PLANETARIUM
SÜDTIROL · ALTO ADIGE

Reader für LehrerInnen und Lehrer
der Primarstufe zum
Planetariumsprogramm

Dinos im Weltall

produziert vom Planetarium Bochum.

Reader ausgearbeitet von:
Stefanie Schönegger
Dr. David Gruber

mit Unterstützung von
Prof. Dr. Susanne Hüttemeister
Renate Heinrichs
Meike Weisner
des Planetarium Bochum

Kernthemen der Vorführung sind

Exoplaneten - Planeten um fremde Sterne
Astrobiologie - Leben im Weltall
Sternentwicklung

1. Exoplaneten 3
   1.1 Entdeckung von Exoplaneten 3
   1.2 Entfernungen der Planeten und Exoplaneten 4
2. Astrobiologie 5
   2.1 Leben auf Exoplaneten 5
   2.1.1 Versuch #1 - Habitable Zone 5
   2.1.2 Versuch #2 - Bärtierchen beobachten 6
   2.2. Nachricht an Außerirdische 7
3. Sternentwicklung 9
   3.1 Massearme Sterne 9
   3.2 Massereiche Sterne 10
4. Weitere Aufgaben: 12
   4.1 Bahn der Planeten 12
   4.2 Die Farbe des Himmels 13
   4.3 Kleingruppenarbeit zu „Dinos im Weltall“ 15
   4.4 Fächerübergreifende Tätigkeiten 17
5. Mögliche Spiele vor der Vorführung 18
6. Quellen und Arbeitsmaterialien für den Unterricht 19
   Bücher für LehrerInnen (Hintergrundinformationen): 19
   Unterrichtsmaterial: 19
   Online: 19

1. Exoplaneten

Alle Sterne, die wir am Nachts am Himmel sehen, sind weit entfernte Sonnen. Diese Erkenntnis gehört zu den wichtigsten der modernen Astronomie. Und wie unsere Sonne auch, werden einige dieser Sonnen von Planeten umkreist; man nennt diese extrasolare Planeten oder auch Exoplaneten. In den letzten drei Jahrzehnten haben Astronomen Tausende von weit entfernten Planeten gefunden und es stellt sich zwangsläufig die Frage, ob es „da draussen“ auch irgendwo Leben gibt.

Wie solche Exoplaneten überhaupt entdeckt werden, und welches die Voraussetzungen dafür sind, damit Leben entstehen kann, wird im ersten Teil dieser Lehrerunterlagen erarbeitet.

1.1 Entdeckung von Exoplaneten

Für LehrerInnen:
Es gibt mehrere Möglichkeiten Exoplaneten zu entdecken. Im Folgenden werden wir ausschließlich auf die „Transitmethode“ eingehen, da diese für Kinder einleuchtend und leicht verständlich ist und die meisten Exoplaneten mittels dieser Methode entdeckt wurden. Weitere Methoden zur Entdeckung von Exoplaneten sind u.a. über die Radialgeschwindigkeit, mittels Astrometrie und direkter Beobachtung möglich (siehe Quellenangaben).

Bei der Transitmethode zieht ein Planet vor seinem Stern vorbei und deckt dabei einen kleinen Teil des Sterns ab, d.h. die Lichtintensität des Sterns nimmt für diesen Zeitraum ein wenig ab (Bild). Moderne Teleskope sind dabei in der Lage Lichtschwankungen im Millionstelbereich zu messen. Die Verringerung der Sternhelligkeit durch den Transit, ist vergleichbar mit der dem Vorüberflug einer Stechmücke vor einer Straßenlaterne, die sich in ein paar Kilometern Entfernung zum Beobachter befindet.

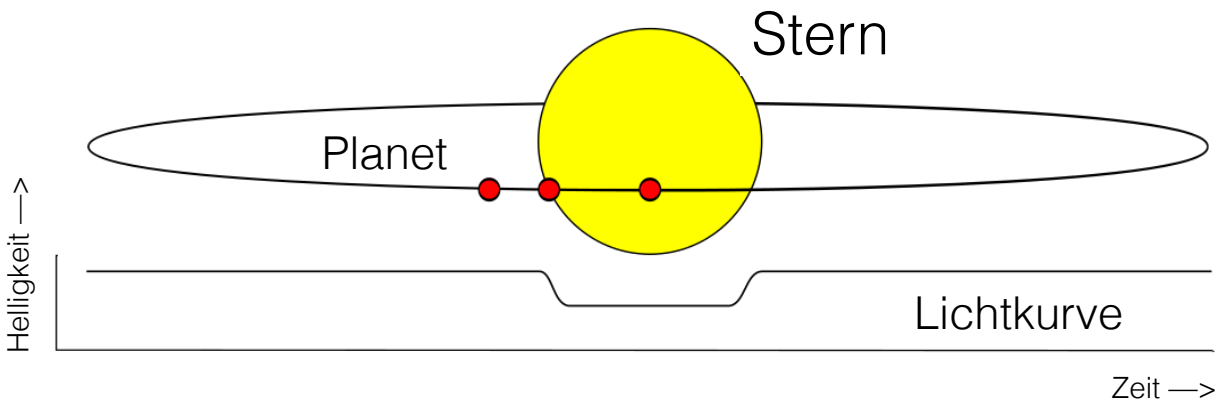


Abbildung 1: Wenn ein Planet vor seinem Stern vorbeiwandert, wird auf der Erde weniger Licht empfangen. Dies ist die Transit-Methode zur Entdeckung von Exoplaneten.

Abbildung 2: Die Abstände und Größenverhältnisse der Planeten im Maßstab. (Es handelt sich um zwei verschiedenen Maßstäbe).

Dazu ein Versuch für den Unterricht: Raum abdunkeln, ein Kind beleuchtet mit einer Taschenlampe den Raum. Nun bewegen die anderen Kinder (möglichst runde) Gegenstände nah an der Lampe vorbei. Je größer das Objekt, desto mehr wird das im Raum wahrgenommene Licht dabei verdunkelt. D.h. je größer ein Planet, desto mehr Licht deckt er beim Vorbeiziehen an seinem Stern ab.

1.2 Entfernungen der Planeten und Exoplaneten

Häufig kommt bei den Kindern die Frage auf, wieso man nicht einfach zu diesen Planeten hinfliegt, um diese auf Leben zu untersuchen. Ausschlaggebend hierfür sind die unglaublichen interstellaren Entfernungen, die dabei überwunden werden müssten. Selbst die schnellsten Raumsonden würden dafür mehrere Tausende von Jahren brauchen. (Die Dinos verwenden einen fiktiven Hyperantrieb).

Versuch:
Im Pausenhof können die Kinder das Sonnensystem mit Hilfe von Kreide nachmalen. In der Mitte des Platzes wird die Sonne, und in den entsprechenden Abständen die beinahe kreisförmigen Umlaufbahnen der Planeten eingezeichnet. Die Entfernung der Erde zur Sonne (1 Astronomische Einheit, oder 150 Millionen Kilometer) werden dabei mit 1 Meter angesetzt. Somit ergibt sich für die anderen Planeten die folgende Entfernung:

- Merkur: 0.4 m
- Venus 0.7 m
- Mars: 1.5 m
- Jupiter 5.2 m
- Saturn 9.5 m
- Uranus 19.1 m
- Neptun 30 m

Der sonnenächste Stern, Proxima Centauri, wäre in diesem Maßstab rund 265 Kilometer (!) von der Sonne entfernt.
Die Raumsonden Voyager 2(Reisegeschwindigkeit 18000 m/s oder 65000 km/h) ist ca 12 Jahre durch den Weltraum geflogen, bevor sie Neptun erreicht hat. Somit können sich die SchülerInnen gut vorstellen und sogar ausrechnen, wie lange ein Flug zu einem eventuell dort vorhandenen Exoplaneten dauern würde (viele zigtausende Jahre).

Zum Vergleich die Geschwindigkeiten anderer Raumsonden:
Helios 1 und 2 70.200 m/s, Giotto 68.700 m/s, New Horizons 23.240 m/s, Deep Impact 21.240 m/s, Cassini-Huygens 19.100 m/s

Rechenbeispiel:
Nehmen wir an, euer Raumschiff fliegt mit einer Geschwindigkeit von 39.000 km/h (das war z.B. die Höchstgeschwindigkeit der Apollo 11 Mission zum Mond). Der nächste Stern, Proxima Centauri, ist 4,24 Lichtjahre (das sind 40.000 Milliarden km; also eine 4 mit 13 Nullen hinten dran) entfernt. **Berechnet, mit einem Taschenrechner, wie lange eure Reise dorthin dauern würde. Was zeigt euch das Ergebnis? Schreibt eure Gedanken dazu auf.**

Video
Ein beeindruckendes Video zu den Entfernungen und Größenskalen ist (in englischer Sprache) hier zu finden: To Scale: Our Solar System.(https://vimeo.com/139407849)

2. Astrobiologie

2.1 Leben auf Exoplaneten

Viele der bekannten Exoplaneten sind Gasplaneten, die um ein Vielfaches größer sein können als Jupiter, der größte (Gas)Planet in unserem Sonnensystem. Leben gibt es auf derartigen Gasplaneten höchstwahrscheinlich keines. Abgesehen von der fehlenden festen Oberfläche, sind viele dieser jupiter-ähnlichen Exolaneten in Umlaufbahnen, die sehr nahe am Zentralgestirn liegen (um ein Vielfaches näher als der innerste Planet Merkur um unsere Sonne). Somit ist es dort unerträglich heiß.

Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit Leben entstehen kann? Biologen glauben, dass die wichtigste Zutat für die Entstehung und Entwicklung von Leben ***flüssiges Wasser auf der Oberfläche*** *des Planeten ist. Somit darf sich ein Planet nicht zu nah an seinem Stern befinden und auch nicht zu weit weg. Die ideale Gegend, in der sich unsere Erde befindet, wird* ***habitable (bewohnbare) Zone*** *genannt.*

2.1.1 Versuch #1 - Habitable Zone

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hat für die Veranschaulichung der habitablen Zone ein Experiment erdacht (siehe http://www.dlr.de/next/Portaldata/69/Resources/downloads/Erde_und_Mond.pdf):
Materialien: Rotlicht-Lampe (Infrarot-Lampe gegen Muskelverspannungen etc.), mehrere Eiswürfel (in Kühltasche befördern und aufbewahren), mehrere Flaschenkorken, Tisch, Auffangbehälter für das aufgetaute Wasser, z. B. Schraubglasdeckel, ggf. Gläser oder Ähnliches, um die Eiswürfel direkt vor der Lampe zu platzieren, Maßband, Stromanschluss

Durchführung
1. Die Rotlicht-Lampe wird in einem möglichst kühlen Raum (z. B. Keller) auf einen Tisch gestellt. In unterschiedlichen Abständen von der Lampe werden drei gleich große Eiswürfel jeweils auf einen Flaschenkorken (als Isolierung) platziert.
2. Nach Einschalten der Lampe beobachten die Kinder von Zeit zu Zeit (etwa über den Zeitraum von einer Stunde) den Verlauf des Experiments.
3. Wenn Sie den ersten Eiswürfel sehr nah an der Lampe positionieren, den zweiten ca. 20 cm und den dritten mind. 40 cm entfernt anbringen, zeigt sich:

- ganz nah an der Sonne auf Merkur (1. Würfel) verdampft das Eis bzw. Wasser (zumindest teilweise),
- auf der Erde (2. Würfel) gibt es flüssiges Wasser,
- weiter von der Sonne entfernt (3. Würfel) bleibt es gefroren (ehe es durch die Umgebungstemperatur beim Experiment natürlich ebenfalls schmilzt).

So können die Kinder anschaulich nachvollziehen, dass die „richtige“ Entfernung zur Sonne eine wichtige Bedingung für flüssiges Wasser ist. Tipp: Der Versuch und insbesondere die richtigen Abstände zur Lampe sind stark von der Raumtemperatur und anderen Faktoren (Wärmeleistung der Lampe, Eistemperatur, Eiswürfelgröße etc.) abhängig. Testen Sie daher den Versuch vorab an Ort und Stelle und platzieren Sie zunächst mehr als drei Eiswürfel entlang des Gliedermaßstabs. So sehen Sie, welche drei Eiswürfel am ehesten dem oben beschriebenen Ergebnis entsprechen. Nur an diesen drei Positionen werden anschließend beim Experiment Eiswürfel platziert. Dabei gilt: Nach ca. einer Stunde sollte der erste Eiswürfel geschmolzen und das Schmelzwasser verdampft sein, der zweite Würfel zu Wasser geschmolzen und der dritte noch gefroren sein.

Damit es auf einem Planeten Leben geben kann, braucht es aber mehr als nur flüssiges Wasser auf seiner Oberfläche. Die Kinder sollten laut überlegen, was aus Ihrer Sicht noch wichtig ist.
Aus Sicht der Astrobiologen sind folgende Eigenschaften fundamental:

1. *Langlebiger Zentralstern (siehe Kapitel Sternenentwicklung), damit das Leben ausreichend Zeit hat sich zu entwickeln.*
2. *feste Oberfläche (wobei es Überlegungen gibt, ob in den oberen Wolkenschichten der Venus vielleicht Leben existieren kann).*
3. *Schützende Atmosphäre und Magnetfeld = Schutz vor schädlichen, hochenergetischen, Strahlen und elektrisch geladenen Teilchen (Ionen) des Sterns.*
4. *Nicht zu stark geneigte Rotationsachse, da ansonsten die Temperaturdifferenzen zwischen den Jahreszeiten (welche ja durch die Neigung der Rotationsachse bedingt sind) zu extrem sind.*

2.1.2 Versuch #2 - Bärtierchen beobachten

Im Film landen die Dinos auf einem Exoplaneten, auf dem sie auf eine Herde **Bärtierchen** treffen. Bärtierchen gibt es auch hier auf der Erde. Sie sind Überlebenskünstler, denn diese winzigen Tiere sind dafür bekannt, extremste Umweltbedingungen, wie Hitze (+100 °C) oder Kälte (-270 °C), überleben zu können. Vor einigen Jahren fand man durch ein Experiment heraus, dass sie sogar ohne jeglichen Schutz, und damit der kosmischen Strahlung und dem Vakuum ausgesetzt, im Weltall überleben können. Zwar waren dies „nur“ ca. 2% der Testtierchen, es macht sie jedoch zu den ersten Tieren die diese Bedingungen überlebt haben. (dazu hier ein ausführlicherer Artikel http://www.welt.de/wissenschaft/weltraum/article2413232/Dieses-Tier-kann-tagelang-im-Weltraum-ueberleben.html)

Versuch für den Unterricht:

Bärtierchen selber mittels Mikroskop betrachten (Arbeiten am Mikroskop sollen dabei, je nach Alter der Kinder, von der Lehrperson ausgeführt werden). Dazu benötigt man:

- Mikroskop
- Moos (am besten von einem kalkhaltigen Gestein)
- Wasser

- Petrischale
- Pipette
- Objektträger

Abbildung 3: Bärtierchen unterm Lichtmikroskop

Das Moos in die Petrischale legen und solange Wasser drauf träufeln, bis es sich vollgesogen hat. Das ganze dann für einige Stunden (oder auch eine Nacht) an einem angenehm kühlen Ort stehen lassen. Nun kann man mit der Pipette etwas von dem moosigen Wasser aufsaugen und auf den Objektträger tropfen. Jetzt beginnt mithilfe des Mikroskops die Suche nach einem Bärtierchen! Die Kinder sollen anschließend alle die Möglichkeit haben, sich das gefundene Tierchen selbst anzusehen. Hier ein Beispielbild,wie ein Bärtierchen unter einem Lichtmikroskop aussieht:

Beispiele für Denkaufgaben/Diskussionen:

1. **Glaubt ihr, dass es auf anderen Planeten auch Leben gibt? Wie könnte dieses Leben aussehen?**
2. **Was denkt ihr was nötig ist, damit Leben auf einem Planeten entstehen kann?**
3. **Ist Leben auch auf anderen Himmelskörpern wie Sternen, Monden oder Asteroiden möglich Warum oder warum nicht?**
4. **Findet ihr es wichtig, Kontakt mit möglichen Außerirdischen aufzunehmen? Was würde passieren, wenn uns dieser Kontakt irgendwann tatsächlich gelingen würde? Habt ihr eine besondere Botschaft für diese Außerirdischen?**

2.2. Nachricht an Außerirdische

Stellt euch vor, es gäbe intelligente Außerirdische, die wie wir Menschen Lesen und Schreiben können und auf einem fernen Planeten wohnen. Wenn ihr ihnen eine Nachricht schreiben könntet, was würde darin stehen? Was würdet ihr sie über ihren Planeten fragen wollen? Was würdet ihr ihnen über unseren Heimatplaneten, die Erde, erzählen wollen?

Für LehrerInnen:

Wir können zwar nicht einfach zu Exoplaneten hinfliegen, um diese nach möglichem Leben zu untersuchen (siehe §1.2), aber wir können, und haben bereits Botschaften ins Weltall geschickt.

Vielleicht empfängt ja irgendwo und irgendwann eine intelligente Lebensform unsere Botschaften; und schickt uns dann vielleicht sogar eine Antwort zurück!

Die erste Nachricht an potentiell vorhandene Außerirdische wurde in Form von Radiowellen am 16. November 1974 vom Arecibo-Radioteleskop gesendet. Ziel des Signals war der Kugelsternhaufen im Sternbild Herkules. Durch die große Anzahl an Sternen (ca. 300.000) erhoffte man sich dadurch auch eine höhere Wahrscheinlichkeit einen bewohnten Planeten zu treffen. Aufgrund der großen Entfernung zu diesem Kugelsternhaufen, wird es allerdings noch 25.000 Jahre dauern, bis die Botschaft dort ankommt. Die Nachricht kann man hier sogar hören: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Arecibo_message_DTMF.ogg

Weitere Botschaften stellen die Pioneer-Plaketten (Abb. 6) dar, welche an die Raumsonden Pioneer 10 und 11 angebracht wurden (1974). Diese zeigen u.a. Abbilder von uns Menschen und die Position der Sonne in Relation zu 14 Pulsaren (siehe §3.2). Es wird aber vermutlich Hundertausende von Jahren brauchen, bis etwaige Außerirdische auf diese Sonden aufmerksam werden.

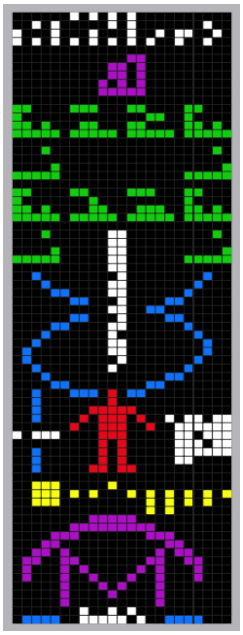


Abbildung 4: *Arecibo-Botschaft*

Etwas später, 1977, wurden die Voyager Golden Records (Abb.5) ins All geschickt. Diese sind Schallplatten mit Bild- und Audioinformationen über die Erde, die sich an Bord der beiden Raumsonden Voyager 1 und 2 befinden. Die Inhalte der Platten findet man z.B. auch auf YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=DpptIl291aI

Search for Extraterrestrial Intelligence, kurz SETI, nennt sich ein Forschungszweig, der sich auf die Suche nach außerirdischen Zivilisationen spezialisiert hat. Dabei werden v.a. Radio – und optische Signale (also Signale im Radiobereich und im optischen Bereich des elektromagnetischen Spektrums) auf Signale extraterrestrischer Intelligenz untersucht. Solche weltumspannenden Projekte laufen bereits seit mehr als 50 Jahren.
Siehe u.a. Wow-Signal: https://de.wikipedia.org/wiki/Wow!-Signal

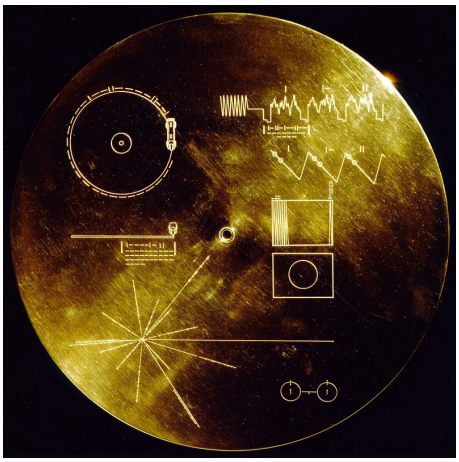


Abbildung 5:
Voyager Golden Record

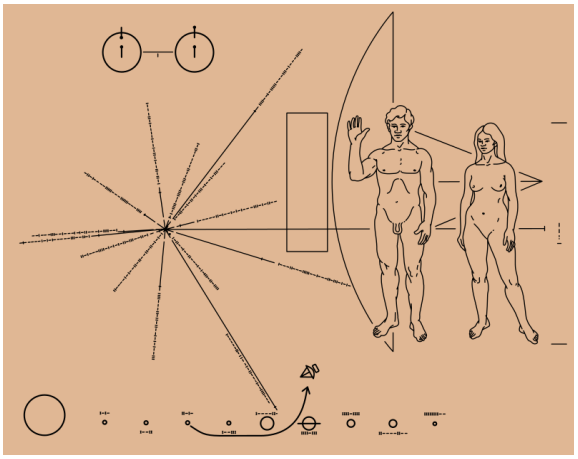


Abbildung 6: *Pioneer Plakette*

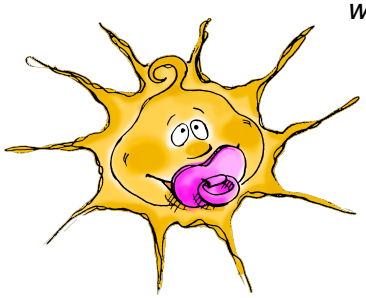
3. Sternentwicklung

Für LehrerInnen:
Die Masse eines Sterns bestimmt hauptursächlich den Lebenslauf eines Stern. Je größer die Masse, umso kürzer lebt er. Die Lebensspanne eines Sterns reicht von wenigen hunderttausend Jahren bis viele Milliarden Jahren.

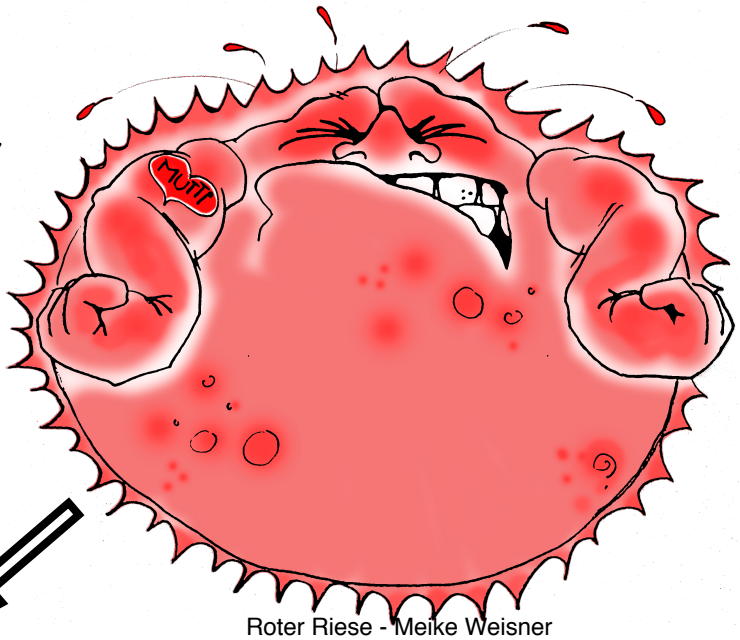
Wenn der Brennstoff (Wasserstoff) im Inneren des Sterns aufgebraucht ist, gibt es abhängig von der Sternenmasse mehrere Entwicklungsmöglichkeiten:

3.1 Massearme Sterne

Massearme Sterne, wie unsere Sonne erreichen durch Kontraktion die zum Heliumbrennen notwendige Temperatur und Dichte in ihrem Kern. Gleichzeitig findet in einer Schale um den Kern noch Wasserstoffbrennen statt. Durch den Temperatur- und Leistungsanstieg expandieren die Sterne zu Roten Riesen mit Durchmessern von typischerweise dem Hundertfachen der Sonne. Die rote Farbe verdanken sie den eher tieferen Oberflächentemperaturen zwischen 3000 und 5000 Grad Celsius. Dabei werden oft die äußeren Hüllen der Sterne abgestoßen und bilden Planetarische Nebel in dessen Innerem sich der Kern des Sterns befindet: Dieser wird Weißer Zwerg genannt.

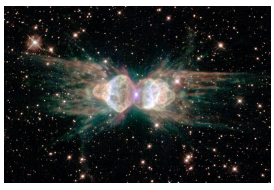


Protostern - Meike Weisner



Roter Riese - Meike Weisner

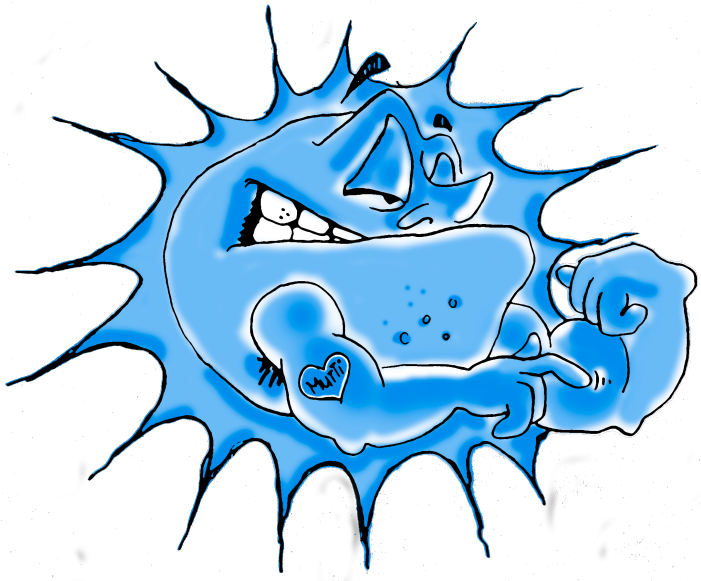
Weißer Zwerg - Meike Weisner



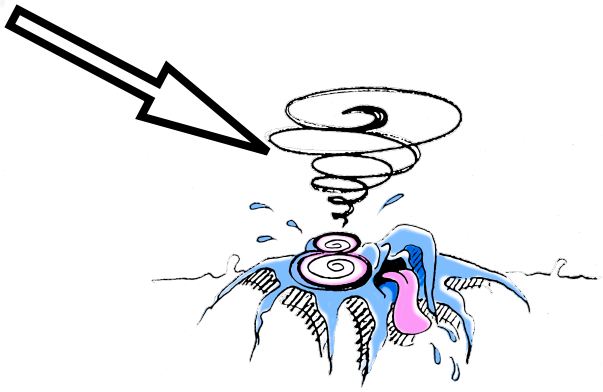
Planetarischer Nebel (Ameisennebel). Überbleibsel eines massearmen Sterns. *NASA, ESA & the Hubble Heritage Team (STScI/ AURA).*

3.2 Massereiche Sterne

Massereiche Sterne, die typischerweise sehr hohe Oberflächentemperaturen haben und damit bläulich leuchten, verbrennen in den letzten Jahrtausenden ihres Lebenszyklus praktisch alle leichteren Elemente in ihrem Kern zu Eisen. Um den Kern im Sterninneren bilden sich Schalen verschiedener Elemente nach Art einer Zwiebel, in denen verschiedene Fusionsprozesse stattfinden. Überschreitet der Kern bei der Kontraktion eine kritische Masse, kollabiert er innerhalb Sekundenbruchteilen, während die äußeren Schichten durch freigesetzte Energie in Form von Neutrinos und Strahlung abgestoßen werden und eine expandierende Explosionswolke bilden. (Supernova). Unter welchen Umständen als Endprodukt ein schnell rotierender Neutronenstern (Pulsar) oder ein Schwarzes Loch entsteht, ist noch nicht genau bekannt



Ein massereicher, heißer Stern - Meike Weisner



Ein schnell rotierender Neutronenstern - Meike Weisner

Ihr habt in unserer Vorführung gesehen, dass die Sterne, die wir am Himmel sehen können, unterschiedlich alt sind und deshalb auch unterschiedlich aussehen. Gezeigt wurden unter anderem „Babysterne“, „Rote Riesen“ und „Weiße Zwerge“.

Sterne sind fast so wie wir Menschen: Sie werden geboren, sie werden größer und leben eine sehr lange Zeit, doch auch sie leben nicht ewig. Unsere Sonne wurde vor etwa 4.5 Milliarden Jahren geboren und wird nochmal so lange leben. Wäre die Sonne ein Mensch, so wäre sie jetzt um die 50 Jahre alt.

Bastelt aus Papier die folgenden Lebensphasen eines Sterns, der ungefähr unserer Sonne entspricht, und bemalt sie:

Baby - Protostern (rot) - klein,

junger Erwachsener - gelber Zwerg (unsere Sonne heute) - mittelgroß und gelblich leuchtend.

älterer Erwachsener - roter Riese - sehr groß und rötlich leuchtend.

Opa/Oma - weißer Zwerg - sehr klein und weiß-bläulich.

Wenn ihr später eure Gruppenarbeit allen anderen vorstellt, nehmt jeweils einen gebastelten Stern in die Hand und stellt euch in der falschen Reihenfolge auf. Lasst dann eure Klasse oder Gruppe raten, was die richtige Reihenfolge ist, in der ein Stern sein Aussehen verändert, ohne ihnen natürlich das Alter zu verraten.

4. Weitere Aufgaben:

Damit sich die Kinder nach dem Besuch im Planetarium auch weiterhin mit unserem Universum auseinandersetzen und somit das Gelernte nicht so schnell vergessen, gibt es hier einige Anregungen für Aufgaben.

4.1 Bahn der Planeten

- **Versucht, einige Planeten (geeignet sind insbesondere Mars und Jupiter) über einen längeren Zeitraum (einige Wochen) am Nachthimmel zu beobachten.**

Zeichnet auf einem Blatt Papier die Position der Sterne auf, in deren Umgebung ihr Mars oder Jupiter am ersten Tag seht und tragt dann in regelmäßigem Abstand (alle 2-4 Tage) die Position der Planeten relativ zu den eingezeichneten Sternen ein. (Oder ihr könnt das auch mit ein bisschen Übung mit einem Fotoapparat und Stativ abfotografieren.)
Den aktuellen Sternenhimmel und somit die Position der Sternbilder und Planeten findet ihr z.B. mithilfe des Internets, des Buches „Kosmos Himmelsjahr“ oder der Software „Stellarium“ (auch erhältlich als App). Fragt hierfür eventuell einen Erwachsenen um Hilfe.

Frage: Könnt ihr eine Veränderung in der Position der Planeten wahrnehmen? Wieso?

<u>Für LehrerInnen:</u>
Ziel dieser Aufgabe ist es zu sehen, dass sich die Position von Mars, wenn man die Rotation der Erde nicht beachtet, mit der Zeit verändert; im Unterschied zu den Fixsternen (und somit auch den Sternbildern), welche immer am selben Ort sind. Dazu finden sie hier ein Bild, welches die „Bahn“ von Mars am Nachthimmel illustriert. Der Name „Planet“ hat seinen etymologischen Ursprung im griechischen Ausdruck für „Wandelstern“, aster planetes.

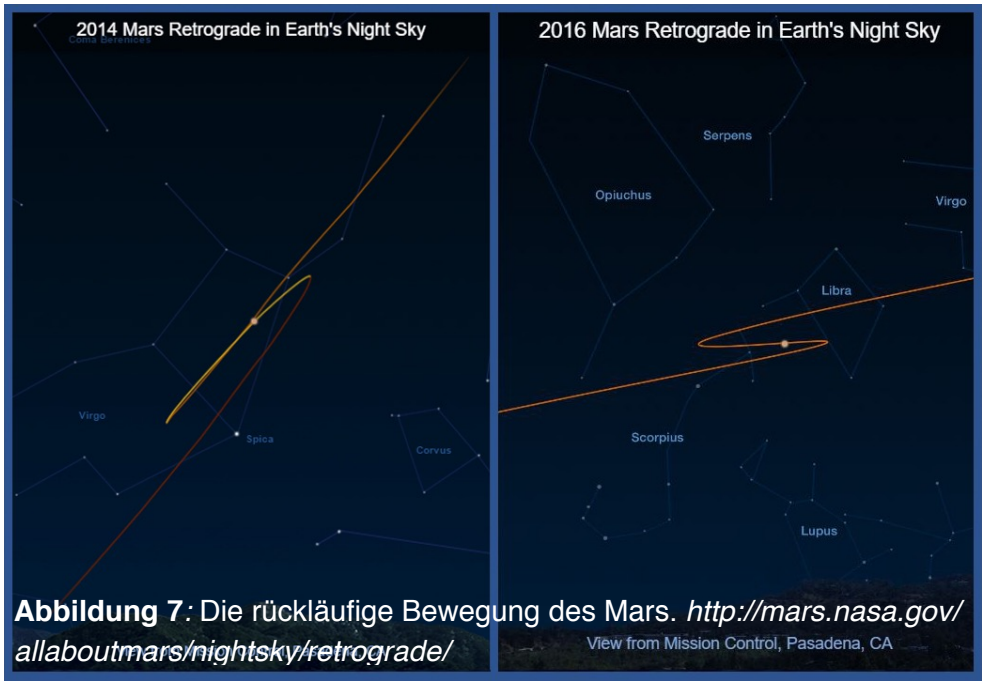


Abbildung 7*:* Die rückläufige Bewegung des Mars. *http://mars.nasa.gov/allaboutmars/nightsky/retrograde/*

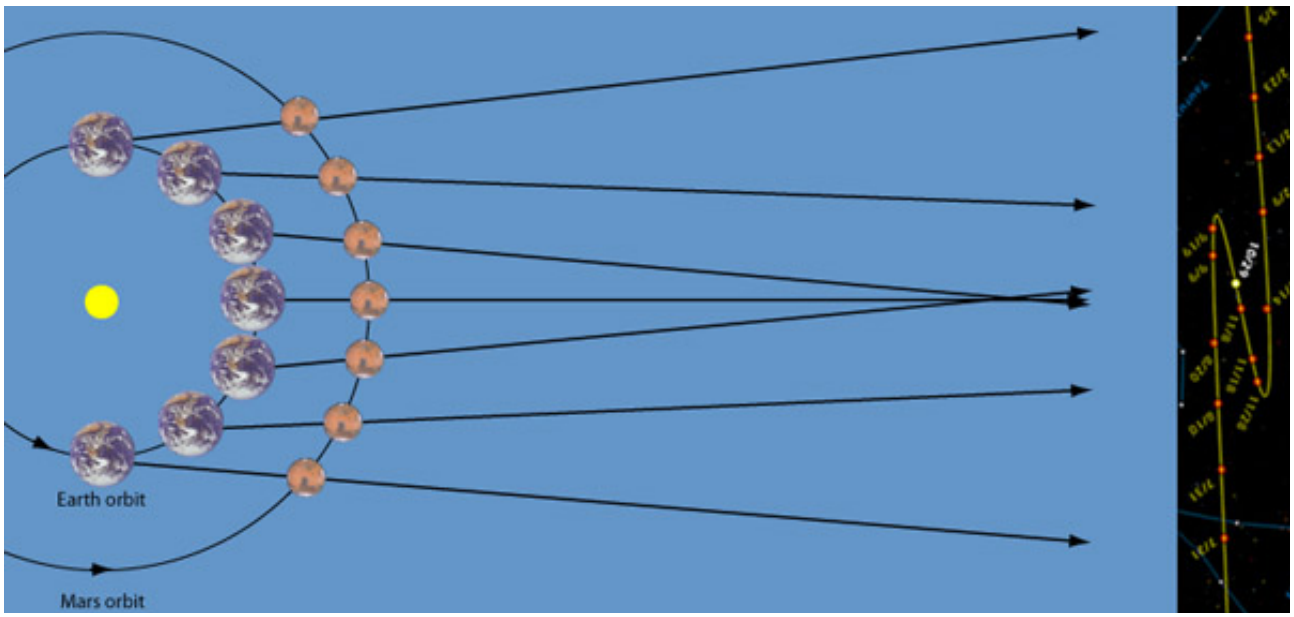


Abbildung 8*:* Wenn die Erde auf der Innenbahn den Mars überholt, sieht es von der Erde

Man erkennt, dass sich die Planeten von West nach Ost „bewegen". Ursache dafür ist natürlich, dass sich ***Mars und Jupiter, wie die Erde auch, um die Sonne bewegen.*** *Eine Beschreibung dieses Versuchs, durchgeführt mit einer DSLR-Fotokamera, gibt es auf dem ClearSkyBlog zu finden: http://www.clearskyblog.de/2012/12/27/fotoexperiment-bewegung-des-wandelstern-jupiters-sichtbar-gemacht/*

Da Mars eine längere Zeit (ca. 1,88 Erdjahre) benötigt, um die Sonne einmal zu umkreisen, kommt es zu einem gewissen Zeitpunkt zu einer beobachteten „Rückläufigkeit" von Mars am Sternenhimmel, d.h. er scheint sich von Ost nach West zu bewegen (die „Schleife" in der Mitte der Abbildung 7), auch wenn er sich natürlich auf seiner Umlaufbahn immer in dieselbe Richtung bewegt. Dieses Phänomen tritt auf, wenn Mars und Erde sehr nahe beieinander sind und die Erde den Mars sozusagen „überholt" (siehe Abbildung 8). Dieses Phänomen tritt aber nur ca. alle 2 Jahre auf und wird hier nur erklärt, um mögliche Verwirrungen zu beseitigen.

4.2 Die Farbe des Himmels

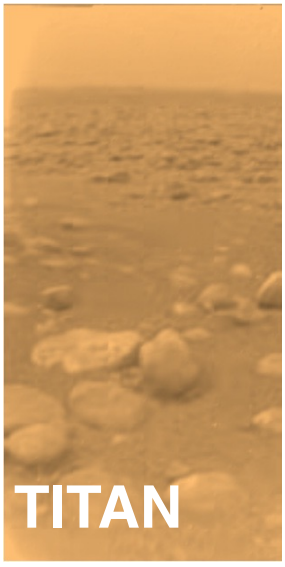
- **Beobachtet einen Sonnenauf- oder untergang. Macht euch Notizen, was dabei genau passiert. Könnt ihr euch die beobachteten Phänomene erklären?**
- **Wie könnte der Himmel auf anderen Planeten und Exoplaneten aussehen?**

Für LehrerInnen:
Im Film landen die Dinosaurier auf dem Saturnmond Titan. Es fällt auf, dass der Himmel - im Gegensatz zum Tageshimmel der Erde - eine orange-bräunliche Farbe hat. Warum ist der Erdhimmel blau?
Das Licht der Sonne erscheint uns zwar gelblich-weiß, doch in Wirklichkeit setzt es sich aus allen Farben des Regenbogens zusammen – von Violett über Blau, Grün, Gelb, Orange bis hin zu Rot. (über eine CD oder ein Prisma leicht nachzuweisen). Jede dieser Farben entspricht elektromagnetischen Wellen mit einer bestimmten Wellenlänge. Diese Wellenlänge ist bei Blau am kürzesten, bei Rot am längsten.

Wenn nun das Licht auf dem Weg durch die Atmosphäre mit Gasmolekülen (aus denen unsere Erdatmosphäre ja besteht) zusammenstößt, ändert es seine Richtung: Das ***Licht wird gestreut****. Es wird dabei umso stärker gestreut, je kleiner seine Wellenlänge ist. Blaues Licht wird also stärker gestreut als rotes.*

Bei hohem Sonnenstand ist der Weg des Sonnenlichts durch die Atmosphäre recht kurz, es wird dabei hauptsächlich Blau gestreut, so dass uns der Himmel am Tag blau erscheint. Bei tiefem Sonnenstand ist der Weg des Lichts durch die Atmosphäre sehr viel länger. Durch die Streuung vermindert sich der Blauanteil dabei so stark, dass das Rot überhand gewinnt. Das Blau wurde weggestreut. Daher ist der wolkenfreie Himmel der Erde tagsüber blau, bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang jedoch rot/orange.

Auf dem Mars ist es genau umgekehrt. Während des Marstages hat der Himmel eine scharlachrote oder helle orangerote Farbe. Während der Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangsphase verfärbt sich der Himmel hingegen rosa, wobei er in der Nähe der untergehenden Sonne blau erscheint. Die rote Farbe des Himmels wird durch mit Eisenoxid angereicherte Staubpartikel in der Luft verursacht.



Während ihres interstellaren Fluges machen die Dinos einen „Tankstop“ auf dem Saturnmond Titan. Tatsächlich ist Titan der einzige Mond in unserem Sonnensystem, der von einer dichten Atmosphäre umgeben ist. Bilder der Huygens-Sonde zeigen, dass der Titanhimmel in ein orangefarbenes Licht getaucht ist. Aufgrund der dichten Atmosphäre (bestehend vorwiegend aus Stickstoff) sowie des sehr viel größeren Abstandes zur Sonne ist es auf Titan tagsüber gerade einmal so hell wie im Dämmerlicht der Erde. Es scheint wahrscheinlich, dass der Saturn permanent hinter dem orangefarbenen Smog unsichtbar bleibt und sogar die Sonne nur ein heller Fleck in dem Dunst ist, der kaum die Oberfläche des von Eis und Methan-Seen bedeckten Himmelskörpers beleuchten kann.

4.3 Kleingruppenarbeit zu „Dinos im Weltall“

Damit die Kinder die in der Vorführung vermittelten astronomischen Zusammenhänge besser verstehen und somit so viel wie möglich von ihrem Besuch im Planetarium mitnehmen können, ist es wichtig, dass sie sich auch nach dem Besuch aktiv mit den behandelten Themen beschäftigen. Dies kann unter anderem durch die hier vorgestellten Kleingruppenarbeiten gemacht werden.

Dabei sollten die Gruppen klein gehalten werden, ca. 3 bis 6 Kinder pro Gruppe.
Die Gruppenarbeit sollte wie folgt ablaufen:

1. Die Gruppe liest sich gemeinsam und laut die Aufgabe durch.
2. Anschließend werden noch offene Verständnisfragen geklärt.
3. Die Gruppe führt ihr Miniprojekt durch.
4. Alle Kleingruppen treffen sich an einem Ort, jedes Miniprojekt wird einzeln vorgestellt.

Benötigtes Material:
Schreibunterlagen und Buntstifte für jedes Kind, ein Aufgabenblatt des jeweiligen Miniprojektes für jede Kleingruppe. Taschenrechner.

Miniprojekt: Quiz

Denkt euch für die Klasse oder Gruppe ein kleines Quiz aus. Es sollten Fragen über Dinge sein, die ihr hier in „Dinos im Weltall“ gesehen habt. Schreibt sie auf dieses Blatt auf.
Vergesst nicht euch die Lösungen auf einem separaten Blatt zu notieren, damit ihr sie nicht vergesst!

Miniprojekt: Bewohnbaren Planeten basteln

Stellt euch vor, ihr könntet euch einen eigenen Planeten basteln auf dem Leben möglich wäre. Versucht dabei Eigenschaften zu finden, die Leben auf diesem Planeten ermöglichen würden. Ordnet diese dann auch nach ihrer Notwendigkeit, also das Wichtigste zuerst und das Unwichtigste zuletzt.
Macht euch auch darüber Notizen, warum ihr genau diese Reihenfolge gewählt habt und stellt euer Ergebnis später eurer Klasse oder Gruppe vor.

Miniprojekt: Was ist…

Versucht herauszufinden, was folgende Begriffe bezeichnen. Macht euch dazu Notizen und erklärt es später eurer Klasse oder Gruppe.
Tipp: Einiges habt ihr bereits in der Vorstellung gesehen bzw. gehört, aber wenn ihr Hilfe braucht, fragt doch mal jemanden, der hier am Planetarium arbeitet.

Kugelsternhaufen (leicht):

_____
_____
_____
_____

Asteroid (leicht):

Komet (leicht):

Die Ringe des Saturns (schwer):

Pulsar (schwer):

Miniprojekt: Raumfahrt

Die Dinos im Film haben aufgrund des Hyper-Antriebs ihres Raumschiffs nur sehr kurze Zeit gebraucht, um von einem Punkt im Universum zum nächsten zu gelangen. Die Distanzen, die sie dabei zurückgelegt haben, sind aber in Wirklichkeit immens riesig und im Moment würden wir Menschen viel zu lange brauchen, um tatsächlich im Universum herumreisen zu können.

Damit ihr seht, wie weit es allein zum nächsten Stern ist, hier eure Aufgabe:

Nehmen wir an, euer Raumschiff fliegt mit einer Geschwindigkeit von 39.000 km/h (das war z.B. die Höchstgeschwindigkeit der Apollo 11). Der nächste Stern, Proxima Centauri, ist 4,24 Lichtjahre (das sind $4x10^{13}$ km; also eine 4 mit 13 Nullen hinten dran). Berechnet, mit einem Taschenrechner, wie lange eure Reise dorthin dauern würde. Was zeigt euch das Ergebnis? Schreibt eure Gedanken dazu auf.

Lösung für LehrerInnen:

39.000 km : 1 h = $4x10^{13}$ km : x h —> x = $4x10^{13}$ km / 39.000 km = 117.000 Jahre

4.4 Fächerübergreifende Tätigkeiten

Kunst:
- Bilder unseres Sonnensystems malen lassen, z.B. die Umlaufbahnen der Planeten, die Planeten mit ihren Monden usw.
- Bilder von Exoplaneten malen lassen: wie könnte es auf ihnen aussehen? Wie sieht die Oberfläche des Planeten aus? Gibt es dort auch Leben? Wie könnte dieses aussehen?

Geschichte/Geographie:
- Aussehen der Erde zur Zeit der Dinosaurier. Vergleich mit heute. Warum und wie hat es sich verändert? Welche Teile bilden die heutigen Kontinente?
- Bedeutung der Astronomie für uns Menschen: Seefahrt, heliozentrisches Weltbild, Jahreszeiten, Kalender und Zeitrechnung, usw.

Englisch/Italienisch:
- Lesen und Übersetzen von Texten über Astronomie

Deutsch:
- Gedichte mit astronomischem Inhalt lesen und interpretieren,
  - z.B: Mondnacht (Eichendorff)
  - Nachthimmel und Sternenfall (Rilke)
  - Etwas über Sternschnuppen (Rilke)
  - Der Mond (Morgenstern)

Naturkunde:
- Was sind die Grundbausteine des Lebens? Erklärungen am Beispiel der Erde (flüssiges Wasser, organische Verbindungen, sauerstoffreiche Atmosphäre, Abstand zur Sonne usw.)

5. Mögliche Spiele vor der Vorführung

Um die Wartezeit vor der Vorstellung angenehmer zu gestalten, können sie mit den Kindern einige Spiele spielen.

Schattenfangen: Ein Schüler ist „Schattenfänger“, die anderen Läufer. Wenn der Schattenfänger es schafft, auf den Schatten eines Läufers zu treten, dann wird dieser auch zum Schattenfänger. Ende, wenn keine Läufer mehr übrig sind.

Mondgesicht: Ein Vorsprecher fordert die Kinder auf, einen Satz richtig nachzusprechen - wenn sie darauf gekommen sind, sollten sie ihr Geheimnis aber nicht verraten! Der Vorsprecher räuspert sich und sagt dann, wobei er die gesprochenen Worte mit Gestik unterstützt: „Punkt, Punkt, Komma, Strich – fertig ist das Mondgesicht“. Wobei es aufs Räuspern ankommt und nicht auf die Bewegungen, wie die meisten zuerst vermuten. Sollten einige Mitspieler nicht drauf kommen, kann man es ihnen erklären – allerdings nur, wenn sie das auch wollen…

Planetenumkreisung: Ein Raumschiff umkreist einen Planeten und sucht einen Landeplatz. Aber alle Plätze sind besetzt. Darum muss ein anderes Raumschiff von seinem Platz weggelockt und schnell dessen Platz besetzt werden. Die Gruppe fasst sich an den Händen und bildet einen Kreis, den Planeten. Zwei Spieler stehen außerhalb des Kreises an den Händen gefasst als Raumschiff. Im Uhrzeigersinn umkreist dieses Raumschiff nun den Planeten. An einer beliebigen Stelle im Kreis berührt es die Hand eines Planetenmitspielers, der dann mit seinem rechten Nachbarn den Kreis verlassen muss und ein zweites Raumschiff bildet, das den Planeten entgegen dem Uhrzeigersinn umkreist. Beide Raumschiffe umkreisen nun den Planeten und versuchen als erstes die entstandene Lücke zu erreichen. Das langsamere Raumschiff setzt das Spiel mit Umkreisungen fort.

6. Quellen und Arbeitsmaterialien für den Unterricht

Generell ist bei wissenschaftlicher Literatur und anderen Informationsquellen das Datum der Veröffentlichung zu beachten, da, v.a. in der Astronomie bzw. Astrophysik, die wissenschaftliche Forschung sehr schnell fortschreitet und somit immer neue Erkenntnisse bringt. (Beispielsweise wurde Pluto bis 2006 als Planet klassifiziert, heute zählt er aber zu den Zwergplaneten).

Bücher für LehrerInnen (Hintergrundinformationen):

- Planetologie extrasolarer Planeten (Mathias Scholz, Springer Verlag, 2014)
- Exoplaneten: Astronomie und Astrophysik VII (Mathias Scholz, Springer Verlag, 2012)
- Einführung in Astronomie und Astrophysik (Arnold Hanslmeier, Springer Verlag, 2013): insbesondere die Kapitel über Himmelsmechanik (Umlaufbahnen der Planeten im Sonnensystem), Sternaufbau, Sternentwicklung, Astrobiologie (Exoplaneten)
- Abriss der Astronomie (H.-J. Röser, W. Tscharnuter, 2012): eine Art Lexikon

Unterrichtsmaterial:

- http://www.wasistwas.de/wissenschaft.html
  Sterne, Wunder des Weltalls
  Universum, Geheimnisse des Weltalls:
  - Gibt es noch andere Sonnensysteme außer unseres?
  - Gibt es Marsmenschen oder Aliens?

  Diana Blume: Die Weltraum-Werkstatt (Verlag an der Ruhr)
  Viele kleine, fächerübergreifende Unterrichtsprojekte. Geeignet ab der 4. Klasse.
  Erhard Habel: Planeten, Sonnen und Galaxien – Eine unendliche Reise (Verlag an der Ruhr)
  Aufgaben, Modellbasteleien und Texte zur Geschichte der Astronomie, dem Planetensystem und den Sternen. Geeignet ab der 1. Klasse Mittelschule.

Online:

- http://www.sonnentaler.net/
- Unterrichtseinheiten für Schulklassen, wissenschaftliche oder pädagogische Dokumente, usw.
- http://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/astronomie/
  Selbstbeschreibung: „Astronomie-Unterrichtsmaterialien und Arbeitsblätter zu Themen wie Galaxien, Raumfahrten, Teleskopen und mehr begleiten Ihren Astronomie-Unterricht in allen Jahrgangsstufen.“
- http://wincontact32naturwunder.blogspot.it/search/label/Exoplaneten Verschiedene Artikel/ Beiträge zum Thema Exoplaneten
- http://www.exoplanets.org/
  Selbstbeschreibung: „The Exoplanet Data Explorer is an interactive table and plotter for exploring and displaying data from the Exoplanet Orbit Database.“