



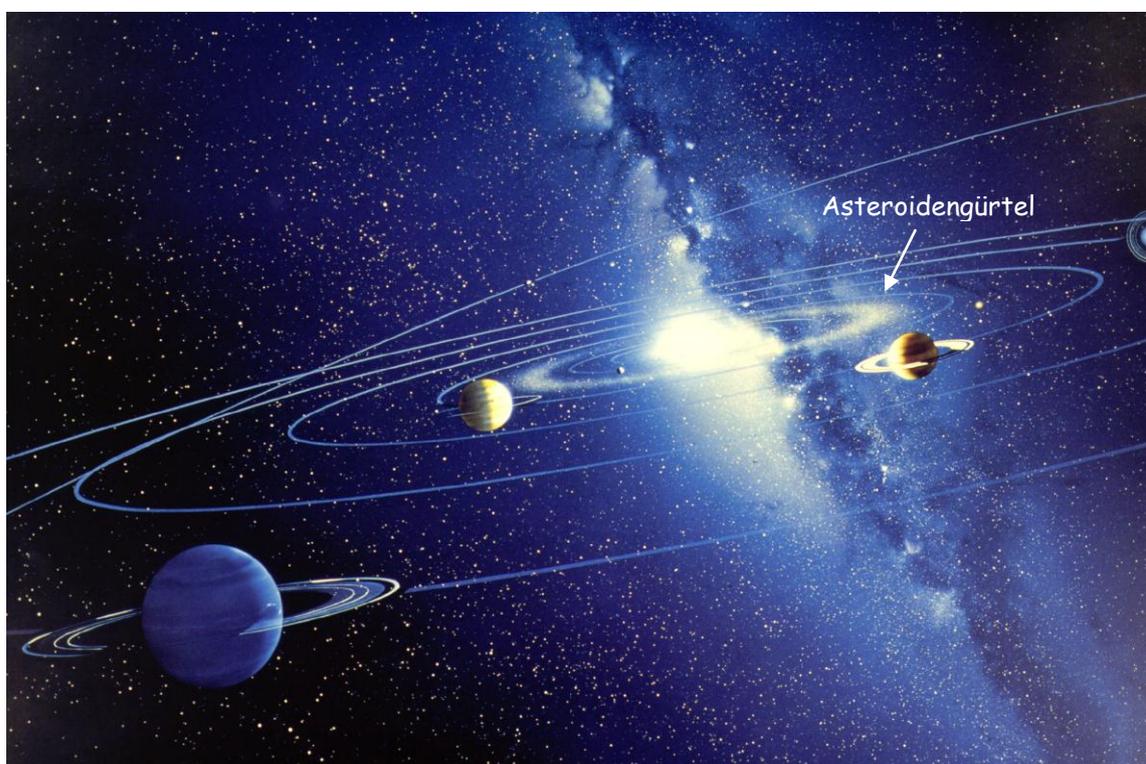
MODUL 2: DAS SONNENSYSTEM

4. Das Sonnensystem

Das Sonnensystem, in dem wir leben, besteht aus der Sonne als zentralem Stern, acht Planeten mit ihren Monden und mehreren Zwergplaneten. Zusammen mit hunderten Asteroiden (Felsbrocken) verteilt in Ringen und Kometen umkreisen sie die Sonne.

Die Erde ist unter diesen Himmelskörpern etwas ganz Besonderes. Sie ist unser Zuhause! Um diese Einzigartigkeit zu begreifen, brauchen die Kinder den Vergleich zwischen der Erde und den anderen Planeten des Sonnensystems. Dabei spielt nicht nur die Beschaffenheit der einzelnen Planeten eine wichtige Rolle, sondern auch ihre Größenverhältnisse und relativen Abstände zur Sonne. Weil sich die Erde 150 Mio. km weit weg von der Sonne befindet, bildete sich auf ihrer Oberfläche Wasser in flüssiger Form. Dies war entscheidend für die Entstehung des Lebens!

Wir möchten nun einen Blick auf unseren Nachbarplaneten werfen.



Unser Sonnensystem von außen betrachtet. Im Hintergrund ist unsere Milchstraße zu sehen, zu der auch das Sonnensystem gehört.

Das Sonnensystem als Ganzes ist Teil des Milchstraßensystems, einer Ansammlung von etwa 200 Milliarden Sternen, die zusammen mit Gas und Staub spiralförmig angeordnet sind. Millionen dieser Sterne besitzen Planeten und diese wiederherum Monde. Mit Sicherheit sind wir nicht allein in der Milchstraße, jedoch sind die Entfernungen zwischen den Sternen so groß, dass ein Besuch einer anderen Welt sehr schwierig wäre.

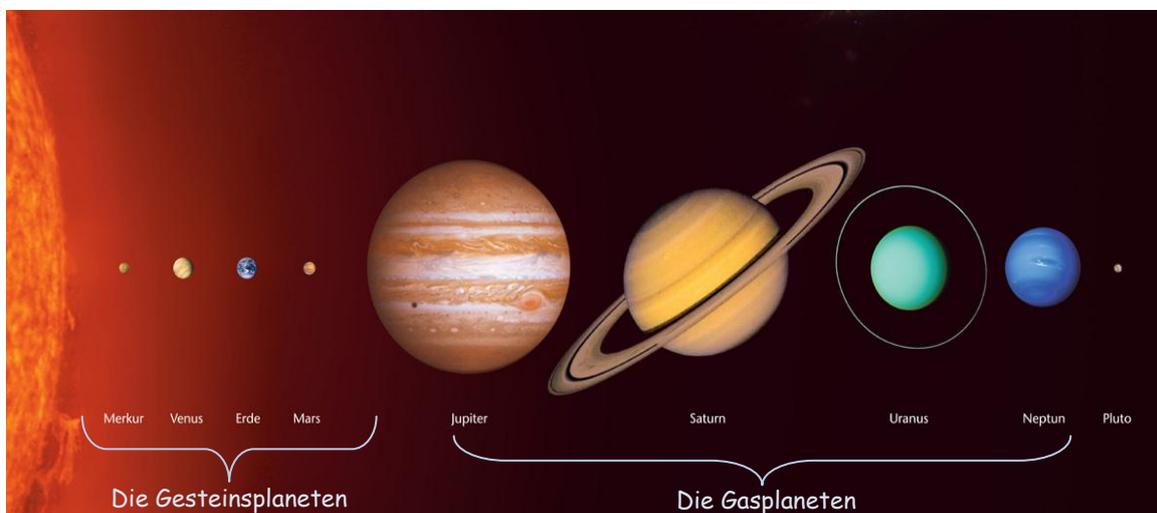
Allein der uns nächste Stern, Proxima Centauri, ist mit 4,22 Lichtjahren (das sind gut 40 Billionen km) so weit entfernt, dass eine Reise dorthin Generationen von Menschen benötigen würde.



Unser Sonnensystem befindet sich in einem Spiralarm der Milchstraße. Unzählige andere Sterne besitzen ebenfalls Planeten. Diese Planeten nennt man Extrasolare Planeten oder kurz Exoplaneten. Die Astronomen haben bereits mehr als 600 dieser Exoplaneten entdeckt.

4.1 Die Mitglieder unseres Sonnensystems

Am Nächsten zur Sonne befinden sich die vier **Gesteinsplaneten** Merkur, Venus, Erde und Mars gefolgt von den vier riesigen **Gasplaneten** Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Pluto, unser ehemals äußerster Planet, gehört seit 2006 zu den Zwergplaneten. Jenseits von Pluto haben Astronomen viele weitere Zwergplaneten entdeckt. Zwischen Mars und Jupiter liegt wie ein Ring um die Sonne der sogenannte Asteroidengürtel. Er besteht aus tausenden





kleineren und größeren Felsbrocken. Die größten von ihnen haben eigene Namen wie die Planeten und einer von ihnen - Vesta - ist so groß, dass auch er ein Zwergplanet ist. Fast alle Planeten unseres Sonnensystems besitzen einen oder sogar mehrere Monde.

Planeten, Zwergplaneten und Monde

Planeten sind kugelförmige Körper, die um Sterne - in unserem Fall, um die Sonne - kreisen und auf Grund ihrer ausreichend großen Masse ihre Bahn von allen größeren und kleineren Gesteinsbrocken durch ihre Anziehungskraft bereinigt haben. **Monde** sind zwar - je nach Größe - auch oft kugelförmig, umkreisen aber Planeten. Man unterscheidet außerdem zwischen Planeten und Zwergplaneten. **Zwergplaneten** sind ebenfalls kugelförmig und kreisen um einen Stern, besitzen jedoch auf Grund ihrer sehr kleinen Masse eine so geringe Anziehungskraft, dass sie nicht in der Lage sind, kleinere Gesteinsbrocken in ihrer Umgebung anzuziehen.

Jeder unserer Planeten besitzt ganz spezifische Merkmale. Diese haben wir in den folgenden Steckbriefen zusammengefasst:

Die Gesteinsplaneten

Die vier Gesteinsplaneten Merkur, Venus, Erde und Mars sind sehr dicht (fest) und verhältnismäßig klein. Außer Merkur besitzen sie alle eine dünne Atmosphäre. Folgende Faustregel gilt im Sonnensystem: kleine Planeten sind dicht und kompakt, große Planeten sind riesig und bestehen hauptsächlich aus Gas.



Merkur

Er ist der sonnennächste Planet. Er hat keine Atmosphäre und seine feste Oberfläche ist wie die unseres Mondes mit vielen Kratern übersät. Merkur umkreist in nur 88 Tagen einmal die Sonne und besitzt keine Monde. Auf seiner Oberfläche gibt es große Temperaturunterschiede: 380 Grad auf der sonnenzugewandten Seite und -180 Grad auf der Nachtseite!



Venus

Die Venus ist so groß wie die Erde. Ihre Atmosphäre besteht zu 99% aus Kohlendioxid (ein Treibhausgas), was zur Folge hat, dass sie sich nicht abkühlen kann: Tag und Nacht ist es daher auf der Venus sehr heiß, fast 500 Grad! Die Wolken der Venus bestehen aus Schwefelsäure und bedecken vollständig die Oberfläche. Die Venus dreht sich im Vergleich zu den anderen Planeten in die entgegengesetzte Richtung um ihre Rotationsachse.

**Die Erde**

Die Erde ist der einzige Planet im Sonnensystem mit flüssigem Wasser, ausreichend Sauerstoff in der Luft und gemäßigten Temperaturen. Die Erde braucht ein Jahr, um einmal die Sonne zu umkreisen und besitzt nur einen Mond. Ihre geneigte Achse (23°) führt zu der Entstehung von Jahreszeiten. Sie ist außerdem der einzige Himmelskörper, auf dem wir bislang Leben entdeckt haben.

**Mars**

Mars ist halb so groß wie die Erde. Seine rötliche Farbe wird durch Eisendioxid (Rost) verursacht. Er hat eine sehr dünne Atmosphäre, die hauptsächlich aus Kohlendioxid besteht. Eines seiner besonderen Merkmale sind die vielen Vulkane, die bis zu 23 000 Meter hoch sind! Mars hat zwei Monde und benötigt für einen Umlauf um die Sonne etwa doppelt so lange wie die Erde. Er weist auch Jahreszeiten auf, da seine Rotationsachse geneigt ist.

Die Gasriesen

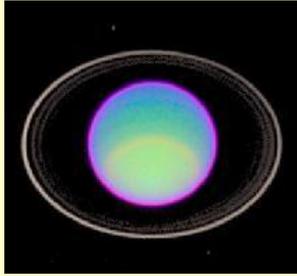
Die Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun bestehen hauptsächlich aus einer mächtigen Atmosphäre und einem verhältnismäßig kleinen festen Kern. Sie sind sehr groß und drehen sie sich sehr schnell um ihre eigenen Achsen.

**Jupiter**

Er ist der größte aller Planeten. Wie alle Riesenplaneten besteht er hauptsächlich aus Gas und hat einen festen Kern. Er besitzt einen auffälligen roten Fleck, der doppelt so groß ist wie die Erde! Es handelt sich dabei um einen riesigen Wirbelsturm, der schon seit über 400 Jahren tobt. Mit seiner Schwerkraft zieht Jupiter viele Asteroiden zu sich und schützt uns so vor deren Einschlägen. Er besitzt über 30 Monde und besteht hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium.

**Saturn**

Saturn ist von schönen, großen Ringen umgeben und wird deshalb auch der „Herr der Ringe“ genannt. Die Ringe bestehen aus tausenden von kleinen Eisstückchen. Saturns Atmosphäre enthält sehr viel Helium und ist deswegen so leicht, dass er als einziger unserer Planeten im Wasser schwimmen könnte. Er besitzt viele Monde: über 60!



Uranus

Uranus besteht ebenfalls aus Gas und besitzt einen dünnen Ring, der im Gegensatz zu den Saturnringen senkrecht auf seiner Bahnebene steht. Seine Oberfläche sieht sehr glatt aus und weist kaum Strukturen auf. Er dreht sich „auf dem Bauch“ weil er wahrscheinlich durch eine Kollision umgekippt wurde. Er besitzt 15 Monde.



Neptun

Wie Uranus so hat auch Neptuns Planetenoberfläche eine blaue Färbung. Weiße Wolken fegen mit über 1000 Kilometer pro Stunde über sie hinweg. Neptuns Bahn kreuzt manchmal die Bahn des Planeten Pluto, daher ist er zeitweise weiter von der Sonne entfernt als Pluto.

Pluto ist kein Gasriese. Er besteht aus Eis und Gestein.



Pluto

Im Jahre 2006 beschlossen die Astronomen, dass Pluto kein Planet mehr ist, sondern lediglich ein Zwergplanet, obwohl er kugelförmig ist und die Sonne umkreist. Wegen seiner kleinen Masse ist er aber nicht in der Lage, kleine Brocken aus seiner Umgebung anzuziehen - wie es die „richtigen“ Planeten tun. Pluto besteht aus Gestein und ist von ewigem Eis bedeckt. Er hat einen großen und zwei kleine Monde.

Tipp:

Um sich die Reihenfolge der acht Planeten des Sonnensystems besser merken zu können, gibt es den folgenden Spruch:

Mein Vater Erklärt Mir Jeden Sonntag Unseren Nachthimmel



Merkur Venus Erde Mars

Jupiter

Saturn

Uranus

Neptun



Aktivität: Kartenspiel zu Sonne und Planeten

Kartenspiel zu Sonne und Planeten

 Sonne	 Merkur	 Venus	 Erde	 Mars
 Jupiter	 Saturn	 Uranus	 Neptun	 Pluto

Mars 5
Mars ist halb so groß wie die Erde. Seine Oberfläche ist rot, weil es dort viel verwittertes Eisen gibt. Er hat viele Vulkane und den höchsten Berg im ganzen Sonnensystem, Olympus Mons mit einer Höhe von 20.000 m. Vor langer Zeit gab es dort einmal viel flüssiges Wasser. Mars hat zwei Monde.

Frage: Welcher Planet ist manchmal weiter von der Sonne entfernt als Pluto?

Erde 4
Die Erde ist sehr schön, nur bei uns gibt es flüssiges Wasser und Luft zum Atmen. Nacht ist die der einzige Planet, von dem wir wissen, dass es dort Leben gibt. Ihre Atmosphäre schützt uns vor Meteoriteneinschlägen. Die Erde braucht ein Jahr, um einmal um die Sonne zu kreisen. Sie hat nur einen Mond.

Frage: Welcher Planet dreht sich um seinen Bauch?

Venus 4
Venus ist so groß wie die Erde und wird die Zwillingsschwester der Erde genannt. Ein Vulkaneinmal mit giftiger Luft bedeckt völlig ihre Oberfläche, deswegen ist das Wetter dort immer schmelz. Sowohl am Tag als auch in der Nacht ist es dort sehr heiß, fast 500 Grad.

Frage: Welcher Planet hat als einziger flüssiges Wasser und viel Sauerstoff?

Merkur 3
Merkur ist der sonnennächste Planet. Wie Venus, Erde und Mars ist er ein Gesteinsplanet (hat also einen festen Boden). Seine Oberfläche ist von Kratern übersät, wie die von unserem Mond. Er dreht sich in nur 88 Tagen um die Sonne!

Frage: Welcher Planet hat einmal flüssiges Wasser und ist jetzt trockener?

Sonne 1
Die Sonne ist ein Stern, der einzige in unserem Sonnensystem. Die Erde und die anderen Planeten kreisen um die Sonne. Im Vergleich zur Erde ist die Sonne gigantisch groß! Sie ist eine sehr heiße Feuerkugel, die uns Licht und Wärme gibt.

Frage: Welcher Planet ist wegen seiner Ringe berühmt?

Pluto 10
Pluto ist seit 2006 ein Zwergplanet. Bis dahin war er die kleinste und am weitesten von der Sonne entfernte Planet unseres Sonnensystems. Er ist aus Gestein und von ewigem Eis bedeckt. Er hat einen großen und zwei kleine Monde.

Frage: Welches ist der heißste Körper des Sonnensystems?

Neptun 9
Wie Uranus ist auch Neptun blau. Weiße Wolken fegen mit 1900 Kilometern pro Stunde auf seiner Oberfläche. Neptuns Bahn kreuzt manchmal Plutos Bahn und dann ist Neptun zeitweise weiter von der Sonne entfernt als Pluto.

Frage: Welches ist der größte aller Planeten des Sonnensystems?

Uranus 8
Uranus besteht aus Gas und besitzt einen dünnen Ring, der auf seiner äußeren Karte steht. Seine Oberfläche ist sehr glatt und er dreht sich auf dem Bauch. Er hat 15 Monde.

Frage: Welcher Planet war früher der kleinste aller Planeten und ist jetzt ein Zwergplanet?

Saturn 8
Saturn ist von schönen, großen Ringen umgeben. Sie bestehen aus Tausenden von kleinen Eisstückchen. Saturn ist so leicht, dass er im Wasser schwimmen könnte. Er hat viele Monde, um die 60!

Frage: Welcher Planet ist der Sonne am nächsten?

Jupiter 6
Jupiter ist der größte und schwerste aller Planeten. Wie alle Rieserplaneten besteht er aus Gas und hat keinen festen Boden. Er hat einen roten Fleck, der doppelt so groß ist wie die Erde. Mit seiner enormen Anziehungskraft zieht er viele Asteroiden zu sich und schützt uns so vor deren Einschlägen.

Frage: Welcher Planet hat eine sehr giftige Luft?

Das brauchen wir:

- Kopie des Kartenspiels (beidseitig auf 160g-Papier kopiert, siehe Anhang)
- Fotos von Sonne, Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Uranus, Neptun, Pluto
- Buntstifte
- Schere

So wird es gemacht:

In einem ersten Schritt werden die mitgebrachten Fotos identifiziert: Welcher Planet/Zwergplanet ist auf welchem Foto zu sehen? In einem zweiten Schritt werden die Fotos der Sonne und ihrer Planeten in die „richtige“ Reihenfolge gelegt (siehe Tipp). Nun werden die Kartenspielbilder entsprechend der Vorlagen ausgemalt: welche Auffälligkeiten gibt es zu beachten? Im Anschluss daran werden die 10 Karten des Kartenspiels an den Linien entlang ausgeschnitten. Auf der Rückseite jeder Karte befindet sich jeweils eine Zusammenfassung der wichtigsten Merkmale der einzelnen Planeten. Darunter steht eine Frage, deren Antwort zu einem weiteren Mitglied des Sonnensystems führt.

Spielanleitung

Benötigt werden 10 Kinder und ein vollständiges Kartenspiel. Die Karten werden zu Spielbeginn vermischt und im Anschluss daran erhält jedes Kind eine Karte. Die Aufgabe der Kinder ist es nun, sich die Eigenschaften „ihres“ Himmelskörpers genau einzuprägen. Nun beginnt das Kind mit der Sonnenkarte, die Frage auf seiner Kartenrückseite unten vorzulesen. Die Antwort darauf sollte nur dasjenige Kind rufen, dessen Himmelskörper mit der Frage gesucht wurde. Dann darf dieses Kind die Frage auf seiner Karte vorlesen. Das Spiel endet, wenn das Kind mit der Sonnenkarte wieder an der Reihe ist.



Aktivität: Modell unseres Sonnensystems

Das brauchen wir:

- Watte- oder Holzkugeln (halbgebohrt) (2x12 mm, 2x25 mm, 1x40 mm, 1x50 mm, 1x 80 mm)
- Holzperlen (1x6 mm, 1x4 mm)
- graue Perle (1x2 mm)
- transparente feste Folie (ca. 10 cm x 10 cm)
- Farben
- Pinsel
- 9 Schaschlikstäbe
- Knete
- Folienschreiber (schwarz, dünn, wasserfest)
- Fotos der Planeten als Vorlagen



Vorgehensweise

Die Kugeln werden den Bildern der Planeten entsprechend bemalt: Merkur (4mm), Venus und Erde (12mm), Mars (6mm), Jupiter (50mm), Saturn (40mm), Uranus und Neptun (25mm) und Pluto (2mm). Nun alle Planeten trocknen lassen. Die Sonne (80 mm) wird ebenfalls bemalt. Entscheiden sie sich für Wattekugeln, so können diese nach Bedarf auf Schaschlikspieße gespießt und diese in haselnussgroße Knetekugeln gesteckt werden. Für den Saturn wird sein Ringsystem aus der Folie ausgeschnitten: dazu einen Kreis mit einem Außendurchmesser von ca. 10 cm ausschneiden und in diese Kreisscheibe nochmals ein kreisrundes Loch mit einem Innendurchmesser von ca. 40 mm schneiden. Mit einem Foliestift können nun am äußeren Rand konzentrische Kreise gemalt werden. Anschließend den Ring über den Saturn stülpen und an seinem Äquator fixieren. Nun können sie in geeigneter Entfernung voneinander auf dem Tisch stehen. Fertig.

(Die Größen der Planetenkugeln sind nicht alle maßstabsgetreu, damit sie von den Schülern besser gehandhabt werden können. Eine Aktivität mit maßstabsgerechten Modellen finden Sie bei der „Aktivität: Planetenweg“)

Einsatz des selbstgebauten Sonnensystems:

Mit diesem Modell des Sonnensystems lassen sich viele Fragen rund um die Planeten von den Kindern selbst beantworten!



Aktivität: Wann kann ich Planeten sehen?

Das brauchen wir:

- Modell der Sonnensystems
- Blaues Tuch

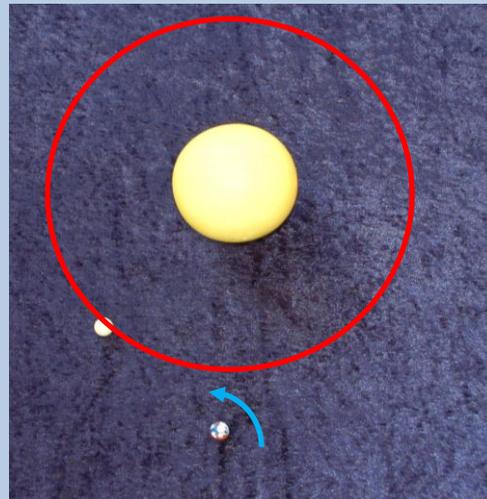
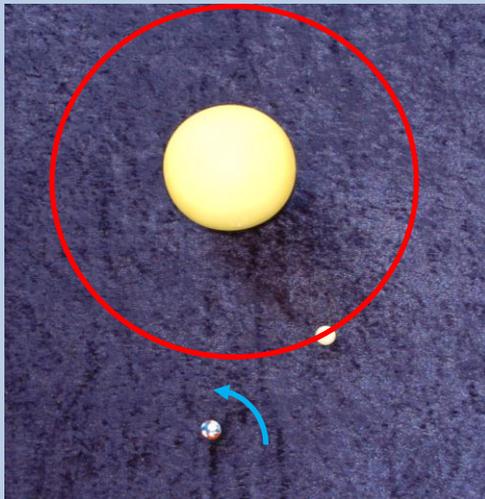
So wird es gemacht:

Das blaue Tuch wird auf dem Boden ausgebreitet. Die Sonne wird in die Mitte gelegt und die Planeten in der richtigen Reihenfolge um die Sonne herum: zwei der Planeten (Merkur und Venus) liegen zwischen Sonne und Erde, die anderen hinter der Erde. Die hat Konsequenzen: Welche?



Merkur und Venus

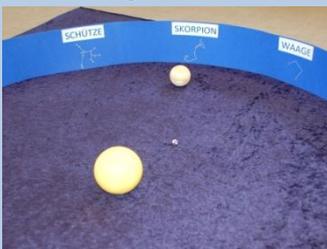
Es werden alle Planeten bis auf Venus/Merkur und Erde entfernt. Wo befindet sich die Tag- und wo die Nachtseite der Erde? Wann kann ich Venus/Merkur nur sehen?



Venus und Merkur befinden sich immer nur auf der Tagseite der Erde. Daher sind sie auch nur tagsüber zu sehen bzw. in der Dämmerung, wenn es nicht mehr ganz so hell ist. Sie lassen sich daher entweder am frühen Abend im Westen (nachdem die Sonne genau dort untergegangen ist) oder am frühen Morgen im Osten (kurz bevor die Sonne aufgeht) beobachten. Die sehr helle Venus wird im Volksmund daher auch Abend- oder Morgenstern genannt. Merkur ist im Gegensatz dazu nur schwer zu sehen.

Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto

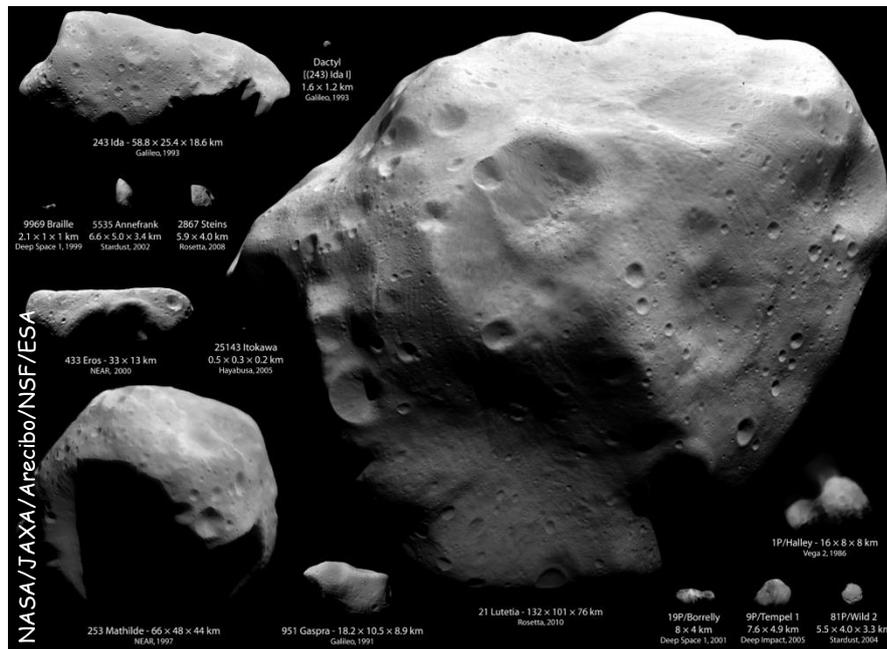
Der Einfachheit halber werden nun nur die Erde und der Jupiter neben der Sonne auf dem Tuch gelassen. Zu welcher Tageszeit kann man ihn sehen?



Die anderen Planeten lassen sich nur nachts sehen. Je nach Lage des Planeten entweder fast die ganze Nacht (Sonne, Erde und Planet bilden eine Reihe) oder in einer bestimmten Nachthälfte (hier ist es die zweite Nachthälfte). Sind mehrere Planeten gleichzeitig sichtbar, so bilden sie am Himmel eine Kette, die durch die Tierkreiszeichen läuft (siehe Modul 3).

Asteroiden und Meteoriten

Asteroiden sind Felsbrocken, die um die Sonne kreisen und deren Größe zwischen einigen Metern und mehreren Kilometern schwankt (siehe Bild unten).

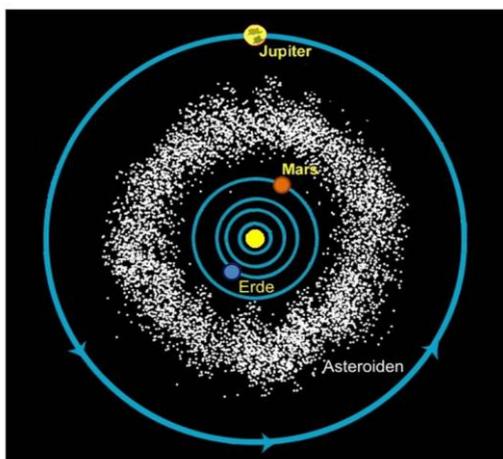


Ein Asteroid wird als **Meteorit** bezeichnet, wenn er auf der Erde einschlägt. Meteoriten bestehen gewöhnlich überwiegend aus Silikaten oder einer Eisen-Nickelmischung (rechts). Riesige Meteoriten sind auf der Erde eingeschlagen. Vor 65 Millionen Jahren wurden fast 90 % der Tierarten ausgelöscht (darunter die Dinosaurier), als ein Meteorit auf Yukatan (Mexiko) einschlug. Zum Glück passiert dies sehr selten! Und dies verdanken wir Jupiter, der mit seiner Anziehungskraft viele Asteroiden zu sich zieht.



Peter Jenniskens / NASA

Meteoriten lassen sich gut in Wüsten oder im ewigen Eis entdecken.



Viele Asteroiden bilden große Ringe oder Gürtel um die Sonne. Es gibt zwei **Asteroidengürtel** in unserem Sonnensystem: der **Asteroiden- oder Hauptgürtel** zwischen Mars und Jupiter mit tausenden von Asteroiden (siehe Bild unten) und der nach seinem Entdecker benannten **Kuipergürtel**, eine scheibenförmige Region, die sich außerhalb der Neptunbahn erstreckt und unzählige Asteroiden und viele Zwergplaneten beinhaltet.



Kometen

Kometen kann man sich als „schmutzige Schneebälle“ oder eisige Schlammklumpen vorstellen. Sie bestehen aus einer Mischung aus Eis (sowohl aus Wasser wie aus gefrorenen Gasen) und Staub. Dieser Staub stammt aus der Asche toter Sterne, aus dem auch die Planeten eines Sonnensystems entstehen.

Kometen kreisen ebenfalls um die Sonne. Ihre Bahn ist im Vergleich zu einer Planetenbahn aber sehr stark gestreckt und sie entfernen sich sehr weit von der Sonne (bis jenseits der Plutobahn!). Manche nähern sich der Sonne regelmäßig. Auf dem Weg zu ihr können sie mit einem Planeten zusammenstoßen. Dies ist z. B. 1994 passiert: der Komet Schoemaker-Levy ist mit dem Planeten Jupiter kollidiert und in Stücke gebrochen.



Wenn Kometen in die Nähe der Sonne kommen, schmilzt und verdampft das Eis ihrer Kerne. Dann bildet sich ein wunderschöner Schweif aus, der - wenn der Komet nahe genug an der Erde ist - deutlich am Himmel zu sehen ist.

Der Komet McNaught über dem Pazifik im Januar 2007. Der Schweif war von der Erde aus gut zu beobachten.

Kometen erinnern auch an Sternschnuppen. Sie sind übrigens kleine Überreste von Kometen, die in unserer Erdatmosphäre verglühen. Viele sind gerade mal so groß wie ein Reiskorn. Wer eine Sternschnuppe sieht, darf sich etwas wünschen. Aber nicht verraten, was es ist!

Tipp:

In 50 Jahren (2061) wird der Halleysche Komet wieder in der Nähe der Erde sein! Er umrundet in alle 76 Jahre unsere Sonne. Also, schon einmal seine Ankunft in den Kalender eintragen!

4.2 Die Planetenbahnen

Lange dachte die Menschheit, dass sich die Sonne und alle Planeten auf Kreisbahnen um die Erde bewegen. Erst vor ca. 400 Jahren setzte sich eine ganz andere Idee durch: alle Planeten - und auch die Erde - drehen sich um die Sonne und zwar nicht auf Kreisbahnen sondern auf „ovalförmigen“ Bahnen, sogenannten Ellipsen! Die Sonne steht dabei nicht im Mittelpunkt, sondern in einem der zwei Brennpunkte der Ellipse (siehe „Aktivität: Ellipsen zeichnen“).

Die Planetenbahnen liegen zudem alle auf einer Ebene, der sogenannten Ekliptik. Dies hat zur Konsequenz, dass wir die Planeten nachts nur in einem relativ schmalen Band am Himmel sehen können (siehe Modul 3).



Aktivität: Ellipsen zeichnen

Das brauchen wir:

- Modell Sonne
- Modell Erde
- gelbes Seil zu einem Kreis verknotet
- zwei volle Flaschen Wasser als Gewicht
- Kreide



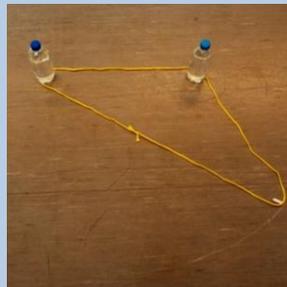
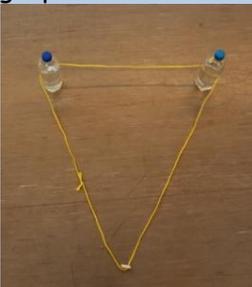
So wird es gemacht:

Um eine **Kreisbahn** zeichnerisch herzustellen, wird das Seil um eine schwere Flasche und die Kreide gelegt und gespannt. Fährt man nun bei gespanntem Seil mit der Kreide um die Flasche herum, so ergibt sich auf dem Fußboden ein Kreis mit der Flasche als



Mittelpunkt. Jetzt wird die Flasche entfernt und an ihre Stelle das Sonnenmodell gelegt. Das Erdmodell wird auf die Kreisbahn gelegt. Fertig ist die kreisförmige Bahn.

Zur Konstruktion einer **Ellipse** benötigen wir zwei Wasserflaschen und ein Stück Kreide. Das Seil wird um beide Flaschen und das Kreidestück gelegt und wieder gespannt. Diesmal ergibt sich die Form eines Dreiecks. Umfährt die Kreide nun bei



gespanntem Seil beide Flaschen, so entsteht eine Ellipse. Wäre die Planetenbahn nun eine Ellipse, so würde die Position einer der beiden Flaschen der Sonne entsprechen und das Kreidestück wäre wiederum der Planet. Flasche(n) und Kreide werden gegen die Modelle

ausgetauscht. Fertig ist die ellipsenförmige Bahn (siehe Bild oben).

Einsatz

Mit dieser Methode lassen sich ganz unterschiedliche Ellipsen konstruieren.

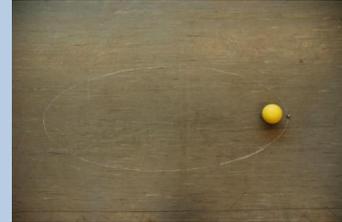
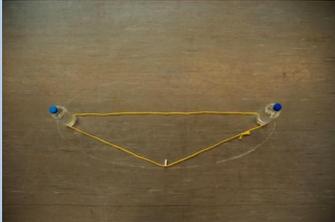
- Wie verändert sich die Form der Ellipse, wenn wir den Abstand der Flaschen verringern?
- Wie verändert sich die Form der Ellipse, wenn wir den Abstand der Flaschen vergrößern?

Dazu können die Kinder auch ihr eigenes Modell bauen: mit einer Styropor-, Holz- oder Korkplatte, mit einem Blatt Papier als Zeichenebene darauf, zwei Nägeln oder Pinnwandnadeln, einer Schnur und einem Stift kann jedes Kind selbst verschiedene Ellipsen zeichnen und untersuchen.



Anmerkungen

Mathematisch gesehen markieren die Gewichte bzw. Nägel in unserer Konstruktion die sogenannten „Brennpunkte“ einer Ellipse. Je größer der Abstand zwischen ihnen ist, desto gestreckter wird sie. Kreist nun ein Planet auf einer derartigen Bahn, so wird sich sein Abstand zur Sonne im Laufe einer Bewegung um die Sonne stark verändern: mal ist er sehr groß, ein anderes Mal im Vergleich dazu sehr klein.



Je näher wir beide Brennpunkte zueinander anordnen, desto mehr ähnelt die Form der Bahn einer Kreisbahn. Liegen beide Brennpunkte genau aufeinander, so ist das Ergebnis der Konstruktion ein perfekter Kreis.

Die Abstände der Planeten

Die Abstände der Planeten von der Sonne und zueinander sind im Vergleich zu ihren Größen riesig. Daher lassen sich die Planeten auch nicht sinnvoll alle zusammen auf einem Bild abbilden. Fotomontagebilder (wie auch wir sie hier verwendet haben) sind die Folge. Man sollte sich aber bewusst sein, dass dadurch der **falsche Eindruck** entstehen kann, dass alle Planeten gleichweit voneinander entfernt liegen!

Abhilfe schafft hier z. B. der Besuch eines Planetenweges oder besser: der Eigenbau eines solchen!

Aktivität: Bau eines Planetenweges

Das brauchen wir:

- Modell des Sonnensystems
- Maßband
- Stangen

So wird es gemacht:

Wenn man ein maßstabsgetreues Modell unseres Planetensystems bauen möchte, so muss man einen Blick auf die Größen der Himmelskörper und deren Abstände von Sonne werfen. Man wird dabei feststellen, dass für die Planetengrößen ein anderer Verkleinerungsmaßstab genommen werden muss, als für die Abstände der Planeten untereinander. Ansonsten wird der Planetenweg mehrere Kilometer lang oder die Planeten werden so klein, dass sie nicht mehr gut zu erkennen sind:

Bei einem gemeinsamen Maßstab von 1:1 Mrd. hätten zwar alle Planeten eine akzeptable Größe, aber Pluto würde 5,9 km von der Sonne entfernt liegen. Bei einem gemeinsamen Maßstab von 1:20 Mrd. hingegen läge Pluto zwar diesmal bei nur 300 m Abstand von





der Sonne, aber manche Planetendurchmesser wären kleiner als 1 mm. Zwei unterschiedliche Maßstäbe sind daher durchaus sinnvoll.

Die folgende Tabelle gibt die Abstände und Größen der Planeten wieder (Quelle Spalten 1 und 2: dtv-Atlas Astronomie, 2005)

Himmelskörper	Durchmesser in der Natur [km]	Durchmesser Modell 1:1 Mrd [cm]	Abstand zur Sonne in der Natur [Mio. km]	Abstand zur Sonne Modell 1:20 Mrd. [m]
Sonne	1 392 000	139,0	-	-
Merkur	4 878	0,5	57,9	2,8
Venus	12 104	1,2	108,2	5,4
Erde	12 756	1,2	149,6	7,5
Mars	6 794	0,7	227,9	11,4
Jupiter	142 984	14,3	778,3	38,9
Saturn	120 536	12,1	1427,0	71,4
Uranus	51 118	5,1	2869,6	143,5
Neptun	49 528	5,0	4496,6	225,0
Pluto	2 246	0,2	5900,0	295,0

Sollten Sie ein kleines Planetensystem bauen wollen, so können Sie durchaus die vorletzte Spalte auch als Angabe in cm verstehen: es kommt nur auf das Verhältnis der einzelnen Zahlen untereinander an (Pluto wäre dann 59 m von der Sonne entfernt).

4.4 Eine Reise zu den Planeten

Wir wollen zu den Planeten reisen und sie näher kennen lernen. Unser Kartenspiel und der Planetenweg haben uns schon viel über die Planeten verraten. Wir brauchen aber geeignete Raketen und müssen sicherlich überlegen, wie lange unsere Reise dauern wird.

Das Thema Raumfahrt ist bei Kindern sehr beliebt. Es gibt zu diesem Thema schöne kindergerechte Filme (siehe Anhang). Ein besonderes Erlebnis ist ein Experiment, das die Astronauten während einer Mondlandung vor gut 40 Jahren auf der Mondoberfläche durchführten:

Ein Astronaut hielt eine Feder und einen Hammer in der Hand und ließ beide Gegenstände gleichzeitig los. Welcher kam zuerst am Boden an? Es kamen beide gleichzeitig an!



Aktivität: Bau von Raketen

Das brauchen wir:

- Vorlage zum Bau einer Origami-Rakete
- quadratische bunte Papiere
- alternativ: Materialien zum Bau von Raketen (Papprollen, Papier, Kleber, Schere, etc.)



So wird es gemacht:

Aus alten Klopapierrollen (oder Ähnlichem), Papier etc. lassen sich tolle Raketen bauen. Im Anhang befindet sich eine Anleitung zum Bau einer Origami-Rakete!

Wie schwer ist man auf einem anderen Planeten

Als die Astronauten damals auf dem Mond landeten, hatten sie einen großen Spaß, auf der Mondoberfläche zu hüpfen. Wegen der geringeren Anziehungskraft gelangen ihnen mühelos sehr weite und hohe Sprünge. Sie fühlten sich sehr leicht. Wie „leicht“ oder „schwer“ würden wir uns fühlen, wenn wir auf einem andern Planeten unterwegs wären?

Das Maß für das Gewicht eines Körpers auf einem anderen Himmelskörper ist die sog. **Schwerebeschleunigung**. Je höher ihr Wert ist, desto stärker zieht der Himmelskörper diesen Körper an, d.h. desto schwerer erscheint er uns.

Himmelskörper	Schwerebeschleunigung am Äquator [m/s ²]	Multiplikator	Beispiel 1kg Müslipackung [kg]	Beispiel 30kg-Kind [kg]
Sonne	273,7	27,9	27,9	837
Merkur	3,7	0,38	0,38	11,4
Venus	8,87	0,9	0,9	27
Erde	9,81	1	1	30
Mond	1,62	0,17	0,17	5,1
Mars	3,71	0,38	0,38	11,4
Jupiter	23,12	2,36	2,36	70,8
Saturn	8,96	0,91	0,91	27,3
Uranus	8,69	0,89	0,89	26,7
Neptun	11,00	1,12	1,12	33,6
Pluto	0,7	0,07	0,07	2,1

Den Kindern kann dieser Sachverhalt z. B. durch eine „Müslipackung“ verdeutlicht werden: nehmen wir sie mit zu anderen Planeten, so wird sie dort entweder leichter oder schwerer sein als auf der Erde.

Ebenso verhält es sich mit dem eigenen Körpergewicht:

Ein 30 kg schweres Kind würde sich auf dem Mond fühlen, als wiege es nur $0,17 \times 30 \text{ kg} = 5,1 \text{ kg}$, während es auf dem Jupiter das Gewicht eines Erwachsenen haben würde $2,36 \times 30 \text{ kg} = 70,8 \text{ kg}$. Um sich dieses Gewicht vorstellen zu können, kann das Kind ein entsprechendes Gewicht tragen (Wasserflaschen, etc.).

Wie lange dauert eine Reise zu den Planeten?



Möchten wir zu den Planeten fliegen, so müssen wir mit seeeeeehr langen Flugzeiten rechnen. In der folgenden Tabelle findet sich eine Übersicht über die Flugdauer zu jedem einzelnen Planeten: zum einen bei einer Geschwindigkeit von 1000 km/h - das entspricht in etwa der Geschwindigkeit eines Flugzeugs.

Aber zunächst müssten wir die Erde - und später auch den Besuchsplaneten - wieder verlassen. Dazu benötigen wir die sog. **Fluchtgeschwindigkeit**. Die Fluchtgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die ein Gegenstand haben muss, damit er nicht mehr (!) wie ein hochgeworfener Ball auf die Erde (oder einem anderen Himmelskörper) zurückfällt. Sie ist umso größer, je höher die Anziehungskraft des Planeten ist.

Für die Erde beträgt diese Geschwindigkeit 40320 km/h, also 40 Mal so schnell wie ein Flugzeug! Wollten wir auf einem anderen Planeten landen und ihn auch wieder verlassen, so müssen wir auch bei diesem nachsehen, wie schnell wir sein müssen, um nach dem Start nicht wieder auf ihn zurückzufallen. Dafür müssten wir auch entsprechend Treibstoff mitnehmen: Das dürfte uns z. B. bei Jupiter recht schwer fallen...!

Himmelskörper	Fluchtgeschwindigkeit (am Äquator) [km/h]
Merkur	15 480
Venus	36 720
Erde	40 320
Mars	18 000
Jupiter	214 560
Saturn	127 800
Uranus	76 680
Neptun	83 880
Pluto	3 960



Dieser kleine Roboter und sein Zwillingsbruder wurden 2004 von der NASA zum Mars geschickt. Dort fahren sie noch immer!



Könnten wir die Planeten anhalten, wenn sie ihren kleinsten Abstand zur Erde haben, und alle weiteren Anziehungskräfte der anderen Planeten und der Sonne ausschalten, so ergäben sich bei einem Direktflug die folgenden Flugzeiten:

Ziel	Abstand zur Sonne [Mio. km]	Abstand zur Erde [Mio. km]	Flugdauer bei 1000 km/h [Jahre]	Flugdauer bei 40300 km/h [Jahre]
Sonne	0	149,6	17,08	0,42
Merkur	57,9	91,7	10,47	0,26
Venus	108,2	41,4	4,73	0,12
Erde	149,6	0	0,00	0,00
Mars	227,9	78,3	8,94	0,22
Jupiter	778,3	628,7	71,77	1,78
Saturn	1427	1277,4	145,82	3,62
Uranus	2869,6	2720	310,50	7,70
Neptun	4496,6	4347	496,23	12,31
Pluto	5900	5750,4	656,44	16,29

So einfach ist es aber dann doch nicht. Die Flugbahnen zu den Planeten sind viel komplizierter. Experten geben die folgenden Reisedaten an:

Planet	Reisedauer
Merkur	0,4 Jahre (= ca.5 Monate)
Venus	0,29 Jahre (=ca. 3,5 Monate)
Mars	0,71 Jahre (= ca. 8,5 Monate)
Jupiter	2,73 Jahre
Saturn	6,05 Jahre
Uranus	16,1 Jahre
Neptun	30,6 Jahre
Pluto	45,5 Jahre

(Quelle: www.sternwarte-hoefingen.de/raumfahrt/marsreise.html)

4.5 Ideen zum Einsatz in anderen Fächern

Kunst:

Die Suche nach Außerirdischen ist spannend. Wie könnten sie aussehen?



Musik:

Wie wäre es mit einem Musical?



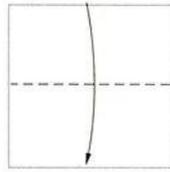
Projektwoche:

Mhmmm...

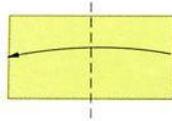




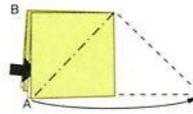
Origami-Rakete



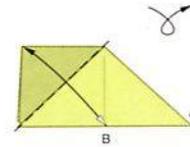
E1.
Fold one side along the center line



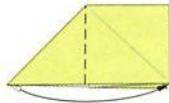
E2.
Fold one side to the other along the center line



E3.
Pull A to the right



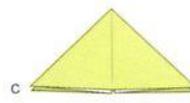
E4.
Fold and unfold the left corner. Turn the fold shape over



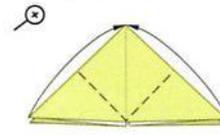
E5.
Fold and unfold to make a crease line



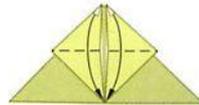
E6.
Pull C to the left



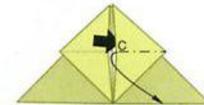
E7.
It will look like this after folding



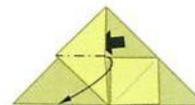
E8.
Fold both tips upwards



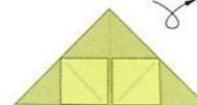
E9.
Fold and unfold to make crease lines



E10.
Pull C out to the right bottom



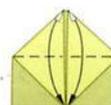
E11.
Repeat the same step on the other side



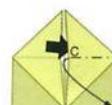
E12.
It will look like this after folding. Turn over



E13.
Fold both tips upwards



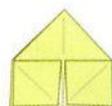
E14.
Fold and unfold to make crease lines



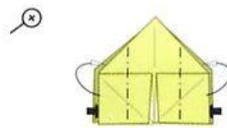
E15.
Pull C out to the bottom of the right



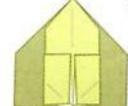
E16.
Repeat the same step on the other side



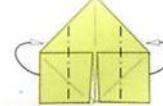
E17.
It will look like this after folding



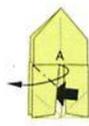
E18.
Mountain fold both sides inwards between the layers



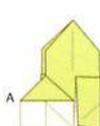
E19.
It will look like this after folding. Turn over



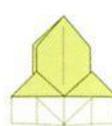
E20.
Mountain fold both sides inwards between layers as E18



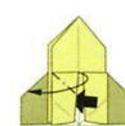
E21.
Pull tip A to the left



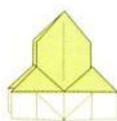
E22.
It will look like this after folding



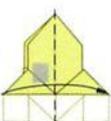
E23.
Repeat the same step on the other side. Turn over



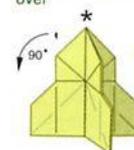
E24.
Repeat the same steps from E21 to E23



E25.
It will look like this after folding



E26.
Place an adhesive tape on one side. Stick both sides tight together. It will form the plane's main body



E27.
Rotate the folded shape by 90°



E28.
A Space Plane is finished

Bildnachweis

Bei den Fotos mit und ohne Kindern liegen die Bildrechte bei den Autoren, ebenso bei den illustrierten Abbildungen. Ausnahme: Kapitel 4.5, diese Fotos stammen aus den Grundschule Gauangeloch.

Die Fotos der astronomischen Objekte stammen von der NASA (Mond, Erde und Planeten), SOHO/NASA (Sonne) oder den Quellennachweisen beim Bild.

Wir haben uns bemüht, für alle Bilder die Bildrechte auszumachen. Dies war leider nicht überall möglich (z. B. bei der Himmelssphäre in Kapitel 5). Sollten Sie Kenntnis von der Urheberschaft dieser Bilder haben, so würden wir uns freuen, wenn Sie es uns mitteilen würden.