

## Asteroiden in unserem Sonnensystem - eine interessante Gruppe von Himmelskörpern unter die Lupe genommen

In Bezug auf den Beitrag „Benötigen wir einen „Asteroidentag“?“ von Jan Hattenbach in »Sterne und Weltraum« 6/2015, Rubrik „Blick in die Forschung: Kurzberichte“, S. 20-21, WIS-ID: 1285841

Dr. Stephan Edinger (Helmholtz-Gymnasium Heidelberg)

In diesem WIS-Beitrag soll mit den Asteroiden eine sehr interessante Gruppe von Himmelskörpern (zugehörig zur Familie der Kleinkörper) in unserem Sonnensystem beleuchtet werden. Nach einer Klärung der Begrifflichkeiten mit einem Zuordnungsbogen (S. 2) beleuchten drei Kurzfilme der Serie Alpha Centauri spezielle Aspekte der Thematik: Zu den Ausführungen des Münchner Astrophysikers Prof. Harald Lesch stehen Fragebögen und Antwortbögen zur Verfügung (S. 4-9). Die von Schülerinnen und Schülern immer wieder gestellte Frage nach den Auswirkungen eines Asteroideneinschlags auf der Erde lässt sich mit dem auf S. 10 vorgestellten „Earth Impact Effects Program“ sehr gut beantworten. Wo auf der Erde solche Einschläge in der Tat schon stattgefunden haben, können die Schülerinnen und Schüler in einem Bilderquiz selbst erforschen (S. 11-12), bevor in einem Lückentext Max Wolf als eine wichtige astronomische Persönlichkeit in der Geschichte der Erforschung der Asteroiden vorgestellt wird (S. 13-14). Zum Abschluss wird die immer wieder zitierte Titius-Bode-Reihe behandelt (S. 15-16). Alle Quellenangaben zu den verwendeten Bildern finden sich auf S. 17.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Kleinkörper	Überblick über verschiedene Arten von Himmelskörpern, Asteroiden, Entdeckung des Asteroiden Ceres, Überblick über Kosmische Gefahren, Asteroidengürtel, zwei dokumentierte Kometeneinschläge in der Geschichte der Menschheit
Physik	Mechanik	Effekte eines Einschlags auf der Erde
Fächer- verknüpfung	Astro-Geo, Astro-Ge, Astro-Ma	Einschlagkrater auf der Erde, der Astronom Max Wolf, Titius-Bode Reihe als Zahlenfolge
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen und Erkenntnis), Unter- richtsmittel	Lesekompetenz, Gegebene Bilder wiederfinden, Lückentext, Fragebogen, Hörverstehen, Arbeitsblatt



Abbildung 1: Die Erde, der Mond und der Zwergplanet Ceres im Größenvergleich (Bildautor: CWitte).

Abbildung 2: Künstlerische Darstellung eines Asteroideneinschlags auf unseren Planeten. Möglicherweise hat ein solcher Einschlag vor 65.000.000 Jahren zum Aussterben der Dinosaurier geführt (Bildautor: Don Davis/NASA).

## Überblick über die Begrifflichkeiten (Zuordnungsübung)

Ordne den jeweils beschriebenen Arten von Himmelskörpern ihre korrekten Namen zu!

<p><b>A</b> Ich bin ein „dreckiger Schneeball“ aus Gestein und gefrorenem Eis. In Sonnen-nähe sorgt der Sonnenwind daher bei mir für einen langen Schweif.</p>	Zwergplanet
<p><b>B</b> Ich bin ein sehr kleiner Brocken aus Gestein. Wenn ich in die Erdatmosphäre eindreibe, dann sorge ich für ein schönes Leuchten, man nennt das auch „Sternschnuppe“.</p>	Mond
<p><b>C</b> Ich bin ein kleiner Stein, der quasi vom Himmel gefallen und auf der Erde gelandet ist.</p>	Asteroid
<p><b>D</b> Ich bin ein Himmelskörper, der einen Planeten umrundet.</p>	Komet
<p><b>E</b> Ich bin ein Himmelskörper, der um die Sonne kreist. Durch meine große Eigenmasse habe ich eine runde Form erreicht und meine Umlaufbahn weitestgehend von weiteren Teilchen bereinigt.</p>	Meteorit
<p><b>F</b> Ich bin ein Himmelskörper, der die Sonne umrundet. Durch meine recht große Eigenmasse habe ich eine annähernd runde Form erreicht, zum Bereinigen meiner Umlaufbahn hat meine Masse allerdings nicht gereicht.</p>	Meteoroid
<p><b>G</b> Ich bin ein Himmelskörper, der um die Sonne läuft. Meine Masse ist allerdings recht gering, so dass ich keine runde Form erreicht habe.</p>	Planet

## Überblick über die Begrifflichkeiten (Lösungen)

So sind die Begriffe einander richtig zugeordnet:

<b>A</b> Ich bin ein „dreckiger Schneeball“ aus Gestein und gefrorenem Eis. In Sonnen-nähe sorgt der Sonnenwind daher bei mir für einen langen Schweif.	Komet
<b>B</b> Ich bin ein sehr kleiner Brocken aus Gestein. Wenn ich in die Erdatmosphäre eindringe, dann Sorge ich für ein schönes Leuchten, man nennt das auch „Sternschnuppe“.	Meteoroid
<b>C</b> Ich bin ein kleiner Stein, der quasi vom Himmel gefallen und auf der Erde gelandet ist.	Meteorit
<b>D</b> Ich bin ein Himmelskörper, der einen Planeten umrundet.	Mond
<b>E</b> Ich bin ein Himmelskörper, der um die Sonne kreist. Durch meine große Eigenmasse habe ich eine runde Form erreicht und meine Umlaufbahn weitestgehend von weiteren Teilchen bereinigt.	Planet
<b>F</b> Ich bin ein Himmelskörper, der die Sonne umrundet. Durch meine recht große Eigenmasse habe ich eine annähernd runde Form erreicht, zum Bereinigen meiner Umlaufbahn hat meine Masse allerdings nicht gereicht.	Zwergplanet
<b>G</b> Ich bin ein Himmelskörper, der um die Sonne läuft. Meine Masse ist allerdings recht gering, so dass ich keine runde Form erreicht habe.	Asteroid

## Alpha Centauri – Folge 035: „Welche kosmischen Gefahren bedrohen uns?“

Beantworte folgende Fragen zu dem Film aus der Reihe Alpha Centauri:

- 1.) Im Film nennt Harald Lesch fünf mögliche kosmische Bedrohungen. Nenne sie alle.
- 2.) Welche Prozesse laufen im Inneren der Sonne ab, und welche Zeit benötigt ein Lichtteilchen, um aus dem Sonneninneren an die Oberfläche zu gelangen?
- 3.) Gibt es Anzeichen dafür, dass sich die Leuchtkraft der Sonne ändert?
- 4.) Welche Leuchtkraft wird die Sonne in einer Milliarde Jahre haben?
- 5.) Wie häufig trifft in etwa ein großer Asteroid die Erde, und wann hat das letzte Mal ein großer Asteroid die Erde getroffen?
- 6.) Welche Größe muss ein Asteroid haben, der das Leben auf der Erde auslöschen könnte?
- 7.) Warum treffen Asteroiden nur so selten die Erde?
- 8.) Wie kann die Erde aus ihrer Bahn um die Sonne geworfen werden?
- 9.) Warum passiert das so selten?
- 10.) Woher weiß man, dass es in den letzten 4,5 Milliarden Jahren im Umkreis von 30 Lichtjahren keine Supernova-Explosion gegeben hat?
- 11.) Wann wird unser Milchstraßensystem mit einer anderen Galaxie kollidieren und mit welcher?
- 12.) Welche Auswirkungen wird diese Kollision auf die Erde haben? Begründe!

## Alpha Centauri – Folge 035: „Welche kosmischen Gefahren bedrohen uns?“ (Lösungen)

- 1.) Im Film werden folgende fünf kosmische Bedrohungen genannt:
  - Die Sonne könnte aufhören zu leuchten.
  - Ein Asteroid könnte die Erde treffen.
  - Die Erde könnte ihre Bahn um die Sonne verlassen.
  - Die Folgen einer Supernova könnten das Leben auf der Erde auslöschen.
  - Unsere Galaxie (auch Galaxis oder Milchstraßensystem genannt) könnte mit einer anderen Galaxie kollidieren.
- 2.) Im Inneren der Sonne läuft ein Kernfusionsprozess, durch den Wasserstoff zu Helium verschmolzen wird. Ein Lichtteilchen (Photon) benötigt ca. 30.000 Jahre, um vom Sonneninneren an die Oberfläche zu gelangen.
- 3.) Nein, die Abläufe in der Sonne laufen extrem stabil ab (Superstabilität).
- 4.) In einer Milliarde Jahre wird es aufgrund der steigenden Sonnenleistung extrem heiß auf der Erde werden, die Ozeane z.B. werden verdampfen.
- 5.) Die Erde wird in etwa alle 100 bis 150 Millionen Jahre von einem großen Asteroiden getroffen. Das letzte Mal wurde die Erde vor ca. 65 Millionen Jahren von einem großen Asteroiden getroffen; es gibt Theorien, die das Aussterben der Dinosaurier dadurch erklären.
- 6.) Ein solcher Asteroid müsste einen Durchmesser von ca. einem Kilometer haben.
- 7.) Asteroiden treffen nur so selten die Erde, weil der Weltraum nur so dünn mit Materie gefüllt ist. Selbst, wenn ein Asteroid die Erdbahn kreuzt, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass sich die Erde gerade an diesem Punkt ihrer Bahn um die Sonne befindet.
- 8.) Nur ein Stern, deren Bahn unser Planetensystem kreuzen würde, könnte durch ihre starke Anziehungskraft unsere Erde ernsthaft aus der Bahn werfen.
- 9.) So ein Ereignis ist sehr selten, da sich die Sterne in unserer Galaxie in der Regel auf stabilen Bahnen um das Zentrum bewegen.
- 10.) Bei einer Supernova-Explosion werden Gammastrahlen und Röntgenstrahlen frei. Die Auswirkungen dieser Strahlung müssten sich in Fossilien feststellen lassen, es wurden aber keine derartigen Beobachtungen gemacht.
- 11.) In ca. 4 Milliarden Jahren wird unser Milchstraßensystem mit der Andromedagalaxie (M31) kollidieren.
- 12.) Durch den großen Abstand der Sterne innerhalb einer Galaxie zueinander werden sich die beiden Galaxien zu einer größeren Galaxie vermischen, ohne dass sich einzelne Sterne dabei treffen.

## Alpha Centauri – Folge 077: „Woher kommen die Asteroiden?“

Beantworte folgende Fragen zu dem Film aus der Reihe Alpha Centauri. Vorbemerkung: In diesem Film geht es um die Entdeckung von Ceres, dem ersten Asteroiden, der heute als Zwergplanet klassifiziert wird.

- 1.) Von wem wurde Ceres entdeckt?
- 2.) Wann wurde Ceres entdeckt?
- 3.) Woran erkannte der Entdecker, dass er eine neue Art von Himmelskörper entdeckt hatte, also weder einen Stern noch einen Planeten?
- 4.) Wie lange konnte der Entdecker Ceres beobachten, und warum endeten seine Beobachtungen?
- 5.) Wie wurde Ceres dann erneut wieder beobachtet?
- 6.) Wo verläuft die Bahn von Ceres?
- 7.) Wie groß ist Ceres, und wie groß ist seine Masse im Vergleich zu den anderen Asteroiden?
- 8.) Wie viele Körper mit einem Durchmesser größer als einem Kilometer gibt es im Asteroidengürtel?
- 9.) Welche von den beiden Mathematikern Titius und Bode entdeckte Gesetzmäßigkeit ließ die Entdeckung von Ceres in einem ganz neuen Licht erscheinen?
- 10.) Sind die Asteroiden im Asteroidengürtel gleichmäßig verteilt?
- 11.) Was versteht man unter einem Near Earth Asteroid?
- 12.) Was versteht man unter einem Trojaner?
- 13.) Welche Rolle spielt Jupiter für den Asteroidengürtel?

## **Alpha Centauri – Folge 077: „Woher kommen die Asteroiden?“ (Lösungen)**

- 1.) Ceres wurde von dem sizilianischen Mönch Giuseppe Piazzi entdeckt.
- 2.) Ceres wurde in der Nacht auf den 01.01.1801 entdeckt.
- 3.) Der beobachtete Himmelskörper zeigte im Teleskop keine Planetenscheibe (wie es ein größerer Planet tun müsste). Dennoch bewegte er sich im Laufe der Zeit vor dem Fixsternhintergrund.
- 4.) Giuseppe Piazzi konnte die Bahn von Ceres vor dem Fixsternhintergrund bis zum 11.02.1801 weiter verfolgen, dann wurde er krank und nach der nächsten Beobachtung „verschwand“ Ceres vor der Sonne (diese Konstellation nennt man eine untere Konjunktion).
- 5.) Aufgrund der von Giuseppe Piazzi gesammelten Daten berechnete der deutsche Mathematiker Carl Friedrich Gauß die Bahn von Ceres. Dadurch wurde der Asteroid (der damals noch zu den Planeten gezählt wurde!) an genau der Stelle wiederentdeckt, die Gauß als aktuelle Position am Himmel berechnet hatte.
- 6.) Die Bahn von Ceres verläuft im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter. Die Ausdehnung dieses Gürtels liegt zwischen zwei und vier astronomischen Einheiten.
- 7.) Ceres ist der größte Asteroid: Sein Durchmesser beträgt ca. 933 km und seine Masse beträgt ca. 25 % der Gesamtmasse des Asteroidengürtels. Diese Gesamtmasse ist allerdings geringer als die Masse unseres Mondes.
- 8.) Im Asteroidengürtel gibt es ca. 1.000.000 Asteroiden mit einem Durchmesser über 1 km.
- 9.) Titius und Bode hatten festgestellt, dass es eine mathematische Folge gibt, die die Abstände der Planeten zur Sonne sehr genau beschreibt. Das Problem war nur, dass zwischen Mars und Jupiter ein Planet zu fehlen schien. Genau in diesem vorausberechneten Abstand von der Sonne wurde dann Ceres entdeckt. Bei dieser Titius-Bode-Reihe handelt es sich allerdings höchstwahrscheinlich nur um eine mathematische Spielerei. Die Abstände von Uranus, Neptun und Pluto hatten sowieso nicht gut mit den Werten aus der Titius-Bode-Reihe übereingestimmt.
- 10.) Nein! Im Asteroidengürtel gibt es Streifen, in denen sehr viele Asteroiden zu finden sind, an anderen Stellen finden sich große Lücken. All diese Stellen sind dadurch charakterisiert, dass die Umlaufdauern für diese Umlaufbahnen mit der Umlaufdauer des Planeten Jupiter in einem ganzzahligen Verhältnis stehen (Man spricht z.B. von einer 3:1-Resonanz, von einer 5:1 Resonanz, usw.)
- 11.) Wie der Name schon sagt, ist ein Near Earth Asteroid ein Asteroid, dessen Umlaufbahn der der Erde sehr nahe kommt.
- 12.) Ein Trojaner ist ein Asteroid, der sich auf einem Lagrangepunkt (Gleichgewichtspunkt) auf der Jupiterbahn befindet.
- 13.) Der Jupiter stabilisiert den Asteroidengürtel. Quasi einem Schäferhund gleich sorgt er mit seiner Anziehungskraft (der Jupiter ist der massereichste Planet in unserem Sonnensystem) dafür, dass die Asteroiden auf ihren Bahnen bleiben und nicht ins innere Sonnensystem vordringen. Somit hat der Jupiter auch eine große Schutzfunktion für die Erde!

## Alpha Centauri – Folge 168: „Wann schlug der letzte Komet ein?“

Beantworte folgende Fragen zu dem Film aus der Reihe Alpha Centauri. Der Film behandelt zwei Kometeneinschläge auf der Erde: Einen aus dem Jahre 1908 n. Chr. und einen aus dem Jahre 536 n. Chr.

- 1.) Warum wird die Physik als „ungeschichtliche Wissenschaft“ bezeichnet?
- 2.) Welche Wirkung haben kleinste Teilchen, die in die Erdatmosphäre eintreten?
- 3.) Wo schlug am 30.06.1908 ein Komet ein, und wie groß war dieser?
- 4.) Welche Fläche an Wald hat dieser Komet verwüstet?
- 5.) Welche Sprengkraft hatte die Explosion dieses Kometen in der Erdatmosphäre?
- 6.) Wie war dieses Ereignis in der Umgebung zu beobachten?
- 7.) Welche beiden Indizien sprechen unabhängig voneinander für einen Kometeneinschlag im Jahre 536 n. Chr.?
- 8.) Warum kann nicht ein Vulkanausbruch zu den beobachteten Phänomenen geführt haben?
- 9.) Welchen Durchmesser hatte dieser Komet?
- 10.) Welche Sprengkraft hatte die Explosion dieses Kometen in der Erdatmosphäre?
- 11.) In welcher Höhe fand diese Explosion statt?



## Alpha Centauri – Folge 168: „Wann schlug der letzte Komet ein?“ (Lösungen)

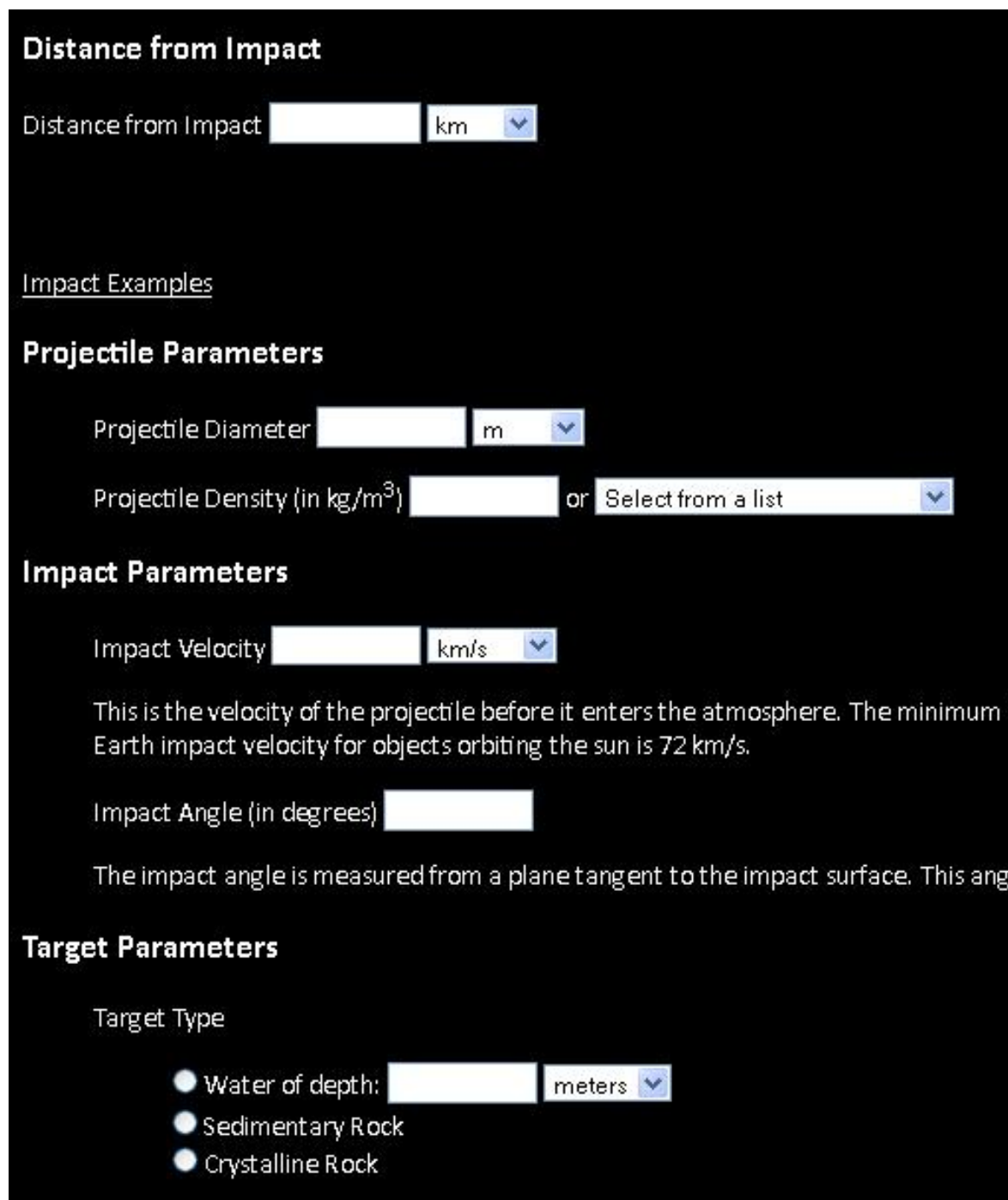
- 1.) Die Physik wird als ungeschichtliche Wissenschaft bezeichnet, da sie sich stets für Vorgänge interessiert, die nicht nur einmalig abgelaufen sind, sondern immer wieder im Labor unter selben Voraussetzungen denselben Verlauf nehmen werden (z.B. den freien Fall oder eine Pendelschwingung). Einige Vorgänge allerdings, die nur einmal abgelaufen sind, interessieren die Physik aber auch besonders, so z.B. Einschläge von Asteroiden.
- 2.) Kleinste Teilchen, die in die Erdatmosphäre eintreten, werden als „Sternschnuppen“ wahrgenommen.
- 3.) Am 30.06.1908 explodierte höchstwahrscheinlich ein Komet über der Tunguska (Sibirien). Dieser Komet hatte einen Durchmesser von ca. 50 m.
- 4.) Dieser Komet hat eine Fläche von ca. 2000 km<sup>2</sup> Wald verwüstet.
- 5.) Diese Explosion setzte ca. die 1000-fache Energie der Hiroshima-Bombe frei.
- 6.) Der taghelle Nachthimmel war sehr weit zu sehen.
- 7.) Im Jahre 536 n. Chr. hat höchstwahrscheinlich ein Kometeneinschlag stattgefunden, hierfür sprechen unabhängig voneinander zwei Beobachtungen:
  - Durch dendroklimatologische Untersuchungen (also die Betrachtung von Baumringen) lässt sich feststellen, dass es in diesem Jahr im Durchschnitt ca. 3 Grad kälter war als sonst.
  - Es gibt Chroniken und Berichte aus mehreren Ländern, die unabhängig voneinander von diesem Einschlag berichten. Für ca. 1,5 Jahre lang war die Sonne verdunkelt.
- 8.) Ein Vulkan kann nicht zu den beobachteten Phänomenen geführt haben, da in der Umgebung kein säurehaltiges Material aus einem Vulkanausbruch gefunden wurde.
- 9.) Dieser Komet hatte einen Durchmesser von 500 m.
- 10.) Diese Explosion setzte ca. die 5000-fache bis 10.000-fache Energie der Hiroshima-Bombe frei.
- 11.) Diese Explosion fand in einer Höhe von ca. 15 km bis 20 km statt.

## Earth Impact Effects Program

Eine häufig gestellte Schülerfrage ist immer wieder „Was wäre, wenn ein ganz, ganz großer Asteroid die Erde treffen würde?“. Auf der englischsprachigen Internetseite:

<http://impact.ese.ic.ac.uk/ImpactEffects/>

haben Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, selbst nach Antworten auf diese Fragen zu suchen. Nach der Eingabe der Einschlagparameter (wie z.B. Entfernung zum Einschlagsort, Durchmesser, Masse und Dichte des einschlagenden Objekts) berechnet die Software auf der Seite mögliche Folgen des Einschlags. Dieser Screen-Shot gibt einen Überblick über diese Seite:



**Distance from Impact**

Distance from Impact  km

[Impact Examples](#)

**Projectile Parameters**

Projectile Diameter  m

Projectile Density (in kg/m<sup>3</sup>)  or

**Impact Parameters**

Impact Velocity  km/s

This is the velocity of the projectile before it enters the atmosphere. The minimum Earth impact velocity for objects orbiting the sun is 72 km/s.

Impact Angle (in degrees)

The impact angle is measured from a plane tangent to the impact surface. This ang

**Target Parameters**

Target Type

Water of depth:  meters

Sedimentary Rock

Crystalline Rock

Abbildung 3: Screenshot der Seite <http://impact.ese.ic.ac.uk/ImpactEffects/>

## Die Einschlagkrater auf der Erde

Informiere Dich im Internet über Orte auf der Erde, an denen Asteroiden eingeschlagen haben. Finde dann heraus, welche von diesen Einschlagsgebieten hier abgebildet sind. Welchen Durchmesser hat der Einschlagskrater jeweils?

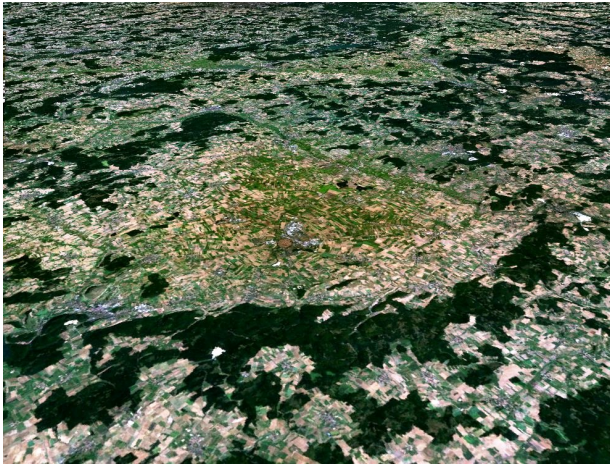


Abbildung 4: Krater 1



Abbildung 5: Krater 2



Abbildung 6: Krater 3

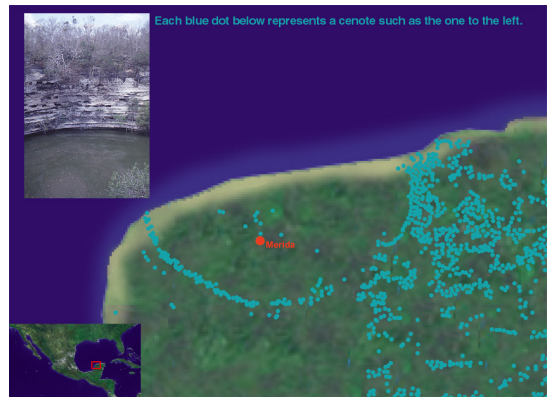


Abbildung 7: Krater 4

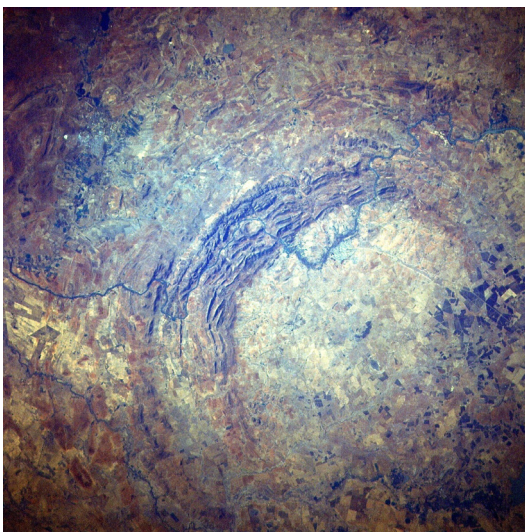


Abbildung 8: Krater 5



Abbildung 9: Krater 6

## Kraterquiz (Lösungen)

Krater 1

Nördlinger Ries

Ausmaße: fast kreisrund, 22 km × 24 km

Krater 2

Barringer-Krater

Durchmesser ca. 1200 m

Krater 3

Gosses-Bluff-Krater

Durchmesser ursprünglich ca. 22 km, heute (nach Erosion) sind es noch 4,83 km

Krater 4

Chicxulub-Krater (Yukatan)

Durchmesser (Becken mit innerem Ring): 180-190 km, äußerster Ring: 300 km

Krater 5

Vredefort-Krater

Ursprüngliche Ausmaße: 320 km × 180 km, heute nur noch Vredefort-Ring mit 50 km Durchmesser

Krater 6

Wilkes Land-Krater

Durchmesser: vermutlich 480 km (unter dem antarktischen Eis)

## Max Wolf – Eine wichtige Persönlichkeit in der Geschichte der Erforschung der Asteroiden

Informiere Dich über das Leben von Max Wolf. Fülle dann folgenden Lückentext aus:

Max Wolf wurde im Jahre \_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_ geboren. Schon als Schüler interessierte er sich sehr für Astronomie und er bekam in seinem Elternhaus in \_\_\_\_\_ eine private \_\_\_\_\_ eingerichtet mit einem \_\_\_\_\_. Nach seinem Studium lehrte er ab dem Jahre \_\_\_\_\_ in Heidelberg Astronomie, im Jahre \_\_\_\_\_ übernahm er dort den Lehrstuhl für Astronomie. Seine frühen Entdeckungen waren ein Komet und auch ein Nebel: der \_\_\_\_\_ im Sternbild \_\_\_\_\_. Seine größten Entdeckungen machte er allerdings auf dem Gebiet der \_\_\_\_\_. Er selbst entdeckte \_\_\_\_\_ dieser Himmelskörper, seine Nachfolger erhöhten diese Zahl bis in die 1950er Jahre (Max Wolf starb im Jahre \_\_\_\_\_) auf über \_\_\_\_\_. Diese große Zahl erklärt sich durch eine neue Beobachtungsmethode: Wurde bis dahin die \_\_\_\_\_ des Asteroiden vor dem \_\_\_\_\_ durch rein visuelle Beobachtungen festgestellt, so gilt Max Wolf als Pionier der \_\_\_\_\_, mit deren Hilfe er seine Beobachtungen so erfolgreich machte. Die notwendigen Teleskope hierfür finanzierte er größtenteils durch Spenden reicher Wissenschaftsliebhaber und Wissenschaftsliebhaberinnen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist das \_\_\_\_\_ benannt nach der Geldgeberin hierfür: \_\_\_\_\_. Nach Max Wolf sind zwei Kleinplaneten benannt (Nr. \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_ und Nr. \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_) genauso wie ein Krater auf dem \_\_\_\_\_. Max Wolf ist auf dem \_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_ begraben.

## **Max Wolf – Eine wichtige Persönlichkeit in der Geschichte der Erforschung der Asteroiden**

Hier die Lösungen des Lückentexts:

Max Wolf wurde im Jahre **1863** in **Heidelberg** geboren. Schon als Schüler interessierte er sich sehr für Astronomie und er bekam in seinem Elternhaus in **Heidelberg** eine private **Sternwarte** eingerichtet mit einem **6“-Teleskop**. Nach seinem Studium lehrte er ab dem Jahre **1890** in Heidelberg Astronomie, im Jahre **1896** übernahm er dort den Lehrstuhl für Astronomie. Seine frühen Entdeckungen waren ein Komet und auch ein Nebel: der **Nordamerikanebel** im Sternbild **Schwan**. Seine größten Entdeckungen machte er allerdings auf dem Gebiet der **Asteroiden**. Er selbst entdeckte **228** dieser Himmelskörper, seine Nachfolger erhöhten diese Zahl bis in die 1950er Jahre (Max Wolf starb im Jahre **1932**) auf über **800**. Diese große Zahl erklärt sich durch eine neue Beobachtungsmethode: Wurde bis dahin die **Bewegung** des Asteroiden vor dem **Fixsternhintergrund** durch rein visuelle Beobachtungen festgestellt, so gilt Max Wolf als Pionier der **Astrophotographie**, mit deren Hilfe er seine Beobachtungen so erfolgreich machte. Die notwendigen Teleskope hierfür finanzierte er größtenteils durch Spenden reicher Wissenschaftsliebhaber und Wissenschaftsliebhaberinnen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist das **Bruce-Teleskop**, benannt nach der Geldgeberin hierfür: **Catherine Bruce**. Nach Max Wolf sind zwei Kleinplaneten benannt

(Nr. **827** Name: **Wolfiania** und Nr. **1217** Name: **Maximiliana**) genauso wie ein Krater auf dem **Mond**. Max Wolf ist auf dem **Bergfriedhof** in **Heidelberg** begraben.

## Die Titius Bode Reihe (Forschungsauftrag)

Die Titius-Bode-Reihe ist eine Entdeckung des deutschen Astronomen Johann Daniel Titius (1729 – 1796), die von dem deutschen Astronomen Johann Elert Bode (1747 – 1826) bekannt gemacht wurde. Nach einer einfachen mathematischen Prozedur lassen sich die Abstände der inneren Planeten zur Sonne recht genau voraussagen. Diese Rechenvorschrift lautet:

- 1.) Betrachte die Zahlenreihe 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96,...  
(die Zahlen werden immer weiter verdoppelt).
- 2.) Addiere zu jeder Zahl der Reihe die Zahl 4.
- 3.) Teile die so gewonnenen Zahlen jeweils durch 10.

### Forschungsauftrag:

Rechne die ersten 10 Zahlen der Titius-Bode-Reihe aus und vergleiche sie in dieser Tabelle mit den realen Abständen der Planeten zur Sonne. Als Einheit dient hierbei der Abstand Erde-Sonne (Astronomische Einheit: AE). Als Vertreter der Asteroiden im Asteroidengürtel wird hier Ceres (heute den Zwergplaneten zugeordnet) betrachtet.

Titius-Bode-Zahl	Himmelskörper	Tatsächlicher Abstand zur Sonne [in AE]	Abweichung der Titius-Bode-Zahl vom tatsächlichen Wert [in %]

### Fragen / Aufgaben:

- 1.) Warum wertete man die Entdeckung des Asteroiden Ceres im Jahre 1801 als eine Bestätigung dieser Titius-Bode-Reihe?
- 2.) Wo im Sonnensystem lassen sich die Positionen der Planeten gut voraussagen? Wo im Sonnensystem lassen sich größere Abweichungen beobachten?
- 3.) Welche Bedeutung wird heutzutage der Titius-Bode-Reihe beigemessen?

## Die Titius Bode Reihe (Lösungen zum Forschungsauftrag)

Die ausgefüllte Tabelle sieht so aus:

Titius-Bode-Zahl	Himmelskörper	Tatsächlicher Abstand zur Sonne [in AE]	Abweichung der Titius-Bode-Zahl vom tatsächlichen Wert [in %]
0,4	Merkur	0,39	2,5
0,7	Venus	0,72	2,8
1	Erde	1	0
1,6	Mars	1,52	5,3
2,8	Ceres	2,7	3,7
5,2	Jupiter	5,2	0
10,0	Saturn	9,55	4,7
19,6	Uranus	19,2	2,1
38,8	Neptun	30,09	28,9
77,2	Pluto	39,5	95,4

Bemerkung: Oft wurde bei dieser Interpretation der Zahlen der Planet Neptun als „von außen eingefangener“ Planet angesehen, aber auch dann weicht die Position von Pluto (39,5 AE) um 1,7 % von der Titius-Bode-Zahl 38,8 ab.

### Antworten:

- 1.) Die Position des Planeten Jupiter wird nur dann sehr gut beschrieben, wenn man von einer Planetenlücke zwischen Mars und Jupiter ausgeht. Genau an der Position dieser Lücke wurde im Jahre 1801 der Asteroid (mittlerweile Zwergplanet) Ceres entdeckt.
- 2.) Die Position der Planeten wird im inneren Sonnensystem erstaunlich gut beschrieben, je weiter man nach außen schaut, desto größer werden die Abweichungen.
- 3.) Die theoretische Physik konnte die Titius-Bode-Reihe nie aus größeren Strukturen der Physik heraus ableiten. Diese Reihe wird daher heute in der Regel als ein mathematischer Zufall angesehen. Möglicherweise wird jedoch die stark wachsende Zahl an Planetensystemen um andere Sterne die Frage nach Regelmäßigkeiten bei den Abständen der Planeten zum Zentralgestirn neu beleben.



## Bildnachweise

Abbildung 1	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/16/Ceres_Earth_Moon_Comparison.png/220px-Ceres_Earth_Moon_Comparison.png">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/16/Ceres_Earth_Moon_Comparison.png/220px-Ceres_Earth_Moon_Comparison.png</a>
Abbildung 2	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/05/Planetoid_crashing_into_primordial_Earth.jpg/310px-Planetoid_crashing_into_primordial_Earth.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/05/Planetoid_crashing_into_primordial_Earth.jpg/310px-Planetoid_crashing_into_primordial_Earth.jpg</a>
Abbildung 3	<a href="http://impact.ese.ic.ac.uk/ImpactEffects/">http://impact.ese.ic.ac.uk/ImpactEffects/</a>
Abbildung 4	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8c/Ries_WorldWind_SW.jpg/220px-Ries_WorldWind_SW.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8c/Ries_WorldWind_SW.jpg/220px-Ries_WorldWind_SW.jpg</a>
Abbildung 5	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cf/Meteor.jpg/220px-Meteor.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cf/Meteor.jpg/220px-Meteor.jpg</a>
Abbildung 6	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Gosses_Bluff_Northern_Territory_Australia.jpg/220px-Gosses_Bluff_Northern_Territory_Australia.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Gosses_Bluff_Northern_Territory_Australia.jpg/220px-Gosses_Bluff_Northern_Territory_Australia.jpg</a>
Abbildung 7	<a href="http://www.lpi.usra.edu/science/kring/epo_web/impact_cratering/Chicxulub/gpcenotes.jpg">www.lpi.usra.edu/science/kring/epo_web/impact_cratering/Chicxulub/gpcenotes.jpg</a>
Abbildung 8	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/31/Vredefort_Dome_STS51I-33-56AA.jpg/220px-Vredefort_Dome_STS51I-33-56AA.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/31/Vredefort_Dome_STS51I-33-56AA.jpg/220px-Vredefort_Dome_STS51I-33-56AA.jpg</a>
Abbildung 9	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/35/Antarctica_Map_Wilkes_L_Crater.png/488px-Antarctica_Map_Wilkes_L_Crater.png">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/35/Antarctica_Map_Wilkes_L_Crater.png/488px-Antarctica_Map_Wilkes_L_Crater.png</a>

„Weitere WIS-Materialien zur Astronomie und allen ihren Bezügen finden sie unter der Adresse [www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de) (Fachgebiet Astronomie).  
Wir würden uns freuen, wenn sie zum vorliegenden Beitrag Hinweise, Kritiken und Bewertungen an die Kontaktadresse des Autors senden könnten.“

[stephan.edinger@web.de](mailto:stephan.edinger@web.de)