

Werk

Jahr: 1936

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:12

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0012

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0012

LOG Id: LOG_0008

LOG Titel: Quarzuhren

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

mit dem statischen Schweremesser durch einfache Meßreihen erhält, die an Punkte erster Ordnung (möglichst doppelt, am Anfang und am Ende jeder Meßreihe) angeschlossen werden. Die Kosten eines Punktes zweiter Ordnung betragen etwa 15 bis 20 RM.

Detailvermessungen an besonderen geologischen Objekten, ebenso Drehwaagemessungen, können dann an die Punkte erster und zweiter Ordnung angeschlossen werden.

Anmerkung: Nachdem die Entwicklung des statischen Schweremessers in dem vierfachen vollständigen Feldinstrument zu einer hinreichenden Vervollkommnung geführt hat, haben die Askania-Werke, Berlin-Friedenau, den fabrikmäßigen Bau des Instruments übernommen, und stellen sowohl Instrumente her für Messungen auf festem Lande als auch Instrumente für Messungen auf fahrenden Schiffen (vgl. Zeitschr. f. Geophys. 1935, Heft 1/2), wobei der technische Bau erheblich verbessert wird.

Quarzuhren

Bericht von **W. Uhnk** in Potsdam

Angaben über den grundsätzlichen Aufbau einer Quarzuhr. Die Untersuchung der inneren Genauigkeit hat die Überlegenheit über beste Pendeluhren gezeigt. Die Untersuchung der äußeren Genauigkeit hat einen Effekt geliefert, der wohl durch eine Ungleichförmigkeit der Erdrotation hervorgerufen sein kann.

Auf allen Gebieten der Meßtechnik ist in den letzten Jahren eine immer weiter getriebene Genauigkeit erstrebt und zum Teil erreicht worden. Die Zeitmessung hatte nicht immer mit den Fortschritten auf anderen Gebieten Schritt halten können. Einmal lag das daran, daß naturgemäß astronomische Zeitbestimmungen nur eine Genauigkeit von höchstens 0.01^s haben können und daß andererseits eine Häufung von Zeitbestimmungen zur Steigerung der Genauigkeit nur dann Zweck hat, wenn die so erhaltene höhere Genauigkeit über Schlechtwetterperioden hinweg mit einer Uhr festgehalten werden kann. Deshalb haben sich die Bestrebungen, die Genauigkeit der Zeitmessung zu steigern, auf die Verbesserung der Uhren gerichtet. Die beachtenswerten Erfolge in der Verbesserung der Pendeluhren (Shortt, Schuler) werden jedoch noch übertroffen durch die von Scheibe und Adelsberger in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entwickelten Quarzuhren*). Das Geodätische Institut Potsdam hat auf Veranlassung seines Direktors E. Kohlschütter in eigener Werkstatt vier solcher Uhren nach Scheibe und Adelsberger gebaut, von denen zwei seit April 1934 in Betrieb

*) A. Scheibe u. U. Adelsberger: Die technischen Einrichtungen der Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Hochfrequenztechnik und Elektroakustik **43**, 37—47, 1934.

sind, während die beiden anderen gerade jetzt fertiggestellt worden sind. Im folgenden soll kurz über die Erfahrungen mit den beiden ersten Uhren des Geodätischen Instituts und über ihre Genauigkeit berichtet werden.

Der wesentlichste Teil einer Quarzuhr ist ein quarzgesteuerter Röhrensender. Der stabförmige Steuerquarz wird durch geeignete Elektroden in seiner zweiten longitudinalen Eigenschwingung von 60000 Hertz erregt. Die Temperaturabhängigkeit der gewählten Quarzform ist bei etwa 36° C praktisch gleich Null, weil die Temperatur/Frequenzkurve hier ein flaches Maximum hat. Der Quarz wird daher in einem Thermostaten mit einer Genauigkeit von $\pm 0.002^\circ$ C auf 36° gehalten, so daß thermische Einflüsse nicht mehr merklich werden können. Die von dem Steuersender gelieferte Energie des Anodenschwingungskreises wird einem auf dieselbe Frequenz abgestimmten zweistufigen Verstärker zugeführt. Diese hohe Frequenz ist zur technischen Verwendung nicht geeignet. Deshalb sind drei Frequenzteilerstufen angekoppelt, die mit den Untersetzungsverhältnissen 6:1, 10:1, 4 bzw. 2:1 nacheinander die Frequenzen 10000, 1000, 250 bzw. 500 Hertz erzeugen. Jede Frequenzteilerstufe besteht im Prinzip aus einem induktiv rückgekoppelten Röhrensender. Das Gitter der Röhre liegt in einem auf die hohe, zu teilende Frequenz abgestimmten Schwingungskreis, der Anodenkreis ist auf die gewünschte, kleinere Frequenz abgestimmt. Mit der Frequenz 250 bzw. 500 Hertz der letzten Stufe läßt sich über eine Koppelungsspule ein Synchronmotor treiben, der bei geeigneter Wahl der Polzahl alle 1^s oder 3^s einen Kontakt gibt. Es muß an dieser Stelle genügen, nur ganz kurz das Grundsätzliche im Aufbau der Quarzuhren erwähnt zu haben.

Die im Geodätischen Institut durchgeführten Genauigkeitsuntersuchungen erstrecken sich auf die durch Vergleichung von zwei Uhren ermöglichte Bestimmung der inneren Genauigkeit der Uhrangaben, unabhängig von astronomischen Zeitbestimmungen, auf den Vergleich ebenso bearbeiteter Uhrangaben vorzüglicher Pendeluhren und auf die Bearbeitung längerer Zeiträume mit jeder Uhr einzeln, aus der sich die äußere Genauigkeit hätte ergeben sollen.

Als Maß für die Gangleistung einer Uhr wird die mittlere tägliche zufällige Gangschwankung δ benutzt. Diese Größe läßt sich unabhängig von Zeitbestimmungen aus den Standunterschieden von zwei etwa gleichwertigen Uhren ermitteln. Für die Quarzuhren des Geodätischen Instituts fand sich im Mittel

$$\delta_Q = \pm 0.00085^s.$$

Für zwei Pendeluhren, die als besonders leistungsfähig und für eine besonders günstige Zeit ausgewählt wurden, fand sich

$$\delta_P = \pm 0.0021^s.$$

Ein weiterer Genauigkeitsvergleich zwischen Quarz- und Pendeluhren wurde in folgender Weise durchgeführt. Es wurden Dekadenmittel der Standdifferenzen von je 2 Quarz- und Pendeluhren gebildet und diese nach einem Ansatz von der Form

$$U_1 - U_2 = a_0 + (y_1 - y_2) t + (c_1 - c_2) t^2$$

ausgeglichen, wobei t die Zeit, \bar{U} die Uhrstände, g die Gänge und c die Gangänderungen bedeuten. Für die Quarzuhren ergab sich, daß innerhalb 150 Tagen die übrig bleibenden Fehler der Ausgleichung im Höchstfall 0.014^s erreichen, während im besonders ausgesuchten günstigsten Fall innerhalb 140 Tagen der größte Restfehler bei den Pendeluhrn 0.040^s beträgt. Auch sind die Fehler bei den Pendeluhrn wesentlich unregelmäßiger.

Da sich die Standdifferenzen für längere Zeiträume sehr eng ausgleichenden Parabeln anschließen, sollte man erwarten, daß dies für die Stände der Uhren einzeln ebenfalls der Fall ist, so weit die Uhrstände nicht durch die Fehler in den Zeitbestimmungen selbst entstellt sind. Um den Einfluß der einzelnen Zeitbestimmungen herabzudrücken, sind deswegen die aus kurzen Ausgleichungen erhaltenen täglichen Uhrstände wiederum zu Dekadenmitteln zusammengefaßt worden. Als Ergebnis fand sich übereinstimmend für beide Quarzuhren, daß gegenüber einer ausgleichenden Parabel folgende „Fehler“ übrigbleiben:

| | | | |
|-----------|-----------------------|------------|------------------------|
| 1934: Mai | 2 + 0.25 ^s | 1934: Dez. | 28 + 0.10 ^s |
| Juni | 1 + 3 | 1935: Jan. | 27 + 14 |
| Juli | 1 — 15 | Febr. | 26 + 17 |
| Juli | 31 — 20 | März | 28 + 10 |
| Aug. | 30 — 16 | April | 27 + 2 |
| Sept. | 29 — 9 | Mai | 27 — 9 |
| Okt. | 29 — 2 | Juni | 26 — 22 |
| Nov. | 28 + 3 | | |

Eine entsprechende Bearbeitung der Quarzuhrgänge nach etwas anderen Gesichtspunkten ergab, ebenfalls für beide Quarzuhren übereinstimmend, daß die Gänge gegenüber einer ausgleichenden Geraden die „Fehler“ übriglassen:

| | | | |
|-----------|-----------------|------------|-----------------|
| 1934: Mai | 15 — 0,0045 s/d | 1934: Dez. | 11 + 0.0022 s/d |
| Juni | 14 — 36 | 1935: Jan. | 10 + 11 |
| Juli | 14 — 3 | Febr. | 9 + 4 |
| Aug. | 13 + 32 | März | 11 — 28 |
| Sept. | 12 + 35 | April | 10 — 32 |
| Okt. | 12 + 31 | Mai | 10 — 43 |
| Nov. | 11 + 18 | Juni | 9 — 47 |

Man überzeugt sich leicht, daß mit beiden Angaben sachlich dasselbe ausgedrückt ist.

Es ist nun ohne weiteres klar, daß die übrigbleibenden „Fehler“ der Uhrstände oder der Uhrgänge nicht durch die Zeitbestimmungen erklärt werden können. Da beide Uhren dasselbe Ergebnis liefern, kann die Erklärung nicht in den Uhren gesucht werden, weil Temperatureinflüsse nach den oben gemachten Ausführungen nicht in Frage kommen können. Es ist kaum eine andere Deutung möglich, als daß die gefundenen „Fehler“ durch eine Ungleichmäßigkeit in der Erdrotation*) hervorgerufen wird. Wenn auch in diesem Fall die maximale

*) J. Jackson: Shortt Clocks and the Earth's Rotation. Monthly Notices 89, 239ff., 1929.

tägliche Änderung der Rotationsgeschwindigkeit nur 0.00025^s betragen würde (etwa im Juli 1934), so summieren sich doch diese Gangänderungen zu Standfehlern von 0.2^s bis 0.3^s auf. — Es sei noch kurz darauf hingewiesen, daß die wegen der Polhöenschwankungen anzubringenden Stand- bzw. Gangkorrekturen bei weitem nicht ausreichen, um den gefundenen Effekt zu erklären.

Es kann jedenfalls als sicher gelten, daß die Gangleistungen der Quarzuhren Effekte aufzufinden gestatten, die bisher durch die Gangschwankungen auch der besten Pendeluhren fast stets verdeckt worden sind. Damit ist ein ganz wesentlicher Fortschritt in der Zeitmessung erzielt worden, der z. B. schon den praktischen Nutzen gebracht hat, daß die Beobachtungszeit für die Pendelmessungen zur geophysikalischen Reichsaufnahme ohne Einbuße an Genauigkeit wesentlich verkürzt werden konnte. — Wegen Einzelheiten muß auf einen ausführlichen in den Astronomischen Nachrichten Nr. 6167/68 soeben erschienenen Aufsatz von Pavel und Uthink verwiesen werden.

Potsdam, den 20. Dezember 1935.

Die potentialtheoretischen Grundlagen der Lehre von der Isostasie

Von **F. Hopfner**, Wien

Bemerkungen zu einigen in letzter Zeit erhobenen Einwänden und Schlüsse auf die Massenkompensation in der Erdkruste auf Grund der Verteilung der Undulationen nach Ackerl und Hirvonen.

1. Ackerls Darstellung der Schwerkraftwerte durch eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe ist allgemein bekannt. Meines Wissens ist gegen die Existenz dieser Entwicklung keinerlei Einwand erhoben worden, obwohl Ackerl mit dieser Entwicklung eine nichtharmonische Funktion durch eine Reihe von harmonischen Funktionen darstellte. Vergegenwärtigen wir uns die Entstehung der Entwicklung. Ihr liegen die Randwerte der Schwerkraftbeschleunigung am Geoid zugrunde, also die Werte einer Funktion, die als Ortsfunktion am Geoid nicht harmonisch ist. Von diesen Randwerten kann vorausgesetzt werden, daß sie jene Bedingungen erfüllen, die zur Darstellung der Funktionswerte durch eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe hinreichen. Was leistet die Reihe? Sie stellt die Schwerkraftwerte am Geoid interpolatorisch dar; niemand wird von dieser Darstellung fordern, daß sie auch die Poissonsche Gleichung erfülle, obzwar wir wissen, daß die Schwerkraftbeschleunigung als Ortsfunktion am Geoid jene Gleichung überall im Erdinnern — von den Unstetigkeitsstellen der Dichte abgesehen — befriedigt.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß auch gegen eine solche interpolatorische Darstellung jener Randwerte kein Einwand erhoben werden könnte, die die