt, dass diese Stücke Proben von einigen hundert verschiedenen Meteoritenfällen darstellen (3).

In der BMS-Sammlung sind zwei Steinmeteorite aus der Antarktis enthalten: Allan Hills ALHA 76009 und Mount Baldr MBRA 76001.

Etwas Meteoritengeschichte

Die ersten Menschen, die Meteorite sammelten, müssen wir bereits bei der Urbevölkerung der Kontinente vermuten. Rein praktische Gründe waren dafür wegleitend: Eisenmeteorite dürften zu den ersten Metallen gehört haben, die die Menschheit kannte. Nach einer sprachwissenschaftlichen Deutung des Begriffs «Meteorit» ist darunter «Eisen vom Himmel» zu verstehen.

Gebrauchs- und Ziergegenstände sowie kultische Objekte aus meteoritischem Eisen sind aus allen Kulturepochen bekannt.

Im British Museum befinden sich ein Dolch und andere, durchwegs kleinformatige Eisenteile aus Tutanchamuns Grab (3100 v. Chr.), die alle zur Hauptsache aus meteoritischem Eisen bestehen.

Der Meteorit von Ur, Chaldäa, im heutigen Irak, ist prähistorisch und wird auf die Zeit von 3000 v. Chr. datiert.

Werkzeuge mit Meteoriteneisenklingen wurden von dänischen Archäologen in Nordgrönland ausgegraben (4) und belegen, dass die Cape York-Meteoriten schon den grönländischen Ureinwohnern bekannt waren.

Lange bevor man sich wissenschaftlich mit Meteoriten beschäftigte, kannten die grönländischen Eskimos Fundstellen von kosmischem Eisen (Cape York-Meteoriten). Die abgebildeten Werkzeuge mit Klingen aus Meteoreisen wurden von dänischen Archäologen in Nordgrönland ausgegraben. (Foto: V. F. BUCHWALD, Kopenhagen)

Auch in schriftlichen Quellen werden Meteoritenfälle erwähnt. DIOGENES VON APOLLONIA berichtet 465 v. Chr. von einem Steinmeteoriten bei Aegospotamos am Hellespont. In der Bibel erhalten wir von einem mutmasslichen Meteoritenfall Kenntnis. Im 16. Kapitel der Offenbarung steht: «Und ein grosser Hagel als ein Zentner fiel vom Himmel». Wer wollte daran zweifeln, dass unter der Bezeichnung Hagel, gar noch mit Gewichtsangabe, ein Meteorit gemeint ist?

Eine Probe der BMS-Sammlung stammt vom ältesten in historischer Zeit beobachteten Meteoritenfall, von dem bis heute Material erhalten geblieben ist. Es handelt sich um den Meteoriten, der am 16. November 1492 in Ensisheim, Elsass, «eine halbe Manneslänge» tief in ein Weizenfeld eingedrungen ist. Der Stein im Gesamtgewicht von 127 kg wurde geborgen und zum Schutz gegen Diebe in der Kirche aufbewahrt. Noch heute ist davon im Rathaus von Ensisheim ein 55 kg schweres Stück ausgestellt.

Eine weitere alte Probe der BMS-Sammlung ist ein Stück des Eisenmeteoriten von Elbogen (heute Loket) in Böhmen, CSSR. Das angeblich um 1400 gefallene Eisen geisterte lange als «verwünschter Burggraf» durch die Fantasie der dortigen Landbevölkerung, wurde zwischendurch sogar in einem Sodbrunnen versenkt, und ist erst 1811 als Meteorit erkannt worden. Das ursprüngliche Gewicht der Eisenmasse, soweit sich dies heute noch feststellen liess, war 107 kg.

Der Meteorit von L'Aigle, in der südlichen Normandie, ist in der BMS-Sammlung in zwei Exemplaren vertreten. Sein Fall ist als besonderer Markstein in der Meteoritenkunde erwähnenswert. Bis Ende des 18. Jahrhunderts wurden Meteoritenfälle als zweifelhafte Ereignisse und atmosphärische Erscheinungen, unwürdig einer wissenschaftlichen Bearbeitung, abgetan. Die französische Akademie der Wissenschaften, die sich in der Ablehnung der wahren Natur der Meteorite besonders hervortat, sollte 1803 durch den Meteoriten von L'Aigle eines Besseren belehrt werden. Die nachfolgende Schilderung des Falles stammt vom französischen Physiker JEAN B. BIOT (1774–1862) und dürfte über jeden Zweifel erhaben sein: «Das Wetter an jenem 26. April in der südlichen Normandie war heiter, kaum ein Wölkchen stand am Himmel, als gegen ein Uhr in Caen, in Falaise, bei Verneil und einigen anderen Orten eine Feuerkugel am Himmel erschien, die von Südosten nach Nordwesten flog. In der Gegend von L'Aigle vernahm man wenige Augenblicke später eine starke Explosion, dann fünf bis sechs Minuten lang Donnergrollen, nun drei oder vier Kanonenschüsse, jetzt Kleingewehrfeuer und endlich ein schreckliches Getöse wie von vielen Trommeln. Und dann hörte man es zischen, wie von Steinen, die aus einer Schleuder geworfen werden.» – Ein Schauer von Meteoriten prasselte auf einer Strecke von mehreren Kilometern herab. Der grösste, fast neun Kilogramm schwer, fiel im Südosten, die leichteren im Nordwesten von L'Aigle. Der englische «Catalog of Meteorites» nennt die Zahl von 2000 bis 3000 Einzelmeteoriten, die bei diesem Schauer gefallen sein sollen. Die eindrücklichen und präzisen Schilderungen BIOTS hatten einen für die Meteoritenkunde äusserst günstigen Nebeneffekt: Von diesem Tag an akzeptierte auch die Académie Française die Tatsache, dass es Meteorite überhaupt gab.

Riesige Einschlagkrater

Acht Proben der BMS-Sammlung im Gesamtgewicht von über 26 kg tragen die Herkunftsbezeichnung «Cañon Diablo, Arizona, USA». Sie stammen von einer Masse von schätzungsweise über 5000 bis 25000 Tonnen Nickeleisen(!), die beim Niedergehen in der Wüste von Arizona in vorhistorischer Zeit einen Krater von 1186 m im Durchmesser und einer Tiefe von 167 m verursacht hat.

Einer der eindrücklichsten Meteoriten-Einschlagkrater befindet sich in Arizona, USA. Die Impakt-Struktur von Cañon Diablo misst 1196 m im Durchmesser, ihre grösste Tiefe beträgt 167 m. Im Bereich des Kraters wurden bis heute Tausende von Meteoritenstücken im Gesamtgewicht von rund 30 Tonnen gefunden. (Foto US-Geological Survey)

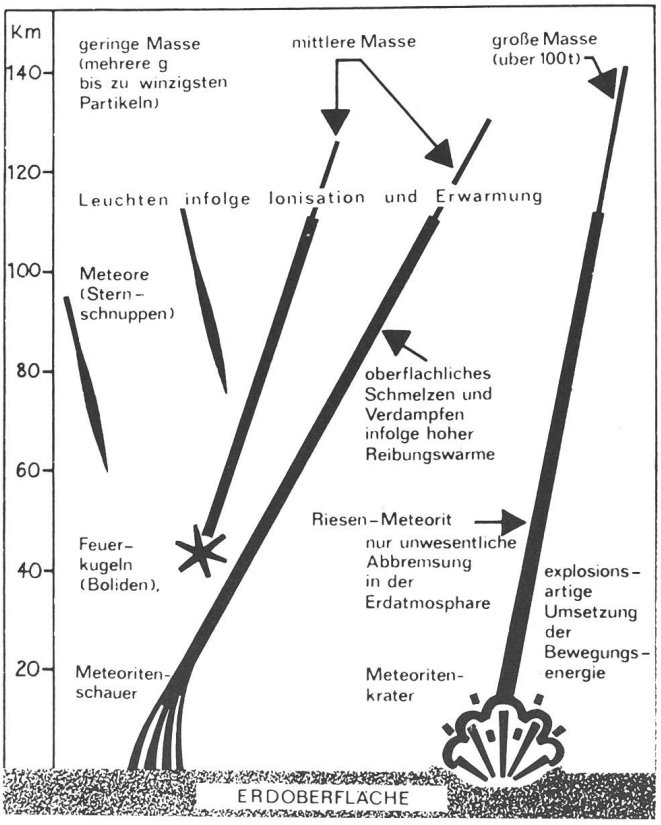
Der Arizona-Krater ist indessen nur das bekannteste, keineswegs das einzige Gebilde dieser Entstehung, denken wir nur an das Nördlinger Ries oder das Steinheimer Becken, die beide geologisch sehr genau erforscht sind und über deren meteoritische Entstehung heute nicht mehr der geringste Zweifel besteht.

Seit man die Möglichkeit hat, auf Satellitenbildern die Erdoberfläche zu betrachten, ist für viele kraterähnliche Gebilde in allen Teilen der Erde nur eine einzige Erklärung wissenschaftlich stichhaltig: Grossmeteoriteneinschlag. Bis 1955 kannte man nur gerade 55 solcher Impaktstrukturen; heute sind es bereits deren 230, im Durchmesser von wenigen Metern bis mehr als 100 Kilometer. Unter den 230 erwähnten Kratern gibt es allerdings 163, deren Entstehung durch Meteorite «möglich bis zweifelhaft» ist (5).

Eisenhagel über Ostsibirien

Unter der Bezeichnung «Sikhote-Alin» liegt ein Eisenmeteorit in der BMS-Sammlung, der aus den Beständen der russischen Akademie der Wissenschaften stammt. Der Fall dieses Eisenmeteoriten-Schauers gilt als grösster in der knapp 200jährigen Geschichte der Meteoritenkunde. Mehr als drei Jahrzehnte sind vergangen, seit am 12. Februar 1947, 10.38 Uhr Ortszeit, im Primorski Krai in Ostsibirien der Sikhote-Alin-Schauer niederging. Nach dem Verschwinden einer blendend hellen Feuerkugel (am Tag!), die im Verlauf von einigen Sekunden ungefähr von Norden nach Süden vorbeiraste, blieb am Himmel eine lange Staubspur zurück, die einige Stunden sichtbar war und erst gegen Abend allmählich verschwand. Einige Minuten nach der Feuerkugel waren explosionsartige Schläge, Donner und Grollen zu hören. Die Meteoritentrümmer wurden später auf einer Fläche von ungefähr zwei Quadratkilometern verstreut aufgefunden. Rekonstruktionsversuche russischer Wissenschafter ergaben, dass der Schauer durch Zersplitterung eines anfänglich ganzen Meteorkörpers, der mit einer Geschwindigkeit von 15 km/s durch die Atmosphäre raste, entstanden war. Die Masse des niedergegangenen Meteoreisens wird mit über 70 Tonnen angegeben.

Fall des Eisenmeteoriten-Schauers von Sikhote-Alin, nördlich Wladiwostok, am 12. Februar 1947. (Nach einem Ölbild im Besitz des Meteoriten-Komitees, Moskau)



Meteoritische Erscheinungen sind abhängig von der Masse des sie verursachenden Körpers, der Geschwindigkeit und den durchquerten Höhenbereichen in unserer Atmosphäre. (Grafik: Museum für Naturkunde, Berlin/DDR)

Es wäre nun eigentlich naheliegend, dass wir uns vor diesem kosmischen Bombardement fürchten würden. Doch – und das ist das Erstaunlichste daran – es ist bis heute kein einziger Fall nennenswerter Schäden bekannt geworden, abgesehen etwa von einem Loch im Dach eines Wohnhauses in Kiel (1962) oder von anderen Gebäudetreffern. Schäden an Leib und Leben von Menschen sind unseres Wissens ebenfalls nicht nachgewiesen. Die wenigen Behauptungen in der Literatur, wonach Menschen durch Meteorite zu Schaden gekommen wären, sind vielmals auch nur vom Hörensagen niedergeschrieben worden und halten einer gründlichen Nachprüfung nicht stand.

Schäden durch Meteorite: Am 26. April 1962 gegen 13.45 Uhr MEZ schlug der 737.6 Gramm schwere Steinmeteorit von Kiel dieses Loch durch eine Dachbahn aus Blech. Abgesehen von vereinzelten Gebäudetreffern halten sich die Schäden durch Meteorite durchaus in Grenzen. (Sammlung: ARNO LENGOWSKI, Schleswig).

Klassifikation der Meteorite

Beim Rundgang durch die Bally-Sammlung fällt dem Besucher sofort auf, dass Meteorite nicht einheitliche Gebilde sind, sondern eine recht unterschiedliche Zusammensetzung besitzen müssen.

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen drei völlig verschiedenen Meteoritentypen: Eisenmeteorite, Stein-Eisenmeteorite und Steinmeteorite.

Im Verlauf der letzten 100 Jahre ist allmählich ein Klassifikationsschema entwickelt worden, in das die meisten Meteorite aufgrund ihres chemischen und strukturellen Aufbaus eingeordnet werden können.

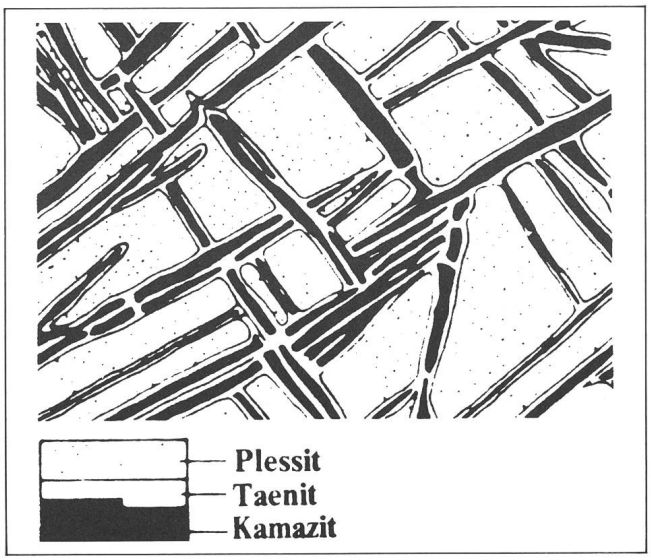
Eisenmeteorite

Meteoriteneisen besteht aus Nickeleisen-Legierungen mit 4,6–12 Prozent Nickel, im Extremfall bis 40 Prozent (Dermbach) oder gar 62 Prozent (Oktibbeha County) und 0,5 Prozent Kobalt. In geringen Mengen sind vorhanden: Kupfer, Chrom, Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff sowie die Elemente der Platingruppe. Ausserdem wurden in Eisenmeteoriten bis heute als Einschlüsse über 40 Mineralien nachgewiesen, davon 18, die in irdischen Eisen oder Gesteinen nicht vorkommen (6).

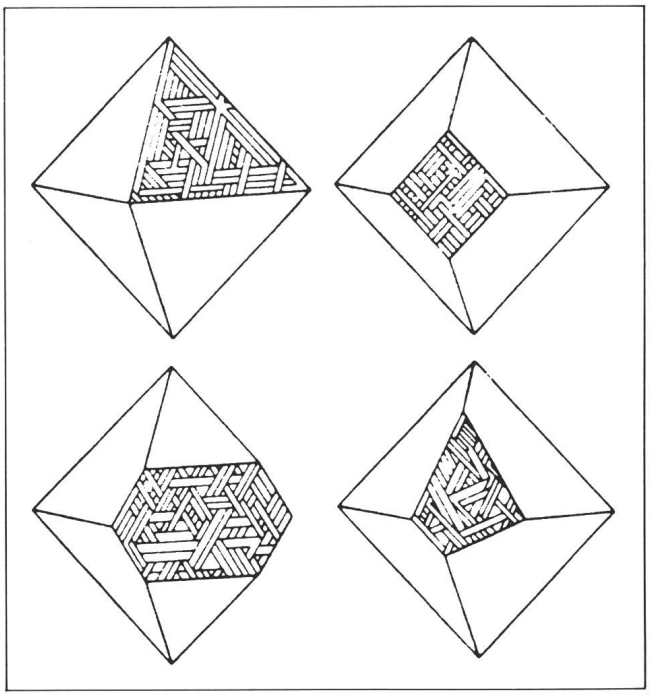
In meteoritischem Eisen lassen sich verschiedene Gefügebestandteile unterscheiden: Nickelarmes, balkenartig ausgebildetes Balkeneisen oder *Kamazit*; nickelreiches, als seitliche Begrenzung der Kamazit-Balken ausgebildetes Bandeisen oder *Taenit*; und schliesslich als Ausfüllung zwischen Balken und Bändern das Fülleisen oder *Plessit*, das aus einem Gemisch aus viel Kamazit und wenig Taenit besteht.

Aufgrund dieser Gefüge können drei verschiedene Strukturtypen unterschieden werden.

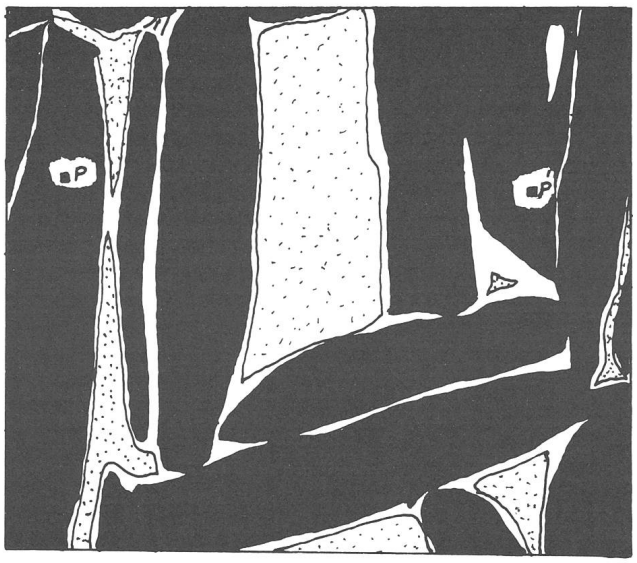
Die *Oktaedrite* enthalten Kamazit und Taenit als Verwachsungen parallel den Flächen des Oktaeders, die verbleibenden Zwischenräume sind mit Plessit ausgefüllt. Merkmale: Widmannstättensche Ätzfiguren, die je nach Schnittlage durch das Oktaeder variieren.

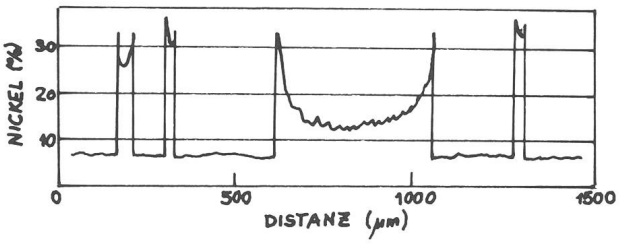


Widmannstättensches Gefüge bei Oktaedriten. (Nach Lapis 12/78)

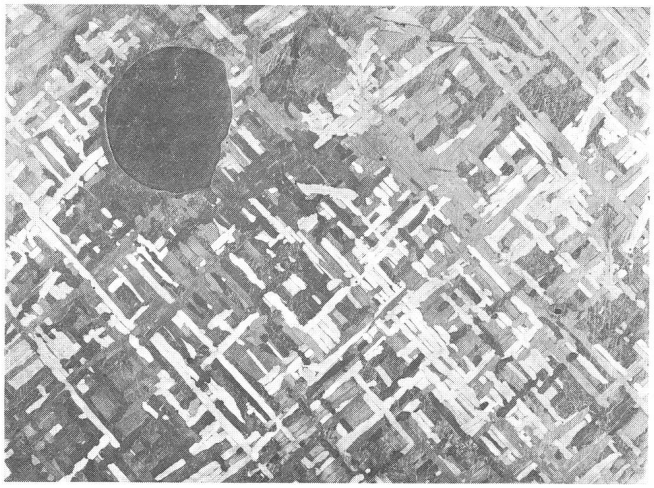


Anordnung der Kamazit-Lamellen in Oktaedriten in Abhängigkeit von der Schnittlage. (Nach MASON, 1962)

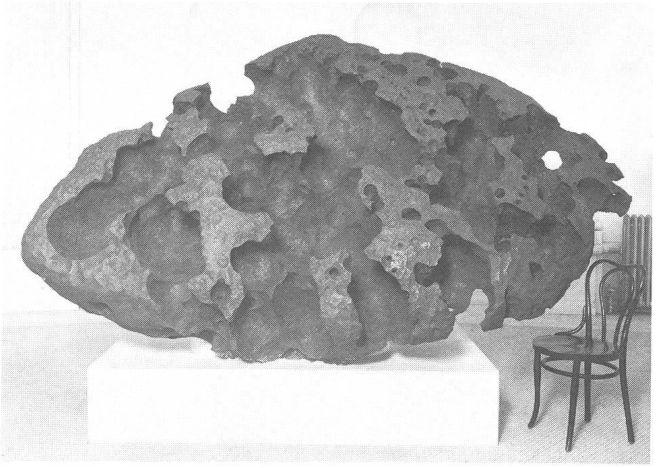




Eisenmeteorit Anoka (IIIC-Of): Zwischen P und P' wurden die Nikkel-Gehalte gemessen und in der Grafik darunter aufgetragen. Die schwarzen Balken im dargestellten Widmannstättenschen Gefüge sind Kamazit mit einem Nickel-Gehalt von 6,4%, die weissen Bänder sind Taenit mit bis 37% Nickel, gepunktet ist Plessit, ein Gemisch von Kamazit und Taenit mit im Mittel etwa 14% Nickel. (abgeändert nach Wood, 1968).



Cape York, Eisenmeteorit (Oktaedrit III A-Om): Die Probe stammt von einem 20,1 Tonnen schweren Meteoriten, der vom dänischen Meteoritenspezialisten VAGN. F. BUCHWALD *1963 als Teil eines Schauers in Melville Bay, Nordgrönland, gefunden wurde. Sehr schön sind die im Text erwähnten Widmannstättenschen Figuren zu erkennen, die sich hier im Winkel von etwa 90 Grad schneiden. Der runde Einschluss oben links ist Troilit (Schwefeleisen), er misst im Durchmesser 3 cm. (Foto: V.F.* BUCHWALD*)*



Der Eisenmeteorit von Willamette (Oktaedrit III A-Om) wurde 1902 in Oregon, USA, gefunden. Er gehört zu den Oktaedriten und wog bei seiner Bergung 13,5 Tonnen. Heute ist er im American Museum of Natural History in New York ausgestellt. (Archivbild BMS)

Tombigbee River, anormaler Hexaedrit (IRANOM): Grosse hieroglyphenartige Schreibersit-Kristalle mit kleinen rundlichen Troilit-Einschlüssen sind eingebettet in relativ nickelarmes Eisen (5,1 Prozent Ni) mit teilweise rekristallisierten Zonen (hellgraue, fleckige Bereiche). Feine Neumannsche Linien, charakteristisch für diese Meteoritenart, sind auf der Abbildung nicht erkennbar. Vergrösserung: abgebildeter Bereich × 1,2

Die *Hexedrite* enthalten ausschliesslich Kamazit und besitzen Spaltbarkeit nach den Flächen des Würfels (Hexaeder). Merkmale: Zwillingslamellen in Form Neumannscher Linien.

Die *Ataxite* weisen weder Widmannstättensche Ätzfiguren noch Neumannsche Linien auf, sie sind gefügelos (griech. a = ohne, Taxis = Anordnung).

Die Parameter für die Klassifizierung der Eisenmeteorite sind einerseits die Struktur, andererseits die Konzentrationen der Elemente Nickel, Gallium, Germanium und Iridium.

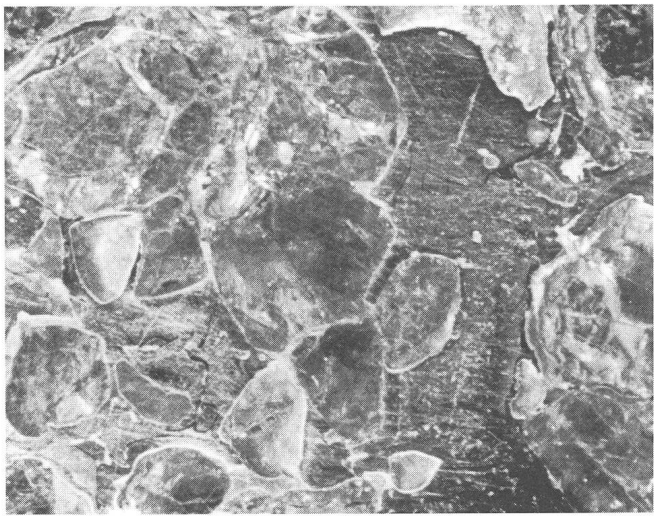
Steinmeteorite

Steinmeteorite werden in zwei Hauptgruppen geschieden: Die Chondrite und die Achondrite. Die Aufteilung erfolgt

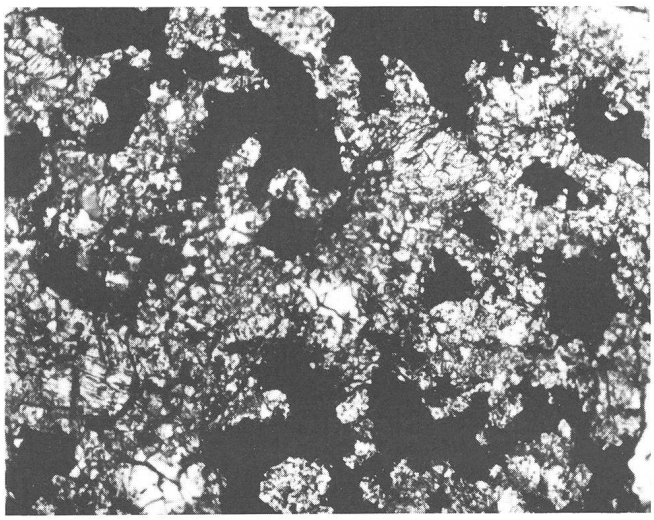
aufgrund vieler und zum Teil recht komplizierter Parameter. Einfachstes Unterscheidungsmerkmal ist das Vorhandensein oder das Fehlen von Chondren, millimeter- bis erbsengrosse Kügelchen aus Silikatmineralien (7).

Chondrite
Sie enthalten Chondren in mehr oder weniger starker Ausprägung und mit unterschiedlichem Mineralgehalt (Olivin, Pyroxene, Plagioklas, Spinell, Chromit und Gesteinsglas) sowie 19–35 Gewichtsprozent Eisen, entweder als freies Nickeleisen oder in Troilit und Silikaten gebunden, wobei gilt, dass hohe Gehalte an gediegenem Eisen und hohe Eisengehalte der Silikate sich ausschliessen (Priors Regel). Chondrite werden nach der chemischen Zusammensetzung der Pyroxene in sechs Klassen unterteilt. Diese erfahren eine weitere Differenzierung aufgrund ihres Rekristallisations-Grades. Etwa 85 Prozent aller Meteorite und 91 Prozent der Steinmeteorite zählen zu den Chondriten.

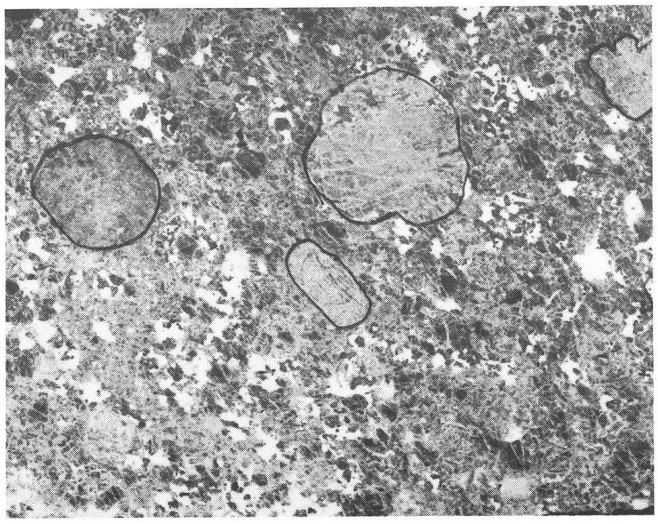
Kohlige Chondrite
Besser würde man diesen Typ als kohlenwasserstoffhaltige Chondrite bezeichnen. Sie enthalten Magnetit, Epsomit, Pyrrhotin, Dolomit und andere Mineralien, häufig mit Kristallwasser. Besonders bemerkenswert ist ihr Gehalt an aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen. Aufgrund dieser Kohlenwasserstoff-Gehalte können sie seit ihrer



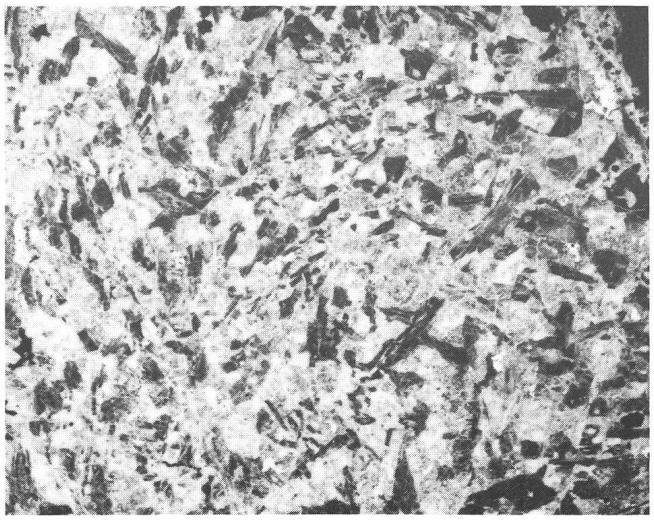
Finmarken (Pallasit-PAL): Rundliche Körner und Massen aus Olivin mit gelegentlich etwas Troilit sind eingebettet in ein schwammartiges Gerüst aus Nickeleisen. Polierte Platte, Auflicht. Längsseite des Ausschnitts 4,2 cm.



Mincy (Mesosiderit-MES): Der 1857 in Missouri, USA, gefundene Meteorit des Übergangstypus zeigt hier im Dünnschliff sehr schön sein Gefüge: schwarz ist Nickeleisen, weiss bis dunkelgrau sind Silikatmineralien (Pyroxen, Plagioklas, Olivin). Vergrösserung: × 11,8



Zavid, Steinmeteorit (Chondrit-L6): Den grössten Anteil unter den Steinmeteoriten nehmen die Chondrite mit 91 Prozent ein. Chondrite erhielten ihren Namen von den kugeligen Gebilden im Gefüge. Unser Dünnschliffbild zeigt Chondren (ausgezogen) in einer Matrix aus verschiedenen Silikaten (grau, hell und dunkel) und Nickeleisen (weiss). Vergrösserung: × 10. Dieser Dünnschliff wurde zugunsten einer besseren Übersicht negativ kopiert.



Stannern, basaltischer Achondrit (Eucrit-EUC): Steinmeteorite ohne Chondren, mit allgemein niedrigem Eisengehalt, werden als Achondrite bezeichnet. Das Dünnschliffbild zeigt eine Mikrobrekzie von hauptsächlich Feldspat und Pyroxen (verschiedene Grautöne). Metallisches Eisen ist nicht sichtbar, der Gehalt liegt bei weniger als 0,1 Prozent. Vergrösserung: × 14 (Mikrofotos und alle Abbildungen ohne Bildvermerk: R. Bühler)

Bildung nie über 100 Grad Celsius erhitzt worden sein, weil sie sonst in den Hochvakuum-Bedingungen des Weltraums zerfallen wären.

Steinmeteorit (Chondrit-H5) von Pultusk: Nach einem «Feuerball», gefolgt von mehreren Detonationen, fielen am 30. Januar 1868 zwischen Pultusk und Ostrolenka, Polen, etwa 100 000 Steinmeteoriten von der Grösse einer Erbse bis hin zu Stücken mit 9 kg Gewicht. Breite des abgebildeten Stückes: 5,6 cm.

Achondrite

Sie sind charakterisiert durch das völlige Fehlen von Chondren und durch allgemein niedrigere Eisengehalte (metallisches Eisen maximal 4, Gesamteisengehalt maximal 17 Gewichtsprozent). Achondrite sind sehr arm an Sauerstoff. Elemente mit einer sonst hohen Affinität zu Sauerstoff erscheinen in ihnen als Sulfide und Nitride. Achondrite gehören zu den seltensten Meteoriten, die, vielleicht wegen ihrer Ähnlichkeit zu gewissen irdischen Gesteinen, fast nur als beobachtete Fälle registriert und aufgesammelt wurden (67 Fällen stehen 18 Funde gegenüber).

Sonderfall SNC-Meteorite

In der Meteoritenkunde werden die Achondrite in die Calcium-armen Aubrite, Diogenite und Ureilite sowie in die Calcium-reichen Howardite und Eucrite unterteilt. Eine Gruppe von neun Achondriten, die in keiner Weise in dieses Klassifikations-Schema passen, wird entsprechend ihrer früheren Bezeichnung als **S**hergotite, **N**akhlite und **C**hassignite in der Klasse der SNC-Meteorite zusammengefasst. Dies mit gutem Grund: Ihnen allen ist gemeinsam, dass man sie für Meteorite vom Mars hält! Einige Hinweise für diese Annahme wurden am diesjährigen Meeting der Meteoritical Society in Mainz (3.–9. September), von L.E. NYQUIST, NASA, diskutiert (8).

SNC-Meteorite sind aus einer basaltischen Schmelze vor 1,3 Mia. Jahren kristallisiert; derart später Vulkanismus ist nur auf grossen Körpern wie dem Mars möglich, Asteroiden können aufgrund ihrer geringen Grösse Wärme nicht über 3 Mia. Jahre speichern.

In Proben von Shergotiten wurde Argon, Xenon, Krypton und Stickstoff festgestellt, die die «typische Isotopenunterschrift» der Marsatmosphäre, wie sie von VIKING-Sonden gemessen wurde, aufweisen.

Die chemische Zusammensetzung bestimmter SNC-Meteoriten ist ähnlich jener der durch VIKING untersuchten Marsproben.

Modellrechnungen der dynamischen Vorgänge bei Meteoriteneinschlägen auf dem Mars schliessen nicht aus, dass ansehnliche Gesteinsbrocken derart beschleunigt werden können, dass sie aus dem Schwerefeld des Mars entweichen. Monte Carlo-Rechnungen zeigen, dass solche Brocken im Laufe von einigen Millionen Jahren von der Erde eingefangen werden können.

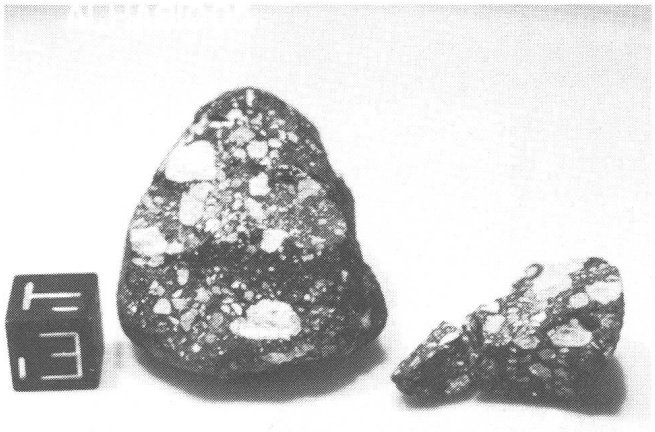
Zugegeben, es handelt sich um viele Indizien, aber nicht um Beweise. Diese können erst angetreten werden, wenn vielleicht in den 90er Jahren eine Marsmission die ersten Proben zur Erde bringen wird.

Einziger Vertreter der SNC-Meteorite in der Bally-Sammlung ist der Nakhla-Meteorit, der am 28. Juni 1911 bei Abu Hommos, Ägypten, gefallen ist.

Ein Meteorit vom Mond: ALHA 81005

Vom Fundort Allan Hills, 200 km nordöstlich der amerikanischen Antarktis-Station McMurdo, wurden im antarktischen Sommer 1981/82 von einer US-Expedition 113 neue Meteorite in die Laboratorien der NASA zurückgebracht. Eines dieser Stücke hat sich in der Zwischenzeit als «besonders seltener Vogel» (very rare bird, NASA) entpuppt.

Das Meteoritenstück mit der Bezeichnung ALHA 81005 wiegt 31,4 Gramm und wird beschrieben als anorthositische



ALHA 81005: 1982 wurde in der Antarktis ein Meteorit in drei zusammengehörigen Fragmenten im Gesamtgewicht von 31,4 Gramm gefunden, der nach eingehender chemischer und mineralogischer Analyse durch ein Konsortium von 50 Wissenschaftlern in USA und Europa als Stück der Hochlandkruste des Mondes identifiziert wurde. Kantenlänge des abgebildeten Würfels 1 cm. (Foto: NASA).

Brekzie mit Fliessmarken auf einer grubigen, glasigen Oberfläche von grünlicher Farbe. Eine Zusammensetzung, wie man sie bereits bei Gesteinen der Mondkruste festgestellt hat.

Was anfänglich nur Vermutung war, ist unterdessen Tatsache geworden. Ein Konsortium von 50 Wissenschaftern aus den USA und Europa hat eindeutig festgestellt, dass ALHA 81005 nichts anderes ist als ein Stück Gestein des lunaren Hochlands (helle Teile der Vorder- und Rückseite).

Stein-Eisenmeteorite
Diese Übergangstypen zwischen Eisen- und Steinmeteoriten enthalten neben Nickeleisen und Troilit grössere Mengen an Silikaten wie Olivin, Pyroxen, Plagioklas, Schreibersit und Chromit.

Pallasite
Sie bestehen aus einem schwammigen Netzwerk von Nickeleisen mit eingelagerten Olivinkristallen.

Mesosiderite
Sie bestehen etwa zu gleichen Teilen aus Nickeleisen und Silikaten. Nickeleisen tritt als eingelagerte, unregelmässige Körner in Zentimetergrösse auf; die Silikate der Matrix sind Pyroxen, Plagioklas und Olivin.

Pallasite wie Mesosiderite gehören ebenfalls zu den seltenen Meteoritentypen. Von beiden zusammen sind nur 11 Fälle und 67 Funde bekannt, im Gegensatz etwa zu 46 Fällen und 610 Funden bei den Eisenmeteoriten oder zu 685 Fällen und 564 Funden bei den Chondriten.

Das Sammeln von Meteoriten
Wie schon eingangs erwähnt, ist jeder Meteorit als einzigartiger Träger von Informationen aus unserem Planetensystem zu betrachten. Aus diesem Grund müssen solche «Boten aus dem Weltraum» in bestmöglicher Art für heute, aber auch für eine nicht vorsehbare Zukunft erhalten werden. Bester Weg dazu ist das Aufbewahren von Fragmenten möglichst vieler Meteoriten in möglichst zahlreichen Museumssammlungen. In Museen deshalb, weil sie auf diese Weise der Wissenschaft und der Öffentlichkeit zugänglich sind und grösstmöglicher Schutz bei bewaffneten Konflikten oder Naturkatastrophen gewährleistet ist. Auch die Bally-Museumsstiftung fühlt sich dieser internationalen Verantwortung verpflichtet.

Von der Anlage einer privaten Sammlung ist nicht nur aus den oben genannten Gründen abzuraten. Neben den verhältnismässig wenigen Meteoriten, die im Handel erhältlich sind (einige Dutzend), wird jeder Privatsammler beim Tausch mit Museumssammlungen eine verständliche Zurückhaltung antreffen.

Laien können jedoch in der Meteoritenkunde gleichwohl zu wertvollen Helfern werden. Sehr viele Meteorite wurden nur durch die gute Beobachtungsgabe von Nichtfachleuten aufgefunden; das Spektrum reicht vom einfachen Landarbeiter über den Dorfpfarrer bis zum Gymnasialdirektor.

Die Chance, einen echten Meteoriten zu finden, ist klein, aber immerhin vorhanden. **Wenn der Verdacht besteht, dass ein Stein oder ein Stück Eisen ein Meteorit sein könnte, ist die Leitung des Bally-Museums gerne bereit, kostenlos und unverbindlich die Untersuchung solcher Objekte zu übernehmen.** Der Finder sollte dann allerdings nicht enttäuscht sein, wenn eine nähere Prüfung einen der nachstehenden Befunde ergibt: Eisenschlacke, Glasschlacke, Geschossteile, Reste irgendwelcher Eisen- oder Steinprodukte, natürliche eisenhaltige Mineralien wie Pyritkonkretionen und ähnliches.

Wer das Glück hat, einen Meteoriten beim Fall zu beobachten, erweist der Wissenschaft einen wertvollen Dienst, wenn er bei der Beobachtung die folgenden Punkte beachtet:

Zählen: Nur so kann man einigermassen genau die Flugdauer messen, ohne das Beobachtungsobjekt aus den Augen zu verlieren.

Schweizer Meteorite

Von den insgesamt zehn aus der Schweiz bekannten Meteoriten (Aubonne, Chervettaz, Glarus, Lausanne, Rafrüti, Ulmiz, Lugano, Utzenstorf, Walkringen, Grauholz) sind fünf zweifelhaft (Aubonne, Glarus, Lausanne, Lugano und Grauholz), einer ist verschollen (Walkringen), von vier Meteoriten ist in Schweizer Museen noch Material vorhanden (9).

Rafrüti, Emmental, BE*
Gefunden 1886, Gesamtgewicht 18,2 kg
Art: Nickelreicher Ataxit IRANOM

Chervettaz, VD*
Gefallen am 30. November 1901, 14.00 Uhr, Gesamtgewicht: 750 g
Art: Steinmeteorit, Olivin-Hypersthen Chondrit L5.

Ulmiz, FR
Gefallen am 25. Dezember 1926, 6.50 Uhr, Gesamtgewicht: 76,5 g
Art: Steinmeteorit, Olivin-Hypersthen Chondrit L.

Utzenstorf, BE*
Gefallen am 16. August 1928, 19.00 Uhr, Gesamtgewicht: 3,422 kg
Art: Steinmeteorit, Olivin-Bronzit Chondrit H6.

* Proben in der BMS-Sammlung vorhanden.

Wo: Man merkt sich die vermutete Einschlagstelle aufgrund topografischer Gegebenheiten und stellt gleichzeitig seinen eigenen Standort fest.

Wann: Nun folgt der Blick auf die Uhr, damit das Ereignis auch zeitlich fixiert ist.

Weitere Angaben, die wichtig sind: Wie hell (im Vergleich zu Sternen oder Mond)? Wie gross? Welche Form? Welche Farbe? Welche Flugbahn (Anfang und Ende)?

Die Einschlagstelle ist meistens nicht mehr als ein rundliches Loch, und ein Meteorit kann selbst kurze Zeit nach seinem Fall ohne Bedenken geborgen werden, denn er kommt aus der eisigen Kälte des Weltraums und erwärmt sich beim Durchflug unserer Atmosphäre nicht genug, um durch und durch erhitzt zu sein. Am besten berührt man ihn nicht mit blossen Händen, wickelt ihn in frische Alu-Folie und benachrichtigt schnellmöglichst den Verfasser dieses Berichts.

Die Forderungen des Begründers der Meteoritenkunde, Ernst Florens Friedrich Chladni, hat noch heute, fast 200 Jahre nach ihrer ersten Formulierung volle Gültigkeit:

«Da Feuerkugeln eine so seltene Naturerscheinung sind und man noch weit seltener Gelegenheit haben möchte, das Niederfallen ihrer Masse in der Nähe zu beobachten, so sollte man, so oft eine bemerkt worden ist, ihrem Wege nach Möglichkeit nachspüren und in der Gegend, wo man etwa ein Niederfallen der Stücke beobachtet haben will, untersuchen, ob sich solche Massen finden, und wo sich etwa eine vorher nicht bemerkte Vertiefung in der Erde zeigt, nachgraben lassen.»

Literaturverzeichnis
1) BÜHLER, R.: Meteoritenkatalog zur Sammlung der Bally-Museumsstiftung, Schönenwerd, BMS-Publikation I-1981.
2) CHLADNI, E.F.F.: Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlichen Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen, Leipzig, 1794.
3) MARVIN, U.B. und MASON, B.H.: Catalog of Antarctic Meteorites 1977–1978, Smithsonian Contributions to the Earth Science, No. 23, Smithsonian Institution Press, Washington DC, 1980.
- MARVIN, U.B. und MASON, B.H.: Catalog of Meteorites from Victoria Land, Antarctica, 1978–1980, Smithsonian Contributions to the Earth Science, No. 24, Smithsonian Institution Press, Washington DC, 1982.
- YANAI, KEIZO: Photographic Catalog of the Selected Antarctic Meteorites in the Collection of National Institute of Polar Research, Tokyo, 1981.
4) BUCHWALD, V.F.: Handbook of Iron Meteorites, Their History, Distribution, Composition and Structure, Volume 1–3, University of California Press, Berkeley, Los Angeles and London, 1975.
5) CLASSEN, J.: Katalog von 230 Meteoritenkratern und 78 irrtümlichen Objekten, Veröffentlichungen der Sternwarte Pulsnitz, Nr. 12, 1978 (erschien in ORION 35. Jahrgang (1977) No. 163, und ORION 36. Jahrgang (1978) No. 164).
6) BUCHWALD, V.F.: The mineralogy of iron meteorites, Phil. Trans. R. Doc. Lond. A. 286, 453–491 (1977).
7) WASSON, J.T.: Meteorites, Classification and Properties, Minerals and Rocks, Vol. 10, Springer, Heidelberg, New York, 1974.
8) NYQUIST, L. E.: Meteorites from Mars – A Status Report, Vortrag gehalten am 46. Meeting der Meteoritical Society (3.–9. September 1983) in Mainz, wird in Meteoritics, Vol. 18, No. 4, 1983, publiziert (im Druck).
9) Anonym: Steine die vom Himmel fallen, Sonderdruck aus dem Schweizer Strahler, Ott Verlag, Thun, 1980.

Über Meteorite lesen

Zum Thema Meteorite gibt es vier recht gute deutsche Publikationen, die wir unseren Lesern empfehlen können:

HEIDE, F.: Kleine Meteoritenkunde, Verständliche Wissenschaft, 23. Band, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1957, 142 S.

BOSCHKE, F.L.: Erde von anderen Sternen, Der Flug der Meteorite, Econ-Verlag, Düsseldorf und Wien, 1965, 347 S.,auch als Fischer-Taschenbuch Nr. 6011 erhältlich.

AUMANN, G.: Meteorite – Boten aus dem Weltall, Naturmuseum Coburg, Erläuterungen zu den Schausammlungen, Heft 22, 84 S.

PALME, H., SCHULTZ, L., WLOTZKA, F. und KERN, M.: Meteorite, Urmaterie des Sonnensystems, Max Planck-Institut für Chemie, Abt. Kosmochemie, Mainz, 1983, 49 S.

Dank

Die folgenden Herren haben in irgendeiner Weise zu diesem Aufsatz beigetragen, ihnen sei an dieser Stelle bestens gedankt: Prof. Dr. V. F. BUCHWALD, Kopenhagen; Prof. Dr. L. SCHULTZ, MPI Mainz; Prof. Dr. P. SIGNER, ETH Zürich.

Adresse des Autors:
Rolf Bühler, Konservator, Bally Museumsstiftung, Postfach 6, 5026 Densbüren.

Le musée de la Fondation Bally à la rue d'Olten à Schönenwerd renferme la collection de météorites la plus vaste de Suisse. Elle contient des spécimens de météorites historiques et récents comme aussi un nombre imposant d'autres fragments documentaires qui normalement, dans l'étude des météorites sont mis en liaison avec les chutes de corps cosmiques à la surface terrestre (tectites, bombes de verre, shatter cônes, fossiles déformés). Une exposition permanente offre un bon aperçu dans cette science particulière.

Dans l'article suivant, ROLF BÜHLER, conservateur de cette collection, aborde brièvement la signification de la météorite comme objet d'étude pour la science. Les météorites renferment des informations importantes sur les événements solaires et intergalactiques et livrent des données sur la formation, l'évolution et la composition de la Terre et d'autres planètes, sur les astéroïdes et le Soleil. Ces données ne sont pas accessibles par d'autres voies.

Une «mine» extrêmement importante de météorites est le continent antarctique depuis 1969. Environ 5000 fragments ont été récupérés dont on pense qu'ils proviennent de plusieurs centaines de chutes différentes de météorites.

Des ustensiles utilitaires et de décoration en fer météoritique sont connus de toutes les époques de culture et, déjà avant le début de la chronologie historique, des chutes de météorites on été notées.

Au moyen d'objets de collection du musée Bally, sont présentés ensuite les météorites d'Ensisheim, Elboken (aujourd'hui Loket), l'Aigle, Cañon Diable et Sikhote-Alin avec une courte description de leur chute ou de leur découverte. Enfin, l'auteur fait une présentation fortement simplifiée de la classification des météorites et, après avoir donné quelques idées sur les moyens de collectionner les météorites, indique quels points doivent être pris en considération lors d'observation d'une chute de météorites. L'article se termine par une présentation des météorites suisses connues jusqu'ici et d'une bibliographie détaillée.

Öffnungszeiten des Bally-Museums: Sa, So 14–17 Uhr, an Feiertagswochenenden und Juli/August geschlossen. Besuche ausserhalb der Öffnungszeiten nach Vereinbarung mit der Museumsleitung: ROLF BÜHLER, Postfach 6, 5026 Densbüren.

Ouverture du musée de la Fondation Bally: Samedi, dimanche, 14–17 heures. Le musée est fermé aux mois de juillet et août et aux jours fériés. Hors des heures d'ouverture: ROLF BÜHLER, Conservateur du musée de la Fondation Bally, Case postale 6, 5026 Densbüren.