

Der Asteroid 2008 TC₃ – Deep Impact en miniature

Es klingt wie die Horrorvorstellung aus einem Katastrophenfilm: Astronomen entdecken einen Asteroiden und stellen in anschließenden Berechnungen fest, dass dieser Kleinkörper in nur wenigen Stunden mit der Erde kollidieren wird. Mit solch einer Situation wurde am 6. Oktober 2008 der Amateurastronom Richard A. Kowalski konfrontiert, wenngleich der Asteroid mit einem mittleren Durchmesser von 3-4 Metern und etwa 80 Tonnen Gewicht klein war, und die Erde und deren Bewohner von der bevorstehenden Kollision kaum Schaden nehmen würden. In der Geschichte der Astronomie ist der Fall dennoch bedeutungsvoll, da 2008 TC₃ der erste Asteroid war, für den eine Kollision mit der Erde korrekt vorausgesagt wurde.

Zur Zeit der Entdeckung befand sich der Asteroid in einer Entfernung von rund 500.000 km noch außerhalb der Mondbahn. Er konnte noch bis zum Eintritt in den Erdschatten, am 7. Oktober um 3:49 MESZ, beobachtet werden. Hierbei wurde festgestellt, dass sich die Rotation von 2008 TC₃ mit taumelnden Drehungen um zwei Achsen beschreiben lässt. Die Perioden dieser beiden Drehungen betragen 99,173 und 96,988 Sekunden. Die errechneten Bahndaten des Asteroiden zeigten, dass er am 7. Oktober 2008 um 4:46 MESZ über dem Norden des Sudan, in der Nubischen Wüste östlich des Nils, abstürzen würde. Der Eintritt in die Erdatmosphäre wurde von mehreren Satelliten an der berechneten Stelle sowie einer Webcam in Ägypten beobachtet. Auch die Piloten einer Passagiermaschine der KLM konnten aus einer Entfernung von 1400 km dieses Himmelschauspiel wahrnehmen. Nachträglich wurde festgestellt, dass der Asteroid wie ein Brotlaib geformt war und mit der flachen Seite voraus in die Erdatmosphäre eintrat.

Zunächst war ungewiss, ob vom Asteroid Reste übrig geblieben und auf die Erde gefallen sind oder ob, wie zunächst vermutet, der Asteroid beim Flug durch die Atmosphäre vollständig verglüht ist. Doch wer sollte sich trotz Sicherheitswarnungen auf die Suche nach verbliebenen Fragmenten des inzwischen berühmt gewordenen Himmelskörpers machen? In einem Land, das in dem Medien meist nur durch schlechte Schlagzeilen auf sich aufmerksam macht, einem Land, das geprägt ist von Armut, Kriminalität, Militärregierung, ethnischen Konflikten und den Auswirkungen des langjährigen Bürgerkriegs. Einer der Wagemutigen war der Freiburger Siegfried Haberer. Auf früheren Expeditionen, die ihn u.a. in den Oman und nach Libyen führten, zeigte er, dass er mit den erschwerten Bedingungen umzugehen weiß und war beim Aufspüren von Meteoriten bisher sehr erfolgreich. In der Nähe der Station 6 (Almahata Sitta), die auf einer über 1000 km langen Bahnverbindung zwischen Khartum und dem Assuan-Stausee liegt, wurde er fündig und so konnte er der Wissenschaft und den privaten Meteoritensammlern diese wertvolle kosmische Materie zugänglich machen. Siegfried Haberer war jedoch nicht der Einzige, dessen Suchaktion nach Meteoriten von 2008 TC₃ von Erfolg gekrönt war. Einer Expedition unter Leitung von Peter Jenniskens vom SETI Institute in Kalifornien und Muawia Shaddad von der Universität Khartum gelang es, 47 weitere Fragmente zu entdecken. Insgesamt wurden bisher über 280 Fragmente mit einem Gesamtgewicht von 3,95 kg geborgen, die auf einer Fläche von 30 km Länge und 2 km Breite verstreut waren. Die Meteoriten tragen nun die offizielle Bezeichnung Almahata Sitta, benannt nach der nahe gelegenen Bahnstation.

Bei den Fragmenten und Individuen handelt es sich um einen sogenannten Ureiliten, ein Achondrit mit einem relativ hohen Kohlenstoffanteil. Achondrite (abgeleitet vom Griechischen a-, was soviel wie „ohne“ bedeutet und von „chondros“, dem griechischen Wort für Korn) unterschieden sich von Chondriten dahingehend, dass im Prinzip jene, meist millimetergroße Silikatkügelchen, die sich in der Frühphase des Sonnensystems gebildet haben und Chondren genannt werden, in ihnen nicht zu finden sein sollten. Die Realität ist weitaus komplexer, da es einerseits eine Chondritgruppe gibt, die keine Chondren aufweist, andererseits aber ein paar Achondrite bekannt sind, die Reste von Chondren besitzen. Dies kann damit gedeutet werden, dass die Prozesse die zur Bildung dieser Achondrite, die auch als primitive Achondrite bezeichnet werden, verhältnismäßig „sanft“ waren,

sodass diese Strukturen noch teilweise erhalten blieben. Eine stärkere Aufschmelzung und eine Differenzierung des Mutterkörpers, wie sie von größeren Körpern wie der Erde bekannt sind, haben demnach nicht stattgefunden. Auch in Almahata Sitta wurde Rest-Chondren gefunden. Diese Beobachtungen stärken Untersuchungen zur Verteilung der Sauerstoffisotope und zu Edelgasgehalten von Ureiliten, die gegen eine weitreichende Differenzierung sprechen. Allerdings sprechen die relativ geringen Konzentrationen an siderophilen (Affinität zu Eisen) und lithophilen (Affinität zu Silikaten) Elementen für die Fraktionierung einer basaltischen und einer metallischen Komponente. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Entstehungsgeschichte und die Herkunft der Ureilite nicht so leicht bestimmen lassen. Eine hohe wissenschaftliche Signifikanz kann Almahata Sitta dennoch bescheinigt werden. Er ist beispielsweise dahingehend heterogen, als dass er unterschiedliche Lithologien aufweist. Weitere Auffälligkeiten sind seine Porosität und seine Fragilität. Im Besonderen machte ihn aber die Entdeckung von Aminosäuren, den Grundbausteinen des Lebens, und von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen zu einem begehrten Studienobjekt.



Bahnstation Nr. 6 - Almahata Sitta (Foto links) und ein Individuum des Meteoriten Almahata Sitta im Fundgebiet (rechts). Fotos: Siegfried Haberer, mit freundlicher Genehmigung.

Aufgrund der vor dem Einschlag gewonnenen Spektraldaten von 2008 TC₃ konnte auf eine Zugehörigkeit zur seltenen Asteroidenklasse der F-Klasse geschlossen werden. Vertreter dieser Klasse zeichnen sich durch eine geringe Albedo aus, weisen also eine dunkle Oberfläche auf.

Mithilfe numerischer Simulationen der Bahn von 2008 TC₃, konnte ihre zeitliche Entwicklung durch das Sonnensystem extrapoliert werden. Die Berechnungen wiesen dabei auf den erdnahen Asteroiden 1998 KU₂ als möglichen Mutterkörper von 2008 TC₃ hin.

Die Bedeutung für die Allgemeinheit lässt sich dahingehend begründen, dass es mit der Entdeckung und der Auswertung der Bahndaten von 2008 TC₃ erstmalig gelang, Ort und Zeitpunkt einer Kollision eines Asteroiden mit der Erde zu berechnen. Dies ist der Nachweis, dass eine korrekte Vorhersage von Asteroideneinschlägen möglich ist. Exakte Prognosen solcher Szenarien sind wichtig, um bei größeren Körpern und Einschlag in dichter besiedelten Gebieten, Evakuierungs- oder gar Abwehrmaßnahmen treffen zu können. Die Vorwarnzeit von 2008 TC₃ wäre für einen Ernstfall sehr gering gewesen, doch kann man davon ausgehen, dass größere Asteroiden, die sich auf Kollisionskurs mit der Erde befinden, tendenziell früher entdeckt werden können, sodass mehr Zeit für entsprechende Maßnahmen zur Verfügung stünde. Von der Realisierung eines funktionierenden Abwehrsystems bei Gefahr eines Impakts eines großen Asteroiden, etwa in der Größenordnung 100 Meter bis 10 Kilometer, ist die Menschheit jedoch noch weit entfernt.