

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 78 (2020)
Heft: 5

Rubrik: Rätselseite

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Lösung: Der «indirekte» Sonnenuntergang

Beim letzten Astorrätsel ging es um eine Spiegelung, die ich am 25. April 2020 zwischen 20:09 bis ca. 20:11 Uhr MESZ von meinem Balkon in Schwarzenberg (Bregenzerwald) aus in Blickrichtung 38° auf dem 7.91 km entfernten Schweizberg ob Langenegg beobachtete. Im Haus Nr. 81 spiegelte sich die abendliche Sonne, während Schwarzenberg bereits im Schatten des Hochälpele lag. Das Haus auf dem Schweizberg liegt auf 900.3 m ü. A., mein Balkon genau auf 701.5 m ü. A.

Lösungen:

Die erste Aufgabe, nämlich die Richtung der Sonne (Azimut) am 25. April 2020 um 20:10 Uhr MESZ herauszufinden, war einfach mit dem Reflexionsgesetz zu lösen. Von meinem Balkon aus fiel der Lichtstrahl aus Azimut = 38° ein. Diesen Winkel müssen wir folglich in die Windrose (Abbildung 1) übertragen, und zwar von Süden her. Der ausfallende Lichtstrahl verlässt somit die Fensterfront in Richtung 218° (180° + 38°). Da wir wissen, dass die spiegelnde Fensterfront 17° gegen Nordwesten verdreht ist, können wir den entscheidenden Ausfallswinkel zu 55° berechnen (17° + 38°). Um das Azimut der Sonne herauszufinden, können wir nun von Norden her die 17° + 55° von 360° abziehen und erhalten so die Sonnenrichtung 288°.



Für die Lösung der zweiten Aufgabe bemühen wir die Trigonometrie. Um den Höhenwinkel α zu berechnen, brauchen wir die Längen der An- und Gegenkathete. Die Ankathete ist die Basislänge zwischen Schweizberg und dem Beobachtungsort (Luftlinie), nämlich 7'910 m. Die Gegenkathete entspricht dem Höhenunterschied der beiden Orte, in diesem Fall 198.8 m. Jetzt lässt sich der Höhenwinkel ausrechnen: $\alpha = \cot(a/b) = \cot(198.8 \text{ m} / 7'910 \text{ m}) = \cot(0.025\dots) = 1.44^\circ$. Somit haben wir gleich die Sonnenhöhe berechnet, da nach dem Reflexionsgesetz gilt: «Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel».

ÜBERPRÜFUNG DER ERGEBNISSE

Natürlich ist es immer spannend, die Ergebnisse mit einem astronomischen Simulationsprogramm zu vergleichen. Die Sonnenhöhe ist vom Beobachtungsort abhängig. Also musste ich im Programm Starry Night Pro

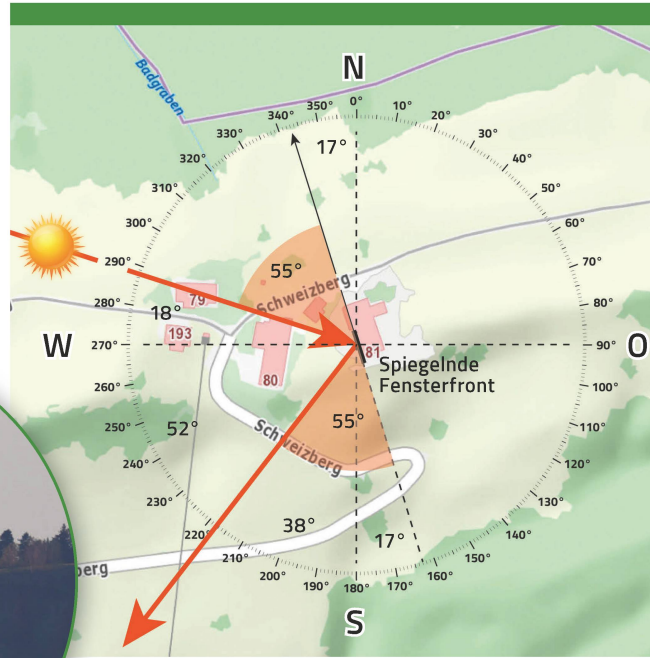


Abbildung 1: Das Reflexionsgesetz dient uns beim Finden der Sonnenrichtung. Ein- und Ausfallswinkel (hellrot) sind gleich.

Bild und Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

die Koordinaten sowie die Höhe von Schweizberg ob Langenegg eingeben (47° 28' 16.32" Nord und 9° 55' 2.64" Ost). Das Ergebnis ist erstaunlich genau. Am 25. April 2020 stand die Sonne um 20:10 Uhr MESZ in Richtung 288.5° und hatte eine Höhe von 1° 25' (oder 1.42°). Die äusserst geringen Abweichungen liegen in der Toleranz der Messgenauigkeit. Ausserdem erscheint uns die Sonne ½° gross und die intensivste Phase der Spiegelung dauerte gute 2 Minuten von 20:09 Uhr bis 20:11 Uhr MESZ. In dieser Zeit veränderte sich die Sonnenhöhe von 1° 34' (1.57°) auf 1° 16' (1.27°) und das Azimut von 288° 24' (288.4°) auf 288° 46' (288.8°). Wir haben es hier nicht mit einem einzelnen Lichtstrahl, sondern mit einem ganzen Strahlenbündel zu tun, das vergleichbar dem Lichtkegel, der durch das Elmer Martinsloch auf die Landschaft fällt, eine gewisse Breite hat. Auch die 2 Minuten Dauer passen gut, denn so lange benötigt die Sonne etwa, durch die Erdrotation ihren eigenen scheinbaren Durchmesser am Himmel zurückzulegen.

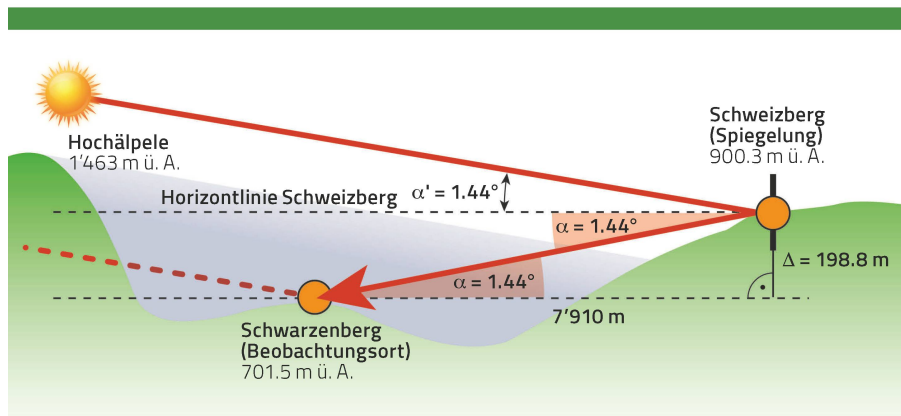


Abbildung 2: Die geometrische Situation, diesmal in der Seitenansicht. Mit Hilfe der Trigonometrie lässt sich der Höhenwinkel α und damit die Sonnenhöhe berechnen.

Bild und Grafik: Thomas Baer, ORIONmedien

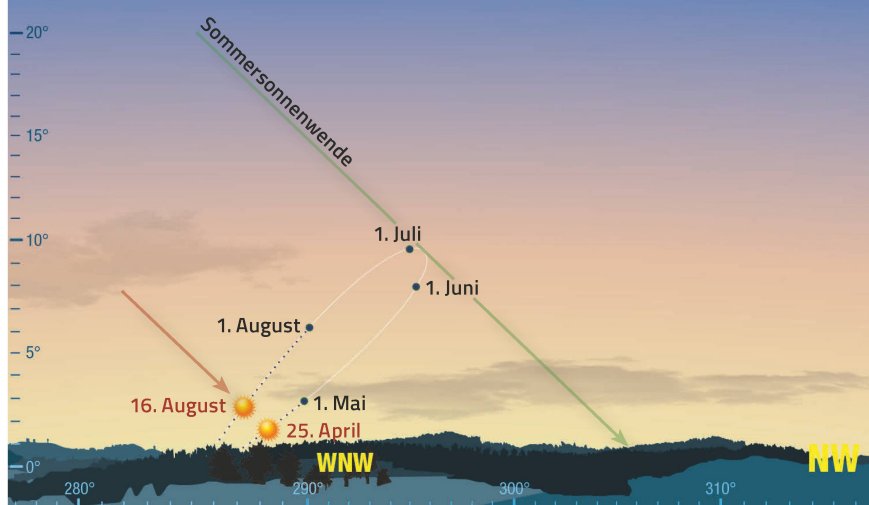
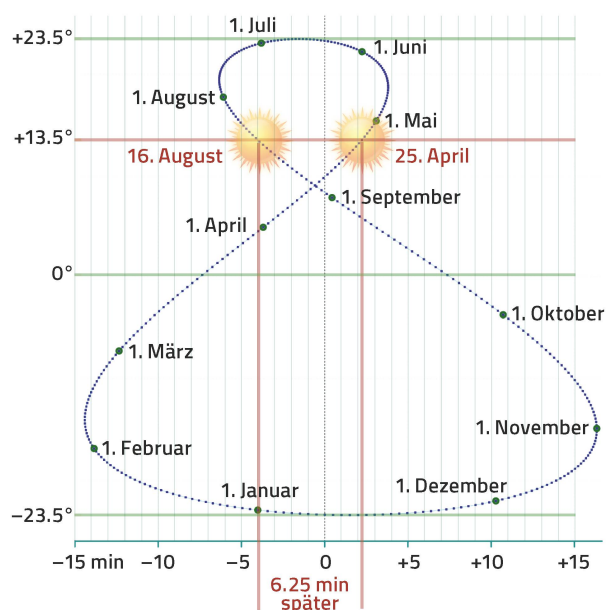


Abbildung 3: Mit Hilfe des Analemmas (links) findet man die analoge «Spätsommer-Situation». Die Sonne muss dieselbe Deklination wie am 25. April 2020 haben. In der rechten Horizontdarstellung ist das Analemma lagerichtig und massstabsgetreu gezeichnet. Wir sehen, dass die Sonne am 16. August um 20:10 Uhr MESZ noch etwas mehr als 2° über dem Horizont steht und das Azimut 288° noch nicht ganz erreicht hat.

Grafiken: Thomas Baer, ORIONmedien

WANN FINDET DAS «SPÄTSOMMER-EREIGNIS» STATT?

Wir kennen das Phänomen der Sonnenlöcher, wo zwei Mal jährlich das Ereignis beobachtet werden kann. Wir sprechen von einer Ereignis-Symmetrie. Wenn wir nochmals das Elmer Martinsloch herbeiziehen, so scheint die Sonne im Frühjahr am 12./13. März und im Herbst am 30. September und 1. Oktober durch das 22 m hohe Felsenfenster am Fusse des Grossen Tschingelhorns. Die Ursache der Wiederholung dieses Ereignisses liegt am Umstand, dass die Sonne einerseits während eines Jahres zwischen -23.5° Deklination (Wintersonnenwende) auf $+23.5^\circ$ (Sommersonnenwende) hin und her pendelt, andererseits aber im Zusammenspiel von ungleicher Bahngeschwindigkeit der Erde und konstanter Erdrotation einmal etwas eher den Mittagsmeridian passiert, dann wieder verspätet. Würden wir die Sonne während eines Jahres Tag für Tag immer zum selben Zeitpunkt fotografieren, zeichnete sie eine geschwungene Acht an den Himmel; das Analemma. Für Sonnenuhren ist diese Zeitgleichung, also das Vorseilen oder Hinterherhinken, von Bedeutung. Auch wir müssen dies bei der Überlegung der dritten Aufgabe berücksichtigen. Nur an vier Tagen im Jahr, nämlich am 23. Dezember, 14. April, 13. Juni und am 31. August stimmen die wahre Sonnenzeit oder wahre Ortszeit (WOZ) mit der künstlichen mittleren Sonnenzeit («mechanische Zeit») oder mittlere Ortszeit (MOZ) überein.

Kommen wir auf «unsere Ereignis-Symmetrie» zurück. Am 25. April 2020 hatte die Sonne eine Deklination von $+13\frac{1}{2}^\circ$. Wir müssen also den analogen Zeitpunkt im Hochsommer finden, an dem die Sonne wieder $+13\frac{1}{2}^\circ$ Deklination inne hat. Dies ist am 16. August der Fall. Aufgrund der Zeitgleichung wird sich das Ereignis jedoch rund 6 Minuten verspäten. Die Sonne wird erst um 20:16 Uhr MESZ das Azimut 288° und die Höhe 1.44° durchlaufen.

In Abbildung 3 ist rechts die Situation dargestellt, wie sie sich uns am Abend des 25. April 2020 um 20:10 Uhr MESZ präsentierte. Die Sonne habe ich in den Punkt (Azimut) 288° und 1.4° gerückt und dabei das Analemma massstäblich und lagerichtig ausgerichtet. Zur selben Zeit steht die Sonne am 16. August 2020 noch bei Azimut 287.5° und auf einer Höhe von ca. 2.5° . Bis sie den Punkt 288° und 1.4° durchschreitet, verstreichen tatsächlich gut 6 Minuten, was auch das Programm Starry Night Pro bestätigt. Am 16. August 2020 um 20:16 Uhr MESZ hat die Sonne auf dem Schweizberg ein Azimut von $288^\circ 27'$ (288.4°) und eine Höhe von $1^\circ 23'$ (1.38°). ◀

ORION-Leser *Jürg Krieg* hat die richtigen Lösungen eingesandt! Wir gratulieren dem Gewinner herzlich und hecken bereits neue Rätsel aus.