

Begegnungen und Treffen am Augushimmel 2014 mit Modellen nachvollziehen

In Bezug auf die Rubrik „Aktuelles am Himmel“ in SuW 8/2014

Olaf Fischer

Unsere Daseinsweise wird bestimmt durch Bewegung. Dies kann man im philosophischen Sinne sehr breit auslegen. Im Folgenden soll es um die „echte“ Bewegung der Himmelskörper des Sonnensystems gehen. Die Umlaufbewegungen der Planeten, Zwergplaneten und Kleinkörper um den Schwerpunkt mit der Sonne, sowie der Monde um die Schwerpunkte mit den jeweiligen Planeten sorgen für Stabilität und schaffen damit die Grundlage für die Entwicklung von komplexeren Strukturen bis hin zum Leben.

Auf der Erde hat dies geklappt. Und nun beobachten wir Menschen diese kosmischen Bewegungen, versuchen diese zu beschreiben und zu erklären und lassen uns manchmal von ihnen beeindruckt. Letzteres passiert, wenn es zu bestimmten Konstellationen (Begegnungen oder sogar Treffen) kommt. Ein **Treffen** zwischen der Erde und den Partikeln aus dem Staubschweif eines periodischen Kometen (die sich in einer Art Schlauch um die Sonne bewegen) findet in der ersten Augushälfte statt und hat einen Schauer an „Sternschnuppen“ zur Folge. Zu einer **Begegnung** zwischen dem Erdschatten und dem Mond kommt es beim Augustvollmond (10. 8. 2014). Beim Oktobervollmond (8. 10. 2014) wird es dann sogar zu einem **Treffen** mit dem Kernschatten kommen, d. h., wir werden eine Mondfinsternis erleben können. Stehen helle Objekte am Himmel dicht beieinander, so fallen sie uns ins Auge. Derartige **Begegnungen** in Projektion an die scheinbare Himmelskugel können wir im August gleich dreimal erleben: am 3. 8. 2014, wenn sich vier helle Objekte (Saturn, Mond, Mars und der Stern Spika) begegnen; am 18. 8. 2014, wenn Venus sehr nahe bei Jupiter zu sehen sein wird und am 25. 8. 2014, wenn sich Saturn und Mars am Himmel begegnen.

Ein wichtiges Ziel des folgenden WIS-Beitrags ist es, die genannten 5 himmlischen **Begegnungen** mit Hilfe von Modellen zu veranschaulichen und zu verstehen (und teilweise vorhersagen zu können). Die Modelle ergänzen die „Innenansicht“, die wir als Beobachter haben, durch eine „Außenansicht“. Mit gewachsenem Verständnis wächst dann (rückwirkend) auch der Wunsch zu deren Beobachtung.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Positionsastonomie, Sonnensystem	Ekliptik, Horizont , heliozentrisch und geozentrisch , Meteoroid , Meteor, Perseiden , Komet, Planet, Mondfinsternis
Fächerverknüpfung	Astro - Mathematik	Winkel, Strahlen (Sichtlinien), Verhältnisbildung (Interpolation), Ebenen im Raum, Maßstab , zentrische Streckung
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen und Erkenntnisgewinnung), Unterrichtsmittel	Orientierung in Raum und Zeit, räumliches Denken, Transformation: „Innenansicht“ und „Außenansicht“ des Planetensystems , Tabellen lesen , Winkel abtragen , Modelle nutzen und teilweise auch herstellen, Planetenzeiger-Diagramm , Planetenzeigermodell mit Ekliptikstreifen , Bahnlagenmodell , Arbeitsblätter



Begegnungen und Treffen in Modellen am Augushimmel

- 3. 8. 2014:** Saturn, Mond, Mars und Spika
(Planetenzeiger-Diagramm, Planetenzeigermodell mit Ekliptikstreifen)
- 10. 8. 2014:** Vollmond
(Freihandmodell)
- 13. 8. 2014:** Perseidenmaximum
(Anschauungsmodell)
- 18. 8. 2014:** Venus und Jupiter
(Arbeitsblatt: Planetenzeiger-Diagramm)
- 25. 8. 2014:** Saturn und Mars
(Arbeitsblatt: Planetenzeiger-Diagramm)

Abbildung 1: Die „Himmelstreppe“ am Abendhimmel des 3. August 2014 (Bildquelle des Hintergrundbildes: Stellarium). Im Vordergrund: das Planetenzeiger-Diagramm links und das Planetenzeigermodell mit Ekliptikstreifen (rechts).

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

1. Das Planetenzeiger-Diagramm - ein Modell zur Vorhersage und Erklärung von Planetensichtbarkeiten



Abbildung 2: Schüler (Mittelstufe) der Arbeitsgemeinschaft Astronomie am Helmholtz-Gymnasium Heidelberg nutzen das Planetenzeiger-Diagramm zur Demonstration der Planetenpositionen, wie sie für einen Beobachter von „außen“ ersichtlich sind. ©: Olaf Fischer.

Neben Sonne und Mond sind es vor allem die Planeten, die am ansonsten fix erscheinenden Sternenhimmel für einen kontinuierlichen Wandel sorgen. In geeigneten Konstellationen beeindruckt uns einige von ihnen durch ihre Helligkeit. Der Eindruck verstärkt sich noch beim Blick durch ein Fernrohr, welcher die Scheibchenform, evt. Phasen und sogar einige Strukturmerkmale eröffnet.

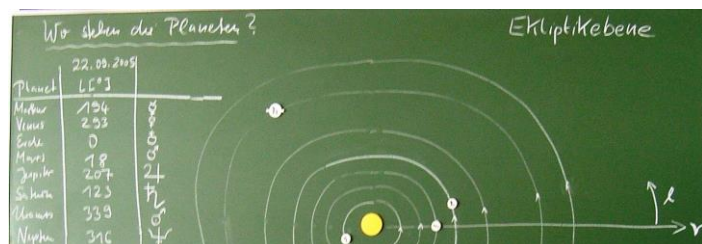
Wann ist es denn wieder soweit, um den Jupiter zu beobachten? So könnte eine Frage lauten. Die Antwort können wir uns selbst liefern, wenn wir ein Modell wie das im Folgenden vorgestellte **Planetenzeiger-Diagramm** zur Vorhersage nutzen.

Vor der Zukunft kommt aber die Gegenwart, und da eignet sich der Planetenzeiger, um die Himmelskonstellationen vom 3., 18. und 25. August 2014, die wir von „innen“ beobachten können, durch eine Außenansicht erklären können.

Im Weiteren werden die Elemente und die Nutzung des Planetenzeiger-Diagramms schrittweise eingeführt, um sie dann auf die erwähnten Himmelsblicke anzuwenden.

Schritt 1: Planetenzeiger-Diagramm

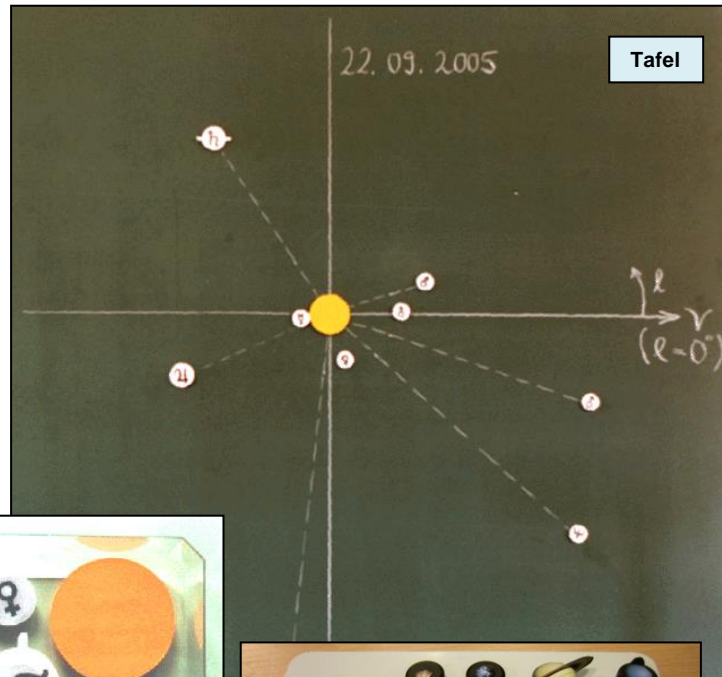
Das Planetenzeiger-Diagramm beruht auf der Draufsicht auf die Ekliptikebene (Umlaufebene des Systems Erde-Mond um die Sonne), zu der die Bahnen der anderen Planeten nur wenig geneigt sind. Die Positionen der Planeten werden auf ihren als kreisförmig angenommenen vorgezeichneten Bahnen (mit den entsprechenden maßstäblichen und möglichst im richtigen Verhältnis zueinander angenommenen Radien) abgetragen. Dazu wird der Winkel l benötigt, welcher die heliozentrische (Sonne im Zentrum des Koordinatensystems) ekliptikale Länge angibt. Diese wird von der Richtung zum Frühlingspunkt (im Bild: Υ) ausgehend gemessen.



(→zurück zum Anfang)

Das Planetenzeiger-Diagramm kann an der Tafel, auf einem großen Poster (siehe Anhang) und natürlich im Heft (evt. Arbeitsblatt) erstellt werden. Der Computerbildschirm bietet eine weitere Alternative.

An der Tafel könnte nur mit Kreide gearbeitet werden, für das Poster (auch für die Tafel) bieten sich Magnetapplikationen an (siehe Bilder).



Wo stehen die Planeten am 11.05.2017 – Arbeit mit dem Planetenzeigermodell

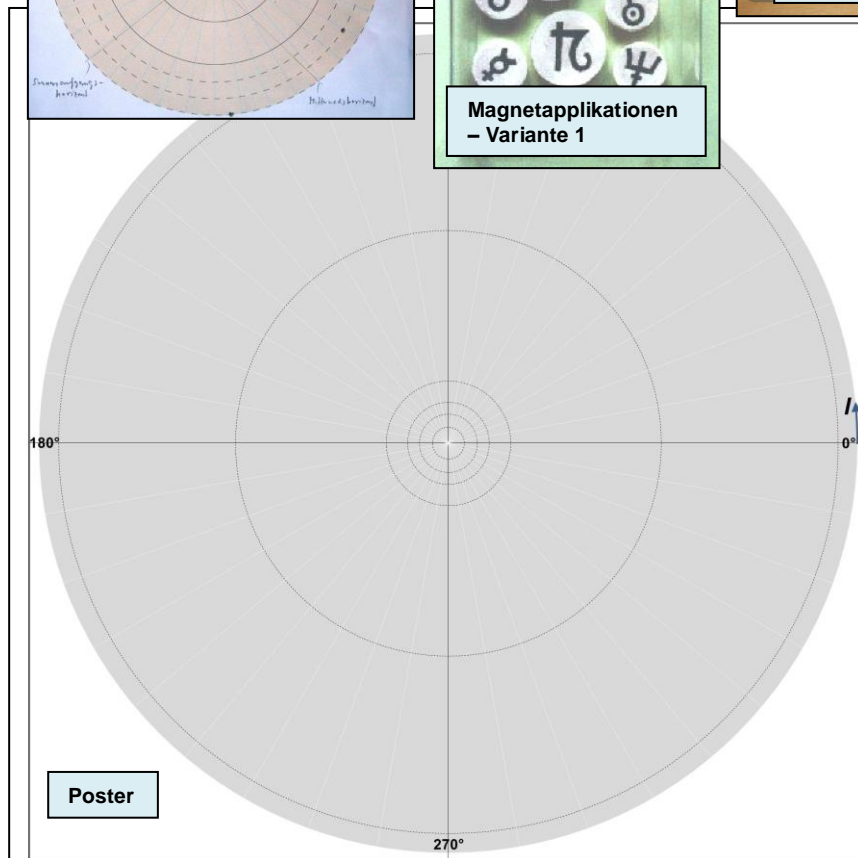
Planet	a [AE]	i [°]	11.05.2017
Merkur	0,39	~2,3°	
Venus	0,71	~3,4°	
Erde	1	~0,0°	
Mars	1,52	~1,9°	
Jupiter	5,2	~1,3°	
Saturn	9,5	~2,5°	
Uranus	19,2	~0,7°	
Neptun	30,1	~1,7°	
Pluton	39,5	~17,1°	

Handwritten notes: "ehin auch berechnen ein Magnetband", "Anfang hier wo die Sonne", "lang über Horizont (siehe 11.05.2017) zum Polnord/Amersicht", "siehe über Erde", "gehen wie über 2. Beobachter", "gibt sich von Polnord auf".

Arbeitsblatt

Magnetapplikationen – Variante 1

Magnetapplikationen – Variante 2



Planetenzeiger

Modell zur Darstellung der Planetenkonstellation in Draufsicht auf deren Bahnebene. Die Bahnradien der ausgewählten Planeten (Merkur: 0,39 AE; Venus: 0,71 AE; Erde: 1 AE; Mars: 1,52 AE; Jupiter: 5,2 AE; Saturn: 9,53 AE) sind maßstabgerecht (1 AE=94 cm). Blick vom ekliptikalen Nordpol aus; von dort aus gesehen bewegen sich die Planeten entgegen dem Uhrzeigersinn.
Vereinfachungen: Die äußeren Riesenplaneten Uranus und Neptun erscheinen nicht, nur Kreisbahnen, alle Bahnebenen liegen in einer Ebene, Ausmaße der Himmelskörper nicht maßstabgerecht.

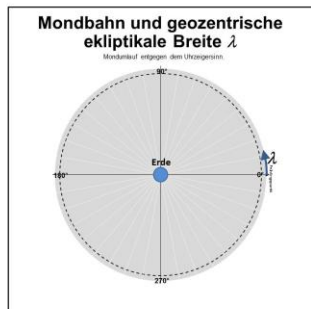


Abbildung 3: Planetenzeiger-Diagramme in verschiedenen Ausführungen. Oben rechts im Tafelbild, oben links auf einem Arbeitsblatt und unten auf einem Poster. Die Positionen der Planeten (aber auch von Sonne und Mond) können eingezeichnet oder bei entsprechendem Hintergrund mit Magneten markiert werden. Für Letzteres sind 2 Varianten vorgestellt - mit Planetensymbolen (siehe http://de.wikipedia.org/wiki/Astronomisches_Symbol) und mit Bildern.
©: Olaf Fischer.

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Schritt 2: Die Daten bereitstellen

Die heliozentrischen ekliptikalen Längen der Planeten können aus Ahnerts Kalender für Sternfreunde 2014 oder aus dem Internet (z. B.: <http://www.laprell.net/astronomie/sites/ephemeridenSolarSystem.aspx>) entnommen werden. Das **Ablesen aus Tabellen** kann hierbei geübt werden.

Die unten stehende Tabelle enthält bereits die aus dem Ahnertschen Tabellenwerk herausgesuchten Daten für die himmlische Begegnung am **3. August 2014**.

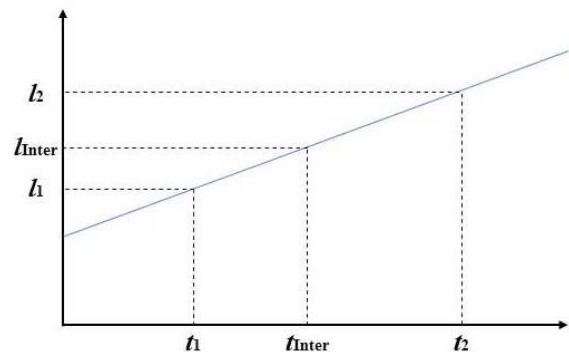


Himmelskörper	Zeit t_1 : l_1 [°] bzw. λ_1 [°] Tabellenwert 1	Zeit t_2 : l_2 [°] bzw. λ_2 [°] Tabellenwert 2	Zeit t_{inter} : l_{inter} [°] bzw. λ_{inter} [°] Ergebnis der Interpolation
Sonne	3.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 130,61^\circ$	4.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 131,56^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $\lambda = \dots\dots\dots$
Erde			3.8./22 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$
Mond	3.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 208,46^\circ$	4.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 221,46^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $\lambda = \dots\dots\dots$
Mars	1.8./2 Uhr MESZ: $l = 255,75^\circ$	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 261,27^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$
Saturn	1.8./2 Uhr MESZ: $l = 232,36^\circ$	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 232,66^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$

Interpolation

Da in gedruckten Tabellen die Positionen nur für ausgewählte Zeitpunkte angegeben werden können (siehe Tabelle oben), macht es sich erforderlich, den für den Beobachtungszeitpunkt passenden Wert zwischen zwei Randwerten zu bestimmen. In der Mathematik bezeichnet man dieses Verfahren als **Interpolation**.

Das Finden des Zwischenwertes kann der Mittelstufenschüler durch Verhältnissbildung praktizieren. Dabei handelt es sich dann um eine lineare Interpolation. Angewendet auf die heliozentrischen ekliptikalen Längen mit den Randwerten l_1 und l_2 , die zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 vorliegen, ergibt sich für einen dazwischenliegenden Zeitpunkt t_{inter} die heliozentrische ekliptikale Länge l_{inter} wie folgt:



Das Finden des Zwischenwertes kann der Mittelstufenschüler durch Verhältnissbildung praktizieren. Dabei handelt es sich dann um eine lineare Interpolation. Angewendet auf die heliozentrischen ekliptikalen Längen mit den Randwerten l_1 und l_2 , die zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 vorliegen, ergibt sich für einen dazwischenliegenden Zeitpunkt t_{inter} die heliozentrische ekliptikale Länge l_{inter} wie folgt:

$$\frac{(l_2 - l_1)}{(t_2 - t_1)} = \frac{(l_{\text{inter}} - l_1)}{(t_{\text{inter}} - t_1)} \Rightarrow l_{\text{inter}} = l_1 + \frac{(l_2 - l_1)}{(t_2 - t_1)} \cdot (t_{\text{inter}} - t_1).$$

Für den Mars sieht die Rechnung mit den Daten aus der obigen Tabelle zum Beispiel so aus:

$$l_{\text{inter}} = 255,75^\circ + \frac{68 \text{ h}}{240 \text{ h}} \cdot (261,27^\circ - 255,75^\circ) \approx 257,31^\circ.$$

(Die Genauigkeit auf zwei Stellen dient allein Rechenübungszwecken. Für die Eintragung in das Planetenzeiger-Diagramm genügen auf ganze Zahlen gerundete Werte.)

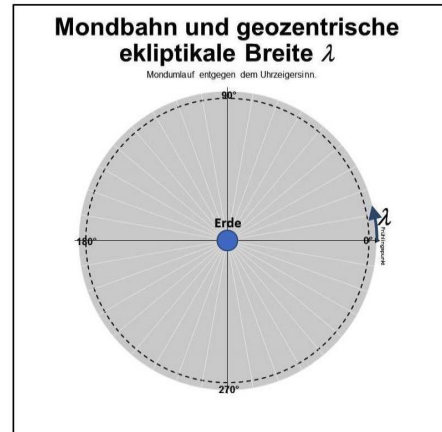
Himmelskörper	Zeit t_1 : l_1 [°] bzw. λ_1 [°] Tabellenwert 1	Zeit t_2 : l_2 [°] bzw. λ_2 [°] Tabellenwert 2	Zeit t_{inter} : l_{inter} [°] bzw. λ_{inter} [°] Ergebnis der Interpolation
Sonne	3.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 130,61^\circ$	4.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 131,56^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $\lambda = 131,48^\circ$
Erde			3.8./22 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$
Mond	3.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 208,46^\circ$	4.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 221,46^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $\lambda = 220,38^\circ$
Mars	1.8./2 Uhr MESZ: $l = 255,75^\circ$	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 261,27^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $l = 257,31^\circ$
Saturn	1.8./2 Uhr MESZ: $l = 232,36^\circ$	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 232,66^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $l = 232,445^\circ$

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Geozentrische ekliptikale Länge λ

Im Ahnert findet man nicht die **heliozentrische** ekliptikale Länge l der Erde, dafür aber die **geozentrische** ekliptikale Länge λ der Sonne. Da es sich dabei um zwei entgegengesetzte Richtungen handelt, wird schnell klar, dass man die heliozentrische ekliptikale Länge l der Erde einfach aus der geozentrischen ekliptikalen Länge λ der Sonne berechnen kann, indem man 180° addiert.

Für den Mond findet man verständlicherweise nur die geozentrische ekliptikale Länge λ . Diese wird dann, wie der Name es schon sagt, nicht um die Sonne herum, sondern in Bezug auf den Mittelpunkt Erde gemessen. Das anhängende Poster „Planetenzeiger“ (siehe auch Abb. 3) enthält dazu eine vergrößerte Darstellung der Bahn des Mondes, dessen Position durch die geozentrische ekliptikale Länge λ beschrieben wird.



Himmelskörper	Zeit t_1 : l_1 [°] bzw. λ_1 [°] Tabellenwert 1	Zeit t_2 : l_2 [°] bzw. λ_2 [°] Tabellenwert 2	Zeit t_{inter} : l_{inter} [°] bzw. λ_{inter} [°] Ergebnis der Interpolation
Sonne	3.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 130,61^\circ$	4.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 131,56^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $\lambda = 131,48^\circ$
Erde			3.8./22 Uhr MESZ: $l = 311,48^\circ$
Mond	3.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 208,46^\circ$	4.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 221,46^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $\lambda = 220,38^\circ$
Mars	1.8./2 Uhr MESZ: $l = 255,75^\circ$	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 261,27^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $l = 257,31^\circ$
Saturn	1.8./2 Uhr MESZ: $l = 232,36^\circ$	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 232,66^\circ$	3.8./22 Uhr MESZ: $l = 232,445^\circ$

Winkelumrechnung

Für Sterne findet man in der Regel keine Ekliptikkoordinaten, sondern die Äquatorkoordinaten Rektaszension α und Deklination δ . Die Umwandlung der Koordinaten (Transformation) vom Äquatorsystem ins Ekliptiksystem erfolgt wie folgt:

$$\sin \beta = \sin \delta \cdot \cos \varepsilon - \cos \delta \cdot \sin \varepsilon \cdot \sin \alpha, \quad \tan \lambda = \frac{\sin \alpha \cdot \cos \varepsilon + \tan \delta \cdot \sin \varepsilon}{\cos \alpha}$$

Der Winkel ε bezeichnet die Schräglage der Erdachse gegenüber der Senkrechten auf der Ekliptikebene. Er beträgt gegenwärtig $\varepsilon = 23^\circ 26' 21,40'' = 23,439^\circ$.

Bei beiden Koordinatensystemen handelt es sich um geozentrische Systeme. Im Falle von Sternen ist der Unterschied zwischen ekliptikaler geozentrischer und heliozentrischer Länge aber so klein, dass er für das Planetenzeigermodell ohne Bedeutung bleibt.

Die oben genannten Transformationsbeziehungen sind für Schüler der Mittelstufe allein durch Tastendrucke mit dem Taschenrechner ausführbar.

Der ekliptiknahe Stern Spika hat die Äquatorkoordinaten $\alpha = 13 \text{ h } 25 \text{ min } 11,6 \text{ s} = 13,4199 \text{ h} = 201,298^\circ$ und $\delta = -11^\circ 09' 40,8'' = -11,161^\circ$.

Damit ergeben sich für die Ekliptikkoordinaten folgende Werte:

$$\sin \beta \approx \sin(-11,161^\circ) \cdot \cos 23,439^\circ - \cos(-11,161^\circ) \cdot \sin 23,439^\circ \cdot \sin 201,298^\circ$$

$$\sin \beta \approx -0,1776 - (-0,1417) = -0,03585$$

$$\beta \approx -2^\circ$$

$$\tan \lambda \approx \frac{\sin 201,298^\circ \cdot \cos 23,439^\circ + \tan(-11,161^\circ) \cdot \sin 23,439^\circ}{\cos 201,298^\circ} \approx \frac{-0,3332 - 0,0785}{-0,9317} \approx 0,4419$$

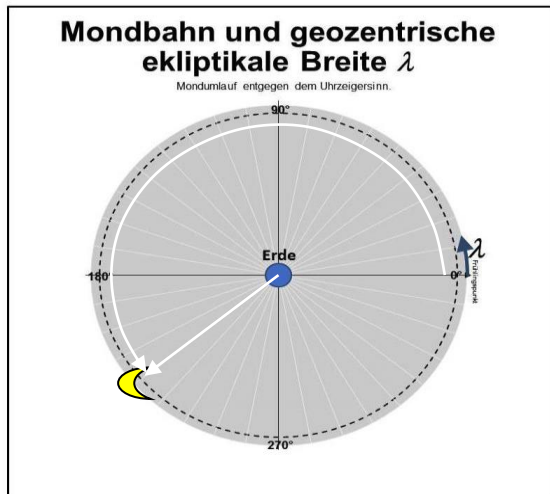
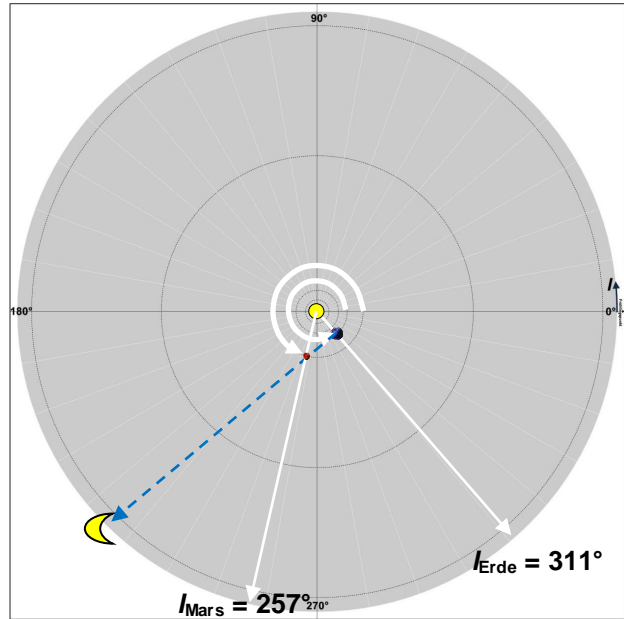
$$\lambda \approx 23,8^\circ \rightarrow 23,8^\circ + 180^\circ = 203,8^\circ$$

(Die Addition von 180° erfolgte aufgrund der Lösungsvielfalt für die Tangensfunktion.)

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Schritt 3: Die Winkel abtragen

Hat man die ekliptikalen Längen aller an einer Begegnung und ihrer Beobachtung beteiligten Himmelskörper zusammengetragen (im Beispiel für den 3. 8. 2014, siehe auch Abb. 1, sind das die Daten für Erde, Saturn, Mars, Mond, Spika), kann man die Positionen ins Planetenzeiger-Diagramm eintragen bzw. die Magnetapplikationen zu den Planeten (und dem Stern) positionieren. Für die Planeten und den Stern (hier: Spika) passiert dies einfach durch Aufsuchen des Winkels auf der entsprechenden Umlaufbahn (für den Stern einfach am äußersten Rand). Im Bild rechts wird dies beispielhaft für die Positionen von Erde und Mars gezeigt.

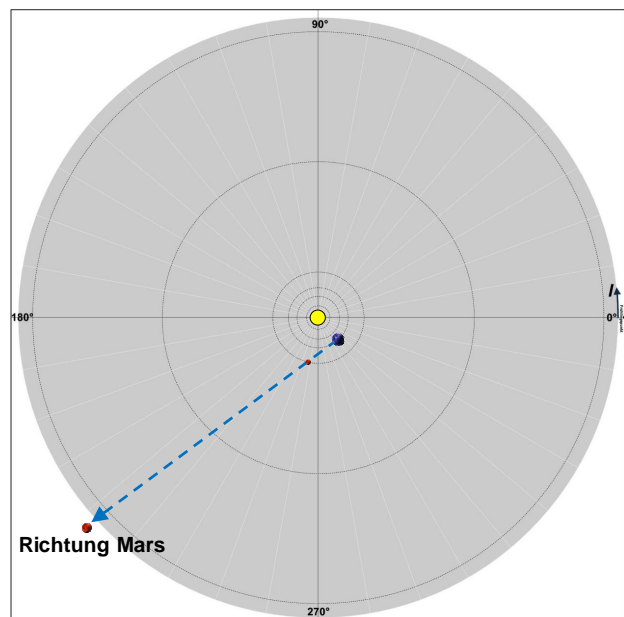


Für den Mond, dessen Bahn im Planetenzeiger-Diagramm maßstäblich nicht darstellbar ist, nutzen wir die extra aufgeführte Mondbahndarstellung (links), von der wir dann den Richtungspfeil ins Planetenzeigerdiagramm übernehmen (parallelverschieben).

Schritt 4: Sichtlinien eintragen

Nachdem alle betroffenen Himmelskörper ins Planetenzeigerdiagramm eingetragen wurden, liegt die **Außenansicht** des Planetensystems mit den betreffenden Himmelskörpern vor.

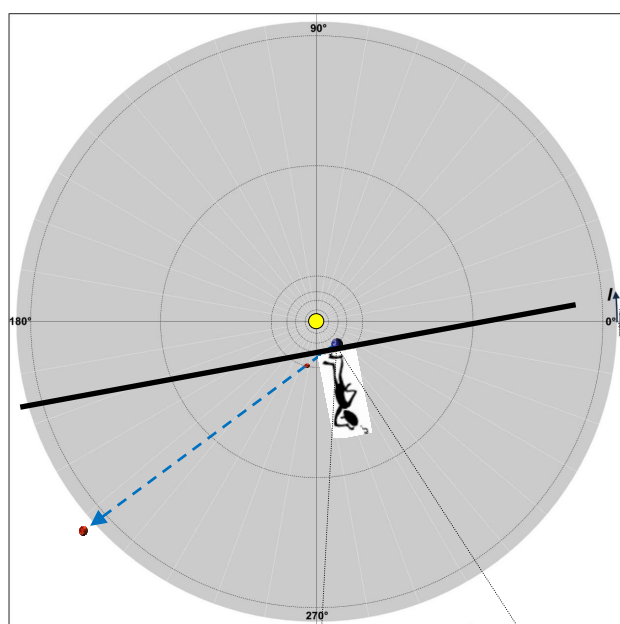
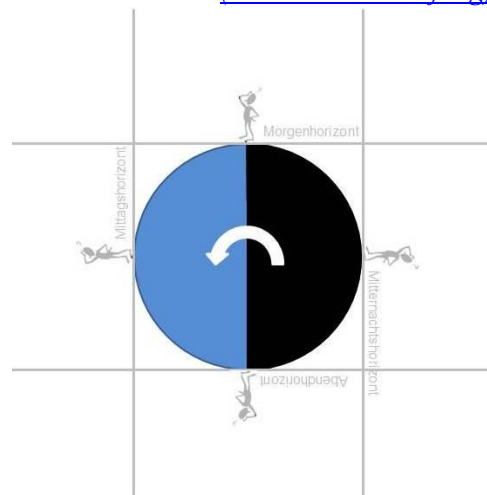
In den letzten Schritten, geht es darum, die **Innenansicht** des Beobachters auf der Erde zu konstruieren. Diese Schritte (Transformation) erfordern etwas mehr Abstraktionsvermögen. Zunächst werden von der Erde ausgehende Sichtlinien zu allen beteiligten Himmelskörpern gezogen. Beispielhaft wird dies hier für den Mars gezeigt. (Die Sichtlinie zum Mond liegt ja schon vor.)



[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Schritt 5: Horizonte anlegen

Abschließend wird der Horizont des Beobachters auf der Erde für die gewünschte Tageszeit in das Diagramm eingetragen. Bevor dies geschieht, sollten jedoch verschiedene Horizonte für markante Tageszeiten herausgestellt werden. Das rechte Bild, welches auch auf dem Poster zum Planetenzeiger (Abb. 3) zu finden ist, zeigt die Horizonte für Sonnenaufgang (6 Uhr), Mittag (12 Uhr), Sonnenuntergang (18 Uhr) und Mitternacht (24 Uhr). Diese Horizonte stellen eine starke Vereinfachung für eine Erde dar, deren Achse senkrecht auf der Umlaufebene steht. Zudem ist es wichtig, herauszustellen, dass diese Horizonte in Bezug auf die Position der Sonne, d.h. für die Normalzeit (bei uns MEZ) gelten.



Für den 3. 8. 2014 wird die Horizontebene (die im Schnitt als Gerade zu sehen ist) eingetragen, wie sie um 22 Uhr MESZ (21 Uhr MEZ) vorliegt. Dies wird anhand des Teilbildes mit den ausgewählten Horizonten (siehe Ausschnittsvergrößerung im Bild links unten) gemacht. Die Lage des Horizonts zwischen den vorgegebenen Horizonten kann nur abgeschätzt werden.

Die so gefundene Horizontgerade wird nun parallel ins Planetenzeiger-Diagramm verschoben.

Nun sind wir am Ziel und können grobe Aussagen über Lage und Höhe der Objekte über dem Horizont treffen (siehe dazu die folgende Abb. 4).

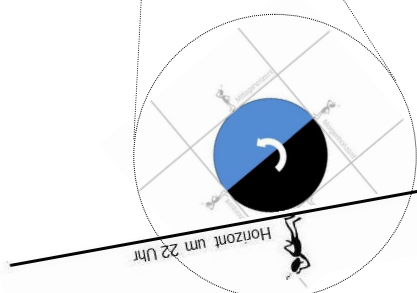
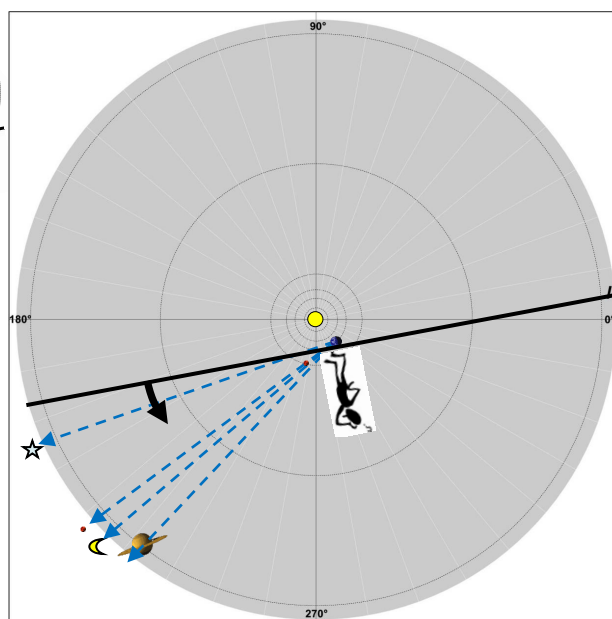


Abbildung 4 (rechts): Die „Himmelstreppe“, eine Kette von 4 hellen Objekten (Saturn, Mond, Mars und Spika), am Abendhimmel (22 Uhr MESZ) des 3. 8. 2014.

Die Drehrichtung der Erde liefert den Hinweis für die Drehrichtung des Horizonts und damit die Feststellung, dass diese Objekte kurz vor ihrem Untergang stehen, d. h. sich am Westhorizont befinden. Auch die Höhenabfolge der Objekte wird qualitativ richtig wiedergegeben. Die Höhenwerte weichen aber schon deutlich von den z. B. im Planetariumsprogramm „Stellarium“ ablesbaren Werten (Saturn (18°), Mond (15°), Mars (13°), Spika (10°)). (Schließlich kann mit Hilfe des Teilbilds mit der Mondbahn die Mondphase abgelesen werden (zunehmend, fast halb), indem man den Richtungspfeil von der Erde zur Sonne aus dem Planetenzeiger-Diagramm übernimmt (parallel verschiebt)).

©: Olaf Fischer.



[\(→zurück zum Anfang\)](#)

2. Arbeitsblätter zur Arbeit mit dem Planetenzeiger-Diagramm



Die Beobachtungen der nahen Begegnung von Venus und Jupiter am 18. 8. 2014, um 5 Uhr MESZ und der Begegnung von Mars und Saturn am 25. 8. 2014 um 21 Uhr MESZ können mit Hilfe des Planetenzeiger-Diagramms vorbereitet werden. Mit mehr Verständnis werden die Beobachtungen dann bewusster durchgeführt und hinterlassen „tiefere Spuren“.

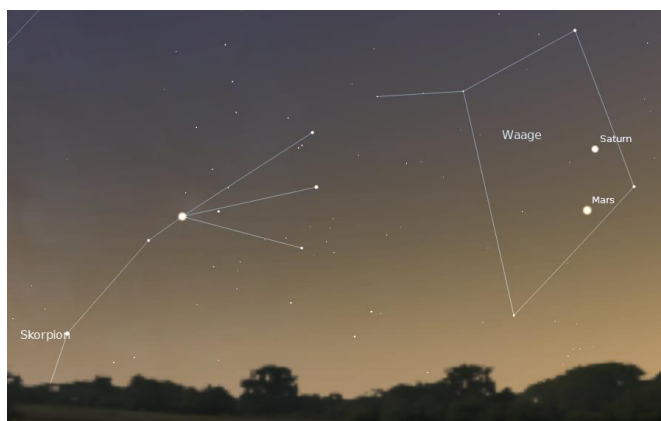
Trotzdem ist auch eine Abfolge denkbar, bei der erst die Beobachtung und dann deren Interpretation erfolgen.

Zu beiden oben genannten himmlischen Begegnungen erscheint im Folgenden ein mögliches Arbeitsblatt für die Schüler.

Abbildung 5:
Oben links: Erstellung eines „Außenblicks“ vom Planetensystem im Planetenzeiger-Diagramm.
Rechts: Bei einer „Nachtwanderung“ über den Sternenhimmel sehen wir diesen von „innen“ („Innenansicht“).
©: Olaf Fischer.



um 5 Uhr MESZ
(südlicher Richtung)
Jupiter nahe des
Sternbild Krebs am



Am Abendhimmel des 25. 8. 2014 um 21 Uhr MESZ findet man Saturn und Mars nicht weit über dem „Untergangshorizont“ (Westen) im Sternbild Waage (Bildquelle: „Stellarium“).

[\(→ zurück zum Anfang\)](#)

ARBEITSBLATT

Die nahe Begegnung von Venus und Jupiter am 18. 8. 2014, 5 Uhr MESZ



Aufgabe:

Trage die Positionen von Sonne, Venus, Erde und Jupiter für den 18. August 2014, 5 Uhr MESZ in das Planetenzeiger-Diagramm ein. Nutze die erzeugte „Außenansicht“ der Objekte, um Aussagen über deren Beobachtbarkeit zu gewinnen, indem du dich wieder auf die Erde versetzt („Innenansicht“). Vergleiche deine Ergebnisse mit der Beobachtung.

Orientiere dich bei deinem Vorgehen an dem Beispiel, welches zuvor vorgeführt wurde bzw., das anhängt. Folgende Teilaufgaben sind zu erfüllen: Fehlende Daten (heliocentrische oder zum Teil geozentrische ekliptikale Längen der betreffenden Objekte) aus den anhängenden Tabellen, die aus einem astronomischen Jahrbuch (Ahnert) stammen, herausuchen und in Tabelle eintragen, Daten interpolieren, einige Winkel umrechnen, Objektpositionen eintragen, Sichtlinien für den Beobachter von der Erde aus (dünn) eintragen, Horizont anlegen und schließlich Schlussfolgerungen treffen (Richtung und Höhe über dem Horizont).

Himmelskörper	Zeit t_1 : l_1 [°] bzw. λ_1 [°] Tabellenwert 1	Zeit t_2 : l_2 [°] bzw. λ_2 [°] Tabellenwert 2	Zeit t_{inter} : l_{inter} [°] bzw. λ_{inter} [°] Ergebnis der Interpolation
Sonne	18.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 144,99^\circ$	19.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 145,95^\circ$	18.8./5 Uhr MESZ: $\lambda = 145,11^\circ$
Erde			18.8./5 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$
Venus	11.8./2 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$	21.8./2 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$	18.8./5 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$
Jupiter	11.8./2 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$	21.8./2 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$	18.8./5 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$

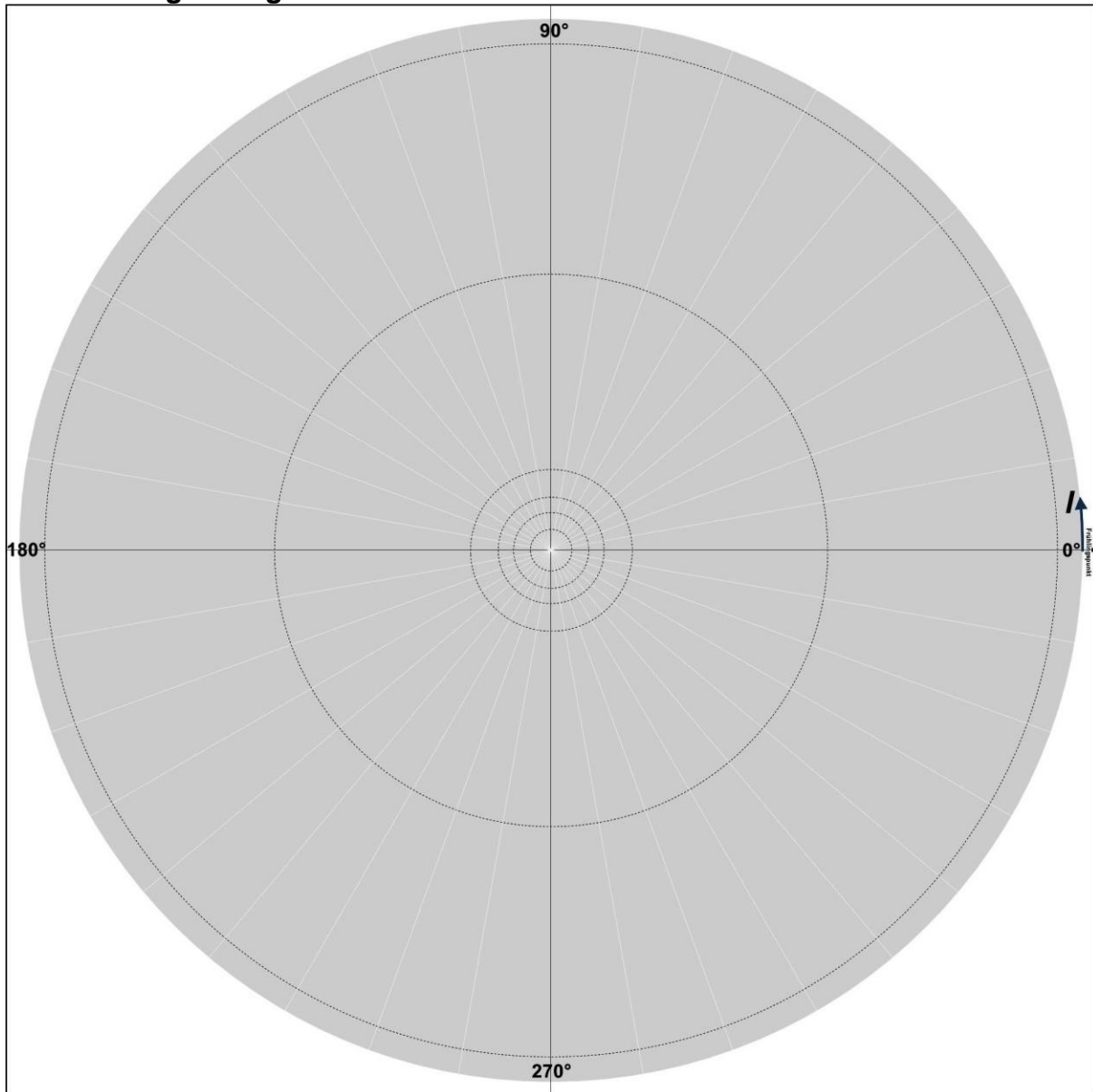
l ... heliocentrische ekliptikale Länge, λ ... geozentrische ekliptikale Länge

Venus-Ephemeride									
Datum	Geozentrisch (äqu.)			Geozentrisch (äqu.)			Heliocentrisch		
	α	δ	LZ	λ	β	$\Delta[AU]$	l	b	$r[AU]$
24.12.	20 ^h 02 ^m 8	-19°49'	2 ^h 06	298,70	+0°61	0,309	81°06	+0°26	0,720
3.1.	19 48,8	-17 54	2,3	295,83	+3,13	0,275	97,21	+1,19	0,719
13.1.	19 23,6	-16 30	2,2	290,10	+5,49	0,267	113,41	+2,03	0,719
23.1.	19 01,9	-15 50	2,4	284,98	+6,80	0,287	129,65	+2,71	0,718
2.2.	18 55,3	-15 54	2,8	283,39	+6,90	0,332	145,90	+3,18	0,719
12.2.	19 05,0	-16 19	3,3	285,67	+6,24	0,391	162,15	+3,38	0,719
22.2.	19 27,2	-16 39	3,8	290,94	+5,22	0,459	178,37	+3,32	0,720
4.3.	19 58,1	-16 32	4,4	298,26	+4,06	0,533	194,54	+3,00	0,721
14.3.	20 34,3	-15 44	5,1	306,94	+2,90	0,610	210,64	+2,44	0,722
24.3.	21 13,8	-14 10	5,7	316,55	+1,79	0,688	226,66	+1,70	0,724
3.4.	21 55,0	-11 51	6,4	326,79	+0,78	0,766	242,62	+0,82	0,725
13.4.	22 36,8	-8 51	7,0	337,48	-0,10	0,844	258,51	-0,11	0,726
23.4.	23 18,9	-5 18	7,7	348,49	-0,82	0,921	274,35	-1,03	0,727
3.5.	0 01,2	-1 22	8,3	359,74	-1,37	0,997	290,17	-1,88	0,728
13.5.	0 43,8	+2 48	8,9	11,16	-1,75	1,070	305,98	-2,58	0,728
23.5.	1 27,0	+7 01	9,5	22,72	-1,97	1,142	321,80	-3,08	0,728
2.6.	2 11,3	+11 05	10,1	34,40	-2,02	1,211	337,64	-3,35	0,728
12.6.	2 57,0	+14 50	10,6	46,15	-1,92	1,277	353,51	-3,37	0,727
22.6.	3 44,5	+18 03	11,1	57,99	-1,70	1,339	369,42	-3,13	0,726
2.7.	4 33,9	+20 34	11,6	69,90	-1,38	1,397	385,37	-2,65	0,725
12.7.	5 24,9	+22 13	12,1	81,87	-0,98	1,451	401,36	-1,96	0,723
22.7.	6 17,0	+22 50	12,5	93,92	-0,54	1,501	417,39	-1,12	0,722
1.8.	7 09,5	+22 23	12,9	106,03	-0,09	1,545	433,48	-0,19	0,721
11.8.	8 01,5	+20 52	13,2	118,20	+0,35	1,585	449,61	+0,76	0,720
21.8.	8 52,4	+18 20	13,5	130,44	+0,73	1,620	465,80	+1,66	0,719
31.8.	9 41,8	+14 56	13,7	142,75	+1,05	1,649	482,02	+2,42	0,719

Jupiter-Ephemeride									
Datum	Geozentrisch (äqu.)			Geozentrisch (äqu.)			Heliocentrisch		
	α	δ	LZ	λ	β	$\Delta[AU]$	l	b	$r[AU]$
24.12.	7 ^h 13 ^m 6	+22°28'	35 ^h 02	106,96	+0°10	4,232	104°18	+0°08	5,189
3.1.	7 08,0	+22 39	35,0	105,64	+0,13	4,211	105,02	+0,10	5,193
13.1.	7 02,2	+22 49	35,1	104,30	+0,15	4,221	105,85	+0,12	5,197
23.1.	6 56,7	+22 58	35,5	103,03	+0,17	4,263	106,68	+0,14	5,200
2.2.	6 51,9	+23 06	36,1	101,92	+0,19	4,334	107,51	+0,16	5,204
12.2.	6 48,2	+23 11	36,9	101,06	+0,21	4,431	108,34	+0,18	5,208
22.2.	6 45,7	+23 15	37,9	100,49	+0,22	4,551	109,17	+0,20	5,211
4.3.	6 44,7	+23 17	39,0	100,25	+0,24	4,688	109,99	+0,21	5,215
14.3.	6 45,0	+23 17	40,2	100,33	+0,25	4,838	110,82	+0,23	5,219
24.3.	6 46,8	+23 16	41,6	100,74	+0,26	4,995	111,64	+0,25	5,222
3.4.	6 49,8	+23 13	42,9	101,44	+0,27	5,156	112,47	+0,27	5,226
13.4.	6 54,1	+23 09	44,2	102,42	+0,28	5,316	113,29	+0,29	5,230
23.4.	6 59,4	+23 02	45,5	103,64	+0,29	5,472	114,11	+0,31	5,233
3.5.	7 05,6	+22 53	46,8	105,07	+0,30	5,621	114,93	+0,32	5,237
13.5.	7 12,6	+22 42	47,9	106,69	+0,31	5,759	115,75	+0,34	5,241
23.5.	7 20,2	+22 29	48,9	108,46	+0,32	5,884	116,56	+0,36	5,244
2.6.	7 28,3	+22 13	49,9	110,37	+0,33	5,995	117,38	+0,38	5,248
12.6.	7 36,9	+21 55	50,7	112,38	+0,34	6,089	118,19	+0,40	5,251
22.6.	7 45,8	+21 34	51,3	114,47	+0,35	6,166	119,01	+0,41	5,255
2.7.	7 54,9	+21 11	51,8	116,62	+0,36	6,224	119,82	+0,43	5,259
12.7.	8 04,1	+20 46	52,1	118,82	+0,38	6,262	120,63	+0,45	5,262
22.7.	8 13,4	+20 19	52,2	121,04	+0,39	6,281	121,44	+0,47	5,266
1.8.	8 22,6	+19 49	52,2	123,26	+0,40	6,279	122,25	+0,48	5,269
11.8.	8 31,7	+19 19	52,0	125,46	+0,42	6,257	123,06	+0,50	5,273
21.8.	8 40,7	+18 47	51,7	127,63	+0,44	6,215	123,87	+0,52	5,276
31.8.	8 49,3	+18 15	51,2	129,75	+0,46	6,154	124,67	+0,53	5,280

Vorausgerechneten Positionen (Ephemeriden) für Venus und Jupiter für Januar bis August 2014 (Quelle: Kalender für Sternfreunde 2014).

Planetenzeiger-Diagramm



Interpretation:

[\(→ zurück zum Anfang\)](#)

ARBEITSBLATT

Die Begegnung von Mars und Saturn am 25. 8. 2014, 21 Uhr MESZ



Aufgabe:

Trage die Positionen von Sonne, Erde, Mars und Saturn für den 25. August 2014, 21 Uhr MESZ in das Planetenzeiger-Diagramm ein. Nutze die erzeugte „Außenansicht“ der Objekte, um Aussagen über deren Beobachtbarkeit zu gewinnen, indem du dich wieder auf die Erde versetzt („Innenansicht“). Vergleiche deine Ergebnisse mit der Beobachtung.

Orientiere dich bei deinem Vorgehen an dem Beispiel, welches zuvor vorgeführt wurde bzw., anhängt. Folgende Teilaufgaben sind zu erfüllen: Fehlende Daten (heliocentrische oder zum Teil geozentrische ekliptikale Längen der betreffenden Objekte) aus den anhängenden Tabellen, die aus einem astronomischen Jahrbuch (Ahnert) stammen, herausuchen und in Tabelle eintragen, Daten interpolieren, einige Winkel umrechnen, Objektpositionen eintragen, Sichtlinien für den Beobachter von der Erde aus (dünn) eintragen, Horizont anlegen und schließlich Schlussfolgerungen treffen (Richtung und Höhe über dem Horizont).

Himmelskörper	Zeit t_1 : l_1 [°] bzw. λ_1 [°] Tabellenwert 1	Zeit t_2 : l_2 [°] bzw. λ_2 [°] Tabellenwert 2	Zeit t_{inter} : l_{inter} [°] bzw. λ_{inter} [°] Ergebnis der Interpolation
Sonne	25.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 151,74^\circ$	6.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = \dots\dots\dots$	25.8./21 Uhr MESZ: $\lambda = \dots\dots\dots$
Erde			25.8./21 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$
Mars	1.8./2 Uhr MESZ: $l = 266,89^\circ$	31.8./2 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$	25.8./21 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$
Saturn	21.8./2 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$	31.8./2 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$	25.8./21 Uhr MESZ: $l = \dots\dots\dots$

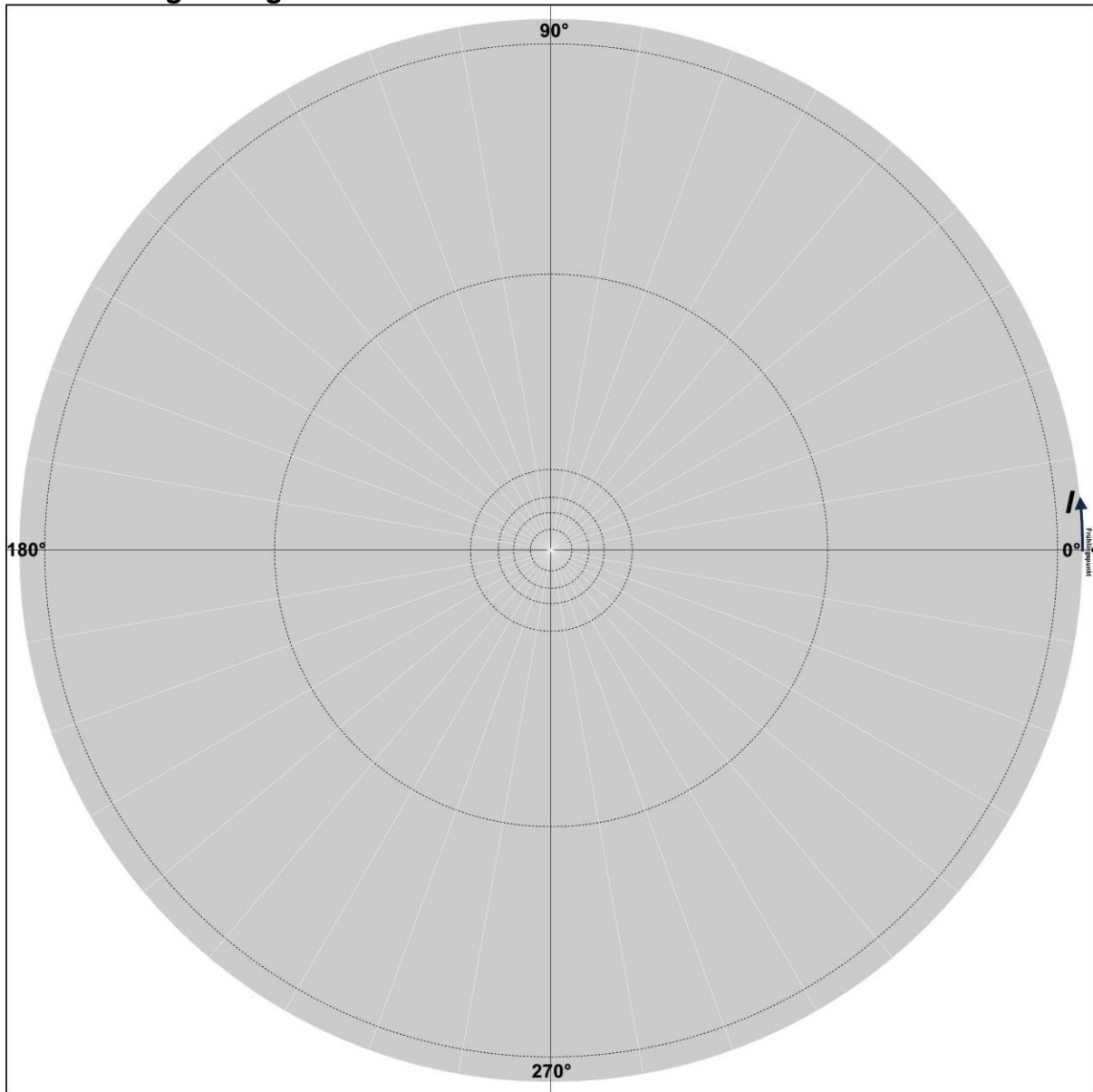
$l \dots$ heliocentrische ekliptikale Länge, $\lambda \dots$ geozentrische ekliptikale Länge

Datum	Geozentrisch (äqu.)			Geozentrisch (äqu.)			Heliocentrisch		
	α	δ	LZ	λ	β	Δ [AE]	l	b	r [AE]
24.12.	12 ^h 31 ^m 09 ^s	-1°10'	127°0	187,78	+2,08	1,444	151,77	+1,81	1,666
3.1.	12 48,8	-2 51	11,2	192,33	+2,20	1,345	156,14	+1,77	1,666
13.1.	13 04,3	-4 21	10,4	196,48	+2,31	1,245	160,50	+1,73	1,666
23.1.	13 18,1	-5 38	9,5	200,15	+2,43	1,145	164,87	+1,67	1,664
2.2.	13 29,8	-6 39	8,7	203,23	+2,55	1,047	169,26	+1,61	1,662
12.2.	13 38,7	-7 24	7,9	205,56	+2,66	0,953	173,65	+1,53	1,658
22.2.	13 44,2	-7 49	7,2	206,98	+2,76	0,865	178,07	+1,45	1,654
4.3.	13 45,5	-7 52	6,5	207,29	+2,84	0,786	182,51	+1,35	1,648
14.3.	13 42,0	-7 31	6,0	206,37	+2,86	0,718	186,99	+1,25	1,642
24.3.	13 33,7	-6 47	5,5	204,19	+2,80	0,666	191,50	+1,14	1,635
3.4.	13 21,4	-5 44	5,3	200,94	+2,63	0,631	196,05	+1,02	1,627
13.4.	13 06,9	-4 35	5,1	197,16	+2,34	0,618	200,65	+0,89	1,618
23.4.	12 52,9	-3 33	5,2	193,54	+1,95	0,625	205,30	+0,76	1,609
3.5.	12 41,8	-2 51	5,4	190,73	+1,52	0,650	210,01	+0,62	1,598
13.5.	12 35,3	-2 38	5,7	189,14	+1,08	0,690	214,78	+0,47	1,588
23.5.	12 33,7	-2 54	6,2	188,87	+0,67	0,742	219,62	+0,32	1,576
2.6.	12 36,7	-3 37	6,7	189,84	+0,31	0,800	224,53	+0,16	1,564
12.6.	12 43,8	-4 42	7,2	191,90	+0,00	0,863	229,52	+0,00	1,552
22.6.	12 54,3	-6 06	7,7	194,85	-0,27	0,929	234,59	-0,16	1,539
2.7.	13 07,7	-7 44	8,3	198,55	-0,51	0,995	239,74	-0,33	1,526
12.7.	13 23,6	-9 33	8,8	202,87	-0,70	1,061	244,99	-0,49	1,513
22.7.	13 41,6	-11 28	9,4	207,69	-0,88	1,126	250,32	-0,66	1,500
1.8.	14 01,5	-13 27	9,9	212,94	-1,02	1,189	255,75	-0,82	1,487
11.8.	14 23,2	-15 27	10,4	218,57	-1,15	1,251	261,27	-0,97	1,474
21.8.	14 46,6	-17 23	10,9	224,51	-1,25	1,310	266,89	-1,12	1,462
31.8.	15 11,7	-19 14	11,4	230,73	-1,34	1,368	272,61	-1,26	1,450

Datum	Geozentrisch (äqu.)			Geozentrisch (äqu.)			Heliocentrisch		
	α	δ	LZ	λ	β	Δ [AE]	l	b	r [AE]
24.12.	15 ^h 10 ^m 7 ^s	-15°30'	88°0	229,41	+2,16	10,578	225,53	+2,31	9,879
3.1.	15 14,0	-15 44	87,0	230,34	+2,18	10,456	225,84	+2,30	9,881
13.1.	15 17,3	-15 56	85,8	231,17	+2,20	10,317	226,15	+2,30	9,883
23.1.	15 20,2	-16 05	84,6	231,86	+2,23	10,165	226,47	+2,29	9,885
2.2.	15 22,5	-16 11	83,2	232,42	+2,26	10,003	226,78	+2,29	9,888
12.2.	15 24,1	-16 15	81,8	232,82	+2,29	9,838	227,09	+2,28	9,890
22.2.	15 25,1	-16 17	80,5	233,05	+2,33	9,672	227,40	+2,28	9,892
4.3.	15 25,4	-16 16	79,1	233,12	+2,36	9,511	227,71	+2,27	9,894
14.3.	15 25,0	-16 12	77,9	233,01	+2,39	9,360	228,02	+2,27	9,896
24.3.	15 23,9	-16 07	76,7	232,74	+2,42	9,225	228,33	+2,26	9,899
3.4.	15 22,2	-15 59	75,8	232,31	+2,45	9,108	228,64	+2,25	9,901
13.4.	15 20,0	-15 49	75,0	231,76	+2,47	9,014	228,95	+2,25	9,903
23.4.	15 17,4	-15 38	74,4	231,11	+2,48	8,947	229,26	+2,24	9,905
3.5.	15 14,6	-15 27	74,1	230,39	+2,49	8,909	229,57	+2,24	9,907
13.5.	15 11,6	-15 15	74,0	229,64	+2,48	8,900	229,88	+2,23	9,909
23.5.	15 08,6	-15 04	74,2	228,90	+2,47	8,922	230,19	+2,22	9,911
2.6.	15 05,8	-14 54	74,6	228,21	+2,45	8,973	230,50	+2,22	9,913
12.6.	15 03,3	-14 45	75,3	227,59	+2,42	9,051	230,81	+2,21	9,915
22.6.	15 01,3	-14 39	76,1	227,09	+2,39	9,153	231,12	+2,21	9,917
2.7.	14 59,8	-14 35	77,2	226,72	+2,35	9,277	231,43	+2,20	9,919
12.7.	14 58,9	-14 33	78,3	226,50	+2,31	9,417	231,74	+2,19	9,921
22.7.	14 58,6	-14 35	79,6	226,44	+2,27	9,571	232,05	+2,19	9,923
1.8.	14 58,9	-14 39	81,0	226,54	+2,22	9,732	232,36	+2,18	9,925
11.8.	14 59,9	-14 46	82,3	226,80	+2,18	9,898	232,66	+2,17	9,927
21.8.	15 01,5	-14 55	83,7	227,22	+2,14	10,063	232,97	+2,17	9,929
31.8.	15 03,7	-15 07	85,0	227,78	+2,10	10,223	233,28	+2,16	9,931

Vorausgerechneten Positionen (Ephemeriden) für Mars und Saturn für Januar bis August 2014 (Quelle: Kalender für Sternfreunde 2014).

Planetenzeiger-Diagramm



Interpretation:

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

3. Das Planetenzeigermodell mit Ekliptikstreifen zum Selbstbau

Das im Folgenden vorgestellte Planetenzeigermodell ermöglicht Abwechslung im Unterrichtsgeschehen durch eine Bastelaktivität. Zudem liefert das Modell einen räumlichen Eindruck in Bezug auf die Lage der Ekliptikebene innerhalb der scheinbaren Himmelskugel, von der der Streifen gezeigt wird, welcher die Ekliptiksternbilder enthält. Im Kleinen lässt sich das Modell aber nur für einige ausgewählte Planeten (hier sind es neben der Erde noch Venus und Mars) einfach herstellen und nutzen.

Am Modell kann man veranschaulichen, wie sich die Sonne und die Planeten von der Erde aus gesehen vor dem Sternenhimmel bewegen. Aussagen zur Planetensichtbarkeit sind auch ableitbar.

Im Anhang befinden sich Vorlagen und die Bauanleitung für das Planetenzeigermodell mit Ekliptikstreifen. Auch ein Aufgabenblatt wird angeboten.

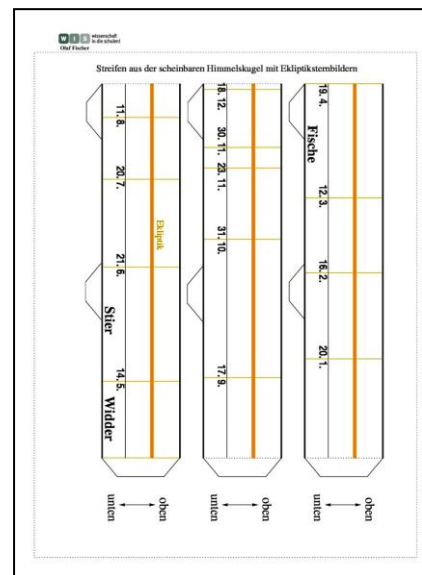
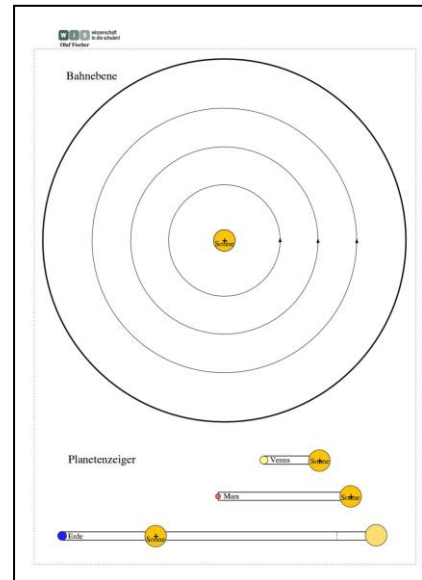
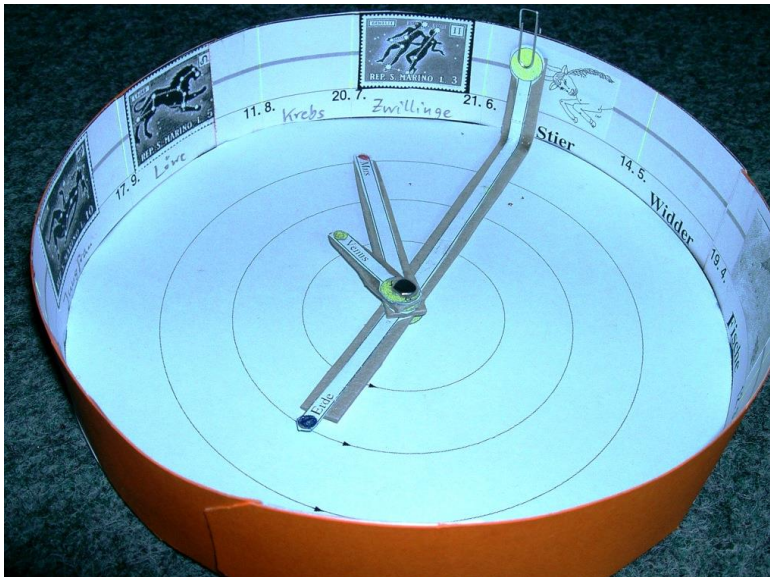


Abbildung 6: Oben links: Fertiges Planetenzeigermodell mit Ekliptikstreifen. Rechts: Modell-Vorlagen zum Ausdrucken. Unten links: Schüler der Astronomie-AG am Helmholtz-Gymnasium Heidelberg basteln Planetenzeigermodelle. ©: Olaf Fischer.

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

4. Vollmond und keine Finsternis? – ein Freihandmodell gibt die Antwort (zum Nachbau durch Schüler empfohlen)



Abbildung 7: Totales Mondfinsternis vom 15. April 2014, aufgenommen in San Jose / USA (Bildquelle: Wikimedia, Autor: [Andrew tk tang](#)).

PS: Zur Vorhersage von Finsternissen wird noch eine Information zur Drehung der Mondbahnebene benötigt.

Der Augustvollmond wird in den Abendstunden des **10. August 2014** zu bewundern sein. Dabei treffen sich Sonne, Erde und Mond in einer Ebene, die senkrecht zur Ekliptikebene steht.

Im Zusammenhang mit diesen Konstellationen kommt es zu **Mondfinsternissen**. Warum nicht diesmal, sondern erst beim Oktobervollmond am 8. 10.?

Die Antwort findet man schnell, wenn man ein einfaches Modell (hier ein **Freihandmodell zur Bahnlage**) hinzuzieht, welches die Räumlichkeit des Geschehens zeigt.

Für das Freihandmodell benötigt man zwei Halbkugeln, die Sonne und Erde repräsentieren. An der Erdhalbkugel wird die Mondbahnebene (auch nur zur Hälfte) angebracht. Am Rande dieser Ebene (auf der Umlaufbahn) bringt man eine kleine Kugel (z. B. aus Knetmasse) an, welche den Mond repräsentiert.

Sonne und Erde werden auf eine Ebene (z. B. eine Tischplatte) gelegt, welche die Umlaufebene der Erde um die Sonne darstellt. Nun lassen sich verschiedene Vollmond-Situationen darstellen:

Situation 1 (im Bild links oben):

Der Mond befindet sich in seiner Vollmondposition gleichzeitig in einem Knotenpunkt seiner Bahn (Schnittpunkt der Mondbahn mit der Erdbahnebene). Eine (zentrale) totale Mondfinsternis findet statt.

Situation 2 (im Bild links mittig):

Trotz Vollmond findet keine Sonnenfinsternis statt, weil sich der Mond weit weg von der Knotenlinie (Schnittlinie von Erdbahn und Mondbahn) befindet.

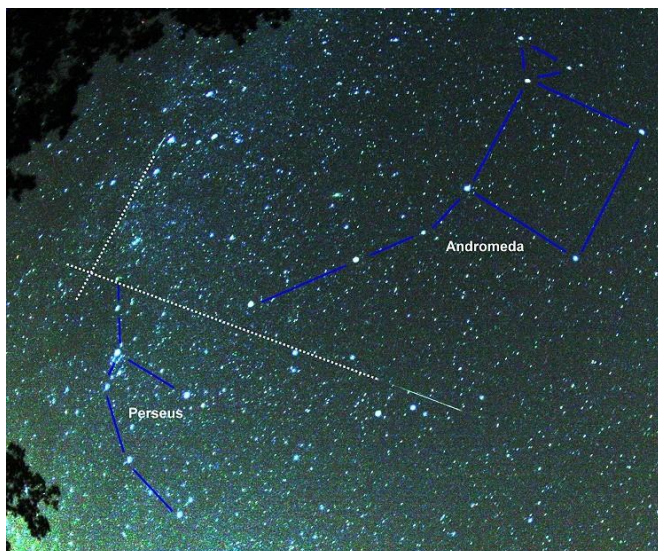
Situation 3 (im Bild links unten):

Diesmal steht der Mond relativ nahe zum Knotenpunkt. Es könnte zu einer streifenden Verfinsternung kommen.

Informiert man sich z. B. unter [http://de.wikipedia.org/wiki/Mondphasen_\(Tabelle\)#2014](http://de.wikipedia.org/wiki/Mondphasen_(Tabelle)#2014) über die bevorstehenden Mondphasen, so findet man für den Oktobervollmond eine Uhrzeit von 11:50:39 Uhr MEZ. Zur Mittagszeit ist kein Vollmond beobachtbar. Entsprechend werden wir zur dem Vollmond zugewandten Seite der Erde (Amerika, Australien, Asien) reisen müssen.

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

5. Der Meteoroidenstrom der Perseiden – ein Anschauungsmodell (zum Nachbau durch Schüler empfohlen)



Die punktierten Verlängerungen der Spuren von zwei Perseiden-Meteoriten zeigen, dass die Meteoroiden aus Richtung des Sternbilds Perseus kommen. ©: Von Brocken Inaglory - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2632873>.

In der Zeit vom 17. Juli bis zum 24. August durchläuft die Erde bei ihrer jährlichen Bahn um die Sonne das Bahngebiet eines Kometen mit dem Namen 109P/Swift-Tuttle. Die Erde **trifft** dabei auf die im Bahngebiet mehr oder weniger verbleibenden Auflösungsprodukte, d. h. die Staubteilchen und Körner aus dem Staubschweif, die wir zur Gruppe der **Meteoroiden** zählen. (Das Gas wird vom Sonnenwind nach außen geschoben.)

Beim Eindringen in die Erdatmosphäre mit Relativgeschwindigkeiten von einigen 10 km/s erzeugen die Meteoroiden die Meteorerscheinungen („Sternschnuppen“). Je größer die Anzahldichte der Meteoroiden (Anzahl pro Kubikkilometer) und je höher die Relativgeschwindigkeit zwischen Meteoroid und Erde ist, desto mehr Sternschnuppen können beobachtet werden.

In der Nacht **vom 12. zum 13. August** ist die Anzahldichte der Meteoroiden besonders groß, und in der zweiten Nachthälfte liegen die größten Relativgeschwindigkeiten vor, weil die Erde sich dann in den Strom hinein bewegt.

Die Meteoroiden, die aus dem Bahngebiet eines periodischen Kometen stammen, verursachen einen periodisch auftretenden Meteorstrom, der abhängig von Treffpunkt und Bahnlage aus einer bestimmten Richtung des Himmels kommt. Im August ist es das Sternbild Perseus. Den Meteorstrom nennt man entsprechend Perseiden.



Eine Illustration für das Märchen „Sterntaler“ der Brüder Grimm. ©: Otto Ubbelohde (1867-1922) – Gemeinfrei, <http://www.marburg-biedenkopf.de/kultur/otto-ubbelohde/ubbelohdes-maerchenillustrationen/>, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25716518>

Im Folgenden wird ein **Arbeitsblatt** angeboten, welches die Konstruktion, den Bau und die Ausgestaltung eines maßstäblichen Anschauungsmodells mit den Bahnen der Erde und des Kometen 109P/Swift-Tuttle zum Ziel hat.

Mathematisch-geometrische Fähigkeiten (**Arbeit mit Maßstäben**, Vergrößerung einer Figur durch **zentrische Streckung**) und handwerkliche Fertigkeiten (genaues Schneiden, Kleben u.a.m.) finden dabei Anwendung.

Zusatz:

Ausgehend von den Rechenvorschriften für das 3. Keplersche Gesetz und für die Exzentrizitäten (lineare und numerische) einer Ellipse können deren Bahnhalfachsen **a** und **b** ermittelt werden.

Die Schüler können dabei das koordinierte Rechnen mit physikalischen Größen in Formalismen üben (Einsetzen, Zehnerpotenzen, Einheiten).

Arbeitsblatt

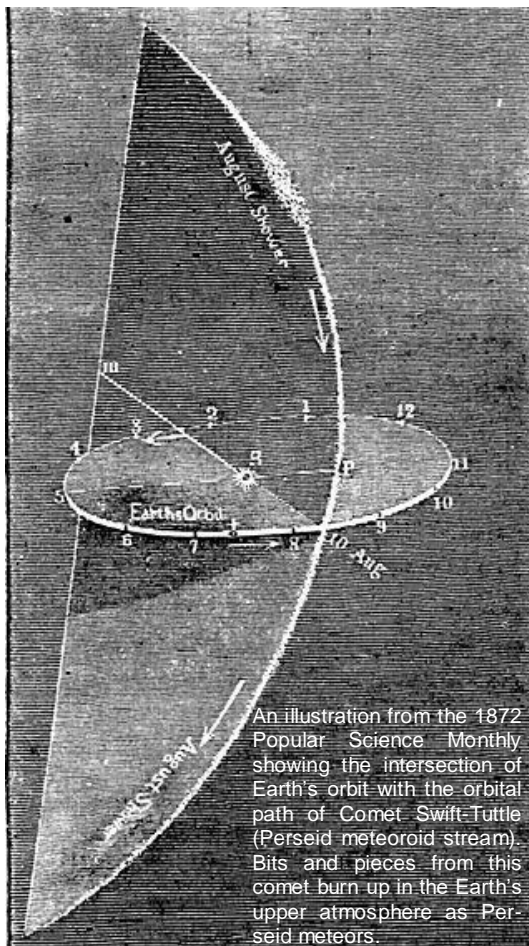
Bau eines Maßstabsmodells

Perseiden – Wenn die Erde auf den Staub des Kometen 109P/Swift-Tuttle trifft

Fertige ein maßstäbliches Modell an, welches die Ausmaße und die Lage der Bahnebene des Kometen 109P/Swift-Tuttle in Bezug zur Erdbahnebene zeigt. Das Bild unten gibt eine etwaige Vorstellung vom erwarteten Ergebnis. Die Bahnen von Erde und Komet sind rechts im richtigen Größenverhältnis vorgegeben (die Bahnellipse der Erde unterscheidet sich im Bild nicht vom Kreis, die der Kometenbahn wird durch einen abgeflachten Kreis angenähert). Die Bahndaten findest du im Info-Kasten unten.

Teilaufgaben:

- 1.) Für das Modell sollen die rechts gegebenen Bahnen mittels **zentrischer Streckung** 20-fach, verhältnismäßig auf A4-Zeichenpapier vergrößert werden. Von der Kometenbahn soll dazu nur der Abschnitt unterhalb der gestrichelten Linie in Betracht gezogen werden. Beschreibe dein Vorgehen.
- 2.) Bestimme den Maßstab für das Modell.
- 3.) Klebe das Zeichenpapier auf ausreichend dicke Pappe, schneide die Bahnen aus und füge schließlich die beiden Bahnebenen in der richtigen Lage zueinander zusammen.
- 4.) Ergänze das Modell durch Beschriftungen (ähnlich denen im Bild) und Pfeile für die Bahngeschwindigkeiten von Erde und Komet.
- 5.) Übersetze die Bildbeschriftung.



Info-Kasten zum Kometen 109P/Swift-Tuttle:

Umlaufzeit $T = 133 \text{ a } 103 \text{ d}$
 große Bahnhalbachse $a \approx 26,1 \text{ AE}$
 kleine Bahnhalbachse $b \approx 5,0 \text{ AE}$
 (1 AE \approx 150 Mio km)

numerische Exzentrizität $e = 0,963$
 Neigung der Kometenbahn in Bezug auf
 die Bahnebene der Erde $i \approx 113^\circ$

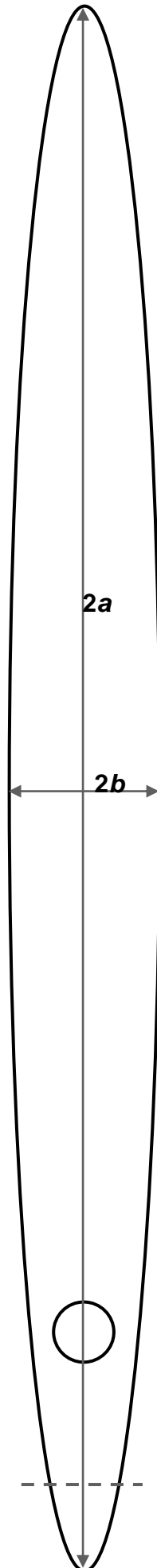
(Datenquelle:

<http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=109P>)

Radius der Erdbahn: 1 AE
 (Erdbahn kann durch Kreis angenähert
 werden)

Periheldurchgang am 11.12.1992

Perihelgeschwindigkeit: 42,6 km/s
 Mittlere Bahngeschwindigkeit
 der Erde: 29,8 km/s
 (Perihel ... sonnennächster Bahnpunkt)



[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Quellen

- [1] Ahnerts Kalender für Sternfreunde 2014, Verlag „Sterne und Weltraum“, ISBN 978-3-943702-44-6
- [2] Stellarium: <http://www.stellarium.org/de/> (genutzt am 11.4.2014)
- [3] Schellen, H.: The August and November Meteors, in: Popular Science Monthly, Volume 1, August 1872; Internetquelle:
[http://en.wikisource.org/wiki/Popular_Science_Monthly/
Volume_1/August_1872/The_August_and_November_Meteors](http://en.wikisource.org/wiki/Popular_Science_Monthly/Volume_1/August_1872/The_August_and_November_Meteors)

WIS-Quellen, die das Thema berühren

- [4] Olaf Fischer: Licht aus der Mesosphäre. Von adaptiver Optik mit Laserleitsternen bis hin zum Sternschnuppenerlebnis (WIS 4/2005), <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/licht-aus-der-mesosphaere/1051529>
- [5] Siegfried Zedler: Die Entdeckungsreise zu den Planeten (WIS 7/8/2006), <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/die-entdeckungsreise-zu-den-planeten/1051509>
- [6] Olaf Fischer: Kometen in der Schule (WIS 5/2006), <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/kometen-in-der-schule/1051514>
- [7] Richard Preis: Die totale Mondfinsternis vom 3./4. März 2007 (WIS 3/2007), <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/die-totale-mondfinsternis-vom-3-4-maerz-2007/1051489>
- [8] Monika Maintz: Schleifenbewegung von Planeten (WIS 1/2010), <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/schleifenbewegung-von-planeten/1051366>
- [9] Dirk Brockmann: Mars- und Erdbahn (WIS 6/2012), <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/mars-und-erdbahn/1128714>

Beilagen

- Bastelvorlage für Planetenzeigermodell mit Ekliptikstreifen
- Poster mit Planetenzeigermodell

Lösungen

Zu den Arbeitsblättern:

„Die nahe Begegnung von Venus und Jupiter am 18. 8. 2014, 5 Uhr MESZ“

und

„Die Begegnung von Mars und Saturn am 25. 8. 2014, 21 Uhr MESZ“

Interpolation – einen Wert dazwischen finden

Venus, 18.8.2014

$$l_{\text{Inter}} = 89,61^\circ + \frac{(7 \cdot 24 \text{ h} + 3 \text{ h})}{240 \text{ h}} \cdot (105,80^\circ - 89,61^\circ) \approx 101,14^\circ.$$

Jupiter, 18.8.2014

$$l_{\text{Inter}} = 123,06^\circ + \frac{(7 \cdot 24 \text{ h} + 3 \text{ h})}{240 \text{ h}} \cdot (123,87^\circ - 123,06^\circ) \approx 123,64^\circ.$$

Sonne, 18.8.2014

$$\lambda_{\text{Inter}} = 144,99^\circ + \frac{3 \text{ h}}{24 \text{ h}} \cdot (145,95^\circ - 144,99^\circ) = 145,11^\circ.$$

Mars, 25.8.2014

$$l_{\text{Inter}} = 266,89^\circ + \frac{(4 \cdot 24 \text{ h} + 19 \text{ h})}{240 \text{ h}} \cdot (272,61^\circ - 266,89^\circ) \approx 269,63^\circ.$$

Saturn, 25.8.2014

$$l_{\text{Inter}} = 232,97^\circ + \frac{(4 \cdot 24 \text{ h} + 19 \text{ h})}{240 \text{ h}} \cdot (233,28^\circ - 232,97^\circ) \approx 233,12^\circ.$$

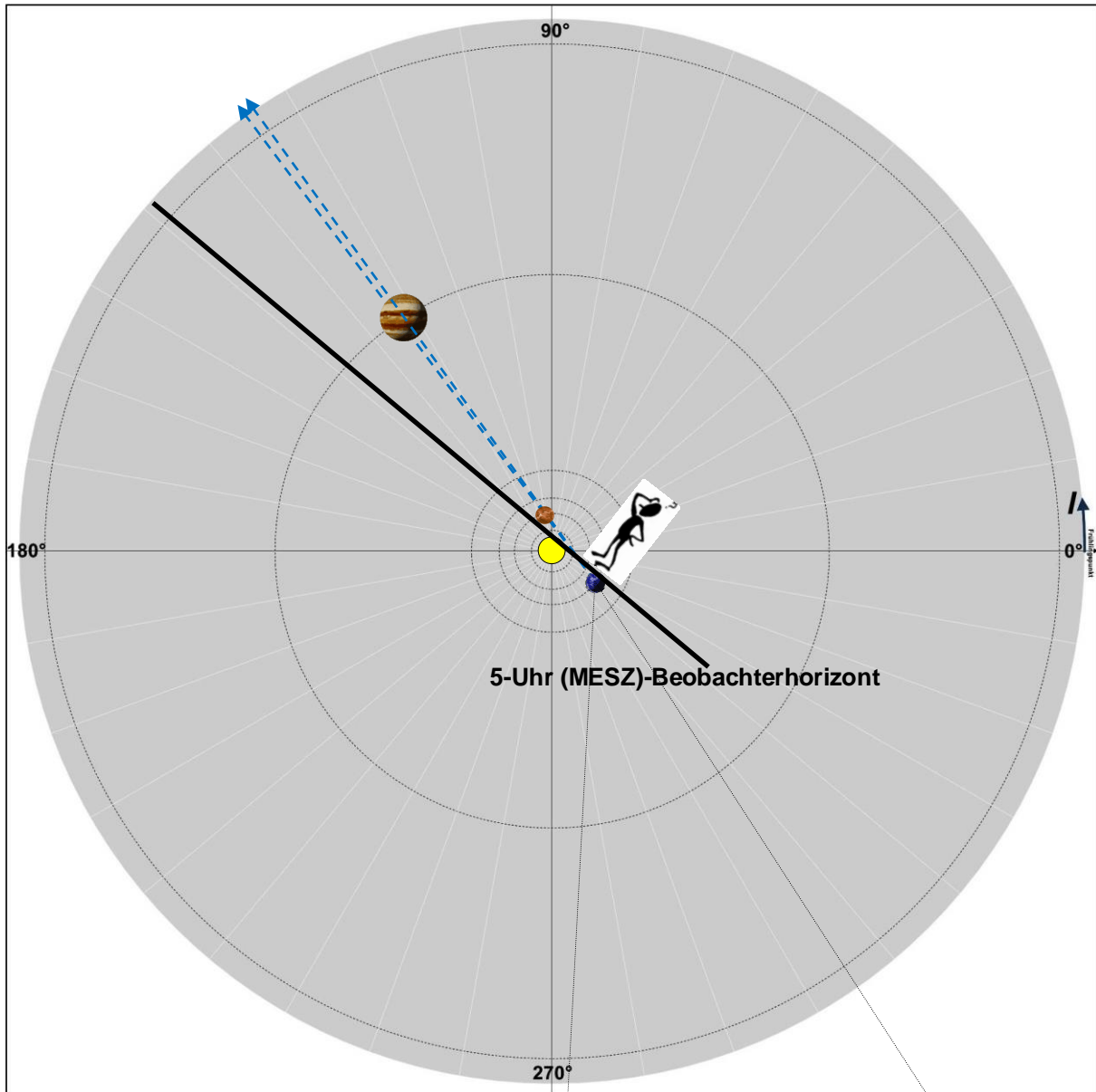
Sonne, 25.8.2014

$$\lambda_{\text{Inter}} = 151,74^\circ + \frac{19 \text{ h}}{24 \text{ h}} \cdot (152,70^\circ - 151,74^\circ) = 152,5^\circ.$$

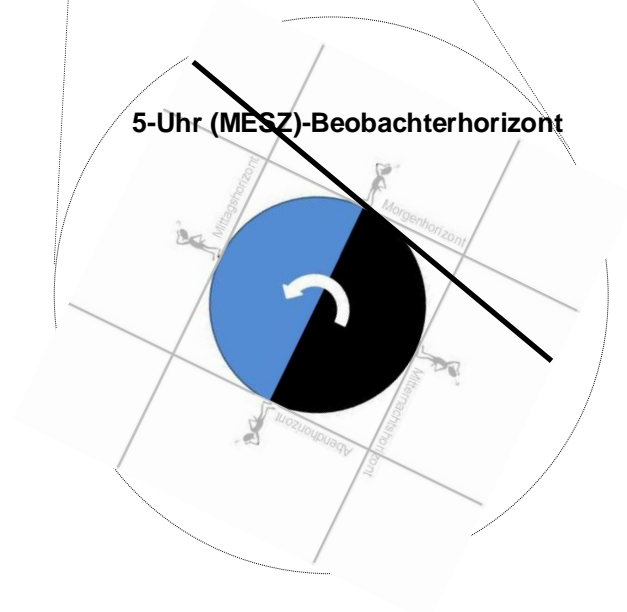
Himmelskörper	Zeit t_1 : l_1 [°] bzw. λ_1 [°] Tabellenwert 1	Zeit t_2 : l_2 [°] bzw. λ_2 [°] Tabellenwert 2	Zeit t_{Inter} : l_{Inter} [°] bzw. λ_{Inter} [°] Ergebnis der Interpolation
Sonne	18.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 144,99^\circ$	19.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 145,95^\circ$	18.8./5 Uhr MESZ: $\lambda = 145,11^\circ$
Erde			18.8./5 Uhr MESZ: $l = 325,11^\circ$
Venus	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 89,61^\circ$	21.8./2 Uhr MESZ: $l = 105,80^\circ$	18.8./5 Uhr MESZ: $l = 101,14^\circ$
Jupiter	11.8./2 Uhr MESZ: $l = 123,06^\circ$	21.8./2 Uhr MESZ: $l = 123,87^\circ$	18.8./5 Uhr MESZ: $l = 123,64^\circ$
Sonne	25.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 151,74^\circ$	26.8./2 Uhr MESZ: $\lambda = 152,70^\circ$	25.8./21 Uhr MESZ: $\lambda = 152,5^\circ$
Erde			25.8./21 Uhr MESZ: $l = 332,5^\circ$
Mars	21.8./2 Uhr MESZ: $l = 266,89^\circ$	31.8./2 Uhr MESZ: $l = 272,61^\circ$	25.8./21 Uhr MESZ: $l = 269,63^\circ$
Saturn	21.8./2 Uhr MESZ: $l = 232,97^\circ$	31.8./2 Uhr MESZ: $l = 233,28^\circ$	25.8./21 Uhr MESZ: $l = 233,12^\circ$

[\(→zurück zum Anfang\)](#)

Die nahe Begegnung von Venus und Jupiter am 18. 8. 2014, 5 Uhr MESZ

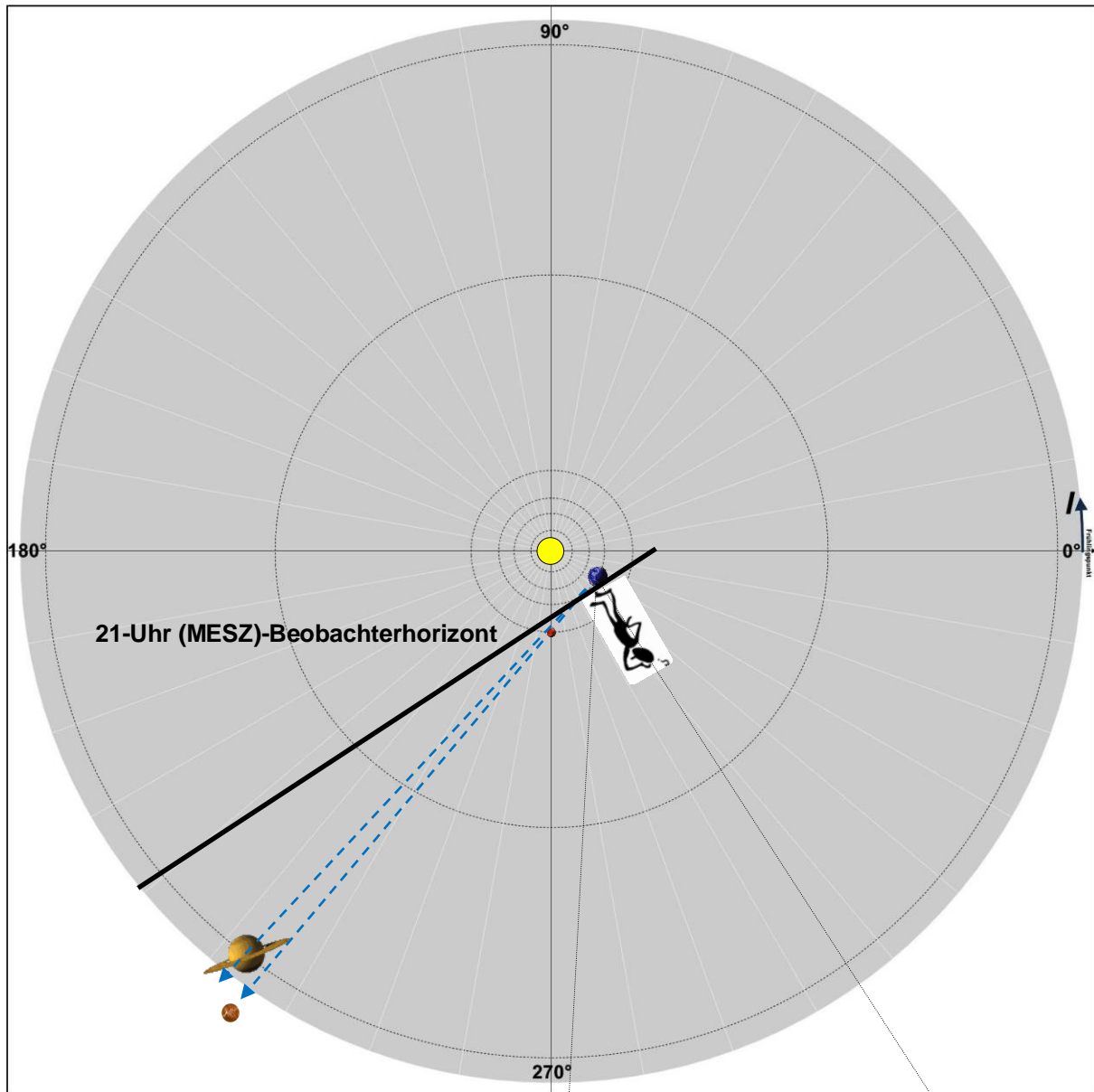


Am Morgenhimmel des 18. 8. 2014 um 5 Uhr MESZ (kurz vor Sonnenaufgang), kann man Venus nahe bei Jupiter, (Abstand deutlich kleiner $0,5^\circ$ - Durchmesser Vollmondscheibe) beobachten. Diese Situation lässt sich „mit viel Übersicht“ am Planetenzeiger-Diagramm zeigen.

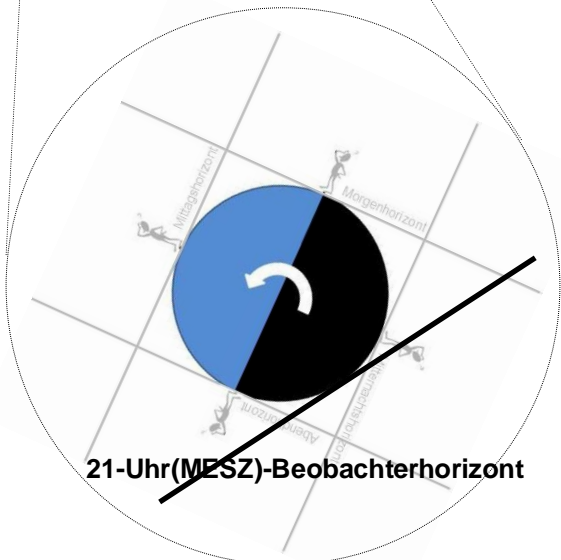


[\(→ zurück zum Anfang\)](#)

Die Begegnung von Mars und Saturn am 25. 8. 2014, 21 Uhr MESZ



Am Abendhimmel des 25. 8. 2014 um 21 Uhr MESZ (20 Uhr MEZ) lassen sich Saturn und Mars nicht weit über dem „Untergangshorizont“ (Westen) beobachten. Die Höhen betragen dann etwa 15° für den Mars und 12° für Saturn (mit dem Planetariumsprogramm „Stellarium“ für Heidelberg ermittelt). Zumindest qualitativ lässt sich diese Konstellation mit Hilfe des Planetenzeiger-Diagramms vorhersagen.



Bau eines Maßstabsmodells

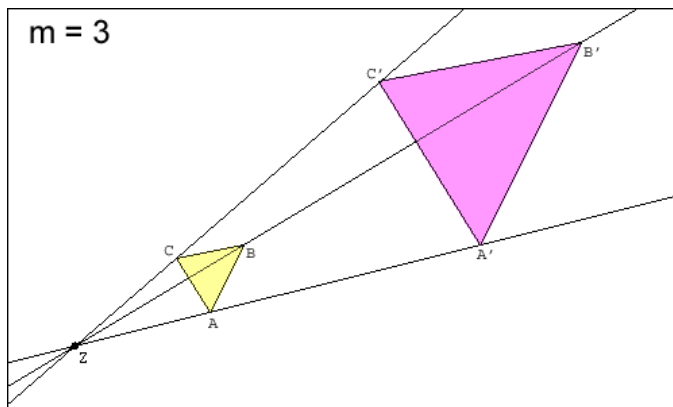
Perseiden – Wenn die Erde auf den Staub des Kometen 109P/Swift-Tuttle trifft

Teilaufgaben:

1.) Maßstabsbestimmung:

für die rechts gezeichneten Bahnen: 1 cm entspricht 2 AE
nach der zentrischen Streckung um den Faktor 20: 20 cm entsprechen 2 AE
bzw. 1 cm entspricht 0,1 AE

2.) **Zentrische Streckung: 3-fach**, ©: de:Benutzer:Wfstb - Eigenes Werk, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50638269>.



Der Punkt Z kann auch im Inneren der Figur liegen.

5.) Übersetzung: *Eine Illustration aus der Zeitschrift „Populäre Wissenschaft - monatlich“ von 1872, welche den Schnitt der Erdbahn mit der Umlaufbahn des Kometen Swift-Tuttle (Meteoroidenstrom der Perseiden) zeigt. Teilchen und Stücke des Kometen leuchten in der oberen Erdatmosphäre als Perseiden-Meteore auf.*

Zusatzaufgabe: Woher kommen die Werte von a und b ?

Das 3. der Keplerschen Gesetze setzt die große Bahnhalbachse a mit der Umlaufzeit T und der Gesamtmasse M beider Sterne miteinander wie folgt in Beziehung:

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{\gamma}{4\pi^2} \cdot M.$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{\gamma \cdot M}{4\pi^2} \cdot T^2} = \sqrt[3]{\frac{6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{4\pi^2} \cdot [(133 \cdot 365,25 + 103) \cdot 24 \cdot 3600]^2 \text{ s}^2}$$

$$a \approx \sqrt[3]{3,38 \cdot 10^{18} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \cdot 1,77 \cdot 10^{19} \text{ s}^2} \approx 3,91 \cdot 10^{12} \text{ m} \approx 26,1 \text{ AE}.$$

Lineare Exzentrizität e und numerische Exzentrizität ε in Zusammenhängen mit a und b :

$$\varepsilon = \frac{e}{a}, \quad a^2 - b^2 = e^2$$

$$b = \sqrt{a^2 - e^2} = \sqrt{a^2 - (\varepsilon \cdot a)^2} = \sqrt{1 - \varepsilon} \cdot a$$

$$b = \sqrt{1 - 0,963} \cdot 26,1 \text{ AE} \approx 5 \text{ AE}.$$