

# Einsatz von Quarz-Sternuhren für den Astroamateur

Autor(en): **Martinides, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **42 (1984)**

Heft 201

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899273>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# 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 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,

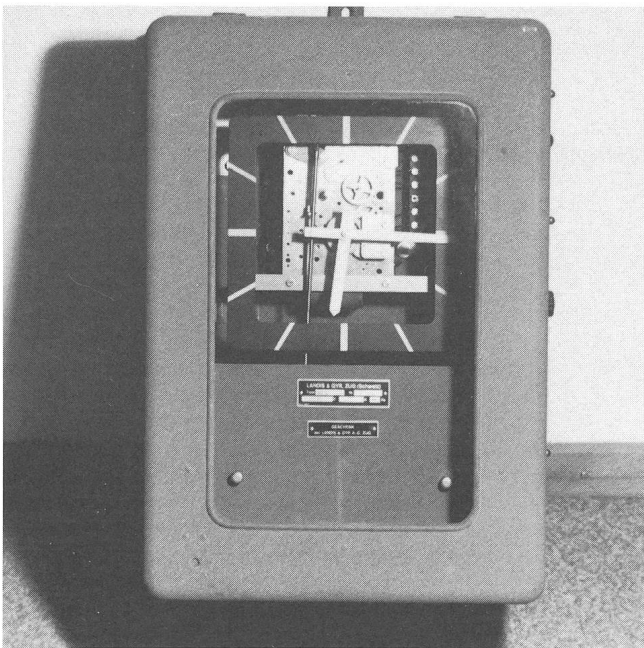


Abb. 1: Ehemalige Sternuhr der Sternwarte Schaffhausen.



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 Astroatnahmen 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
Schwingungsnormal	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 Schnitttrichtung 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).

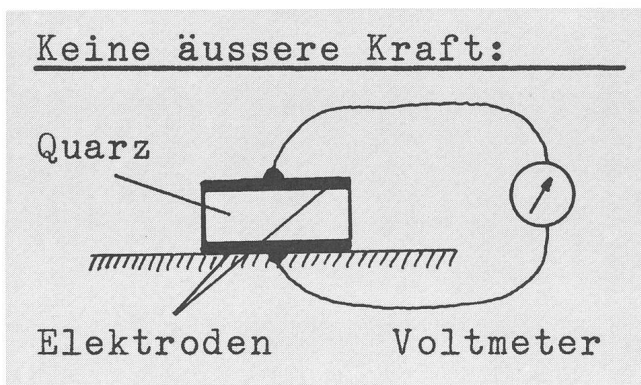


Abb. 3: In dieser Versuchsanordnung zeigt das Voltmeter keinen Ausschlag.

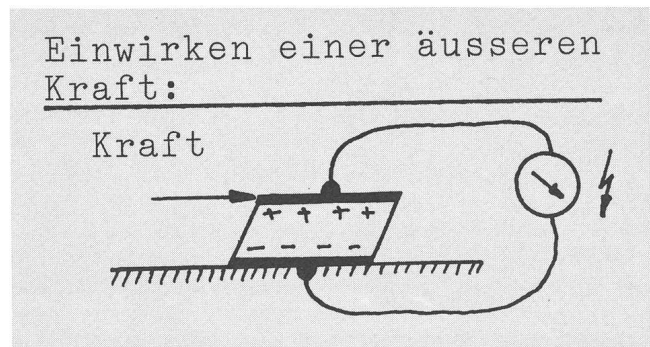


Abb. 4: In dieser Versuchsanordnung zeigt das Voltmeter einen Ausschlag. Im Extremfall kommt es zur Funkenentladung (techn. Anwendung: Piezofeuzeug).

**Was zeichnet Quarze aus?**

$f_0$  = Frequenz des Quarzes bei definierten Standardbedingungen

$f$  = Frequenz des Quarzes bei Testbedingungen

$\Delta f$  =  $f - f_0$  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)

**1. Alterung:**

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

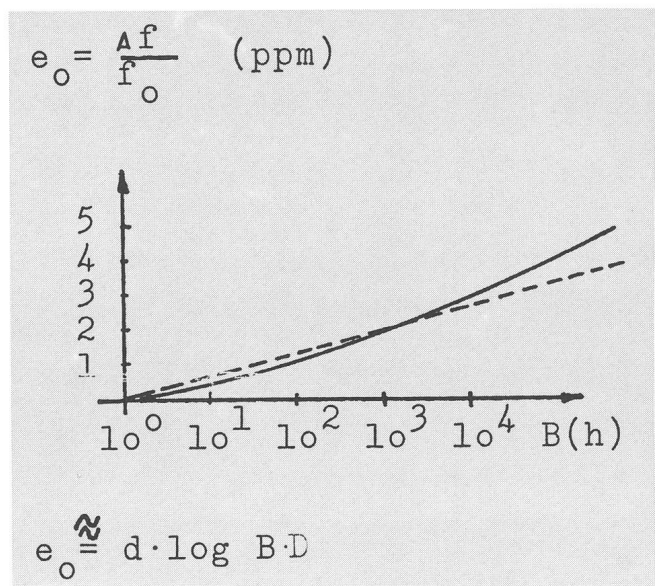


Abb. 5: Die Alterung zeigt einen annähernd logarithmischen Verlauf.

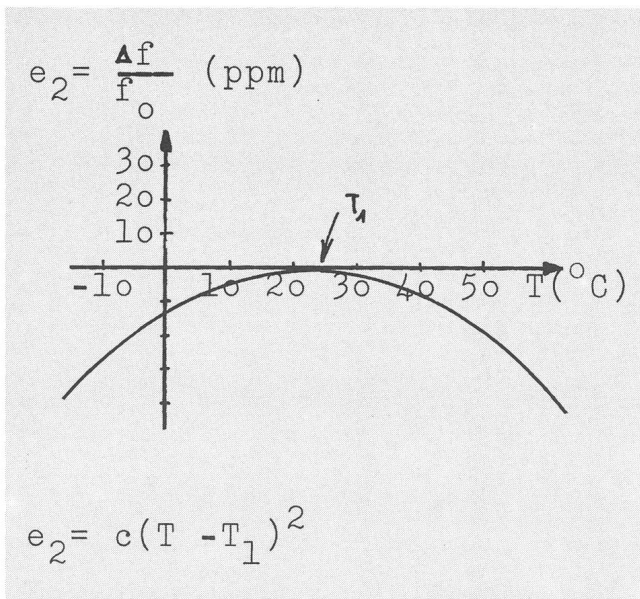


Abb. 6: Parabelförmiges Verhalten.

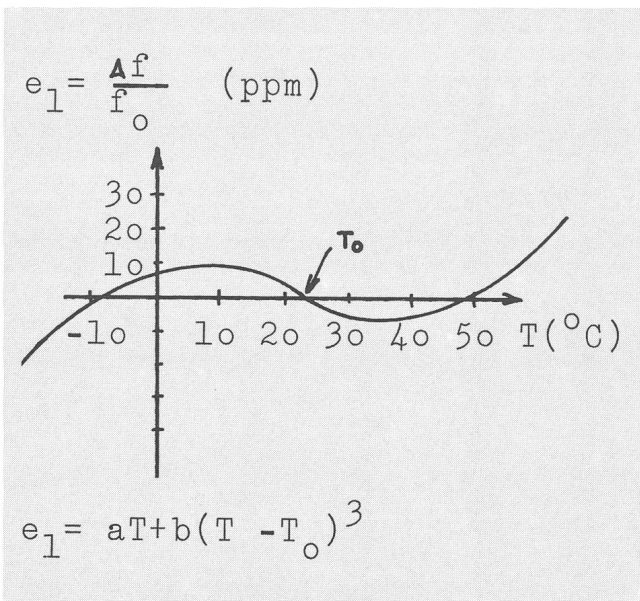


Abb. 7: Kubisch-parabelförmiges Verhalten.

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 Dickenschere-Quarz.

Seine günstigen Alterungseigenschaften sowie seine minimale Frequenzabhängigkeit bezüglich der Umgebungstemperatur im Bereich von  $-20 \dots +70^\circ\text{C}$  geben ihm gewisse Vorzüge, die ihn für hochstabile Oszillatoren geeignet erscheinen lassen (Abb. 7). Die Abweichungen bleiben kleiner als  $\pm 10$  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  $\pm 1/4^\circ$ .

**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