Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 42 (1984)
Heft: 201

Artikel: Einsatz von Quarz-Sternuhren für den Astroamateur
Autor: Martinides, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899273

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: 04.12.2025

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

Einsatz von Quarz-Sternuhren für den Astroamateur

M. MARTINIDES

Mit Hilfe einer Sternuhr kann der Stundenwinkel eines Sterns ganz leicht bestimmt werden (Sternzeit - Rektaszension = Stundenwinkel). Der Bau und die praktische Erprobung der Uhr haben sich als voller Erfolg herausgestellt. Die Stabilität ist an der Sternwarte Schaffhausen während 4 Jahren getestet worden.

Vorgeschichte

Eigentlich besitzt die Sternwarte in Schaffhausen schon seit gut 20 Jahren eine mechanische Sternuhr mit Pendel. Bedingt durch die relativ grosse Abweichung (ca. 1 Min. pro Woche) wurde sie eigentlich nur sehr selten für die Positionierung des Fernrohrs benutzt. Die ständige Korrektur der Uhr war einfach zu aufwendig und unpraktisch.

Das Auffinden von lichtstarken Objekten war noch relativ leicht. Nach dem Einstellen der Deklination des Objektes änderte man den Stundenwinkel, bis das Objekt gefunden war. Lichtschwache Nebel wurden so gar nicht oder nur durch Zufall aufgefunden. An öffentlichen Vorführungsabenden verzichtete man daher grundsätzlich auf lichtschwache Nebel, weil der Zeitaufwand zum Suchen viel zu gross war.

Bau einer Quarzuhr

Quarzuhren gibt es schon seit ca. 50 Jahren. Einst waren sie die stabilsten Zeitnormale, deren Abweichung kleiner als eine hundertstel Sekunde pro Jahr betrug. Heute sind sie durch Caesium-Atomuhren verdrängt worden, deren Genauigkeit noch wesentlich besser ist. Für Amateure und Kleinsternwarten waren Quarzuhren bis vor 10 Jahren meist zu teuer. Die Fortschritte in der Elektronik, bezüglich Integration von komplexen Schaltungen auf einem Chip, haben zu einer Vereinfachung und starken Preissenkung von Uhren geführt. So ist die mechanische Uhr praktisch vollständig verschwunden. Die analogen Anzeigen wurden durch digitale verdrängt.

So entschloss ich mich vor 4 Jahren, eine Sternuhr zu entwickeln, die nicht mehr als 200 Franken kosten durfte und deren Genauigkeit um einen Faktor 100 besser sein sollte als die ursprüngliche mechanische Uhr. Die Kontrolle und Einstellung der Uhr erfolgte mit einem für den Rechner TI 58/59 entwickelten Programm. Dieses Programm berechnet aus geographischer Länge, Datum, Weltzeit und Herbstanfang (bezogen auf die *mittlere Sonne)* die Sternzeit. Die Uhr erfüllt seit dieser Zeit ihren Dienst bestens und hat es ermöglicht, dass ein Auffinden eines jeden Objektes in kürzester Zeit möglich geworden ist. Diese erste Uhr war leider noch nicht portabel. Sie benötigte einen 220 V-Anschluss. Dies ist für einen Betrieb in einer Sternwarte nicht entscheidend, da diese meistens über einen Netzanschluss verfügt.

Durch die Anschaffung eines portablen Celestron-C8 sowie einer Schmidt-Kamera an der Sternwarte Schaffhausen sollte eine portable Uhr mit Gangreserve für den Transport sowie einem Betrieb an der Autobatterie erweitert werden,

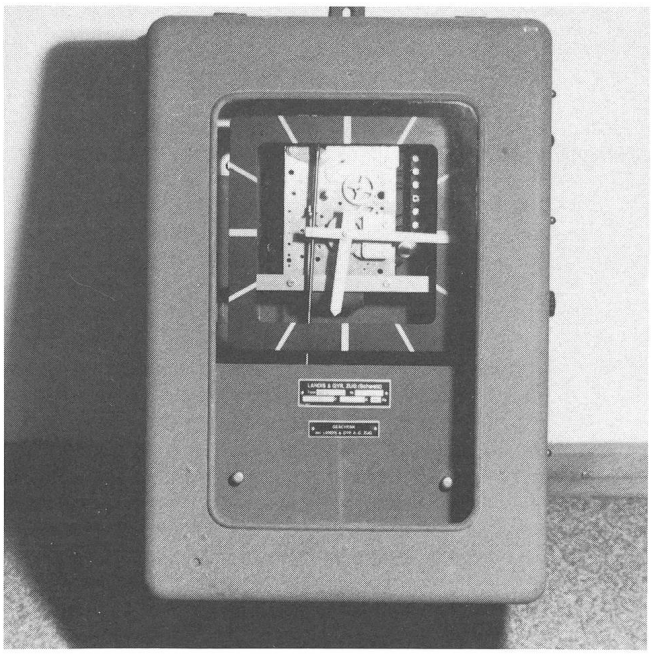

Abb. 1: Ehemalige Sternuhr der Sternwarte Schaffhausen.

Abb. 2: Digitale Sternuhr mit Quarzbasis.

die aber gleichzeitig auch noch einen Netzanschluss besitzt. (Interessierten Amateurastronomen kann ich eine solche Uhr zusammen mit TI 58/59 Software für das exakte Einjustieren der Uhr liefern.)

Die Mobilität des Astroamateurs spielt heute eine immer grössere Rolle, da das Fremdlicht in den Städten die feinen Gasnebel und Galaxien immer mehr zum «Verschwinden»

gebracht hat, vor allem wenn man mit lichtstarken Schmidt-Kameras arbeitet. Für Astroaufnahmen sehr schwacher Nebel ist eine genaue Positionierung des Fernrohres unerlässlich. Dies lässt sich mit einer Sternuhr schnell und präzise erreichen.

Wie funktioniert eine Quarzuhr?
Es sollen hier keine technischen Details erläutert werden. Am besten vergleichen wir die verschiedenen Einheiten einer klassischen mechanischen Uhr mit einer modernen Quarzuhr.

Einheit	mech. Uhr	digitale, elektronische Quarzuhr
Energiespender	Feder	Batterie
Schwingungs-normal	Unruh, Pendel	Quarzschwinger
Untersetzung	Zahnräder	Flip-Flop-Schaltung
Anzeige	Zeiger	Leuchtdioden, Flüssigkristall

Das Hauptelement, der Quarz, ist das Gegenstück zum Pendel. Dieser ist verantwortlich für die Ganggenauigkeit der Uhr. Die Eigenschaften von Quarzen (Siliziumoxyd) wurden erstmals 1922 von CADY nachgewiesen. 1927 entstand in den Bell-Laboratorien USA die erste Quarzuhr. Quarze sind im Prinzip Bergkristalle, die in bestimmten Richtungen in dünne Plättchen zerschnitten werden und mit entsprechenden Anschlusselektroden versehen sind.

Die Reinheit und Homogenität des Kristallgitters, die Schnittrichtung gegenüber der Gitterorientierung und die mechanische Befestigung der Elektroden geben dem Quarz die charakteristischen Eigenschaften. Man beeinflusst damit die Schwingungsart (Dickenscherer, Flächenscherer, Dehner, Breitenbieger, Duplex-Dickenbieger und Bieger), die Frequenz-Temperaturabhängigkeit und die Alterungseigenschaften des Quarzes. Schliesslich sind Quarze Resonatoren, die den sogenannten Piezoeffekt ausnutzen. Was versteht man unter dem Piezoeffekt? Deformiert man ein Quarzplättchen mechanisch, so ergeben sich Verschiebungen von Ladungen, die an zwei Elektroden Spannung entstehen lassen.

Umgekehrt erzeugt eine von aussen angelegte Spannung an den Elektroden eine Deformation. Diese Eigenschaft kann ausgenützt werden für eine elektromechanische Oszillation. Die Reibungsverluste sind gering und die Güte des Schwingkreises entsprechend gross (Abb. 3 / Abb. 4).

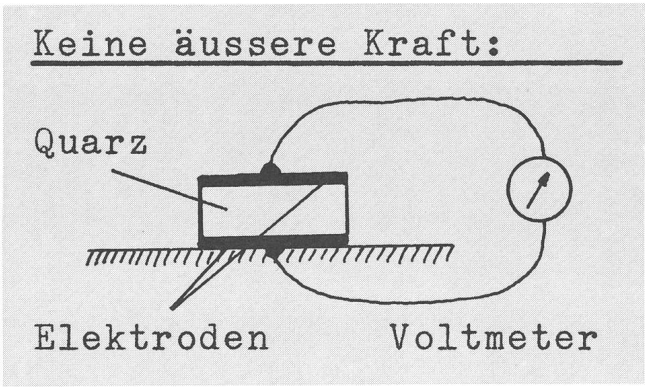

Abb. 3: In dieser Versuchsanordnung zeigt das Voltmeter keinen Ausschlag.

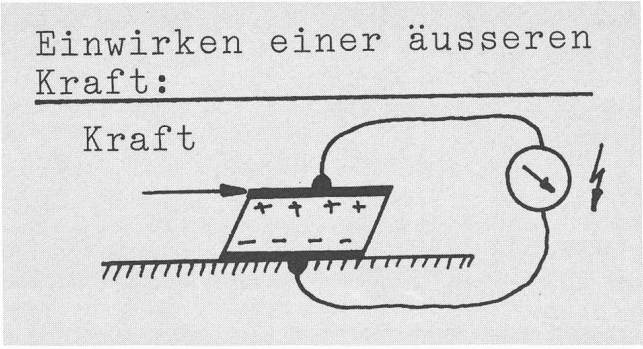

Abb. 4: In dieser Versuchsanordnung zeigt das Voltmeter einen Ausschlag. Im Extremfall kommt es zur Funkenentladung (techn. Anwendung: Piezofeuerzeug).

Was zeichnet Quarze aus?

f_0 = Frequenz des Quarzes bei definierten Standardbedingungen
f = Frequenz des Quarzes bei Testbedingungen
Δf = $f - f_0$ Abweichung

$$e = \frac{\Delta f}{f_0} \text{ auf } f_0 \text{ normierte Abweichung}$$

(Angabe in ppm: part per million)
a, b, c, d, D: Quarzkonstanten
T = Temperatur
T_0 = Wendepunkttemperatur
T_1 = Inflektionstemperatur
B = Betriebsdauer des Quarzes

(1 ppm entspricht einer Gangungenauigkeit der Uhr von 0,6 sec in einer Woche)

I. Alterung:
Durch den Betrieb des Quarzes sowie durch Umwelteinflüsse ergeben sich geringe Änderungen der Schwingfrequenz, die

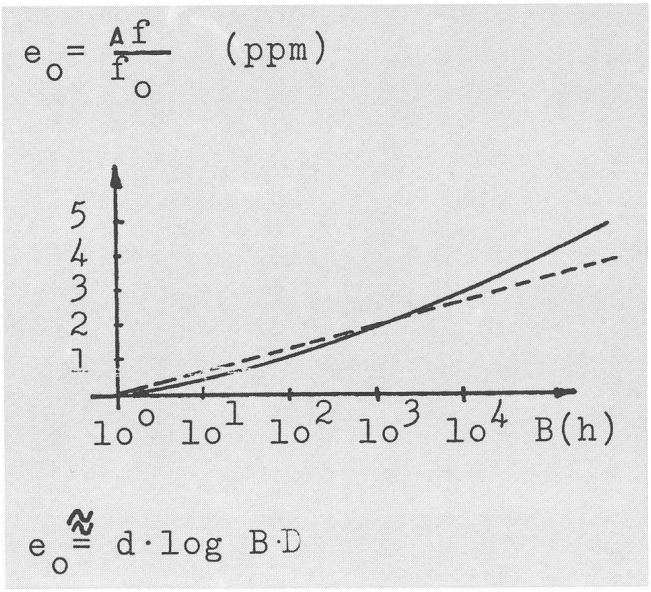

Abb. 5: Die Alterung zeigt einen annähernd logarithmischen Verlauf.

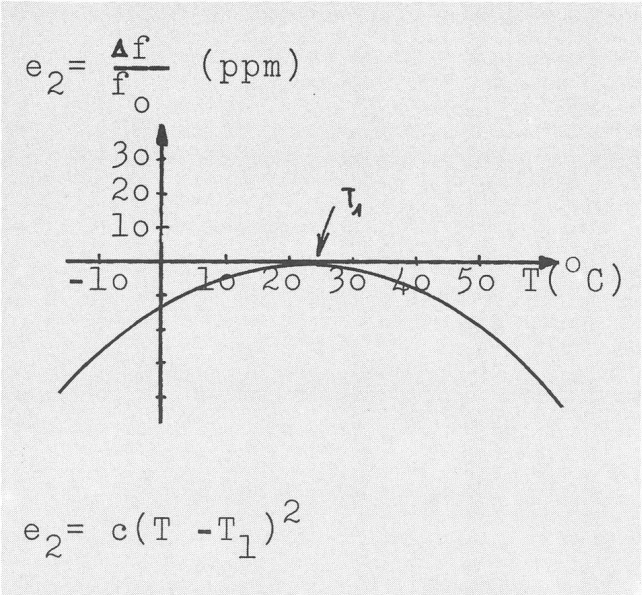

Abb. 6: Parabelförmiges Verhalten.

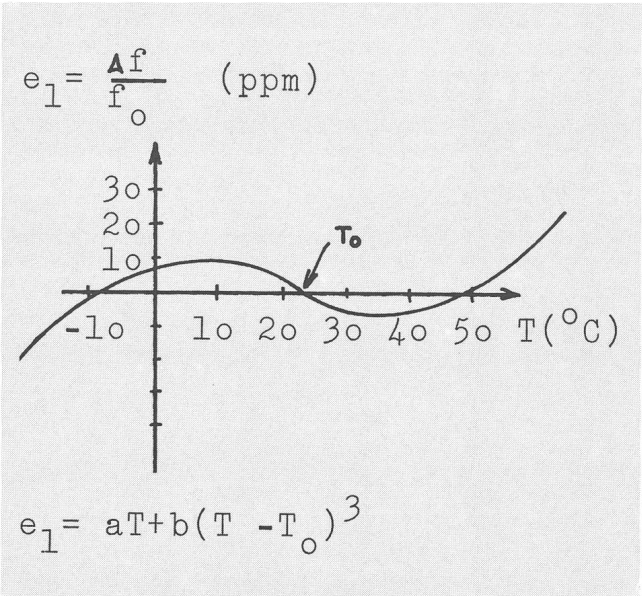

Abb. 7: Kubisch-parabelförmiges Verhalten.

sich natürlich in der Genauigkeit der Sternuhr über Jahre hinaus äussern. Zum Glück nimmt die Alterung mit zunehmenden Betriebsjahren ab, bis sie schliesslich vernachlässigbar wird (Abb. 5).

II. Temperaturverhalten:
Betreibt man Quarze nicht auf konstanter Temperatur, so muss man die Frequenz-Temperatur-Kennlinie berücksichtigen. Man unterscheidet parabelförmiges Verhalten, zum Beispiel JT, X + 5, NT, XY-Schnitt und kubisch-parabelförmiges Verhalten, zum Beispiel AT-Schnitt (Abb. 6 / Abb. 7). T_0, T_1, a, b und c lassen sich in gewissen Grenzen variieren. Im wesentlichen hat der Schnittwinkel einen Einfluss auf diese Grössen. Um eine gleichbleibende Qualität der Quarze zu erreichen, muss der Quarzhersteller den Schnittwinkel auf eine Bogenminute genau einhalten gegenüber der Kristallgitterorientierung.

III. Einflüsse der Quarzbelastung
Die Schwingfrequenz ist von der Schwingungsamplitude des Quarzes abhängig. Eine zu grosse Amplitude kann sogar zu einer Zerstörung des Quarzes führen.

Die normierte Abweichung beträgt: 0 . . . 5 ppm.

Wahl eines geeigneten Quarzes
Für den Betrieb einer Sternuhr ohne Thermostat eignet sich vorzüglich ein AT-Schnitt Dickenscherer-Quarz.

Seine günstigen Alterungseigenschaften sowie seine minimale Frequenzabhängigkeit bezüglich der Umgebungstemperatur im Bereich von −20 . . . +70°C geben ihm gewisse Vorzüge, die ihn für hochstabile Oszillatoren geeignet erscheinen lassen (Abb. 7). Die Abweichungen bleiben kleiner als ±10 ppm im ungünstigsten Betriebsfall. Wählt man T_0 am geeigneten Ort, so lässt sich im weiteren erreichen, dass die sich von der Umgebungstemperatur ergebenden Fehler der Uhr über das ganze Jahr ausgleichen.

Die Uhr läuft dann im Sommer etwas zu langsam, dafür im Winter etwas zu schnell, was sich im Mittel aber gerade ausgleicht (siehe Abb. 7). Die maximale Abweichung der Uhr wird kaum eine Minute überschreiten.

Der Positionierungsfehler am Fernrohr bleibt somit kleiner als ± ¼°.

Adresse des Verfassers:
M. Martinides, Flurlingerweg 38, 8212 Neuhausen.
Tel. 053/2 11 89 (Anfragen bezüglich Quarzuhren abends ab 19 Uhr).

Literatur:
- Elektronik aktuell Nr. 1 / 2 1975, «Quarze aus Berlin»
- Techn. Unterlagen Quarz AG Zürich