

Die Erde in Opposition?!

Werner Auer, Fürth

Illustrationen von Werner Auer



© Matthias Kulkal / Image Bank / Getty Images Plus

Die Erde in Opposition – ist das denn so ungewöhnlich? Nein! Es ist nur eine Frage des Standpunktes. Von den äußeren Planeten sind wir es gewohnt, dass sie in Oppositionsstellung zur Erde gelangen. Die Sonne, die Erde und ein äußerer Planet befinden sich auf einer Geraden, wobei die Erde zwischen Sonne und äußerem Planeten steht.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder ins Internet eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Kopien an Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. ZMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden die Rechte recherchiert und ggf. angefragt.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Raabe Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900-0
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Annette de Witte
Satz: Raabe Media GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildnachweis Titel: Matthias Kulka/The Image Bank/Getty Images Plus
Illustration: Dr. W. Zettlmeier, Barbing
Lektorat: Dr. Stefan Völker, Jena
Korrektur: Susanna Stotz, Wyhl a. K.

Die Erde in Opposition?!

Oberstufe (Niveau)

Werner Auer, Fürth

Illustrationen von Werner Auer

Hinweise	1
M 1 Aufgaben	2
Lösungen	9

Die Schüler lernen:

am Beispiel der drei innersten Planeten unseres Sonnensystems den Begriff Opposition genauer zu durchleuchten. Insbesondere lernen sie die Arbeitsweise der Astronomen des Planeten Merkur kennen, wenn sie die Entfernung der Erde von der Sonne bestimmen. Das Bestimmen der scheinbaren Helligkeit der Vollerde von der Venus aus betrachtet ist ein tiefergehendes Ergründen physikalischer Gesetze.

VORANSICHT

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

Ab = Arbeitsblatt

Thema	Material	Methode
Aufgaben	M1	Ab

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau
	Dieses Material enthält Zusatzaufgaben.	

Kompetenzprofil

Inhalt: Erscheinungen im Sonnensystem, Entfernungsbestimmung, siderischer und synodischer Umlaufzeit, Anwenden der Strahlungsgesetze, Albedo, scheinbare Helligkeit, das dritte Kepler'sche Gesetz

Medien: STR/OS, mathematische und physikalische Formelsammlung, Internet

Kompetenzen: Über Basiswissen verfügen (F1), Probleme lösen (F3), Wissen kontextbezogen anwenden (F4), Informationen auswählen (E2), Modellvorstellungen verwenden (E3), Formeln anwenden (E4), Idealisierungen vornehmen (E5)

Hinweise

Nicht nur in den südlichen Bundesländern wie Bayern und Baden-Württemberg, sondern auch z. B. in Thüringen oder Sachsen findet man das Fach Astronomie im Lehrplan. Der Planet, von dem aus die Erde in Opposition gelangen kann, ist einer unserer inneren Planeten, denn nur so kann es sein, dass die Erde, von diesem Planeten aus betrachtet, ein „äußerer“ Planet ist.

Bei den folgenden Betrachtungen kommen damit nur der Merkur und die Venus infrage. Beide Planeten befinden sich aber von der Erde aus betrachtet in **unterer Konjunktion**. Es wird zuerst der Planet Venus betrachtet. Als die Venus sich am 8. Juni 2004 in unterer Konjunktion zur Erde befand, sah man Venus bei günstigem Wetter als schwarze Scheibe vor der Sonnenscheibe und man konnte ihren Lauf über die Sonnenscheibe verfolgen. Es handelt sich um einen sogenannten Venustransit. Doch dazu später mehr.

Was bietet sich aber eventuellen Bewohnern der Venus, also den sogenannten Venusianern, für ein Anblick?

Die Erde befindet sich für sie in Opposition, also besonders nahe.

In welcher Pracht sehen damit die Bewohner der Venus die Erde?

In welchem Winkeldurchmesser erscheint ihnen die Erde und in welcher maximalen Winkelentfernung befindet sich ihr Begleiter, unser Mond?

Für die folgenden Betrachtungen benötigt man einige Daten. Hier sind die Daten des vorletzten Venustransits¹.

Der 1. Kontakt fand um 7 Uhr 13 Minuten statt, das Ende war um 11 Uhr 26 Minuten, wobei die Mitte des Venustransits um 10 Uhr 20 Minuten war.

Die folgenden Daten stammen vom Computerprogramm GUIDE 8.0.

Entfernung der Venus von der Erde: 0,288 533 AE

Entfernung der Venus von der Sonne: 0,726 21 AE

Entfernung der Erde von der Sonne: 1,015 056 4 AE

¹ Der letzte Venustransit war am 5./6. Juni 2012. Der nächste Transit ist erst wieder am 10. Dez. 2117.

M 1 Aufgaben

Aufgabe	1	2	3	4	5
Niveau					

1. Entscheiden Sie durch Rechnung, ob damals eine Sonnenfinsternis stattfand, oder ob es *nur* ein Transit war.

Bestimmen Sie dazu erst den scheinbaren Durchmesser der Venus.



Hinweis: Der Radius des Planeten beträgt 6051 Kilometer.
 $1 \text{ AE (astronomische Einheit)} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$

2. Bestimmen Sie die Länge des Kernschattens der Venus.



Hinweis:
 Radius der Sonne: $6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$

Man sollte nicht enttäuscht sein, dass es damals nur ein Transit war. Der Transit war ein eindrucksvolles Erlebnis. Der Verfasser dieser Aufgabe erlebte den Transit damals während seiner Urlaubszeit auf einer Parkbank in Moskau.

Um die Größe der schwarzen Venus Scheibe herauszufinden, benötigt man noch den scheinbaren Durchmesser der Sonne.

3. Berechnen Sie den scheinbaren Durchmesser der Sonnenscheibe und vergleichen Sie ihn mit dem scheinbaren Durchmesser der Venusscheibe.

In welcher Pracht erscheint nun den Venusianern die Erde als sog. Vollerde? Unter der Pracht wollen wir sinnvollerweise die scheinbare Helligkeit der Erde verstehen.

4. Berechnen Sie den scheinbaren Durchmesser der Vollerde.

Die Erde erscheint damit von der Venus aus betrachtet etwa genauso groß wie die Venus von der Erde aus betrachtet. Dies ist zu erwarten, da der Durchmesser der Venus rund 95 % des Erddurchmessers beträgt.

5. Berechnen Sie, wie weit (in Grad) der Mond der Erde von der Venus aus betrachtet maximal von der Erde entfernt ist.



Hinweis:
 In Kilometern ist der Mond der Erde 384 400 km von der Erde entfernt.

Um die Pracht der Vollerde zu bestimmen, benötigt man die folgende Beziehung zwischen scheinbaren Helligkeiten m und Intensitäten I der Planeten.

Es gilt:

$$m_{\text{Erde}} - m_{\text{Planet}} = -2,5 \cdot \lg \left(\frac{I_{\text{Erde}}}{I_{\text{Planet}}} \right).$$

Für die Intensität I eines Himmelskörpers, z. B. eines Planeten, eines Planetoiden usw. gilt, dass sie direkt proportional

– zu seiner Albedo (Rückstrahlvermögen),

– zu seiner Oberfläche S

und indirekt proportional zum Produkt seiner helio- und geozentrischen Entfernungsquadrate (r und Δ) ist.

Also

$$I \sim A \cdot S \cdot (r \cdot \Delta)^{-2}.$$

Zum Beispiel benötigt man zur Berechnung der Intensität des Mars, die man auf der Erde empfängt, den Abstand von

Mars zur Sonne r_{M-S} sowie den Abstand zwischen Mars und Erde Δ_{E-M} .

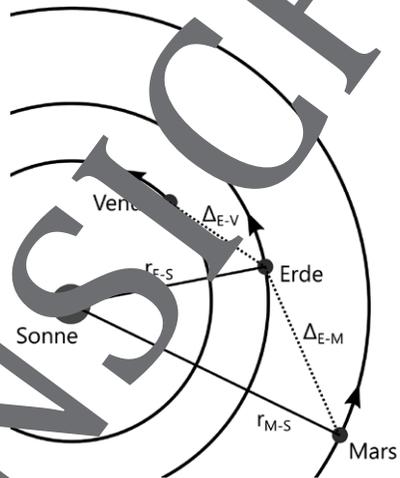


Abbildung 1: Geo- und heliozentrische Abstände;
Grafik: Dr. S. Völker

Damit sind alle Beziehungen der physikalischen Größen gegeben, um die gesuchte Pracht der Erde (oder der Venus aus betrachtet), zu berechnen. Da die Proportionalitätskonstante unbekannt ist, muss man die scheinbare Helligkeit der Vollerde mit jener eines anderen Planeten vergleichen. Hierzu werden die Daten der letzten Opposition des Mars vom 13.10.2020 verwendet. Hier die Daten:

Entfernung der Erde vom Mars: 0,420 252 38 AE

Entfernung der Sonne vom Mars: 1,417 08 AE

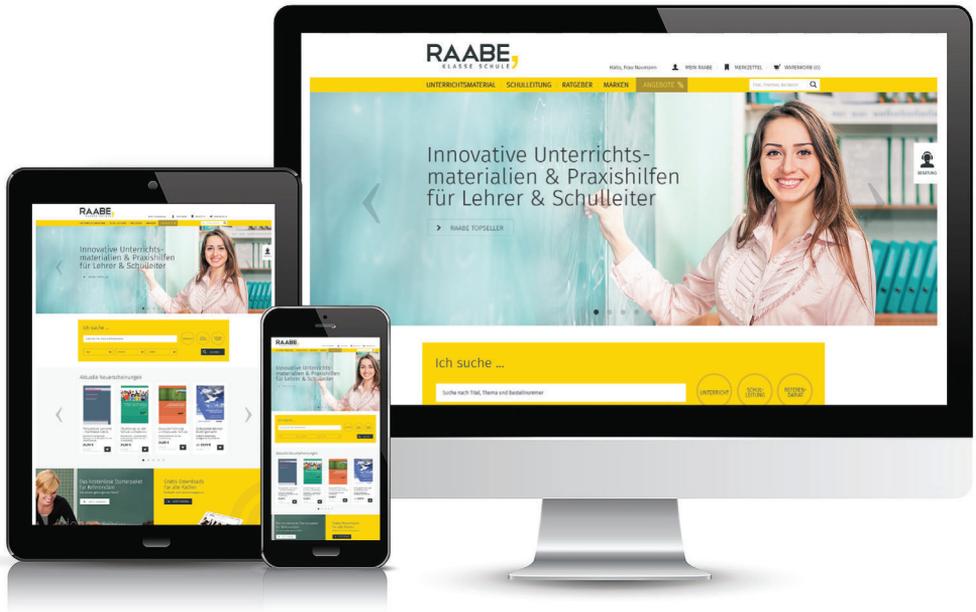
Entfernung der Sonne von der Erde: 0,997 274 411 AE

Radius des Mars: 3394 km

Scheinbare Helligkeit des Mars: $-2,6$

© RAABE 2021
Vollmann, Dietmar: Arbeitsbuch Astrophysik; Verlag Books on Demand GmbH, Norderstedt; Seite 96

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de