

Sternwarte Rosenheim

Prof. Dr. E. Junker / Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften / Physik-Astronomie;
Hochschule Rosenheim für Angewandte Wissenschaften – Fachhochschule Rosenheim
Hochschulstr. 1, D-83024 Rosenheim, Details siehe: www.fh-rosenheim.de/sternwarte.html

Newsletter Nr. 62a der Sternwarte Rosenheim (10.12.2009)

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences



Ergänzung zum Newsletter Nr. 62

Warum wird es schon ab 12. Dezember abends wieder heller?

Quelle: <http://www.waa.at/hotspots/zeitgleichung/wintersonne.html> 14.12.2005 (und 07.12.2009)

Frühester Sonnenuntergang, kürzester Tag, spätester Sonnenaufgang - ein Rätsel?

Ein Special für besonders Wissbegierige ... (von der Wiener Arbeitsgemeinschaft für Astronomie)

Die langen Winternächte verlagern den Anfang und das Ende der Nacht genau zu jenen Zeiten, die für unser Alltagsleben heute so wichtig geworden sind: Den Beginn und das Ende des Arbeitstages. Und genau zu diesen Zeiten leben wir sprichwörtlich nach der Uhr: Bahn oder Bus müssen rechtzeitig erreicht werden, Schule oder Büro warten nicht auf uns. Pünktlichkeit ist gefragt und die Uhrzeit bestimmt unser Leben - jene Uhrzeit, die wir am Handgelenk, Handy oder öffentlichen Uhren ablesen.

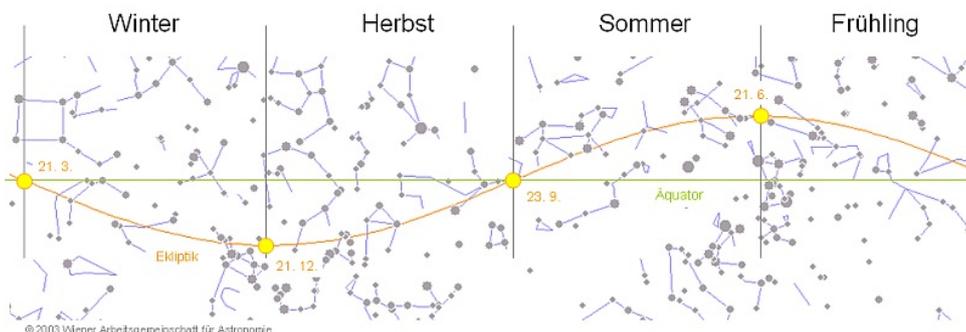
Wir leben nach einer künstlichen Zeit, heute bestimmt vom Schwingen von Quarzen und Atomen, in seltenen Fällen noch Federwerken oder Pendeln. Und in dieser so gleichförmigen, künstlichen Zeit fällt vielen regelmäßig um die Wintersonnenwende ein Kuriosum auf ...

Wir alle bemerken, dass es im Dezember wirklich sehr früh finster wird. Doch haben wir nicht den Eindruck, dass es am Anfang des neuen Jahres doch schon ein wenig länger hell am Abend ist? Und haben wir nicht den Eindruck, dass es gerade zum Ende der Weihnachtsferien, Anfang Jänner, in der Früh ganz besonders dunkel ist? Dein Schein trügt nicht: Wir erleben den Effekt der Zeitgleichung, der um den kürzesten Tag des Jahres besonders auffällig ist, wahrscheinlich wirklich deshalb, weil der astronomische Morgen und Abend in die hektischste Tageszeit fällt.

Während der Tag der Wintersonnenwende, meist der 21. Dezember, wirklich der kürzeste Tag ist, findet der früheste Sonnenuntergang schon um den 10. Dezember statt. Dagegen findet der späteste Sonnenaufgang erst um den 5. Jänner statt. Die Ursache für dieses leicht zu überprüfende Phänomen ist allerdings gar nicht leicht zu erklären.

Die Bahn der Sonne am Himmel

Die Sonne zieht, wie jedes andere Wandelgestirn auch, ihre scheinbare Bahn vor dem Hintergrund der Sterne. Doch anders als beim Mond und bei den Planeten können wir die Sterne nicht gleichzeitig mit



der Sonne sehen, da sie von hellen Licht der Sonne, das in unserer Atmosphäre gestreut wird, überstrahlt werden.

Die scheinbare Bahn der Sonne im Verlauf eines Jahres





INTERNATIONALES
ASTRONOMIEJAHR 2009

DAS WELTALL : DU LEBST DARIN – ENTDECKE ES!

Sternwarte Rosenheim
Prof. Dr. E. Junker / Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften / Physik-Astronomie;
Hochschule Rosenheim für Angewandte Wissenschaften – Fachhochschule Rosenheim
Hochschulstr. 1, D-83024 Rosenheim, Details siehe: www.fh-rosenheim.de/sternwarte.html

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

GERMANY
NATIONALES KOMITEE

Newsletter Nr. 62a der Sternwarte Rosenheim (10.12.2009)

In dieser (Mercator-)Projektion des Sternenhimmels erscheint die scheinbare Bahn der Sonne am Himmel - sie entsteht durch die Umlaufbewegung der Erde um die Sonne - wie eine Wellenlinie. In Wirklichkeit ist sie ein Großkreis wie der Äquator. Doch diese Darstellung hilft uns, den Effekt der Zeitgleichung zu verstehen.

Die Erde dreht sich um ihre Achse, und deshalb scheint sich der Sternenhimmel einmal in 23 Stunden und 56 Minuten in obiger Grafik *von links nach rechts* (astronomisch: von Osten nach Westen) entlang des grün eingezeichneten Äquators über uns hinwegzudrehen. Die Sonne wandert im Lauf eines Jahres entlang der orangen Linie (Ekliptik = scheinbare Sonnenbahn) *von rechts nach links* (astronomisch von Westen nach Osten).

Sonnenzeit und mittlere Zeit

Als es noch keine Räderuhren gab, war die Sonne der wichtigste Zeitgeber. Man bezeichneten jenen Moment, in dem die Sonne genau im Süden steht, als Mittag, die Mitte des Tages. Erst mit dem Aufkommen von Räder- an Stelle von Sonnenuhren wurde deutlich, dass dieser Sonnen-Mittag nicht immer dann stattfindet, wenn die - gleichmäßig laufende - Räderuhr 12 Uhr anzeigt. Wer aber geht nun falsch: Die Sonnen- oder die Räderuhr? Die Antwort lautet: Die Sonnenuhr, denn die Sonne bewegt sich im Lauf eines Jahres nicht gleichmäßig schnell über den Himmel, während sich die Erde (fast) gleichmäßig schnell um ihre Achse dreht. Die Sonnenuhr zeigt die *Sonnenzeit*, die Räderuhr eine über das Jahr gemittelte, die *mittlere Zeit* an.

Die Zeitgleichung

Die Differenz zwischen Sonnenzeit und mittlerer Zeit nennt man *Zeitgleichung*. Dass die Sonnenzeit von der mittleren Zeit abweicht, hat gleich zwei Ursachen: Die Exzentrizität der Erdbahn und die Neigung der Erdachse.

Die Exzentrizität der Erdbahn

Die Bahn der Erde um die Sonne ist kein exakter Kreis, wie lange angenommen, sondern eine sehr kreisähnliche Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Dies entspricht dem *ersten Keplerschen Gesetz*. Bleiben wir gleich bei Kepler: Das *zweite Keplersche Gesetz* besagt, dass sich ein Planet in seiner Bahn um so schneller um die Sonne bewegt, je näher er ihr steht, und um so langsamer, je weiter er von ihr entfernt ist.

Für viele unerwartet, steht die Erde Anfang Jänner der Sonne am nächsten und Anfang Juli am fernsten - wir sehen, dass die wechselnde Entfernung Erde-Sonne auf das Erdklima keine nennenswerten Auswirkungen hat. Wohl aber auf die scheinbare Geschwindigkeit, mit der sich die Sonne vor dem Sternenhintergrund bewegt.



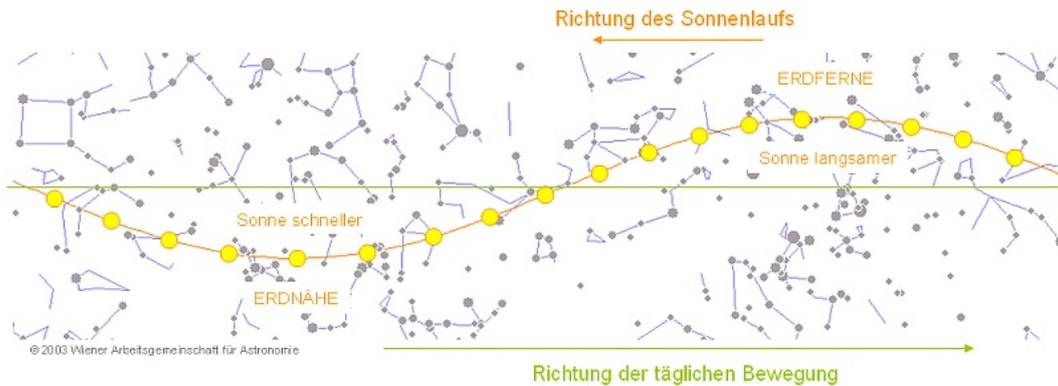
Sternwarte Rosenheim

Prof. Dr. E. Junker / Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften / Physik-Astronomie;
 Hochschule Rosenheim für Angewandte Wissenschaften – Fachhochschule Rosenheim
 Hochschulstr. 1, D-83024 Rosenheim, Details siehe: www.fh-rosenheim.de/sternwarte.html

Hochschule Rosenheim
 University of Applied Sciences



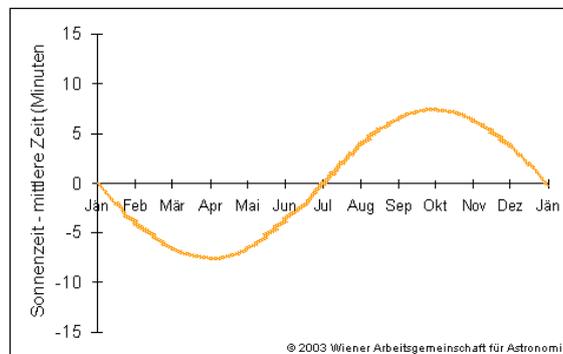
Newsletter Nr. 62a der Sternwarte Rosenheim (10.12.2009)



Die Auswirkung der Exzentrizität der Erdbahn auf die scheinbare Bewegung der Sonne am Himmel

Im Winterhalbjahr läuft die Sonne also schneller über den Himmel als im Sommerhalbjahr. Die im Winter und Frühling langsamer werdende Sonne fällt gegenüber dem Jahresmittel zurück, die Sonnenuhr geht nach. Die im Sommer und Herbst wieder schneller werdende Sonne holt gegenüber dem Jahresmittel auf, die Sonnenuhr geht vor.

Allein auf Grund der Erdbahnexzentrizität geht die Sonnenuhr im Jahreslauf also bis zu 7-8 Minuten vor oder nach, wie nachfolgendes Diagramm zeigt:



Die Neigung der Erdachse

Der zweite Effekt, der die Sonnenuhr vor- oder nachgehen lässt, ist noch etwas komplizierter. Die Erdachse, um die sich die Erde in Bezug auf die Sonne im Mittel einmal in 24 Stunden dreht, steht nicht senkrecht zur Bahn der Erde um die Sonne - in der die Erde die Sonne einmal in einem Jahr umkreist -, sondern ist zu ihr um einen Winkel von rund $66,5^\circ$ geneigt.

Die Bahn der Sonne am Himmel - die Ekliptik - ist also zum Äquator, entlang dessen sich die Drehung der Erde widerspiegelt, um einen Winkel von rund $23,5^\circ$ geneigt. Das hat zur Folge, dass sich auch ein - in Wirklichkeit nicht stattfindendes - gleichförmiges Fortschreiten der Sonne entlang der Ekliptik *nicht* als gleichförmiges Fortschreiten entlang des Äquators manifestiert.

Zu Zeiten, in denen die Sonne stark steigt oder fällt - um die Tag-und-Nacht-Gleichen im Frühling und Herbst - verlangsamt sich die Bewegung der Sonne, projiziert auf den Äquator. Zu Zeiten, in denen die Sonne nicht steigt oder fällt - um die Sonnenwenden im Sommer und Winter - beschleunigt sich die Bewegung der Sonne in Bezug auf den Äquator, immer verglichen mit dem Jahresmittel.

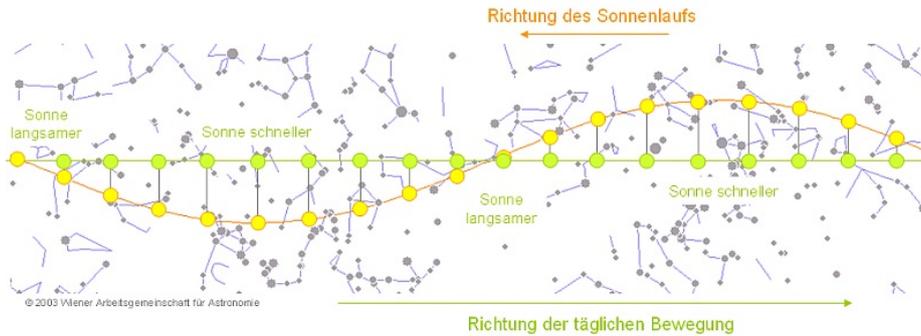
Sternwarte Rosenheim

Prof. Dr. E. Junker / Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften / Physik-Astronomie;
 Hochschule Rosenheim für Angewandte Wissenschaften – Fachhochschule Rosenheim
 Hochschulstr. 1, D-83024 Rosenheim, Details siehe: www.fh-rosenheim.de/sternwarte.html

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

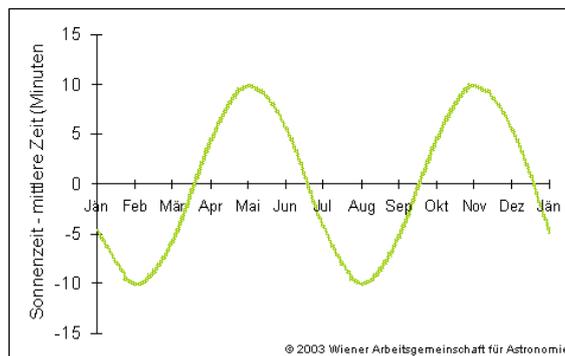


Newsletter Nr. 62a der Sternwarte Rosenheim (10.12.2009)



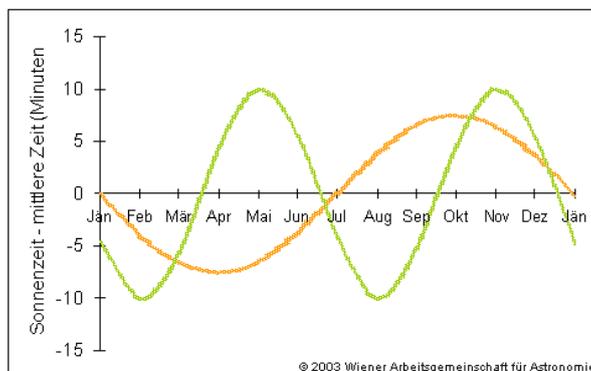
Die Auswirkung der Neigung der Erdachsel auf die scheinbare Bewegung der Sonne am Himmel

Da es in einem Jahr zwei Sonnenwenden und zwei Tag-und-Nacht-Gleichen gibt, kommt es zu einer Abweichung der Sonnenzeit von der mittleren Zeit mit zwei Maxima und zwei Minima im Jahr. Ausserdem macht sich dieser Effekt stärker bemerkbar als die Exzentrizität der Erdbahn, jetzt geht die Sonnenuhr schon bis zu 10 Minuten vor oder nach.



Und nun beides zusammen ...

Da die beiden Effekte - die Erdbahnexzentrizität und die Neigung der Erdachse - gleichzeitig den Lauf der Sonne am Himmel beeinflussen, müssen wir die beiden Schwingungen jetzt noch überlagern:



Zu gewissen Zeiten heben die beiden Effekte einander gegenseitig auf, wie etwa im April. Zu anderen Zeiten im Jahr treten sie aber kombiniert auf, was zu einer besonderen Verstärkung führt, wie etwa im Oktober und November.

Sternwarte Rosenheim

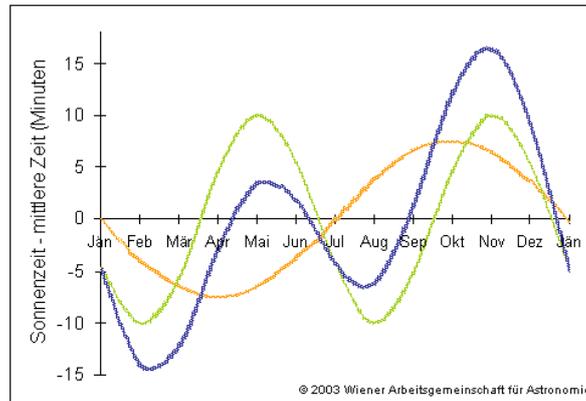
Prof. Dr. E. Junker / Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften / Physik-Astronomie;
 Hochschule Rosenheim für Angewandte Wissenschaften – Fachhochschule Rosenheim
 Hochschulstr. 1, D-83024 Rosenheim, Details siehe: www.fh-rosenheim.de/sternwarte.html

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences



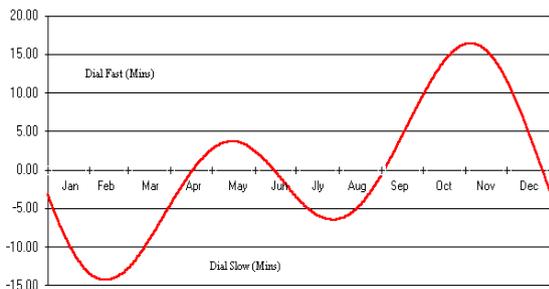
Newsletter Nr. 62a der Sternwarte Rosenheim (10.12.2009)

Über das Jahr betrachtet ergibt sich die sehr komplizierte Kurve der Zeitgleichung (blau):



An nur vier Tagen im Jahr - 16. April, 15. Juni, 1. September und 25. Dezember - geht die Sonnenuhr "genau", steht die Sonne um 12 Uhr mittlerer (Orts)zeit im Süden. Dazwischen weicht die Sonnenuhr oft erheblich von der mittleren Zeit ab. Extremwerte: 12. Februar (-14 Minuten), 15. Mai (+3 Minuten), 27. Juli (-6 Minuten) und 4. November (+17 Minuten).

Größte Änderung um den 25. Dezember



Zeitgleichung (Summenkurve der beiden Effekte Exzentrizität der Erdbahn und Schiefstellung der Erdachse)

Zeigt an, ob Sonnenuhr vor oder nach geht.

(= blaue Kurve von oben)

Langsam wird klar, warum der Tag des frühesten Sonnenuntergangs und der Tag des spätesten Sonnenaufgangs so weit auseinander liegen. Um den 25. Dezember - nahe beim 21. Dezember, dem kürzesten Tag - ändert sich die Zeitgleichung am raschesten. Mitte Dezember ist beträgt sie noch rund +5 Minuten, die Sonne steht 5 Minuten vor dem (mittleren) Mittag im Süden und geht daher früher als im Mittel unter.

Anfang Jänner beträgt die Zeitgleichung schon -5 Minuten, die Sonne steht 5 Minuten nach dem (mittleren) Mittag im Süden und geht daher auch später auf als im Mittel. **Die rasche Änderung der Zeitgleichung verschiebt die Auf- und Untergangszeiten der Sonne mehr als der um die Wintersonnwende kaum merkliche jahreszeitliche Wechsel.** Wenn es Ihnen also im Dezember am Abend und Anfang Jänner am Morgen besonders dunkel vorkommt, dann ist das keine Einbildung, sondern die deutliche Auswirkung eines Phänomens, das wir im Alltagsleben sonst nicht mehr bemerken! Ende Juni, bei Sommeranfang, tritt die Zeitgleichung, wie unsere Grafiken deutlich zeigen, übrigens kaum in Erscheinung, weshalb es zu keiner so dramatischen Verschiebung kommt - die bei einem Sonnenaufgang um 4 Uhr morgens auch niemandem auffällt ...



INTERNATIONALES
ASTRONOMIEJAHR 2009
DAS WELTALL : DU LEBST DARIN – ENTDECKE ES!

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Sternwarte Rosenheim
Prof. Dr. E. Junker / Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften / Physik-Astronomie;
Hochschule Rosenheim für Angewandte Wissenschaften – Fachhochschule Rosenheim
Hochschulstr. 1, D-83024 Rosenheim, Details siehe: www.fh-rosenheim.de/sternwarte.html
Newsletter Nr. 62a der Sternwarte Rosenheim (10.12.2009)

Lesen Sie mehr zu diesem Thema auf den folgenden Seiten:

- [The Equation of Time \(Royal Greenwich Observatory, englisch\)](#)
- [EQUATION OF TIME -- PROBLEM IN ASTRONOMY \(viel Mathematik, englisch\)](#)
- [Equation of time and length of solar day \(englisch\)](#)
- [Astronomische Aufgaben \(BRG Kepler, Graz\)](#)
- [Astronomische Aufgaben/Lösungen \(BRG Kepler, Graz\)](#)

Eine Information der Wiener Arbeitsgemeinschaft für Astronomie. © 2003 WAA/API. Link unter Angabe der Quelle erwünscht, jede andere Verwendung bedarf unseres schriftlichen Einverständnisses.

Der Vorstand des Instituts für Astronomie der Universität Wien, o. Univ. Prof. Dr. Michel Breger, verweist im Rahmen seiner Vorlesung "Einführung in die Astronomie I" ausdrücklich auf unsere Zusammenstellung. Danke, Herr Prof. Breger, eine schönere Anerkennung unserer Arbeit gibt es kaum!

Wiener Arbeitsgemeinschaft für Astronomie, Fraungrubergasse 3/1/7, A-1120 Wien. Telefon +43-(0)664/256-1221. e-Mail admin@waa.at. Bankverbindung PSK 92.089.091. Webdesign und für den Inhalt verantwortlich: Dipl.-Ing. Alexander Pikhard. Kommentare zur Website an webmaster@waa.at.

Mit besten astronomischen Grüßen
und Wünschen für viele klare Tage und Nächte

Ihr Prof. Dr. Elmar Junker, FH Rosenheim
(Rosenheim, den 10.12.2009)

Motto des Astronomiejahres 2009: „Das Weltall: Du lebst darin – Entdecke es!“

