

## Sternbedeckung durch den Mond

Sternbedeckungen sind Finsternisse im Kleinformate – nicht so aufsehenerregend, aber trotzdem spannend. Die Bewegung des Mondes um die Erde unterliegt etwa 500 Störungen [1] mit unterschiedlichen Auswirkungen. Hier die Bahntheorie und die Messungen zum aktuellen Mondort am Himmel in genaue Übereinstimmung zu bringen, ist eines der zähesten Probleme der Himmelsmechanik. Die genaue Position des Mondes zu kennen, war im 17. und 18. Jahrhundert für die Schifffahrt von größter Bedeutung, weil mittels des genauen Mondortes der Längengrad bestimmt werden kann. [1] Durch die Messung der Bedeckungszeiten bei einer Sternbedeckung lässt sich der Mondort sehr genau berechnen.

Der Mond zieht mit einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 1,023 km/s um die Erde vor zahlreichen Sternen her, die dann hinter ihm verschwinden. Die rasche Bewegung des Mondes am Himmel wird dabei besonders gut erkennbar. Bei zunehmenden Mond verschwindet der bedeckende Stern schlagartig am dunklen Mondrand und taucht nach einer bestimmten Zeit (bei einer zentralen Bedeckung ca. 55 Minuten später) genau so plötzlich an der anderen Seite wieder auf.

Am plötzlichen Verschwinden des Sterns sieht man aber auch, dass der Mond keine Atmosphäre hat, denn sonst würde der Stern in Mondrandnähe allmählich dunkler. Man erkennt, dass die Sterne als punktförmige Lichtquellen erscheinen und damit eine sehr geringe Winkelausdehnung haben müssen.



Abb. 1 Während der Mondfinsternis am 21.1.2019 wurde der Stern mit der Katalognr. SAO 97590 vom Mond bedeckt. Er ist noch am Mondrand zu sehen.

Gelegentlich werden auch die Planeten vom Mond bedeckt. Das sind besonders schöne Schauspiele.

Sehr reizvoll ist es, die genaue Zeit des Bedeckungsbeginns und -endes zu erfassen. Früher war das ein sehr wichtiges Betätigungsfeld für Amateurastronomen. Sie haben mit ihren Messungen die Profis unterstützt. Die Kontaktzeiten der Bedeckungen werden heute noch genutzt, um über Zeitspannen von Jahrzehnte und Jahrhunderte die Verlangsamung der Erdrotation zu messen [3].

Für diese Beobachtungen braucht man lediglich ein kleines Teleskop mit mittlerer Vergrößerung und eine Stoppuhr. Daher ist das eine sehr schöne Beobachtungsaufgabe für Anfänger. Die Eintritte, (1.

Kontakt) die sich in der ersten Nachhälfte ereignen, sind bedeutend einfacher zu beobachten, weil sie am dunklen Mondrand auftreten. Die Austrittszeit (2. Kontakt) ist wegen des Überraschungseffektes schwieriger zu erfassen, außerdem werden schwächere Sterne oft von dem hellen Mond überstrahlt.

Als Zeitmesser eignet sich die App „AtomUhr“. (rechtes Bild) Um die App als Stoppuhr zu nutzen, muss man unter „*Einstellung*“ (Zahnrad unten rechts) Bei „Bildschirmberührung“ > „*Bildschirm einfrieren*“ einstellen.



Im selben Augenblick, wenn der Stern am Mondrand verschwindet, wird die Zeit gestoppt. Die „App-Uhr“ hält an. Von der gestoppten Zeit muss die persönliche Reaktionszeit noch abgezogen werden, um die genaue Bedeckungszeit zu ermitteln.

Die persönliche Reaktionszeit kann man z. B. mit einer Smartphone-Stoppuhr ermitteln, in dem man die Sekunden abdeckt und die Uhr stoppt, wenn die Minutenanzeige von 0 auf 1 wechselt. Die dann angezeigten Millisekunden ist die Reaktionszeit. Das macht man mehrfach und bildet daraus den Mittelwert. Die so ermittelte Zeit ist die persönliche Reaktionszeit.

**Die Bedeckungszeit ist die gestoppte Zeit abzüglich der persönlichen Reaktionszeit.**

Die gemessenen Zeiten werden unter Umständen noch von der Luftunruhe beeinflusst, weil der Stern dann tänzelt und das Verschwinden nicht exakt erkannt wird.

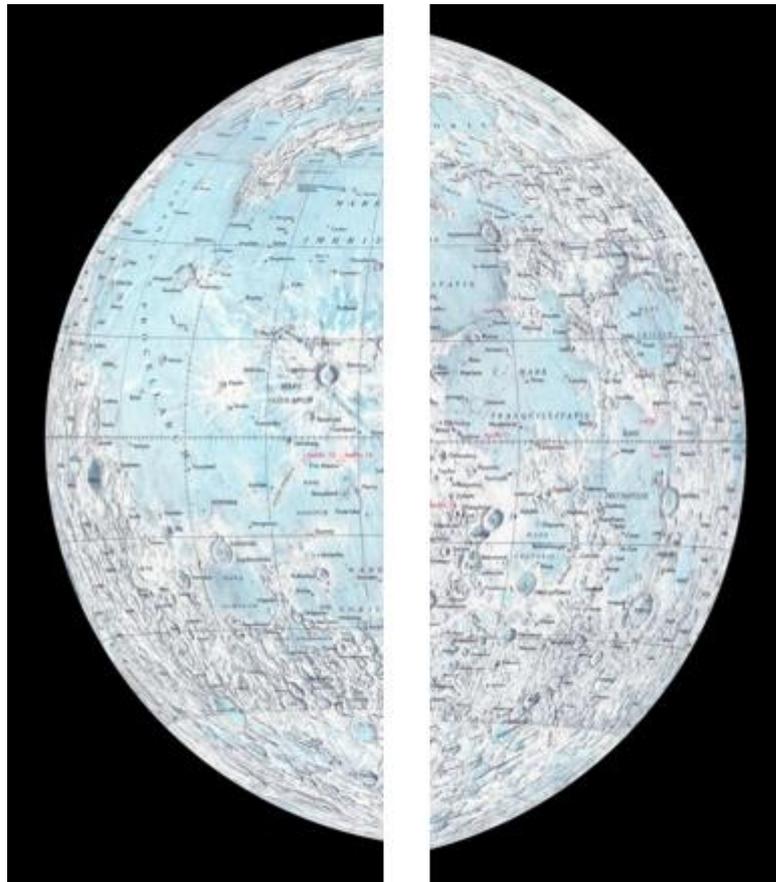


Abb. 2 An dieser Karte kann man den Eintritts- oder der Austrittspunkt des Sterns am Mondrand abschätzen.  
Quelle: Lunar Map HD

Neben dem genauen Kontakt des Sterns ist es wichtig, den Punkt des Verschwindens am Mondrand zu bestimmen. Dieses kann man mit den Koordinaten in einer Mondkarte in Verbindung mit der Topologie abschätzen. Der Positionswinkel ist eine 360°-Kreis am Mondrand. 0° ist oben (Nordpol) 90° ist links (Osten), 180° unten (Südpol) und 270° rechts (Westen).

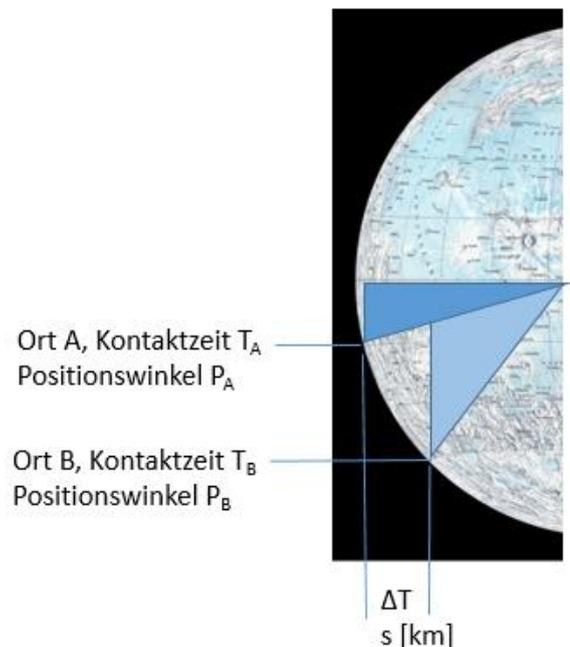
Wenn die eigene gemessene Zeit nun mit der gemessenen Zeit eines anderen Beobachters an einem anderen Ort verglichen wird, stellt man fest, dass sich die Zeiten und die Eintrittsstellen am Mondrand unterscheiden.

Bei diesen Beobachtungen ist es wichtig, den genauen Beobachtungsstandort im Beobachtungsprotokoll zu vermerken. Die Koordinaten kann man mit einem Navigationsgerät oder mit Google-Maps ermitteln. Wenn man in Google-Maps die markierte Adresse des Beobachtungsortes mit der rechten Maustaste anklickt und den Menüpunkt „Was ist hier?“ wählt, erscheint unten ein Feld mit den Koordinaten. Diese Koordinaten sind gemeinsam mit der oben berechneten Zeit zu protokollieren.

Wann Sternbedeckungen stattfinden, lässt sich z. B. auf der [Webseite der Vereinigung der Sternfreunde - VdS](#), (>Himmelergebnisse) oder in einem der einschlägigen Jahrbücher nachschlagen.

Wenn wir von einer Bedeckung 2 Beobachtungen von unterschiedlichen Orten ermitteln könnten, lassen sich vielfältige Aufgaben daraus ableiten:

- Welche Entfernungen müssen die Beobachtungsorte haben, damit die gleiche Bedeckung zu akzeptablen Ergebnissen führt? (Messfehler)
- Welche Zeitunterschiede ergeben sich aus der Entfernung der Beobachtungsorte?
- Wie weit hat sich der Mond zwischen den beiden Kontaktzeiten weiter bewegt (km, Bogenmaß)
- Wie weit sind die Kontaktpunkte am Mondrand voneinander entfernt?
- Wie schnell ist der Mond zum Zeitpunkt der Bedeckung auf seiner Bahn?
- Lässt sich über die Differenz der Kontaktzeiten und der vom Mond in der Zeit zurückgelegten Strecke (Geschwindigkeit) in Verbindung mit den Keplerschen Gesetzen die Entfernung bestimmen?



Die nebenstehende Skizze mag als Gedankenanstoß zu den Lösungen der o. g. Fragen dienen.

### Angebot:

Um sich den o. g. Fragestellungen zu stellen, kann ich für Schüler eine Zeitmessung durchführen, sofern es meine Zeit und der Abstand unserer Orte das zulässt. Ich bitte um rechtzeitige Nachricht.

## **Berechnungen zur Mondbewegung**

[Bestimmung der Bahnbewegung des Mondes](#)

[Mondparallaxe](#) mit weiterführenden Berechnungsbeispielen

[Excel-Arbeitsblatt](#) zur Bestimmung der Kontaktzeiten von Sternbedeckungen durch den Mond

### **Quellennachweis:**

- [1] Die Rolle des Mondes in der Himmelsmechanik, P. Ahnert, Kalender für Sternfreunde 1976, J. A. Barth/Leipzig
- [2] G. D. Roth (Hg.) Handbuch der Sternfreunde, Springer-Verlag, 3. Auflage 1981, S. 365
- [3] N. Wünsche: Bedeckungsereignisse beobachten © IOTA/ES 2021

Webseite der International Occultation Timing Association European Section: [IOTA/ES](#)

06.2023

Impressum: [www.privatsternwarte.net](http://www.privatsternwarte.net)