

Asteroid

Als **Asteroiden** (von griechisch ἀστήρ, *astēr* „Stern“ und der Endung *-eides* „ähnlich“), **Kleinplaneten** oder **Planetoiden** werden kleine Objekte bezeichnet, die sich auf keplerschen Umlaufbahnen um die Sonne bewegen.

Bislang sind 477.204 Asteroiden im Sonnensystem bekannt (Stand: 31. Dezember 2009), wobei die tatsächliche Anzahl wohl in die Millionen gehen dürfte. Nur die wenigsten davon haben allerdings mehr als einige 100 Kilometer Durchmesser, so dass sie auf Grund ihrer eigenen Schwerkraft eine runde Form annehmen und dann zu den Zwergplaneten zählen.

Große Asteroiden im Asteroidengürtel sind die Objekte (2) Pallas, (3) Juno, (4) Vesta, (5) Astraea, (6) Hebe, (7) Iris, (10) Hygiea und (15) Eunomia.



Asteroid (243) Ida mit Mond Dactyl



NEAR-Aufnahme des Asteroiden (433) Eros

Zwergplaneten

Seit der 26. Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) und ihrer Definition vom 24. August 2006 zählen die großen runden Objekte, deren Gestalt sich im hydrostatischen Gleichgewicht befindet, strenggenommen nicht mehr zu den Asteroiden, sondern zu den Zwergplaneten.

Bis zur Entdeckung von (50000) Quaoar (1250 Kilometer Durchmesser) im Jahr 2002 war (1) Ceres (975 Kilometer) – das größte Objekt im Asteroidengürtel – auch der größte bekannte Körper auf einer planetenähnlichen Umlaufbahn. Weitere Zwergplaneten sind im Kuipergürtel – neben dem früher als Planet eingestuften (134340) Pluto (2390 Kilometer) – (136199) Eris (2500–3200 Kilometer), (136472) Makemake (etwa 1800

Kilometer) und (136108) Haumea (etwa 2200×1100 Kilometer).

Kandidaten für den Status eines Zwergplaneten sind im Asteroidengürtel unter anderem (2) Pallas (bis zu 582 Kilometer Durchmesser) und (4) Vesta (bis zu 560 Kilometer), im Kuipergürtel unter anderem (90482) Orcus (1600–1800 Kilometer), (50000) Quaoar und das Ende 2003 jenseits des Kuipergürtels entdeckte etwa 1700 Kilometer große Objekt (90377) Sedna.

Zu Geschichte der Asteroidenforschung

Bereits im Jahre 1760 entwickelte der deutsche Gelehrte Johann Daniel Titius eine einfache mathematische Formel (Titius-Bode-Reihe), nach der die Abstände der Planeten zueinander ins Verhältnis gesetzt werden. Die Reihe enthält jedoch eine Lücke, da zwischen Mars und Jupiter, im Abstand von 2,8 AE (Astronomische Einheit), ein Planet fehlt. Ende des 18. Jahrhunderts setzte eine regelrechte Jagd auf den unentdeckten Planeten ein. Für eine koordinierte Suche wurde 1800 die Himmelspolizey gegründet, das erste internationale Forschungsvorhaben, organisiert von Baron Franz Xaver von Zach, der seinerzeit an der Sternwarte Gotha tätig war. Der Sternhimmel wurde in 24 Sektoren eingeteilt, die von Astronomen in ganz Europa systematisch abgesucht wurden. Für den Planeten hatte man bereits den Namen „Phaeton“ reservieren lassen.

Die Suche blieb insofern erfolglos, als der erste Kleinplanet (Ceres) zu Jahresbeginn 1801 durch Zufall entdeckt wurde. Allerdings bewährte sich die *Himmelspolizey* bald in mehrfacher Hinsicht: mit der Wiederauffindung des verlorenen Kleinplaneten, mit verbesserter Kommunikation über Himmelsentdeckungen, und mit der erfolgreichen Suche nach weiteren Kleinplaneten zwischen 1802 und 1807.

Die Entstehung von Asteroiden

Zunächst gingen die Astronomen davon aus, dass die Asteroiden das Ergebnis einer kosmischen Katastrophe seien, bei der ein Planet zwischen Mars und Jupiter auseinanderbrach und Bruchstücke auf seiner Bahn hinterließ. Es zeigte sich jedoch, dass die Gesamtmasse der im Hauptgürtel vorhandenen Asteroiden sehr viel geringer ist als die des Erdmondes. Schätzungen der Gesamtmasse der Kleinplaneten schwanken zwischen 0,1 und 0,01 Prozent der Erdmasse (Der Mond hat etwa 1,23 Prozent der Erdmasse). Daher wird heute angenommen, dass die Asteroiden eine Restpopulation von Planetesimalen aus der Entstehungsphase des Sonnensystems darstellen. Die Gravitation von Jupiter, dessen Masse am schnellsten zunahm, verhinderte die Bildung eines größeren Planeten aus dem Asteroidenmaterial. Die Planetesimale wurden auf ihren Bahnen gestört, kollidierten immer wieder heftig miteinander und zerbrachen. Ein Teil wurde auf Bahnen abgelenkt, die sie auf Kollisionskurs mit den Planeten brachten. Hiervon zeugen noch die Einschlagkrater auf den Planetenmonden und den inneren Planeten. Die größten Asteroiden wurden nach ihrer Entstehung stark erwärmt (hauptsächlich durch den radioaktiven Zerfall des Aluminium-Isotops ^{26}Al und möglicherweise auch des Eisenisotops ^{60}Fe) und im Innern aufgeschmolzen. Schwere Elemente, wie Nickel und Eisen, setzten sich infolge der Schwerkraftwirkung im Inneren ab, die leichteren Verbindungen, wie die Silikate, verblieben in den Außenbereichen. Dies führte zur Bildung von differenzierten Körpern mit metallischem Kern und silikatischem Mantel. Ein Teil der differenzierten Asteroiden zerbrach bei weiteren Kollisionen, wobei Bruchstücke, die in den Anziehungsbereich der Erde geraten, als Meteoriten niedergehen.

Die Bahnen der Asteroiden

Anders als die Planeten besitzen viele Asteroiden keine annähernd kreisrunden Umlaufbahnen. Sie haben, abgesehen von den meisten Hauptgürtelasteroiden und den Cubewanos im Kuipergürtel, meist sehr exzentrische Orbits, deren Ebenen in vielen Fällen stark gegen die Ekliptik geneigt sind. Ihre relativ hohen Exzentrizitäten machen sie zu Bahnkreuzern; das sind Objekte, die während ihres Umlaufs die Bahnen eines oder mehrerer Planeten passieren. Die Schwerkraft des Jupiter sorgt allerdings dafür, dass sich Asteroiden, bis auf wenige Ausnahmen, nur jeweils innerhalb oder außerhalb seiner Umlaufbahn bewegen.

Einschlagwahrscheinlichkeit und -wirkung

Asteroiden, die mit wesentlich größeren Himmelskörpern wie Planeten kollidieren, erzeugen Einschlagkrater. Größe der Einschlagkrater und die damit verbundene Energiefreisetzung (Explosion) von Zusammenstößen werden maßgeblich durch Geschwindigkeit, Größe, Masse und Zusammensetzung der Asteroiden bestimmt.

Mit der Turiner Skala und der Palermo-Skala *gibt es zwei gebräuchliche Methoden zur Bewertung des Einschlagrisikos von Asteroiden auf der Erde und der damit verbundenen Energiefreisetzung und Zerstörungskraft.*

Die Turiner Skala ist anschaulich und einfach gehalten. Sie ist in ganzzahlige Stufen von 0 bis 10 eingeteilt, wobei 0 *keine Gefahr* bedeutet und Stufe 10 einem *sicheren* Einschlag mit großer globaler Zerstörungswirkung entspricht. Von dieser Skala wird eher in den Medien Gebrauch gemacht, da sie einfacher zu verstehen ist als die Palermo-Skala.

Die Palermo-Skala wiederum findet in der Astronomie häufigere Anwendung, da sie physikalisch aussagekräftiger ist. Sie setzt die Einschlagwahrscheinlichkeit mit dem Hintergrundrisiko durch Objekte vergleichbarer Größe in Verbindung. Die Palermo-Skala ist logarithmisch aufgebaut: Ein Wert von 0 auf der Palermo-Skala entspricht dem einfachen Hintergrundrisiko ($1=10^0$), 1 entspricht zehnfachem Risiko ($10=10^1$), 2 dem 100-fachen Risiko ($100=10^2$) und so weiter.

Enge Begegnungen mit erdnahen Asteroiden

- Am 18. März 2004 passierte um 23:08 Uhr MEZ der Asteroid 2004 FH, ein Gesteinsbrocken mit etwa 30 Meter Durchmesser, die Erde über dem südlichen Atlantik in einem Abstand von nur 43.000 Kilometern.
- Der nur etwa sechs Meter große Asteroid 2004 FU₁₆₂ näherte sich der Erde am 31. März 2004 auf 6.535 Kilometer.
- Die zweitgrößte Annäherung erfolgte am 19. Dezember 2004 durch 2004 YD₅ (5 m Durchmesser) in einer Entfernung von 35.000 km. Aufgrund der geringen Größe von nur wenigen Metern würde er, ebenso wie 2004 FU₁₆₂, wahrscheinlich zu den Meteoroiden gezählt werden.
- Am 29. Januar 2008 passierte um 09:33 Uhr MEZ der Asteroid 2007 TU₁₁ (250 m Durchmesser) im Abstand von 538.000 Kilometer die Erde.
- Am 9. Oktober 2008 passierte der rund ein Meter große Asteroid **2008 TS₂₆** in nur **6.150 Kilometer** Entfernung die Erde. Kein anderer derzeit bekannter Asteroid ist

der Erde näher gekommen.

- Am 2. März und am 18. März 2009 um 13:17 Uhr MEZ passierten die Asteroiden *2009 DD₄₅* (21–47 m Durchmesser) bzw. *2009 FH* (13–29 m) die Erde in einer Entfernung von nur 70.000 bzw. 80.000 km. Die beiden Asteroiden wurden erst einen Tag zuvor entdeckt.
- Erst 15 Stunden vor seiner dichtesten Annäherung an der Erde entdeckten Astronomen einen sieben Meter großen Asteroiden. Der Gesteinsbrocken streifte am 6. November 2009 in einer Entfernung von 2 Erdradien an der Erde vorbei. Er wurde vom Catalina Sky Survey aufgespürt. Damit erreichte der Asteroid mit der Bezeichnung *2009 VA* die drittgrößte Annäherung aller bisher bekannten und katalogisierten Asteroiden, die nicht auf die Erde einschlugen.
- Am 13. Januar 2010 passierte um 13:46 Uhr MEZ der Asteroid *2010 AL30* (10–15 m Durchmesser) im Abstand von 130.000 Kilometer die Erde. Er wurde am 10. Januar 2010 von Wissenschaftlern des MIT entdeckt.
- Am 13. April 2029 wird der 270 m große Asteroid (99942) Apophis die Erde passieren. Nach bisherigen Berechnungen wird nur etwa der dreifache Erddurchmesser (etwa 30.000 Kilometer) zwischen der Erde und dem Asteroiden liegen. Solch ein Ereignis kommt laut Angaben der Universität von Michigan nur alle 1300 Jahre vor.
- Der Asteroid (29075) 1950 DA wird der Erde am 16. März 2880 sehr nahe kommen, auch die Möglichkeit einer Kollision mit der Erde besteht. Die Wahrscheinlichkeit dafür liegt allerdings bei nur 0,33 Prozent.