Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 77 (2019)
Heft: 5

Rubrik: Rätselseite

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 29.08.2025

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

Lösung des Sommerrätsels «So schnell geht die Sonne auf»

ORION 4/19, Seite 30

Wegen Platzmangels wurde mein Rätsel in «komprimierter Form» publiziert. Ich möchte die Bilderserie des Sonnenaufgangs den Lesern hier doch noch vorstellen (Abbildung 1).

Die Sonne wurde kurz nach dem Aufgehen in gleichen zeitlichen Abständen fotografiert. Mit dem Auswerten der Bilderserie kann die Frage beantwortet werden: Wie gross war der zeitliche Abstand zwischen je zwei Aufnahmen?

Mit einigen elementaren Kenntnissen lässt sich die Frage grob beantworten: Der scheinbare Sonnendurchmesser misst etwa ein halbes Grad. In der Figur zum Rätsel kann man messen: Die Sonne wandert insgesamt (d. h. in sechs «Schritten») etwa 4 Mal so weit, also 2 Grad. Von einer Foto zur nächsten hat sie sich um 1/3 Grad verschoben (ein Sechstel von 2°).

Umrechnung in Zeit: Für 360° braucht die Sonne 24 Stunden. In 1 Stunde wandert sie 15°, in 4 Minuten 1°. Für $^{1}/_{3}$ Grad benötigt sie somit etwa 80 Sekunden. Dies ist die gesuchte Zeitdauer.

Diese Grössenordnung stimmt zwar, aber die obigen Überlegungen enthalten verschiedene Ungenauigkeiten, die das Resultat verfälschen. Der scheinbare Sonnendurchmesser variiert im Laufe des Jahres. Am 4. August beträgt er 0.525°.

360° Sonnenlauf in 24 Stunden stimmen exakt nur für einen Sonnenort auf dem Himmelsäquator. Sonst läuft die Sonne auf einem kleineren Kreis an der Himmelskuppel, also pro Stunde etwas weniger weit. Dazu die nötigen Ergänzungen: Deklination der Sonne = +17.252°, Cosinus der Deklination = 0.955, Weg der Sonne in 1 Minute = 0.25° · 0.955 = 0.2388°.

Für die Fortsetzung wird Abbildung 2 gebraucht. Man messe die Breite eines Sonnenbildes (nicht die Höhe, wegen der Deformation der Sonne durch die Refraktion). Daraus kann man den Massstab der Grafik bestimmen: Wie viele Millimeter in der Grafik entsprechen einem Grad? Jetzt lässt sich die Skala für die Höhen – ausgehend von der vorgegebenen Höhe 2° – zeichnen.

Abbildung 3 enthält die Höhenskala abgestuft in Zehntelgrad. Darin bestimmt man für das oberste und unterste Sonnenbild (blau) die Höhe des obersten scheinbaren Sonnenpunktes. Diese braucht man für die Refraktionsberechnung.

Die beobachteten Sonnenorte müssen um die Refraktion durch die Erdatmosphäre korrigiert werden. In Horizontnähe ist diese besonders «spürbar»! Die Refraktionskorrektur wird mit der Formel von *Meeus* berechnet, die im Rätsel angegeben wurde.

$$R = 1 / (\tan(h + 7.31 / (h + 4.4))$$

Die beobachtete Höhe h wird in Grad eingegeben. Die Refraktion R erhält man in Bogenminuten. So bekommt man die Korrektur der Sonnenhöhen.

Für die unterste (erste) Foto betragen die scheinbare (beobachtete) Höhe 1.33°, die Refraktionskorrektur 21,97′ und die wahre Höhe der Sonne 0.9638°. Bei der obersten (letzten) Foto haben wir eine scheinbare (beobachtete) Höhe von 2.635°, eine Refraktionskorrektur von 15.573′ und eine wahre Höhe der Sonne von 2.3755°. Die korrigierten Sonnenhöhen werden in die Grafik eingezeichnet.

Abbildung 3 zeigt blau die scheinbaren Sonnenorte und rot die um die Refraktion verbesser-

Abbildung 1: Sonnenaufgang in Schwarzenburg am 4. August 2018, erste Foto um 6:24 Uhr. Gezeigt ist nur jede zweite Aufnahme aus der Serie, die für das Rätsel verwendet wurde. Die zeitlichen Abstände von Bild zu Bild betragen hier 3 Minuten (womit die Lösung bereits verraten wäre).

Bilder: Erich Laager

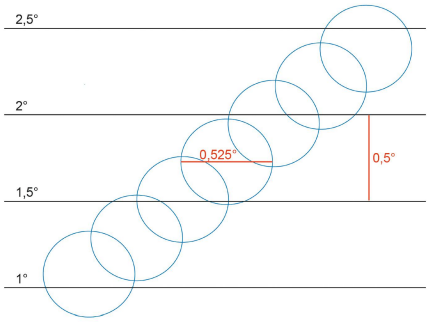

Abbildung 2: Am 4. August misst der scheinbare Sonnendurchmesser 0.525°. Mit dieser Referenzgrösse kann die Skala der Höhen gezeichnet werden, ausgehend von der gegebenen Höhe 2°.

Grafik: Erich Laager

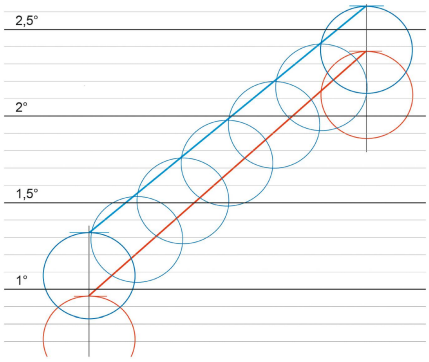

Abbildung 3: In der Zehntelgrad-Skala kann die Höhe der Sonne (jeweils der oberste Punkt) bestimmt werden. Die blaue Strecke zeigt den Weg der beobachteten (fotografierten) Sonne. Die atmosphärische Refraktion hebt die Sonne scheinbar an. In Wirklichkeit wäre sie bei den rot gezeichneten Positionen. Die tatsächlich zurückgelegte Wegstrecke (rot) wird dadurch länger.

Grafik: Erich Laager

ten wahren Sonnenorte. Man misst in der Grafik den Weg der korrigierten Sonne (rote Linie) und rechnet diese Strecke – mit Hilfe des früher gefundenen Massstabes – in Grad um. Sie ist länger als die entsprechende (blaue) Strecke für die nicht korrigierten Sonnenorte!

Der Abstand der beiden obersten Sonnenpunkte (wahre Orte) beträgt 2.123°. Der Weg der Sonne in 1 Minute misst 0.2388°. Die Zeit zum Durchlaufen dieser Strecke errechnet sich aus 2.123 : 0.2388 = 8.892 Minuten. Die Zeit von einem Foto zum nächsten beträgt folglich 8.892 Minuten : 6 = 1.482 Minuten oder 88.9 Sekunden. Tatsächlich fotografierte ich in Abständen von je 90 Sekunden. Hinweis: Die Zwischenresultate wurden absichtlich nicht gerundet, obschon sie in dieser Form z. T. eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen.

Wie sich die einzelnen Korrekturen von scheinbarem Sonnendurchmesser, Sonnendeklination und Refraktion auf die gesuchte Zeit auswirken, zeigt Tabelle 1. Die jeweils richtigen Ausgangsdaten sind gelb umrahmt. <

Sonnendurchmesser	0.5°	0.525°	0.5°	0.5°	0.525°	0.525°
Deklination der Sonne	0°	0°	17.252°	0°	17.252°	17.252°
Refraktion korrigiert?	nein	nein	nein	ja	nein	ja
Berechnete Zeit (Sekunden)	80.6	83.8	82.8	82.0	86.0	88.9°

Tabelle 1: Auswirkungen der drei Korrekturen Sonnendurchmesser, Sonnendeklination und Refraktion auf die berechnete Zeit (unterste Zeile). Jede einzelne Korrektur (gelb umrahmt) vergrössert die berechnete Zeit. Alle zusammen bewirken ein Resultat mit nur 1.2 Prozent Fehler (hinterste Kolonne).

Quelle: Erich Laager