

Die kleinen Dinge im Sonnensystem. Kategorisierung und Begriffsbildung

In Bezug auf den Beitrag „Raumsonde Dawn: Erste Erkundungsphase abgeschlossen“ in der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ 7/2015, S.16, WIS-ID: 1285843

Inga Gryl (Universität Duisburg-Essen)

Dieser Beitrag legt das Hauptaugenmerk auf die kleineren Objekte im Sonnensystem, sprich [Zwergplaneten, Monde und Kleinkörper](#). An Hand der Eigenschaften ausgewählter Objekte üben sich die Schülerinnen und Schüler im [Kategorisieren](#). Die eigenen Ergebnisse werden mit Objektkategorien der [offiziellen Nomenklatur](#) verglichen, so dass einerseits eine systematische Begriffsbildung ermöglicht wird, und andererseits die Hintergründe, Begründungen und Setzungen der fachlichen Kategorisierung deutlich werden.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag (Mittelstufe bis Oberstufe)		
Astronomie	Kleinkörper	Asteroiden, Monde, Zwergplaneten, Meteoroiden, ausgewählte Objekte und Eigenschaften
Fächerverknüpfung	Astro-Deutsch	Kategorisieren als Querschnittskompetenz
Lehre allgemein	Kompetenzen Unterrichtsmittel Lehr- und Sozialformen Lernpsychologie Kategorien des didaktischen Materials	Fachwissen, Argumentationskompetenz Steckbriefe Einzelarbeit, Kleingruppenarbeit Kategorisieren , Argumentation Fälle einordnen, Kategorienbildung

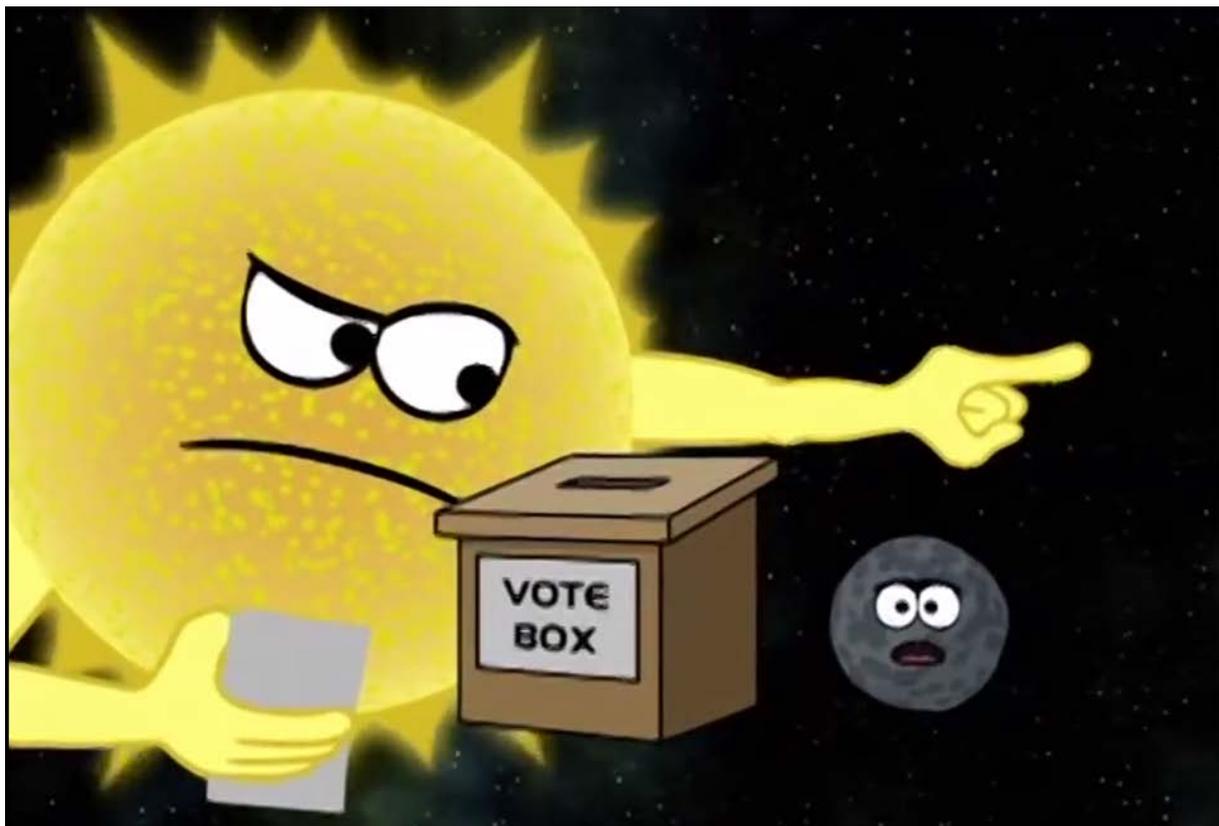


Abbildung 1: Auszug aus einem NASA-Video: „Why Pluto isn’t a planet any more“. Credit: NASA, [public domain](#). <http://www.spitzer.caltech.edu/video-audio/136-ask2006-003-Why-Isn-t-Pluto-a-Planet-Any-More-> (Video-Auszug: „Why Pluto isn’t a planet any more“, 00:03:01).

Die „Kleinen“ im Sonnensystem

Am 24. August 2006 verlor Pluto auf der Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) in Prag seinen Planetenstatus. Seither sind Planeten all jene Objekte, die

- sich auf der Bahn um die Sonne befinden¹ und
- selbst keine Sterne sind und
- genügend Masse besitzen, um im Zustand des hydrostatischen Gleichgewichts eine annähernd runde Form auszubilden und
- die die Umgebung ihrer Bahnen bereinigt haben (IAU 2006).

Alternativ, aber nicht als Bestandteil dieser Definition, wurde auch die planetarische Diskriminante als Maßstab für dieses Kriterium vorgeschlagen, die das Verhältnis der Masse des Objekts zu der Masse der Objekte in deren Orbit angibt.

Damit befindet sich Pluto² als Nicht-Planet in zahlenmäßig reicher und überaus spannender Gesellschaft im Sonnensystem. Ceres beispielsweise, einst als Asteroid, nun als Zwergplanet kategorisiert, erhält derzeit [Besuch von der Sonde Dawn](#), die ihre Oberfläche kartiert und Daten zu Phänomenen wie den „weißen Flecken“ auf Ceres sammelt (Astronews 2015). Die Gesellschaft der kleinen Objekte im Sonnensystem ist in sich so vielgestaltig, dass ein systematischer Blick zweifelsohne lohnt. Grundlegende Ideen zu den Eigenschaften dieser Objekte und zur Geschichte ihrer Erforschung gibt Stephan Edinger (2015) in seinem WIS-Dokument „Asteroiden in unserem Sonnensystem“. Im vorliegenden Beitrag soll in Ergänzung dazu der Blick vertieft werden bezüglich konkreter Vertreter und hinsichtlich der in diesem Zusammenhang in der Astronomie gepflegten Nomenklatur zur Unterscheidung und letztendlich Kategorisierung dieser Objekte an Hand existenter Ausprägungen bestimmter physikalischer Eigenschaften. Für den Fall des Pluto vertieft der WIS-Beitrag von Olaf Kretzer (2015) die Problematik des Planeten- bzw. Zwergplanetenstatus. Damit stellt dieser Beitrag je nach Zeitvolumen eine alternative Herangehensweise oder eine komplementäre Betrachtung zu den beiden Beiträgen dar.

Die Vorgehensweise dieses Beitrages ist dadurch gekennzeichnet, dass, anstatt deduktiv von der vorhandenen Kategorisierung auszugehen und exemplarische Vertreter jeder Objektkategorie vorzustellen, Schülerinnen und Schüler selbst mittels ausgewählter Objekte induktiv Gruppierungen und Kategorisierungen vornehmen zu lassen, bevor sie diese mit der offiziellen Nomenklatur vergleichen. Durch Produktion einer eigenen, möglicherweise auch zur offiziellen divergenten Kategorisierung verstehen sie nicht nur die unterschiedlichen Eigenschaften der Objekte besser, sondern erkennen auch, dass Kategorisierungen stets auch auf Basis als sinnvoll erachteter Merkmale, menschengemacht sind. Im Folgenden wird die offizielle Systematik als Handreichung für den Lehrenden vorgestellt, bevor anschließend Lernaufgaben zur aktiv kategorisierenden Vorgehensweise präsentiert werden.



Abbildung 2: Dawn bei Ceres (künstlerische Darstellung). Credit: NASA / JPL-Caltech, [public domain](#). <https://www.jpl.nasa.gov/blog/2012/9/dawns-stellar-anniversary> (Ausschnitt).

¹ Was hinsichtlich extrasolarer Planeten Fragen aufwirft.

² Nicht zu vergessen ist allerdings, dass Pluto den neu geschaffenen Status eines Zwergplaneten erhielt.

Ein Kategoriensystem

[zurück zum Anfang](#)

Die Kategorisierung der kleineren Objekte im Sonnensystem lässt sich an verschiedenen Kriterien systematisieren, die gleichzeitig bestimmte Ausprägungen haben müssen. In der folgenden Tabelle sind sie in einer einfachen Form wiedergegeben. Fett gedruckt sind in der Spalte „Vertreter“ jene Objekte, die in der Aufgabenstellung als Repräsentanten ihrer Objektkategorie eingeführt werden.

Objekt	Form/Größe*	Eigenschaften	Bahn	Vertreter	
Zwergplaneten	annähernd Kugelgestalt	mögliche Differenzierung im inneren Aufbau (Kern), auch Eis möglich	Asteroidengürtel zwischen Mars- und Jupiterbahn	Ceres	
			Transneptunische Zwergplaneten/ Plutoiden/ Kuipergürtel	Pluto, Haumea, Makemake, Eris	
Monde	Kugelgestalt bis unregelmäßig	Differenzierung im inneren Aufbau je nach Größe, auch Eis möglich	um Planeten	Europa, Titan, Erdmond, Phobos, Dactyl	
Ringobjekte	Schäferhundmonde	unregelmäßig und klein	vorwiegend Stein, eher lockerer Aufbau	um Planeten innerhalb der Roche-Grenze**; räumen ihre Bahn	Prometheus, Pandora
	kleinere Ringobjekte	unregelmäßig und klein	vorwiegend Stein	um Planeten innerhalb der Roche-Grenze	Saturnringe
Kleinkörper	Asteroiden	Meter bis Kilometer, besitzen keine Kugelgestalt	innerhalb der Marsbahn	Icarus, Amor, 2004 FU162, 2004 JG6, Toutatis, Icarus	
			zwischen Mars- und Jupiterbahn****	Ida, Vesta, Sylvia, Pandora	
			auf Planetenbahnen (Trojaner)	Achilles, Eureka, Patroclus	
			jenseits des Jupiter (Centauren, Damocloiden, Transneptunische Objekte/ Kuipergürtel)	Chiron, Damocles, Orcus, Hidalgo (allerdings extrem elliptisch), Sedna	
	Kometen	Meter bis einige Kilometer	langperiodisch: Aphel in Oortscher Wolke	C 1973 E1 Kohoutek	
			kurzperiodisch: Aphel häufig im Kuipergürtel oder nahe Jupiterbahn	67P/Churyumov-Gerasimenko, Chiron (95P/Chiron)	
	Meteoroiden (Meteorite = Bezeichnung für den Sonderfall von auf der Erde aufgeschlagenen Objekten)	Millimeter bis Meter	Stein, ggf. auch Eisen-Nickel-Verbindungen	Bahnen um die Sonne, <i>teilweise</i> Erdbahnkreuzer	(Meteoroid), 2004 FU162
interplanetarer Staub	kleiner als 0,1 Millimeter	vorwiegend Stein	interplanetarer Raum	(Interplanetarer Staub)	

* Das hydrostatische Gleichgewicht ist eine zentrale definitorische Grenzlinie: Zwergplaneten müssen per Definition eine annähernd kugelförmige Gestalt aufweisen. Die Kugelgestalt bildet sich in Folge der Eigengravitation bei einer genügend hohen Masse unter Einfluss der Zusammensetzung des Objekts heraus. Mimas, ein Eismond des Saturn, ist mit 396 Kilometern Durchmesser bereits kugelförmig, während der Asteroid Pallas mit 532 Kilometern dies nicht ist (Astronews 2013).

** Die Roche-Grenze markiert den Bereich im Schwerefeld eines Planeten, innerhalb derer ein Mond auf Grund der Gezeitenkräfte des Planeten zerrissen werden würde. Abgesehen von sehr kleinen Satelliten (beispielsweise Schäferhundmonde und künstliche Satelliten) können innerhalb dieser Grenzen keine Monde existieren, wohl aber Ringpartikel.

*** Theoretisch würden auf Grund des Eisgehalts einige Asteroiden in Sonnennähe ebenfalls Koma und Schweif ausbilden. Daher könnte man einen Teil der Asteroiden zu den Kometen hinzurechnen, wenn es bei Kometen nicht um die Existenz des Schweifs, sondern um dessen Ausbildbarkeit geht. Gleichzeitig sind Kometen, die viel Eis verloren haben, so dass lediglich der Kern übrig bleibt, den Asteroiden sehr ähnlich. Solche Objekte werden auch als aktive Asteroiden bezeichnet.

**** 90% aller bekannten Asteroiden finden sich im so genannten Asteroidengürtel, der obendrein einen (leeren) Platz in der Titius-Bode-Reihe einnimmt, die rechnerisch die Abstände der Planeten von der Sonne nachmodelliert.

Zum besseren Verständnis hinsichtlich der vorgestellten Objekte ist hinzuzufügen, dass zwischen unterschiedlich kategorisierten Objekten auch Namensdopplungen vorkommen, so etwa zwischen dem Saturnmond Pandora und dem Asteroiden (55) Pandora. Eine Liste weiterer Namensvetter findet sich unter http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_bemerkenswerter_Asteroiden#Asteroiden_mit_gleichem_oder_C3.A4hnlichem_Namen_wie_Planetenmonde.

Hinsichtlich der Kategorisierung sind die Objekte, die aus dieser Tabelle in der Aufgabenstellung zu finden sind, bewusst so gewählt, dass darunter einige gut voneinander abgrenzbare und damit für eine Kategorisierung in Antizipation der offiziellen Nomenklatur gut einzuordnende sind, und andere Grenzfälle oder auch Besonderheiten repräsentieren, die eben die Vielfalt der kleinen Objekte im Sonnensystem aufzeigen. Ob die Schülerinnen und Schüler nun für diese Grenzfälle neue Kategorien aufmachen und damit (vermeidbare wie unvermeidbare) Grenzen des offiziellen Systems erkennen und bisher vernachlässigten Eigenschaften einbeziehen oder, ob sie Abwägungen zur Integration in größere Kategorien versuchen, ist letztlich nur in Teilen relevant – viel wichtiger ist, dass sie ihre Entscheidung über schlüssige Begründungen in Folge einer durchdachten Auseinandersetzung mit den Daten legitimieren.

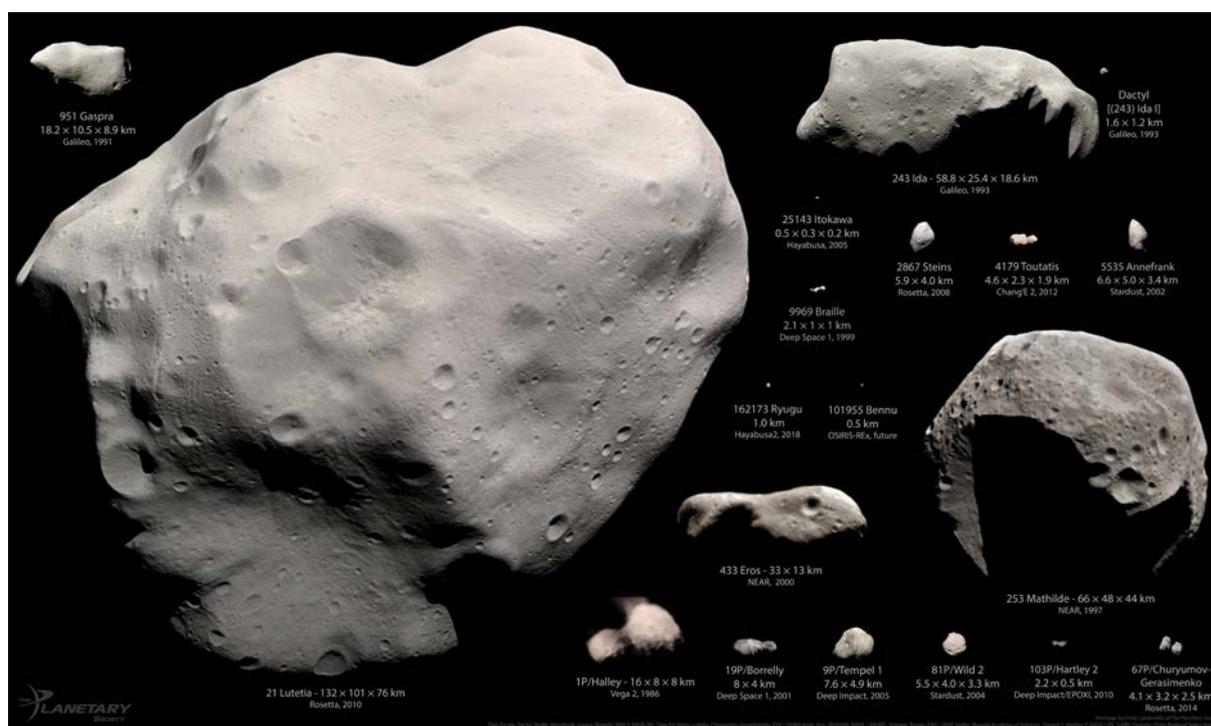


Abbildung 3: Größenvariabilität einiger kleiner Objekte im Sonnensystem unterhalb der Größe von Zwergplaneten. Credit: Emily Lakdawalla. Data from NASA / JPL / JHUAPL / UMD / JAXA / ESA / OSIRIS team / Russian Academy of Sciences / China National Space Agency. Processed by Emily Lakdawalla, Daniel Machacek, Ted Stryk, Gordan Ugarkovic, [CC BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/). <http://www.planetary.org/multimedia/space-images/small-bodies/asteroids-and-comets-visited.html>.

Im Folgenden seien einige interessante Fälle genannt:

- Sylvia beispielsweise ist ein Asteroid des Hauptgürtels, und weist zugleich zwei eigene Monde auf.
- Hidalgo, obgleich als Asteroid kategorisiert, besitzt keine klassische Bahn in einem Asteroidengürtel, sondern eine stark exzentrische, und könnte damit Überrest eines Kometen sein.
- Chiron wird offiziell als Asteroid und als Komet kategorisiert.
- Dactyl ist nicht der Mond eines Planeten, sondern der Mond eines Asteroiden.
- Titan verfügt über eine eigene Atmosphäre.
- 2004 FU162 ist als Asteroid geführt, kam aber nur auf Grund starker Annäherung an die Erde zu dieser Ehre und überhaupt zur Erfassbarkeit durch den Menschen, denn er misst, wie Meteoroiden, nur wenige Meter.

[zurück zum Anfang](#)

Methode: Kategorisieren

Im Zuge des alltäglichen Lernens werden beständig Einordnungen von Sachverhalten, Objekten und Personen in gedankliche Gruppen bzw. Kategorien vorgenommen, die durch Gemeinsamkeiten, Zugehörigkeiten oder Zusammenhänge dieser Aspekte untereinander gekennzeichnet sind. Lernen unter Anbindung an das Vorwissen, das nach den Erkenntnissen aktueller Lerntheorien besonders erfolgreich ist, ist damit stets ein Vergleichen auf der Suche nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden mit dem bereits Bekannten (Vankan et al. 2007).

Dies erleichtert nicht nur das individuelle Lernen, sondern auch die Kommunikation von Sachverhalten an andere: Durch geteilte Kategorien im Sinne von Oberbegriffen kann einfacher kommuniziert werden und die Kommunikation von der Ebene der Beispiele, die in ihrer Vielfalt schwer in ihrer Gänze zugänglich ist, abgehoben werden.

Trotz der sozialen Komponente der Kategorisierung gibt es keine absoluten Kriterien oder Wahrheiten der Kategorienbildung und Einordnung. Stattdessen ist eine höchst mögliche (interne) Konsistenz und Erklärungskraft zentral. Dies bedeutet auch, dass das Ergebnis von Kategorisierungen stark von den vorhandenen Informationen und vom Vorwissen, aber auch vom Grad der Bewusstheit abhängig ist (Stereotypisierungen sind beispielsweise meist unbewusste Kategorisierungen), und Kategorien letztlich fluide sind, d.h. im Zuge neuer Erkenntnisse angepasst werden können. So wurde auch sowohl die Einordnung des Pluto als auch die Kategorie des Planeten überarbeitet und die Kategorie des Zwergplaneten geschaffen, als deutlich war, dass es zahlreiche dem Pluto ähnliche Objekte gibt.

Die bewusste Beschäftigung mit Kategorisierungen ermöglicht zweierlei: Zum einen ein besseres Verständnis und damit Lernen eines konkreten Bereichs, dessen Inhalte bzw. Aspekte im Zuge der Aufgabe kategorisiert werden. Die selbstgewählte Ordnung der Dinge muss begründet werden – Begründungen wiederum erfordern eine elaborierte kognitive Verarbeitung (Vankan et al. 2007). Zum anderen kann durch die Kontrastierung mit einem offiziell kommuniziertem Kategoriensystem (hier die Nomenklatur der Objekte im Sonnensystem unterhalb der Planetengröße) die Notwendigkeit einer gemeinsamen kommunikatorischen Basis durch verbindliche Begrifflichkeiten herausgestellt werden. Hierbei wird aber zudem diese Basis als konstruiert verstanden und hinterfragt.

Nicht nur die emotional behaftete Diskussion um Plutos Planetenstatus, sondern auch die schwierige Abgrenzung der Kategorien durch die zahlreichen Besonderheiten der betrachteten Objekte und die punktuellen definitorischen Leerstellen, wie etwa hinsichtlich der Größengrenze zwischen Meteoroiden und Asteroiden, zeigen auf, dass auch offizielle Kategorisierungen menschengemacht und in Teilen willkürlich oder lückenhaft sind. Sie entbehren aber erstens nicht zumindest teilweise schlüssiger Begründungen, die erkenntnisleitend für die Schüler sind, sondern sind insbesondere, wie die mögliche Vielfalt der Kategoriensysteme der Schüler zeigt, eine erforderliche gemeinsame Kommunikationsbasis.

Es geht in dieser Aufgabenstellung also nicht darum, dass Schüler die offizielle Kategorisierung antizipieren. Die Kategorisierung der Schüler muss lediglich in sich weitestgehend so konsistent und schlüssig sein, wie es eben möglich ist.

Vorgehensweise und Aufgabenstellungen

Mit Hilfe der Methode des Kategorisierens sollen die Lernenden in die Lage versetzt werden, eigene Gruppierungen und Kategorisierungen vorzunehmen und dabei die offizielle Nomenklatur als wissenschaftsbasierte und professionelle Bemühung um eine durch physikalische Aspekte gestützte Systematik, aber nicht als naturgegebene Ordnung zu verstehen.

Lernvoraussetzungen sind

- Grundlegendes Verständnis über den Aufbau des Sonnensystems (u.a. Reihenfolge der Planeten, Verortung von wichtigen Ansammlungen kleinerer Objekte wie Asteroidengürtel und Kuipergürtel, Wissen über zentrale Begriffe im Sonnensystem wie Ekliptik), kann leicht wiederholt oder eingeführt werden mit entsprechenden Abbildungen (vgl. Google-Bildersuche).
- Vergleich verschiedener Einheiten und Umrechnung von verschiedenen Zeit- und Längenmaßen, Verständnis von Zehnerpotenzen.
- Grundlegendes Verständnis physikalischer Größen wie Kugelvolumen und astronomischer Distanzen sowie physikalischer Prozesse wie Verdampfen.

Die Aufgaben können in Einzelarbeit oder in Kleingruppen realisiert werden. Letzteres hat den Vorteil, dass unterschiedliche Perspektiven angesichts der zu erwartenden unterschiedlichen Lösungen des Kategorisierungsproblems zusammengebracht werden und direkt über die Stichhaltigkeit ihrer Begründungen reflektiert werden können (Stichwort: konstruktivistische Lernumgebungen, Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001). Eingestiegen werden kann mit der Geschichte Plutos, der nun auch zu den „kleinen Objekten“ im Sonnensystem zählt – die aber längst nicht alle gleich sind. Hierfür eignet sich auch folgendes NASA-Video (engl.) oder Auszüge daraus (das auf stumm geschaltet auch vom Lehrer besprochen werden kann): <http://www.spitzer.caltech.edu/video-audio/136-ask2006-003-Why-Isn-t-Pluto-a-Planet-Any-More->

Aufgabenstellungen

- 1) *Vergleicht die Steckbriefe der euch vorliegenden Objekte. Findet Gemeinsamkeiten und Unterschiede, nach denen ihr die Objekte gruppieren könnt. Unterschiede führen zur Neubildung von Gruppen, Gemeinsamkeiten zur Einordnung in eine gemeinsame oder bereits gebildete Gruppe. Bei den Gemeinsamkeiten ist es wichtig, dass ihr Toleranzgrenzen festlegt etwa hinsichtlich der Größe, d.h. nicht alle Objekte einer Gruppe können genau gleich groß sein. Gebt den Gruppen Namen; sie heißen nun Kategorien. Ihr habt damit eine Kategorisierung bzw. ein Kategoriensystem der kleinen Objekte im Sonnensystem geschaffen.*
- 2) *Stellt eure Kategorisierung vor der Klasse vor und begründet die Kategorien und die Einordnung der Objekte. Überarbeitet eure Kategorisierung im Anschluss vor dem Hintergrund der anderen Kategoriensysteme.*
- 3) *Vergleicht mit der offiziellen Kategorisierung. Ordnet eure Objekte in diese ein. Stellt Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden Einordnungen fest und begründet/bewertet diese.*

Variationen

Es können auch weniger als die vorgegebenen Karten in die Kleingruppen gegeben werden, insbesondere, wenn weniger Zeit zur Verfügung steht oder entsprechend der Leistung differenziert werden muss. Auf diese Weise kann zudem eine arbeitsteilige Gruppenarbeit realisiert werden, indem die Karten auf alle Kleingruppen aufgeteilt werden. In einer anschließenden Plenumsphase werden die verschiedenen (auf Grund der Auswahl der Objekte pro Kleingruppe unvollständigen) Kategorisierungen zu einer gemeinsamen zusammengebracht.

Eine Einordnung der Objekte in die vorliegenden Kategorien der offiziellen Nomenklatur ist ebenfalls als vereinfachte Variante denkbar.

Benötigte Materialien

[zurück zum Anfang](#)

- Objektkarten (Steckbriefe) für jeden Schüler (Einzelarbeit) oder für jede Kleingruppe; vorher ausschneiden oder durch Schüler ausschneiden lassen
- Tabelle der offiziellen Kategorisierung für jeden Schüler (Einzelarbeit) oder für jede Kleingruppe, ggf. vergrößern

Literatur

[zurück zum Anfang](#)

- Astronews (2015): Die weißen Flecken von Ceres wieder im Blick.
<http://www.astronews.com/news/artikel/2015/04/1504-023.shtml> (Zugriff: 2015-06-12).
- Astronews (2013): Welchen Durchmesser muss ein Objekt mindestens haben, um eine Kugelform zu bekommen?
<http://www.astronews.com/frag/antworten/3/frage3416.html> (Zugriff: 2015-06-10).
- Edinger, S. (2015): Asteroiden in unserem Sonnensystem. WIS-Dokument.
<http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/asteroiden-in-unserem-sonnensystem/1285841> (Zugriff: 2015-06-11).
- IAU (International Astronomical Union, 2006): Planet definition questions and answers sheet
http://www.iau.org/static/archives/releases/doc/iau0601_q_answers.doc (Zugriff: 2015-06-06).
- Kretzer, O. (2015): Pluto. Vom kleinsten (Planeten) zum fast größten (Zwergplaneten).
<http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/WIS-2015-4OS-Pluto.pdf> (Zugriff: 2015-06-18).
- Reinmann-Rothmeier, G. und Mandl, H. (2001): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A. und Weidenmann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Weinheim, 601-646.
- Vankan, L., Rohwer, G. & Schuler, S. (2007): Diercke Methoden – Denken lernen mit Geographie. Braunschweig.

Bildquellen des Materials

[zurück zum Anfang](#)

2004 FU 162	http://www.jpl.nasa.gov/images/asteroid/20121214/pia16599-640.jpg [Symbolbild!]
2004 JG6	http://images.spaceref.com/news/2004/05.20.04.orbit.jpg
Achilles	https://de.wikipedia.org/wiki/Asteroid#/media/File:Asteroid_Belt.jpg
Ceres	http://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width_feature/public/thumbnails/image/pia18924-16.jpg?itok=aSoE_GbF
Chiron	http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/chiron/image/chiron_951220_dxx02.jpg
Churyumov-G.	http://www.nasa.gov/sites/default/files/pia18591-main_3_august_dual_copy.jpg
Dactyl	http://apod.nasa.gov/apod/ap950630.html
Europa	http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/display.cfm?Category=Planets&IM_ID=19789
Haumea	http://de.wikipedia.org/wiki/%28136108%29_Haumea#/media/File:2003EL61art.jpg
Hidalgo	http://en.wikipedia.org/wiki/944_Hidalgo#/media/File:944Hidalgoposition.png
Icarus	https://en.wikipedia.org/wiki/1566_Icarus#/media/File:1566_Icarus_%28orbit%29.gif
Interpl. Staub	http://apod.nasa.gov/apod/image/0108/ipd_nasa.jpg
Kohoutek	http://history.nasa.gov/SP-404/ch4.htm
Meteoroid	http://en.wikipedia.org/wiki/Meteoroid#/media/File:Meteoroid_track_through_aerogel_from_EURECA_mission.jpg [abgebildet ist der Sonderfall eines Meteoriten]
Pandora [Sat.]	http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/display.cfm?IM_ID=8525
Pandora	https://en.wikipedia.org/wiki/55_Pandora#/media/File:55Pandora_%28Lightcurve_Inversion%29.png
Patroclus	http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2006/02/01_patroclus.shtml
Phobos	http://apod.nasa.gov/apod/ap121028.html
Pluto	http://www.nasa.gov/images/content/146565main_xena_330.jpg
Saturnringe	http://www.nasa.gov/images/content/62476main_Saturn.jpg
Sedna	https://de.wikipedia.org/wiki/Transneptunisches_Objekt#/media/File:AchtTNOs.png
Sylvia	http://apod.nasa.gov/apod/ap050818.html
Titan	http://apod.nasa.gov/apod/ap150202.html
Toutatis	https://de.wikipedia.org/wiki/Erdnaher_Asteroid#/media/File:Toutatis.jpg
Vesta	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vesta_Full-Frame.jpg