

Astronomie in der Orientierungsstufe – Schülervorstellungen

Inhaltsverzeichnis

1	Erde	1
2	Gravitation	3
3	Erde, Sonne und Mond im relativen Vergleich	5
4	Anordnung von Erde, Sonne und Mond	7
5	Entstehung von Tag/Nacht.....	12
6	Sonne	16
7	Mond.....	20
8	Mondphasen	22
9	Mond- und Sonnenfinsternis.....	25
10	Jahreszeiten.....	29
11	Anordnung der Himmelskörper im Sonnensystem	31
12	Unterscheidung Sterne, Planeten und Monde.....	34
13	Orientierung am Sternenhimmel.....	37
14	Eigenschaften von Sternen	39
	Literaturverzeichnis.....	43

Hinweise zu den nachfolgenden Kapiteln

Allen fachwissenschaftlichen Beschreibungen diene das Lehrwerk von Bennett (2021) als grundlegende Literatur.

Die Angabe hinter „Herkunft“ beschreibt eine denkbare Herkunft der jeweiligen Schülervorstellung, wie sie in der Literatur genannt wird. Diese Angabe dient dem besseren Verständnis der Schülervorstellungen. Für die Entstehung einer Schülervorstellung sind viele verschiedene Ursachen möglich.

Sehr häufige Schülervorstellungen wurden durch „(+“ gekennzeichnet.

Selten oder nur einzeln beschriebene Schülervorstellungen wurden durch „(-“ markiert.

Wenn nichts anderes angegeben wurde, handelt es sich bei allen Abbildungen um eigene Darstellungen ohne Vorlage aus der Literatur. Bei der Anfertigung der Darstellungen wurde versucht die Sicht von Schülerinnen und Schülern einzunehmen. Sie sind folglich nicht maßstabsgerecht, sondern schematisch. Die in den Abbildungen gewählten Farben für die Himmelskörper dienen ausschließlich zur besseren Unterscheidbarkeit.

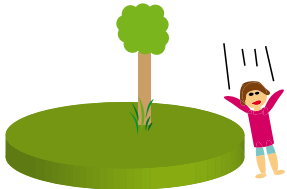
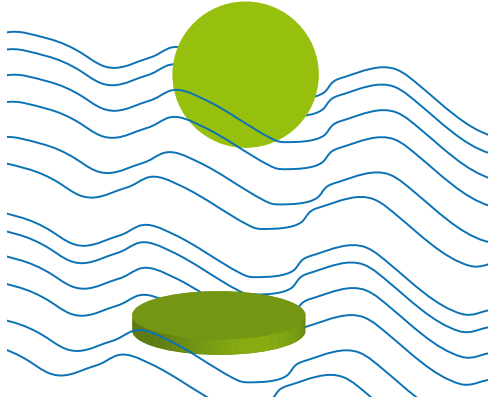
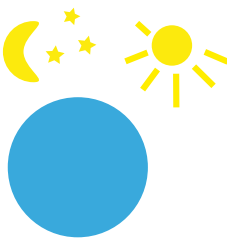
Die Ansicht mit zwei Seiten nebeneinander wird empfohlen. Enthaltene leere Bereiche oder Seiten dienen der guten Lesbarkeit als Doppelseiten.

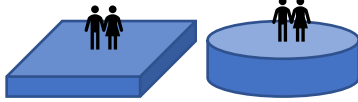
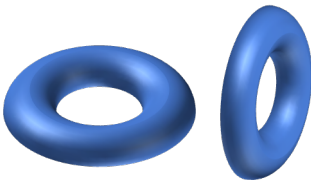
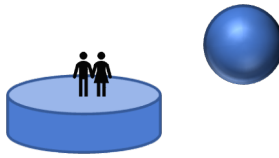

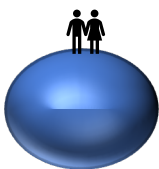
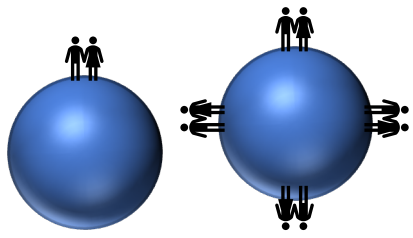
1 Erde

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Erde = annähernd kugelförmiger Planet, $d_{Erde} \approx 12.756 \text{ km}$
- Abplattung der Erde aufgrund der Erdrotation ist für die Vorstellung vernachlässigbar.
Veranschaulichung: Bei einem 30 cm großem Globus betrüge der Unterschied der beiden Halbachsen weniger als 1 mm.
- Die Menschen leben überall auf der Oberfläche der Erde.

Schülervorstellungen

Vorstellungen zur Erde	
	Rand der Erde Die Erde hat einen Rand. Teilweise: Man kann vom Rand der Erde herunterfallen.
	Befestigung der Erde Die Erde ist unten befestigt oder schwimmt auf dem Meer.
	Lage des Himmels und der Himmelskörper (Sonne, Mond) <ul style="list-style-type: none">- nur oberhalb der Erde- um die Erde herum

Form der Erde	
	flache Erde (quader-, scheibenförmig)
	Ring Der Ring kann im Raum sowohl horizontal als auch vertikal ausgerichtet sein.
	duale Erde = es existieren zwei Erden: eine flache, auf der wir leben und eine kugelförmige im Weltraum
	Hohlkugel Der Himmel mit Sonne, Mond und Sternen kann sich innerhalb oder außerhalb befinden.
	abgeflachte Kugel Kugel, die auf der „Ober-“ und „Unterseite“ abgeflacht ist, auf dem abgeflachten Bereich leben die Menschen.
	Kugel je nach Vorstellung zur Gravitation leben die Menschen nur auf der oberen Seite der Erde oder überall

Literatur

(Agan & Sneider, 2004; Bryce & Blown, 2013; Nussbaum, 1979; Nussbaum & Novak, 1976; C. I. Sneider & Ohadi, 1998; G. Sneider & Pulos, 1983; Sommer, 2002; Trumper, 2000, 2001; Vosniadou & Brewer, 1990, 1992)

2 Gravitation

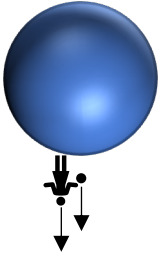
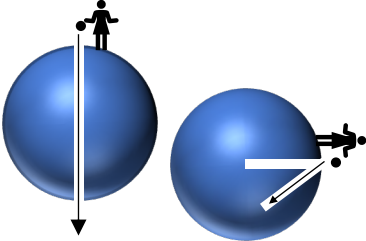
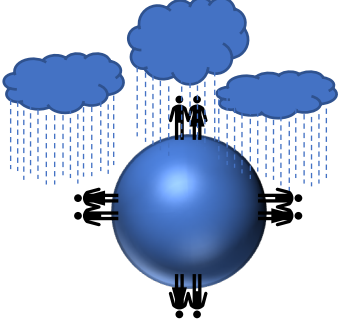
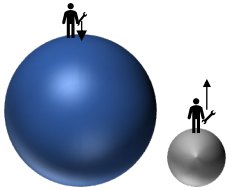
Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Die Gravitation wirkt zum Erdmittelpunkt hin.

Gedankenexperiment zur Gravitation: Gravitationstunnel

- Es existiert ein Tunnel komplett durch die Erde und ihren Erdmittelpunkt.
- An der Oberfläche der Erde wird ein Stein losgelassen.
- Vernachlässigung der Reibung und der Erddrehung:
- Es tritt eine stetig wiederkehrende Pendelbewegung des Steins ein.
- Erklärung: Beschleunigung zum Erdmittelpunkt, dann Abbremsung bis zur anderen Seite der Erde, erneute Beschleunigung zum Erdmittelpunkt, usw.

Schülervorstellungen

Gravitation ...	
	<p>wirkt nach unten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menschen können nicht auf der Unterseite der Erde leben, sie fallen runter - Steine fallen auf der Unterseite nach unten
	<p>wirkt zur Erdoberfläche hin, innerhalb der Erde aber nach unten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Steine fallen innerhalb der Erde in Tunneln nach unten - Steine fallen durch die Erde hindurch
	<p>wirkt zur Erdoberfläche hin, außerhalb der Erde aber nach unten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erdkugel, Menschen jeweils senkrecht zur Erdoberfläche. - Regen fällt außerhalb des Erdkreises von oben nach unten.
	<p>gibt es nur auf der Erde, nicht auf dem Mond</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wenn ein auf dem Mond stehender Astronaut einen Schraubenschlüssel loslässt, bleibt dieser schweben oder fliegt nach oben. - Im Weltraum gibt es keine Schwerkraft.

Literatur

(Agan & Sneider, 2004; Bryce & Blown, 2013; Nussbaum, 1979; Nussbaum & Novak, 1976; C. I. Sneider & Ohadi, 1998; G. Sneider & Pulos, 1983; Sommer, 2002; Trumper, 2000, 2001; Vosniadou & Brewer, 1990, 1992; Watts & Zylbersztajn, 1981)

3 Erde, Sonne und Mond im relativen Vergleich

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Sonne, Erde und Mond sind näherungsweise kugelförmig.
- 4 x Durchmesser Mond \approx Durchmesser Erde
- 100 x Durchmesser Erde \approx Durchmesser Sonne

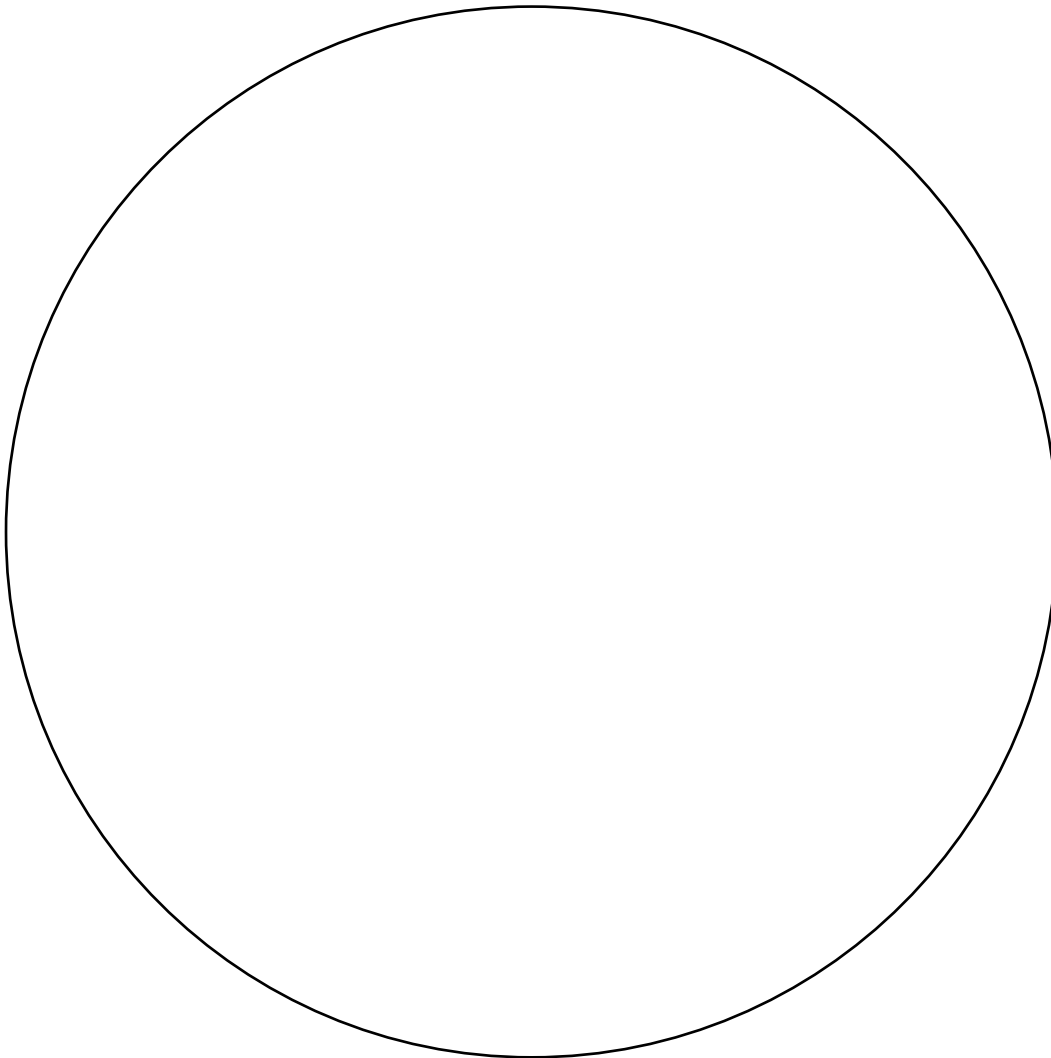


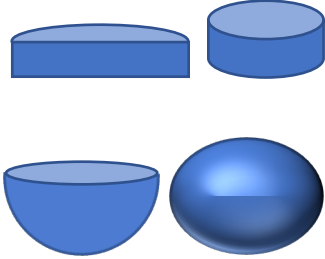
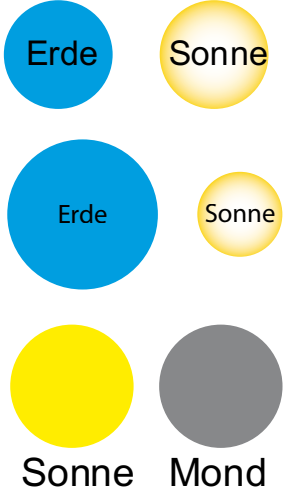
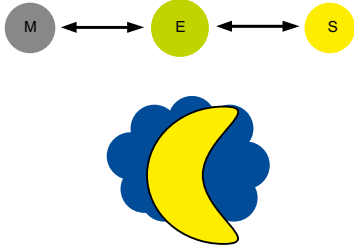
Abbildung 1: Größenverhältnisse von Sonne, Erde und Mond.

Original Durchmesser: $d_{\text{Sonne}} = 1.392.000 \text{ km}$, $d_{\text{Erde}} = 12.756 \text{ km}$, $d_{\text{Mond}} = 3.474 \text{ km}$.

Im Maßstab 1:10 Milliarden: $d_{\text{Sonne}} = 139 \text{ mm}$, $d_{\text{Erde}} = 1,3 \text{ mm}$, $d_{\text{Mond}} = 0,3 \text{ mm}$.

Quelle: Eigene Darstellung.

Schülervorstellungen

	<p>Die Himmelskörper sind nicht alle kugelförmig.</p> <p>Alternative Formen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - halbe Scheibe - zylinderförmige Scheibe - Halbkugel - abgeflachte Kugel - mindestens einer der drei Himmelskörper (Sonne, Erde, Mond) ist zweidimensional
	<p>relative Größenverhältnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - deutliche Überschätzung des Erddurchmessers - Erde und Sonne sind gleich groß. - Die Erde ist größer als die Sonne. - Sonne und Mond sind gleich groß. <p>Herkunft: Sonne und Mond erscheinen am Himmel gleich groß.</p>
	<p>Entfernungen</p> <p>Unterschätzung der Entfernungen im Universum sowie falsche relative Entfernungsangaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sonne und Mond sind gleich weit entfernt Herkunft: Sonne und Mond erscheinen am Himmel gleich groß. - Der Mond ist näher als die Wolken.

Literatur

(Cin, 2007; Jones et al., 1987; Klein, 1982; Sadler et al., 2009; Samarapungavan et al., 1996; Schoon, 1989; Trumper, 2001; Vosniadou & Brewer, 1990)

4 Anordnung von Erde, Sonne und Mond

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Die Erde umkreist die Sonne und der Mond umkreist die Erde.
- Die Erdumlaufbahn ist nahezu kreisförmig (siehe Abbildung 2).

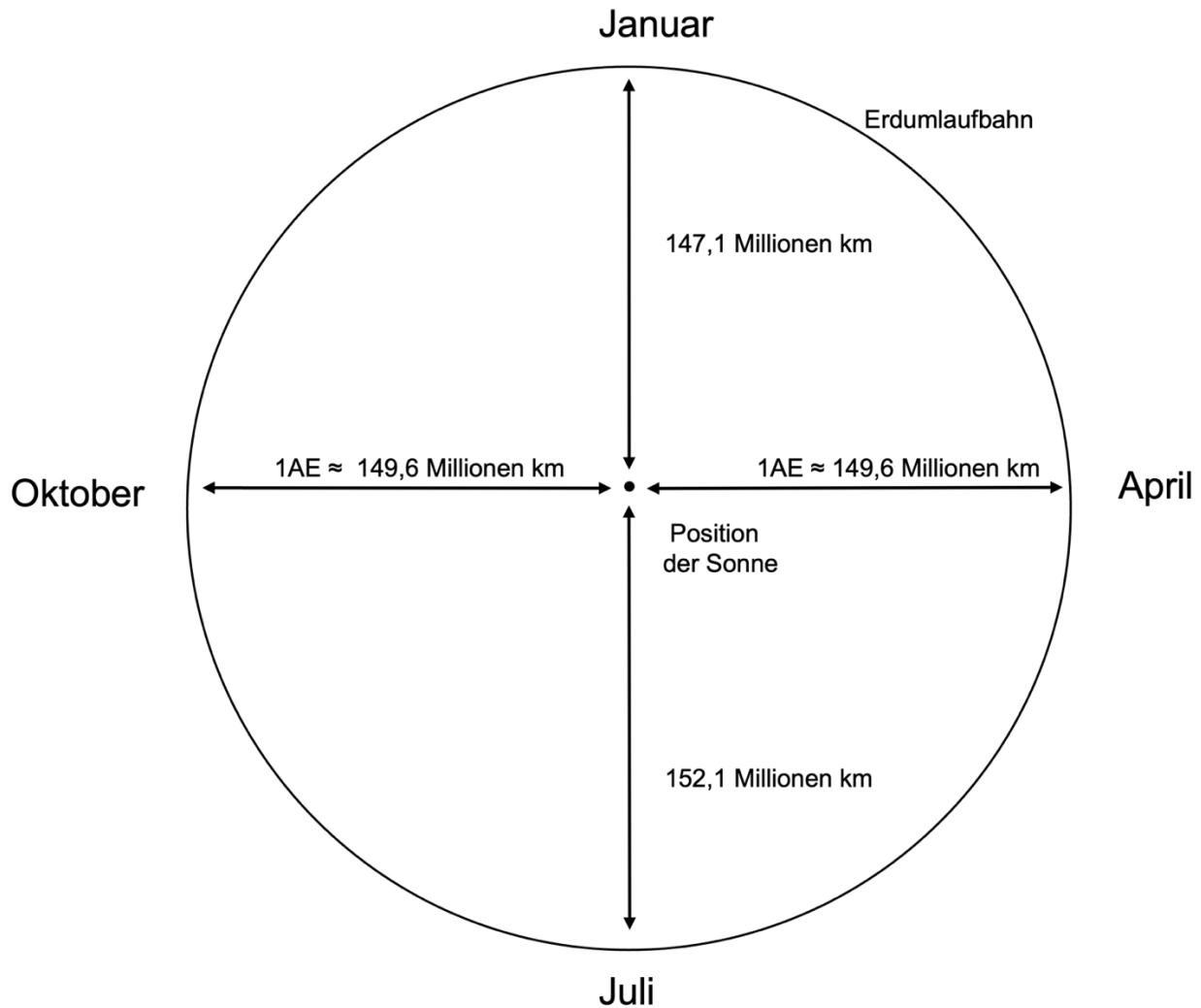
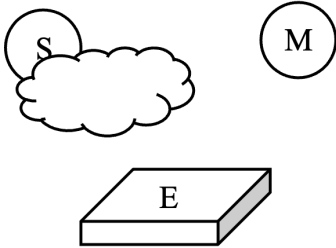
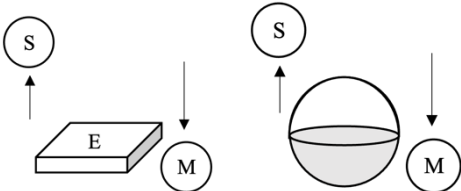
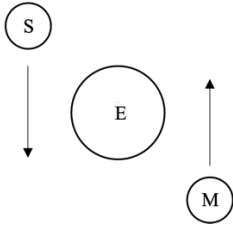

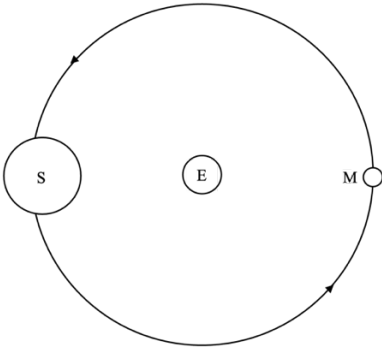
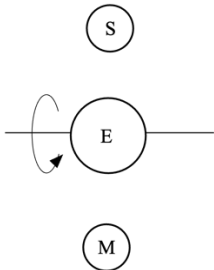
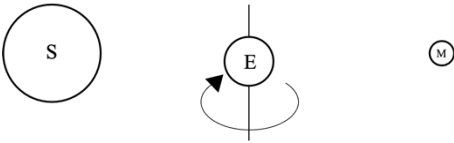
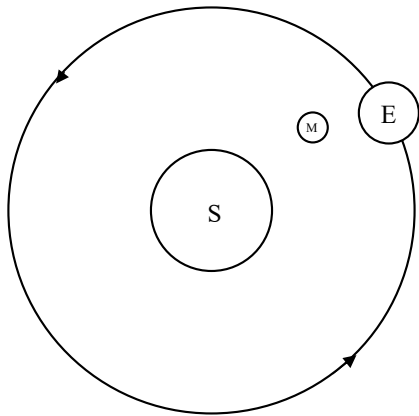


Abbildung 2: Erdumlaufbahn als nahezu perfekter Kreis.
Die Entfernung der Sonne zur Erdumlaufbahn und das Verhältnis zur Größe der Sonne sind maßstäblich.
Quelle: Eigene Darstellung.

Schülervorstellungen

Geozentrische Modelle	
	<p>Verdeckte Sonne und Mond</p> <p>Die meist flache Erde ruht unterhalb von Mond und Sonne. Alle drei Himmelskörper ruhen.</p> <p>Tag und Nacht entstehen durch die Verdeckung des Mondes bzw. der Sonne durch Wolken.</p>
	<p>Flache Erde, Himmelskörper auf und ab</p> <p>Die Erde ruht.</p> <p>Sonne und Mond bewegen sich auf und ab.</p>
	<p>Erdkugel, Himmelskörper auf und ab</p> <p>Die Erde ruht.</p> <p>Sonne und Mond bewegen sich hinauf und herab zur jeweils anderen Hemisphäre.</p>
	<p>Sonne und Mond kommen und gehen</p> <p>Die Erde ruht. Sonne und Mond erscheinen und verschwinden durch räumliche Nähe und Entfernung.</p>
	<p>Sonne und Mond auf einer Bahn</p> <p>Die Erde ruht.</p> <p>Sonne und Mond umkreisen die stationäre Erde einander gegenüber auf einer gemeinsamen Umlaufbahn.</p>
	<p>Horizontale Erdachse</p> <p>Die Erde dreht sich um ihre Achse von oben nach unten. Sonne und Mond ruhen auf gegenüberliegenden Seiten.</p>
	<p>Vertikale Erdachse, Sonne und Mond gegenüberliegend</p> <p>Die Erde rotiert um ihre Achse von Ost nach West oder umgekehrt. Sonne und Mond ruhen auf gegenüberliegenden Seiten.</p>

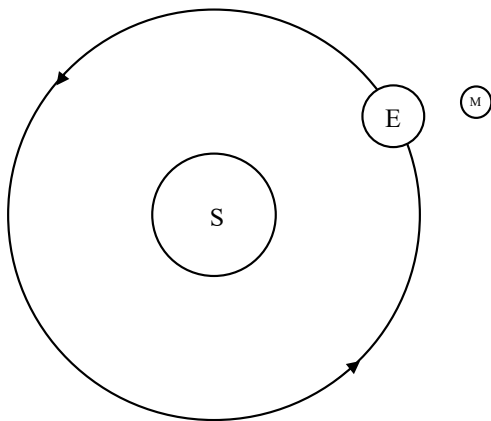
Heliozentrische Modelle



Mond stationär innen

Die Erde umkreist die Sonne.

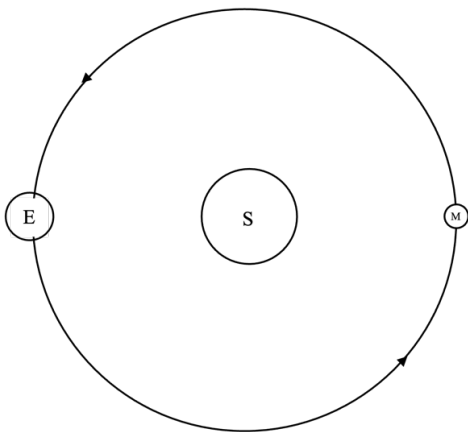
Der Mond steht immer innerhalb der Umlaufbahn zwischen Erde und Sonne



Mond stationär außen

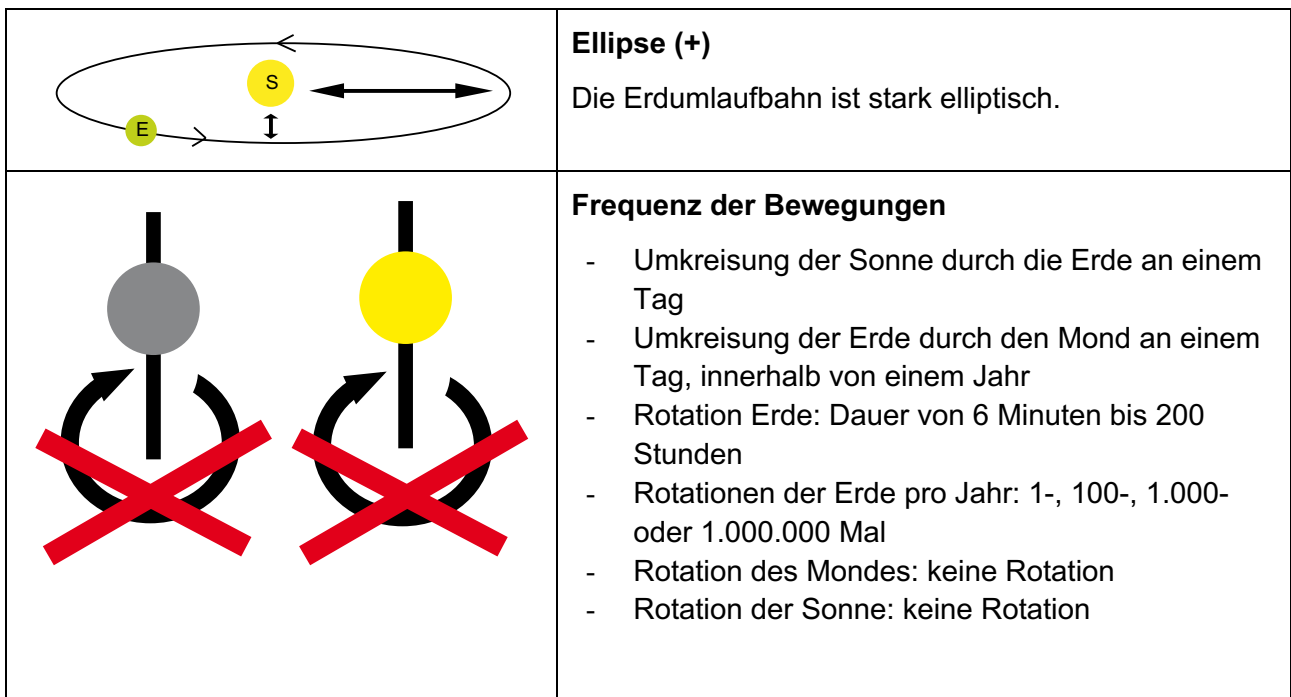
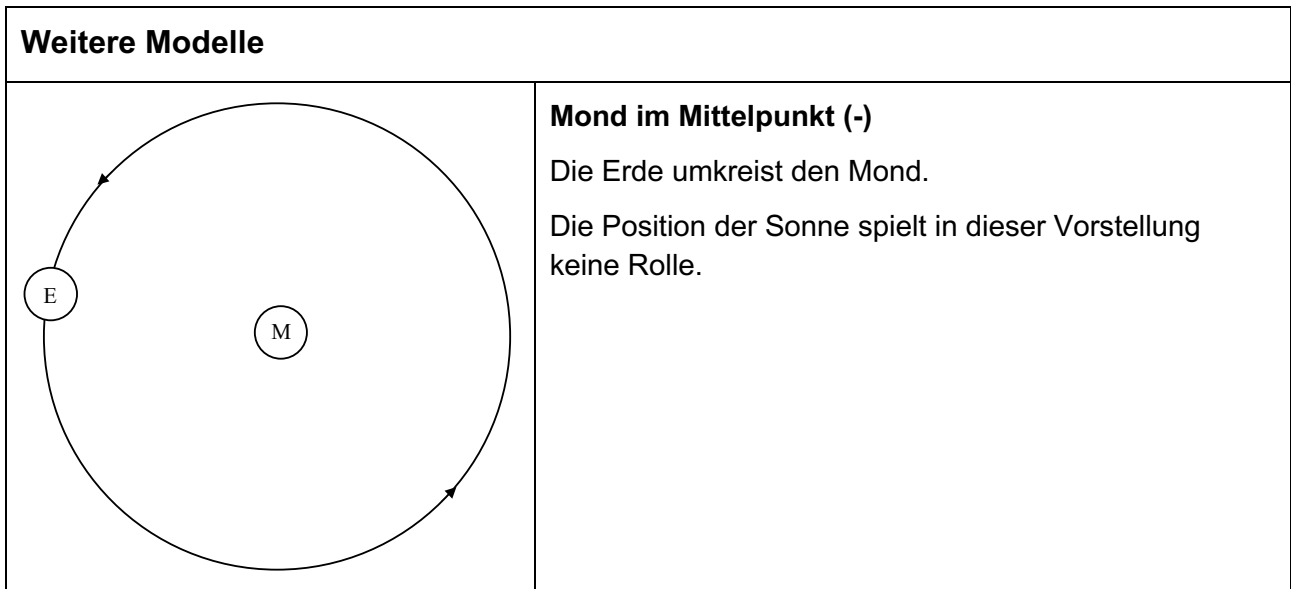
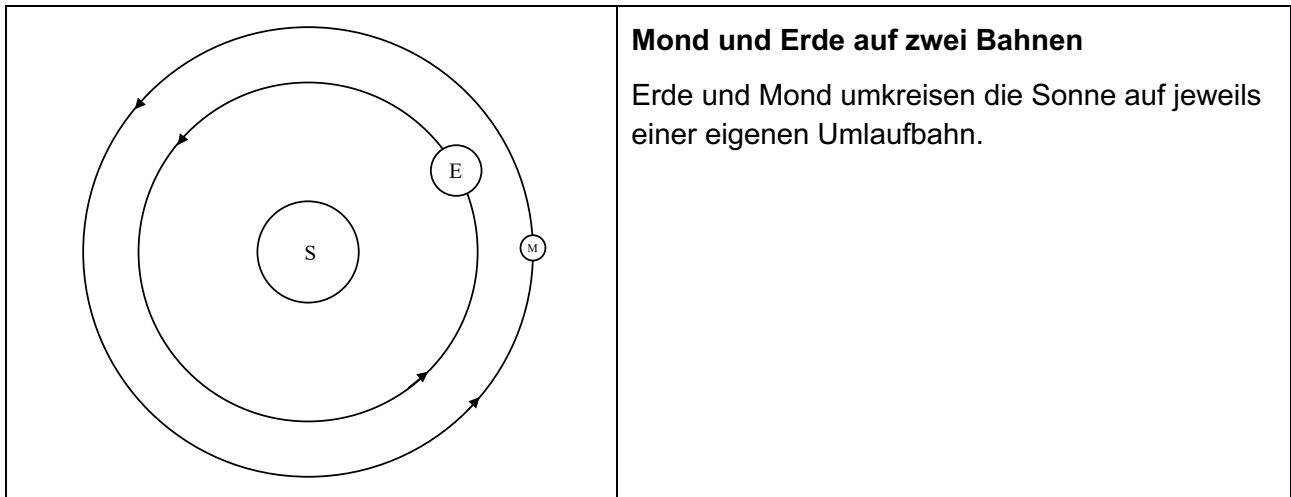
Die Erde umkreist die Sonne.

Der Mond steht immer außerhalb der Umlaufbahn zwischen Erde und Sonne



Mond und Erde auf einer Bahn

Erde und Mond umkreisen die Sonne auf der gleichen Umlaufbahn.



Literatur

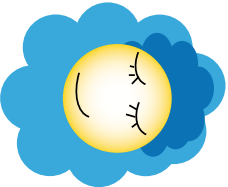
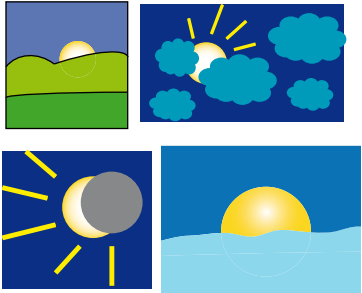

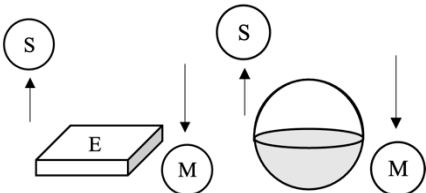
(Cin, 2007; Jones et al., 1987; Klein, 1982; Sadler et al., 2009; Samarapungavan et al., 1996; Schoon, 1989; Trumper, 2001; Vosniadou & Brewer, 1990)

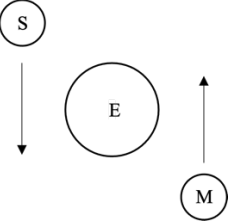
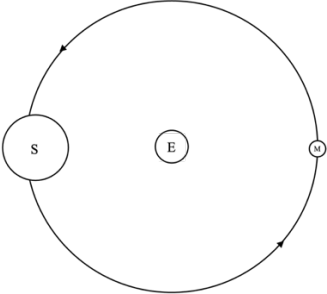
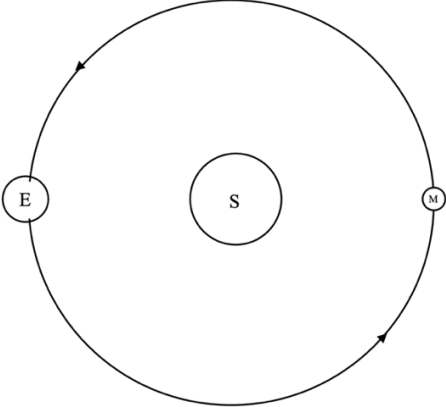
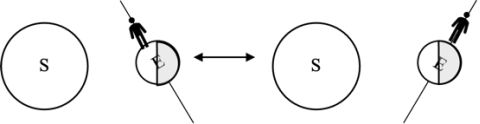
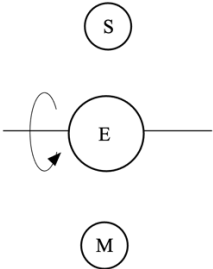
5 Entstehung von Tag/Nacht

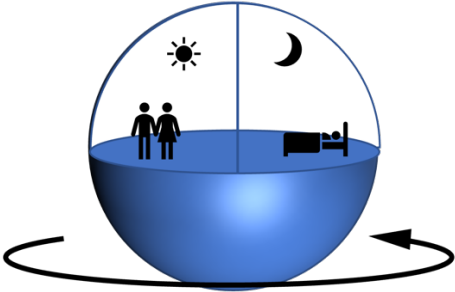
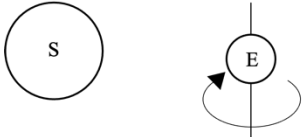
Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Anordnung: Die Erde umkreist die Sonne und der Mond umkreist die Erde.
- Die Erde ist eine Kugel und rotiert einmal am Tag um ihre Achse.
- Vom Nordpol aus gesehen erfolgt die Rotation gegen den Uhrzeigersinn.
- Auf der von der Sonne angestrahlten Seite der Erde herrscht Tag, auf der anderen Nacht.

Schülervorstellungen

Anfängliche Vorstellungen	
	<p>Sonne ausschalten, schlafen gehen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Sonne wird nachts ausgeschaltet. - Die Sonne schläft nachts. (Animismus)
	<p>Verdeckte / versteckte Sonne</p> <p>Die Sonne wird nachts verdeckt durch</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hügel - Wolken - das Meer - die Nacht - den Mond <p>Animistisches „sich Verstecken“ der Sonne. (+)</p>
	<p>Licht der Sonne kommt und geht (durch Entfernung)</p> <p>Die Erde bewegt sich nicht. Die Sonne kommt (Tag) und geht (Nacht).</p> <p>Teilweise mit Assoziation des Mondes in der Nacht: Die Sonne kommt und der Mond geht (Tag), die Sonne geht und der Mond kommt (Nacht).</p>
	<p>Sonne erscheint und verschwindet (am Horizont)</p> <p>Die Erde bewegt sich nicht. Die Sonne bewegt sich hoch (Tag) und runter (Nacht).</p> <p>Überall herrscht gleichzeitig Tag/Nacht.</p>

Synthetische Vorstellungen	
	<p>Sonne und Mond auf wechselseitigen Hemisphären</p> <p>Die Erde ruht. Sonne und Mond bewegen sich auf und ab zur jeweils anderen Seite der Erde.</p> <p>Auf einer Hemisphäre herrscht Tag, auf der anderen Nacht.</p>
	<p>Die Sonne kreist einmal am Tag um die Erde.</p> <p>Teilweise kreist auch der Mond um die Erde.</p> <p>Auf der sonnenzugewandten Seite der Erde ist Tag, auf der anderen bzw. der dem Mond zugewandten Seite ist Nacht.</p>
	<p>Die Erde kreist einmal am Tag um die Sonne. (+)</p> <p>Teilweise kreist auch der Mond um die Sonne.</p> <p>Die Erde rotiert nicht. Im Lauf der Umkreisung ändert sich, welche Erdhälfte von der Sonne beschienen wird. Auf der jeweils beschienenen Seite herrscht Tag.</p>
	<p>Die Erdachse kippt hin und her.</p> <p>Die Erde „neigt“ sich am Tag zur Sonne, die Erde „neigt“ sich in der Nacht von der Sonne weg. (-)</p> <p>Hinweis: Diese Vorstellung erklärt die Entstehung von Tag und Nacht nur für Menschen in der Nähe der Erdpole.</p>
	<p>Horizontale Erdachse</p> <p>Die Erde dreht sich einmal am Tag um ihre Achse von oben nach unten.</p> <p>Die Sonne befindet sich stationär über der Erde. Teilweise wird der Mond stationär unter der Erde ergänzt.</p>

	<p>Tag-Seite und Nacht-Seite</p> <p>Erdform: Hohlkugel.</p> <p>Die Sonne bleibt am stationären Himmel stets auf einer Seite.</p> <p>Die Erde dreht sich einmal täglich um ihre Achse von West nach Ost.</p> <p>Die Sonne verschwindet für jene, die aufgrund der Erdrotation zur Nacht-Seite der Erde bewegt werden.</p>
	<p>Erdrotation</p> <p>Die Erde dreht sich einmal am Tag um ihre Achse von West nach Ost.</p> <p>Die Neigung der Erdachse wird in diesem Zusammenhang teilweise nicht berücksichtigt.</p>

Literatur

(V. A. Atwood & Atwood, 1995; Baxter, 1989; Karslı & Patan, 2016; Klein, 1982; Schoon, 1989; Vosniadou & Brewer, 1990, 1994)

6 Sonne

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- **Sonne = annähernd kugelförmiger Stern**
besteht überwiegend aus Wasserstoff und Helium
die Gase liegen aufgrund der hohen Temperatur als Plasma vor
→ viele Atome liegen ionisiert als Ionen und Elektronen vor
- **geschichteter Aufbau**
Kernfusion im Kern
im Gegensatz zur Erde: kein fester Kern
- **Transport der durch Kernfusion freiwerdenden Energie**
im Inneren der Sonne: Strahlung (Strahlungszone), Konvektion (Konvektionszone)
von der Photosphäre: Abgabe der Energie in Form von Strahlung mit verschiedenen Wellenlängen in alle Richtungen
- **Sonnenflecken**
können größer sein als die Erde
im Vergleich zur mittleren Temperatur der Sonnenoberfläche (5.800 K) kühlere Bereiche (4.000 K)
erscheinen auf Fotos dunkel, weil sie weniger hell sind als ihre Umgebung
entstehen durch starke Magnetfelder
- **Protuberanzen**
geschlossene Bögen heißen Gases
folgen dem Verlauf des Magnetfeldes
- **Modell der Himmelskugel** (siehe Abbildung)
Meridian = Halbkreis, der den Südpunkt am Horizont des Beobachters mit dem Nordpunkt verbindet
Der höchste Punkt der Sonne im Verlauf eines Tages liegt immer auf dem Meridian.
- **Position des Sonnenauf- und untergangs (siehe Abbildung 3)**
 - Für einen Beobachter in Mainz (50° N) auf der Nordhalbkugel geht die Sonne am Frühlingsanfang und am Herbstanfang genau im Osten auf, erreicht eine Höhe von $90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$ beim Passieren des Meridians und geht genau im Westen unter.
 - Für Beobachter auf der Nordhalbkugel verschiebt sich die Position des Sonnenaufgangs/-untergangs
 - zwischen Frühlingsanfang und Sommeranfang nach Norden und
 - zwischen Sommeranfang und Herbstanfang nach Süden.
 - In den Breitengraden nördlich des Wendekreises steht die Sonne mittags nie direkt über uns.

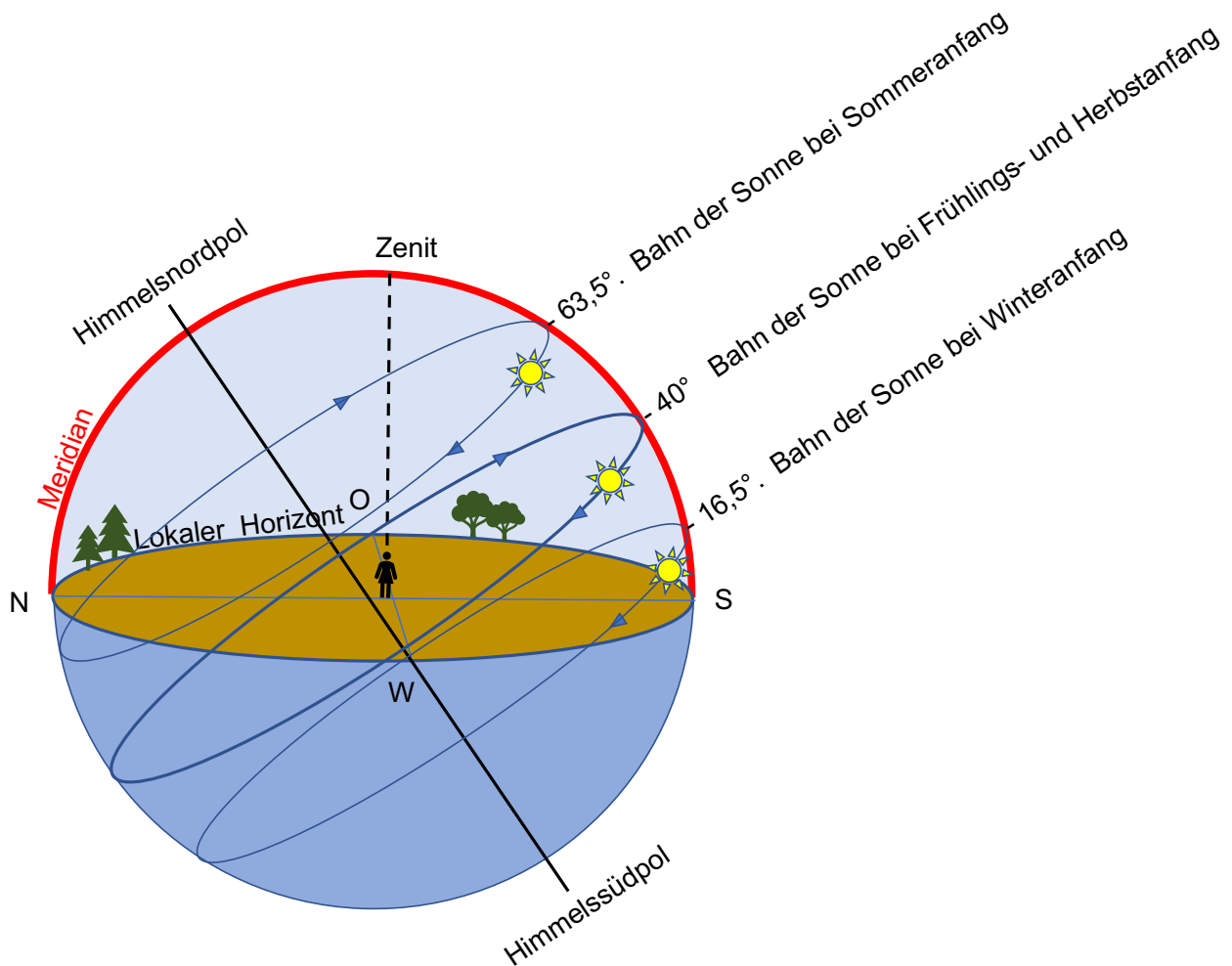

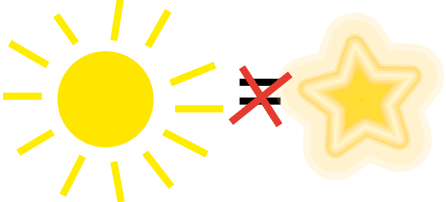
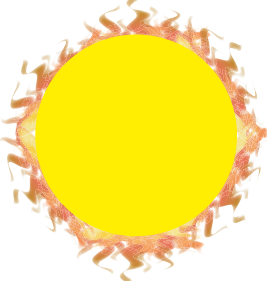

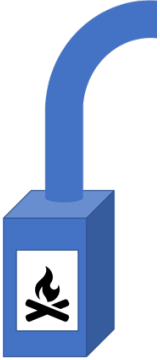
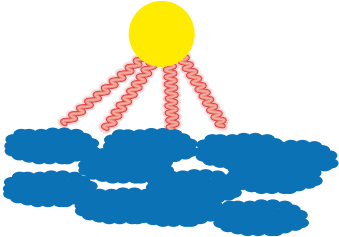
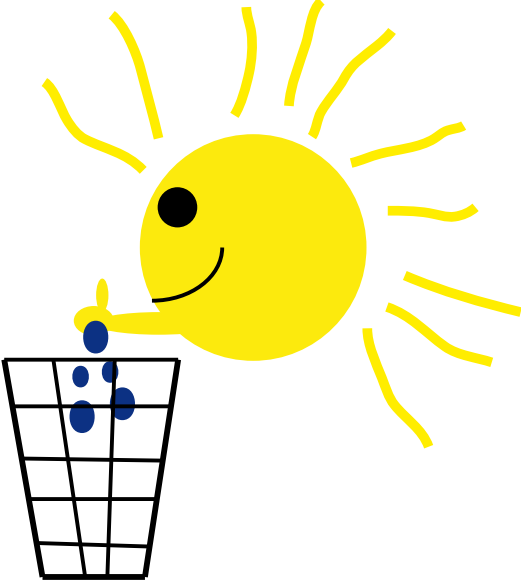


Abbildung 3: Sonnenbahn in Mainz (50° N) im Verlauf der Jahreszeiten.
 Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bennett et al. (2021), S. 139.

Schülervorstellungen

	<p>Bewegungsrichtung am Himmel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eine hoch am Himmel stehende Sonne ist eine Stunde später weiter östlich oder hauptsächlich weiter südlich.
	<p>Position der Sonne um 12 Uhr (+)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Sonne steht jeden Tag mittags um 12 Uhr senkrecht über uns, sodass nur unter den Objekten Schatten entstehen.

	<p>Bahn der Sonne im Jahresverlauf</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Bahn der Sonne am Himmel ist unabhängig von den Jahreszeiten. - Die Sonne geht immer direkt im Osten auf und direkt im Westen unter.
	<p>Farbe und Haptik / Materialität</p> <ul style="list-style-type: none"> - Farbe der Sonne = gelb - Sonnenstrahlen bestehen aus fester Materie
	<p>Kategorisierung der Sonne als Himmelsobjekt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sonne = kein Stern, Sonne als einzigartiges Objekt (+) - Sonne = großer glühender Planet
	<p>Beschaffenheit und Oberfläche der Sonne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Gase an der Oberfläche brennen. - Die Oberfläche wird durch Feuer gebildet. - Die Sonne besitzt einen festen Kern. - Die Sonne besteht aus festem Gestein, an der Oberfläche ist dieses geschmolzen, wie Lava. - Die Sonne ist ein Gasball, die Oberfläche besteht aus Gasen.
	<p>Sonnenflecken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verunreinigungen, d.h. andere Gase (+) - Inseln, d.h. festes Gestein, das auf der Oberfläche der Sonne schwimmt. (-) - Schatten von Wolken oder anderen Himmelskörpern (-)
	<p>Entstehung der Wärme- und Lichtstrahlung der Sonne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbrennung von Materie - „wie bei einem Ofen“

	<p>Wärmeleitung von der Sonne zur Erde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das Licht entspricht der Wärmeenergie: nachts oder bei Bewölkung kommt kein Licht und somit auch keine Wärme zu uns. - Die Sonne erwärmt das Weltall, welches sich dann bis zur Erde ausbreitet.
	<p>Protuberanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protuberanzen entstehen durch die Abstoßung von gleichgeladenen Teilchen. - Bei Protuberanzen handelt es sich um die Abstoßung von überflüssigem bzw. verbrauchtem Material in den Weltraum hinein.

Literatur



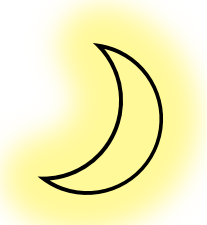
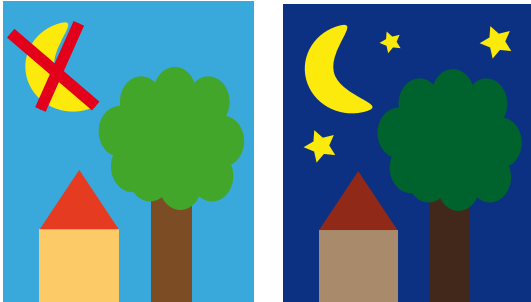
(Bisard et al., 1994; Pfoser, 2017; Sadler et al., 2009; Schoon, 1989, 1995; Trumper, 2000, 2001)

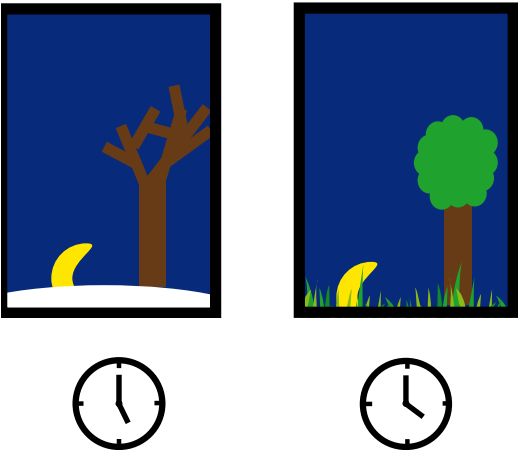
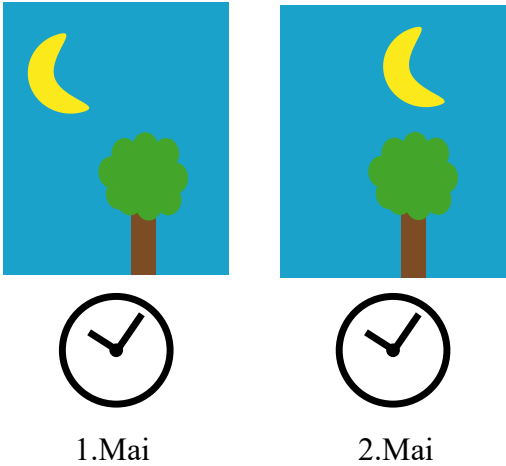
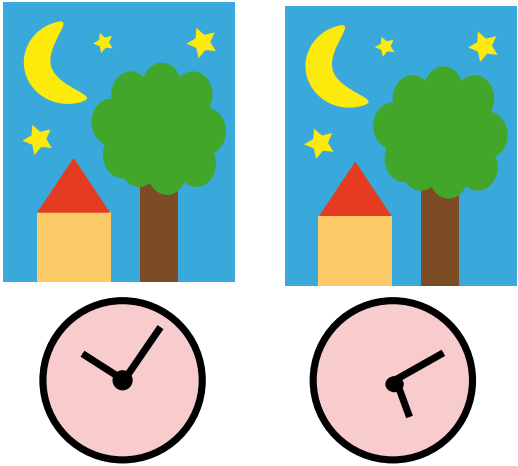
7 Mond

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Mond = kugelförmiger Himmelskörper
- Die Erde besitzt nur einen Mond, andere Planeten haben mehrere Monde.
Der Mars besitzt zwei Monde, Jupiter und Saturn haben jeweils über sechzig Monde.
- Der Mond streut das Sonnenlicht.
- Der Mond ist je nach Mondphase tagsüber bzw. nachts zu sehen.
- Der Zeitpunkt des Mondaufgangs hängt hauptsächlich von der Mondphase ab.
Beispiel: Der Vollmond geht in der Abenddämmerung auf und in der Morgendämmerung unter.
Zusätzlich variiert der Zeitpunkt mit der Jahreszeit.

Schülervorstellungen

	<p>Animismus</p> <p>Der Mond als lebendes Objekt</p>
	<p>Anzahl der Monde</p> <p>Es existieren mehrere Monde mit unterschiedlichem Aussehen.</p>
	<p>Leuchten des Mondes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Sonne steht hinter dem Mond. Das Licht der Sonne leuchtet durch diesen hindurch. - Der Mond leuchtet selbst, wie ein Stern.
	<p>Sichtbarkeit des Mondes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Mond ist in klaren Nächten immer zu sehen. - Der Mond ist nur nachts und nie am Tag zu sehen.

	<p>Zeitpunkt des Mondaufgangs</p> <ul style="list-style-type: none"> - in Abhängigkeit vom Wetter: an schönen Tagen früher und an schlechten später - in Abhängigkeit von den Jahreszeiten: im Sommer früher und im Winter später
	<p>Position des Mondes am Himmel</p> <p>am nächsten Tag ist der Mond <u>zur gleichen Zeit</u> weiter westlich zu sehen,</p> <ul style="list-style-type: none"> - weil der Mond sich von Osten nach Westen bewegt und folglich am nächsten Tag weiter im Westen sein wird - weil der Mondaufgang früher ist <p>am nächsten Tag ist der Mond <u>zur gleichen Zeit</u> weiter östlich zu sehen,</p> <ul style="list-style-type: none"> - weil der Mond sich von Osten nach Westen bewegt - weil sich der Mond von Tag zu Tag immer langsamer bewegt und daher am nächsten Tag zur gleichen Uhrzeit noch weiter östlich ist - weil ein Berg die Bewegung des Mondes blockiert (-)
	<p>Bewegungsrichtung des Mondes am Himmel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Mond und auch die Sterne bewegen sich nicht im Laufe einer Nacht. Herkunft: Kinder können den Nachthimmel nicht über mehrere Abendstunden hinweg beobachten. - von Süden nach Norden - von Westen nach Osten, da entgegengesetzt zur Sonne - Mondaufgang im Westen gegenüberliegend zum Sonnenaufgang im Osten - in Abhängigkeit von Tag und Nacht: am Tag geht der Mond im Westen auf, in der Nacht geht der Mond im Osten auf

Literatur

(Dai, 1991; Hirsch, 2013; Sadler et al., 2009; Schoon, 1989; Wilhelm, 2014)

8 Mondphasen

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- **Mondphasen** = von der Erde aus sichtbare unterschiedliche Erscheinungsformen des Mondes

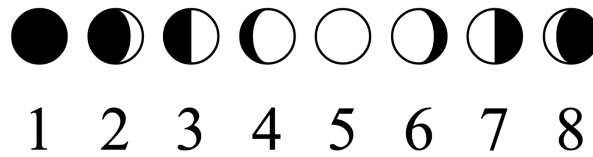


Abbildung 4: Aussehen und Abfolge der Mondphasen

1: Neumond; 2: zunehmende Sichel; 3: zunehmender Halbmond (erstes Viertel); 4: zunehmender Dreiviertelmond; 5: Vollmond; 6: abnehmender Dreiviertelmond; 7: abnehmender Halbmond (letztes Viertel); 8: abnehmende Sichel.

Quelle: Eigene Darstellung, Bezeichnungen nach Bennett et al. (2021), S. 56.

- **Entstehung der Mondphasen:**

Der Mond umkreist die Erde. Die der Sonne zugewandte Hälfte des Mondes ist stets beleuchtet, die andere Hälfte dunkel. Die vom Betrachter auf der Erde sichtbare Seite des Mondes ist teilweise beleuchtet. Je nach Grad der Beleuchtung scheint der Mond eine entsprechende Gestalt zu haben.

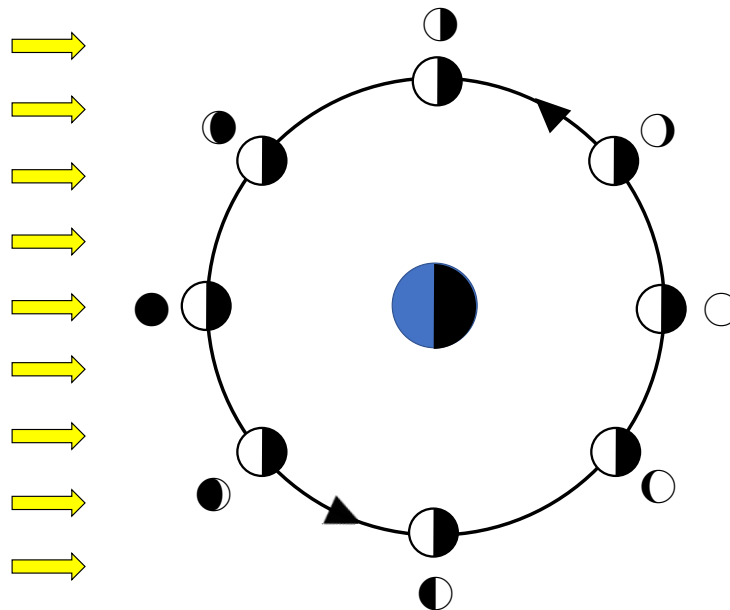


Abbildung 5: Entstehung der Mondphasen.

Das Sonnenlicht fällt aufgrund der großen Entfernung der Sonne parallel ein und beleuchtet die der Sonne zugewandte Seite des Mondes. Außerhalb der Umlaufbahn ist die jeweils von der Erde zu sehende Mondphase dargestellt.

Quelle: Eigene Darstellung.

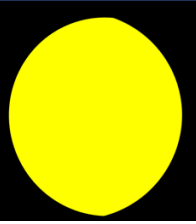

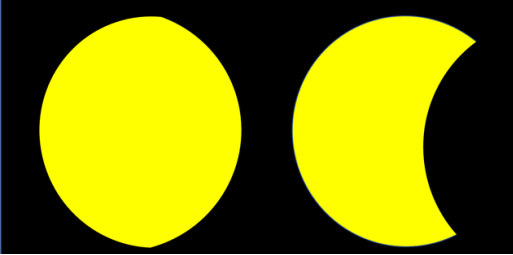
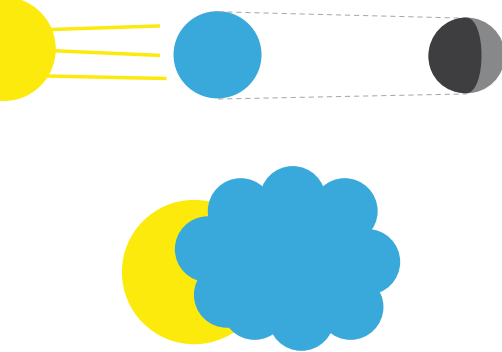
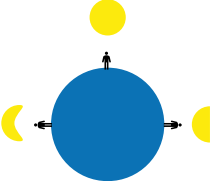

- **„Erdphase“:**

Die der Sonne zugewandte Hälfte der Erde ist beleuchtet. Grundsätzlich ist die Erde nur von der ihr zugewandten Seite des Mondes zu sehen. (Gebundene Rotation)

Je nach Position des Mondes auf dessen Umlaufbahn um die Erde ist vom Mond aus nur ein Teil der Erde beleuchtet. Analog zu den Mondphasen ergeben sich „Erdphasen“.



Schülervorstellungen

 <p>zunehmend oder abnehmend?</p>	<p>Aussehen der Mondphasen</p> <ul style="list-style-type: none"> - keine Vorstellung zu den Begriffen Viertel-, Dreiviertel- oder Neumond - keine Unterscheidung zwischen zunehmend und abnehmend bzw. Verwechslung dieser
	<p>alternative Reihenfolge der Mondphasen</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. von hell zu dunkel: erst Vollmond, dann die beiden Halbmonde, dann Neumond
	<p>Form des Dreiviertelmondes</p> <p>statt einer konvex-konvexen Form (links) Annahme eine konkav-konvexen Form (rechts), die nur bei der Mondfinsternis auftritt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwechslung der Form der Mondphase (links) mit der Form bei der Mondfinsternis (rechts)
	<p>Ursachen der Mondphasen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schattenwurf der Erde auf den Mond - Verwechslung zwischen der Entstehung der Mondphasen und der Entstehung der Mondfinsternis (+) - Die Mondphasen werden mit dem Umkreisen der Erde durch den Mond erklärt. - Der Mond bewegt sich in den Schatten der Sonne oder in den Schatten von Planeten. - Verdeckung des Mondes durch Wolken - Verdeckung des Mondes durch die Erde - teilweise Beleuchtung - Mond ist der Erde am nächsten bei Vollmond, je weiter entfernt, desto „weniger“ Mond ist zu sehen - zunehmende Dunkelheit der Nacht (-) - Der lebendige Mond ändert seine Körperform (-)
	<p>Mondphasen an unterschiedlichen Orten</p> <p>Zum gleichen Zeitpunkt sehen die Menschen an verschiedenen Positionen der Erde verschiedene Mondphasen.</p>
	<p>Es gibt keine Erdphasen.</p> <p>(Blick vom Mond auf die Erde)</p>

Literatur

(Baxter, 1989; Dai, 1991; Hirsch, 2013; Schoon, 1989; Trumper, 2001)

9 Mond- und Sonnenfinsternis

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Anordnung der Himmelskörper

Für das Aufkommen einer Finsternis müssen folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein:

- Sonne, Erde und Mond befinden sich in einer Linie auf der Ebene der Ekliptik.
- Es herrscht Vollmond (Mondfinsternis) oder Neumond (Sonnenfinsternis)

Die Umlaufbahnen des Mondes und der Erde sind leicht gegeneinander geneigt (etwa 5°), daher schneiden sie sich nur zweimal pro Umrundung in den sogenannten Mondknoten. Diese Schnittpunkte verschieben sich in einem Rhythmus von 18,6 Jahren entlang der Mondumlaufbahn. Dadurch kommt es nur alle 173 Tage zu einer Finsternissaison und erst nach jeweils 18 Jahren und 11,3 Tagen zu einer Wiederholung der Finsternisse im Saros-Zyklus.

Bei einer Mondfinsternis fällt der Schatten der Erde auf den Mond. Die Erde befindet sich zwischen Sonne und Mond (siehe Abbildung 7).

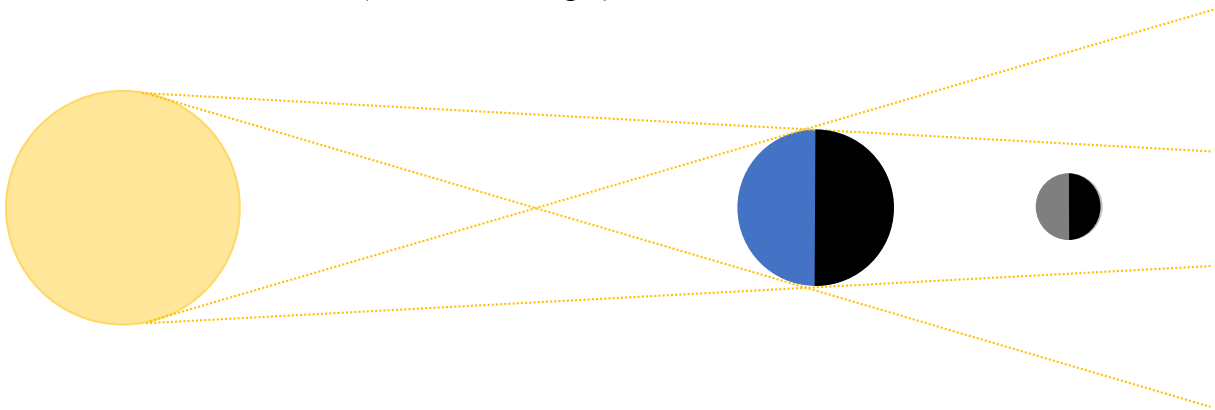


Abbildung 7: Mondfinsternis, schematisch, nicht maßstabsgerecht.
Quelle: In Anlehnung an Bennett et al. (2021), S. 59.

Bei einer Sonnenfinsternis fällt der Schatten des Mondes auf die Erde. Der Mond befindet sich zwischen Sonne und Erde (siehe Abbildung 8).

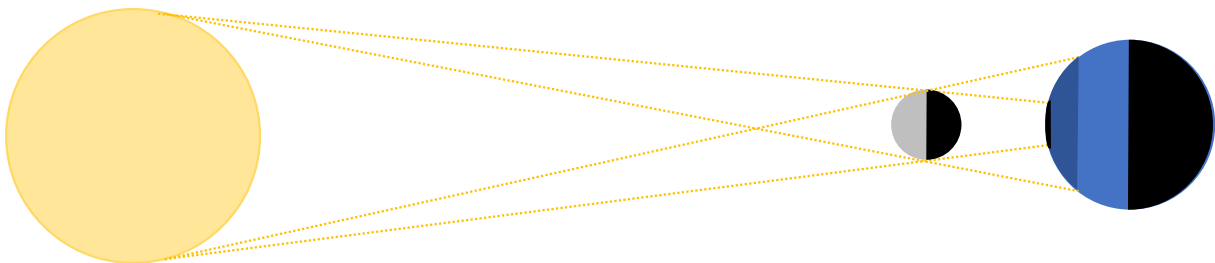


Abbildung 8: Sonnenfinsternis, schematisch, nicht maßstabsgerecht.
Quelle: In Anlehnung an Bennett et al. (2021), S. 59

- Beobachtbarkeit

Durchmesser der Erde $\approx 4 \times$ Durchmesser des Mondes

- Mondfinsternis ist stets von der gesamten Nachtseite der Erde zu sehen
- Sonnenfinsternis ist nur in einem schmalen Streifen auf der Tagseite der Erde zu sehen.
Dieses Gebiet kann überall auf der Erde lokalisiert sein, auch an den Polen.

- Rotfärbung des Mondes bei einer totalen Mondfinsternis

Sonnenlicht wird aufgrund der Erdatmosphäre in den Kernschatten abgelenkt
 Blaues Licht wird aufgrund der Streuung stärker geschwächt als rotes.
 Das rote Licht erreicht den Mond und färbt ihn rot.

- „Gefahren“ einer Sonnenfinsternis

Bei einer Sonnenfinsternis tritt keine schädliche Strahlung auf.

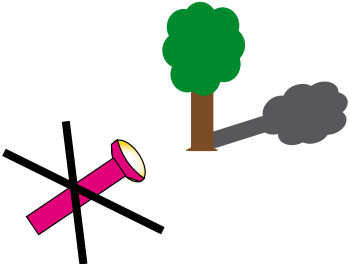
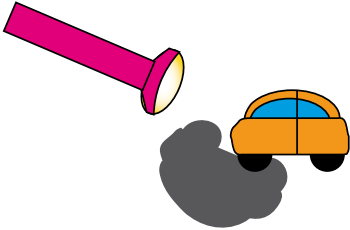
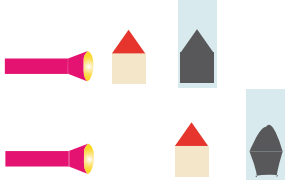
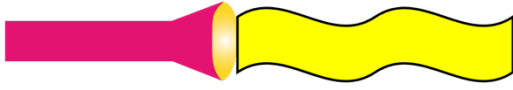

Die Neutrinostrahlung gelangt immer zur Erde und ist harmlos für den Menschen.

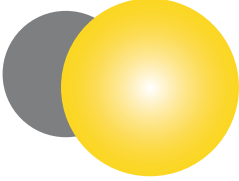
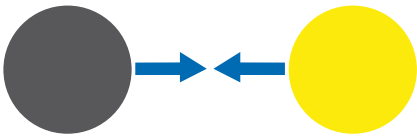
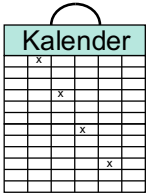

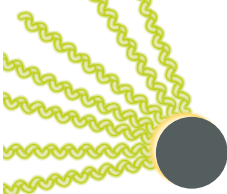
Grund: Die Neutrinos durchdringen feste Materie größtenteils ohne Reaktion.

Der Blick auf die leuchtende Sonnenoberfläche ist gefährlich.

→ Verwendung einer speziellen Schutzbrille

Schülervorstellungen

Schatten	
	<p>Ohne Licht</p> <p>Keine Lichtquelle für die Entstehung eines Schattens erforderlich</p>
	<p>Seite des Lichts</p> <p>Schatten auf derselben Seite des Objekts wie die Lichtquelle</p>
	<p>Veränderte Form</p> <p>Die Form eines Schattens verändert sich, wenn sich ein Objekt von einer Lichtquelle entfernt.</p>
	<p>Lichtwellen</p> <p>wellenförmige statt geradlinige Lichtausbreitung Herkunft: Welleneigenschaften des Lichts und Begriff der Wellenlänge</p>
	<p>Größe nach Uhrzeit</p> <p>Der Schatten eines Objekts ist morgens kürzer als mittags.</p>

Finsternisse	
 <p>„Sonne verdeckt den Mond“</p>	<p>Anordnung von Sonne, Erde und Mond</p> <ul style="list-style-type: none"> - falsche Größenverhältnisse der Himmelskörper - Vertauschung von Sonnen- und Mondfinsternis - alternative Anordnung von Sonne, Erde und Mond <ul style="list-style-type: none"> o bei einer Sonnenfinsternis <ul style="list-style-type: none"> → Sonne zwischen Erde und Mond → Erde zwischen Sonne und Mond o bei einer Mondfinsternis <ul style="list-style-type: none"> → Der Mond ist hinter der Sonne und wird von der Sonne verdeckt. → Der Mond ist zwischen Erde und Sonne, blockiert Sonnenlicht und erscheint dunkel.
<p>Zusammenhang Mondphasen und Finsternisse</p> <p>Der Mond ist bei einer totalen Sonnenfinsternis in der Mondphase „Vollmond“.</p>	
 <p>„Kollision“</p>	<p>Funktionsprinzip</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterschied zwischen Vollmond und Mondfinsternis? - Kann der kleine Mond die große Sonne verdecken? - Vernachlässigung der Rolle der Erde <p>Bei Finsternissen geht es nur um Sonne und Mond.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Finsternisse entstehen, wenn Sonne, Mond und Erde die gleiche Umlaufbahn teilen. - Mond und Sonne treffen aufeinander.
	<p>Häufigkeit und Beobachtbarkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Finsternisse treten regelmäßig auf. - Eine Sonnenfinsternis kann von der ganzen Tagseite der Erde aus beobachtet werden. - Mondfinsternis nur an einer Position der Erde - Keine Sonnenfinsternis am Nord- oder Südpol.
	<p>Farbe des Mondes bei einer Mondfinsternis</p> <p>Bei der roten Farbe handelt es sich um die Farbe des Mondes.</p>
	<p>Auswirkungen von Finsternissen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Während einer Sonnenfinsternis tritt schädliche Strahlung auf. Diese kann Menschen schaden. - Sonnenfinsternisse kündigen etwas Schlimmes oder große Veränderungen an.

Literatur

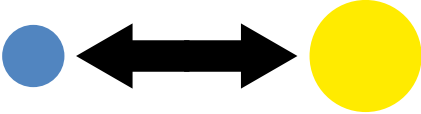
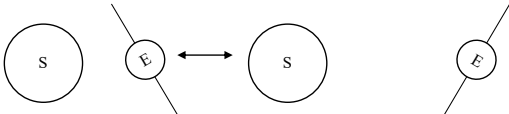
(Baysal et al., 2022; Karşlı & Patan, 2016; Madaiton et al., 2022; NASA, 2017; Wilhelm, 2014)


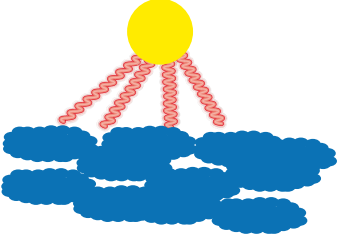
10 Jahreszeiten

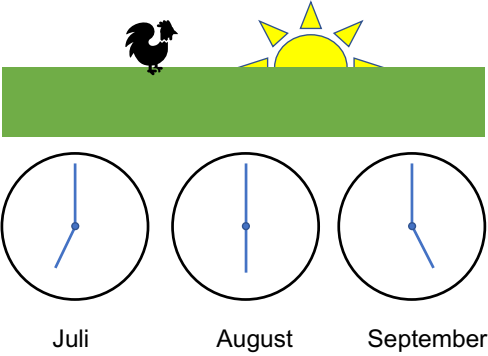
Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Die Erde umkreist jährlich die Sonne.
- Die Form der Erdumlaufbahn entspricht einem nahezu perfekten Kreis (siehe Abbildung 2)
- Durch die Erdumlaufbahn wird die Ebene der Ekliptik definiert.
- Die Jahreszeiten entstehen aufgrund der Neigung der Erdachse in Bezug auf die Ebene der Ekliptik.
- Gegenüber einer senkrecht auf dieser Ebene stehenden Linie ist die Achse der Erde um $23,5^\circ$ geneigt. Die Erdachse zeigt während der gesamten Erdumlaufbahn konstant in Richtung Polarstern.
- Es ändert sich die Ausrichtung der Erde relativ zur Sonne.
- Das Sonnenlicht trifft im Juni steiler auf die Nordhalbkugel.
- Die Energie des Sonnenlichts ist konzentriert auf eine kleine Fläche.
- Diese erwärmt sich stärker.
- Zusätzlich stehen der Sonne aufgrund der längeren und höheren Bahn mehr Sonnenstunden für die Erwärmung zur Verfügung.

Schülervorstellungen

Erklärung der Jahreszeiten durch ...	
	<p>... die Entfernung der Sonne von der Erde (+)</p> <p>Die Erde ist im Sommer näher an der Sonne.</p> <p>Herkunft: Erfahrung: Mit größerer Entfernung von einer Wärmequelle wie einem Lagerfeuer verringert sich die wahrgenommene Wärme.</p>
	<p>... Neigung der Erdachse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es fehlt die Folgerung aus der Neigung der Erdachse: Die Konzentration des einfallenden Sonnenlichts auf eine kleinere Fläche im Sommer wird nicht formuliert. - Die Erde „neigt“ sich im Sommer nach vorne zur Sonne und im Winter von der Sonne weg. Durch dieses „Neigen“ entsteht eine Nähe des Teils der Erde zur Sonne, auf dem Sommer herrscht. → Vermischung der alternativen Vorstellung mit der Entfernung zur Sonne und der fachwissenschaftlichen Beschreibung mit der Neigung der Erdachse - Die Richtung der Neigung der Erdachse während ihres Umlaufs um die Sonne ist nicht konstant, sondern ändert sich. → Die Rotationsachse der Erde kippt während

	<p>der Umkreisung der Sonne hin und her.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Neigung ist extrem stark ausgeprägt, sodass der Pol der Halbkugel, auf der Sommer herrscht, komplett Richtung Sonne ausgerichtet ist. - Der wärmste Teil des Tages folgt dem Zeitpunkt, zu dem die Sonne den höchsten Punkt am Himmel erreicht. Es erfolgt keine Übertragung des Sonnenstandes auf die Jahreszeiten.
	<p>... Rotation der Erde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Sonne befindet sich auf einer Seite der Erde - Auf der Sonnenseite herrscht Sommer, auf der anderen Winter.
	<p>Weitere Erklärungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dicke Wolken verhindern im Winter, dass die Wärme der Sonne zur Erde gelangt. - Kalte Planeten entfernen die Wärme der Sonne. - Veränderungen der Pflanzen bewirken die Jahreszeiten. (=Verdrehung von Ursache und Wirkung.) - Die Wolken erzeugen Schneeregen und Schnee und daher haben wir Winter. - Es gibt zwei verschiedene Sonnen: eine Sommersonne und eine Wintersonne. Herkunft: Sprache: Die Sonne ist im Sommer und Winter unterschiedlich heiß.

	<p>Tageslänge</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Länge des Tageslichts nimmt während des Sommers von Tag zu Tag zu. - Die Zeit des Jahres mit der längsten Tageslichtdauer ist auf Nord- und Südhalbkugel gleich.
---	--

Literatur

(R. K. Atwood & Atwood, 1996; Barnett et al., 2013; Baxter, 1989; Furuness & Cohen, 1989; Schoon, 1989; Trumper, 2001; Wenzel, 2012)

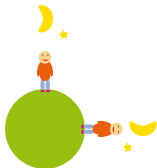
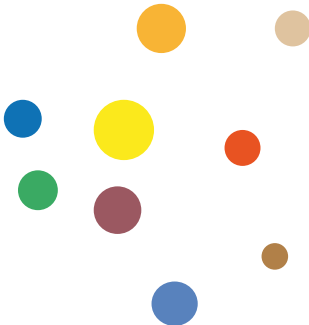
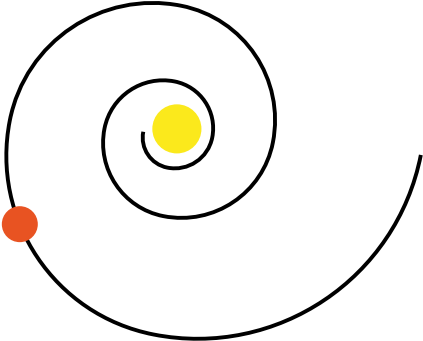
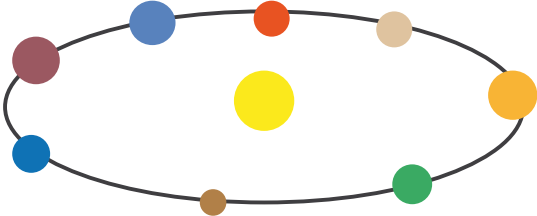
Doris Lisanti, CC BY-SA 3.0 DE (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>)





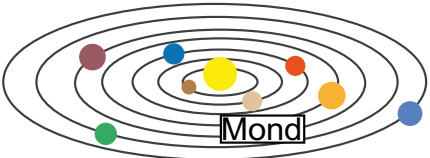
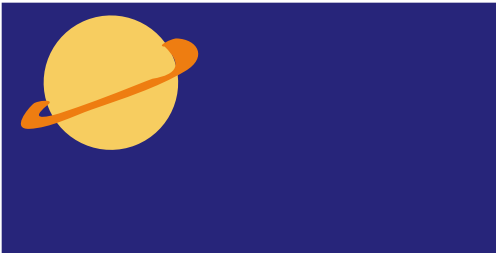
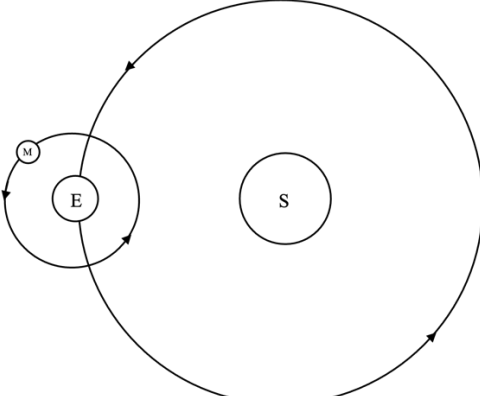
11 Anordnung der Himmelskörper im Sonnensystem

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- Sonnensystem = Sonne + umkreisende Materie (Planeten, deren Monde, ...)
- acht Planeten: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun
- Umlaufbahnen der Planeten \approx kreisförmig
- Alle Umlaufbahnen liegen annähernd in derselben Ebene.
- Sonne = der einzige Stern im Sonnensystem
- Alle anderen Sterne befinden sich außerhalb des Sonnensystems.
- Die Menschen haben sich bisher nie weiter von der Erde entfernt als zum Mond.
- Das Sonnensystem ist Bestandteil der Galaxie Milchstraße.
Eine Galaxie ist ein durch die Schwerkraft gebundener Haufen von einigen hundert Millionen bis über eine Milliarde Sterne.

Schülervorstellungen

	<p>vervielfältigt</p> <p>Unsicherheit, ob alle Menschen in allen Ländern denselben Mond, dieselbe Sonne und dieselben Sterne haben</p>
	<p>zufällig</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sonne und Planeten sind zufällig angeordnet. - Sie stehen still oder bewegen sich unregelmäßig.
	<p>spiralförmig</p> <p>die Planeten bewegen sich auf einem spiralförmigen Pfad um die Sonne</p>
	<p>prozessionsartig</p> <p>die Planeten folgend einander auf einer einzigen Umlaufbahn um die Sonne</p>

	<p>Sterne als Bestandteil des Sonnensystems</p>
	<p>Verwechslung der Begriffe „Sonnensystem“ und „Galaxie“</p>
	<p>geozentrisches Weltbild</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erde in der Mitte des Sonnensystems - Sonne an der Stelle eines Planeten - Sonne und Planeten umkreisen die Erde
	<p>Verwechslung der Erde mit anderen Planeten</p>
	<p>Mond auf einer Planetenbahn</p>
	<p>Farbe des Weltraums: blau</p>
	<p>Strukturell andersartige Anordnungen</p> <p>Erde-Sonne-Mond: Das Sonnensystem besteht nur aus diesen drei Objekten.</p>

Literatur

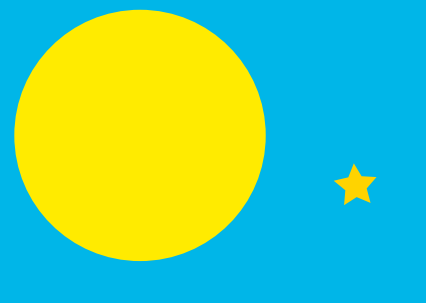
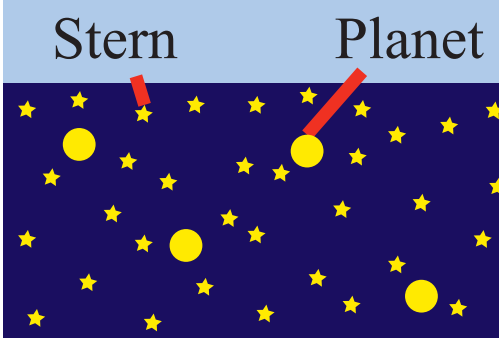

(Bailey et al., 2012; Sadler et al., 2009; Sharp & Kuerbis, 2006; Vosniadou & Brewer, 1990)

12 Unterscheidung Sterne, Planeten und Monde

Fachwissenschaftliche Beschreibung

- **Sterne**
= Objekte, die Energie durch die Fusionierung von leichteren Elementen zu schwereren erzeugen
- 3 Bedingungen für **Planeten**
 - o Umkreisung eines Sterns
 - o durch eigene Schwerkraft weitgehend rund geformt
 - o Umgebung ihrer Umlaufbahn freigeräumt
- **Monde** = Himmelskörper, die einen Planeten, Zwergplaneten oder Asteroiden umkreisen
- **Sternschnuppen** = Lichtblitze,
erzeugt durch in die Erdatmosphäre eintretende kleine Teilchen aus Staub oder Gestein
Fachbegriff: Meteor

Schülervorstellungen

	<p>Unterschied Sonne - Sterne</p> <p>Die Sonne ist viel größer als die anderen Sterne. Begründung: viel größerer Eindruck am Himmel.</p>
	<p>Unterschied Sterne – Planeten</p> <ul style="list-style-type: none"> - keine klare Abgrenzung - nicht entscheidend: Sterne leuchten und Planeten nicht - Begründung: Planeten scheinen durch die Streuung von Sonnenlicht auch zu leuchten und können am Nachthimmel als leuchtende Punkte beobachtet werden - Unterscheidung durch andere Eigenschaften wie Zusammensetzung, Temperatur, Größe, Entfernung, Energieabgabe
	<p>Unterschied Sterne – Sternschnuppen</p> <p>Sternschnuppen sind sterbende Sterne.</p>

Literatur

(Agan, 2004; Bailey et al., 2009; Tyzak, 2016)

13 Orientierung am Sternenhimmel

Fachwissenschaftliche Beschreibung

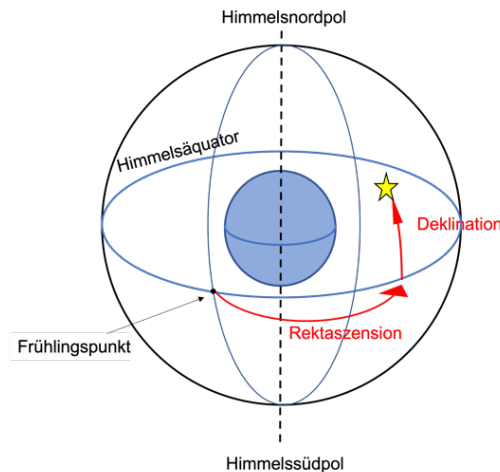


Abbildung 9: Modell der Himmelskugel mit Veranschaulichung der Himmelskoordinaten. Quelle: In Anlehnung an Bennett et al. (2021), S. 132.

Polarstern

- nicht der hellste Stern
- Sirius ist der hellste von der Nordhalbkugel sichtbare Stern
- Besonderheit = Position in der Nähe des Himmelsnordpols
 - konstante Position am Himmel
 - Bestimmung der Himmelsrichtung Norden
 - Bestimmung der geografischen Breite des eigenen Standorts
 - Höhe des Polarsterns über dem Horizont \approx geogr. Breite des Beobachters
 - Beschreibung des Bewegungsmusters der übrigen Sterne durch Drehung um den Polarstern

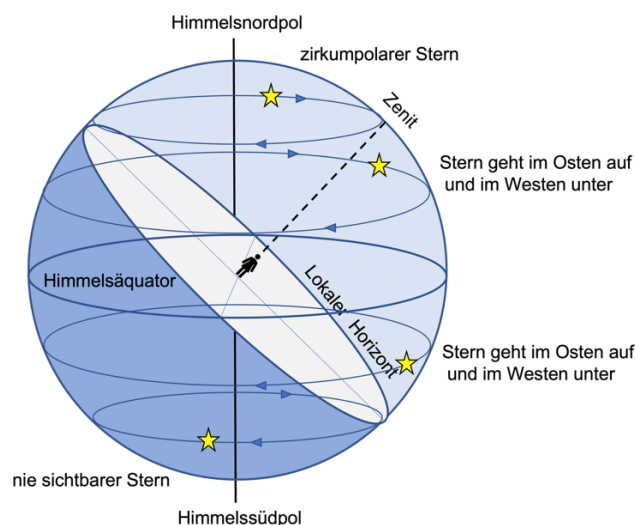


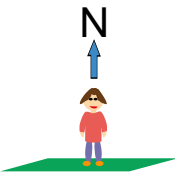

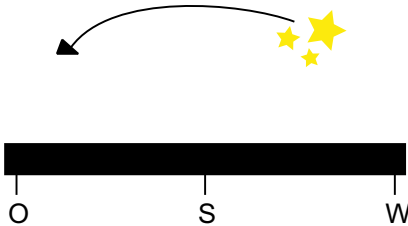
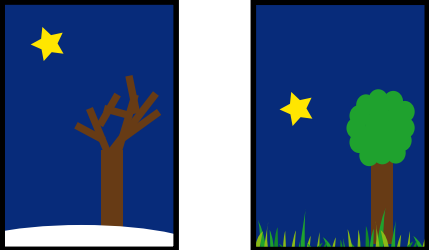
Abbildung 10: Lokaler Himmel an einem Ort auf der Nordhalbkugel. Quelle: In Anlehnung an Bennett et al. (2021), S. 42.

Bahn der Sterne

- Die Bahn eines Sterns am Himmel ist abhängig von dessen Deklination δ und der geografischen Breite φ des Beobachters.
- Die Bahn eines Sterns am Himmel ist unabhängig von der Jahreszeit.

- Die maximale Höhe wird als obere Kulmination h_0 bezeichnet: $h_0 = 90^\circ - |\delta - \varphi|$

Schülervorstellungen

	<p>Richtung „Norden“</p> <ul style="list-style-type: none"> - Norden ist senkrecht über uns. - Assoziation von Norden mit „oben“ und Süden mit „unten“
	<p>Polarstern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Polarstern ist der hellste Stern am Himmel. - Der Polarstern hat keine konstante Position am Himmel.
	<p>Bewegungsrichtung der Sterne</p> <ul style="list-style-type: none"> - von Ost nach West (+) Begründung: genauso wie die Sonne - von West nach Ost (-) - ganz langsam (keine Veränderung nach einer Stunde beobachtbar) (-) <p>Grundsätzlich: Unkenntnis des Bewegungsmusters der Sterne.</p>
	<p>Maximale Höhe der Sterne</p> <p>Die maximale Höhe der Sterne ist <u>abhängig von den Jahreszeiten</u>.</p> <ul style="list-style-type: none"> - im Sommer höher, Begründung: genauso wie die Sonne - im Winter höher Begründung: Da die Sonne an den langen Tagen im Sommer höher am Himmel steht, stehen die Sterne in den langen Nächten im Winter höher am Himmel. <p>Die maximale Höhe eines Sterns ist <u>abhängig von dem Breitengrad des Beobachterstandorts</u>.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Zunahme</i> der Höhe mit dem Breitengrad (fachlich richtig) aber fachlich falsche Begründung: gegenteilig zur Sonne. (Info: Die maximale Höhe der Sonne nimmt mit zunehmendem Breitengrad ab.) - <i>Abnahme</i> der Höhe mit dem Breitengrad. Begründung: genauso wie bei der Sonne <p>Unabhängig von Jahreszeit und Beobachtungsposition gehen Sonne und Sterne exakt im Osten auf und exakt im Süden(!) unter.</p>

Literatur

(Agan, 2004; Bekaert et al., 2022; Sadler et al., 2009; Schoon, 1989)

Doris Lisanti, CC BY-SA 3.0 DE (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>)

14 Eigenschaften von Sternen

Fachwissenschaftliche Beschreibung

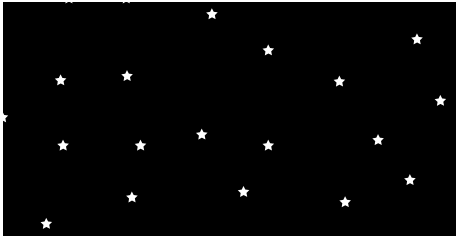
- Sterne = Objekte, in deren Innerem Kernfusion stattfindet
- Das schwache Licht der Sterne kann tagsüber aufgrund des hell erleuchteten Himmels nicht mit dem bloßen Auge gesehen werden.
(mit Teleskopen möglich)
- Das Funkeln von Sternen entsteht durch die Erdatmosphäre.
Das Licht wird auf dem Weg durch die Atmosphäre gebeugt und gestreut.
Die Luft in der Atmosphäre ist in ständiger Bewegung.
- Die Positionierung von Teleskopen im Weltraum vermeidet die Unschärfe aufgrund des Funkelns
- Planeten funkeln bei Betrachtung mit dem bloßen Auge kaum.
Grund: messbarer Winkeldurchmesser
Die Veränderung der Brechung eines Lichtstrahls wird durch die anderen Lichtstrahlen ausgeglichen.
- Strahlenkreuze (Spikes) auf Fotos (siehe Abbildung 11)
= Wechselwirkungen des Lichts mit der Halterung des Sekundärspiegels
- Sterne haben verschiedene Farben.
Beispiel: Sternbild Orion: Beteigeuze = rötlich, Rigel = weiß-blau
Alle Sterne mit einer Temperatur über 6000 K erscheinen für uns weiß.
Grund: Sie strahlen in allen Wellenlängen viel Energie ab.




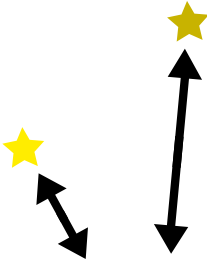
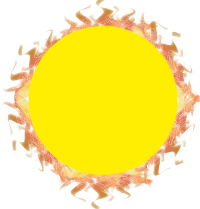

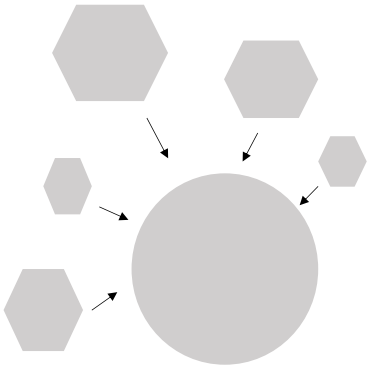
Abbildung 11: Strahlenkreuze.
Quelle: Gemeinfreies Foto,
Aufnahme des Hubble-
Weltraumteleskops, NASA.

Schülervorstellungen

	<p>„Verschwinden“ der Sterne am Tag (-)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sterne werden durch Wolken verdeckt - Sterne bewegen sich nach unten in den Boden oder hinter Hügel/Berge - Sterne bewegen sich auf die andere Seite der Erde <p>(vgl. Vorstellungen zum „Verschwinden“ der Sonne in der Nacht, Kapitel 5)</p>
	<p>Sterne funkeln</p> <p>sensorische Missinterpretation: Beobachtung des Funkelns, → Sterne funkeln wirklich</p> <p>Strahlenkreuze als Zacken der Sterne.</p> <p>Weltraumteleskope sind näher an den Sternen</p>



Alle Sterne sind weiß.

	<p>Sterne sind kleine, nahegelegene Objekte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Sterne sind näher als der Pluto. - Herkunft: Die Sterne können jede Nacht mit dem bloßen Auge gesehen werden, der Zwergplanet Pluto nicht. - Die Sterne sind näher als der Mond. - Herkunft: Abbildungen, bei denen sich Sterne vor dem dunklen Teil des Mondes befinden. - Die Sterne sind zerstreut im Sonnensystem. - Unterschätzung der Entfernung zu den Sternen im Modellmaßstab
	<p>Zusammenhang zwischen der Helligkeit der Sterne und deren Entfernung</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Umso heller, umso näher.“ - Der Polarstern ist der nächste Stern zur Erde. - Begründung: Der Polarstern ist der hellste Stern.
	<p>Zusammensetzung der Sterne</p> <p>Sterne bestehen aus Feuer oder Lava</p> <p>Herkunft: Aussehen der Sternoberfläche auf Bildern</p>
	<p>Energieerzeugung von Sternen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbrennung (wie bei einem Ofen) Herkunft: Viele Gase sind brennbar. - besondere Verbrennung ohne Sauerstoff - chemische Reaktionen Herkunft: Chemieunterricht: Assoziation von chemischen Reaktionen mit der Aussendung von Wärme oder Licht
	<p>Sternentstehung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material wird in irgendeiner Form zusammengebracht - Gravitation als Ursache der Sternentstehung wird selten genannt - Begründung: Keine Behandlung der Gravitationskraft als zentrale Kraft im Unterricht - teilweise fachliche Erklärung, bei der der Temperaturanstieg fehlt (Dieser tritt beim Gravitationskollaps der Materie auf und ermöglicht schließlich die Kernfusion.)

Literatur

(Agan, 2004; Bailey, 2007; Bailey et al., 2009; Comins, 2001; Sadler et al., 2009; Trumper, 2001)

Literaturverzeichnis

- Agan, L. (2004). Stellar Ideas: Exploring Students' Understanding of Stars. *Astronomy Education Review*, 3(1), 77–97. <https://doi.org/10.3847/AER2004008>
- Agan, L., & Sneider, C. (2004). Learning About the Earth's Shape and Gravity: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *Astronomy Education Review*, 2(2), 90–117. <https://doi.org/10.3847/AER2003017>
- Atwood, R. K., & Atwood, V. A. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 553–563. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199605\)33:5<553::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199605)33:5<553::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q)
- Atwood, V. A., & Atwood, R. K. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes night and day. *School Science and Mathematics*, 95(6), 290–294. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15785.x>
- Bailey, J. M. (2007). Development of a Concept Inventory to Assess Students' Understanding and Reasoning Difficulties about the Properties and Formation of Stars. *Astronomy Education Review*, 6(2), 133–139. <https://doi.org/10.3847/AER2007028>
- Bailey, J. M., Coble, K., Cochran, G., Larrieu, D., Sanchez, R., & Cominsky, L. (2012). A Multi-Institutional Investigation of Students' Preinstructional Ideas About Cosmology. *Astronomy Education Review*, 11(1), Artikel AER2012029. <https://doi.org/10.3847/AER2012029>
- Bailey, J. M., Prather, E. E., Johnson, B., & Slater, T. F. (2009). College students' preinstructional ideas about stars and star formation. *Astronomy Education Review*, 8(1), Artikel AER2009038. <http://dx.doi.org/10.3847/AER2009038>
- Barnett, M., Keating, T., Barab, S.A., & Hay, K.E. (2013). Conceptual Change Through Building Three-Dimensional Virtual Models. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Hrsg.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (S. 134–141). Lawrence Erlbaum Associates.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502–513. <https://doi.org/10.1080/0950069890110503>
- Baysal, E. A., Ocağ, İ., & Aydoğmuş, İ. (2022). Examining 5th grade students' mental models of shadow, solar eclipse and lunar eclipse through drawings: A case study. *Journal of Turkish Science Education*, 19(4), 1135–1154. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.166>
- Bekaert, H., Van Winckel, H., Van Dooren, W., Steegen, A., & De Cock, M. (2022). Identifying students' mental models of the apparent motion of the Sun and stars. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), Artikel 010130. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010130>
- Bennett, J. O., Donahue, M., Schneider, N., & Voit, M. (2021). *Astronomie: Die kosmische Perspektive* (9., aktualisierte Auflage). Pearson.
- Bisard, W. J., Aron, R. H., Francek, M. A., & Nelson, B. D. (1994). Assessing Selected Physical Science and Earth Science Misconceptions of Middle School through University PreService Teachers. *Journal of College Science Teaching*, 24(1), 38–42.

- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2013). Children's Concepts of the Shape and Size of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 35(3), 388–446. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.750432>
- Cin, M. (2007). Alternative Views of the Solar System among Turkish Students. *International Review of Education*, 53(1), 39–53. <https://doi.org/10.1007/s11159-006-9029-5>
- Comins, N. (2001). *Heavenly Errors: Misconceptions About the Real Nature of the Universe*. Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/comi11644>
- Dai, M. F. W. (1991). *Identification of misconceptions about the moon held by fifth and sixth-graders in Taiwan and an application of teaching strategies for conceptual change* (Publikation Nr. 304013344) [Dissertation, University of Georgia]. ProQuest Dissertations Publishing. <https://www.proquest.com/docview/304013344/abstract/4F46FD4835FF4B8CPQ/1>
- Furuness, L. B., & Cohen, M. R. (1989). *Children's Conceptions of the Seasons: A Comparison of Three Interview Techniques* [Konferenzbeitrag]. 62nd Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, California, USA. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED306103.pdf>
- Hirsch, Y. (2013). *Vorstellungen von Grundschulkindern zur Entstehung der Mondphasen* [Staatsexamensarbeit, Goethe-Universität Frankfurt am Main].
- Jones, B. L., Lynch, P. P., & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the earth, sun and moon. *International Journal of Science Education*, 9(1), 43–53. <https://doi.org/10.1080/0950069870090106>
- Karşlı, F., & Patan, K. K. (2016). Effects Of The Context-Based Approach On Students' Conceptual Understanding: "The Umbra, The Solar Eclipse And The Lunar Eclipse". *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 246–260. <https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.246>
- Klein, C. A. (1982). Children's concepts of the earth and the sun: A cross cultural study. *Science Education*, 66(1), 95–107. <https://doi.org/10.1002/sci.3730660112>
- Madaïton, N., Tomaquin, M. E., Visitacion, E. J., Villaver, J. R., Malingin, J. M., Nacua, S., Acut, D., & Picardal, M. (2022). Conceptual Change Framework of Instruction (CCFI): An Instructional Model in Teaching Eclipses: Research Article. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 622–640. <https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/1690>
- NASA. (2017). *Eclipse: Misconceptions*. <https://eclipse2017.nasa.gov/eclipse-misconceptions>
- Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study. *Science Education*, 63(1), 83–93. <https://doi.org/10.1002/sci.3730630113>
- Nussbaum, J., & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535–550. <https://doi.org/10.1002/sci.3730600414>
- Pfoser, T. (2017). *Schülervorstellungen zur Sonne anhand von Concept Cartoons* [Diplomarbeit, Universität Wien]. u:theses Das Hochschulschriften-Repositorium der Universität Wien. <https://doi.org/10.25365/thesis.51346>

- Sadler, P. M., Coyle, H., Miller, J. L., Cook-Smith, N., Dussault, M., & Gould, R. R. (2009). The Astronomy and Space Science Concept Inventory: Development and Validation of Assessment Instruments Aligned with the K–12 National Science Standards. *Astronomy Education Review*, 8(1), Artikel AER2009024. <https://doi.org/10.3847/AER2009024>
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11(4), 491–521. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(96\)90015-5](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(96)90015-5)
- Schoon, K. J. (1989). *Misconceptions in the Earth Sciences: A Cross-Age Study* [Konferenzbeitrag]. 62nd Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, California, USA. <https://eric.ed.gov/?id=ED306076>
- Schoon, K. J. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space sciences: A survey of pre-service elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 7(2), 27–46. <https://doi.org/10.1007/BF03173734>
- Sharp, J. G., & Kuerbis, P. (2006). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. *Science Education*, 90(1), 124–147. <https://doi.org/10.1002/sce.20126>
- Sneider, C. I., & Ohadi, M. M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the earth's shape and gravity. *Science Education*, 82(2), 265–284. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199804\)82:2<265::AID-SCE8>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199804)82:2<265::AID-SCE8>3.0.CO;2-C)
- Sneider, G., & Pulos, S. (1983). Children's cosmographies: Understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 67(2), 205–221. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670209>
- Sommer, C. (2002). Wie Grundschüler sich die Erde im Weltall vorstellen – Eine Untersuchung von Schülervorstellungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 8, 69–84. ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/2002/S.69-84_Sommer_2002.pdf
- Trumper, R. (2000). University students' conceptions of basic astronomy concepts. *Physics Education*, 35(1), 9–15. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/35/1/301>
- Trumper, R. (2001). A Cross-age Study of Senior High School Students' Conceptions of Basic Astronomy Concepts. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 97–109. <https://doi.org/10.1080/02635140120046259>
- Tyzak, J. (2016). *Welche Vorstellungen haben Kinder der vierten Klasse zu unserem Sonnensystem und zu ausgewählten Planetenmerkmalen?* Grin. <https://www.grin.com/document/343350>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1990). *A Cross-Cultural Investigation of Children's Conceptions about the Earth, the Sun and the Moon: Greek and American Data*. Technical Report No. 497. Illinois University, Urbana, USA. <https://eric.ed.gov/?id=ED318627>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18(1), 123–183. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801_4

- Watts, D. M., & Zylbersztajn, A. (1981). A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, 16(6), 360–365. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/16/6/313>
- Wenzel, C. A. (2012). *Vorstellung von Kindern über die Entstehung von Jahreszeiten* [Staatsexamensarbeit, Goethe-Universität Frankfurt am Main].
- Wilhelm, J. A. (2014). Young Children Do Not Hold the Classic Earth's Shadow Misconception to Explain Lunar Phases. *School Science and Mathematics*, 114(7), 349–363. <https://doi.org/10.1111/ssm.12084>