

Asteroiden im Fokus der Forschung

In Bezug zu „Lucy und Psyche – zwei Missionen zu ungewöhnlichen Kleinplaneten“ in SuW 3/2017 Rubrik „Blick in die Forschung: Nachrichten“, Zielgruppe: Mittelstufe, WIS-ID: 1285892

Olaf Hofschulz

Asteroiden stellen eine besondere Klasse von Himmelskörpern in unserem Sonnensystem dar, die für die Forschung von besonderem Interesse sind. Seit der Entstehung des Planetensystems hat sich ihre Materie nur geringfügig verändert. Sie repräsentieren somit dessen ursprüngliche Zusammensetzung. Bei der Erforschung von Asteroiden geht es deshalb um Fragen zur Entwicklung des Planetensystems, aber auch um die Gefahren für die Menschheit, die von erdnahen Asteroiden (NEOs) ausgehen. Die amerikanische Weltraumagentur NASA plant nun zwei neue Forschungsmissionen zu Asteroiden.

2021 soll die Mission Lucy starten, die zunächst Asteroiden im so genannten Asteroiden-Hauptgürtel erforschen soll. Das eigentliche Ziel wird 2027 erreicht, hier wird Lucy eine Gruppe von Asteroiden erreichen, die sich auf der Bahn des Planeten Jupiter bewegen und diesem um 60° vorausseilen. Die Erforschung dieser Jupiter-Trojaner ermöglicht einen Blick auf Objekte aus dem frühen äußeren Sonnensystem.

Der Start der Mission Psyche ist für 2023 geplant. Das Ziel, der Hauptgürtelasteroid Psyche, soll 2030 erreicht werden. Dabei soll die Sonde Psyche in eine Umlaufbahn um den Asteroiden einschwenken und den ungewöhnlichen Himmelskörper erkunden, der vermutlich zum großen Teil aus Eisen besteht. Beide Missionen stoßen in Neuland vor, denn weder ein Trojaner noch ein metallischer Asteroid wurden bisher aus der Nähe erforscht.

Im vorliegenden WIS-Material für die Mittelstufe stehen die Erforschung von Asteroiden und die dabei bereits erzielten Ergebnisse im Mittelpunkt. In verschiedenen Aufgaben eines **Arbeitsblattes** geht es zunächst um die Einordnung der Asteroiden als Himmelskörper im Sonnensystem, um Größenvergleiche und Eigenschaften. Im Rahmen einer Recherche werden Ergebnisse erfolgreicher Raumfahrtmissionen zusammengetragen. Auf Basis der gefundenen Fotos von Asteroiden werden diese durch die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe von Knete modelliert. Schließlich wird ein Beobachtungsprojekt zur visuellen und fotografischen Beobachtung von Asteroiden vorgestellt.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Planeten, Kleinkörper, Astropraxis, Raumfahrt	Aufbau des Sonnen- bzw. Planetensystems, Kleinkörper im Sonnensystem und deren Eigenschaften, aktuelle Forschungsgebiete, Erforschung des Sonnensystems mit Hilfe von Raumsonden, Beobachtung von Asteroiden mit einem Teleskop, fotografischer Nachweis der Bewegung von Asteroiden
Physik	Mechanik	Gravitation, Bahnen von Himmelskörpern
Lehre allgemein	Kompetenzen (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation), Unterrichtsmittel	Auswertung von Bildmaterial, Abschätzung von Größenordnungen, astronomische Forschungsmethoden, Modelle zur Veranschaulichung von Größenverhältnissen, Kreativität / Modellieren von Asteroiden, eigenständiges Beobachten, Arbeitsblatt

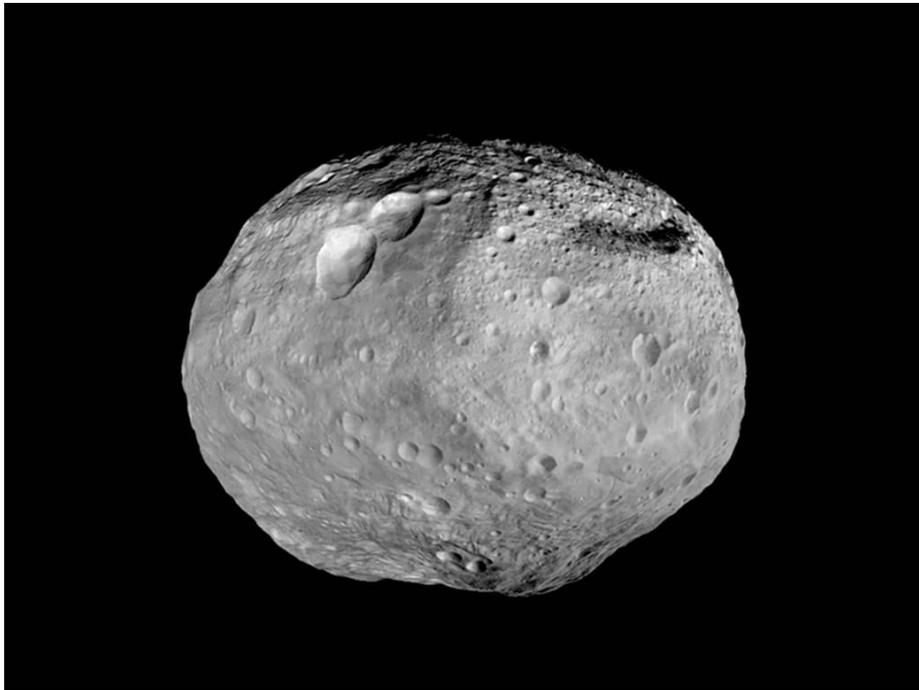


Abbildung 1: Selbst angefertigtes Asteroidenmodell aus Knetmasse.
© Olaf Hofschulz

Asteroiden im Fokus der Forschung

Asteroiden stellen eine besondere Klasse von Himmelskörpern in unserem Sonnensystem dar, die für die Forschung von besonderem Interesse sind. Seit der Entstehung des Planetensystems hat sich ihre Materie nur geringfügig verändert und sie repräsentieren somit dessen ursprüngliche Zusammensetzung. Bei der Erforschung von Asteroiden geht es deshalb um Fragen zur Entwicklung des Planetensystems, aber auch um die Gefahren für die Menschheit, die von erdnahen Asteroiden ausgehen. Die amerikanische Weltraumagentur NASA plant nun die beiden neuen Forschungsmissionen Lucy und Psyche zu verschiedenen Asteroiden.

1. Erklärt, was man unter Asteroiden versteht. Nennt Eigenschaften dieser Himmelskörper.
2. a) Fertigt eine Skizze unseres Sonnensystems an und veranschaulicht in dieser Skizze die Lage des Asteroiden-Hauptgürtels.
b) Findet mit Hilfe des Lehrbuches oder durch eine Internet-Recherche weitere Beispiele für Regionen im Sonnensystem, in denen sich Asteroiden aufhalten. Benennt und ergänzt solche Bereiche in eurer Skizze.



Der Asteroid Vesta. © NASA/JPL-Caltech/UCAL/MPS/DLR/IDA
https://www.nasa.gov/mission_pages/dawn/multimedia/pia15678.html

3. Allein im Asteroiden-Hauptgürtel gibt es ca. 600.000 Asteroiden. Deren Gesamtmasse wird auf 5% der Masse des Erdmondes geschätzt. Der größte Körper im Hauptgürtel, Ceres, wird aufgrund seiner annähernden Kugelform mittlerweile als Zwergplanet eingestuft und besitzt einen Äquatordurchmesser von 963 km. Der Asteroid Vesta hat einen Durchmesser von ca. 500 km.
 - a) Fertigt eine maßstabgerechte Darstellung von Erde, Erdmond, Ceres und Vesta an.
 - b) Begründet, warum Ceres als Zwergplanet eingestuft wird, Vesta hingegen nicht.
 - c) Berechnet die ungefähre Gesamtmasse der Hauptgürtelasteroiden ausgehend von der Masse des Erdmondes.
 - d) Die Massen von Erde, Erdmond und Hauptgürtelasteroiden sollen in einem Modell veranschaulicht werden. Für den Modellmaßstab wird die Masse des Mondes mit 100g festgesetzt. Für die Veranschaulichung steht eine ausreichende Anzahl von Zuckerpackungen zur Verfügung. Wiegt die entsprechenden Zuckermengen für den Mond und die Hauptgürtelasteroiden ab, stapelt die notwendige Anzahl Zuckerpackungen für die Masse der Erde auf und fotografiert anschließend euer Modell.

4. In der Vergangenheit gab es viele erfolgreiche Missionen zu Asteroiden. Dabei konnten Sonden wie NEAR Shoemaker, Dawn, Rosetta und Hayabusa 1 viele Informationen sammeln und hochaufgelöste Aufnahmen zur Erde schicken.

a) Übernehmt und ergänzt (mit Hilfe einer Internetrecherche) die folgende Tabelle.

Name der Mission					
Asteroid	Vesta	Ceres	Itokawa	Lutetia	Eros
Start der Mission / Erreichen des Asteroiden					
Foto des Asteroiden					
Besonderheiten und Abmessungen		Zwergplanet			

- b) Modelliert einen der Asteroiden auf Basis des Fotos mit Hilfe von Knete. Fertigt anschließend ein Foto von eurem Modellasteroiden an.



Selbst angefertigtes Asteroidenmodell aus Knetmasse. © Olaf Hofschulz

5. Findet im Internet Informationen zum Ablauf der beiden geplanten Missionen Lucy und Psyche. Stellt eure Ergebnisse in einem kurzen Vortrag vor.

Beobachtungsprojekt: Asteroiden selbst beobachten und fotografieren

Einige Asteroiden erreichen während ihrer Opposition Helligkeiten, die sie in kleinen Teleskopen oder Ferngläsern gut beobachtbar machen. Aktuell (Februar bis April 2017) kann z.B. Vesta mit einer scheinbaren Helligkeit von 6.2^m in der Nähe von Pollux in den Zwillingen leicht aufgesucht werden. Es ergibt sich damit die Möglichkeit, die Oppositionsschleife der Vesta-Bahn zu dokumentieren.

Visuelle Beobachtung

1. Informiert euch mit Hilfe eines Sternkartenprogrammes¹ oder mit Hilfe des Internets² über aktuell gut beobachtbare Asteroiden.
2. Plant eine Beobachtung (Ort, Zeit, Beobachtungsinstrument) und bereitet eine Aufsuchkarte vor (Skizze oder Ausdruck der erstellten Karte).
3. Führt die Beobachtung durch. Fertigt eine Zeichnung mit der Position des Asteroiden und der benachbarten Sterne an.
4. Wiederholt die Beobachtung nach einigen Tagen (teilweise reichen auch einige Stunden), um die Bewegung des Asteroiden nachzuweisen.
Wenn es gelingt eine ganze Beobachtungsreihe zu erstellen, kann ein Teil der Asteroidenbahn dokumentiert werden.

Fotografische Beobachtung

1. Für den fotografischen Nachweis reichen bei hellen Asteroiden in der Regel wenige Sekunden Belichtungszeit aus. Die Kamera sollte dazu auf einem Stativ fest aufgestellt sein und mit einem Fernauslöser bedient werden (siehe Bild unten). Auch eine Nachführung der Kamera ist bei hellen Asteroiden nicht unbedingt erforderlich. Die Scharfstellung sollte manuell erfolgen.
2. Wiederholt die fotografische Beobachtung an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen, um die Bewegung des Asteroiden zu dokumentieren.
3. Für Experten: Veranschaulicht die Bewegung des Asteroiden auf euren Fotos mit Hilfe einer GIF-Animation.



Abbildung: Links: Digitale Spiegelreflexkamera auf Stativ mit Fernauslöser. Rechts: Der Asteroid Vesta am 28.01.2017. Addition mehrerer Aufnahmen mit insgesamt 1,5 h Belichtungszeit. © Olaf Hofschulz

¹ z.B. Stellarium (<http://www.stellarium.org/de/>)

² Surftipps: <https://www.calsky.com> bzw. http://britastro.org/computing/charts_asteroid.html

Ausgewählte Lösungen / Hinweise

1. Asteroiden (auch Kleinplaneten) sind kleine, meist unregelmäßig geformte Körper, die die Sonne umlaufen. Die meisten Asteroiden bewegen sich auf elliptischen Bahnen zwischen der Mars- und der Jupiterbahn im so genannten Asteroidengürtel (auch Asteroidenhauptgürtel). Sie besitzen Durchmesser im Bereich von wenigen Metern bis hin zu einigen hundert Kilometern. Sie bestehen vorwiegend aus festem, felsigem Material, dessen unterschiedliche chemische Zusammensetzung eine Unterteilung der Asteroiden möglich macht. Viele Asteroiden sind wahrscheinlich locker aufgebaut, vergleichbar mit kosmischen Schutthaufen, die durch Gravitation zusammengehalten werden.

2. b) z.B.:

- erdnahe Asteroiden zwischen Mars- und Erdbahn (z.B. Amor-Typ)
- Erdbahnkreuzer (z.B. Apollo-Typ)
- Trojaner (z.B. Jupiter-Trojaner)
- Asteroiden zwischen Jupiter und Neptun (Zentauren)
- Transneptunische Asteroiden / Kuipergürtel-Objekte

3. b) Aufgrund seiner Masse hat Ceres im Unterschied zu den Asteroiden eine annähernde Kugelform (und zählt deshalb zu den Zwergplaneten).

c) $3,675 \cdot 10^{22}$ kg

d) 5 g Zucker – 100 g Zucker – 8,1 kg Zucker (Alternativen: Mehl, Sand, Wägesatz)

4. a)

Name der Mission	Dawn	Dawn	Hayabusa 1	Rosetta	NEAR Shoemaker
Asteroid	Vesta	Ceres	Itokawa	Lutetia	Eros
Start der Mission / Erreichen des Asteroiden	27.09.2007 16.07.2011	27.09.2007 06.03.2015	09.05.2003 12.09.2005 (mit Landung!)	02.03.2004 10.07.2010	17.02.1996 14.02.2000 12.02.2001 (Landung)
Foto des Asteroiden	<i>Foto</i>	<i>Foto</i>	<i>Foto</i>	<i>Foto</i>	<i>Foto</i>
Besonderheiten und Abmessungen	zweitgrößter Asteroid im Hauptgürtel 573 km x 557 km x 446 km	Zwergplanet, größtes Objekt im Hauptgürtel Äquatordurchmesser: 963 km	kleinerer, erdnahe Asteroid 535 m x 294 m x 209 m	Asteroid im Hauptgürtel 121 km x 101 km x 75 km	erdnahe Asteroid (Amor-Typ) 34,4 km x 11,2 km x 11,2 km

b) Siehe Beispiel auf dem Foto auf dem Arbeitsblatt.