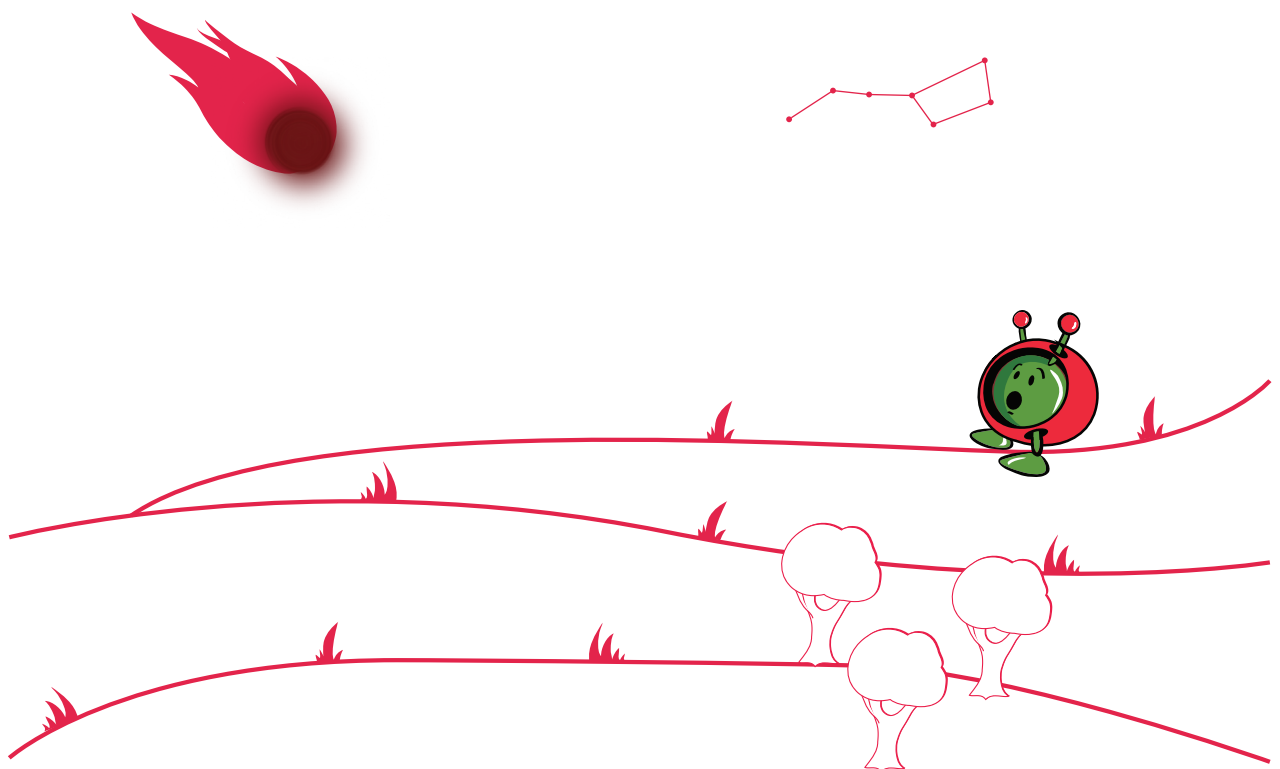


Unterricht am Beispiel des Weltalls

→ VON STERNSCHNUPPEN UND METEORITENKRATERN

Kometen, Meteore und Krater im Sonnensystem

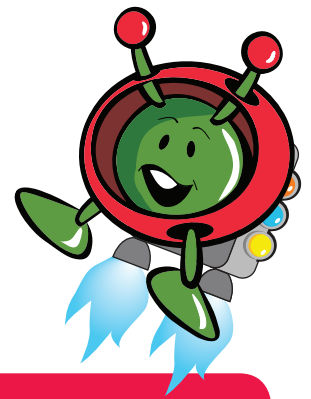




Die wichtigsten Fakten	Seite 3
Übung – Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern	Seite 4
Zusammenfassung	Seite 13
Arbeitsblätter	Seite 14
Anhang	Seite 17
Links	Seite 23

→ VON STERNSCHNUPPEN UND METEORITENKRATERN

Kometen, Meteore und Krater im Sonnensystem



DIE WICHTIGSTEN FAKTEN

Altersgruppe: 10–12 Jahre

Art: Vorstellung des Themas durch den Lehrer und (Gruppen-)Übung für Schüler

Schwierigkeitsgrad: mittel

Vorbereitungszeit für Lehrer: 1 Stunde

Benötigte Unterrichtszeit: 2–2,5 Stunden

Kosten pro Arbeitspaket: mittel (15 Euro)

Ort: Drinnen (Klassenraum)

Erforderliche Materialien: Feuerpumpe (optional), Smartphone-Kamera, Haushaltsgegenstände, keine gefährlichen Materialien

Kurzfassung

In dieser Lektion lernen die Schüler, dass eine Sternschnuppe, also ein Meteor eine Leuchterscheinung ist, verursacht durch einen Felsbrocken, der beim Flug durch die Erdatmosphäre verglüht. Auch die Ursache für dieses Phänomen wird erklärt. Die Schüler werden in Gruppen einfache Experimente durchführen, um herauszufinden, wie Krater entstehen, wenn ein Meteor auf die Planetenoberfläche trifft. So lernen sie auch, dass das Erscheinungsbild von Kratern einerseits von der Größe des Meteors und andererseits vom Einschlagswinkel abhängt.

Die Schüler lernen:

1. Dass eine Sternschnuppe bzw. ein Meteor eine Leuchterscheinung ist, verursacht durch einen Felsbrocken, der beim Flug durch die Erdatmosphäre verglüht.
2. Wie Objekte, die sich mit großer Geschwindigkeit durch die Erdatmosphäre bewegen, die Luft schnell komprimieren können, sodass die Temperatur stark ansteigt.
3. Wie man wissenschaftliche Experimente durchführt, insbesondere um die Entstehung von Kratern durch Meteore zu untersuchen.

Außerdem erforderlich:

1. Paket mit Zusatzübungen (PRO4b)

Relevanz für den Lehrplan

Naturwissenschaften

- Planen einer Untersuchung zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragen
- Erkennen und Steuern von Variablen, wenn dies nötig ist
- Vornehmen von Messungen mit größerer Genauigkeit und Präzision
- Anwendung der Testergebnisse für Prognosen und zur Entwicklung weiterer Vergleichstests unter gleichen Bedingungen
- Mündliche und schriftliche Präsentation von Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Recherchen
- Ermitteln der Auswirkungen des Luftwiderstands, insbesondere im Zusammenhang mit der

schnellen Luftkomprimierung

Lesevermögen

- Stellen relevanter Fragen zur Erweiterung des Wissens
- Zweckdienliche Beschreibungen, Strukturierung von Erläuterungen und Schilderungen
- Erwerb, Erörterung und klare Formulierung von Wissen und Meinungen mithilfe von Diskussionen
- Beibehalten der Aufmerksamkeit und aktive Teilnahme an Gruppengesprächen
- Vernehmliches und flüssiges Sprechen
- Präsentieren und aktive Teilnahme an Debatten



Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern

Für viele frühe Zivilisationen war eine Sternschnuppe der Vorbote eines bevorstehenden Ereignisses. Heute sagt man: Wer eine Sternschnuppe sieht, darf sich etwas wünschen. In Wirklichkeit handelt es sich bei Sternschnuppen, die eigentlich „Meteore“ heißen, um eine Leuchterscheinung, verursacht durch einen Felsbrocken, der beim Flug durch die Erdatmosphäre verglüht.

Bei einem sogenannten Meteorschauer (auch Meteorstrom oder Sternschnuppenschwarm genannt) ist die Chance, eine Sternschnuppe zu sehen, besonders hoch. Einen Meteorschauer kann man immer dann erleben, wenn die Erde durch einen Teil des Alls fliegt, in dem sich eine relativ große Menge an Staub und kleinen Partikeln befindet. Diese staubigen Regionen des Sonnensystems sind vor allem in den Pfaden (also den Umlaufbahnen) von Kometen zu finden. Kometen sind eisige Besucher von den äußeren Bereichen des Sonnensystems¹.

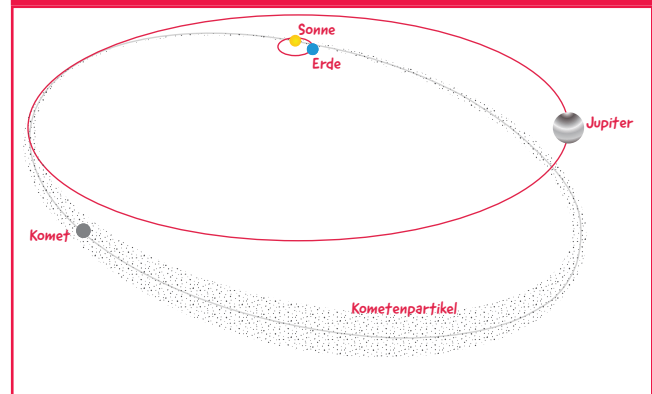
Ein Komet besteht zum größten Teil aus Eis und Felsgestein. Nähert sich ein Komet der Sonne, erwärmt er sich und verliert dadurch Material. Dabei entsteht ein spektakulärer Schweif (siehe Abbildung A1). Das herausgelöste Material, sogenannte Kometentrümmer, verschwindet aber nicht einfach so im All, sondern fliegt weiter in der Umlaufbahn des Kometen um die Sonne. Kreuzt nun die Erdumlaufbahn die eines Kometen, wie in Abbildung A2 dargestellt, kann es passieren, dass die Trümmer auf die Erdatmosphäre treffen. Dann kommt es zu einem Meteorschauer. Aus diesem Grund treten Meteorschauer immer zu gewissen Zeiten im Jahr auf. Am deutlichsten zu sehen sind die Perseiden (Mitte August) und die Leoniden (Mitte November). Der Perseiden-Strom wird von Komet 109P/Swift-Tuttle verursacht und der Leoniden-Strom stammt von Komet 55P/Tempel-Tuttle.

Abbildung A1



↑ Komet Hale-Bopp 1997 mit seinem beeindruckenden Schweif, der von der Sonne weg zeigt.

Abbildung A2



↑ Kometentrümmer, die derselben Umlaufbahn um die Sonne folgen. Wenn sich die Umlaufbahnen der Erde und eines Kometen kreuzen, treffen die Trümmer auf die Erdatmosphäre auf. Das Ergebnis ist ein Meteorschauer.

Kometentrümmer gibt es in verschiedensten Größen, von kleinen Sandkörnern bis hin zu großen Felsbrocken. Noch größere Objekte überstehen hin und wieder die Durchquerung der Erdatmosphäre. Wenn ein Meteorit² auf der Oberfläche aufschlägt, entsteht ein Krater. Abbildung A3 zeigt den relativ großen Barringer-Krater. Er wurde als erster Krater anerkannt, der durch den Einschlag eines Meteors auf der Erde entstanden ist.

¹Ausführliche Informationen über Kometen bietet der Lehrerleitfaden mit Schülerübungen „ESA – Unterricht am Beispiel des Weltalls – Unser Sonnensystem | PR01“.

²Astronomen nennen Objekte, die auf der Planetenoberfläche auftreffen, Meteoriten.

Abbildung A3



↑ Zwei unterschiedliche Ansichten des 50.000 Jahre alten Barringer-Kraters mit einem Durchmesser von 1,2 Kilometern. Der Krater liegt in Arizona, USA. Der Meteor, der den Barringer-Krater verursacht hat, hatte gerade einmal einen Durchmesser von 50 Metern. Der Barringer-Krater wurde als erster Krater anerkannt, der durch den Einschlag eines Meteors auf der Erde entstanden ist.

In dieser Übung lernen die Schüler, dass eine Sternschnuppe, also ein Meteor, ein Felsbrocken ist, der beim Flug durch die Erdatmosphäre verglüht und dabei aufleuchtet. Außerdem erfahren sie, warum er in der Atmosphäre verglüht, und erforschen, wie Krater entstehen, wenn er als Meteorit auf die Oberfläche eines Planeten trifft. Krater sind für Astronomen, Geologen und Biologen gleichermaßen von großem Interesse, da sie Aufschluss darüber geben können, wie die Erde sich über Millionen von Jahren entwickelt hat.

MATERIAL

Vorführung durch den Lehrer

- Feuerpumpe (optional), in Wissenschaftsläden/im Fachgebiet Physik erhältlich
- Kleines Stück Baumwollwatte

Schülerübung (pro Gruppe)

- Deckel eines A4-Kartons (gängige Größe: 30 x 22 x 7 cm)
- Große Plastiktüte
- 1 kg Mehl
- 50 g Glitter
- 50–100 g Kakaopulver
- 5–10 Murmeln unterschiedlicher Größe
- Kleiner Plastiklöffel
- Lineal
- Sieb
- Smartphone-Kamera
- Arbeitsblatt „Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern“ (1 Exemplar pro Schüler)
- Bild eines Marskraters (siehe Anhang)

Was ist eine Sternschnuppe?

(15 min)

Beginnen Sie die Lektion mit einer einführenden Diskussion, um alle Schüler auf den gleichen Wissensstand zu bringen. Die Schüler sollten wissen, dass eine Sternschnuppe eigentlich kein Stern ist, sondern ein Felsbrocken, der bei der Durchquerung der Erdatmosphäre verglüht. Zeigen Sie der Klasse zu Beginn ein Bild einer Sternschnuppe. Abbildung A4 und A5 zeigen Beispiele für Sternschnuppen.

Abbildung A4



↑ Foto einer Sternschnuppe, aufgenommen während des jährlichen Perseiden-Meteorstroms.

Abbildung A5



↑ Künstlerische Darstellung von Sternschnuppen im Vordergrund (Streifen) und Sternen im Hintergrund (Lichtpunkte).

Bilden Sie Gruppen von vier bis fünf Schülern. Händigen Sie jedem Schüler das Arbeitsblatt „Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern“ aus. Regen Sie eine Gruppendiskussion über die Bilder aus Aufgabe 1 an. Fragen Sie die Schüler, was sie sehen und was sie glauben, was die abgebildeten Objekte sind. Dann sollen die Schüler die Fragen in Aufgabe 1 beantworten.

Fragen Sie einige der Schüler, ob sie eine Erklärung für die dargestellten Objekte haben. Betonen Sie dabei, dass auf den Bildern im Hintergrund weit entfernte Sterne (kleine Punkte) und im Vordergrund Sternschnuppen bzw. Meteore (lange Striche) zu sehen sind. Diese Meteore bestehen aus Staubteilchen und Gesteinsbrocken, die in die Luftschicht eingetreten sind, die die Erde umgibt (Atmosphäre). Bei der Durchquerung der Luftschicht erhitzen sich der Staub und das Gestein so stark, dass sie Licht aussenden. Deshalb leuchten sie und hinterlassen einen feurigen Schweif am Nachthimmel.

Wie kommt es zum Leuchten eines Meteors? (15 min)

Meteore bewegen sich mit hoher Geschwindigkeit durch die Erdatmosphäre. Dabei können sie zwischen 11 Kilometern pro Sekunde (etwa 40.000 Kilometer pro Stunde) und 72 Kilometern pro Sekunde (etwa 260.000 Kilometer pro Stunde) erreichen. Damit bewegen sie sich wesentlich schneller als Alltagsobjekte. Nach der Vorführung sollten die Schüler verstanden haben, dass schnell bewegende Objekte die in ihrer Bewegungsbahn befindliche Luft stark zusammenpressen, sodass sie sich erhitzt und glüht.

Tabelle A1

Die schnellsten bemannten Fahrzeuge	Geschwindigkeit (Kilometer pro Stunde)	Ein langsamer Meteor fliegt
Auf der Autobahn	120	330-mal schneller
Zug: Französischer Schnellzug TGV	300 (normaler Betrieb) 575 (Rekord)	132-mal schneller 69-mal schneller
Motorrad: Ack Attack	606	65-mal schneller
Durchschnittliche Reisegeschwindigkeit von Flugzeugen	900	44-mal schneller
Auto: Thrust SuperSonic Car (Überschallfahrzeug)	1.228	32-mal schneller
Flugzeug: SR-71 Blackbird	3.530	11-mal schneller
Internationale Raumstation (ISS) in der Erdumlaufbahn	25.200	1,5-mal schneller
Schnellster Wiedereintritt eines Raumfahrzeugs: Apollo 10	39.938	Ähnlich schnell

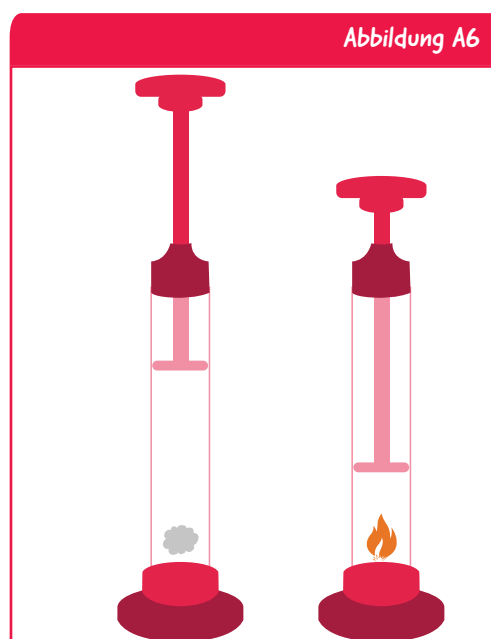
↑ Geschwindigkeiten von bemannten Fahrzeugen im Vergleich zu einem langsamen Meteor. Ein langsamer Meteor fliegt mit 11 Kilometern pro Sekunde; das entspricht 39.600 Kilometern pro Stunde.

Erklären Sie den Schülern, dass Meteore sich sehr schnell durch die Atmosphäre bewegen. Fragen Sie sie nach den schnellsten bemannten Fahrzeugen, die sie kennen. Um die Geschwindigkeit eines Meteors besser zu veranschaulichen, können Sie auch die Beispiele aus Tabelle A1 verwenden.

Erklären Sie, dass ein Meteor auf seinem Flug die vor ihm befindliche Luft vor sich herschiebt. Durch dieses Schieben wird die Luft sehr schnell zusammengedrückt, das heißt komprimiert. Das bekannte Glühen einer Sternschnuppe entsteht also durch die hohe Geschwindigkeit, mit der die Luft vor dem Meteor zusammengepresst wird. Zeigen Sie der Klasse nun, was passiert, wenn Luft in einer Feuerpumpe sehr schnell komprimiert wird (siehe Abbildung A6). Alternativ können Sie den Schülern auch ein Video zeigen. Im Internet sind viele Beispielfideos zu finden.

Führen Sie der Klasse Folgendes vor, um die Grundprinzipien des Phänomens zu erklären:

1. Stecken Sie ein kleines Stück Watte in die Feuerpumpe. Die Baumwolle sollte nur so groß wie ein Fingernagel sein.
2. Drücken Sie den Kolben sanft nach unten. Dadurch wird die Luft langsam komprimiert. Weisen Sie die Schüler darauf hin, dass dabei gar nichts passiert.
3. Wiederholen Sie noch einmal, dass sich Meteore mit hoher Geschwindigkeit durch die Atmosphäre bewegen. Ziehen Sie den Kolben wieder nach oben.
4. Drücken Sie den Kolben nun schnell nach unten. Dadurch wird die Luft rasch komprimiert und die Baumwolle müsste sich entzünden.
5. Erläutern Sie, dass die schnelle Komprimierung zu einer Hitzeentwicklung an der Spitze des Kolbens führt. Das Gleiche passiert bei einer Sternschnuppe. Der Meteor und die umgebende Luft werden so heiß, dass sie zu glühen beginnen.



↑ Darstellung einer Feuerpumpe.

Nennen Sie auch Alltagsbeispiele für eine schnelle Luftkomprimierung wie das Aufpumpen eines Fahrrad- oder Autoreifens. Der untere Teil der Luftpumpe kann sich dabei stark erhitzen. Abschließend sollen die Schüler erklären, was sie soeben gesehen haben.

Schon gewusst?

Meteore sind nicht die einzigen Objekte, die sich bei der Durchquerung der Erdatmosphäre erhitzen. Tatsächlich entsteht bei jedem Objekt, das sich mit großer Geschwindigkeit durch die Atmosphäre bewegt, derselbe Effekt. Wenn Astronauten zur Erde zurückkehren, ist die Wiedereintrittskapsel mit einem Hitzeschild versehen. Er schützt die Astronauten im Inneren der Kapsel. Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) nutzt diese Hitzeentwicklung, um nicht mehr benötigte Raumfahrzeuge nach ihrer Mission sicher zu entsorgen. Am 15. Februar 2015 trat das fünfte und letzte Versorgungsraumfahrzeug der ESA, ATV-5 „Georges Lemaître“ (ATV = Automated Transfer Vehicle), nach der erfolgreichen Versorgung der Internationalen Raumstation mit Nachschub wieder in die Erdatmosphäre ein und verglühte dabei vollständig. Auch die anderen vier ATVs fanden ein ähnliches Ende. Der spektakuläre Wiedereintritt von ATV-1 „Jules Verne“ wurde auf Video festgehalten (siehe Abschnitt „Links“).



Was passiert, wenn ein Meteorit auf den Boden auftrifft?

(25 min)

Kleine Meteore verglühen in der Regel vollständig in der Atmosphäre. Größere Meteore überstehen hin und wieder die Durchquerung der Erdatmosphäre und schlagen als Meteoriten im Boden ein. Durch diesen Einschlag entsteht ein Krater. In dieser Übung führen die Schüler einige einfache Experimente durch, um herauszufinden, wie Krater entstehen und ihre spezielle Form erhalten.

Zeigen Sie der Klasse ein paar Bilder von Einschlagkratern. Abbildung A3 und A7 zeigen Beispiele für solche Krater auf der Erde. Eine größere Version dieser Beispiele finden Sie im Anhang. Erläutern Sie den Schülern, dass diese Krater durch den Einschlag von Meteoriten im Boden entstanden sind. Auch auf dem Mond und im restlichen Sonnensystem sind viele Einschlagkrater zu finden. Abbildung A8 zeigt Krater auf der Mondoberfläche. Ermuntern Sie die Schüler, abends mit einem Fernglas die Krater auf dem Mond zu suchen. In den Wintermonaten und/oder wenn der Mond auch bei Tag sichtbar ist, können sie dies auch während der Unterrichtszeit tun.

Die Schüler werden nun ein Experiment durchführen, um herauszufinden, wie Krater entstehen und ihre spezielle Form erhalten. Gehen Sie das Experiment aus Aufgabe 2 im Arbeitsblatt „Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern“ durch. Am besten bereiten Sie das Experiment schon vor, um es den Schülern ggf. demonstrieren zu können.

Teilen Sie Aufgabe 2 des Arbeitsblatts „Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern“ aus und weisen Sie jeder Gruppe einen anderen Krater auf dem Mars zu. In Tabelle A2 finden Sie einige markante Marskrater. Händigen Sie jeder Gruppe ein Bild ihres Kraters aus (siehe Anhang). Je nach Klassengröße müssen Sie denselben Krater ggf. mehrmals vergeben.

Anhand der Anweisungen in Aufgabe 2 soll jede Gruppe eine Erklärung finden, wie ihr Krater geformt wurde. Ihre Hypothese sollen die Schüler dann in dem Experiment testen. Fordern Sie die Schüler auf, Bilder von den von ihnen erzeugten Kratern anzufertigen, die sie dann der Klasse präsentieren können.

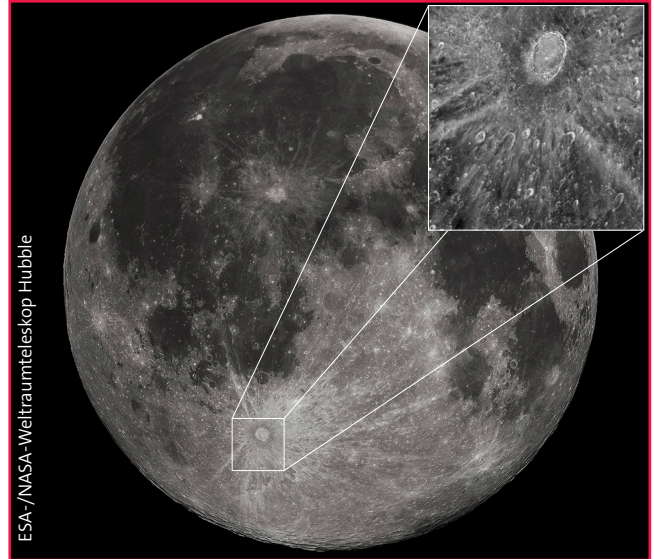


Abbildung A7



↑ Pingualuit-Krater, Nord-Québec, Kanada. Im Krater befindet sich ein See.

Abbildung A8

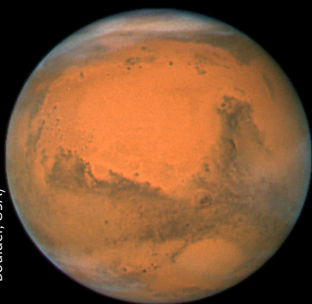


↑ Fotografie des Mondes. Der Tycho-Krater links unten misst etwa 102 km im Durchmesser und ist mit einem Fernglas gut zu erkennen. In der Vergrößerung ist ein strahlenförmiges Muster zu sehen.

Schon gewusst?

Das Weltraumteleskop Hubble ist ein Gemeinschaftsprojekt von ESA und NASA, die es 1990 in eine erdnahe Umlaufbahn in 600 Kilometer Höhe brachten. Es handelt sich um eines der größten und vielseitigsten Weltraumobservatorien und kann als einziges Weltraumteleskop von Astronauten direkt im All gewartet werden. Seit seiner Inbetriebnahme war dies bereits fünfmal der Fall. Von seiner Warte außerhalb der Erdatmosphäre aus erfasst es Bilder, die vom atmosphärisch bedingten Lichtwechsel auf der Erde unberührt bleiben. Dadurch erzeugt Hubble faszinierende hochauflösende Bilder der verschiedensten astrophysischen Objekte, die unser Verständnis vom Universum schon oft auf den Kopf den gestellt haben.

NASA, ESA, das Team vom Hubble Heritage Project (STScI/AURA), J. Bell (Cornell University, USA) und M. Wolff (Space Science Institute, Boulder, USA)



← Nahaufnahme vom Mars durch das ESA-/NASA-Weltraumteleskop Hubble, als es nur 88 Millionen Kilometer entfernt war (Jahr: 2007).

→ Das NASA-/ESA-Weltraumteleskop Hubble in seiner erdnahen Umlaufbahn in 600 km Höhe über der Erdoberfläche.

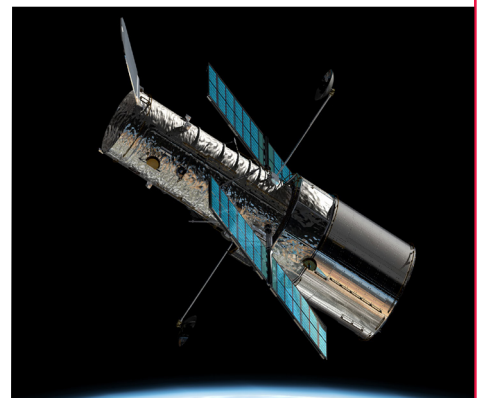
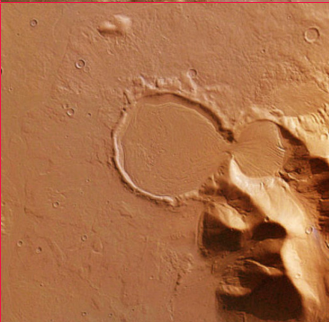
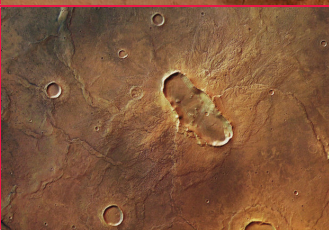
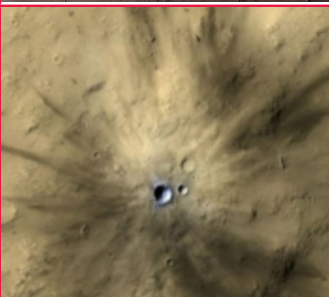


Tabelle A2

Krater	Name	Entstehung	Beschreibung
	Galle, auch „Happy Face“ genannt	Einzelner Einschlag	Mit ein wenig Fantasie sieht dieser Krater aus wie ein lächelndes Gesicht. Der Effekt entsteht durch das Zusammenspiel von Licht und Schatten im Bild.
	„Hourglass“-Krater (Sanduhr)	Zwei Einschläge	Hierbei handelt es sich eigentlich um zwei Einschlagkrater nebeneinander. Man nimmt an, dass die Krater später von einem Eisstrom mit einer großen Menge an Gestein gefüllt waren.
	„Butterfly“-Krater (Schmetterling)	Spitzer Einschlagwinkel	Der Winkel, mit dem der Meteor einschlug, betrug vermutlich weniger als zehn Grad über der Horizontalebene. Die Rundungen im nördlichen Teil wurden von tektonischen Bewegungen verursacht.
	Orcus Patera	Spitzer Einschlagwinkel	Dieser Krater stammt wahrscheinlich von einem kleinen Objekt, das mit sehr spitzem Winkel auf die Oberfläche traf, vielleicht mit weniger als fünf Grad über der Horizontalebene.
	„Octopus“-Krater	Einzelner Einschlag	Dieser Krater ist noch sehr jung. Wissenschaftlichen Beobachtungen zufolge entstand er zwischen Dezember 2005 und Mai 2008. Bei den dunklen Linien bzw. Streifen im Bild handelt es sich um Material, das beim Einschlag explosionsartig ausgeworfen wurde („Ejekta“* genannt).

↑ Bilder und Beschreibungen markanter Krater auf dem Mars.

* Ejekta: bei einem Einschlag explosionsartig ausgeworfenes Material.

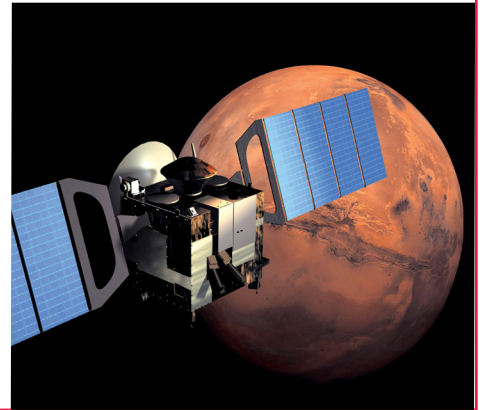


Schon gewusst?

Die ESA-Raumsonde Mars Express startete am 2. Juni 2003 und war das erste Raumfahrzeug der ESA, das einen anderen Planeten direkt untersuchte. Seit ihrem Start lieferte die Mission viele bedeutende Erkenntnisse zur Geologie, Atmosphäre und Oberflächenbeschaffenheit des Mars. Mit dieser Mission soll auch die Frage geklärt werden, ob es Wasser und Leben auf dem Mars gibt oder gegeben hat. Als Teil einer Kommunikationsinfrastruktur ebnet Mars Express den Weg für weitere Forschungsmissionen in der Zukunft wie die ESA-Mission ExoMars, die 2018 starten soll.



←
Künstlerische Darstellung
der ESA-Raumsonde Mars
Express.



→
Der ESA-Rover ExoMars
begibt sich 2018 auf die
Reise zum Mars.

Was haben wir gelernt? (25 min)

Fordern Sie die Schüler nach dem Experiment auf, ihre Arbeiten vor der Klasse zu präsentieren. Regen Sie mit folgenden Beispielfragen eine Diskussion an:

- Waren die Schüler in der Lage, einige der markanten Marskrater nachzustellen?
Vergleichen Sie die Ergebnisse mit Tabelle A2.
- Was ist ihnen aufgefallen, als sie eine Murmel aus größerer Höhe fallen ließen?
Bei hoher Einschlagsgeschwindigkeit sollte sich ein Rand gebildet haben.
- Was ist ihnen aufgefallen, als sie eine Murmel aus einem spitzen Winkel auf die Oberfläche warfen?
Ein strahlenförmiges Muster* sollte zu sehen sein, das auf den Einschlagwinkel schließen lässt.
- Was passierte, als sie die Murmel aus einem sehr spitzen Winkel warfen?
Der Krater sollte lang gezogen aussehen.

Erklären Sie den Schülern, dass Krater viel über die Geologie eines Planeten verraten. Weist ein Planet nur wenige Krater auf, deutet das darauf hin, dass die Oberfläche geologisch betrachtet noch jung ist. Eine hohe Anzahl von Kratern hingegen deutet auf ein hohes Alter hin. Die Spuren von Kratern verschwinden jedoch im Laufe der Zeit. Schuld daran sind Erosion, das Wetter und andere geologische Vorgänge wie die Plattenverschiebung und Vulkanismus. Besonders deutlich wird dies bei einem Vergleich der Oberflächenbeschaffenheit von Erde und Mond. Der Mond ist mit Einschlagkratern übersät, auf der Erde hingegen sind sie schwer zu entdecken. Auch die Krater selbst können jung oder alt erscheinen. Ein Krater, der von einem Strahlenmuster umgeben ist, ist noch sehr jung. Die Strahlen werden durch Ejekta verursacht, das noch nicht verwittert oder erodiert ist.

Fassen Sie abschließend noch einmal zusammen, dass das Erscheinungsbild eines Kraters von mehreren Faktoren abhängt: der Größe des Meteors, dem Einschlagwinkel und ob der Meteorit in der Atmosphäre auseinanderbrach.

* **Strahlenmuster:** strahlenförmige Streifen aus feinkörnigem Material, das beim Einschlag eines Meteoriten explosionsartig ausgeworfen wurde.

Schließen Sie die Lektion mit einer Zusammenfassung des neuen Stoffs ab:

- Eine Sternschnuppe bzw. ein Meteor ist kein Stern, sondern eine Leuchterscheinung, verursacht durch einen Felsbrocken, der beim Flug durch die Erdatmosphäre verglüht.
- Eine Sternschnuppe fliegt mit hoher Geschwindigkeit durch die Atmosphäre. Das sichtbare Glühen wird durch die schnelle Komprimierung der Luft vor dem Meteor ausgelöst.
- Ein Krater entsteht, wenn ein Meteor die Reise durch die Erdatmosphäre übersteht und auf der Oberfläche einschlägt. Dann nennt man ihn Meteorit.
- Das Erscheinungsbild von Kratern hängt einerseits von der Größe des Meteors und andererseits vom Einschlagswinkel ab.

Schon gewusst?

Beim ESA-Programm „Space Situational Awareness“ (Weltraumlageerfassung) werden mithilfe von professionellen und Amateurteleskopen erdnahe Objekte, Asteroiden und Kometen mit einer Größe zwischen einigen Metern bis hin zu mehreren Dutzend Kilometern aktiv erfasst und auf ihrer Umlaufbahn um die Erde verfolgt. Dabei geht es in erster Linie um solche Objekte, die der Erde sehr nahe kommen, da diese möglicherweise auf unserem Planeten einschlagen und, je nach Größe, erheblichen Schaden anrichten könnten. Die Gefahr, dass ein großes Objekt auf der Erde einschlägt, ist zwar äußerst gering, dennoch würde der Einschlag ein großes Gebiet verwüsten. Ziel des ESA-Programms ist es, ein voll integriertes System zur frühzeitigen Alarmierung der Zivilbehörden vor möglichen Gefahren aufzubauen.



Vorschläge für Zusatzübungen

Dieses Thema lässt sich auf vielfältige Weise erweitern. Im Begleitdokument „ESA – Unterricht am Beispiel des Weltalls – Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern – Zusatzübungen | PRO4b“ finden Sie einige Anregungen und Arbeitsblätter.

→ ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Lektion wurden die Schüler an das Thema Sternschnuppen, Meteore und Einschlagkrater herangeführt. Dabei haben sie gelernt, was passiert, wenn sich Objekte mit hoher Geschwindigkeit durch die Erdatmosphäre bewegen. Am Beispiel einiger Bilder von markanten Marskratern konnten die Schüler im Rahmen eines wissenschaftlichen Experiments die Entstehung von Kratern nachstellen. Die Übungen stärken auch wichtige Fähigkeiten wie die Aufzeichnung, Präsentation und Diskussion von Informationen.

Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern

Was ist zu tun?

Aufgabe 1: Lichter am Nachthimmel

1. Beschreibe die weißen Punkte, die in den nachstehenden Bildern zu sehen sind (Abbildung W1). Was glaubst du, was das ist?

2. Beschreibe die Streifen, die in den nachstehenden Bildern zu sehen sind. Was glaubst du, was das ist?

Abbildung W1



↑ Lichter am Nachthimmel.



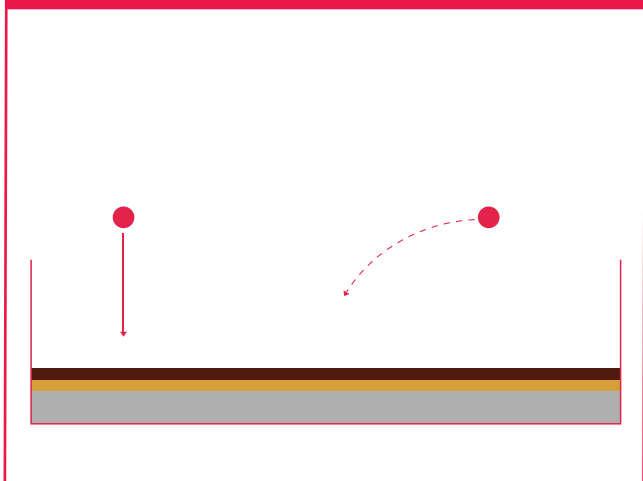
Aufgabe 2: Entstehung von Kratern

Bei diesem Experiment befasst sich deine Gruppe mit der Entstehung von Kratern.

ERFORDERLICHES Material pro Gruppe

- Deckel eines A4-Kartons (gängige Größe: 30 x 22 x 7 cm)
- Plastiktüte
- 1 kg Mehl
- 50 g Glitter
- 50–100 g Kakaopulver
- 5–10 Murmeln unterschiedlicher Größe
- Lineal
- Sieb
- Kleiner Plastiklöffel
- Smartphone-Kamera
- Arbeitsblatt „Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern“ (1 Exemplar pro Schüler)
- Bild eines Marskraters

Abbildung W2



↑ Illustration der für das Experiment verwendeten Kiste. Grau: eine Schicht Mehl. Gelb: Glitter. Braun: Kakaopulver. Rote Punkte: Murmeln, die fallen gelassen bzw. geworfen werden.

Abbildung W3



↑ Beispiel, wie die Schichten nach dem Einschlag mehrerer Murmeln aussehen.

Anleitung

1. Stülpt eine Plastiktüte über den Deckel eines A4-Kartons.
2. Schüttet Mehl auf die mit der Plastikfolie ausgekleidete Innenfläche. Zieht ein Lineal über die Mehlschicht, sodass eine ebene Oberfläche entsteht. Das Mehl bildet die unterste Bodenschicht.
3. Streut nun eine dünne Schicht Glitter auf das Mehl. Diese Schicht stellt Felsbrocken dar.
4. Streut nun eine dünne Schicht Kakaopulver auf den Glitter. Diese Schicht stellt die oberste Erdschicht dar.

Von eurem Lehrer/eurer Lehrerin habt ihr ein Bild eines Kraters auf dem Mars bekommen. Was glaubt ihr, wie dieser Krater seine spezielle Form erhalten hat?

Um diese Frage zu beantworten müsst ihr zunächst herausfinden, was passiert, wenn ein Stein (oder eine Murmel) auf die Oberfläche trifft. Schreibt auf, was ihr beobachtet. Macht außerdem ein paar Fotos von den so erzeugten Kratern und vergleicht sie mit den Bildern der Marskrater. Mit dem kleinen Plastiklöffel könnt ihr eure Murmeln aus der Kiste holen.

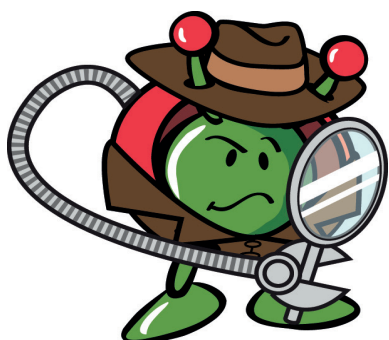
Lasst die Murmeln aus unterschiedlicher Höhe fallen. Was geschieht dabei?

Lasst mindestens zwei Murmeln nebeneinanderfallen. Was geschieht dabei?

Werft ein paar Murmeln aus unterschiedlichen Winkeln auf die Fläche. Was geschieht dabei?

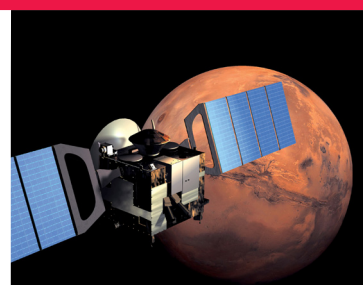
Werft ein paar Murmeln aus sehr spitzen Winkeln auf die Fläche. Was geschieht dabei?

Was glaubt ihr nun, am Ende des Experiments, wie euer Marskrater entstanden ist?



Schon gewusst?

Die ESA-Raumsonde Mars Express wurde 2003 gestartet. Sie umkreist noch immer den Mars. Ziel der Mission ist es, nach Wasser auf dem Mars zu suchen und die Oberflächenbeschaffenheit und Atmosphäre des Planeten zu untersuchen.

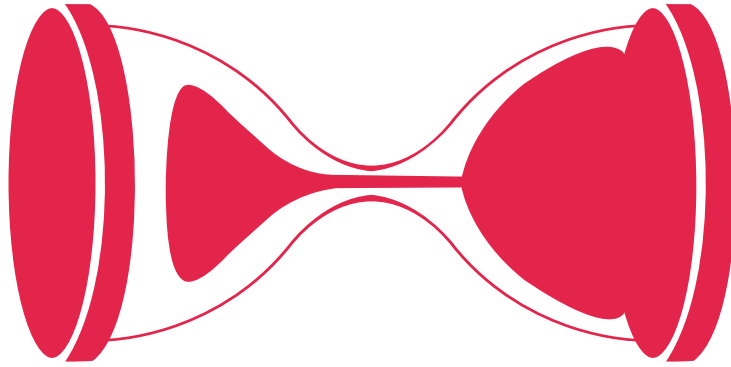
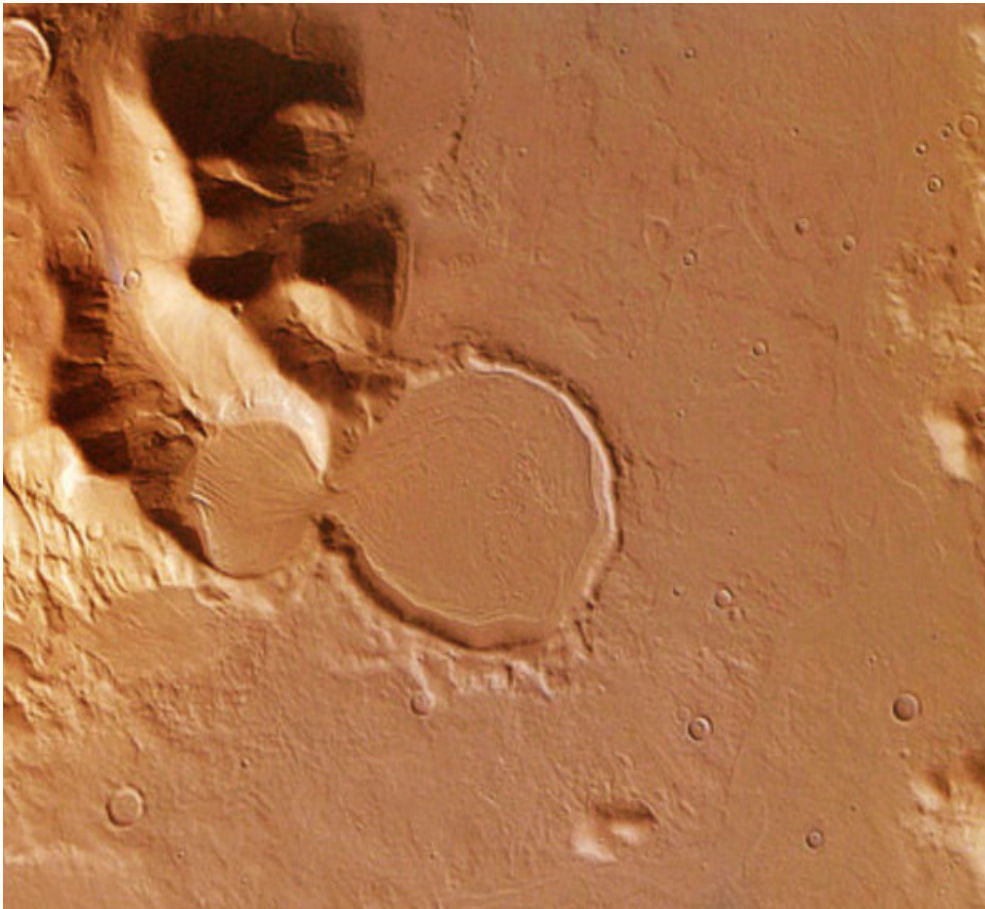


→ ANHANG

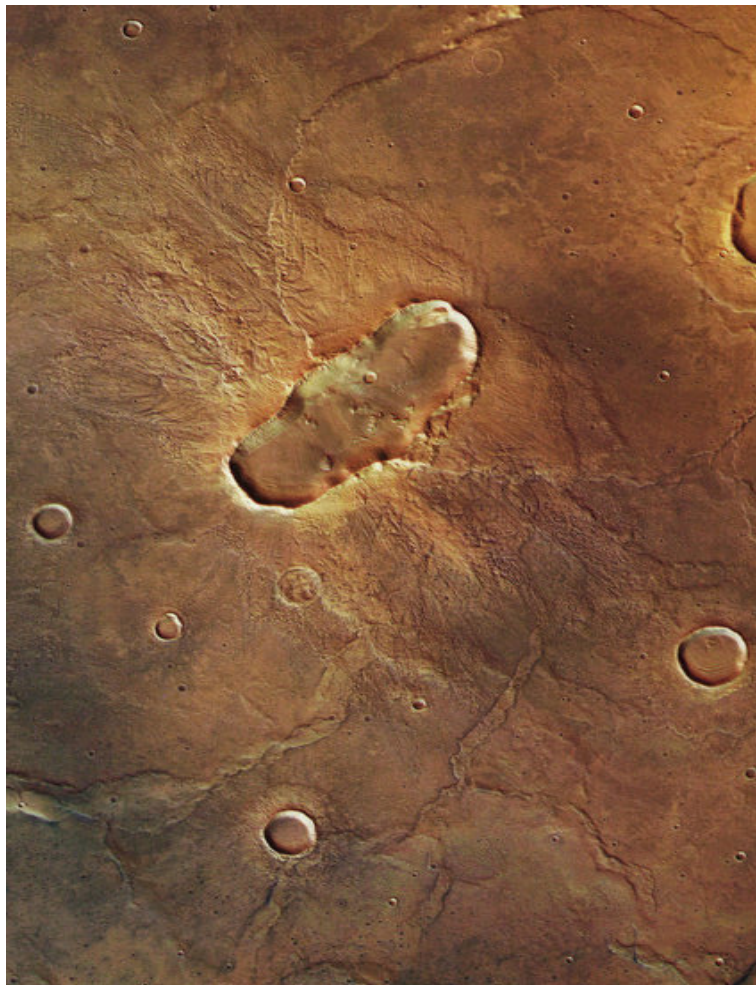
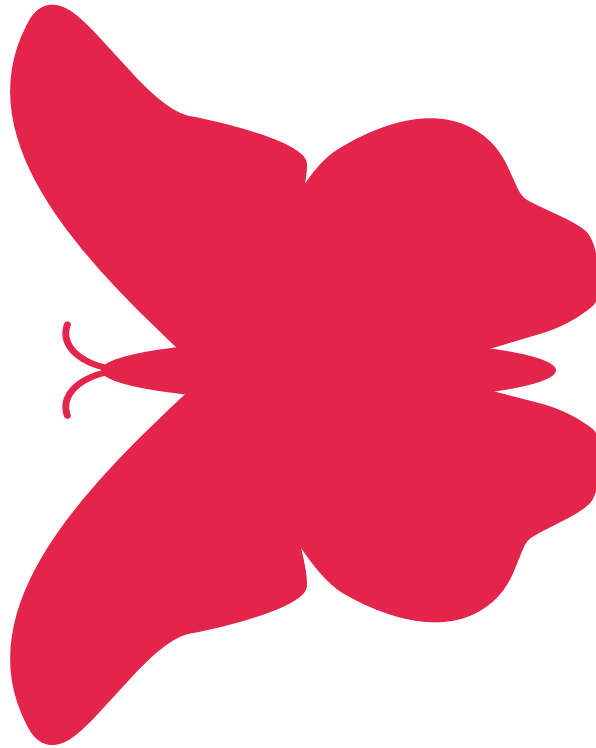
Der Marskrater Galle, auch »Happy Face« genannt



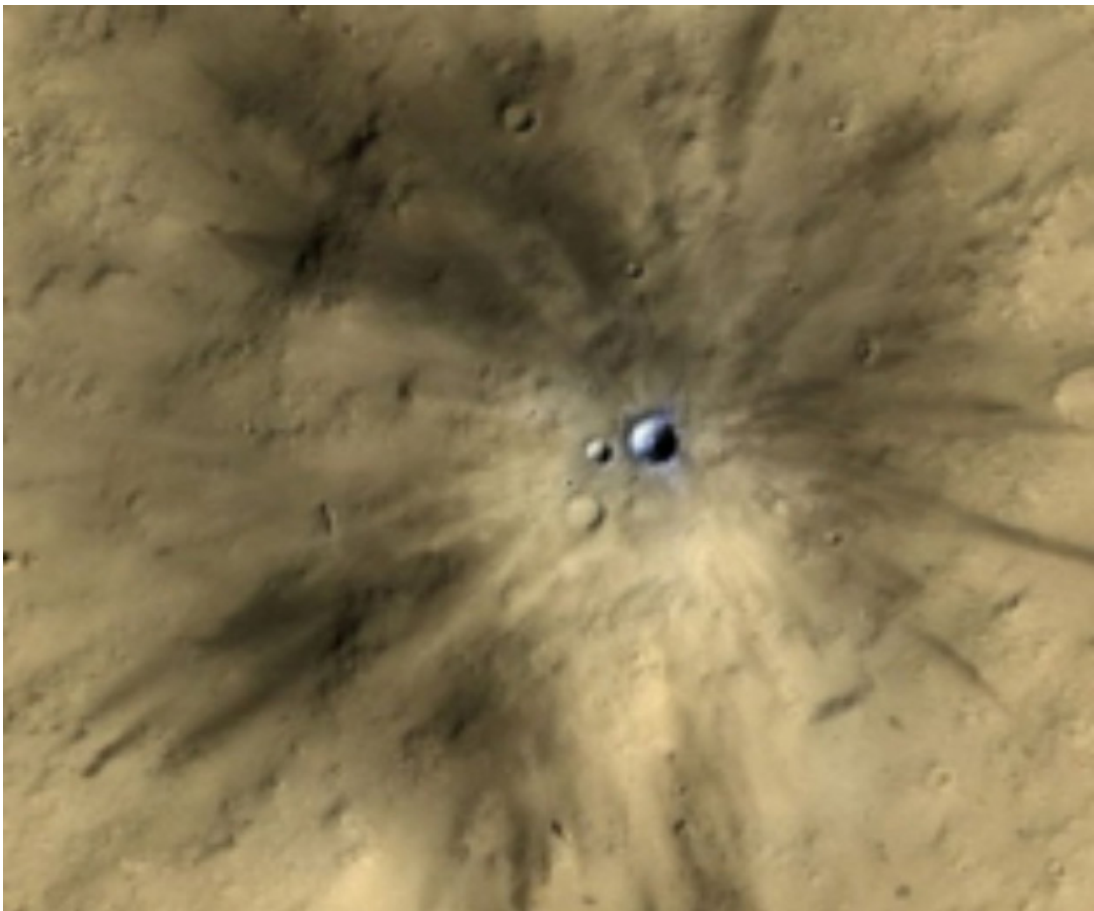
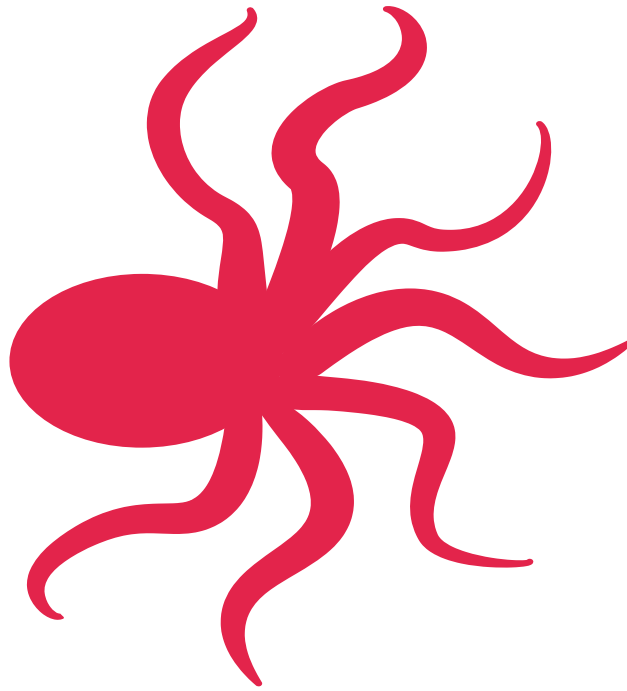
Der Marskrater »Hourglass«



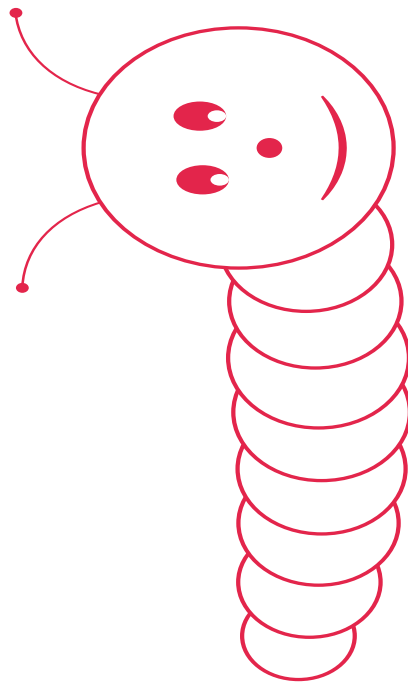
Der Marskrater »Butterfly«



Der Marskrater „Octopus“



Der Marskrater „Orcus Patera“



Links

Unterricht am Beispiel des Weltalls

ESA-Website „Teach with Rosetta“: www.esa.int/Teach_with_Rosetta/

ESA Kids (kinderorientierte Informationen sowie Spiel und Spaß in verschiedenen europäischen Sprachen)

ESA Kids-Startseite: www.esa.int/esaKIDSde/

Kometen und Meteore: www.esa.int/esaKIDSde/Cometsandmeteors.html

Findet die Asteroiden: www.esa.int/esaKIDSen/SEMYE7MPQ5F_OurUniverse_o.html

ESA Mars Express: www.esa.int/esaKIDSen/SEMI1CXJD1E_OurUniverse_o.html

Paxi Fun Book: esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook/

ESA–Missionen

„Space Situational Awareness“-Programm: www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Situational_Awareness/Near-Earth_Objects_-_NEO_Segment

ESA-/NASA-Weltraumteleskop Hubble: spacetelescope.org

Mars Express: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express

ExoMars: exploration.esa.int/mars/48088-mission-overview/

ATV: www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/ATV

Video vom Wiedereintritt des ATV-1: www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/02/ATV-1_reentry

Weitere Informationen zu Kratern

„Hourglass“-Krater: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Hourglass_shaped_craters_filled_with_traces_of_glacier

„Happy Face“-Krater: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Happy_face_crater_on_Mars

„Butterfly“-Krater: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Butterfly_impact_crater_in_Hesperia_Planum

„Orcus Patera“-Krater: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Mars_s_mysterious_elongated_crater

www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/The_scars_of_impacts_on_Mars

Weitere Informationen zur Oberflächenerneuerung

Vulkanausbrüche: www.esa.int/esaKIDSen/SEMMZKXJD1E_Earth_o.html

Erdbeben und Plattentektonik: http://www.esa.int/esaKIDSde/SEMYE4YDE2E_Earth_o.html

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Highlights/Africa_s_ups_and_downs

Weitere interessante Links

„Down 2 Earth“ – Rechner zur Ermittlung der Kratergröße: simulator.down2earth.eu/index.html

Unterricht am Beispiel des Weltalls – Von Sternschnuppen
und Meteoritenkratern | PRO4a
www.esa.int/education

Das ESA Education Office, die Bildungsorganisation der ESA,
freut sich über Feedback und Anmerkungen:
teachers@esa.int

Eine Produktion von ESA Education
Copyright © European Space Agency 2015