

Angriff aus dem All

Unser Planet steht unter ständigem Beschuss von ausserirdischem Material. In den seltensten Fällen werden uns Brocken aus dem All gefährlich. Manchmal finden wir ihre Überreste auf der Erde. Und in den schönsten Fällen werden Objekte aus dem Weltraum auf dem Weg zu uns zu zauberhaften Sternschnuppen. Eine Reise in die Welt der Meteore und Meteoriten.

von Eva Mell

Pro Jahr fallen laut der Nasa (Nationale Aeronautik- und Raumfahrtbehörde) rund 40 000 Tonnen Material aus dem Weltall auf unseren Planeten. Pro Tag sind das fast 110 Tonnen, pro Stunde 4,5 Tonnen, pro Minute 76 Kilogramm und pro Sekunde immerhin noch etwas mehr als ein Kilogramm ausserirdisches Material. Die ersten drei Sätze dieses Textes zu lesen dauert ungefähr zwanzig Sekunden. In dieser Zeit sind etwa 25 Kilogramm Weltraumstaub auf uns niedergerieselt. Diese kleinsten Partikel machen den grössten Teil des Materials aus, das von aussen auf die Erde einstrahlt. Trotz dieser enormen Menge gibt es aber keinen Grund, in Angst zu verfallen. Denn nur sehr selten wird ein grosser Brocken aus dem All der Erde und dem Leben auf ihr gefährlich. Die Erde ist zwar eine Zielscheibe. Aber sie hat ein sehr zuverlässiges Schutzschild: die Erdatmosphäre.

Sie bremst ab, was mit hohen Geschwindigkeiten auf uns zurast, und sorgt dafür, dass von Teilen ab einer Masse von rund zehn Gramm das meiste auf dem Weg zu uns verglüht. Tritt ein Teilchen mit einer Masse zwischen zwei Mikrogramm und zwei Gramm in die Erdatmosphäre ein, verglüht es sogleich – und der Mensch nutzt den kurzen Moment seines Erscheinens, um ei-

nen Wunsch zu formulieren: Er hat eine Sternschnuppe gesehen. Ein Ereignis, das zu manchen Zeiten des Jahres gehäuft auftritt.

Sternschnuppenregen

Am 12. August ist es endlich wieder so weit. Die Perseiden bescheren uns eine Nacht voller Sternschnuppen. Jedes Jahr um dieses Datum kreuzt die Erde die Staubschweifspur, die der Komet 109P/Swift-Tuttle aus dem Sternbild Perseus im All hinter-



Foto: Keystone/EPA/Georgi Litovski

Eine Sternschnuppe über Mazedonien am 13. August 2011 – jedes Jahr um diese Zeit gibt es einen wahren Sternschnuppenregen.

Das ist mir schnuppe!

Eine Schnuppe ist ursprünglich das verkohlte, glühende Dochtende einer brennenden Kerze. Es wurde mit einer speziellen Schere abgeschnitten, damit die Kerze nicht russt. Dieser glühenden Schnuppe hat die Sternschnuppe ihren Namen zu verdanken. Weil die Schnuppe der Kerze aber als wertlos angesehen wurde, hat sich auch ein Sprichwort aus ihr entwickelt: Das ist mir schnuppe!

Soll heissen: Das ist mir gleichgültig!

Laurentius-tränen in Italien

Die Perseiden, ein jährlich um den 12. August auftretender Meteorstrom (siehe Haupttext), nennt man auch Laurentius-tränen. Sie fallen ungefähr mit dem Fest des Märtyrers Laurentius zusammen, der am 10. August des Jahres 258 nach Folter in Rom gestorben sein soll. Noch heute beobachten viele Italiener an seinem Todestag den Nachthimmel, um seine Tränen, die Sternschnuppen, zu sehen.

lassen hat. Die Staubpartikeln treffen auf die Atmosphäre, verglühen und bringen dabei Luftmoleküle zum Leuchten, die wir für kurze Zeit als Sternschnuppe wahrnehmen – und die in der Wissenschaft Meteore heissen.

Meteor, das kommt vom altgriechischen Ausdruck «in der Luft schwebend» und bezeichnet ganz allgemein Luft- und Wettererscheinungen. Heute beschäftigt sich die Meteorologie nicht mehr mit unseren Besuchern aus dem All, sondern mit dem irdischen Wetter. Dass die Weltraumteilchen mit Leuchtkraft einst dem Wetter zugeordnet wurden, hat seinen Ursprung beim griechischen Philosophen Aristoteles. Für Aristoteles stand fest, dass sich die Himmelskörper nach ewigen Gesetzen bewegen. Dort war kein Platz für andere Objekte. Alles, was am Himmel erleuchtete, galt bei ihm deshalb als erdnahe atmosphärisches Phänomen. Er war der Meinung, es handle sich um giftige Ausdünstungen der Erde, die sich weit oben entzündeten und beim Absturz verglühen.

Heute weiss man, dass die Partikeln, die auf ihrer Reise zur Erde in der Atmosphäre verglühen, aus dem All stammen. Und man weiss, dass manche Meteore den Weg auf die Erde so gut überstehen, dass wir ihre Überreste genau untersuchen können. Hat ein Teil eine Masse von mindestens zehn Gramm, so besteht die Möglichkeit, dass es beim Eintritt in die Erdatmosphäre nicht ganz verglüht. Was von ihm auf der Erde landet, heisst Meteorit – und wenn es mit leuchtendem Schweif und manchmal auch mit Donnern und Getöse auf die Erde zurast, heisst es nicht mehr nur Sternschnuppe, sondern Feuerball.

Ungeahnter Beschuss von oben

15. Februar 2013, zirka 9.20 Uhr Ortszeit, Tscheljabinsk, Russland: Ein Objekt heller als die Sonne rast auf die Erde zu, zieht einen langen, leuchtenden Schweif hinter sich her und zerbricht auf dem Weg in viele kleine Teile, was zur Folge hat, dass rund 1500 Menschen verletzt werden. Was ist da passiert?

Ein Bruchstück eines Asteroiden bewegte sich, von Forschern unbemerkt, in Richtung Erde. Die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler lag an diesem Tag auf einem anderen, viel grösseren Asteroiden, der am Abend knapp an der Erde vorbeifliegen würde. Dieses Ereignis war vorausberechnet worden. Dass ein weiteres, nur fünfzehn Meter grosses Objekt direkt auf unseren Planeten zufliegen würde, hatten die Wissenschaftler nicht kommen sehen, weil kleine Asteroiden im Gegensatz zu grossen in vielen Fällen noch unbekannt sind. Deshalb wurde die Erde völlig ungeahnt zum Ziel eines Brockens aus dem All.

Mit rund neunzehn Kilometern pro Sekunde flog das unvorhergesehene Objekt in die Erdatmosphäre. Das entspricht 68 400 Kilometern pro Stunde. Diese unfassbar schnelle Geschwindigkeit sorgte dafür, dass die Luft vor dem Objekt stark komprimiert wurde und eine grosse Hitze entstand. Die Oberfläche des Brockens begann zu schmelzen und verdampfte. Eine Gashülle aus Luft und verdampftem Material umgab es. Frei werdende thermische Energie lud diese Hülle elektrisch auf und brachte sie zum Leuchten. Das war der Schweif des Feuerballs von Tscheljabinsk.

Die entstehende Hitze führte aber auch dazu, dass der Brocken in kleine Teile zerbrach. Viele kleine Teile haben insgesamt eine viel grössere Oberfläche als ein einziges grosses Teil. Deshalb erhöhte sich die Reibungshitze nach dem Auseinanderbrechen noch mehr. Die kleinen Teile zerbarsten, wobei eine Schockwelle entstand – auch «Airburst» genannt. Diese Schockwelle sorgte für Zerstörung, indem sie zum Beispiel Fenster zersplitterte. Damit ist sie verantwortlich für die vielen Verletzten an jenem Tag. ▶

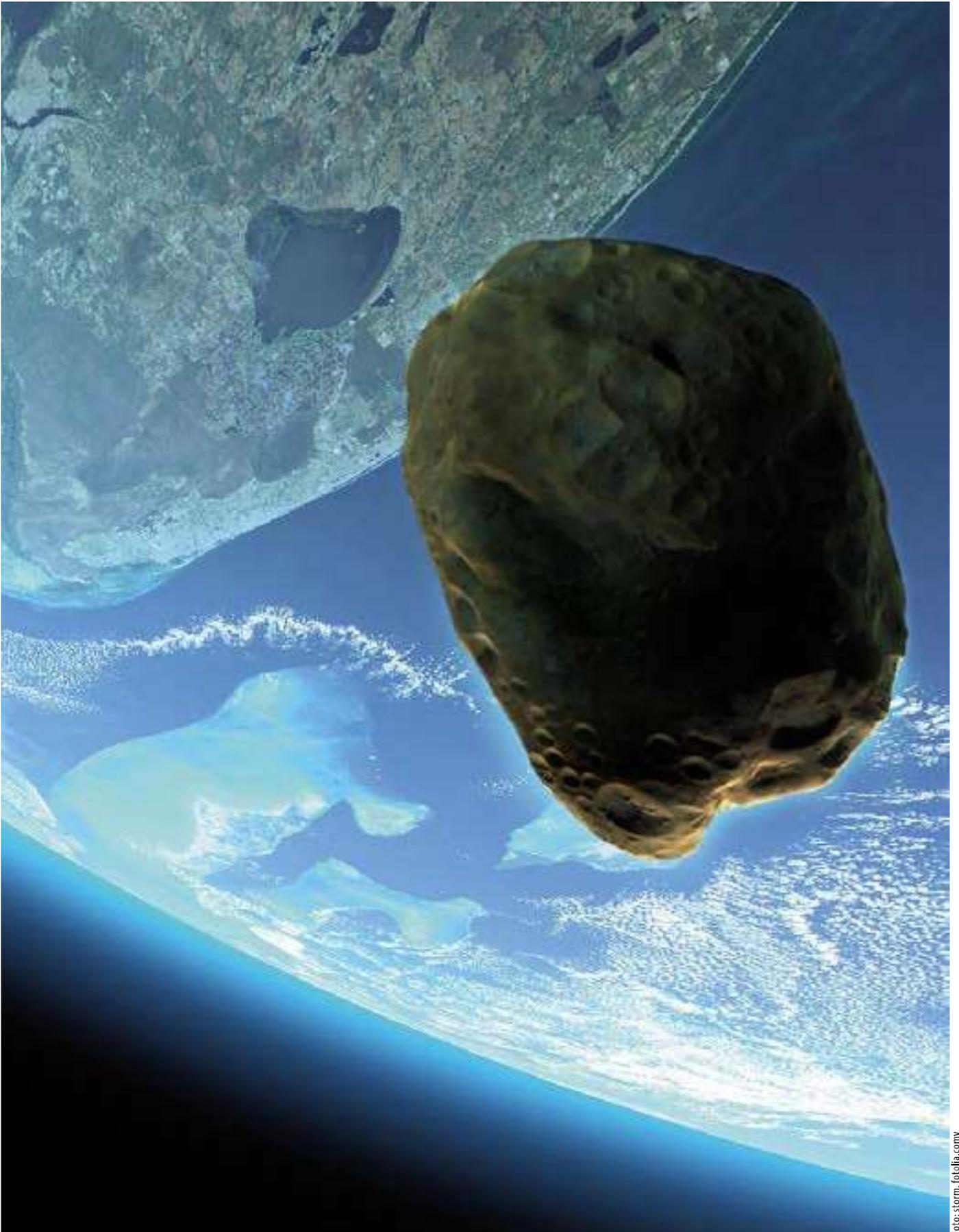
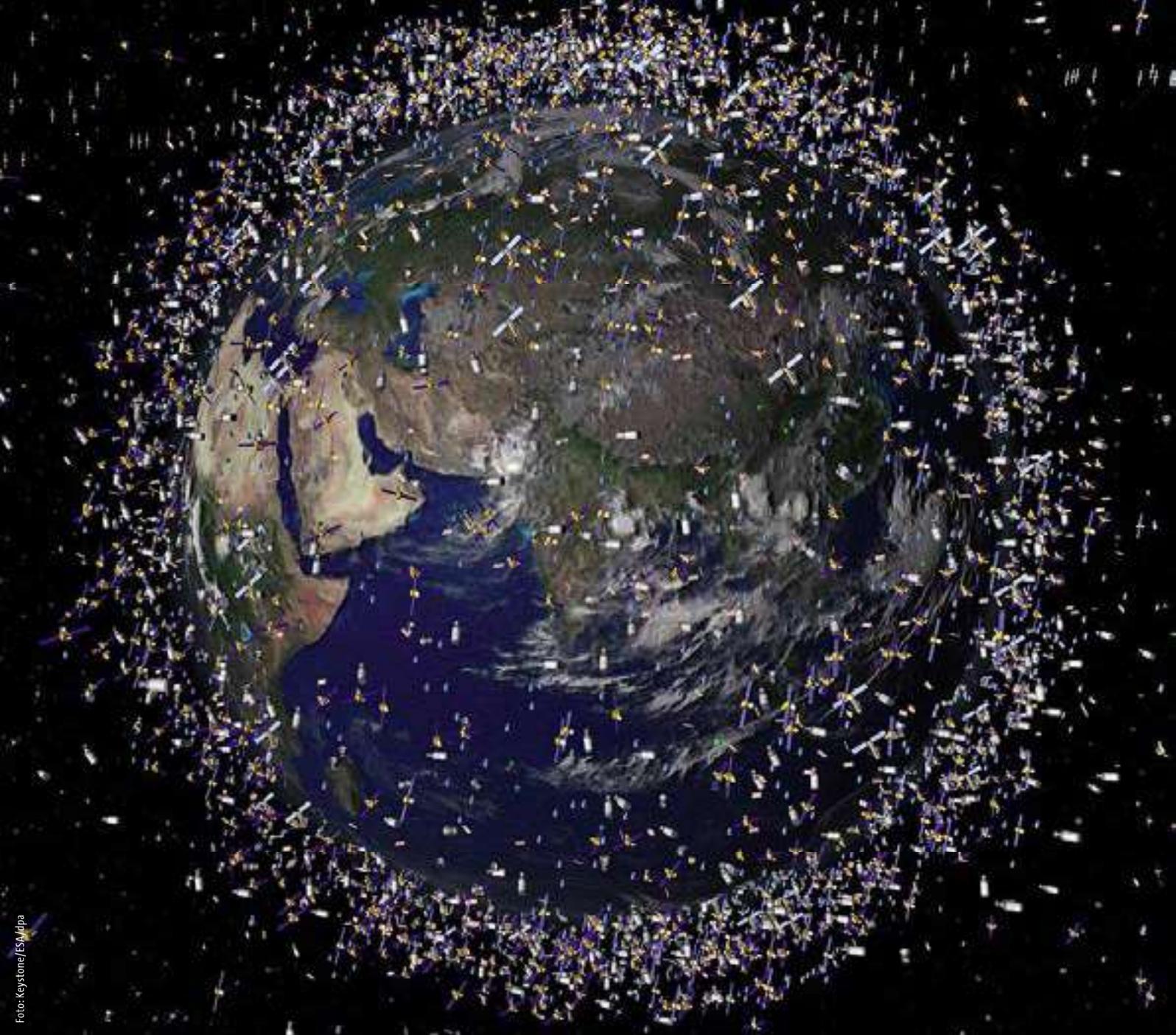


Foto: storm, fotolia.com

Ein Meteor bewegt sich auf die Erde zu – eine Simulation der Nasa.



Das computergenerierte Bild der European Space Agency (ESA) zeigt Weltraummüll früherer Weltraummissionen, der neben intakten Satelliten um die Erde kreist.

Einige Überreste des Brockens aus dem All haben die Reise durch die Erdatmosphäre überstanden und sind auf der Erde gelandet. Einer wiegt mehr als 570 Kilogramm, hat aber keine erhebliche Zerstörung beim Aufprall bewirkt. Dass Meteoriten in den meisten Fällen keinen enormen Schaden anrichten, liegt daran, dass sie durch den Luftwiderstand in der Erdatmosphäre stark abgebremst werden. Zehn bis fünfzehn Kilometer über der Erde haben sie meistens bereits ihre gesamte Eigengeschwindigkeit verloren und plumpsen aufgrund der Schwerkraft nur noch zu Boden. Dabei werden sie durch die Luft stark abgekühlt. Deshalb kann man einen frisch zu Boden gefallen Meteoriten auch bedenken-

los aufheben. Und sobald man ihn in der Hand hält, beginnt die Suche des Menschen nach Antworten: Was ist das, und woher kommt es?

Leuchtender Weltraumschrott

Die Analyse der Wissenschaftler ergab: In Russland sind gewöhnliche Chondriten eingeschlagen. Das sind die häufigsten Meteoriten, die auf der Erde gefunden werden. Den genauen Ursprung des Objekts konnten die Wissenschaftler nicht klären. Vermutlich handelte es sich um das Bruchstück eines Asteroiden.

Immer wenn Wissenschaftler Meteoriten auf der Erde finden, ordnen sie sie verschiedenen Meteoritenklassen zu. Zu über achtzig Prozent wer-

den Chondrite gefunden, auch Steinmeteoriten genannt. Daneben tauchen auch immer wieder Stein-Eisen-Meteoriten und Eisenmeteoriten auf.

Fast alle Meteoriten auf der Erde, die bereits untersucht wurden, sind laut der Wissenschaft Bruchstücke von Asteroiden. Daneben gibt es aber auch Mondmeteoriten, Mondgesteine, die einst durch einen Einschlag vom Mond gelöst worden sein müssen und deren Umlaufbahn sich irgendwann mit der Erde gekreuzt hat. Auch Teile des Mars sind bereits auf die Erde gefallen. Und immer wieder tauchen auch Meteoriten auf, die eigentlich Weltraumschrott sind: Trümmer von Satelliten oder Raumstationen verlassen aus verschiedenen Gründen ihre Umlaufbahn, treten in die Erdatmosphäre ein und erscheinen dort wie eine Sternschnuppe oder ein Feuerball.

Steine mit göttlichen Kräften

Der Mensch kann heute gut erklären, was eine Sternschnuppe und ein Feuerball sind, woraus Meteoriten bestehen und sogar woher sie kommen könnten. Lange bevor die Menschen begannen, wissenschaftliche Erklärungen zu finden, haben sie die leuchtenden Boten des Himmels in ihre Religionen integriert. Drei Beispiele dazu: Die Clackamas-Indianer, die das Willamette-Tal im heutigen amerikanischen Bundesstaat Oregon bewohnten, verehrten einen riesigen Eisenmeteoriten, der heute ein Gewicht von sechs Tonnen hat. Man vermutet, dass er einst noch viel grösser und schwerer war. Er ist vor mehreren Tausend Jahren auf die Erde gestürzt und hat im Laufe der Zeit durch Wettereinflüsse wahrscheinlich an Substanz verloren. Die Indianer nennen ihn Tomanowos. Er soll als Bote aus dem Himmel gekommen sein und Menschen im Willamette-Tal seit jeher mit göttlicher Macht geheilt haben. Vor der Jagd haben die Indianer ihre Speerspitzen in das Wasser getunkt, das sich in den grossen Mulden des Eisenmeteoriten sammelt. So waren sie sicher, stark und erfolgreich zu sein.

Aber auch in den monotheistischen Religionen werden Steine verehrt. In der Kaaba in Mekka, dem zentralen Heiligtum der Muslime, befindet sich der sogenannte schwarze Stein, den Pilger zur Verehrung küssen. Angeblich hat Abraham den Stein vom Engel Gabriel erhalten. Es wird angenommen, dass dieser Stein ein Meteorit ist, ganz sicher ist das aber nicht, da ihn noch kein Wissenschaftler untersuchen durfte.

Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens (1927–42): Meteor (Auszug)

«Ich kann mich an ein Nachleben des Glaubens an böse Einwirkungen eines Meteors in der Gegenwart nicht erinnern; dass man sich wie bei Sternschnuppenfall etwas wünschen soll, wissen heute selbst noch viele Gelehrte als Kuriosum zu erzählen. Der Kampf gegen diesen Aberglauben begann wie in den ähnlichen Fällen mit der Aufklärung; er scheint hier deswegen besonderen Erfolg gehabt zu haben, weil man seit 1700 zunächst etliche Jahrzehnte lang den Meteorfall schlechtweg leugnete und einen Menschen, der an ihn glaubte, als Toren ansah. Das hatte Konsequenzen. Man berichtet, dass damals öfters Meteorsteine, die sich in Sammlungen aus früheren Zeiten befanden, aus diesen entfernt wurden; man warf sie weg aus Furcht, sich dem Aberglauben lächerlich zu machen.»

Meteor, Meteorit, Meteoroid, Asteroid oder Komet?

Asteroiden und Kometen haben in den meisten Fällen einen kleineren Durchmesser als hundert Kilometer und sind damit kleiner als Planeten. Kometen zeichnen sich durch den langen Schweif aus, den sie hinter sich herziehen. Der Schweif bildet sich, weil die gefrorene Schicht aus Substanzen wie Wasser oder Kohlenmonoxid auf dem Komet in der Nähe der Sonne schmilzt. Die geschmolzene Schicht wird von den Sonnenwinden fortgeblasen – so entsteht der Schweif, den wir sehen. Asteroiden haben eine andere chemische Zusammensetzung als Kometen und bekommen daher auch in Sonnennähe keinen Schweif. Als Meteoroid wiederum gilt, was deutlich grösser als ein Atom und deutlich kleiner als ein Asteroid ist. Tritt ein Meteoroid in die Erdatmosphäre ein und verglüht darin, so sehen wir eine Leuchterscheinung und nennen sie Meteor. Wenn der Meteoroid gross genug war, um beim Flug durch die Erdatmosphäre nicht vollständig zu verglühen, so landet er auf der Erde und wir nennen das Fundstück Meteorit.

Auch um einen der Meteoriten, die 2013 nach dem Einschlag im russischen Tscheljabinsk gefunden wurden, hat sich ein religiöser Kult gebildet. Andrei Breyvichko, Gründer der «Kirche des Tscheljabinsk-Meteoriten» ist der Meinung, dass ein Meteorit, der in einem See gelandet ist, eine Schrifttafel enthalte, die nur die Kirchenmitglieder entschlüsseln könnten.

Wissenschaftliche Erkenntnis hin oder her: Falls es schon immer Andrei Breyvichkos Ziel gewesen ist, ein religiöser Anführer zu sein, ist ziemlich offensichtlich, was er sich beim Betrachten einer Sternschnuppe vor dem Meteoriteneinschlag gewünscht hat. ■