

## Die Gesichter der Venus

In Bezug auf den SuW-Beitrag „Schwarze Venus vor der Sonne“ (in Heft 3/2012, Welt der Wissenschaft: Venustransit 2012, S. 34)

Lutz Clausnitzer

Der als Einstieg gewählte Lesetext beginnt mit der freisichtigen Beobachtung der Planeten und geht dann auf Erscheinungen ein, die schon mit kleinen Fernrohren zu sehen sind. Anschließend wird erklärt, wie es zu den Phasen der Venus kommt. In Aufgabe a) werden die Planeten von den Sternen abgegrenzt. Die Aufgaben ab b) beziehen sich auf die Venus und konzentrieren sich auf geometrische Zusammenhänge, die man sich an der gegebenen Skizze überlegen kann. In e) geht es um Venustransite, die mit Merkurdurchgängen quantitativ zu vergleichen sind.

Alle Aufgaben sind nach aufsteigendem Schwierigkeitsgrad geordnet. Ab c) muss gerechnet werden, wobei die Schüler mit dem Satz von Pythagoras bis d) kommen. Das weitere Vordringen erfordert Zusammenhänge der ebenen Trigonometrie.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Positionsastronomie, Planeten, Astropraxis	Planetensystem: Phänomene der großen Planeten, Phasen und scheinbare Größe kugelförmiger Himmelskörper, Transite der inneren Planeten, Mond, Beobachtung
Mathematik	Arithmetik, Prozentrechnung, Geometrie, Trigonometrie	Grundrechenarten, Kreis, Dreiecke, Satz von Pythagoras, Sinus im rechtwinkligen Dreieck, Sinussatz
Fächerverknüpfung	Astro-Ma	Geometrische Zusammenhänge im Planetensystem, Modelle, Berechnungen
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen, Beobachtung, Erkenntnis)	Lesekompetenz, Vergleichen, Erklären, Informationsgewinnung mit dem Tafelwerk, Mathematisierung astronomischer Sachverhalte an einer Skizze

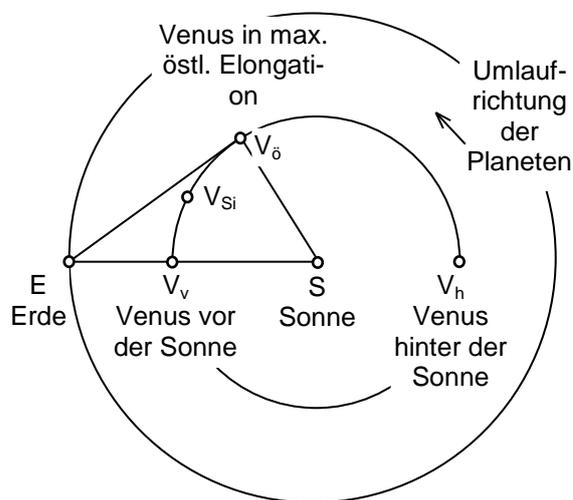


Abbildung 1: Bei einem Merkur- oder Venustransit erleben die Schüler die Winzigkeit der Planeten gegenüber der gewaltigen Sonne. Hier beobachten Schüler des Geschwister-Scholl-Gymnasiums Löbau den Venustransit am 8. Juni 2004. Das Poster am Schulzaun lockt auch Gäste an. Foto: Bernd Poitschke

## Die Gesichter der Venus

Am abendlichen Sternhimmel sind mit bloßem Auge nicht nur Sterne, sondern oft auch Planeten sichtbar. Venus, Mars, Jupiter und Saturn können sogar heller sein als die hellsten Sterne des Firmaments. Warum sie dennoch von vielen Menschen nicht identifiziert werden können, liegt an ihren Bewegungen. Von Monat zu Monat tauchen sie in anderen Sternbildern und zu anderen Uhrzeiten auf.

Mit einem kleinen Fernrohr kann man Saturns Ringsystem, die vier größten Jupitermonde und Mars' eisbedeckte weiße Polkappen erkennen. Welche Überraschung hat Venus zu bieten? Im Fernrohr zeigt sie die vom Mond bekannten Lichtgestalten (Phasen). Das liegt daran, dass sie, ebenso wie Merkur, die Sonne noch innerhalb der Erdbahn umläuft und so zwischen Sonne und Erde hindurchlaufen kann. Wie nebenstehende Grafik zeigt, bekommt sie z. B. in der maximalen östlichen Elongation ( $V_{\delta}$ ) von der Erde aus gesehen das Licht der Sonne genau von rechts und präsentiert sich als „Halbvenus“. Im Punkt  $V_{Si}$  nimmt sie sogar Sichelgestalt an, weil sie nun von rechts hinten angestrahlt wird und wir nur einen kleinen Teil der beleuchteten Venushälfte sehen können.



- Was ist eigentlich der Unterschied zwischen einem Stern – die Sonne ist ja auch einer – und einem Planeten?
- Manche, vor allem ältere Menschen, können an der Form der Mondsichel erkennen, ob es sich um einen zunehmenden oder einen abnehmenden Mond handelt:  
„Aus  lässt sich ein altdeutsches kleines z formen, also zunehmend. Aus  kann man ein a bilden, also abnehmend.“ Gilt diese Eselsbrücke auch für die Venus?
- Liegen Erde, Venus und Sonne etwa auf einer Geraden, entzieht sich die Liebesgöttin unserer Beobachtung, weil sie dann vor („Neuvenus“) oder hinter („Vollvenus“) der Sonne, also tagsüber im grellen Sonnenlicht steht. In diesen Fällen hat Venus ihre minimale bzw. maximale Entfernung von der Erde. Errechnen Sie beide! Betrachten Sie dabei die Planetenbahnen als konzentrische Kreise, deren Radien dem Tafelwerk als mittlere Abstände von der Sonne entnommen werden können!
- Wie weit ist die Venus von der Erde entfernt, wenn sie uns als „Halbvenus“ erscheint?
- Ein äußerst seltener Fall ereignete sich am 8. Juni 2004. Von 7.20 Uhr bis 13.22 Uhr lief die Venus so präzise zwischen Sonne und Erde hindurch, dass ihre nicht beleuchtete Seite als kleine schwarze Kreisfläche über die Sonne wanderte. 13 Monate zuvor, am 7. Mai 2003, hatte sich bereits ein Merkurdurchgang ereignet. Doch bei einem Venustransit ist ein deutlich größerer Fleck auf der Sonne zu sehen als bei einem Merkurtransit. Aus welchen zwei Gründen ist das so? Errechnen Sie, wie viel Prozent der scheinbaren Sonnengröße Venus- und Merkurscheibchen ausmachen! Wie viel mal größer erscheint Venus gegenüber Merkur?

Termine: Merkurtransite: 07. Mai 2003, 08. Nov. 2006, 09. Mai 2016, 11. Nov. 2019, 13. Nov. 2032, 07. Nov. 2039, 7. Mai 2049.  
Venustransite: 08. Juni 2004, 06. Juni 2012, 11. Dezember 2117, 08. Dezember 2125, 11. Juni 2247, 9. Juni 2255.

**ZA:** Ermitteln Sie zeichnerisch oder rechnerisch, wie weit Venus von der Erde entfernt ist, wenn der Durchmesser des „Venusscheibchens“ im Punkt  $V_{Si}$  genau zu einem Viertel beleuchtet ist? Welchen Winkelabstand hat Venus dann von der Sonne?

## Lösungen

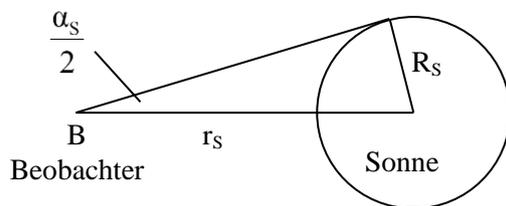
- a) Die im Astronomieunterricht sinnvoll verwendbaren Definitionen sind:  
Ein Stern ist eine selbstleuchtende Gaskugel mit großer Masse und hoher Temperatur. Ein Planet ist ein kugelförmiger Himmelskörper, der einen Stern umläuft und dessen Licht reflektiert. Außerdem muss er der einzige Körper (seiner Größenordnung) in seiner Umlaufbahn sein.
- b) Nein. Es ist genau umgekehrt. Die (schnellere) Venus kommt links der Sonne auf uns zu. Sie wird von rechts hinten angeleuchtet und bildet eine nach links offene Sichel, welche immer schmaler wird, also abnehmend ist.
- c) Man betrachte Strecken auf der Geraden  $\overline{EV_h}$  :  

$$\overline{EV_v} = s_{\min} = r_{\text{Erde}} - r_{\text{Venus}} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km} - 108 \cdot 10^6 \text{ km} = \underline{\underline{41,6 \cdot 10^6 \text{ km}}}$$

$$\overline{EV_h} = s_{\max} = r_{\text{Erde}} + r_{\text{Venus}} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km} + 108 \cdot 10^6 \text{ km} = \underline{\underline{257,6 \cdot 10^6 \text{ km}}}$$
- d) Bei Halbvenus ist (der Winkel)  $\angle \text{ESV}_\delta = 90^\circ$ . Daher gilt  $\overline{EV_\delta}^2 = \overline{ES}^2 - \overline{SV_\delta}^2$  oder mit kleinen Buchstaben  $s_\delta = \sqrt{r_{\text{Erde}}^2 - r_{\text{Venus}}^2} = \sqrt{149,6^2 \cdot 10^{12} \text{ km}^2 - 108^2 \cdot 10^{12} \text{ km}^2} = \underline{\underline{103,5 \cdot 10^6 \text{ km}}}$
- e) *Gründe:*  
 - Venus besitzt einen größeren Radius als Merkur.  
 - Wenn Venus und Merkur zwischen Erde und Sonne stehen, ist Venus der Erde näher.

### scheinbare Größen:

Unter der scheinbaren Größe eines kugelförmigen Himmelskörpers versteht man jenen Winkel  $\alpha$ , unter welchem dieser Körper dem Beobachter erscheint.



In der Astronomie ist es üblich, die Radien der kugelförmigen Himmelskörper mit  $R$ , die Bahnradien aber mit  $r$  zu bezeichnen.  
 $r_S$  = Sonnenabstand = Erdbahnradius  $r_E$   
 $\alpha_S$  = scheinbare Größe der Sonne

$$\sin \frac{\alpha_S}{2} = \frac{R_S}{r_S} = \frac{696000 \text{ km}}{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}} = 0,004652 \quad \text{und somit} \quad \alpha_S = 0,533^\circ$$

$$\sin \frac{\alpha_V}{2} = \frac{R_V}{s_{\min}} = \frac{6050 \text{ km}}{41,6 \cdot 10^6 \text{ km}} = 0,0001454 \quad \text{und somit} \quad \alpha_V = 0,0167^\circ$$

$$\sin \frac{\alpha_M}{2} = \frac{R_M}{s_{M,\min}} = \frac{2440 \text{ km}}{91,6 \cdot 10^6 \text{ km}} = 0,00002664 \quad \text{und somit} \quad \alpha_M = 0,00305^\circ$$

### Prozentsätze:

$$\frac{\alpha_V}{\alpha_S} = \frac{0,0167^\circ}{0,533^\circ} = \underline{\underline{3,13\%}} \quad \text{und} \quad \frac{\alpha_M}{\alpha_S} = \frac{0,00305^\circ}{0,533^\circ} = \underline{\underline{0,572\%}}$$

$$\text{Größenverhältnis: } \frac{\alpha_V}{\alpha_M} = \frac{0,0167^\circ}{0,00305^\circ} = \underline{\underline{5,48}}$$

**ZA:** An der Venusscheibe, deren Durchmesser man senkrecht zur Strecke  $\overline{V_{Si}S}$  legt und viertelt, erkennt man  $\angle \text{SV}_{Si}E = 120^\circ$ . Mit dem Sinussatzes gelangt man zu  $\underline{\underline{\angle V_{Si}ES = 38,7^\circ}}$  und  $\underline{\underline{\overline{EV_{Si}} = 62,75 \cdot 10^6 \text{ km}}}$