

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 $10\ \mu\text{m}$ ($10/1000$ 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

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 Schwerefeld 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. Meteoroiden - so nennt man die Körper, bevor sie aufschlagen - zerbrechen häufig bei der Abbremsung in der Atmosphäre, insbesondere dann, wenn es sich um Steinmeteoroiden handelt. Die Bruchstücke führen dann zu Meteoritenschauern mit Fallellipsen von Hunderten von Quadratkilometern Ausdehnung. Große Meteoroiden 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.