

Sonnenfinsternis – ein Erlebnis fürs Leben

Auch wenn Deutschland erst wieder im Jahre 2081 zum „Zielgebiet“ des durch den Mond verursachten Kernschattens wird, totale Verfinsterungen der Sonne sind auf der Erde keine Rarität. Sie sind sogar häufiger als Mondfinsternisse. In Anbetracht dessen, dass weltweit im Mittel alle 1,5 Jahre eine totale Sonnenfinsternis zu beobachten ist und dass wir global beweglich sind, sollte man dieses tief beeindruckende Naturerlebnis eigentlich zum Bestandteil der Allgemeinbildung (im Sinne von Naturerfahrung) erklären.

Um Finsternisse hinsichtlich ihrer Erscheinung, ihres Ablaufs und ihres Vorkommens zu verstehen, ist eine räumliche Vorstellung von den Konstellationen und der Bewegung der beteiligten Himmelskörper nötig. Anschauliche Modelle ([Konstellationsmodell](#), [Maßstabsmodelle](#)) spielen bei der Vorstellungsentwicklung wie auch für die Aktivierung der Schüler eine wesentliche Rolle. Mit dem Anschauungsmodell „im Kopf“ kann dann auch auf abstrakterer Ebene an der Tafel modelliert werden, wenn es darum geht, das erstaunliche [Häufigkeitsverhältnis von Sonnen- zu Mondfinsternissen zu ermitteln](#). Die wohl am meisten beeindruckende Erscheinung bei einer totalen Sonnenfinsternis ist die plötzlich sichtbar werdende Korona. Warum können wir diese auf einmal sehen, wo sie doch immer vorhanden ist? In einem [Freihandversuch](#) lässt sich etwas über den Strahlungsempfänger Auge erfahren.

Übersicht der Bezüge im WiS!-Beitrag		
Astronomie	Planeten, Kleinkörper, Sterne	Finsternisse, Mondphasen, Mondbahn, kosmische Dimensionen, Korona, synodischer Monat
Fächer- verknüpfung	Astro-Ma, Astro- Werken, Astro-Physik, Astro-Bio	Strahlensatz, Maßstab, kleinstes gemeinsames Vielfaches, maßstäbliches Umrechnen, Modellbau, Arbeit mit Modellen, Kreisel, Kern- und Halbschatten einer ausgedehnten Lichtquelle, Adaption des Auges, Diagramme



Abbildung 1: Links: Im Raumfahrtzeitalter ist es möglich, eine Sonnenfinsternis (August 1999) aus anderer Perspektive zu erleben (©: Mir 27 Crew; Copyright: CNES, <http://antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/ap990830.html>). Rechts: Blick aus dem Kernschatten des Mondes zur verfinsterten Sonne (August 1999). Besonders eindrucksvoll ist die plötzlich sichtbare Korona der Sonne, die weit in den Raum hineinreicht. ©: Olaf Fischer.

Die Bilder bieten die Möglichkeit, die Schüler genau „beobachten“ zu lassen („Astrobilder lesen lernen“, Bilddateien [sofi1999_total.jpg](#) und [eclipse99_mir.jpg](#)). So kann die Kernschattengröße im Vergleich zu sichtbaren Merkmalen auf der Erde oder aus dem Vergleich mit der Erdgröße (ersichtlich aus Kugelkappe) abgeschätzt werden, der Verlauf der Schattenintensität zeigt nach dem Kernschatten einen Abfall im Halbschatten (die Beobachter sehen die Sonne verschieden verdeckt, der Halbschattenbereich ist deutlich größer als der des Kernschattens), der Mondrand erscheint nicht glatt, in der Korona werden Strahlen ersichtlich (siehe auch Titelbild SuW).

Sonne, Mond und Erde im Konstellationsmodell

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Fragen nach dem Zustandekommen und der Häufigkeit der Verfinsterungen von Sonne und Mond lassen sich auf Grundlage räumlichen Vorstellungsvermögens beantworten. Anhand eines einfachen Konstellationsmodells zur Demonstration der Mondbahnlage (Abb. 2) lässt sich zeigen, dass eine Finsternis (Sonnen- oder Mondfinsternis) nur dann vorkommt, wenn sich der Mond bei seiner Neu- oder Vollmondphase dicht bei einem seiner Bahnknotenpunkte befindet.

Wenn von dem Konstellationsmodell kein Klassensatz vorhanden ist, was meist so sein wird, dann könnte die erste Aufgabe darin bestehen, einen solchen mit den Schülern anzufertigen. Dies lässt sich auch jedes Jahr wiederholen, und die hergestellten Modelle könnten die heimischen Regale schmücken.

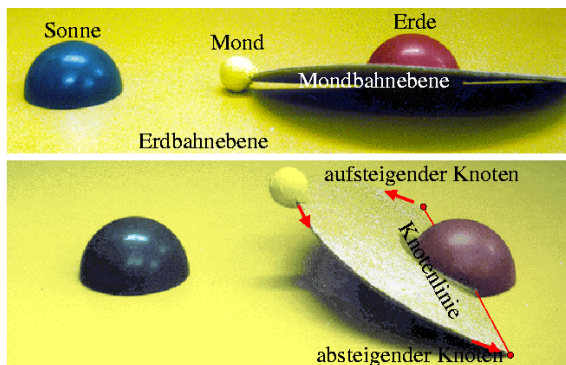


Abbildung 2: Oben: Elemente des Konstellationsmodells. Unten: Knotenlinie (Schnittlinie zwischen Erdbahnebene und Mondbahnebene) und Knoten (Durchstoßpunkte der Mondbahn durch die Erdbahnebene) lassen sich mit Hilfe des Konstellationsmodells veranschaulichen. ©: Olaf Fischer.

Für die weitere Arbeit mit dem Konstellationsmodell sollte dieses in seinen Elementen (Abb. 2 oben: Sonne, Mond, Erde, Mondbahnebene, Erdbahnebene) Eingang ins Vorstellungsvermögen gefunden haben. Außerdem ist es nötig, die Begriffe Knotenlinie sowie auf- und absteigender Knoten am Modell einzuführen (Abb. 2 unten). Ist der Schüler mit dem Modell vertraut, kann folgende Aufgabenstellung bearbeitet werden.

Aufgabe: Konstellationen von Sonne, Erde und Mond im Modell

- 1.) Zeige die Konstellationen von zunehmendem Mond, Vollmond, abnehmendem Mond und Neumond. Welche Konstellation ist für welche Finsternis von Bedeutung?
- 2.) Zeige Situationen, in denen es trotz der richtigen Mondphase zu einer/keiner Finsternis kommt.
- 3.) Zeige ausgehend von einer Sonnenfinsternis, wann im Laufe der folgenden 12 Monate die nächsten Finsternisse möglich sind.

In **Aufgabe 2** geht es darum, zu erkennen, dass es bei der Neumondphase (Vollmondphase) auch dann noch zu einer Sonnenfinsternis (Mondfinsternis) kommt, wenn der Mond nicht genau im Knotenpunkt steht, d. h. wenn die Knotenlinie leicht verdreht zur Verbindungslinie Erde-Sonne vorliegt (siehe Abb. 3).

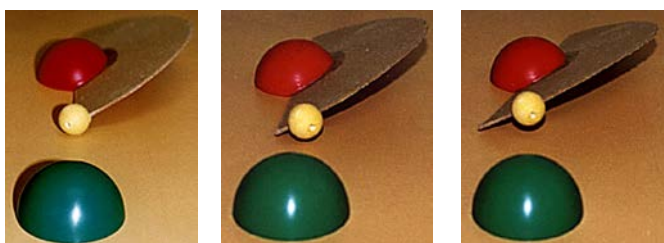


Abbildung 3: Trotz der Verdrehung der Syzygienlinie (Verbindungslinie Erde-Sonne) relativ zur Knotenlinie kommt es bei allen drei dargestellten Neumondphasen zu einer Sonnenfinsternis. Je weiter der Mond von der Erdbahnebene entfernt steht, desto näher kommt der Kernschatten einem Pol der Erde. ©: Olaf Fischer.

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Aufgabe 3 stellt den höchsten Anspruch. Die Richtung der Bahnbewegungen von Erde und Mond müssen bekannt sein. Zudem gilt es zu erkennen, dass die Lage der Mondbahn im Raum (zunächst) als stabil angenommen werden kann. Als Hilfestellung kann dem Schüler die Ähnlichkeit zur (zunächst stabilen) Lage der Erdachse im Raum genannt werden.

Ausgehend von einer gegebenen Finsterniskonstellation lässt sich dann spekulieren, dass nach einem halben Mondumlauf in Bezug auf die Verbindungslinie Erde-Sonne, also nach einem halben synodischen Monat ($29,53059/2$ d) eine weitere Finsternis möglich ist, die aber anderer Natur ist (also nach einer Sonnenfinsternis eine Mondfinsternis oder umgekehrt). Dies ist der Fall, wenn sich der Mond in seiner Voll-/Neumondphase noch nicht zu weit von der Erdbahnebene entfernt hat (siehe Abb. 3). In seltenen Fällen sind sogar drei Finsternisse etwa im Zweiwochenabstand möglich (siehe Abb. 4). Es lässt sich feststellen: Finsternisse treten gehäuft in Finsternisperioden auf.

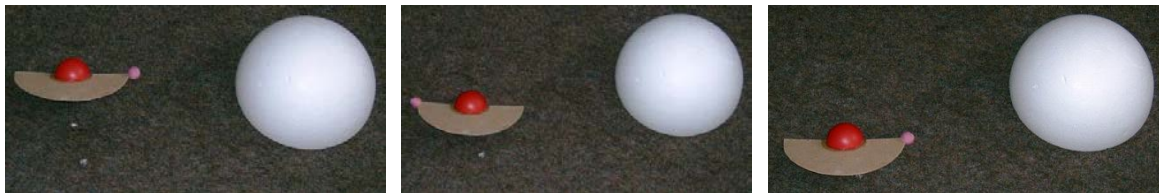


Abbildung 4: Drei aufeinander folgende Finsternisse einer Finsternisperiode (Sofi, Mofi, Sofi) im Konstellationsmodell. Erde und Mond laufen entgegen dem Uhrzeigersinn um. ©: Olaf Fischer.

Im Zuge der weiteren Betrachtungen am Konstellationsmodell sollte ersichtlich werden, dass die Knotenlinie nach einem halben Jahr (wenn man eine stabile Lage der Mondbahn im Raum voraussetzt) wieder mit der Verbindungslinie Erde-Sonne zusammen fällt. In Wirklichkeit liegt zwischen den Finsternisperioden nicht genau ein halbes Jahr sondern ein etwas kürzerer Zeitraum, weil die Achse der Mondbahnebene präzediert (so, wie es die Erdachse auch tut) und die Knotenlinie dabei entgegen der Umlaufrichtung der Erde um die Sonne rotiert. Wegen der Drehung der Knotenlinie ist die Dauer des Mondumlaufs in Bezug auf einen Knotenpunkt (der drakonitische Monat) kürzer ($27,21222$ d) als die Dauer zwischen zwei Mondphasen (der synodische Monat, $29,53059$ d). Nach 12 synodischen Mondumläufen ist der Mond etwa 13 mal drakonitisch umgelaufen. Ebenso kann man sagen, dass nach 6 synodischen Umläufen etwa 6,5 drakonitische erfolgen (ein halber Umlauf bedeutet auch eine Stellung in einem Bahnknoten), so dass die nächste Finsternisperiode stattfindet (siehe Abb. 5).

Die letztgenannten Zusammenhänge sind nicht im Rahmen der Aufgabe erkennbar, sollten aber trotzdem am Modell demonstriert werden. Die Suche des näherungsweise kleinsten gemeinsamen Vielfachen zwischen synodischem und drakonitischem Monat kann dagegen durch den Schüler erfolgen.



Abbildung 5: Eine Sonnenfinsternis im Konstellationsmodell für zwei aufeinander folgende Finsternisperioden. ©: Olaf Fischer.

Die Abfolge der Finsternisse wird auf grafische Art und Weise im Finsternisdiagramm dargestellt, wobei das Finsternisjahr über dem Finsternistag abgetragen wird. In Abb. 6 wird ein Finsternisdiagramm für den Zeitraum von 1966 bis 1995 gegeben. Die mit dem Konstellationsmodell erarbeiteten Vorhersagen für Finsternisse lassen sich am Diagramm überprüfen.

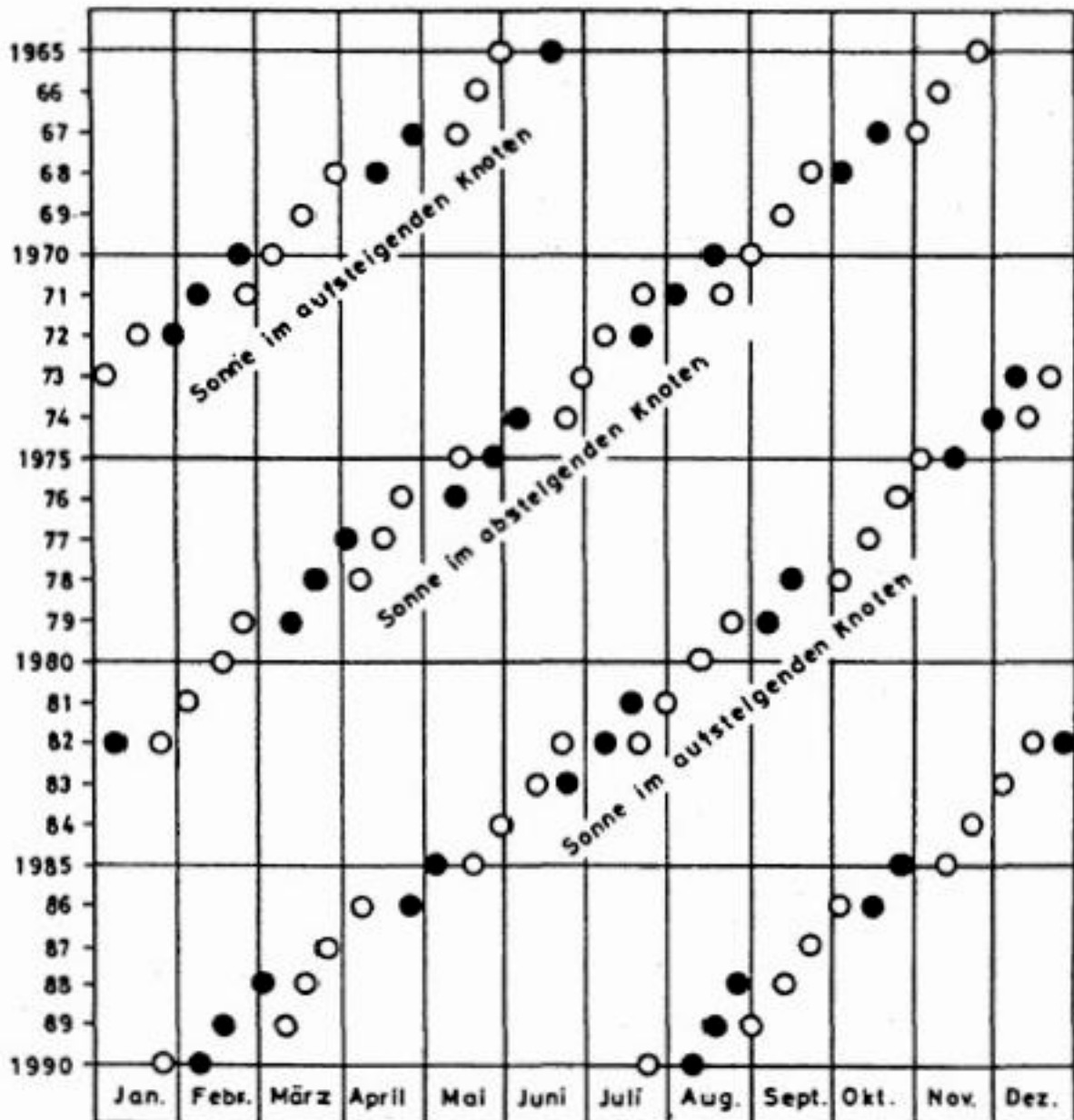


Abbildung 6: Finsternisdiagramm für den Zeitraum 1965-1999 (Quelle: Voigt, H.-H.: Abriss der Astronomie, BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim, Wien, Zürich, 1988, S. 65). Stellt man die Abfolge der Finsternisse in geeigneter Art und Weise (Finsternisjahr über Finsternistag) dar, so wird eine Regelmäßigkeit offensichtlich. Offene Kreise stehen für Sonnenfinsternisse, gefüllte Kreise für Mondfinsternisse (Bild: [diagramm.jpg](#)).

Sonne, Mond und Erde in Maßstabsmodellen

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

In Bezug auf kosmische Dimensionen existieren oft falsche Vorstellungen. Gerade in Verbindung mit der Arbeit mit dem Konstellationsmodell, bei dem die Dimensionen falsch wiedergegeben werden, erscheint es deshalb angebracht, dem Lernenden die richtigen Größenvorstellungen mit Hilfe von Maßstabsmodellen vor Augen zu führen. Die Herstellung dieser Modelle bietet Freiräume für Schüleraktivität. Maßstäbliches Rechnen und handwerkliche Fähigkeiten sind gefragt.

Im Folgenden werden das so genannte „Pappscheibenmodell“ zur Veranschaulichung der Größenverhältnisse des Erde-Mond-Systems und im Weiteren das so genannte „Besenstielmodell“ zur maßstäblichen Veranschaulichung des Erde-Mond-Systems zusammen mit der Sonne vorgestellt (siehe Abb. 8).

Die Motivation zur maßstäblichen Modellierung der Größenverhältnisse des Erde-Mond-Systems mit Pappkreisen und Bindfaden könnte man z. B. aus einer Schätzfrage nach dem maßstäblichen Abstand zwischen einer die Erde repräsentierenden Apfelsine und einer für den Mond stehenden Wallnuss gewinnen, bei der sicher ganz verschiedene Antworten angeboten werden. Die richtige Antwort kann dann mittels Berechnung und Modellfertigung gegeben werden. Der Maßstab kann vorgegeben werden (z. B. 1 cm entspricht 1000 km) oder Bestandteil der Aufgabe sein.

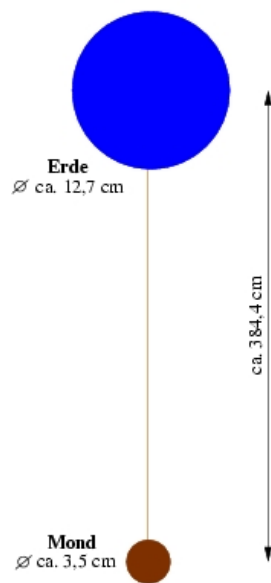


Abbildung 7: „Pappscheibenmodell“ vom Erde-Mond-System nach der Erstellung durch die Arbeitsgemeinschaft Astronomie am Helmholtz-Gymnasium Heidelberg. Nach anfänglicher deutlicher Unterschätzung des maßstäblichen Abstandes zwischen Erde und Mond waren alle über den riesigen Abstand zwischen den Himmelskörpern überrascht. ©: Olaf Fischer.

Um das Erde-Mond-System zusammen mit der Sonne maßstäblich zu modellieren, muss der Maßstab geändert werden. Dieser sollte so gewählt werden, dass die größte Dimension (der Abstand Sonne-Erde) im Schulgebäude noch auf einem Blick erfassbar und die kleinste Dimension (der Mond Durchmesser) im Modell noch mit bloßem Auge erkennbar sein sollte (siehe Abb. 8). Die Berechnung und die Anfertigung des „Besenstielmodells“ kann wieder eine Aufgabe für die Schüler sein.

Das Modell kann aktiv in einem großen Schulraum, im Schulhaus oder auf dem Schulhof genutzt werden. Je ein Schüler stellt sich mit einem Besenstiel in der dem Maßstab entsprechenden Entfernung auf. Die scheinbare Größe der Sonne (ihre Winkelausdehnung von ca. $0,5^\circ$) kann dann im Modell von der Modellerde aus betrachtet werden. Durch Visieren entlang der Mondbahnebene (Pappebene) wird erkennbar, wann totale Finsternisse möglich sind.

"Pappscheibenmodell"



"Besenstielmodell"

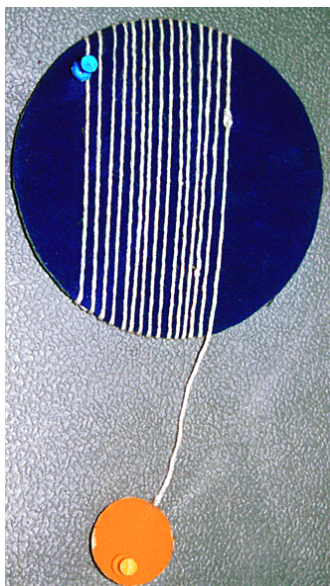
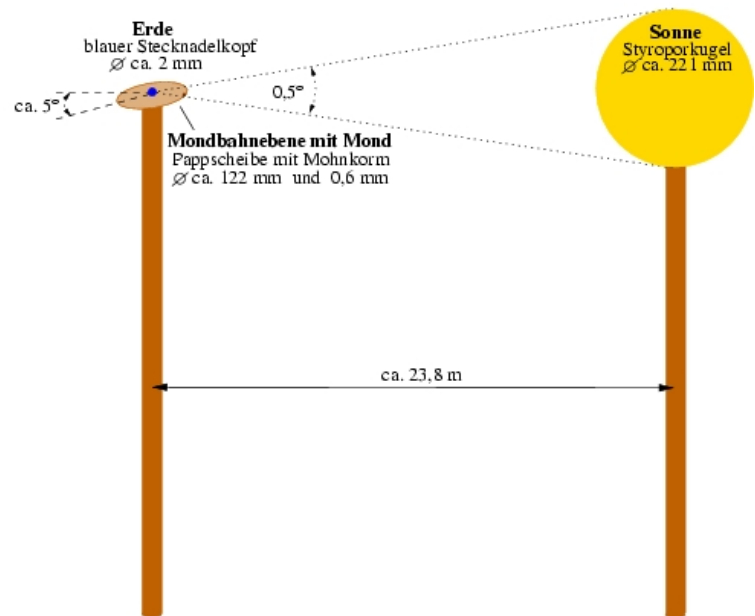


Abbildung 8: „Pappscheibenmodell“ und „Besenstielmodell“ zur Veranschaulichung der Größenverhältnisse im System von Sonne, Erde und Mond. Das Pappscheibenmodell, d. h. zwei maßstabsgerechte Pappkreise, die durch eine entsprechend lange Schnur verbunden sind, ist sehr einfach durch jeden Schüler herstellbar. Für das „Besenstielmodell“ wird je an einem Besenstiel eine Kugel passender Ausdehnung angebracht. Der Modellmaßstab orientiert sich im hier gezeigten Beispiel an der Größe eines Stecknadelkopfes (hier 2mm), der im Modell die Erde repräsentieren soll. Die Sonne hat dann etwa die Größe eines Balls (221 mm Durchmesser), der Mond die eines Mohnkorns. Die Mondbahnebene mit einem Durchmesser von 122 mm ist um 5° geneigt zur senkrecht zum Besenstiel verlaufenden Ebene angebracht. ©: Olaf Fischer.

Sonnenfinsternisse häufiger als Mondfinsternisse – wie das?

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

In der öffentlichen Meinung kann man oft vernehmen, dass Mondfinsternisse häufiger vorkommen als Sonnenfinsternisse. Diese, der (lokalen) Alltagserfahrung entspringende Auffassung wäre sogar richtig, wenn man die Halbschattenfinsternisse des Mondes, die in der Regel nicht wahrnehmbar sind, mit zählen würde. Die trotzdem überraschend wirkende Tatsache, dass Sonnenfinsternisse häufiger vorkommen als Mondfinsternisse, kann auf Grundlage der in Abb. 4 gezeigten geometrischen Betrachtung, die aus dem Übergang vom räumlich darstellenden Modell (Abb. 2) zur Schnittdarstellung der Erdbahnebene resultiert, abgeleitet werden. Das Verhältnis der Winkel α und β liefert eine Abschätzung für das Häufigkeitsverhältnis der Finsternisse. Unter Einbeziehung der Größen und mittleren Abstände der beteiligten Himmelskörper erhält man mit $\alpha \approx 2,95^\circ$ für die Neumondpositionen und mit $\beta \approx 1,89^\circ$ für die Vollmondpositionen, dass Sonnenfinsternisse etwa 1,56mal (α/β) häufiger vorkommen.

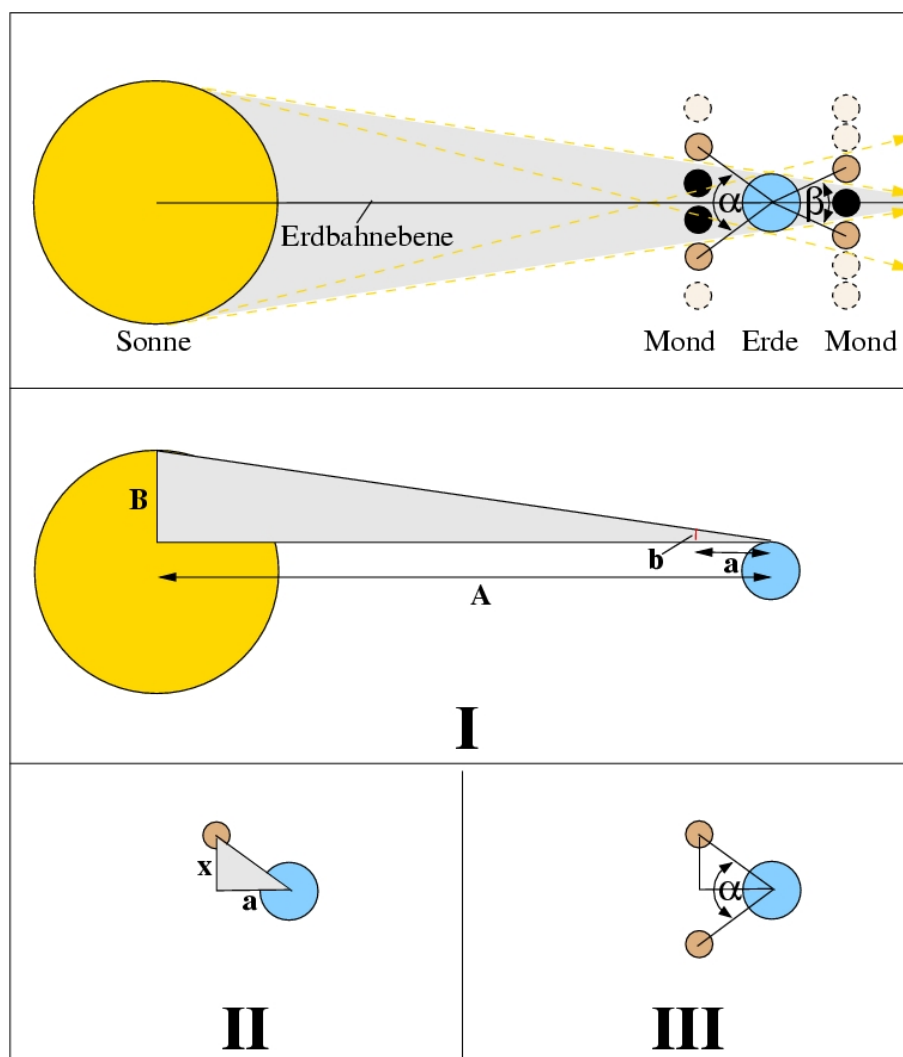


Abbildung 9: Schnittdarstellung der Erdbahnebene mit Sonne, Erde und Mond. Der Erdtrabant kann seine Neumond- und Vollmondpositionen in verschiedenen Höhen über/unter der Ekliptikebene (hier stark übertrieben dargestellt) durchlaufen. Innerhalb der Randstrahlen Sonne-Erde, d. h. zwischen den braun gekennzeichneten Mondpositionen sind Finsternisse möglich. ©: Olaf Fischer.

Die Berechnung von α und β kann eine Aufgabe für Schüler sein (siehe folgende Seite). Dazu sollte man Zeichnungen vorgeben, die herausgehobene Zusammenhänge darstellen (Abb. 4 I, II und III). Die zunächst in I gezeigten ähnlichen Dreiecke mit den Seiten a , b und A , B erlauben die Anwendung des Strahlensatzes zur Bestimmung der unbekannten Seitenlänge b , die einen Teil der gesuchten Dreiecksseitenlänge x , die den Winkel α aufspannt (siehe II und III), darstellt. B ist die Radiusdifferenz zwischen Sonne und Erde, A ist der Abstand Erde-Sonne und a ist der Abstand Erde-Mond. Die Länge der Dreiecksseite x resultiert in etwa aus der Summe von der Strecke b , dem Erdradius und dem Mondradius (eigentlich etwas mehr als der Mondradius, weil der Randstrahl des ausgezeichneten Strahlenkegels den Mond nicht an der Stelle tangiert, an der die Strecken senkrecht zur Erdbahnebene summiert werden). In Ermangelung der Kenntnisse von Winkelfunktionsbeziehungen im rechtwinkligen Dreieck kann die Größe des Winkels α durch Konstruktion des Dreiecks (gegeben sind nun x , a und ein rechter Winkel) und anschließende Winkelmessung bestimmt werden. Für die Konstruktion im Hefter müssen die errechneten Werte maßstäblich verkleinert werden. Man kann die Strecke x aber auch in guter Näherung als Kreisbogen betrachten, was eine Berechnung des entsprechenden Winkels einfacher aussehen lässt. Die Bestimmung des Winkels β erfolgt in ähnlicher Weise.

Beispielrechnung:

$$\frac{b}{a} = \frac{B}{A} \Rightarrow b = \frac{B}{A} \cdot a \approx \frac{700.000 \text{ km} - 6.350 \text{ km}}{150.000.000 \text{ km}} \cdot 384.400 \text{ km} \approx 1800 \text{ km},$$

$$x \approx b + R_{\text{Erde}} + R_{\text{Mond}} \approx 1800 \text{ km} + 6.350 \text{ km} + 1740 \text{ km} = 9890 \text{ km},$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{x}{a} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \arctan\left(\frac{9890 \text{ km}}{384.000 \text{ km}}\right) \approx 1,473^\circ.$$

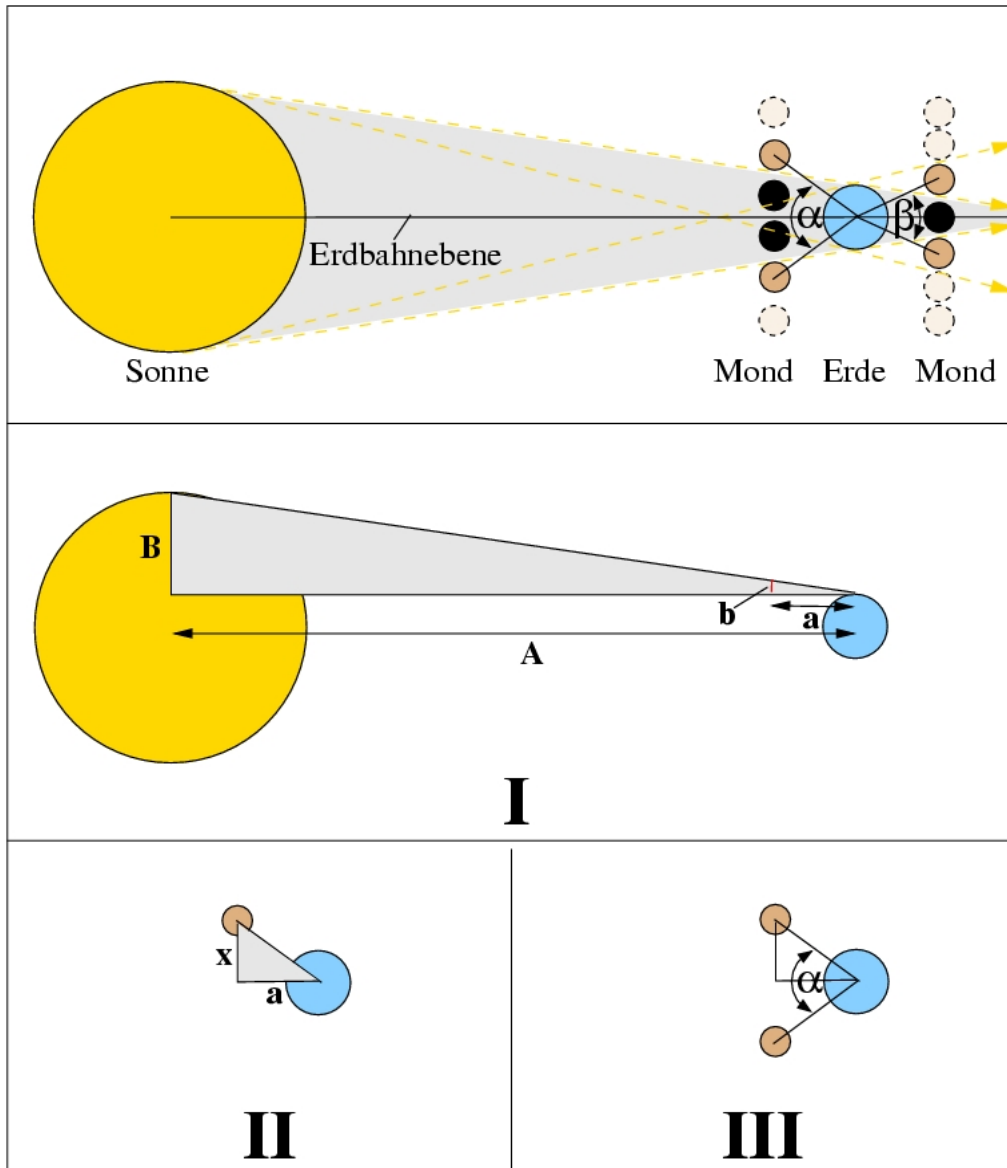
Der Vergleich des berechneten Häufigkeitsverhältnisses mit dem tatsächlich beobachteten Wert kann dazu dienen, die verwendeten Modellvorstellungen zu bestätigen. Hierzu könnte man dem Schüler die Aufgabe stellen, die in Tabellen- oder Diagrammform aufgeführten Sonnen- und Mondfinsternisse für einen gewissen Zeitraum zu zählen (z. B. im Finsternisdiagramm in Abb. 6).

Bei <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html> findet man, dass in den Jahren von 1501-2000 1197 Sonnenfinsternisse und 775 Mondfinsternisse stattgefunden haben, was ein Häufigkeitsverhältnis von ca. 1,54 ergibt und damit dem errechneten Wert sehr nahe kommt. Die verbleibende Differenz könnte nun zum Problem werden (auf die Nachfrage sollte man gefasst sein).

(→zurück zum Anfang)

Aufgabe: Um wie viel häufiger sind Sonnenfinsternisse als Mondfinsternisse?

Viele denken, dass Mondfinsternisse häufiger vorkommen als Sonnenfinsternisse. Das ist aber ein Trugschluss. Auf Grundlage der folgenden Darstellung von Sonne, Erde und Mond in Neu- und Vollmondkonstellation (Schnittdarstellung der Erdbahnebene) sollen die Winkel α und β ermittelt werden. Das Verhältnis der Winkel α zu β liefert eine Abschätzung für das Häufigkeitsverhältnis der Finsternisse.



Bestimme die Winkel α und β und das Verhältnis α/β (Häufigkeitsverhältnis von Sonnen- zu Mondfinsternissen)!

- 1.) Überlege dir zunächst die Längen der Strecken a , A und B und berechne dann die Länge der Strecke b (Bild I).
- 2.) Nun kannst du die Länge x des in Bild II gegebenen Dreiecks ermitteln (in Näherung).
- 3.) Im letzten Schritt gilt es, die Winkel α und β entweder zu berechnen oder zu konstruieren.

Freihandversuch: Sonnenscheibe und Korona im Modell

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Die Natur hat den Erdenbürger mit einem Mond „beschenkt“, der die Größe und den Abstand zur Erde besitzt, dass er gerade die Winkelausdehnung der Sonnenscheibe einnimmt. Darüber sollte man den Schüler sich schon wundern lassen.

Im Alltag halten wir mehr oder weniger reflexartig die Hand vor eine uns blendende Lichtquelle, um die Umgebung sehen zu können. Im Prinzip betreiben wir damit eine Art Koronografie – eine Methode der beobachtenden Astronomie, bei der gezielt eine ansonsten alles überstrahlende Lichtquelle durch eine Koronografenblende abgedeckt wird. Während einer totalen Sonnenfinsternis übernimmt der Mond die Rolle der Koronografenblende und erlaubt dem Auge des Betrachters, sich an eine weitaus geringere Helligkeit anzupassen (zu adaptieren). Die Helligkeit der Korona der Sonne beträgt etwa 1 Millionstel der Gesamthelligkeit der Sonne ($-12^m,3$; etwa Vollmondhelligkeit).

Das dunkeladaptierte Auge ist dann in der Lage, weitaus geringere Helligkeiten wahrzunehmen – die Korona wird sichtbar. Dies kann mit Hilfe eines einfachen Modellexperiments demonstriert werden (siehe Abb. 10 und 11).

Durch die Astronomie lernen wir die Adaption des Auges besonders gut kennen. Die Dunkeladaption geschieht in zwei Schritten. Zunächst kommt es zu einer Aufweitung der Augenblende (Iris), so dass mehr Licht ins Auge fallen kann. Deutlich langsamer (etliche Minuten) verläuft dann die Änderung der Empfindlichkeit der Fotorezeptoren der Netzhaut.

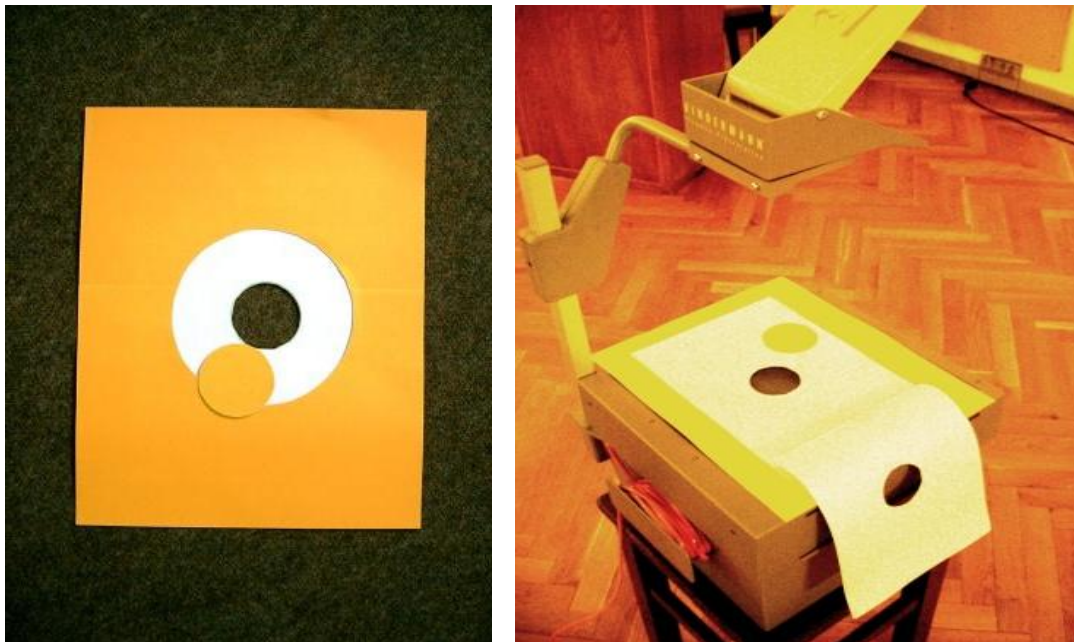


Abbildung 10: Modellexperiment zur Demonstration des Sichtbarwerdens der Korona bei einer Sonnenfinsternis. Links: Für das Experiment wird aus einem Bogen Pappe oder dickerem Papier (hier gelb) ein kreisrundes Loch geschnitten. Über diese große Kreisöffnung werden mehrere Bögen aus dünnerem (teilweise lichtdurchlässigem) Papier geklappt (einseitig angeklebt), welche mit einer kleineren Kreisöffnung versehen sind, welche die Sonnenscheibe repräsentieren soll. Eine runde Pappscheibe, die etwas größer als die „Sonnenscheibe“ ist, wird als Koronografenblende benötigt, um diese zu verdecken (wie es der Mond bei einer Sonnenfinsternis tut). Rechts: Die vorgestellte Anordnung wird auf einen Overheadprojektor gelegt. Es werden so viele Bögen weggeklappt, dass die „Modellkorona“ (die durch das Licht entsteht, welches durch das im linken Bild sichtbare weiße Papier hindurch gelassen wird) dann sichtbar wird, wenn die Sonnenscheibe durch die Kreisscheibe verdeckt wird. ©: Olaf Fischer.

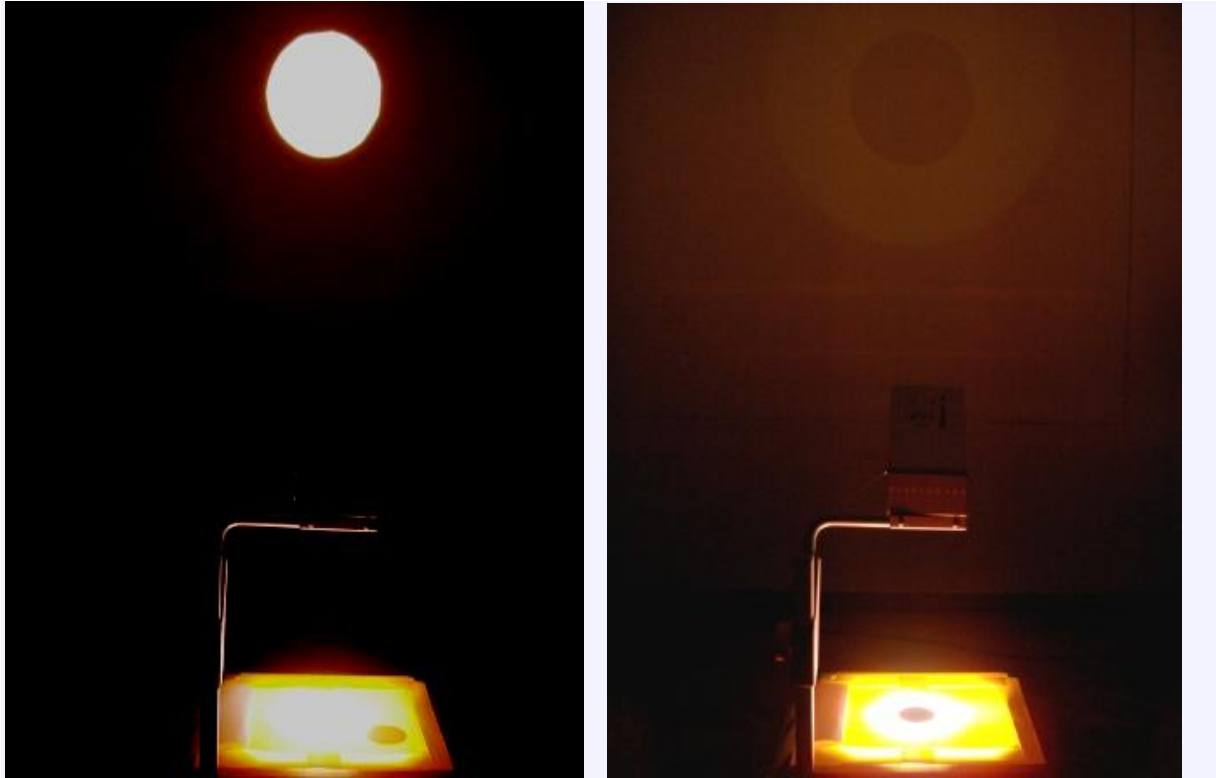


Abbildung 11: Links: Der Betrachter sieht allein die unverdeckte (Modell-)Sonnenscheibe. Rechts: Nach Abdeckung der Sonnenscheibe durch die Koronografenblende (den Mond) kann der Betrachter nach kurzer Adaption des Auges den schwach leuchtenden Ring rund um die Scheibe (die Modellkorona) wahrnehmen. ©: Olaf Fischer.