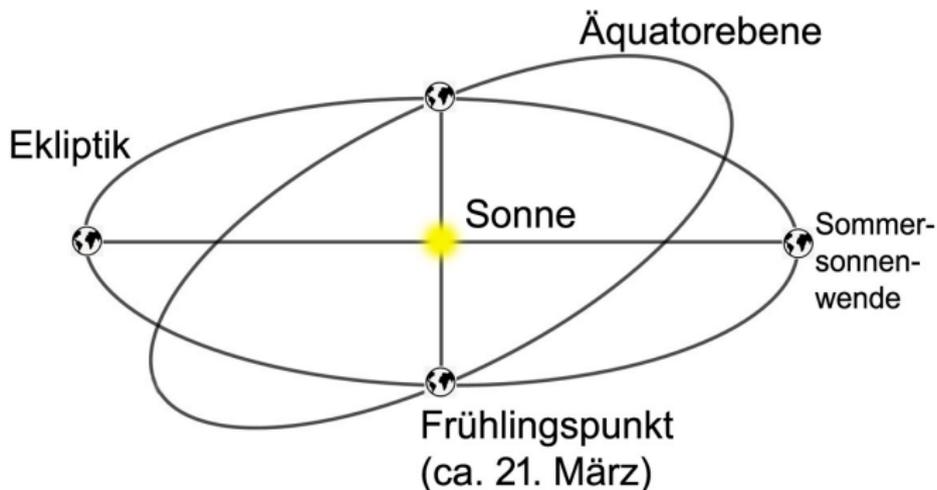


Jahreszeiten

Warum ist es im Sommer wärmer als im Winter?

Jahreszeiten

Die Ekliptik ist die Ebene, in welcher die Erdbahn liegt; diese liegt nicht fest im All, weil andere Planeten und vor allem der Mond die Bahn der Erde gravitativ beeinflussen. Die Ekliptik ist gegenüber der Äquatorebene um $23^{\circ}26'11,76''$ geneigt ($1'$ ist eine Bogenminute, also der 60te Teil eines Grads, und der 60te Teil einer Bogenminute ist die Bogensekunde $1''$).



Ekliptik

Weil die Planeten grob in einer Ebene um die Sonne laufen, die Planetenbahnen also ebenfalls in der Ekliptik liegen, ziehen Planeten am Nachthimmel nur dort ihre Bahn, wo die Sonne tagsüber läuft.

Die Sternbilder in der Ekliptik sind die Tierkreiszeichen; in etwa alle 30 Tage wechselt die Sonne von einem Tierkreiszeichen in ein anderes:

Datum	Sternbild	Datum	Sternbild
20.1.	Steinbock	20.7.	Krebs
16.2.	Wassermann	11.8.	Löwe
12.3.	Fische	17.9.	Jungfrau
18.4.	Widder	31.10.	Waage
14.5.	Stier	23.11.	Skorpion
21.6.	Zwillinge	30.11.	Schlangenträger
		18.12.	Schütze

Jahreszeiten

Wer sein Tierkreiszeichen kennt, wird sich wundern: Als man vor 2000 Jahren die Sternzeichen festlegte, stimmten die Daten mit dem Stand der Sonne überein. Weil der Äquatorwulst der Erde vom Mond abgelenkt wird, benimmt sich die Erde wie ein Kreisel: Die Drehachse dreht sich einmal in etwa 25.800 Jahren. Man nennt diesen Vorgang Präzession. Insbesondere war vor 2000 Jahren der Polarstern nicht direkt im Norden.

Jahreszeiten

Die Schnittgerade von Ekliptik und Äquatorebene schneidet die Erdbahn in zwei Punkten: dem Frühlingspunkt und dem Herbstpunkt. Der Zeitpunkt, an dem die Erde im Frühlingspunkt steht, nennt man den astronomischen Frühlingsanfang; dies ist je nach Jahr der 19., 20. oder der 21. März. Entsprechend steht die Erde am 22., 23. oder 24. September im Herbstpunkt. An diesen beiden Zeitpunkten steht die Erdachse senkrecht auf die Verbindungsgerade von Erde und Sonne; dadurch dauern Tag und Nacht an diesem Tag überall auf der Erde genau gleich lang: man nennt dies die Tagundnachtgleiche.

Jahreszeiten

Auf der Nordhalbkugel ist der längste Tag etwa am 21. Juni; am Nordpol geht dann die Sonne nicht unter. Weil die Sonne dann pro Tag länger scheint und außerdem der hoch am Himmel steht, wird es wärmer als im Winter (wo die Nächte länger sind und die Sonne flach am Himmel steht). Auf der Südhalbkugel ist es genau andersherum: am Südpol geht die Sonne am 21. Juni gar nicht auf. Die Jahreszeiten verdanken wir also der Tatsache, dass die Drehachse der Erde nicht senkrecht auf die Ekliptik steht, sondern um 23° geneigt ist.

- ▶ Video: Animation Erdbahn

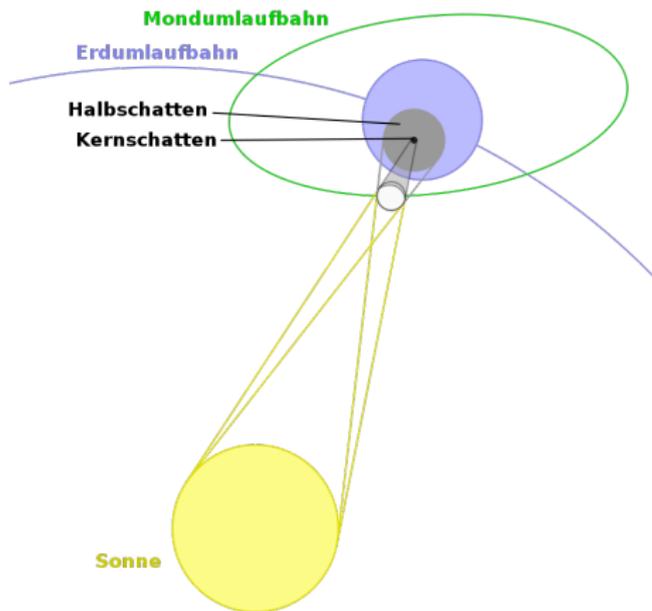
Sonnenfinsternisse

Bei einer Sonnenfinsternis schiebt sich der Mond zwischen Sonne und Erde; dies führt zu einer Verdunkelung eines kleinen Teils der Erdoberfläche.

Der Kernschatten des Mondes ist maximal einige 100 km breit; für Beobachter im Kernschatten verdunkelt sich die Sonne vollkommen. Der Halbschatten kann mehrere 1000 km groß sein; in diesem Gebiet verdunkelt sich die Sonne nur teilweise.

Im Schnitt gibt es pro Jahr 2,4 Sonnenfinsternisse (mindestens zwei, maximal fünf).

Sonnenfinsternisse



Sonnenfinsternisse gibt es nur bei Neumond.

Sonnenfinsternisse

Weil die Mondbahn gegenüber der Ekliptik (Umlaufebene der Erde) geneigt ist, kommt es nicht bei jedem Neumond zu einer Sonnenfinsternis. Eine solche gibt es nur dann, wenn der Mond bei Neumond nahe genug bei einem der beiden Mondknoten steht, den Schnittpunkten der Mondbahn mit der Ekliptik.

Der Saros-Zyklus ist ein Zyklus von Sonnenfinsternissen, der bereits den Babyloniern bekannt war: Bestimmte Sonnenfinsternisse wiederholen sich alle 18,03 Jahre. So gehört die totale Sonnenfinsternis vom 11. August 1999 in Europa zum selben Saros-Zyklus wie die totale Sonnenfinsternis in den USA vom 21. August 2017; die nächste Finsternis in diesem Zyklus wird am 2. September 2035 in China stattfinden.

Sonnenfinsternisse



Wenn der Mond auf seiner elliptischen Umlaufbahn in Erdferne (Apogäum) steht, dann gibt es eine ringförmige Sonnenfinsternis.

Video (3 min): Sonnenfinsternis

Mondfinsternisse

Bei einer Mondfinsternis tritt der Mond in den Erdschatten ein.
Dies kann nur bei Vollmond geschehen.

Selbst bei einer totalen Mondfinsternis kann man den Mond noch sehen, weil die Atmosphäre der Erde das Sonnenlicht bricht.

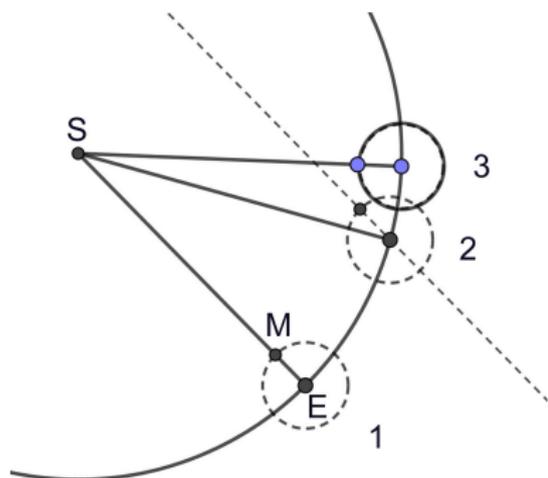
Mondfinsternisse sind seltener als Sonnenfinsternisse, allerdings kann man sie häufiger beobachten, weil der Mond von der halben Erdoberfläche aus zu sehen ist.

Video Mondfinsternis

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Die Umlaufdauer des Mondes um die Erde beträgt 27,3 Tage; die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vollmonden dagegen ist 29,5 Tage. Woher kommt dieser Unterschied?

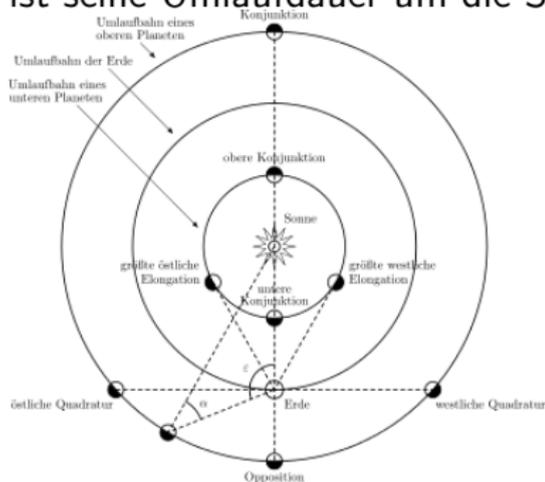
Synodische und Siderische Umlaufdauer



In Position 1 steht der Mond zwischen Sonne und Erde; es ist also Neumond. Nach 27,3 Tagen (Position 2) hat der Mond einen Umlauf um die Erde vollendet, steht also von der Erde aus gesehen in derselben Richtung am Himmel. Allerdings ist die Erde aber auf ihrer Bahn um die Sonne weitergewandert: Bis zum nächsten Neumond (Position 3) vergehen daher noch einmal 2,2 Tage.

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Synodische und siderische Umlaufzeiten gibt es auch im Zusammenhang mit anderen Himmelskörpern. Die Zeit zwischen zwei Oppositionen des Mars etwa ist die synodische Umlaufdauer von Erde und Mars, die siderische Umlaufdauer des Mars dagegen ist seine Umlaufdauer um die Sonne.



Synodische und Siderische Umlaufdauer

Wann stehen der Stunden- und der Minutenzeiger einer Uhr das erste Mal nach 0 Uhr wieder übereinander?

Innerhalb von 12 Stunden stehen die beiden Zeiger genau 11 Mal übereinander; also dauert es genau $\frac{12}{11}$ Stunden, was 1 h, 5 min und etwas mehr als 27 sek entspricht.

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Die Winkelgeschwindigkeit bei einer Kreisbewegung gibt an, um welchen Winkel pro Zeiteinheit sich das Objekt um das Zentrum bewegt:

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}.$$

Ein Objekt, das sich einmal pro Sekunde im Kreis bewegt, hat eine Winkelgeschwindigkeit $\omega = 360^\circ/s$ oder, wenn man Winkel im Bogenmaß misst, $\omega = 2\pi s^{-1}$. Offenbar wird nach t Sekunden ein Winkel $\alpha = \omega \cdot t$ überstrichen.

Winkelgeschwindigkeit des Minutenzeigers: $\omega = 360^\circ/h$.

Winkelgeschwindigkeit des Stundenzeigers: $\omega = \frac{360^\circ}{12 h} = 30^\circ/h$.

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Sei SA die Gerade, auf der sich die Sonne S und der Planet A mit der kürzeren Umlaufdauer t befindet, und SB die Gerade durch S und den Planeten B. Die Achse SA dreht sich in t Jahren um 360° , somit dreht sie sich mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega_1 = \frac{360^\circ}{t}$. Die Winkelgeschwindigkeit der zweiten Achse ist entsprechend $\omega_2 = \frac{360^\circ}{T}$. Also dreht sich der schnellere Planet mit der Winkelgeschwindigkeit

$$\delta = \omega_1 - \omega_2 = \left(\frac{1}{t} - \frac{1}{T} \right) \cdot 360^\circ$$

von der Achse des langsameren Planeten weg. Die beiden Achsen treffen sich nach s Jahren wieder, wenn also $\delta \cdot s = 360^\circ$ gilt. Daraus erhalten wir:

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Sind $T > t$ die siderischen Umlaufzeiten zweier Planeten, dann ist deren synodische Umlaufszeit s gegeben durch

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{t} - \frac{1}{T}.$$

Synodische Periode für Stunden- und Minutenzeiger:

$$\frac{1}{s} = 1 - \frac{1}{12} = \frac{11}{12} \text{ ergibt } s = \frac{12}{11} \text{ h wie oben.}$$

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Die synodische Umlaufdauer des Mondes, also die Zeit zwischen zwei Vollmonden, beträgt 29,5 d. Wie groß ist die siderische Umlaufdauer?

Wir finden

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{s} + \frac{1}{T},$$

also

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{29,5} + \frac{1}{365,25}$$

und daraus

$$t \approx 27,3 \text{ d.}$$

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Die synodische Umlaufdauer der Venus beträgt 584 Tage. Wie lange braucht die Venus für einen Umlauf um die Sonne?

Antwort: 224,7 Tage.

Synodische und Siderische Umlaufdauer

Ein Marsjahr dauert 687 Tage. Wie lange ist seine synodische Umlaufdauer?

Antwort: 780 Tage.