

Meteorite

Fälle und Funde

Der Begriff "Meteorit" stammt aus dem Griechischen "meteoros" und bedeutet „in der Luft befindlich“. Jeden Tag dringen etwa 1000 Tonnen außerirdischen festen Materials in die Erdatmosphäre ein. Ein Bruchteil davon erreicht intakt (als Gesteinsbrocken) die Oberfläche und steht somit der mineralogischen und chemischen Forschung zur Verfügung. Diese Trümmer sind die Meteorite, die nach dem Fundort benannt werden. Es gibt heute mehr als 50000 gefundene Meteoritenbruchstücke; bei ca. 1000 wurde der Fall beobachtet. Die meisten Meteorite werden in den kalten (Antarktis) und heißen Wüsten (z.B. Sahara, Arabische Wüste) der Erde gefunden, da dort das kalte bzw. trockene Klima ihre Verwitterung verlangsamt. Meteorite unterscheiden sich oft farblich vom Untergrund durch ihre dünne, dunkle Schmelzkruste, die sich bei der Abbremsung von >40000 km/h in der Atmosphäre bildet. Das Institut für Planetologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster verfügt mit derzeit über 3700 Meteoriten über eine der größten Meteoritensammlungen der Welt. In der Stratosphäre lässt sich mit hochfliegenden Flugzeugen ("U2") auch interplanetarer Staub sammeln. Diese Staubkörnchen stellen auf Grund ihrer typischen Größen von nur etwa 10 µm (10/1000 mm) sehr große Herausforderungen an die Analytik. Sie sind aber – da sie möglicherweise von Kometen stammen - besonders interessante Untersuchungsobjekte. Durch die „Stardust“-Mission ist es kürzlich gelungen, Staubkörner vom Kometen „Wild 2“ auf die Erde zu holen.

Herkunft und Bedeutung der Meteorite

Die kosmische Strahlung im interplanetaren Raum erzeugt in Meteoriten vor ihrem Fall radioaktive Kerne. Aus ihrer Aktivität wird ein Bestrahlungsalter von typischerweise einigen Millionen Jahren bestimmt. Vorher waren die Meteorite in ihren sogenannten Meteoritenmutterkörpern von der Strahlung abgeschirmt. Die Mutterkörper sind im Allgemeinen die Asteroide, Kleinplaneten mit Durchmessern bis zu 1000 km, die in sehr großer Zahl (>50000) zwischen Mars und Jupiter die Sonne umkreisen. Das Bildungsalter der meisten Meteorite beträgt ca. 4500 Millionen Jahre. Hieraus folgt die herausragende wissenschaftliche Bedeutung dieser Gesteine: Meteorite sind Bruchstücke fremder, für die Menschheit bislang unerreichbarer Himmelskörper, die die Frühzeit unseres Sonnensystems widerspiegeln. Das älteste Fragment eines Meteoriten ist etwa 4568 Millionen Jahre alt und bestimmt somit auch das Alter unseres Sonnensystems. Mineralogische, chemische und isotopische Untersuchungen von Meteoriten geben Aufschluss über die Bildung und Entwicklung der Körper des Sonnensystems (der Planeten mit ihren Monden, Asteroiden und Kometen). Am Anfang standen Kondensations- und Schmelzvorgänge, die zur Bildung fester Substanzen (Meteoritenkomponenten), u.a. der sogenannten Ca,Al-reichen Einschlüsse (CAIs) in Meteoriten führten. Außerdem sind noch intakte sogenannte „präsolare Staubkörnchen“ (Sternenstaub) in Meteoriten zu finden, die Aufschluss über kernsynthetische Prozesse in Sternen vor der Existenz unseres Sonnensystems geben. Durch Akkretions-Prozesse (Agglomeration) früher Solarnebel-Komponenten wurden primitive Kleinplaneten gebildet, deren weitere Entwicklung durch Zusammenstöße und thermische sowie hydrothermale Metamorphosen geprägt war. Wegen der raschen Abkühlung dieser kleinen Körper waren die thermometamorphen Prozesse bereits nach kurzer Zeit (einige 10 Millionen Jahre) abgeschlossen, während Zusammenstöße zwischen Meteoritenmutterkörpern, die uns ja die Meteorite liefern, bis heute andauern.

Klassifikation der Meteorite

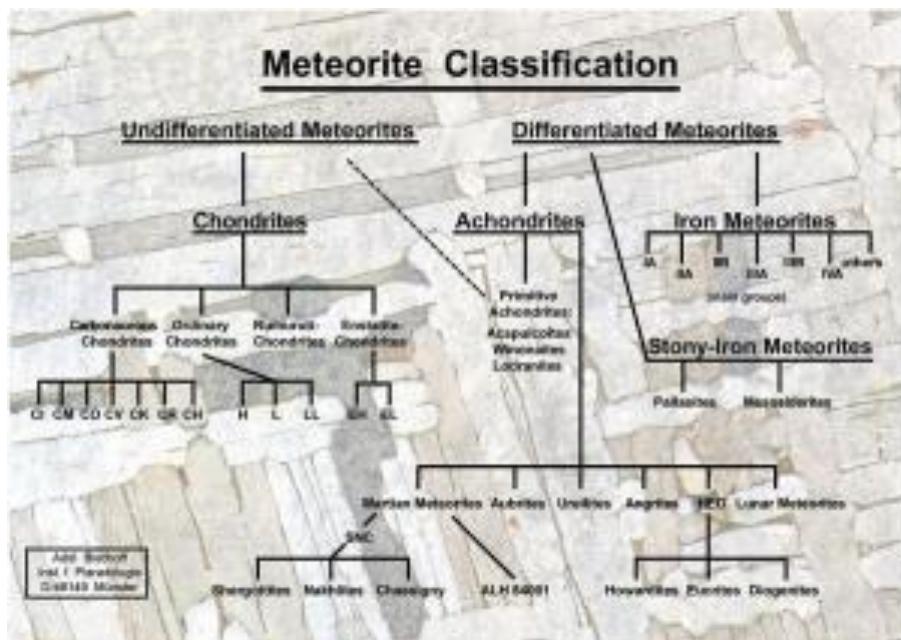
Die Klassifikation der Meteorite geht auf die Bildungsprozesse (Genese) der Gesteine zurück. Es werden nicht-differenzierte und differenzierte Meteorite voneinander unterschieden.

Differenzierte Meteorite sind die Eisen- und Steineisen-Meteorite sowie die Achondrite, während die Chondrite zu den nicht-differenzierten Meteoriten gezählt werden.

Chondrite bestehen überwiegend aus silikatischen und metallischen Komponenten und haben eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die Sonne, die etwa 99.9% der Masse des gesamten Sonnensystems ausmacht. Das Gefüge der Chondrite lässt sich durch ein relativ loses Zusammenballen von Chondren, Fragmenten, Einschlüssen, Metallen, Sulfiden und feinkörniges Matrixmaterial charakterisieren. Bei den für die Chondrite namensgebenden „Chondren“ handelt es sich um etwa mm-große Schmelzkugelchen, die aufgrund eines plötzlichen Hochtemperaturereignisses im frühen Solarnebel durch einen Aufschmelzprozess aus Staubaggregaten entstanden sind.

Im Gegensatz dazu stammen die Achondrite von differenzierten Mutterkörpern - also von Kleinplaneten, die kurz nach ihrer Bildung vollständig oder partiell aufgeschmolzen waren. Viele Achondrite sind den irdischen Basalten ähnlich und stammen aus den Krusten- und Mantelbereichen ihrer aufgeschmolzenen Mutterkörper. Im Gegensatz zu Chondriten haben die Achondrite aufgrund ihrer Aufschmelzung den ursprünglichen mineralogischen und chemischen Charakter verloren, liefern aber wertvolle Informationen über die frühe Differenzierungs geschichte der kleinen planetaren Körper, aus denen sich durch fortschreitende Akkretionsprozesse die Planeten bildeten.

Eisenmeteorite und Steineisenmeteorite sind ebenfalls Bruchstücke differenzierter Asteroide. Sie stammen jedoch aus dem Inneren dieser Körper (aus den Kern- oder Kern-Mantel-Bereichen). Die Klassifikation der Eisenmeteorite erfolgt entweder anhand der Ausbildung der sogenannten "Widmanstättenschen Figuren" (sich kreuzende Lamellenscharen zweier Fe-Ni-Legierungen) oder aufgrund ihrer Zusammensetzung (z.B. der Konzentrationen an Nickel, Germanium und Iridium). Steineisenmeteorite bestehen zu etwa gleichen Teilen aus metallischem Fe-Ni und Silikaten und stammen vermutlich aus dem Kern-Mantel-Übergangsbereich von Asteroiden.



"Meteorite - spektakuläre Bausteine ferner Himmelskörper"

(poster download as [pdf](#))

Mars- und Mond-Meteorite

Während nahezu alle Meteorite Alter von etwa 4500 Millionen Jahren aufweisen, gibt es bestimmte Gruppen von Achondriten, die mit weniger als 1000 Millionen Jahren erheblich jünger sind. Diese etwa 100 Meteoritenbruchstücke können nur von einem Mutterkörper stammen, der bis vor einigen 100 Millionen Jahren vulkanisch aktiv war. Dazu muss dieser zwangsläufig vergleichsweise groß sein. Geochemische Argumente deuten auf den Mars als Meteoritenmutterkörper für diese Gesteine hin. Durch gewaltige Meteoriteneinschläge wurde Gestein aus der Marsoberfläche derart ausgeworfen, dass es das Schwerkraftfeld des Mars verlassen konnte, auf einer erdkreuzenden Bahn die Sonne umkreiste und schließlich die Erde erreichte. Ein ähnlicher Prozess ist auch verantwortlich dafür, dass es etwa 140 Mondmeteorite gibt, die durch den Vergleich mit den Gesteinen der Apollo-Missionen eindeutig als Mondgesteine identifiziert wurden.

Krater

Einschlagskrater werden durch die Kollision der Erde (oder anderer Körper) mit kosmischen Geschossen gebildet. Meteoroide - so nennt man die Körper, bevor sie aufschlagen - zerbrechen häufig bei der Abbremsung in der Atmosphäre, insbesondere dann, wenn es sich um Steinmeteoroide handelt. Die Bruchstücke führen dann zu Meteoritenschauern mit Fallellipsen von Hunderten von Quadratkilometern Ausdehnung. Große Meteoroide treffen dagegen intakt und mit unverminderter Geschwindigkeit von mindestens 40000 km/h auf die Planetenoberfläche auf. Durch die Wucht des Aufschlags wird sowohl das Projektil (der Meteoroid) als auch das Untergrundgestein (die getroffene Erdregion) um bis zu einem Faktor zwei verdichtet. Diese Masse explodiert und bildet einen Impaktkrater. Schockwellen zertrümmern nachhaltig das umgebende Gestein. Auf der Erde sind bisher weit über 100 Impaktkrater entdeckt worden. Der nächste ist das Nördlinger Ries (15 Millionen Jahre alt, 24 km im Durchmesser). Der wohl bekannteste Krater ist Chixculub in Mexiko (Durchmesser: ca. 200 km), dessen Bildung vor 65 Millionen Jahren u.a. zum Aussterben der Dinosaurier führte.