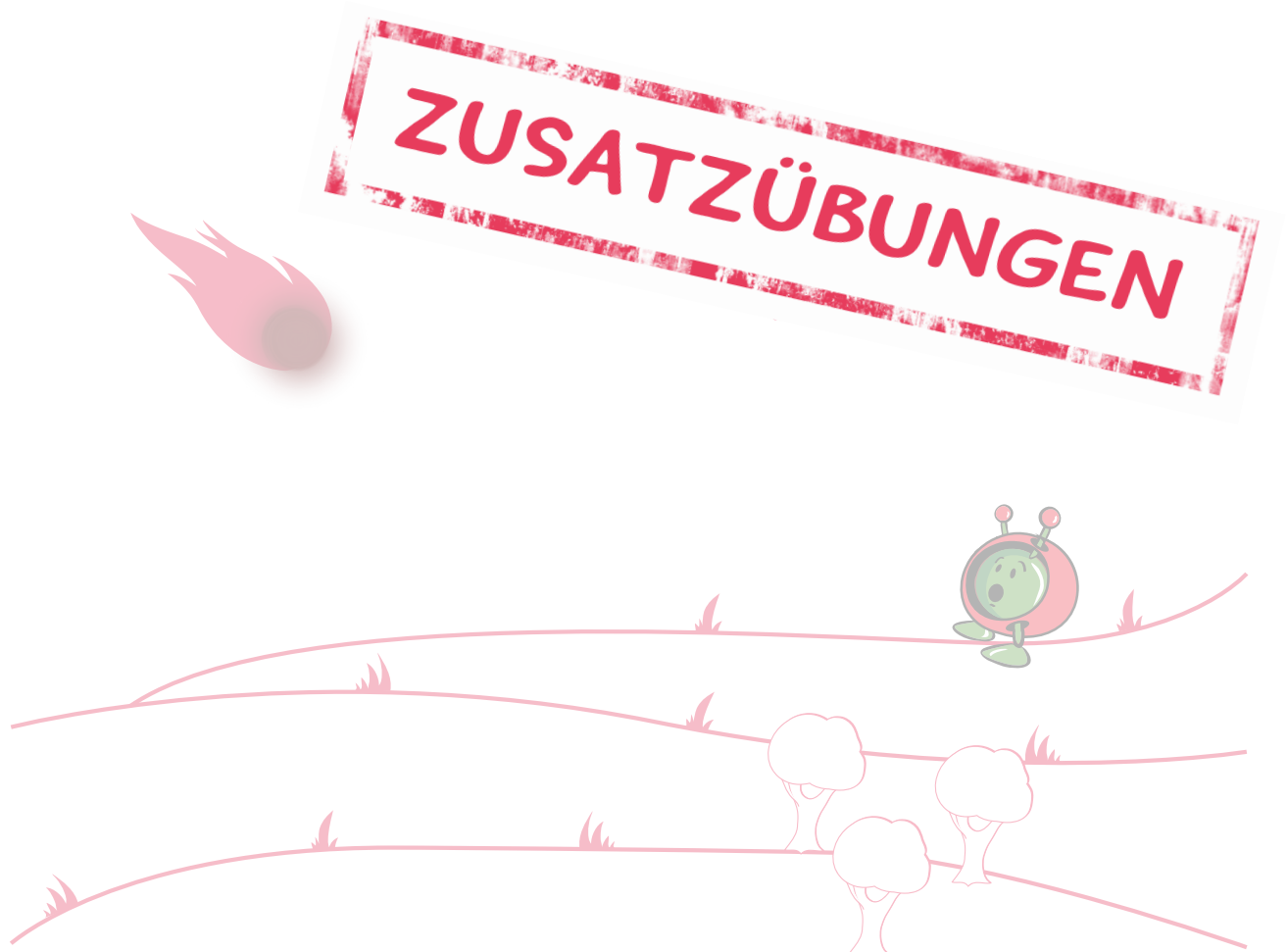


Unterricht am Beispiel des Weltalls

→ VON STERNSCHNUPPEN UND METEORITENKRATERN

Kometen, Meteore und Krater im Sonnensystem



Vorschläge für Zusatzübungen

Warum sind Einschlagkrater so groß? (15 min)

Die Energie, die beim Einschlag eines Meteors (der dann Meteorit heißt) erzeugt wird, hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der das Objekt durch die Erdatmosphäre rast. Deshalb kann auch ein kleiner Meteorit einen großen Krater hinterlassen. Nach einer Schülerdiskussion und einer Vorführung durch die Lehrkraft sollten die Schüler wissen, dass die Einschlagsenergie schnell fliegender Objekte in andere Energieformen wie Wärme und Schall umgewandelt wird.

Zeigen Sie der Klasse ein Bild des Barringer-Kraters in Arizona (USA). Abbildung EA1 zeigt eine Luftaufnahme des Kraters. Erklären Sie den Schülern, dass der Krater etwa einen Kilometer im Durchmesser misst. Nun sollen die Schüler in Paaren diskutieren, wie groß der Meteor (Meteorit) war, der an dieser Stelle einschlug. Fertigen Sie an der Tafel eine Zeichnung an und schreiben Sie folgende mögliche Antworten darunter:

- 5 Kilometer (km) / 5.000 Meter (m)
- 2 km / 2.000 m
- 1 km / 1.000 m
- 0,5 km / 500 m
- 0,05 km / 50 m



Nach der Diskussion sollen die Schüler ihre Antworten nennen oder aufschreiben, damit Sie die Verteilung der Antworten ermitteln können. Die meisten Schüler werden sich für einen Durchmesser von 1 km entscheiden, auch aufgrund des vorangegangenen Kraterexperiments. Sollten einige der Schüler geraten haben, dass das Objekt größer oder kleiner als 1 km im Durchmesser war, dann bitten Sie sie, diese Antwort zu begründen.

Klären Sie die Schüler auf, dass der Meteor nur einen Durchmesser von etwa 50 m hatte. Das entspricht etwa einem Zwanzigstel des Kraterdurchmessers. Erläutern Sie, dass sich die Geschwindigkeit des Meteors auf die Größe des Kraters auswirkt. Bei Objekten gleicher Größe hinterlässt das Objekt mit der höheren Fluggeschwindigkeit einen größeren Krater als das mit der niedrigeren Geschwindigkeit.

Bereiten Sie nun das nachstehende Experiment vor, um zu zeigen, was passiert, wenn ein Beutel mit Schrotkugeln mit hoher Fallgeschwindigkeit auf den Boden schlägt.

Abbildung EA1



↑ 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.

MATERIAL

- Thermometer
- Beutel mit Schrotkugeln
- Arbeitsblatt „Wo sind all die Krater?“

Anleitung

1. Einer der Schüler soll das Thermometer in den Beutel mit Schrotkugeln halten.
2. Schreiben Sie die Anfangstemperatur an die Tafel.
3. Bereiten Sie die Schüler darauf vor, dass Sie den Beutel nun auf den Boden werfen werden.
4. Werfen Sie den Beutel so fest wie möglich auf den Boden.
5. Beim Aufprall sollte ein lauter Knall zu hören sein.
6. Nun soll einer der Schüler das Thermometer erneut in den Beutel mit Schrotkugeln halten. Je nach Einschlagsgeschwindigkeit sollte die Temperatur um 2 bis 3 Grad angestiegen sein. Ist dies nicht der Fall, so werfen Sie den Beutel erneut mehrmals auf den Boden. Erinnern Sie die Schüler daran, dass Meteore mit viel größerer Geschwindigkeit rasen als der Beutel und dass daher mehrere Versuche nötig sein können, bevor man ein deutliches Ergebnis erhält.
7. Schreiben Sie nun die Endtemperatur an die Tafel.
8. Erklären Sie den Schülern, dass ein Teil der Einschlagsenergie in Schall (Knall) und der andere Teil in Wärme umgewandelt wurde (am Thermometer ablesbar).

Nach echten Meteoriteneinschlägen ist oft Glas in der Nähe der Einschlagsstelle zu finden. Glas entsteht, wenn sich die Hitze des Einschlags auf Sand in der Umgebung überträgt. Der Sand schmilzt und nach dem Abkühlen sind aus dem geschmolzenen Sand kleine Glasstückchen entstanden. Ein Großteil der Energie sorgt auch dafür, dass Material aus dem Boden ausgeworfen wird. Der Rest wird in Schall umgewandelt.

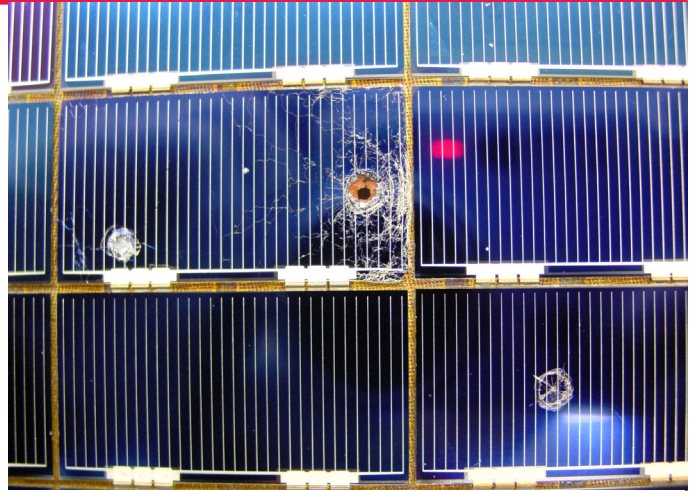
Schließen Sie mit dem Fazit, dass eine höhere Geschwindigkeit zu höheren Energiemengen führt, weshalb selbst ein kleiner Meteor einen großen Krater verursachen und erhebliche Zerstörung hinterlassen kann.

Sicherheitshinweise

- Führen Sie dieses Experiment in einem großflächigen Innenraum vor.
- Dabei sollten die Schüler von der Vorführfläche genügend Abstand halten.
- Stellen Sie vor der Vorführung auch sicher, dass der Beutel nicht beschädigt ist und sich während des Experiments öffnen oder reißen könnte.
- Werfen Sie den Beutel nicht in Richtung der Fenster oder der Schüler.

Schon gewusst?

Auch im All können kleine Felsbrocken oder Trümmerteile großen Schaden an Raumfahrzeugen oder Satelliten anrichten. Das Bild zeigt einige Solarzellen des ESA-/NASA-Weltraumteleskops Hubble, die bei einer Wartungsmission am Teleskop ausgetauscht wurden. Deutlich erkennbar sind die kleinen Einschlaglöcher der im All herumfliegenden Trümmer. Nur größere Objekte im Weltraum, die sich katalogisieren und verfolgen lassen, können durch Ausweichmanöver umgangen oder aktiv von ihrer Flugbahn abgelenkt werden. Gegen kleinere Objekte helfen nur passive Schutzmaßnahmen (z. B. Schutz durch Spezialmaterial oder -beschichtungen). Bei der ESA werden im Labor Hochgeschwindigkeitstests mit kleinen Geschossen durchgeführt, um zu prüfen, ob ein Raumfahrzeug einen Einschlag von Weltraumschrott oder **Mikrometeoroiden*** überstehen würde.



Warum gibt es so wenige Einschlagkrater auf der Erde? (15 min)

Die Oberfläche der Erde wird in relativ kurzen Zeitabständen immer wieder durch geologische Vorgänge wie Erosion, **Plattentektonik*** und Vulkanismus erneuert. Nach einer Diskussion über die entsprechenden Bilder und einer Vorführung durch die Lehrkraft sollten die Schüler wissen, dass die Spuren von Einschlägen und Kratern im Zuge der Oberflächenenerneuerung verschwinden.

Zeigen Sie der Klasse Bilder von der Erde und dem Mond (Abbildungen EW1 und EW2). Erläutern Sie, dass auf dem Mond mehr als 300.000 Krater erfasst wurden, auf der Erde jedoch gerade einmal 180. Abbildung EA2 zeigt die Lage dieser Krater auf der Erde.

Die Erde ist wesentlich größer als der Mond. Die Erdoberfläche beträgt etwa das 14-Fache der Mondoberfläche. Sollte es da nicht auf der Erde mehr Einschlagkrater geben als auf dem Mond?

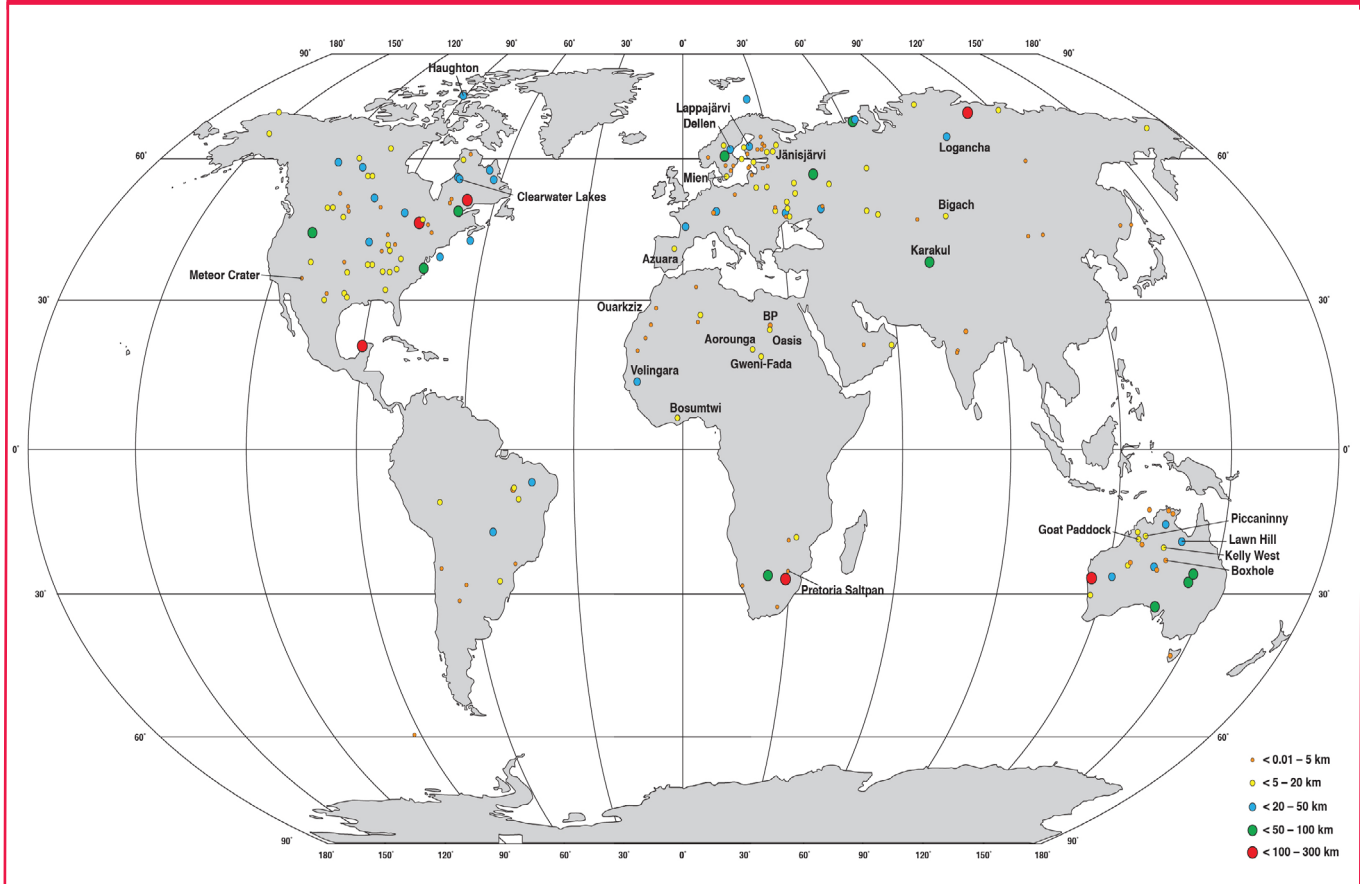
Fragen Sie die Schüler, ob sie sich diesen großen Unterschied in der Anzahl der Einschlagkrater zwischen Erde und Mond erklären können. Merken Sie dabei an, dass der Mond keine Atmosphäre besitzt. Unter Berücksichtigung dieses Hinweises sollen die Schüler darüber nachdenken, ob unsere Erdatmosphäre der Grund für die so geringe Anzahl an Einschlagkratern sein könnte. Nun sollen die Schüler die Fragen des Arbeitsblatts „Wo sind all die Krater?“ beantworten.

Dabei sollen sie einige ihrer Ideen der Klasse vortragen.

* **Mikrometeoroiden:** winzige Gesteins- oder Metallteilchen im All.

* **Plattentektonik:** Begriff aus der Geologie. Die Erdkruste ist in mehrere Kontinentalplatten unterteilt, die auf dem Erdmantel umherwandern.

Abbildung EA2



↑ Eine Karte der Erde. Jeder Punkt markiert einen nachgewiesenen Einschlagkrater.

Erläutern Sie, dass viele Meteore aufgrund der Erdatmosphäre gar nicht unseren Boden erreichen. Viele kleine Meteore verglühen vollständig in der Atmosphäre. Dieses Phänomen ist dann als Sternschnuppe am Himmel zu sehen. Aufgrund der Atmosphäre gibt es auf der Erde auch Wetter. Wind und Regen tragen die Kraterstrukturen im Laufe der Zeit ab, sodass sie aus der Landschaft verschwinden. Sprühen Sie zu Demonstrationszwecken etwas Wasser auf einige der Krater aus dem Murmelexperiment.

Die Erde ist außerdem geologisch aktiv. Sowohl die Plattentektonik als auch Vulkane tragen zur Erneuerung der Erdoberfläche bei. Im Abschnitt „Links“ finden Sie einige weiterführende Links zu diesem Thema.

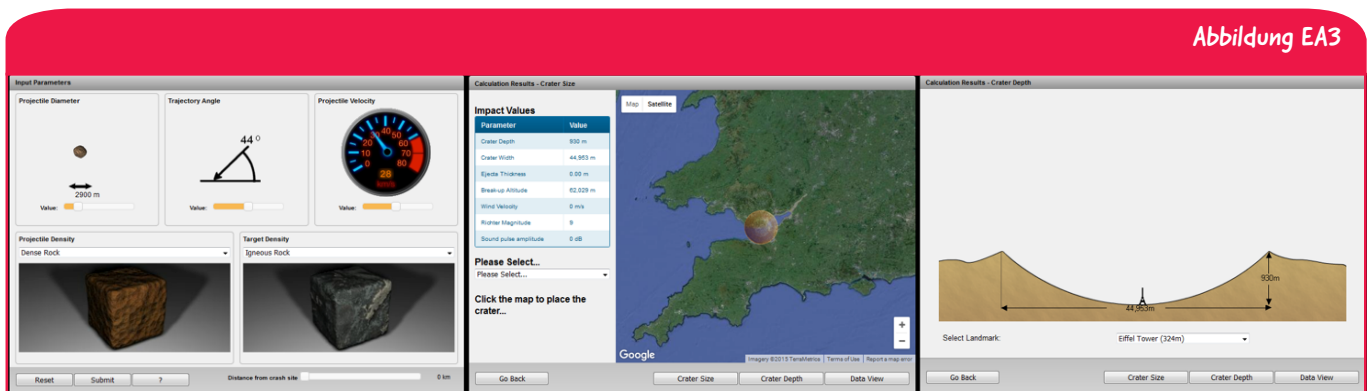
Der Einschlagsrechner „Down 2 Earth“ (30 min)

Der Einschlagsrechner „Down 2 Earth“ ist ein spannendes Instrument, um die Größe eines Einschlagkraters anhand unterschiedlicher Variablen zu ermitteln. Bei diesem Rechner lassen sich verschiedene Meteorparameter einstellen:

- Material des Meteors: Gestein, Eisen oder Eis (bei Kometen)
- Geschwindigkeit, mit der das Geschoss in die Atmosphäre eintritt
- Winkel, in dem das Geschoss in die Atmosphäre eintritt
- Größe des Geschosses

Nachdem alle Parameter festgelegt wurden, ermittelt der Rechner die Größe des Einschlagkraters. Zur besseren Veranschaulichung der Ausmaße und der Tiefe kann die Einschlagstelle mit Städten (auf der Karte) und mit bekannten Wahrzeichen verglichen werden.

Der „Down 2 Earth“-Rechner steht in mehreren europäischen Sprachen zur Verfügung. Aktuell wird er überarbeitet und wird zukünftig auch Bereiche des Mondes und des Mars enthalten.



↑ Bildschirmaufnahmen des Einschlagsrechners.

Wo sind all die Krater?

Aufgabe 1: Lichter am Nachthimmel

1. Abbildung EW1 zeigt eine Aufnahme des Mondes. Beschreibe das Aussehen des Mondes. Wie viele Krater siehst du?

2. Abbildung EW2 zeigt eine Aufnahme der Erde. Beschreibe das Aussehen der Erde. Wie viele Krater siehst du?

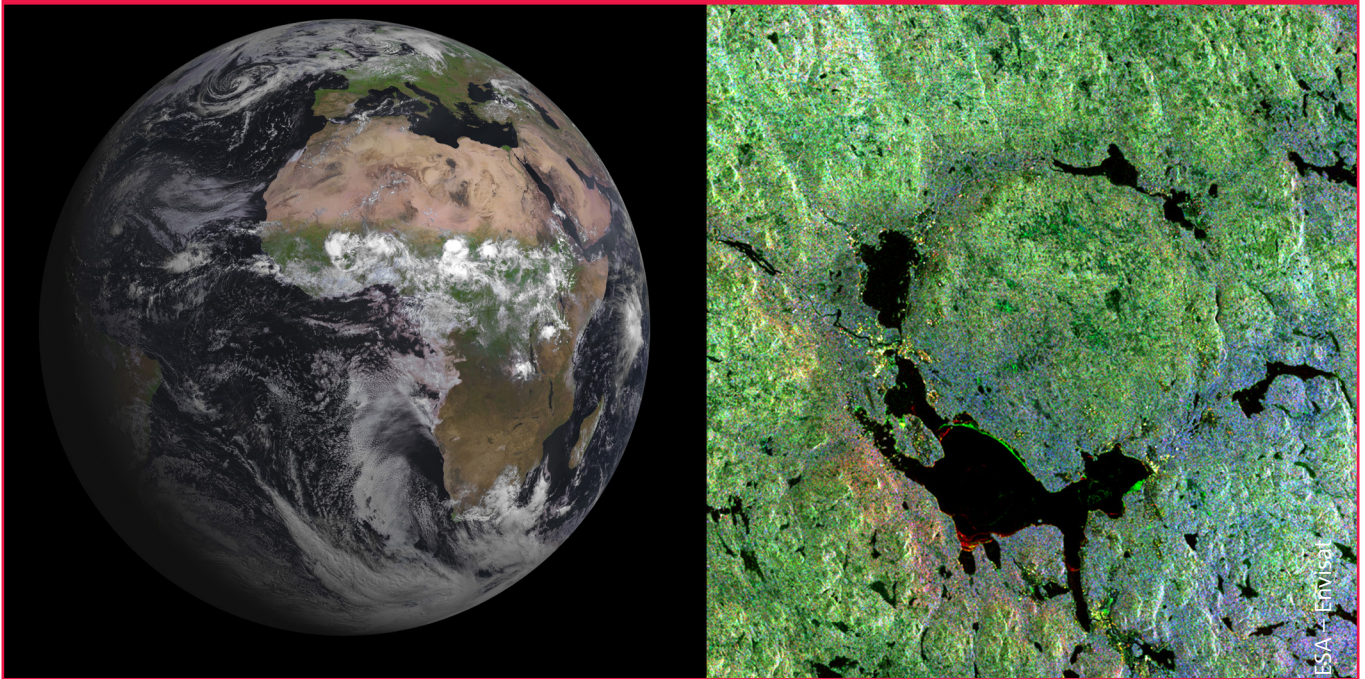
3. Warum unterscheidet sich die Anzahl der Einschlagkrater von Erde und Mond deiner Ansicht nach so stark?

Abbildung EW1



↑ Fotografie des Mondes. Rechts: Nahaufnahme des Tycho-Kraters. Auswurfmaterial hat sich strahlenförmig auf der Mondoberfläche verteilt.





↑ Links: Die Erde im Ganzen. Rechts: Nahaufnahme des Siljan-Kraters in Schweden. Ein Großteil des Kraters wurde bereits durch Erosion abgetragen.

Unterricht am Beispiel des Weltalls – Von Sternschnuppen und Meteoritenkratern
– Zusatzübungen | PR04b
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