Staatliche Seminar für Didaktik und
Lehrerbildung (RS) Reutlingen

Naturwissenschaftliches Arbeiten NWA
-exemplarisch dargestellt am Thema

Mikrokosmos und Makrokosmos mit Hilfsmitteln erschließen

Wie kommen Finsternisse zustande?

Erarbeitet von:

Heidrun Bossler
Christine Emele

Inhaltsverzeichnis

- Methodische und didaktische Überlegungen
- Unterrichtseinheit: Schatten, Mondphasen und Finsterniss
- Versuchsanleitung zur Sonnenfinsternis
- Versuchsprotokoll zur Sonnenfinsternis
- Zweiter Versuch zur Sonnenfinsternis
- Info-Blatt zur Sonnenfinsternis
- Versuchsanleitung zur Mondfinsternis
- Versuchsprotokoll zur Mondfinsternis
- Info-Blatt zur Mondfinsternis
- Versuchsanleitung zu „Phasen der Finsternis“
- Seltenheit von Finsternissen
- Modell zur Veranschaulichung der Größenverhältnisse
- Was sind Kontakte?
- Daten zu Finsternissen

Methodische und didaktische Überlegungen

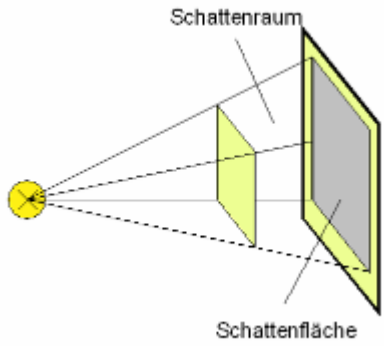
- Vorschlag eines Einstiegs: Zur Motivation, Erzählung von Christoph Kolumbus vorlesen. Eine geeignete Erzählung bietet Rudolf Kippenhahn in seinem Buch „Schwarze Sonne, roter Mond – die Jahrhundertfinsternis“. Die Erzählung soll auf Finsternisse einstimmen.
- Versuchsanleitungen: Einfacher verständlicher Aufbau für Schüler der Klasse 7. Die Schüler bekommen Freude am Experimentieren und lernen mit dem Versuchsmaterial umzugehen.
- Ziel dieser Versuche ist die Stellungen der Himmelskörper experimentell zu ermitteln. Die Größenverhältnisse spielen dabei keine Rolle. Den Schülern wird somit klar, wann Sonnen- bzw. Mondfinsternisse entstehen. Die Styroporkugeln sind abnehmbar und in der Höhe verstellbar, um den Schülern z.B. die geneigte Bahn des Mondes zu verdeutlichen. Somit kann auch eine partielle Mondfinsternis dargestellt werden.
- Protokoll: Wir setzen voraus, dass die Schüler geübt sind ein Versuchsprotokoll selbstständig zu erstellen. Zur vollständigen Durchführung eines Versuchs gehört auch die Anfertigung eines schriftlichen Protokolls. Naturwissenschaftliches Arbeiten soll gefördert werden. Einen Vorschlag, wie ein Protokoll aussehen kann, haben wir in den Dateien bereitgestellt.
- Informationsblätter zu den beiden Finsternissen können für die Schüler bereitgestellt werden.
- Zur Veranschaulichung der Partiellen Finsternis kann auf einfache Weise ein Modell hergestellt werden. Die Versuchsanleitung inklusive Lösung ist der Datei zu entnehmen.
- Mit dem Modell zur Verdeutlichung der Größenverhältnisse kann man auf die Seltenheit der Finsternisse eingehen. Dieser Versuch lässt sich mit einfachem Material auf dem Schulhof bzw. dem Sportplatz realisieren.
- Die unterschiedlichen Bahnebenen, die ebenfalls zum seltenen Vorkommen dieser Ereignisse beitragen, lassen sich mit zwei verschiedenfarbigen Blättern, die man ineinander steckt, darstellen.
- Zwei gute Arbeitsblätter zu beiden Finsternisarten findet man auf der Homepage www.zum.de .

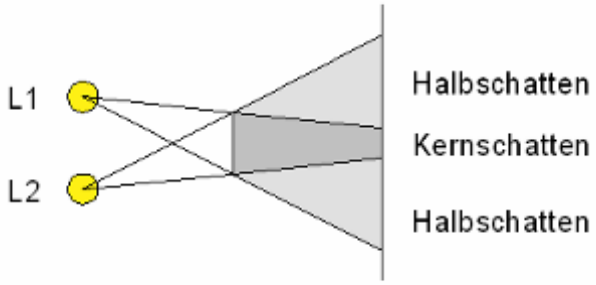
Abbildungen

1) Sternwarte Ebingen http://home.t-online.de/home/0743172881-0001/page1.htm
2) Sternwarte Ebingen http://home.t-online.de/home/0743172881-0001/page1.htm
3) Sternwarte Ebingen http://home.t-online.de/home/0743172881-0001/page1.htm
4) Sternwarte Ebingen http://home.t-online.de/home/0743172881-0001/page1.htm

Hintergrund Informationen zu Schattenräume

Eine punktförmige Lichtquelle führt zu harten Schatten, mehrere zu Halb- und Kernschatten.
Ausgedehnte Lichtquellen ergeben weiche Übergänge zwischen Licht und Schatten.



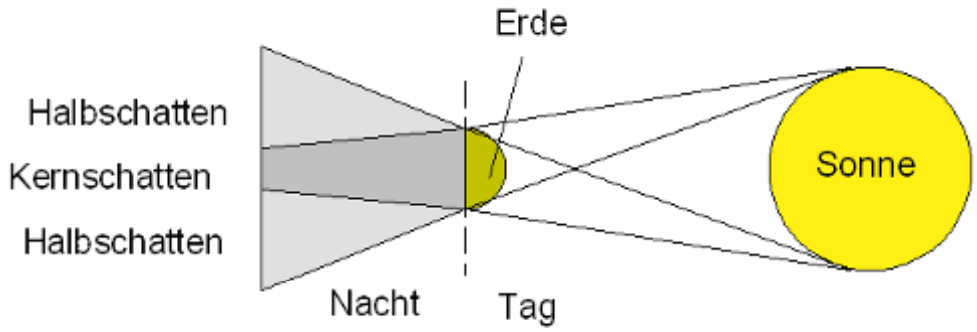


Schatten im Weltraum

In der Praxis gibt es keine wirklich punktförmigen Lichtquellen.
Gerade die Sonne stellt keine punktförmige, sondern eine ausgedehnte Lichtquelle dar. Da im Weltraum Lichtquellen und Schattenkörper vorhanden sind; entstehen Schattenräume und Schatten.

Tag und Nacht

Die Sonnenabgewandte Seite der Erde ist der Schattenraum der Erde.
Durch die Drehung der Erde um ihre Achse entsteht so Tag und Nacht.



Erläuterungen zum Versuch:

Wir gehen in unserem Versuch von einer punktförmigen Lichtquelle aus (Sonne). Somit ergeben sich divergierende Schattenräume, was nicht der Wirklichkeit entspricht. Dies soll aber vorerst zur Vereinfachung vernachlässigt werden. Ziel dieses Versuchs ist, die Stellung der Planeten bei einer Mond- bzw. Sonnenfinsternis experimentell zu ermitteln. Anschließend kann man auf die Problematik „Sonne als punktförmige Lichtquelle“ eingehen. Mit mehreren Lichtquellen kann man eine räumlich ausgedehnte Lichtquelle Simulieren und den Strahlenverlauf erörtern.

Unterrichtseinheit: Schatten, Mondphasen und Finsternisse

Unterrichtsschritte	Ziele	Unterrichtsversuche/Arbeitsmaterialien
1. Entstehung von Schatten	Die Schüler können die Entstehung der Licht und Schattenräume verstehen.	•Punktförmige Lichtquelle und Hindernisse •Sprühdose und Hindernisse •Versuche zeichnen
2. Übungen zur Schattenkonstruktion und Schattengröße	Die Schüler können Schattenräume konstruieren.	
3. Kern- und Halbschatten	Die Schüler können die Entstehung von Halb- und Übergansschatten erklären.	•2 Lichtquellen, Hindernisse
4. Vom Halbschatten zum Übergangsschatten		•Mehrere Lichtquellen (Kerzen), Hindernis, Leuchtstoffröhre, matte Glühlampe
5. Mondphasen	Die Schüler können die Entstehung der Mondphasen erkennen, zeichnen und begründen.	•Standleuchte und Bälle für Simulation
6. Mondfinsternis	Die Schüler können die Entstehung der Mond und Sonnenfinsternis erklären. Sie können eine maßstäbliche Größenvorstellung für die Durchmesser und Entfernungen von Sonnen, Erde und Mond bekommen. Die Schüler erkennen, dass Finsternisse sehr selten eintreten.	•Simulation mit Kugeln (Erde, Mond), Lampe (Sonne)
7. Sonnenfinsternis		•Simulation mit Kugeln (Erde, Mond), Lampe (Sonne) •Lampe (Sonne), Kugel (Mond), Photokarton (Erde)

Sonnenfinsternis

Stellen wir uns einmal vor, was geschehen würde, wenn morgen die Sonne nicht aufginge. Innerhalb weniger Stunden würde es so kalt wie im Winter, nach einigen Tagen würden Seen und Flüsse gefrieren und Pflanzen und Tiere sterben. Für die Menschen die vor langer Zeit lebten war die verdunkelte Sonne ein bedrohliches Schauspiel am Himmel. Keiner konnte sich das Ereignis erklären, deshalb hatten die Menschen große Angst. Sie dachten das Licht sei für immer erloschen.

1. Wie kann man sich die Entstehung einer Sonnenfinsternis erklären? Notiere deine Vermutungen.
2. Stelle eine Sonnenfinsternis mit dem Experimentiermaterial nach.
3. Schreibe dazu ein Protokoll
4. Sammle weitere Informationen zum Thema Sonnenfinsternis in Büchern, Internet usw.

<u>Material:</u>

- Tischlampe
- Ständer mit großer Styroporkugel (Erde)
- Ständer mit kleiner Styroporkugel (Mond)

Versuchsprotokoll

Datum: Name:

Thema: Sonnenfinsternis

Material:

- Tischlampe
- Ständer mit großer Styroporkugel (Erde)
- Ständer mit kleiner Styroporkugel (Mond)

Aufbau:

Versuchsanleitung:

Stelle eine Sonnenfinsternis mit dem Experimentiermaterial nach.

Vermutungen:
…

Beobachtungen:
…

Auswertung:

Eine Sonnenfinsternis entsteht, wenn der Mond genau zwischen Erde und Sonne steht. In diesem Fall bilden die drei Himmelskörper eine Gerade, der Schatten des Mondes trifft die Erde.

Schau dir eine Sonnenfinsternis selbst an!

Dazu benötigst du:

- Tischlampe
- Ständer mit Styroporkugel (Mond)
- Karton mit Ständer
- Stift
- Nadel

Stelle die Tischlampe (Sonne) und Mond gleich hoch hintereinander auf. Der Karton sollte dort stehen wo ihr genau sehen könnt, wie der Mond gerade die Glühbirne verdeckt. Tretet zurück und schaltet die Lampe an. Der Mond wirft einen Schatten auf den Karton (Erde).
Markiere das Zentrum des Schattens und zwei Punkte am Rand. Stecht Löcher durch diese Punkte und schaut hindurch, um die Finsternis zu sehen.

Sonnenfinsternis

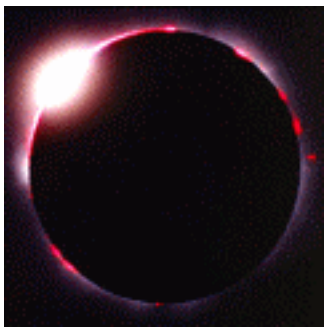


Abbildung 1

Eine totale Sonnenfinsternis ist wohl eines der eindrücklichsten Naturereignisse, die man als Mensch erleben kann. Wenn man Glück hat, erlebt man einmal in Leben dieses Schauspiel.
Eine Sonnenfinsternis kann nur dann entstehen, wenn der Mond zwischen Erde und Sonne steht, also bei Neumond. Dabei fällt der Schatten des Mondes auf die Erde. Steht man als Beobachter genau im Kernschatten des Mondes, kann eine totale Sonnenfinsternis wahrgenommen werden. Die Sichtbarkeit der Totalität beschränkt sich auf einen bis zu 270 km breiten Streifen auf der Erde, den so genannten Totalitätsbereich.

Außerhalb der Totalitätszone erscheint die Finsternis partiell, d.h. der Mond verdeckt die Sonnenscheibe nur teilweise. Der Beobachter steht im Halbschatten des Mondes. Das Sichtbarkeitsgebiet auf der Erde ist typischerweise einige tausend Kilometer groß.

Sicherheit bei der Beobachtung

Achtung!

Um Augenschäden zu vermeiden, darf eine Sonnenfinsternis während der partiellen Phase nur mit geeigneten Filtern, z.B. mit der im Optik-Fachhandel erhältlichen "Finsternisbrille", beobachtet werden, die die sichtbare Strahlung, aber auch die UV- und Infrarotstrahlung der Sonne sehr stark dämpfen. Diese "Finsternisbrillen" verwenden eine dünne Kunststofffolie, die mit einer Metallschicht bedampft ist.

💣 Eine Sonnenbrille ist keinesfalls ausreichend! Auch rußgeschwärzte Gläser oder schwarze Filmstreifen können nicht empfohlen werden.

Wenn der Mond gefressen wird...!

Alle paar Jahre erleben wir etwas Seltsames am Nachthimmel: Der Vollmond wird langsam von einem schwarzen Schatten verschluckt, bis er nur noch schwach als rötliche Scheibe sichtbar ist…

1. Was ist passiert? Notiere deine Vermutungen.
2. Versuche das sonderbare Ereignis mit dem Experimentiermaterial nachzustellen.
3. Schreibe dazu ein Protokoll.
4. Sammle weitere Informationen zum Thema Mondfinsternis in Büchern, Internet usw.

<u>Material:</u>

- Tischlampe
- Ständer mit großer Styroporkugel (Erde)
- Ständer mit kleiner Styroporkugel (Mond)

Versuchsprotokoll

Datum: Name:

Thema: Mondfinsternis

Material:

- Tischlampe
- Ständer mit großer Styroporkugel (Erde)
- Ständer mit kleiner Styroporkugel (Mond)

Aufbau:

Versuchsanleitung:

Versuche das sonderbare Ereignis mit dem Experimentiermaterial nachzustellen.

Vermutungen:

…

Beobachtungen:

…

Auswertung:

Bei der Mondfinsternis taucht der Vollmond in den Schattenraum der Erde ein. Dabei wird der Vollmond verdunkelt, d.h. es fällt kein Licht von der Sonne mehr auf ihn.

Mondfinsternis

Abbildung 2

Bei der Mondfinsternis taucht der Vollmond in den Schattenraum der Erde ein. Dabei wird der Vollmond verdunkelt, d.h. es fällt kein Licht von der Sonne mehr auf ihn. Der Mond leuchtet kupferrot. Während des Durchlaufens des Erdschattens lässt dieses Licht nach und geht in ein schwaches Dunkelrot bis Braungrau über.
Dieses Schauspiel nennen wir eine totale Mondfinsternis.

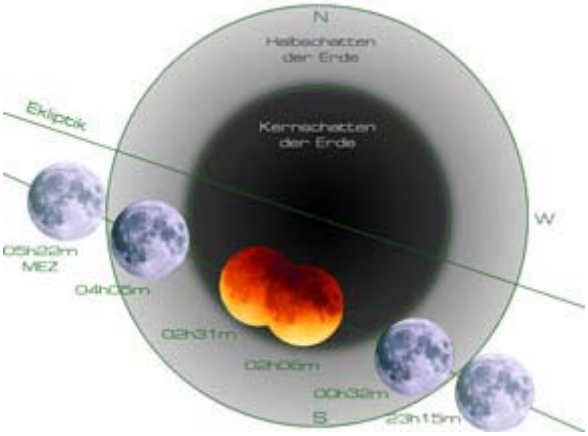
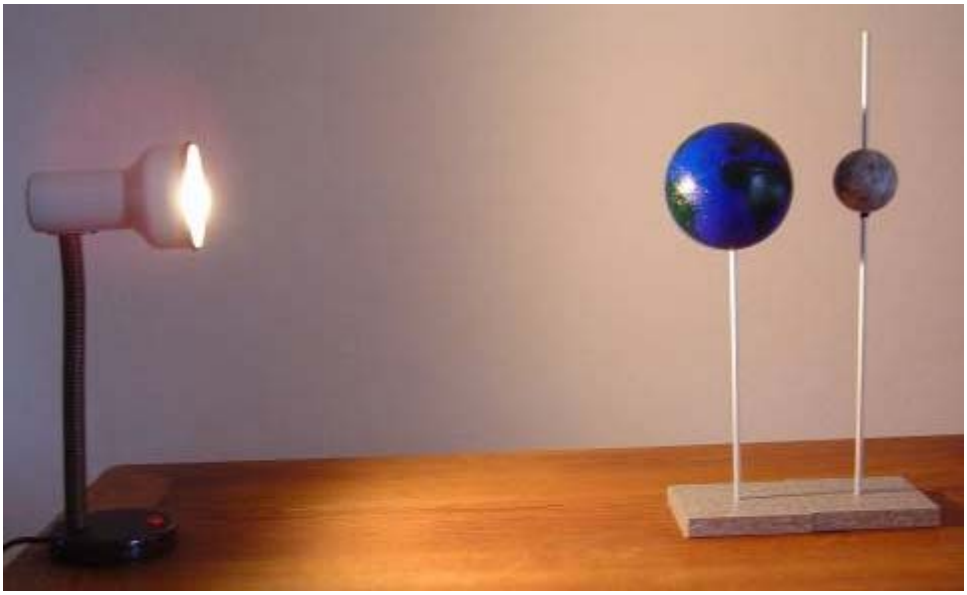


Abbildung 3

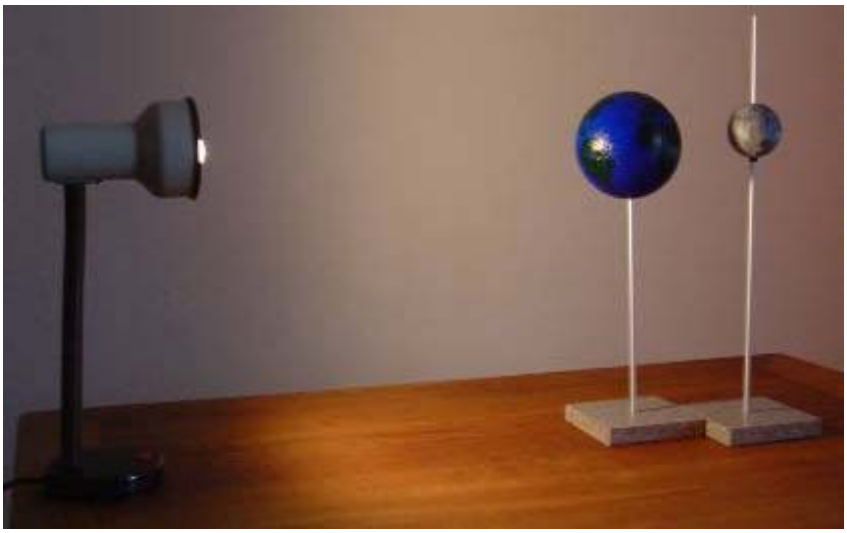
Dieses Bild wurde durch eine Fotomontage erstellt. Es wurden verschiedene Phasen einer Mondfinsternis aufgenommen und zusammengestellt.

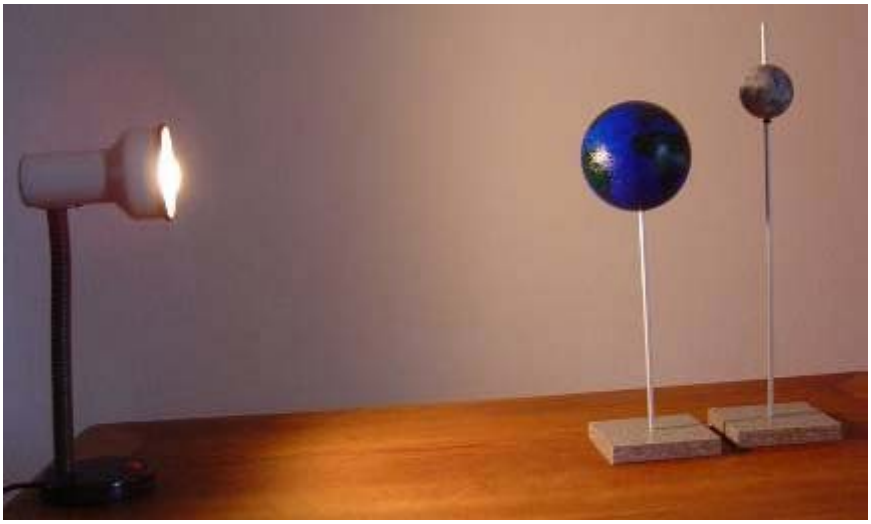
Abbildung 4

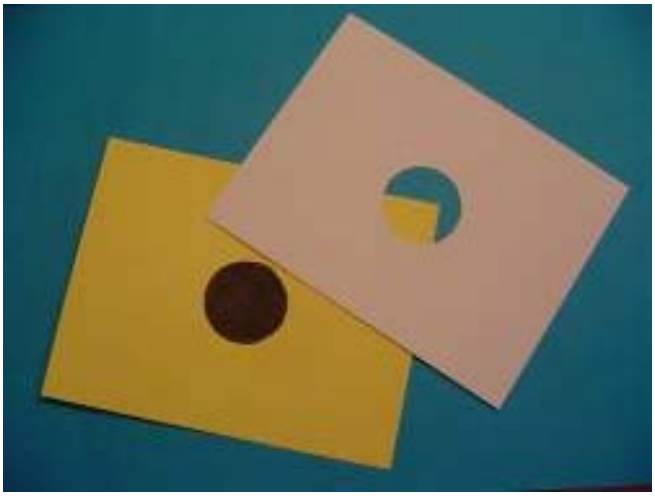


Nachgestellte Mondfinsternis

Befindet sich der Mond jedoch nur teilweise im Kernschatten der Erde, ist er teilweise beleuchtet. Wir sehen dann den Mond sichelförmig verdunkelt. Es herrscht eine partielle (teilweise) Mondfinsternis.





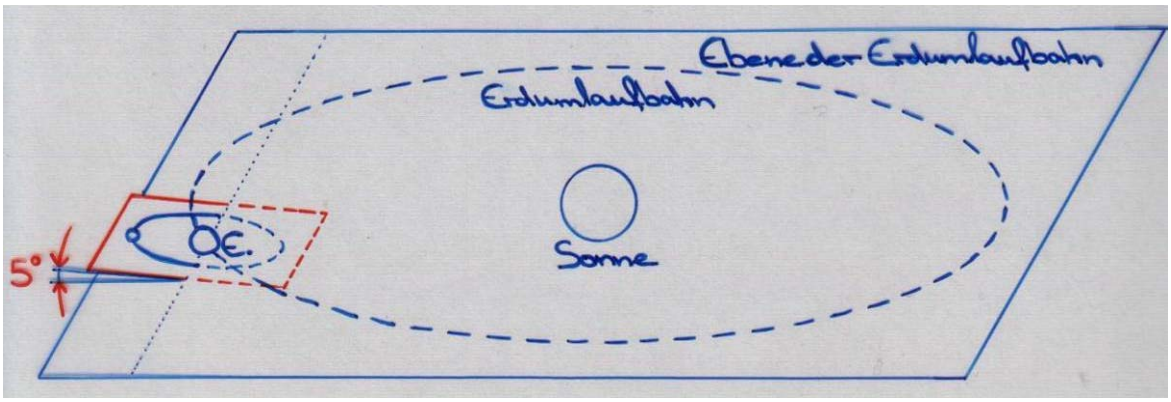


Versuch:

Mit diesen beiden Karten kannst du die einzelnen Phasen, die bei einer Finsternis durchlaufen werden, nachstellen.
Wie musst du die Karten verschieben, wenn es sich um eine totale Finsternis handelt und wie bei einer partiellen?

Warum gibt es nicht jeden Monat eine Sonnenfinsternis?

Schließlich schiebt sich ja der Mond bei seinem monatlichen Lauf um die Erde alle 4 Wochen zwischen Sonne und Erde.
Entsprechend läuft er 2 Wochen später jedes Mal als Vollmond auf der Sonnen abgewandten Seite über den Himmel. Müsste er dann nicht immer durch den Erdschatten hindurch ziehen und somit verfinstert werden?
So wäre es tatsächlich, wenn die Mondbahn um die Erde in der gleichen Ebene läge wie die der Erdbahn um die Sonne. Wir müssten jährlich etwa 12 Sonnenfinsternisse und 12 Mondfinsternisse beobachten können.
Doch so einfach sind die Bewegungen im System von Sonne, Erde und Mond nicht. Die Ebene der Mondbahn liegt schief. Um rund 5 Grad ist sie zu der Ebene geneigt, in der die Erde um die Sonne läuft. Der Mond hält sich deshalb während der meisten Zeit oberhalb oder unterhalb der Erdbahnebene auf: Von der Erde aus gesehen läuft der Neumond meist unsichtbar über oder unter der Sonne vorbei, und der Vollmond steht fast immer oberhalb oder unterhalb des Erdschattens und bekommt das volle Sonnenlicht.
Die beiden Ebenen durchschneiden einander gegenseitig, sie haben eine Schnittlinie gemeinsam, die Knotenlinie.
Die Punkte, an denen die Mondbahn die Erdbahnebene schneidet, heißen die Knoten der Mondbahn.



Versuche zur Verdeutlichung:

1. Um die unterschiedlichen Bahnebenen zu zeigen, nimmst du zwei verschiedenfarbige Blätter, die du jeweils bis zur Mitte einschneidest und ineinander schiebst.
2. Mache dir die Größenverhältnisse von Sonne – Mond – Erde mit Hilfe eines Modells (siehe Arbeitsblatt) klar und du wirst die Seltenheit der Finsternisse besser verstehen.

Modell zur Veranschaulichung der Größenverhältnisse Sonne - Mond - Erde

Anhand dieses Modells erkennen die Schüler leicht und einprägsam, wie gering die Chancen dafür sind, dass bei geneigten Bahnen jeweils der Kernschatten der Erde vom Mond bzw. der Mondschatten von der Erde geschnitten wird.

Mit den Schülern wird ein maßstäbliches Modell berechnet, in dem die Durchmesser (Ø) und Entfernungen der „Himmelskörper“ im selben Maßstab dargestellt sind:

Daten:

$Ø_S \approx$ 1 400 000 km $\approx$ 110 x $Ø_E$

$Ø_E \approx$ 13 000 km $\approx$ 4 x $Ø_M$

$Ø_M \approx$ 3 500 km

Entfernung Sonnen – Erde: $\approx$ 150 000 000 km $\approx$ 400 x Entfernung Erde – Mond

Entfernung Erde – Mond: $\approx$ 380 000 km

Modell:

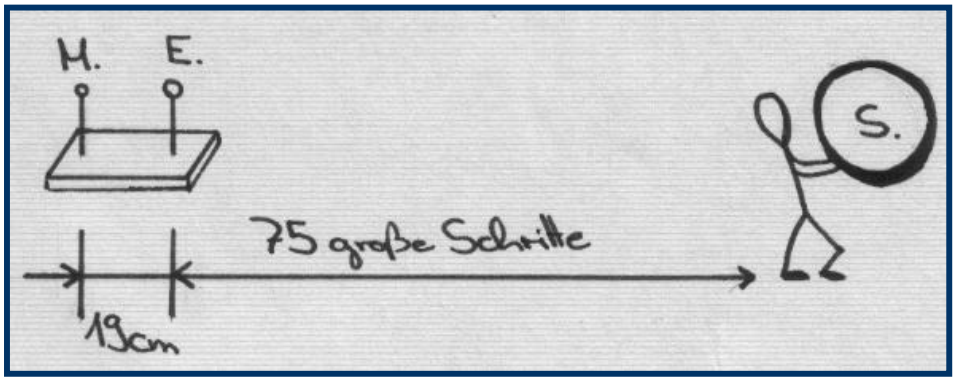
Maßstab 1 : 2 000 000 000 (also 1cm = 20 000 km)

Damit ergeben sich folgende Modellabmessungen:

$Ø_S$: 70 cm	(Gymnastikball)
$Ø_E$: 6,5 mm	(Knetkügelchen)
$Ø_M$: 1,75 mm	(Stecknadel mit Plastikkopf)

Entfernung Erde – Mond: 19 cm

Entfernung Sonne – Erde: 75 m (!)



Was sind Kontakte?

Die Begriffe 1. Kontakt, 2. Kontakt, 3. Kontakt und 4. Kontakt sind Fachbegriffe der Astronomen, die Momente im Verlauf einer Finsternis beschreiben, in denen sich - von einem bestimmten Ort aus gesehen – die Ränder von Sonne und Mond scheinbar berühren.

1. Kontakt

Der Mond berührt die Sonnenscheibe von außen. Die Sonnenfinsternis beginnt. Der äußere Rand des Halbschattens hat den Beobachtungsstandort passiert und die partielle Phase der Sonnenfinsternis beginnt. Ein paar Sekunden später sieht man eine kleine Delle in der sonst noch runden Sonne.

2. Kontakt

Bei einer totalen Sonnenfinsternis ist das der Moment, in dem die Sonne ganz hinter dem Mond verschwindet.
Bei einer totalen Mondfinsternis ist das der Moment, in dem der Mond ganz in den Kernschatten der Erde eintritt.

3. Kontakt

Bei der totalen Sonnenfinsternis schaut das erste Bisschen Sonne wieder hinter dem Mond hervor. Die totale Sonnenfinsternis ist vorbei. Nun beginnt die zweite partielle Phase der Sonnenfinsternis.
Bei der totalen Mondfinsternis ist es der Moment, in dem der Mond wieder aus dem Kernschatten heraustritt.

4. Kontakt

Sonnenfinsternis:
Kurz zuvor war nur noch eine kleine Delle der Sonne vom Mond bedeckt. Nun ist die Sonne aus dem Halbschatten des Mondes vollständig ausgetreten. Damit ist die Finsternis vorüber und die Sonne wieder schön rund.
Mondfinsternis:
Kurz zuvor war nur noch eine kleine Delle des Mondes vom Erdschatten bedeckt. Nun ist der Mond vollständig aus dem Erdschatten ausgetreten. Die Finsternis ist vorüber und der Mond komplett sichtbar.

Bei der totalen Finsternis am 11.August 1999 lag Stuttgart genau in der Mitte des Schattens. Die ungefähren Kontaktzeiten für Stuttgart waren:

- 1. Kontakt: 11 Uhr 13 Minuten 9 Sekunden
- 2. Kontakt: 12 Uhr 32 Minuten 55 Sekunden
- 3. Kontakt: 12 Uhr 35 Minuten 12 Sekunden

Die Helligkeit bei der Finsternis hängt vom Grad der Bedeckung ab. In Nordrhein-Westfalen gab es z.B. keine totale Finsternis, da maximal nur etwa 95% der Sonne bedeckt waren.

Vergangene zentrale Sonnenfinsternisse in Europa

Jahr	Verlauf der Zentrallinie	Art
09.07.1945	Skandinavien	total
30.06.1954	Norwegen, Schweden, Russland	total
15.02.1961	F, I, Griechenland, Schw. Meer	total
29.04.1976	Griechenland, Türkei	ringförmig
11.08.1999	S-England, F, D, A, Ungarn, Rumänien	total

Die nächsten zentralen Sonnenfinsternisse in Europa

Jahr	Verlauf der Zentrallinie	Art
03.10.2005	Spanien	Ringförmig
29.03.2006	Türkei	total
20.03.2015	Atlantik vor England, Norwegen	total
12.08.2026	Spanien	total
02.08.2027	Gibraltar, Nordafrika	total
…	…	…
03.09.2081	Nordschweiz, Süddeutschland	total

Vergangene Mondfinsternisse in Mitteleuropa

Jahr	Datum	Art
2000	21. Januar	totale Finsternis
2001	09. Januar	totale Finsternis
2002	24. Juni	Halbschattenfinsternis
	20. November	Halbschattenfinsternis
2003	16. Mai	totale Finsternis
	08./09. November	totale Finsternis
2004	04. Mai	totale Finsternis
	28. Oktober	totale Finsternis

Die nächsten beobachtbaren Mondfinsternisse in Mitteleuropa

Jahr	Datum	Art
2006	14./15. März	Halbschattenfinsternis
	07. September	partielle Finsternis
2007	03./04. März	totale Finsternis
2008	21. Februar	totale Finsternis
	16. August	partielle Finsternis
2009	06. August	Halbschattenfinsternis
	31. Dezember	partielle Finsternis