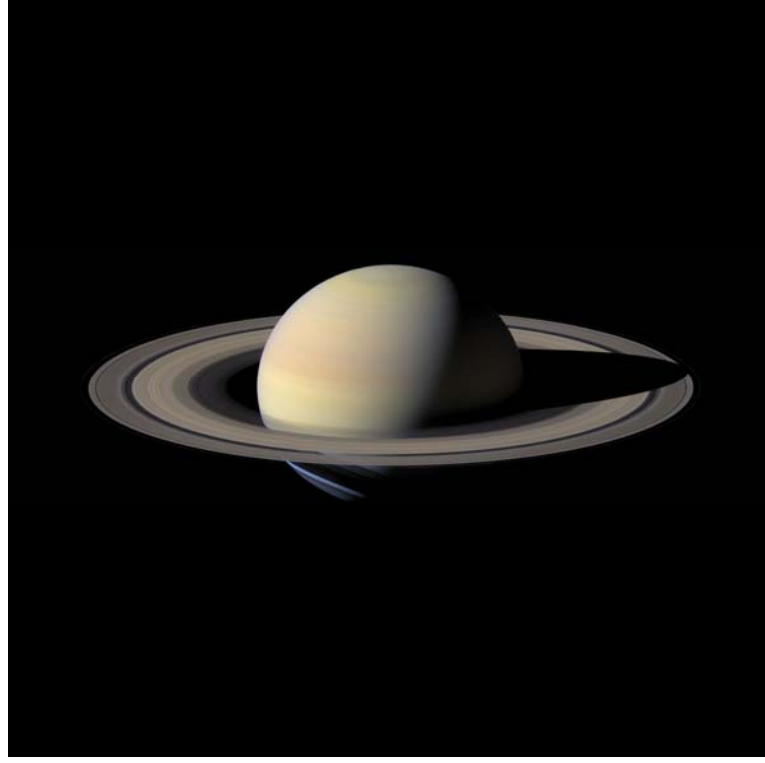


Tipps und Anregungen für Lehrpersonen

# Da draussen – Planetenaufnahmen aus dem All

Natur-Museum Luzern, 20. November 2010 – 1. Mai 2011



## Allgemeine Infos zum Natur-Museum Luzern

Kasernenplatz 6  
CH-6003 Luzern

### Öffnungszeiten

Dienstag – Sonntag: 10 – 17 Uhr durchgehend  
Montag: geschlossen

Schulklassen können das Museum nach vorheriger Vereinbarung von Montag-Freitag auch ausserhalb der Öffnungszeiten ab 8.30 Uhr besuchen (telefonische Anmeldung unter 041 228 54 11)!

**Achtung:** Bitte melden Sie Ihre Schulklasse auch dann telefonisch an, wenn Sie einen Besuch während den offiziellen Öffnungszeiten planen. Wir versuchen so – im Interesse aller – „Überbelegungen“ von Ausstellungen zu verhindern. Danke für Ihr Verständnis!

### Auskunft

Tonbandauskunft: 041 228 54 14  
(Auskunft über Öffnungszeiten und aktuelle Ausstellungen)  
Kasse/Auskunft: 041 228 54 11  
Telefax: 041 228 54 06  
E-Mail: [naturmuseum@lu.ch](mailto:naturmuseum@lu.ch)  
Internet: [www.naturmuseum.ch](http://www.naturmuseum.ch)

### Eintrittspreise

	Einzel	Gruppen
Erwachsene	CHF 6.-	CHF 4.-
AHV, Studenten	CHF 5.-	CHF 3.-
Kinder (6-16 J.)	CHF 2.-	CHF 1.50.-

Schulklassen des Kantons Luzern und Mitglieder des Museumsvereins besuchen das Museum gratis!

**Museumspädagogik** (Marie-Christine Kamke, Anna Poncet, Muriel Bendel)

... für Ideen, Fragen, Anregungen, Kritik zum Thema Schule und Museum und zu aktuellen Sonderausstellungen!

Telefon: 041 228 54 11  
Telefon direkt: 041 228 54 02  
E-Mail: [vermittlung.nml@lu.ch](mailto:vermittlung.nml@lu.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Infos zur Ausstellung</b>	<b>2</b>
<b>Texte der Ausstellung – und mehr</b>	<b>4</b>
Sonne	4
Merkur	5
Venus	5
Erde und Mond	6
Mars	8
Jupiter	9
Saturn	10
Uranus	11
Neptun	12
(Pluto)	12
<b>Rund um die Ausstellung – Ideen und Gesprächsanregungen</b>	<b>13</b>
Ausstellungskiste „Da draussen“	13
In der Ausstellung	13
Vor oder nach dem Museumsbesuch	14
<b>Kreuzwörterrätsel</b>	<b>15</b>
Ein kleines Planetenrätsel	16
Ein grösseres Planetenrätsel	17
Lösungen zu den Rätseln	18
<b>Kleines Glossar</b>	<b>20</b>
<b>Medienliste</b>	<b>21</b>

## Hinweis:

- ▶ Diese Unterlagen stehen auch auf [www.naturmuseum.ch](http://www.naturmuseum.ch) zum kostenlosen Downloaden als pdf-Datei zur Verfügung (→ Lehrpersonen → Unterlagen für Lehrpersonen).

## Infos zur Ausstellung

### Allgemeines

„Da draussen – Planetenaufnahmen aus dem All“ ist eine Fotoausstellung von Michael Benson. Die Bilder wurden erstmals 2007 in New York gezeigt. Michael Benson ist Journalist, Autor, Filmemacher und Künstler. Er hat die Bilder nicht, wie man annehmen könnte, selber geknipst, sondern er hat Aufnahmen bearbeitet, die von unbemannten Raumsonden im All gemacht wurden. Es hat also niemand einen schönen Bildausschnitt gewählt und dann auf den Auslöser gedrückt, sondern die Bilder wurden von den Sonden eher zufällig gemacht. „Solar Dynamics Observatory“ z.B., die neuste amerikanische Sonde zur Beobachtung der Sonne, sendet alle 10 Sekunden ein Bild der Sonne zur Erde (welche man übrigens auf der Seite <http://sdo.gsfc.nasa.gov/> anschauen kann). Viele von den Sonden gemachte Bilder sind nicht wahnsinnig interessant, andere hingegen sehr. Alle gezeigten Bilder stammen aus unserem Sonnensystem, das am weitesten entfernte Bild zeigt den Planeten Neptun.

Michael Benson hat tausende von Raumsonden-Aufnahmen durchgesehen, in Archiven, aber auch auf den Internetseiten der NASA (National Aeronautics and Space Administration, die amerikanische Raumfahrtsbehörde). Die NASA stellt ihre Bilder allen frei zur Verfügung mit der Begründung, dass sie schliesslich mithilfe von Steuergeldern gemacht worden seien. In Rohform sind die Aufnahmen meist nicht so attraktiv. Viele decken beispielsweise nur einen kleinen Ausschnitt ab, sind mit Rasterpunkten übersät oder ein bisschen unscharf. Benson hat nun besonders tolle Ansichten ausgewählt, verschiedene Aufnahmen einer Serie zu grösseren Bildern zusammengesetzt, Raster entfernt, die Bilder nachgeschärft und eingefärbt. Er betont, dass seine Bilder die Planeten und Monde in Echtfarben darstellen, was offenbar nicht selbstverständlich ist, da die Aufnahmen oft im für uns nicht sichtbaren Bereich der Ultraviolett- oder Infrarotstrahlung gemacht und anschliessend schwarz-weiss wiedergegeben oder willkürlich eingefärbt werden. Die Sonden (jedenfalls die älteren) waren aber mit Kameras ausgerüstet, die mit einem Filtersystem operierten: sie benutzten eine Reihe von Farbfilttern (zB orange, grün, blau) um Abbilder zu erzeugen. Wenn man nun diese farbigen Abbilder überlagert, erhält man einen guten Eindruck der echten Farbe des Objekts.

### Inhalt und Aufbau der Ausstellung

Die Ausstellung besteht im Wesentlichen aus 40 Bildern von Sonne, Planeten und Monden aus unserem Sonnensystem, die rings um eine kleine „Raumstation“ angeordnet sind. Sonne und Planeten haben jeder und jede ein Abteil für sich, die Reihenfolge der Abteile entspricht der Reihenfolge der Planeten von der Sonne nach aussen.

Die Bilder sind nummeriert, und in einer kleinen Broschüre findet man zu jedem Bild eine kurze Legende. Ausserdem hängt in jedem Abteil ein knapper Beschrieb des entsprechenden Planeten.

Die „Raumstation“ in der Mitte ist eine Ergänzung des Natur-Museums. Sie besteht aus einem Kreis von Sesseln und 5 kleinen Bildschirmchen. Auf 2 dieser Bildschirme laufen kurze Raumfahrt-Filme, beispielsweise ein paar russische Propagandafilme (mit unter anderem Juri Gagarin) oder Filme von Mond- und Marslandungen und dem Start der Sonde Sputnik. Auf zwei andern Bildschirmen sieht man abwechslungsweise die Planeten und kann sich gleichzeitig über Kopfhörer anhören, wie die Radiosignale klingen, die man von diesen Planeten auffängt.

Man kann Planeten also auch akustisch erkennen! An der fünften Station kann man sich Musik zum Thema „All“ anhören und gleichzeitig durch ein Fenster eine geheimnisvolle, schillernde, spacige Kugel anschauen.

In der Ausstellung sind ausserdem Gongklänge zu hören, die an der Vernissage der Ausstellung aufgenommen wurden. Die Schlagzeug-Firma PAiSTE hat uns dafür ihre Planetengongs ausgeliehen, die dann vom Schlagzeuger Freddy Studer bespielt wurden. Die Planetengongs von PAiSTE wurden nach Berechnungen der Bewegungen der Planeten gefertigt, jeder Planetengong, sei es jetzt Erde oder Saturn, Jupiter oder Uranus, hat also einen individuellen Klang.

Wenn Sie mit Ihrer Klasse in der Ausstellung arbeiten möchten, bitten Sie am besten die Damen vom Empfang, die Gongklänge vorübergehend abzustellen.

### **Ergänzung im 1. Stock**

Im 1. Stock des Natur-Museums steht in der permanenten erdwissenschaftlichen Ausstellung seit eh und je ein kleines Planetenmodell: die Sonne als grosse, goldene Scheibe, davor in massstabsgetreuer Grösse die neun Planeten (damals gehörte Pluto noch dazu). In der gleichen Vitrine liegt ausserdem noch ein Meteorit aus Mexiko, der trotz seiner nicht gewaltig beeindruckenden Grösse 14 kg wiegt, da er vorallem Nickel und Eisen enthält.

Auf dem Bildschirm daneben kann man sich informieren über unser Sonnensystem samt Planeten, sowie über Galaxien, Sternhaufen und Nebel im All.

## Texte der Ausstellung – und mehr

Wir geben hier alle Texte der Ausstellung wieder. Zu jedem Planet gibt es einen knappen Einleitungstext, der direkt bei den entsprechenden Bildern an der Wand klebt. Ausserdem findet sich in der am Eingang aufgehängten Broschüre zu jedem Bild eine kurze Legende, die auch den Namen der Sonde angibt, die die Aufnahmen gemacht hat.

Die kursiv gedruckten Bemerkungen sind in der Ausstellung nicht zu finden, sondern als Hintergrundinfos für Sie gedacht.

### Sonne

Die Sonne ist Ursprung, Zentrum und einziger Stern unseres Sonnensystems. Der riesige Feuerball hält mit seiner Anziehungskraft die Planeten auf ihrer Umlaufbahn und versorgt sie mit Energie. Die Sonne entstand vor etwa 4.5 Milliarden Jahren aus einer sich drehenden Gas- und Staubwolke und wird voraussichtlich nochmals solange weiterbestehen. Die Sonnenenergie ist die treibende Kraft des Lebens, des Klimas und des täglichen Wetters auf der Erde.

Durchmesser: 1 392 530 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 109.2 mal grösser

Bildlegenden:

**1. Die Sonne in einer mässig aktiven Phase.** Einige heisse, aktive Regionen sind als helle Bereiche sichtbar, umgeben von kühleren, dunkel erscheinenden Regionen. Trace 30. Juli 1999

**2. Eine Reihe von leuchtenden Magnetschlaufen.** Magnetschlaufen sind relativ kurzlebig. Sie fallen nach einigen Wochen wieder in sich zusammen. Trace, 25. Juni 2000

**3. Magnetschlaufe.** Durch die Bewegung der Gasströme der brodelnden Sonne entstehen gewaltige Magnetfelder, die sich in bogenförmigen Strukturen aus der Sonnenfläche herauswölben können. Trace, 19. April 2001

**4. Mond vor der Sonne.** Von der Erde aus gesehen wäre diese Situation ein Sonnenfinsternis, weil Mond und Sonne von hier aus gesehen gleich gross erscheinen. Die Sonde Stereo-B war bei der Aufnahme so weit von Erde und Mond entfernt, dass der Mond bereits deutlich kleiner wirkt als die Sonne. Stereo-B, 25. Februar 2007

*Das Bild Nr. 4 bietet eine gute Gelegenheit, erstens zu zeigen, dass eben die Bilder tatsächlich nicht auf der Erde, sondern im All gemacht wurden. Zweitens lässt sich gleich noch die Sonnenfinsternis repetieren...*

*Der letzte Satz des Sonnen-Textes bietet sich ausserdem an, um über Energie zu diskutieren, vor allem über die „treibende Kraft des Lebens“. Mit Ausnahme des Vulkanismus ist alle Energie auf der Erde Sonnenenergie. Wir selber funktionieren ja auch mit Sonnenenergie – und zwar nicht nur, weil es uns bei Sonnenschein besser geht als bei Hochnebel, sondern weil wir uns von gespeicherter Sonnenenergie ernähren. Die Pflanzen fangen die Energie mittels Photosynthese auf und setzen mit ihrer Hilfe Kohlendioxid und Wasser zu Zucker und Stärke und allen Folgeprodukten zusammen. Unser Stoffwechsel gibt dann diese Sonnenenergie wieder frei, so dass sie uns zur Verfügung steht. Auch wenn wir uns an einem Feuer wärmen, wärmen wir uns an gespeicherter Sonnenenergie, die durch das Verbrennen des Holzes*

*wieder freigesetzt wird. Auch Kunststoff ist letztlich durch Sonnenenergie entstanden, auch Autos fahren mit Sonnenenergie, denn alles, was aus Erdöl hergestellt wurde, besteht aus nichts anderem als aus abgestorbenen Lebewesen, die dank der Sonnenenergie gewachsen sind. Auch Windräder und Wasserwerke reproduzieren Sonnenenergie, denn die Sonne treibt die Winde und den Wasserkreislauf an.*

## **Merkur**

Merkur ist der kleinste und sonnennächste Planet. Er weist von allen Planeten die grössten Temperaturunterschiede auf: an der Oberfläche herrscht eine Hitze von 427°C, in den Kratern an den Polen ist es dagegen -183°C kalt.

Je näher ein Planet der Sonne ist, desto schneller hat er sie umkreist. Deshalb dauert ein Merkurjahr nur 88 Tage. Weil sich aber der Planet nur sehr langsam um sich selber dreht, dauert dafür ein Merkurtag 116 Erdentage. Auf dem Merkur sind also die Tage etwa anderthalb mal länger als die Jahre.

Durchmesser: 4879 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 2.6 mal kleiner

Anzahl Monde: keine

Mittl. Entfernung zur Sonne: 58 Millionen km

Umlaufzeit um die Sonne: 87.969 Tage

**5. Farbbild des Merkurs.** Obwohl Merkur nur wenig grösser als unser Mond ist, wiegt er viermal mehr. Messenger, 14. Januar 2008

**6. Die Merkursichel im All.** Die Oberfläche des Merkurs ist wie diejenige unseres Mondes von Kratern übersät, die beim Einschlag von Meteoriten entstanden sind. Mariner 10, 29. März 1974

**7. Das Calorisbecken.** In der unteren Bildmitte ist eine grosse, halbkreisförmige Struktur zu erkennen, die sich im dunklen Bildbereich zu einem Kreis ergänzt. Das Calorisbecken ist mit einer Breite von mehr als 1200 Kilometern einer der grössten Einschlagskrater im Sonnensystem. Der Aufprall des grossen Meteoriten war so heftig, dass auf der gegenüberliegenden Seite des Planeten Berge entstanden sind. Mariner 10, 29. März 1974

*Die Planeten tragen seit Jahrtausenden die Namen von Göttern. Sie waren am Nachthimmel deutlich als etwas Besonderes erkennbar, da sie im Gegensatz zu den „Fixsternen“, die soweit entfernt sind, dass sie relativ zueinander immer am gleichen Ort stehen, ihre Position dauernd wechseln. Man sah die Kräfte, die das Leben lenken, in diesen „Wandelsternen“ verkörpert und ordnete jedem von ihnen eine Gottheit zu. Merkur (oder griechisch Hermes) war der Götterbote mit den geflügelten Füssen, der in Windeseile Botschaften vom Himmel auf die Erde und wieder zurück brachte. Tatsächlich ist auch der Planet Merkur ganz ein Schneller: als sonnennächster Planet hat er die Sonne am schnellsten umkreist, so dass ein Merkurjahr nur 88 Erdentage dauert.*

## **Venus**

Die Oberfläche der Venus ist nicht direkt sichtbar, weil ihre Atmosphäre aus Kohlendioxid sehr dicht und wolkenreich ist.

Diese Treibhausgas-Atmosphäre führt zur Speicherung der Sonnenwärme und Erhitzung der Venusoberfläche auf bis zu 420°C. Der atmosphärische Druck auf der Venus ist 92 Mal höher

als auf der Erde. Dies entspricht dem Druck, der in unseren Meeren in einer Wassertiefe von 1000 m herrscht.

Durchmesser: 12 104 km

Grösse im Vergleich zur Erde: etwa gleich gross

Anzahl Monde: keine

Mittl. Entfernung zur Sonne: 108 Millionen km

Umlaufzeit um die Sonne: 224.701 Tage

**8. Venus.** Die Oberfläche der Venus versteckt sich unter einem dichten Wolkenschleier. Das Bild ist eine der frühesten Detailansichten der Venuswolken. Mariner 10, 5. Februar 1974

**9. Oberfläche der Venus.** Vulkanische Formationen und Oberflächenrisse in der Region Atla. Die Oberfläche der Venus ist stark durch Vulkanismus geprägt. Magellan, 15. September 1990 - 14. September 1992

**10. Die Tethus Region auf der Venus.** Weil man wegen der Wolken nicht direkt auf die Venus sieht, erfasste die Sonde Magellan während zwei Jahren die Venusoberfläche mit einem Radar-Kartierungsgerät. Ebenen erscheinen auf den schwarz-weissen Radarbildern dunkel, Berge hell. In der unteren Bildmitte als weisser Kreis der Krater La Fayette. Magellan, 15. September 1990 - 14. September 1992

*Venus, die von Wolken verhüllte Himmelsgöttin, hat die Phantasie der Astronomen heftig beflügelt. Man rätselte lange, was wohl unter dem Wolkenschleier verborgen sei, vermutete gar einen üppigen, feuchten Dschungel. Es folgte die Ernüchterung, als die lebensfeindliche Situation auf der Planetenoberfläche bekannt wurde: höllische Hitze, hoher atmosphärischer Druck und aktive Vulkane.*

*Die Venus ist dank der zweijährigen Kartierung der Sonde Magellan der am besten kartierte Planet überhaupt (inklusive der Erde, auf der es noch unerforschte Gebiete unter Wasser gibt). Dies führte zu einem unerwarteten Problem: man hatte begonnen, alle Oberflächenstrukturen auf der Venus nach Göttinnen oder berühmten Frauen zu benennen. Weil man nun über derart detaillierte Aufnahmen des Planeten verfügte, gingen bald einmal die Namen aus. Das Unterkomitee der Internationalen Astronomischen Union (IAU), das für die unmissverständliche Benennung der Oberflächenmerkmale aller Planeten zuständig ist, appellierte daraufhin an die Öffentlichkeit: man möge doch bitte Namensvorschläge einreichen.*

## Erde und Mond

Die zum grössten Teil mit Wasser bedeckte Erde präsentiert sich mit ihrer sauerstoff- und stickstoffhaltigen Atmosphäre aus dem Weltraum als blauer Planet. Sie ist bis heute der einzige bekannte Ort im Universum, wo Leben existiert. Sämtliches Leben hat seinen Ursprung in den irdischen Ozeanen.

Zusammen mit Merkur, Venus und Mars gehört die Erde zu den terrestrischen Planeten. Diese haben im Gegensatz zu den sonnenfernen Gasplaneten eine feste Oberfläche.

Durchmesser Erde: 12 760 km

Mittl. Entfernung zur Sonne: 149,6 Millionen km



Durch seine Nähe und Grösse beeinflusst der Mond die Erde stark. Er hilft mit, das „Taumeln“ der Erdachse zu stabilisieren. Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen auf der Erde wären also ohne Mond viel grösser, wahrscheinlich hätten sich nie höhere Lebensformen entwickeln können.

Auch für die Raumfahrt ist der Mond ein Schlüsselgestirn: seine Nähe machte eine Reise ins All realistisch. Als einziger unserer Himmelskörper ist er von Menschen besucht worden. Am 21. Juli 1969 betrat der amerikanische Astronaut Neil Armstrong als erster Mensch den Mond.

Durchmesser Mond: 3 476 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 3.7 mal kleiner

Mittl. Entfernung zur Erde: 384.400 km

Umlaufzeit um die Erde: 27.3217 Tage

**11. Der Planet Erde mit Blick auf Südamerika.** Rauch hängt über den Regenwäldern Brasiliens, wo die Bauern Land roden für die Landwirtschaft. Rechts ist Afrikas Westküste zu erkennen. Messenger, 2. August 2005

**12. Blick auf den Mittelmeerraum.** Zwischen Afrikas Nordküste und Italien befindet sich ein Schleier aus rötlichem Sahara-Staub. OrbView 2, 22. August 2000

**13. Ausbruch des Vulkanes Ätna auf Sizilien.** Eine Rauchfahne zieht sich übers Mittelmeer Richtung Afrika. Acqua, 30. Oktober 2002

**14. Mare Orientale.** Der riesige Mondkrater Mare Orientale ist 320 km breit. Er ist beim Zusammenstoss des Mondes mit einem Asteroiden entstanden. Von der Erde aus ist er schwierig zu sehen, weil er sich ganz am Rand zwischen Vorder- und Rückseite des Mondes befindet. Lunar Orbiter 5, 18. August 1967

**15. Oberfläche des Mondes südwestlich des Mare Orientale.** Alle Krater auf dem Mond haben einen Namen erhalten. In der oberen Bildmitte sind die beiden nebeneinander liegenden Einschlagskrater Von Kärmaàn und Leibnitz zu erkennen. Am rechten Bildrand liegt der ähnlich grosse Oppenheimer Krater. Lunar Orbiter 5, 11. August 1967

*Die Erde hat verschiedene Eigenschaften, ohne die das Leben hier nicht in dieser Form hätte entstehen können:*

- *Sie hat eine Atmosphäre, in welcher sich bestimmte Gase anreichern können, wichtig natürlich der Sauerstoff.*
- *Sie verfügt über grosse Ozeane, also viel Wasser.*
- *Ihre Distanz zur Sonne ist so, dass die Temperaturen nicht zu heiss und nicht zu kalt sind.*
- *Sie hat im Verhältnis zu ihrer Grösse den grössten Mond aller Planeten. Die Anwesenheit eines so grossen Trabanten stabilisiert das Taumeln der Erdachse und damit die Temperatur auf der Erdoberfläche.*

*Auf dem Bild Nr. 12 ist dank der Seen die Schweiz erkennbar. Wer ganz gut schaut, entdeckt sogar den Vierwaldstättersee und kann damit Luzern lokalisieren.*

*Das Bild Nr. 14 erscheint leicht waagrecht gestreift: die Schwarzweissbilder, die zwischen 1966 und 1967 von den fünf Lunar Orbitern aufgenommen wurden, entstanden auf einem 70-mm Film, der in der Mondumlaufbahn automatisch belichtet und entwickelt wurde, eine Technik, die für Spionagesatelliten eingesetzt wurde, hier aber dazu diente, mögliche Landeplätze für die Apollo-Mission zu finden. Das Ergebnis waren bemerkenswert gute, jedoch deutlich*

*gestreifte Bilder. Obwohl sie mit Computerprogrammen bearbeitet und sogar von Hand noch retuschiert wurden, lässt sich das ursprüngliche Streifenmuster noch erkennen.*

## Mars

Wegen seiner von Eisenoxiden herrührenden, rot-orangen Farbe lässt sich Mars am Nachthimmel leicht von andern Planeten und Sternen unterscheiden.

Bis heute sucht man auf ihm nach Leben. Gründe dafür sind erstens das früher offenbar reichlich vorhandene Wasser, von welchem man Reste unter den vereisten Polkappen aus gefrorenem Kohlendioxid vermutet. Ausserdem umgibt eine, wenn auch dünne Atmosphäre aus Kohlendioxid den Planeten, und seine Temperaturen schwanken jahreszeitlich „nur“ zwischen 20°C und -140° C.

Durchmesser: 6 792 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 1.9 mal kleiner

Anzahl Monde: 2

Mittl. Entfernung zur Sonne: 228 Millionen km

Umlaufzeit um die Sonne: 686.98 Tage

**16. Nordhalbkugel des Mars.** Der helle Bereich auf der rechten Seite ist gefrorenes Kohlendioxid im Hellas-Einschlagskrater. Viking Orbiter 1, 7. Juli 1980

**17. Gesamtansicht Mars.** Über dem nördlichen Pol und am rechten Rand schweben Wolken. Die südliche Polkappe ist mit gefrorenem Kohlendioxid bedeckt. Rosetta, 24. Februar 2007

**18. Valles Marineris im Äquatorbereich des Mars.** Das Grabenbruchsystem Valles Marineris ist fast 4000 km breit und der grösste Canyon im Sonnensystem. Viking Orbiter 1, 16. Juli 1978

**19. West Chandor Chasma, ein Abschnitt von Valles Marineris.** Jeder Seitencanyon ist grösser als der amerikanische Grand Canyon. Viking Orbiter 1, 17. August 1976

**20. Noctis Labyrinthus, ein Teil des Canyonsystems Valles Marineris.** Auf der rechten Bildseite sind die erloschenen Vulkane Arsia Mons (oben) und Pavonis Mons (unten) erkennbar. Viking Orbiter 1, 22. Februar 1980

**21. Krater des erloschenen Vulkans Olympus Mons.** Der gewaltigste Vulkan im ganzen Sonnensystem ist 24 km (!) hoch und sein Krater etwa 3000 m tief. Mars Express, 21. Januar 2004

**22. Dünenfeld im Innern des Endurance-Kraters auf dem Mars.** Die Untersuchungen der Sonde Rover Opportunity am Endurance-Krater ergaben, dass die Region mehrmals von Wasser bedeckt und wieder ausgetrocknet war. Rover Opportunity, 23. Mai 2004

*Bei Bild Nr. 16 hat Benson den Terminator (lat. „Abgrenzer“, die Tag-Nacht-Grenze) mithilfe von digitalen Verfahren ergänzt. Er gibt an, dass die Grenze bereits sichtbar war, jedoch durch die scharfen Kanten einiger Einzelbilder unterbrochen wurde, die er dann verwischte.*

## Jupiter

Jupiter ist der weitaus grösste und schwerste Planet in unserem Sonnensystem. Würde man Jupiter auf eine Waagschale setzen und auf die andere Waagschale alle restlichen Planeten, so wäre Jupiter allein immer noch 2,5 Mal schwerer.

Jupiter ist ein Gasplanet, eine gigantische Masse aus Wasserstoff und Helium ohne sichtbare feste Oberfläche. Er dreht sich so schnell um sich selbst, dass ein Jupitertag nur etwa 10 Stunden dauert und die starken Fliehkräfte ihn zu einer leichten Ellipse verformt haben.

Durchmesser: 142 980 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 11.21 mal grösser

Anzahl Monde: 63

Mittl. Entfernung zur Sonne: 778 Millionen km

Umlaufzeit um die Sonne: 11.86 Jahre

**23. Jupiter, der größte Planet unter der Sonne.** Jupiters berühmter Roter Fleck ist ein Sturmsystem, das seit Hunderten von Jahren tobt. Cassini, 29. Dezember 2000

**24. Mondaufgang.** Der Mond Io über Jupiters Nachtseite. Voyager 1, 24. Februar 1979

**25. Zwei der vier grossen Jupitermonde vor dem Hintergrund ihres Planeten.** Oben der vulkanische Mond Io, unten die vereiste Europa. Voyager 1, 2. März 1979

**26. Der Mond Io hoch über Jupiters Wolkendecke.** Zwischen Jupiter und Io liegen 350'000 Kilometer – das entspricht rund 2,5 Jupiterdurchmessern. Cassini, 1. Januar 2001

**27. Io, Jupiters vulkanischer Mond.** Die Farbvariationen der aktiven Vulkanlandschaft lassen vermuten, dass die Laven und schwefelhaltigen Ablagerungen aus komplexen Bestandteilen zusammengesetzt sind. Galileo, 3. Juli 1999

**28. Europa, der ozeanische Mond.** Seit man herausfand, dass sich unter Europas Eisdecke riesige Ozeane befinden, wird über mögliches Leben auf diesem Jupitermond spekuliert. Voyager 2, Juli 1979

**29. Eisiges Chaos auf dem Jupitermond Europa.** Jupiters Anziehungskraft verursacht Gezeiten in Europas Ozeanen. Die Risse in der schwimmenden Eisdecke sind teilweise eine Folge dieser Wasserströmungen. Galileo, 29. März 1998

*Nicht nur Jupiter, sondern auch Saturn, Uranus und Neptun sind Gasplaneten. Io und Europa, die beiden porträtierten Monde, gehören zu den vier grossen, so genannten Galileischen Monden. Die beiden andern, Ganymed und Callisto, sind in der Ausstellung nicht zu sehen. Diese vier Monde wurden im Jahr 1610 vom italienischen Physiker Galileo Galilei entdeckt. Aus der Beobachtung der Monde und ihrer verschiedenen Positionen zog er den Schluss, dass sie Jupiter umkreisen. Diese Erkenntnis scheint uns heute nicht sehr gewagt, aber damals wurde offiziell noch die Meinung vertreten, dass alle Gestirne um die Erde kreisen, und Galilei wurde schon für die Äusserung, dass die Sonne und nicht die Erde das Zentrum des Systems sei, zu lebenslangem Hausarrest verknurrt.*

*Die Sonde, die die Bilder Nr. 27 und 29 fotografiert hat, wurde nach diesem grossen Astronomen „Galileo“ benannt und sollte um den Jupiter herumfliegend diesen Planeten studieren. Sie flog eine ungewöhnliche Bahn: als sie fertig gebaut war, fand sich keine Rakete, die genügend Schubkraft aufgewiesen hätte, die schwere Sonde zum Jupiter zu befördern. Nach vielen Problemen und jahrelanger Verzögerung kam ein Spezialist für Bahnkurven auf die brillante Idee, die Sonde nicht Richtung Jupiter, sondern Richtung Sonne abzuschliessen. Sie wurde einmal um die Venus und zweimal um die Erde gelenkt und holte im Gravitationsfeld dieser Planeten soviel Schwung, dass sie schliesslich doch noch zum Jupiter und seinen Monden gelangte. Dank Galileo entdeckte man, dass sich unter Europas Eis grosse Ozeane befinden. Als die Sonde alt und schwer lenkbar wurde, befürchtete man, dass sie auf den Mond Europa herunterstürzen und ihn mit irdischem Leben kontaminieren könnte. Das wollte man nicht riskieren, weil man ja auf diesem Mond nach Leben suchte. Also wurde die Sonde direkt in Jupiters heisse Gasmasse hineingelenkt und verglühte dort.*

*Bild 24 und 25 wurden von der Sonde Voyager 1 gemacht, die gerade jetzt (Dezember 2010) in den Zeitungen erschien, weil sie im Begriff ist, als erste Sonde unser Sonnensystem zu verlassen. Sie wurde wie ihre Schwestersonde Voyager 2 im Jahr 1977 abgeschossen, raste seither mit 60'000 km/h durchs All und ist mittlerweile mehr als 17 Milliarden km von der Sonne entfernt.*

## Saturn

Seine Ringe machten Saturn zu einem der bekanntesten Himmelskörper. Galileo Galilei deutete die Erscheinung 1610 als zwei Monde an den Seiten des Saturns. Erst 1655 erkannte Christian Huygens, dass es sich dabei um Ringe handelt.

Heute wissen wir, dass es tausende von Ringen sind, die aus Eisbrocken unterschiedlicher Grösse bestehen. Die gute Lichtreflexion der Eisringe erklärt die ungewöhnliche Helligkeit des Saturns, den man trotz seiner Entfernung von der Erde gut mit blossen Auge erkennen kann.

Durchmesser: 120'540 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 9.5 mal grösser

Anzahl Monde: 62

Mittl. Entfernung zur Sonne: 1.43 Milliarden km

Umlaufzeit um die Sonne: 29.457 Jahre

**30. Saturn und seine Ringe in Echtfarbe.** Über dem rechten Rand der Ringe sind die Saturnmonde Mimas und Janus knapp als zwei winzige, weisse Pünktchen erkennbar. Wer sucht, der findet! Cassini, 6. Oktober 2004

**31. Saturn in seinen Ringen aus Eis.** Dank der Ringe ist bei Saturn der Schatten, den ein Planet wirft, deutlich sichtbar. Cassini, 9. Mai 2007

**32. Saturns südliche Hemisphäre und die Ringe.** Die dunkle Kante in der rechten, oberen Bildhälfte wird durch den Schattenwurf des Planeten auf die Ringe verursacht. Cassini, 23. April 2009

**33. Saturn mit dem Mond Mimas.** Das blaugraue Streifenmuster auf Saturns Nordhalbkugel entsteht durch den Schattenwurf der Ringe. Im Vordergrund ein Ring-Ausschnitt. Cassini, 7. November 2004

**34. Der Mond Mimas vor dem azurblauen Hintergrund des Saturns.** Mimas ist einer der grösseren Saturnmonde, mit 397 km Durchmesser aber etwa 10 mal kleiner als unser Mond. Cassini, 18. Januar 2005

**35. Der Mond Dione vor dem Horizont des Saturns.** Unten im Bild erkennt man die Ringe, oben rechts ihre Schatten auf dem Planeten. Der Mond Dione besteht vorwiegend aus Eis. Cassini, 11. Oktober 2005

*Das Bestechendste an den Bildern des Saturns ist das Schattenspiel. Die Sonne ist ja als Leuchtquelle das einzige Objekt im Sonnensystem, das keinen Schatten wirft. Die Planeten und Monde leuchten nicht selber, sondern reflektieren nur auf der einen Seite das Licht und werfen auf der andern Seite einen Schatten. Bei den meisten Planeten ist dieser Schattenwurf ins All etwas sehr abstraktes, weil man ihn ja nicht sieht. Die grosse Ausnahme ist der Saturn. Er wirft einen Schatten auf die Ringe, und die Ringe werfen Schatten auf den Planeten. Die blau gestreiften Flächen auf den Bildern sind nicht, wie man zuerst annehmen möchte, die Ringe, sondern es ist die Oberfläche des Saturns, auf welcher sich die Schatten der Ringe abzeichnen. Die Ringe des Saturns sind übrigens im Verhältnis zu ihrer Länge extrem dünn: auf einer Länge von 250 000 km sind sie bloss ein paar hundert Meter dick! Dank ihrer guten Lichtreflektion sind sie schon mit einem guten Feldstecher zu sehen, allerdings nicht immer gleich gut. Je nach Saturns Winkel zur Erde sehen wir senkrecht auf die Kante der Ringe oder von schräg oben oder unten auf die Fläche der Ringe. Im ersten Fall sind die Ringe auf diese Distanz unsichtbar, im zweiten Fall aber deutlich zu sehen. Schon Galileo Galilei war sehr irritiert durch das rätselhafte Phänomen links und rechts vom Saturn, das er einmal sah und zwei Jahre später wieder nicht.*

## Uranus

Das Aussergewöhnlichste an Uranus ist seine stark gekippte Drehachse, die ihren Ursprung eventuell in einem Zusammenstoss mit einem anderen Himmelskörper hat. Uranus rotiert sozusagen auf der Seite liegend, die Sonne scheint im Sommer und Winter direkt auf die Pole. Weil Uranus 84 Erdenjahre braucht, um die Sonne zu umkreisen, haben seine Hemisphären je 42 Jahre Sommer und Winter.

Wegen Uranus' grosser Entfernung von der Erde brauchten die Signale der Raumsonde Voyager 2 Stunden und 45 Minuten bis zur Erde – und dies bei Lichtgeschwindigkeit.

Durchmesser: 51'120 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 4 mal grösser

Anzahl Monde: 27

Mittl. Entfernung zur Sonne: 2.9 Milliarden km

Umlaufzeit um die Sonne: 84.011 Jahre

**36. Uranus und seine Ringe.** Das am höchsten aufgelöste Bild des Uranus, das je aufgenommen wurde. Während Saturn von tausenden von Ringen umgeben ist, sind von Uranus nur 13 Ringe bekannt, die man auf dem Bild nicht alle erkennen kann. Voyager 2, 10. Januar 1986 (Bildbearbeitung von Calvin Hamilton)

**37. Sicht auf einen Pol des Uranus.** Uranus' Pole liegen auf der Ebene seiner Umlaufbahn und nicht, wie bei allen anderen Planeten, mehr oder weniger senkrecht dazu. Voyager 2, 10. Januar 1986

*Bei Uranus und Neptun ist erst eine Sonde vorbeigekommen, eben Voyager 2, die auch diese Bilder geschossen hat.*

## Neptun

Von Neptun, dem äussersten Planeten, ist die weit entfernte Sonne nur als heller Stern am Himmel zu erkennen. Neptun wurde 1846 entdeckt, gerade vor einem knappen Neptunjahr. Der Planet braucht nämlich für eine Umrundung der Sonne 164,8 Erdenjahre. Den Neptunmond Triton fand man bereits zwei Wochen nach Neptuns Entdeckung. Im Gegensatz zu allen andern grossen Monden im Sonnensystem umrundet er seinen Planeten rückläufig, das heisst in der Gegenrichtung zu dessen Drehsinn. Er ist zudem mit  $-253\text{ °C}$  das kälteste bekannte Objekt im Sonnensystem.

Durchmesser: 49'530 km

Grösse im Vergleich zur Erde: 3.9 mal grösser

Anzahl Monde: 13

Mittl. Entfernung zur Sonne: 4.5 Milliarden km

Umlaufzeit um die Sonne: 164.79 Jahre

**38. Neptun.** Auf den Aufnahmen von 1989 war der Grosse Dunkle Fleck, hier begleitet von einer weissen Wolke, die auffälligste Erscheinung des Planeten. Es handelte sich wahrscheinlich um ein kurzlebiges Sturmsystem, denn auf späteren Bildern des Hubble Space Telescop erscheint es nicht mehr. Voyager 2, 19. August 1989

**39. Doppelte Sichelansicht von Neptun und seinem Mond Triton.** Voyager 2, 31. August 1989

**40. Triton, der größte Mond des Planeten Neptun.** Auf Triton gibt es aktive Vulkane, die Stickstoff und Methangas ausspeien. Voyager 2, 25. August 1989

*Zum Vergleich: der Grosse Dunkle Fleck auf dem Bild Nr. 38 hat etwa die Grösse der Erde. In diesem riesigen Sturmsystem sollen unvorstellbar schnelle Winde zu finden sein. Die höchste Windgeschwindigkeit auf der Erde wurde 1996 während einem Orkan auf der westaustralischen Insel Barrow Island gemessen: 408 km/h. Das ist ein zartes Säuseln gegen die Windgeschwindigkeiten von bis zu 1800 km/h in den Sturmsystemen des Neptun.*

*Der Neptun-Mond Triton ist sicherlich in vieler Hinsicht ein sehr interessantes Gestirn: rückläufige Bahn, das kälteste bekannte Objekt im Sonnensystem und gleichzeitig vulkanisch aktiv. Neben Triton kennen wir nur noch drei Planeten und Monde mit aktivem Vulkanismus: die Venus, die Erde und den Jupitermond Io. Die rückläufige Bahn des Mondes führt übrigens dazu, dass er sich durch die Anziehungskraft des Neptuns immer mehr verlangsamt und wahrscheinlich in absehbarer Zeit auf den Planeten hinunterstürzen wird.*

## (Pluto)

*Von Pluto gibt es kein Bild. Erstens ist bei Pluto noch keine Sonde vorbeigekommen, die erste wird ihn voraussichtlich erst im 2015 besuchen. Zweitens gehört Pluto seit 2006 nicht mehr zu den Planeten, sondern zu den Zwergplaneten, von denen es noch mehrere andere gibt. Er ist zu klein für einen „echten“ Planeten und umrundet die Sonne ausserdem in einer elliptischen und – im Verhältnis zur Ebene der andern Planetenbahnen – schiefen Bahn.*

## Rund um die Ausstellung – Ideen und Gesprächsanregungen

### Ausstellungskiste „Da draussen“

Die Ausstellungskiste kann im Museum während des Besuchs benützt, aber nicht in die Schule ausgeliehen werden. Bitte die Materialien sorgfältig behandeln und vor allem: am Empfang melden, wenn was kaputt ist!

#### *Material Ausstellungskiste:*

- 5 Sets Bensonpuzzles (überlappende Bildteile) mit Bildern von Sonne, Erde, Mars, Io, Saturn
- 6 Schachteln mit runden Objekten diverser Grössen
- 1 Meteorit und 1 Tektit mit Magnet
- Taschenlampe
- Aufblasbarer Globus & kleiner Globus
- 1 Sonnensystempuzzle mit Namen & Grössenvergleichen der Planeten und der Sonne

### In der Ausstellung

#### **Grössenverhältnisse der Planeten**

Die runden Objekte in den Schachteln sollen die Planeten in den richtigen Grössenverhältnissen darstellen.

Die Aufgabe ist es, herauszufinden, welches Objekt welchen Planeten darstellt.

Kann entweder mithilfe der Planetendurchmesser in der Ausstellung oder mithilfe des Planetenmodells im 1. Stock gelöst werden.

Lösung:

2 Walnüsse = Jupiter & Saturn

2 Kichererbsen = Uranus & Neptun

2 Senfsamen = Erde & Venus

2 Mohnsamen = Merkur & Mars

1 Ballon = Sonne

#### **Entstehung der Bilder, Puzzle**

Michael Benson musste die Bilder aus verschiedenen, sich überlappenden Aufnahmen zusammensetzen. Schafft ihr das auch? Puzzle-Material in der Kiste.

#### **Sonnenfinsternis (Mondfinsternis, Mondphasen)**

Bild Nr. 4: Auf dem Bild sieht man den Mond vor der Sonne, allerdings aus dem All aufgenommen. Von der Erde aus gesehen wäre diese Situation eine Sonnenfinsternis, weil von uns aus gesehen der Mond gleich gross wie die Sonne ist. Das kann mithilfe des Kartons verdeutlicht werden.

Falls man das Thema weiter vertiefen möchte (inklusive Mondphasen), gibt es in der Kiste auch eine Lampe und einen Globus. Die nächsten (partiellen) Sonnenfinsternisse findet übrigens am 4. Januar 2011 und am 1./2. Juni 2011 statt, die nächsten totalen Mondfinsternisse am 15./16. Juni 2011 und am 10. Dezember 2011.

#### **Rechenaufgaben**

Die Entfernungen im All sind für uns unvorstellbar gross (s. Texte bei den Planeten).

Wenn wir pro Tag 50 km gehen würden (etwa von Luzern nach Zürich), wie lange hätten wir dann bis zur Sonne, die rund 150 000 000 km von uns entfernt ist? (3 Millionen Tage, also ca 8220 Jahre. Wenn wir am Ende der Eiszeit losgelaufen wären, könnten wir heute etwa dort sein)

Ein Schnellzug, der nonstopp mit 150 km/h durch die Gegend rast, bräuchte bloss wie lange? (ca 114 Jahre, das könnten unsere Enkelkinder noch erleben...). Usw, nach Belieben fortzusetzen. In den Texten zu den Planeten sind Durchmesser des Planeten, Distanz zur Sonne und Umlaufzeit um die Sonne angegeben.

Die Sonde Voyager 2 übrigens brauchte 12 Jahre, bis sie den Planeten Neptun erreichte. Und die Sonde Voyager 1 brauchte 33 Jahre, um an den Rand des Sonnensystems zu gelangen – und dies bei einem Tempo von 60'000 km/h.

### **Material aus dem All zum Anfassen: Meteoriten**

Meteoriten sind kleine Festkörper aus dem All, die durch die Erdatmosphäre auf die Erdoberfläche gefallen sind. Sie entstanden durch den Zusammenprall von Asteroiden, welche dann in Bruchstücke zerfielen und, aus ihrer Bahn abgelenkt, ins Gravitationsfeld der Erde gerieten. Kleine Stücke erreichen die Erdoberfläche nicht, da sie beim Durchqueren der Erdatmosphäre verglühen (Sternschnuppen).

In der Ausstellungs-Kiste befindet sich ein kleiner **Steinmeteorit** (braun), der in der Sahara gefunden wurde. Er ist vom Wüstensand glattpoliert. Wie viele Meteorite enthält er Eisen, was man mit dem beigelegten Magnet testen kann. Steinmeteoriten wie dieser hier repräsentieren das älteste Material in unserem Sonnensystem. Sie entstanden wahrscheinlich sogar noch vor der Erde.

Das schwarze, rundliche Objekt dagegen ist kein Meteorit, sondern ein **Tektit**. Er wurde in Mexiko gefunden. Tektiten entstehen beim Aufprall von Meteoriten auf die Erde. Beim Einschlag wird extrem viel Energie frei, das umliegende Gestein schmilzt, Stücke davon werden durch die Luft geschleudert und erstarren zu Tektiten. Sie sehen sehr ähnlich aus wie vulkanisches Gestein.

In seltenen Fällen findet man Meteoriten, von denen man aufgrund ihrer Zusammensetzung weiss, dass sie vom Mond oder vom Mars stammen. Von diesen beiden Himmelskörpern wurden nämlich bereits Gesteinsproben untersucht und man kennt die Bestandteile. Die Mars- und Mond-Meteoriten wurden bei einem Zusammenprall mit einem Asteroiden von ihrem Muttergestein abgesplittert.

### **Diskussionsanregung**

Würdest du ins Weltall reisen wollen? Warum ja, warum nein?

Dazu noch eine aufschlussreiche Anekdote: Buckminster Fuller, ein auf Raumfahrt spezialisierter, berühmter Ingenieur, antwortete auf die Frage, ob er, der so viel für die Raumfahrt getan habe, nicht enttäuscht sei, niemals im All gewesen zu sein: „Aber, mein Herr, wir sind im Weltall!“

## **Vor oder nach dem Museumsbesuch**

### **Sternwarte**

Weil nichts über die eigene Beobachtung geht, sei Ihnen die Sternwarte wärmstens ans Herz gelegt. Die Sternwarte Hubelmatt ist jeden Dienstagabend von 20-22 h geöffnet und betreut. Es können ebenfalls Gruppenführungen (kostenlos) gebucht werden. Im Moment ist am Abend der Jupiter samt seinen grossen Monden gut zu sehen. Falls es mit der Sternwarte nicht klappt, kann man die Jupitermonde übrigens auch mit einem guten Feldstecher oder einem normalen Fernrohr beobachten.

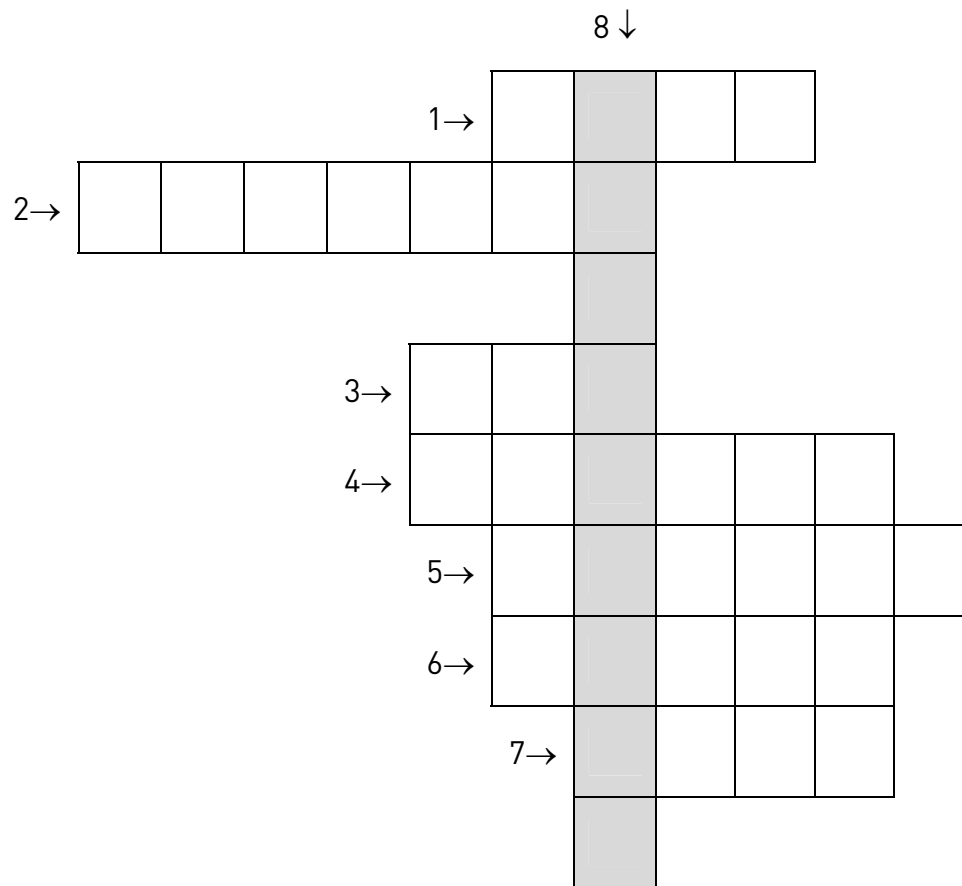
[www.luzern.astronomie.ch](http://www.luzern.astronomie.ch), [info.agl@astronomie.ch](mailto:info.agl@astronomie.ch)



## **Kreuzworträtsel**

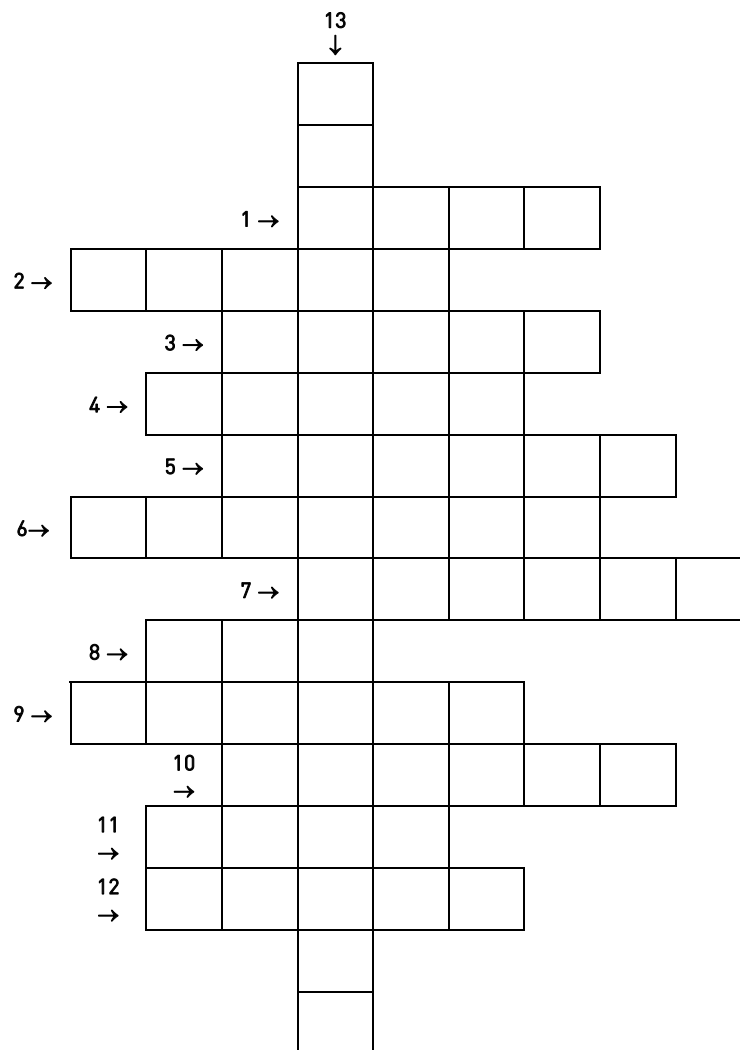
Die beiden folgenden Kreuzworträtsel können ohne die Bildlegenden-Broschüre gelöst werden. Es braucht dazu nur die Bilder und die in der Ausstellung vorhandenen Kurzbeschreibungen der einzelnen Planeten. Das grössere Planetenrätsel erfordert allerdings etwas Vorwissen und Kombinationsgabe.

## Ein kleines Planetenrätsel



1. Auf welchem Planeten gibt es riesige Canyons?
2. Welches ist der grösste Planet in unserem Sonnensystem?
3. Woraus bestehen die Ringe des Saturn?
4. Die Bilder 28 und 29 zeigen den Jupitermond Europa. Er ist auch auf dem Bild 25 zu sehen. Ist er der obere oder der untere der beiden Monde? Der .....
5. Auf dem Bild 14 sieht man einen riesigen ..... auf der Oberfläche unseres Mondes.
6. In unserem Sonnensystem gibt es nur einen Stern. Wie heisst er?
7. Wie Saturn hat auch Uranus Ringe. Wie viele sind auf dem Bild zu sehen?
8. Wie lautet der Nachname des ersten Menschen, der einen Fuss auf den Mond gesetzt hat?

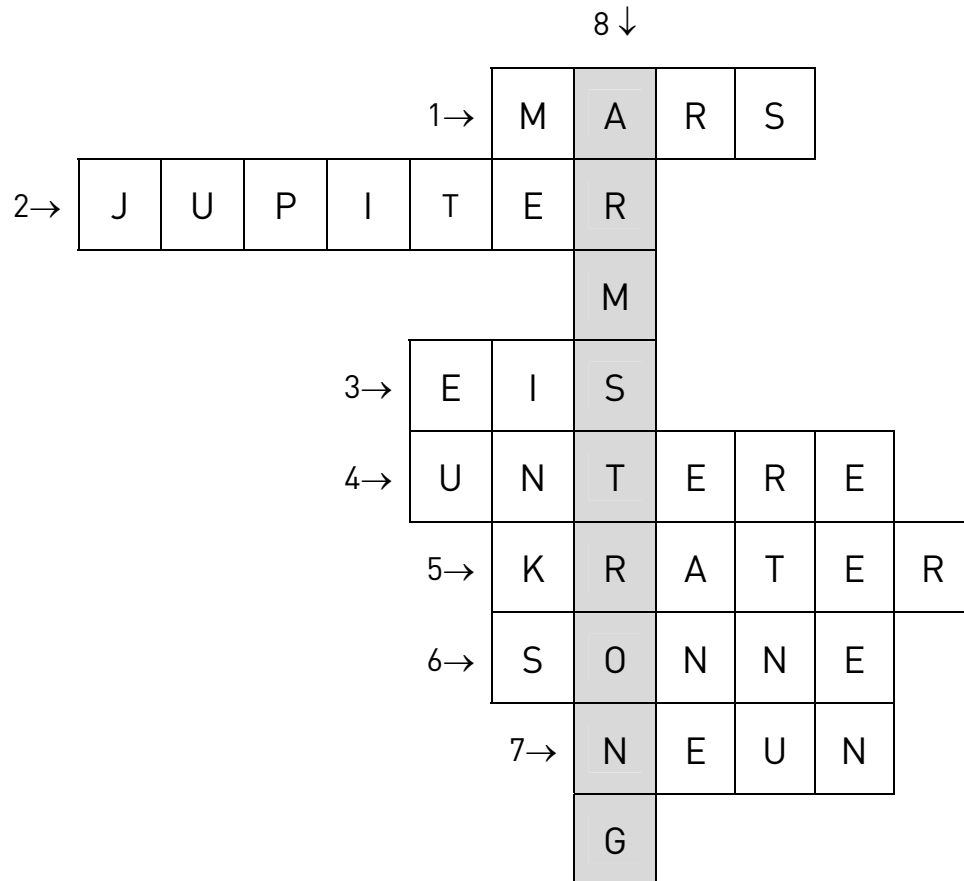
## Ein grösseres Planetenrätsel



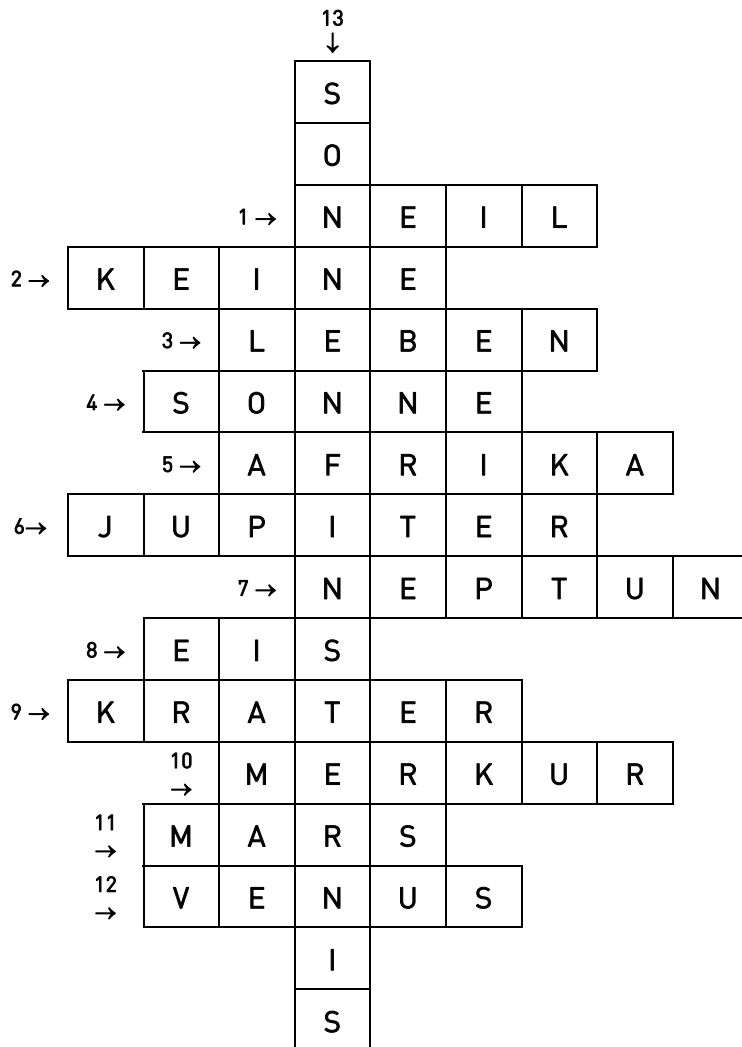
1. Vorname des Mannes, der als erster Mensch den Mond betrat.
2. Wie viele Monde hat der Merkur?
3. Was ist das speziell-spezielle am Planeten Erde? Hier gibt es .....
4. Welcher der dargestellten Himmelskörper wirft keinen Schatten?
5. Welchen Kontinent erkennt man am linken Rand des Bildes 12?
6. Auf dem Bild 38 erkennt man den Grossen Dunklen Fleck, ein riesiges Sturmsystem auf dem Planeten Neptun. Auf welchem Planeten findest du ein ähnliches Sturmsystem, den Grossen Roten Fleck?
7. Stell dich vor das Bild mit dem grossen Krater auf der Oberfläche unseres Mondes. Welcher Planet spiegelt sich darin?
8. Woraus bestehen die Ringe des Saturns?
9. Merkur und unser Mond sehen sehr ähnlich aus. Die auffälligste Oberflächenstrukturen sind bei beiden die vielen .....
10. Auf welchem Planet sind die Jahre am kürzesten?
11. Dieser Planet wird wegen seiner Farbe oft als „Roter Planet“ bezeichnet.
12. Welcher Planet ist etwa gleich gross wie die Erde?
13. Auf dem Bild 4 sieht man aus dem All unseren Mond vor der Sonne. Wie nennt man diese Situation, wenn man sie von der Erde aus beobachtet?

## Lösungen zu den Rätzeln

Lösung: Ein kleines Planetenrätsel



Lösung: Ein grösseres Planetenrätsel



## Kleines Glossar

Asteroid	Asteroiden oder Planetoiden sind kleine Objekte, die sich wie die Planeten um die Sonne bewegen. Sobald ein Asteroid genügend Masse hat, so dass er aufgrund seiner eigenen Schwerkraft eine kugelige Form annimmt, nennt man ihn „Zwergplanet“ (z.B. Pluto). Ein Grossteil der Asteroiden unseres Sonnensystems befindet sich auf einer Umlaufbahn zwischen Mars und Jupiter, im sogenannten Asteroidengürtel.
Komet	Himmelskörper, der vorwiegend aus Eis und Staub besteht und sehr weit entfernt um die Sonne kreist. Wenn ein Komet ins innere Sonnensystem abgelenkt wird, bildet er einen Schweif durch verdampfendes Eis und mitgerissenen Staub.
Krater	Auf den Ausstellungsbildern der Planeten und Monde sind zwei verschiedene Arten von Kratern zu erkennen: Einschlagskrater und Vulkankrater. Die auffälligen Krater, die die Oberflächen von Merkur und Erdmond prägen, sind Einschlagskrater, die durch den Zusammenstoss mit Asteroiden entstanden sind. Auf dem Mars befindet sich der gewaltigste, je entdeckte Vulkan, Olympus Mons. Er ist nicht mehr aktiv, aber sein riesiger Krater immer noch eine auffällige Struktur. Aktive Vulkane gibt es auf der Venus, der Erde, dem Jupitermond Io und dem Neptunmond Triton.
Meteor	Leuchterscheinung, die entsteht, wenn ein kleiner Festkörper aus dem All in die Erdatmosphäre eintritt. Ein Meteor verglüht entweder als Sternschnuppe in der Atmosphäre oder er erreicht als Meteorit den Erdboden.
Meteorit	Festkörper aus dem All, der die Erdatmosphäre durchquert und die Erdoberfläche erreicht hat. Meteoriten bestehen aus verschiedenen Mineralien und Metallen.
Mond	Ein Mond ist ein Himmelskörper einer bestimmten Mindestgrösse, der um einen Planeten oder um ein kleineres Objekt (z.B. Asteroid) kreist. Um Verwechslungen zu vermeiden, nennt man unseren Mond auch „Erdmond“.
Planet (Exoplanet, Gasplanet, terrestrischer Planet)	Ein Planet, früher auch „Wandelstern“ genannt, ist ein Himmelskörper von einer bestimmten Mindestmasse, der sich auf einer Bahn um die Sonne bewegt. Planeten, die andere Sterne als unsere Sonne umkreisen, heissen „extrasolare Planeten“ oder kurz „Exoplaneten“. Die Planeten unseres Sonnensystems werden eingeteilt in terrestrische Planeten und Gasplaneten. Erstere haben eine festen Oberfläche aus Gestein (Merkur, Venus, Erde, Mars), letztere bestehen aus riesigen, zusammengepressten Gasmassen (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun).
Satellit	In der Astronomie ein Himmelskörper, der einen anderen Himmelskörper umkreist. Der Mond ist zum Beispiel ein Satellit der Erde. Heute gibt es in der Raumfahrt auch künstliche Satelliten, also Sonden, die einen Himmelskörper umkreisen. Sonden, die um die Erde kreisen heissen „Erdsatelliten“. Sonden, die um einen anderen Himmelskörper als die Erde kreisen, nennt man „Orbiter“.
Sonnensystem	Das gravitative System unserer Sonne. Es umfasst die Sonne, die sie umkreisenden Planeten, deren Monde, sowie weitere, kleine Himmelskörper (z.B. Zwergplaneten, Asteroiden) im Gravitationsfeld der Sonne.
Stern	Massereiche, selbstleuchtende Gaskugel im All. Sterne haben verschiedene Grösse, Farben, Leuchtkraft etc. und werden dementsprechend eingeteilt in z.B. Blaue Riesen oder Rote Zwerge. Der uns nächste Stern ist die Sonne, das Zentrum unseres Sonnensystems.

## Medienliste

- Benson, Michael, 2004: **Jenseits des Blauen Planeten**. Verlag GEO und Knesebeck, München. ISBN 3-89660-200-4  
(engl. Titel: **Beyond: Visions of the interplanetary probes**, 2003)
- Das Buch zur Ausstellung, bzw das Buch, das der Ausstellung vorausging. Darin hat Michael Benson seine Bilder plus einige Artikel über Astronomie und Raumfahrt vereint. Den einzelnen Planeten geht je eine Seite Text voraus. Das Buch ist schon vergriffen, kann aber noch hie und da bestellt (Amazon) oder in Bibliotheken gefunden werden.

### Für Lehrpersonen

- Howald, Sibylle, 2007: **Die Sonne und ihre Planeten**. elk Verlag, Winterthur.
- Tolle Werkstatt für das 4. bis 6. Schuljahr. Mit 23 Posten.

### Für Kinder

- Hawking, Lucy & Stephen, 2009. **Der geheime Schlüssel zum Universum**. Die grosse illustrierte Ausgabe. 2. Auflage. cbj Verlag, München.
- Hawking, Lucy & Stephen, 2009. **Die unglaubliche Reise ins Universum**. cbj Verlag, München.
- Band 1 und 2 der aufregenden Weltall-Abenteuer zweier Kinder. Die Romane sind gespickt mit Illustrationen und „Kästcheninfos“ zu den jeweiligen Kapiteln. Das Autorenteam besteht aus Vater und Tochter, wobei Stephen Hawking offenbar einer der ganz grossen Astrophysiker ist und man daher annehmen darf, dass die Fakten in den Büchern auf dem neusten Stand sind. Diese Fakten werden übrigens bestechend einfach erklärt.

### Sachbücher

- Reihe Sehen-Staunen-Wissen, 1998: **Astronomie: Die Geheimnisse des Universums mit seinen Planeten und Sternen**. 2. Auflage, Verlag Gerstenberg, Hildesheim.
- Ein weiteres Exemplar aus der empfehlenswerten Sehen-Staunen-Wisse Reihe. Ausser vielen historischen und technischen Informationen gibt es zu jedem Planet, der Sonne und dem Mond eine eigene Doppelseite.
- Teichmann, Jürgen und Katja Wehner, 2009: **Die überaus fantastische Reise zum Urknall – Astronomie von Galilei bis zur Entdeckung der Schwarzen Löcher**. Arena Verlag, Würzburg.
- Ein Sachbuch für junge All-Fans. Jürgen Teichmann ist nicht nur Physiker, sondern ein bekannter Wissenschaftskommunikator, der es versteht, komplizierte Dinge verständlich auszudrücken. Trotzdem erst so ab schätzungsweise 5./6. Klasse geeignet.

### Internetseiten

<http://www.kinetikonpictures.com/splash/flash/>

- Homepage von Michael Benson.

<http://luzern.astronomie.ch/>

- Seite der Sternwarte Hubelmatt in Luzern.

<http://www.astroinfo.ch/>

- Nach Aussage der Sternwärtler die Homepage Nr. 1 in der Schweiz, was Astronomie anbelangt. Die homepage ist auf Deutsch, hat eine täglich wechselnde Rubrik „Heute am Himmel“ (die man sich übrigens auch per e-Mail zuschicken lassen kann), ein hilfreiches Astrollexikon, ein „Planetarium“ mit Infos zu den einzelnen Planeten - und vieles mehr.

### Google Earth

- Auf der Seite von Google Earth können Sie oben unter dem kleinen Planetensymbol auswählen zwischen Erde, Himmel, Mars und Mond. Unter „Himmel“ wird der Blick von der Erde aus ins Weltall gelenkt, Sternbilder können abgerufen werden etc. Unter „Mond“ und „Mars“ kann man wie bei google earth die Oberfläche näher zoomen, Karten anschauen etc. Vorallem beim Mond sind die Möglichkeiten gross: es gibt detaillierte Karten von der Vorderseite, ausserdem sind Missionsstandorte bezeichnet und geben auf Mausclick Auskunft über Ziele und Resultate... Allerdings ist das Ganze auf Englisch.

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/>

- Photogalerie der NASA zu den Planeten. Aus diesem Fundus hat Michael Benson unter anderem seine Bilder geholt.

<http://www.galaxyzoo.org/?lang=de> und

[http://de.wikipedia.org/wiki/Galaxy\\_Zoo](http://de.wikipedia.org/wiki/Galaxy_Zoo)

- Zum Schluss noch etwas für ganz Angefressene: das Projekt Galaxy-Zoo klassifiziert mithilfe von freiwilligen Laien noch nie gesehene Galaxien. Das menschliche Gehirn ist offenbar besser in der Lage, Galaxien in verschiedene Gruppen einzuteilen, als ausgefeilte Computerprogramme. Tausende von Freiwilligen sind fleissig dabei, jeder und jede Interessierte/r kann mitmachen. Das Projekt wird von verschiedenen Universitäten koordiniert und von der NASA unterstützt.



## Das Lehrpersonen-@bo

Liebe Lehrerin, lieber Lehrer

Möchten Sie in Zukunft stets und ganz automatisch auf dem Laufenden sein, was die Aktivitäten im Natur-Museum Luzern betrifft?

Wir schicken Ihnen die Informationen (Infos über neue Sonderausstellungen und die Daten der Veranstaltungen für Lehrpersonen), die wir ca. drei- bis viermal jährlich an alle Schulhäuser des Kantons Luzern versenden, auch gerne direkt zu Ihnen nach Hause. Per E-Mail. Schnell, kostenlos, praktisch .... und erst noch recht ökologisch!

Sind Sie an diesem Service interessiert? Senden Sie einfach ein E-Mail mit Ihrer Mail-Adresse und dem Vermerk „Mail-Service für Lehrpersonen“ an [vermittlung.nml@lu.ch](mailto:vermittlung.nml@lu.ch) und schon sind Sie dabei.

Natürlich können Sie ihre Adresse auch jederzeit wieder von dieser Verteilerliste streichen lassen .... das versteht sich von selbst! Ein E-Mail genügt!

## „Da draussen – Planetenaufnahmen aus dem All“ für Lehrpersonen

Für Lehrpersonen findet an folgenden Abenden eine Einführungsveranstaltung zur neuen Sonderausstellung „Da draussen – Planetenaufnahmen aus dem All“ statt:

- Donnerstag, 25. November 2010
- Dienstag, 30. November 2010
- Mittwoch, 12. Januar 2011

Diese Veranstaltungen dauern von **17.30-19.00 Uhr** und sind kostenlos.

Bitte melden Sie sich bis **drei Tage vor der Veranstaltung** telefonisch (041 228 54 11) während unseren Öffnungszeiten oder rund um die Uhr per E-Mail ([vermittlung.nml@lu.ch](mailto:vermittlung.nml@lu.ch)) an!

Kopieren und Weiterverwenden für schulische Zwecke mit Quellenangabe erlaubt und erwünscht.

ap, Dezember 2010