

Astronomische Zeitschrift

mit der Beilage

Wissenschaft und Technik.

Illustrierte Monatschrift

herausgegeben

von

Arthur Stenzel.

11. Jahrgang, 1917.

Mit 2 Abbildungen auf einer Tafel und 46 Abbildungen im Text.

hamburg

Verlag der Astronomischen Zeitschrift.

Abteilung C.

Aufsätze aus der Astronomie und verwandten Gebieten.

Zeitbestimmung mit dem Theodoliten.

Von Max Bailer.

Aus mannigfachen Anlässen kann das Problem der astronomischen Zeitbestimmung heutzutage gelegentlich, und nicht zumindeszt gerade im modernen Kriege, auch an den Nichtastronomen, namentlich an den Geometer und Techniker, herantreten. Demnach dürfte es nicht unnütz sein, eine Methode näher auszuführen, die, den instrumentellen Mitteln entsprechend, erfahrungsgemäß hinlänglich gute Resultate liefert.

Die astronomische Zeitbestimmung gründet sich auf die Beziehungen, die durch die Verhältnisse der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde zwischen dem Beobachterhandpunkt auf der Erde und dem Anblick des Fixsternhimmels für den gegebenen Zeitpunkt geschaffen werden, die für eben diesen Ort zu der bestimmten Zeit charakteristisch sind, und deren Zusammenhang derartig ist, daß aus der Kenntnis der Entfernungen aus dem bekannten Einen immer das unbekanntere Andere ermittelt werden kann.

Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes indessen durchaus überschreiten, wollten wir uns auf eine Erklärung der rein astronomischen Begriffe einlassen; vielmehr müssen wir uns begnügen, auf den Unterschied zwischen „Sternzeit“ und „mittlerer Sonnenzeit“ hinzuweisen, um etwaigen Irrtümern vorzubeugen.

Was will man nun eigentlich praktisch, wenn man eine „Zeitbestimmung“ vornimmt? Man will ermitteln, um wieviel eine gewisse Uhr gegen die Zeit, die sie angeben sollte, wenn sie richtig ginge, abweichend zeigt.

Ein konkretes Beispiel: Ein Reisender nimmt sich, bevor er von Wien abreist, auf den Urania die genaue mitteleuropäische Zeit (MEZ). Nun fährt er weit gen Osten. Bald ist es warm im Wagen, bald kalt. Der Zug rattert. Tag und Nacht geht die Fahrt durch fünfzig, sechzig Stunden fort. Bald trägt er die Uhr in der Tasche, bald legt er sie ins Gepäck. Wenn er nun endlich an seinem Ziele angelangt ist und auf die Uhr sieht, so zeigt sie eine Zeit, die mit der richtigen gewiß nicht übereinstimmt, und er kann nicht ohne weiteres wissen, um wieviel etwa die Uhr falsch zeigt; denn aus der veränderten geographischen Position erwachsen geänderte Beziehungen zwischen Sonnenstand und Uhrzeit.

Wenn eine telefonische oder telegraphische Mittagssignalübermittlung der Zeit, letzterhand von irgendeiner Sternwarte her, nicht möglich ist, so kann der Uhrstand nicht kontrolliert werden, und auch der Vergleich der Uhr mit anderen Taschenuhren ist unnütz, da deren Gang nicht bekannt ist.

In diesem Falle, wenn eine genaue Kenntnis der Zeit auf Sekunden erforderlich wird, bleibt nichts übrig, als aus dem falschen Uhrstand durch die astronomischen Methoden den richtigen und wahren abzuleiten. Und dazu bedarf man lediglich eines Theodoliten und eines astronomischen Jahrbuchs oder astronomisch-nautischer Ephemeriden, sofern man die geographische Position des Beobachtungsortes hinreichend genau kennt. Ohne diese Kenntnis wird die Arbeit freilich illusorisch, indem sie dem Versuch, eine Unbekannte aus einer zweiten Unbekannten zu berechnen, gleichkommt.

Der Weg der astronomischen Zeitbestimmung der Theorie nach ist kurz folgender:

Aus der Ephemeride ist für jeden Tag des Jahres direkt zu entnehmen: die Sternzeit im Greenwicher mittleren Mittag.

Um aus der Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittag die entsprechende Sternzeit für den mittleren Mittag in einem anderen Meridian abzuleiten, hat man die erste für je $15^\circ = 1^h$ Unterschied in der geographischen Länge um 9.8565 Sekunden Sternzeit zu korrigieren, und zwar positiv (+) für westliche Länge, negativ (−) für östliche Länge von Greenwich.

So erhält man: die Sternzeit im mittleren Mittag des Beobachtungsortes.

Was bedeutet nun diese Kenntnis für unseren Zweck?

Die erhaltene Zeitzahl $x^h y^m z^s$ besagt, daß ein Stern, der eben diese Rektaszension hätte, im Moment des mittleren Mittags für den Ort der Beobachtung durch den Meridian des Beobachterhandpunktes geht.

Nun gibt es freilich vielleicht keinen solchen Stern, für den die genau zuträfe; allein das macht — da man ihn mittags doch nicht sehen könnte — durchaus nichts aus. Denn es ist klar, daß jeder andere Stern zu demselben Zweck dienlich sein muß, der aus beliebig gewählten nächtlichen Beobachtungsstunden den Meridian des Ortes passiert, sofern man nur seine Rektaszension kennt. Solche geeignete Sterne sind in hinreichender Zahl in den Ephemeriden mit allen nötigen Daten angeführt.

Da ein jeder Stern zu eben jener Sternzeit den Meridian des Ortes passiert, die gleich seiner Rektaszension (AR) ist, ergibt sich aus der Differenz „Rektaszension des Sternes“ minus „Sternzeit im mittleren Mittag“ die Zeitspanne, um welche der betreffende Stern nach Mittag durch den Meridian geht, in Sternzeitstunden, -minuten und -sekunden. Und dieser Zeitraum muß nur in „mittlere Sonnenzeit“ verwandelt werden, d. i. in die bürgerliche Zeit, die unsere Uhren zeigen, damit wir wissen, „wie spät“ der betreffende Stern durch den Meridian des Ortes geht. Für diese Umrechnung sind im Jahrbuch Tabellen enthalten.

Bringt man an diesen Wert, der, wohl bemerkt, „Ortszeit“ ist, sofern man die Uhr nächster nicht nach Ortszeit, sondern nach mitteleuropäischer Zeit richten will, die dazu erforderliche Korrektur an, so hat man endlich die Stunde, um welche der berechnete Stern den Meridian des Ortes nach MEZ passiert. Die Korrektur ist gleich dem Unterschied der geographischen Längen des Beobachtungsortes und des mitteleuropäischen Meridians (15° östlicher Länge von Greenwich) und ist negativ für östliche, positiv für westliche Gebiete.

Und nun wird die Meridianpassage des also berechneten Gestirns mit einem dazu geeigneten Instrument beobachtet und das, was die Uhr im dem Augenblicke zeigt, notiert.

Vorausgesetzt, es würde diese eine Beobachtung durch keine wie immer entstandenen Fehler in ihrer vollkommenen Genauigkeit beeinträchtigt, so wäre die Aufgabe gelöst, indem die Differenz zwischen der berechneten Zeit der Sternpassage und derjenigen, die die Uhr zeigt, eben angibt, um wieviel und in welchem Sinne die Uhr falsch zeigte.

In der Praxis fängt aber, nach den vorstehend angeführten Rechnungen, die Arbeit erst recht an. Eine Zeitbestimmung mit dem Theodoliten erfordert das erstmal in der Lat etwa fünf Stunden Vorbereitung, eine Stunde Beobachtungszeit und zwanzig Minuten Auswertung des Resultats, selbst wenn alles glatt vollzogen geht.

Nach der vorstehenden theoretischen Ableitung wollen wir jetzt ein praktisches Beispiel vollständig durchzuführen:

Am 13. September 1916 sollte in Krems eine Zeitbestimmung gemacht werden. Zur Verfügung standen: ein gewöhnlicher Repektionstheodolit nebst zwei Stoppuhren, ein Exemplar von Dr. Bischoffs „Astronomisch-nautischen Ephemeriden“ für 1916 und eine Logarithmentafel. Nebenbei war das Blatt „Krems“ der österreichischen Spezialkarte 1:75 000 vorhanden. Als Ort zur Beobachtung wurde der Abblotungsstein Nr. 16 der Donauregulierung am Donaudamm gewählt.

Zuvörderst galt es, die geographische Länge dieses fixen Punktes möglichst genau festzulegen. Dies wurde dadurch in dem gegebenen Falle am besten erreicht, daß aus der Spezialkarte die geographische Länge der Donaubrücke durch Interpolation im Anschluß an die am Kartentande aufgetragenen Bogenminuten auf ± 0.1 mm genau entnommen wurde, worauf der Stein Nr. 16 mit dem Meßbande seinerseits an die Brücke angegeschlossen wurde.

Bedenkt man, daß die Zuverlässigkeit der Karte kaum ± 0.2 mm übersteigt, welche Unsicherheit durch den Fehler beim Interpolieren auf ± 0.3 mm erhöht wird, ferner, daß die mit Meßband gemessenen Strecken auch nur mit etwa 1% Schwankung ermittelt werden können, so ergibt sich, daß 0.1 mm bei 1:75 000 bereits $7\frac{1}{2}$ m in Wirklichkeit darstellt, eine Unsicherheit in der geographischen Länge des Fixpunktes zu $\pm 2\frac{1}{2}$ m plus etwa ± 5 m Meßbandfehler. Im ganzen konnte also die Länge des Punktes nur auf rund ± 30 m genau in Länge festgelegt werden.

