

# Das Analemma

Margrit Höhme, September 2009

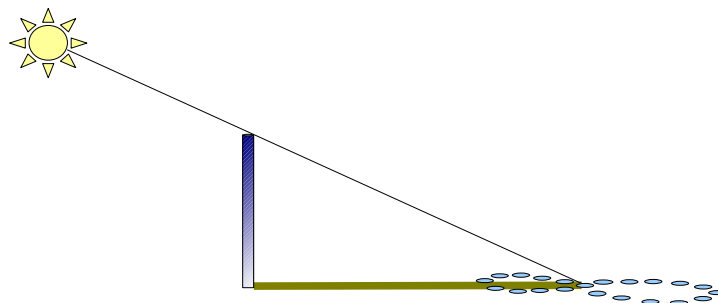
info@mhoehme.de

Mittags steht die Sonne genau im Süden?.....	1
Ursachen.....	2
Auswirkungen auf die Erdumdrehung.....	3
Tatsächliche Zeiten.....	4
Links und Literatur.....	4

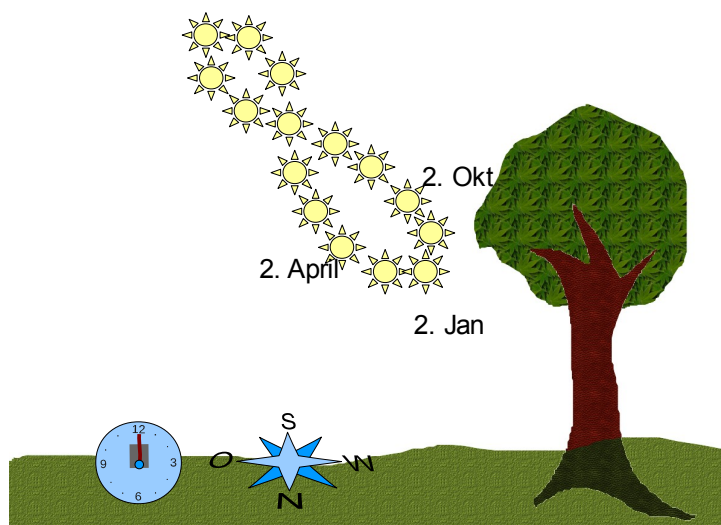
## Mittags steht die Sonne genau im Süden?

Die Sonne steht mittags um 12 Uhr nicht immer genau im Süden, sondern weicht im Laufe des Jahres mal östlich, mal westlich leicht davon ab.

Würde man eine Stange aufstellen und regelmäßig markieren, wo sich die Spitze des Schattens um genau 12:00 Uhr befindet, würden die Markierungen im Laufe eines Jahres eine „8“ beschreiben:



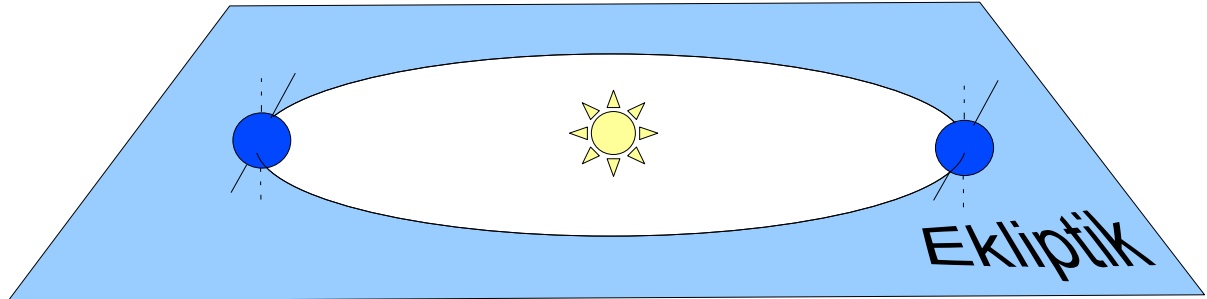
Ebenso erscheint die Sonne nicht immer genau südlich. Zeichnete man ihren Stand in regelmäßigen Abständen um genau 12:00 Uhr mittags auf, würde sich ebenfalls im Laufe des Jahres eine Acht ergeben:



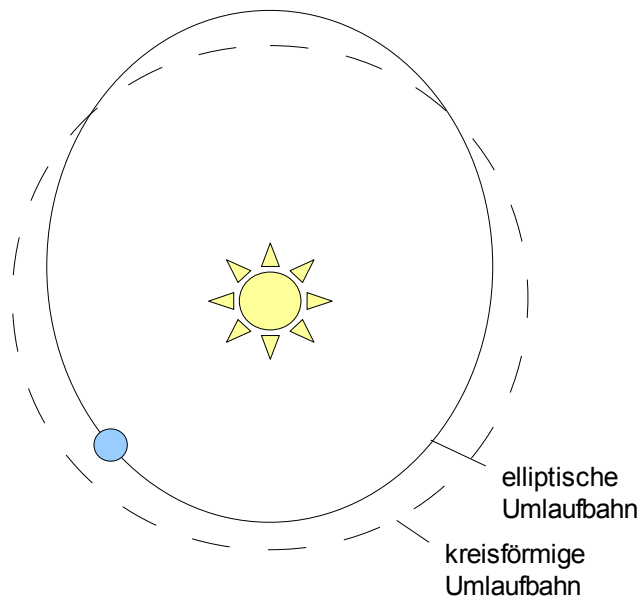
# Ursachen

Dieser Effekt, auch Analemma genannt, beruht auf zwei Tatsachen:

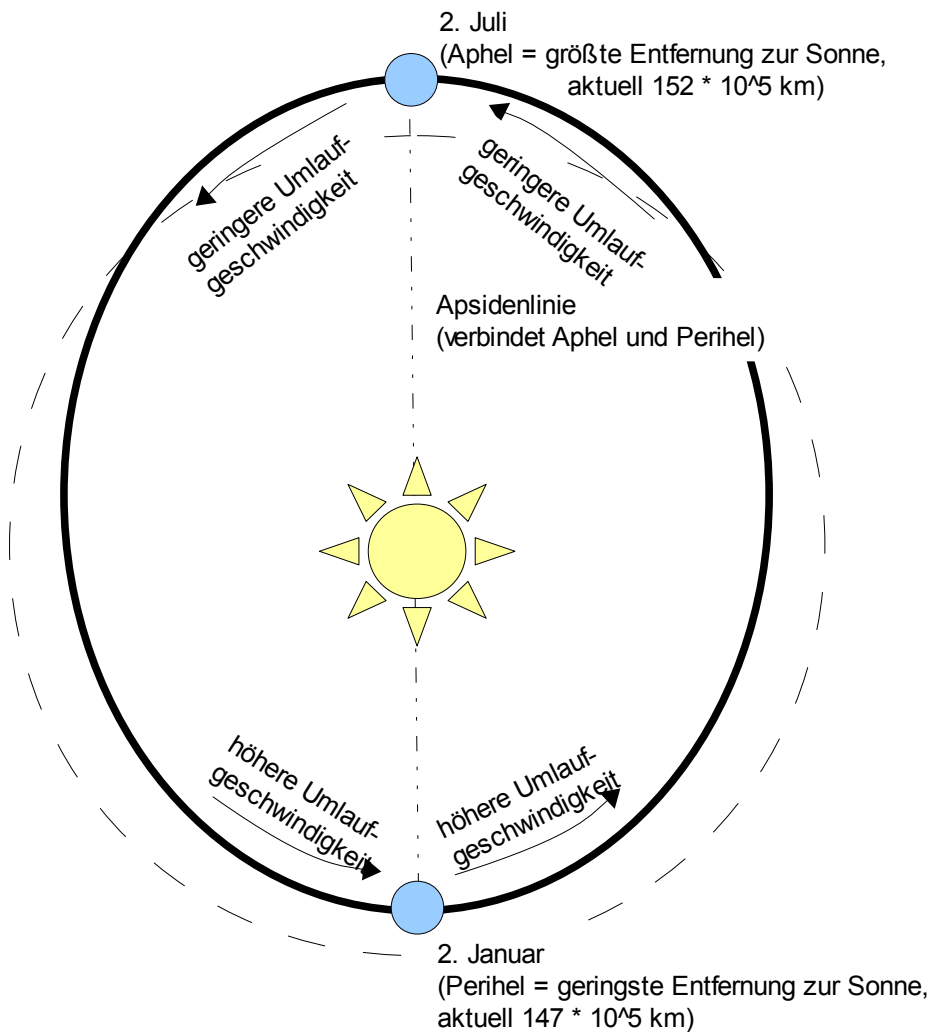
1. Die Erde steht nicht senkrecht auf ihrer Umlaufbahn, sondern die Erdachse ist um ca.  $23^\circ$  gegen diejenige ihrer Umlaufbahn geneigt. Dadurch kommt es zustande, dass die Sonne im Sommer höher am Himmel steht als im Winter. Dies ist die vertikale Positionsveränderung:



2. Die Erde dreht sich nicht auf einer kreisförmigen, sondern auf einer elliptischen Umlaufbahn, wobei die Sonne sich nicht im Zentrum der Ellipse befindet:



Durch die unterschiedlichen Entfernungen zur Sonne im Laufe eines Jahres steigt oder sinkt die Umlaufgeschwindigkeit. Je größer die Entfernung zur Sonne ist, desto langsamer ist die Umlaufgeschwindigkeit:



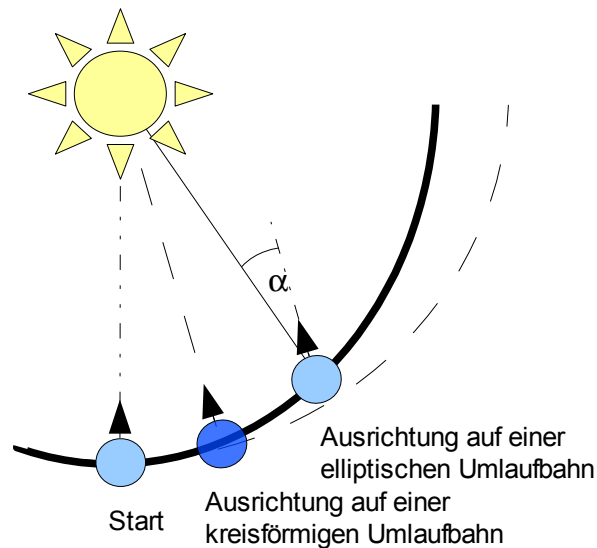
Durch die Variation in der Umlaufgeschwindigkeit kommt es zur horizontalen Abweichung des Sonnenstands.

Während die vertikale Bewegung des Sonnenstands zur Mittagszeit hinlänglich bekannt ist, sind die gleichzeitigen horizontalen Schwankungen überraschend.

## Auswirkungen auf die Erdumdrehung

Die Umdrehungen der Erde dauern 24 Stunden (= 1440 Minuten). Ein Sonnentag ist definiert als die Dauer zwischen zwei Sonnenhöchstständen.

Befände sich die Erde auf einer kreisförmigen Umlaufbahn, wäre sie nach Ablauf von 24 Stunden exakt zur Sonne ausgerichtet. Durch die elliptische Umlaufbahn und die dadurch bedingte höhere Umlaufgeschwindigkeit, ist die Erde nicht genau nach Süden ausgerichtet. Sie hat sich zwar um  $361^\circ$  in den 24 Stunden gedreht, aber die Umlaufgeschwindigkeit war höher, so dass die Sonne leicht östlich steht.



Der Winkel  $\alpha$  ist der Unterschied zwischen der theoretischen Ausrichtung auf einer kreisförmigen Bahn und der tatsächlichen Ausrichtung auf der elliptischen Bahn.

### **Tatsächliche Zeiten**

Im Januar ergibt sich eine Abweichung von  $0,8^\circ$  pro Tag, was knapp 8 Sekunden ausmacht.

- Bis 2. April erreicht die östliche Abweichung ihr Maximum und die Differenz beträgt 8 Minuten.
- ab 2. April bewegt sich die Sonne wieder westwärts
- am 2. Juli befindet sich die Sonne in der Mitte
- ab 3. Juli bewegt sich die Sonne wieder ostwärts
- am 2. Oktober erreicht die westliche Abweichung ihr Maximum
- ab 2. Oktober bewegt sich die Sonne wieder ostwärts
- am 2. Januar erreicht sie wieder die Mitte
- ab 2. Januar bewegt sich die Sonne östlich von der Mitte

### **Links und Literatur**

[www.analemma.com](http://www.analemma.com): Sehr schöne Erläuterung mit Animation; in Englisch.

Klaas de Boer, „Bewegungen von Erde und Mond“  
 (<http://www.astro.uni-bonn.de/~deboer/eida/erdmond.html>)