

zeiten der Zeitsignale werden daher zweckmäßiger die Ausgangszeiten verwendet, d. h. die Uhrstände der Signalhauptuhren, deren Kontakte die Punkt- und Strichanfänge des Signals geben. Die Signale werden wie bisher automatisch registriert und hierbei täglich die Verzögerungen bestimmt. Aus dem Unterschied zwischen Ausgangs- und Empfangszeit wird nach Abzug der Aufnahmeverzögerung der Betrag der Leitungsverzögerung ermittelt, dessen Monatsmittel an die Ausgangszeit, d. h. den Stand der Signalhauptuhren angebracht wird.

Es ist hier am Platze, einige weitere Angaben über die Genauigkeit der Übertragung der Quarzuhrenkontakte, der Anschlüsse zwischen Quarzuhren und Zeitbestimmungen bzw. Zeitsignalaufnahmen, und über die zu erwartenden m. F. der endgültigen Verbesserungen zu machen. Aus dem Unterschied der abgelesenen Streifenstände der Quarzuhren I u. III zu Beginn der Übertragung vom 28. September bis 17. Oktober (20 Tage) ergab sich nach Abzug eines systematischen Gangunterschiedes bei Ablesung von 20 Punkten der m. F. der Übertragung einer Uhr zu $0^{\circ}0012$, eine Wiederholung an anderen Stellen bestätigte im Mittel dieses Resultat. In diesem Fehler sind enthalten: Schwankungen der Quarzuhrenkontakte vor Eintritt in das Kabel, Schwankungen, verursacht durch die Kabelübertragung, und Schwankungen der Aufnahme durch die Seewarte, in der Fehler des Chronographen und der Ablesung enthalten sind. Da bis jetzt noch mit den alten Chronographen der Seewarte, meist mit Fußschen Spitzenchronographen (Papiergeschwindigkeit: $1^{\circ} = 1$ cm, Ablesung mit Glasskala und Lupe) gearbeitet wird, war von vornherein zu vermuten, daß der Hauptteil dieses Fehlers dem Chronographen und der Ablesung zuzuschreiben ist. Der Ablesefehler eines Punktes ist zu $0^{\circ}004 - 0^{\circ}005$ ermittelt worden, der m. F. eines Mittels aus 20 Punkten beträgt also etwa $0^{\circ}001$. Nach Abzug dieses Fehlers bleibt daher ein Rest für die Übertragung (einschließlich Schwankungen der Quarzuhr) von etwa $0^{\circ}0007$, d. h. die Übertragung der Quarzuhrenkontakte erfolgt einwandfrei.

Es bleibt noch übrig, den Versuch einer Abschätzung zu machen, wie weit der m. F. der endgültigen Verbesserungen im günstigsten Falle herabgedrückt werden kann. Dieser hängt von dem m. F. und der Anzahl der Zeitbestimmungen in einem gegebenen Zeitabschnitt und von der Gangkonstanz der Quarzuhren ab. Für die Verbesserungen der eigenen Signale kommt der Anschluß des von der Seewarte ausgehenden Signals (der Signalhauptuhren) über die vier Hauptuhren an die Quarzuhren hinzu und für die fremden Signale außerdem noch der Fehler der Aufnahme. Nimmt man an, daß für die Ausgleichungen, die zur Berechnung der endgültigen Verbesserungen führen, monatlich im Mittel 16 Zeitbestimmungen vorliegen und daß mit Rücksicht auf die große Gangkonstanz der Quarzuhren eine einzige mittlere Epoche der Zeitbestimmungen im Monat genügt, so folgt aus dem m. F. der Zeitbestimmungen für den m. F. einer endgültigen Verbesserung $0^{\circ}006$, der infolge des Übertragungs- und Anschlußfehlers von $0^{\circ}004$ zurzeit auf etwa $0^{\circ}007$ steigt. In Übereinstimmung hiermit wurde bei der Ausgleichung für die Welllängenvermessung ein m. F. eines Quarzuhrstandes von $0^{\circ}006$ gewonnen. Für die auswärtigen Signale kommt ferner der Aufnahmefehler von $0^{\circ}01$ hinzu, so daß für diese vorläufig etwa $0^{\circ}012$ als untere Grenze anzusehen ist. Wie in „AN 251, 158, Nr. 6010“, mitgeteilt ist, werden diese Werte von Greenwich für die Monate Januar bis Oktober 1933 erreicht, wohl weil hier eine ähnliche Methode der graphischen oder rechnerischen Ausgleich befolgt wird. Der m. F. der Verbesserungen der Deutschen

Seewarte für die Nauener Zeitzeichen kann allerdings erst dann tatsächlich ermittelt werden, wenn für diese die Verbesserungen anderer Stationen vorliegen.

Die Grenze der Steigerung der Genauigkeit der endgültigen Verbesserungen wird nach Erfindung der Quarzuhren daher wesentlich nur noch durch den m. F. der Zeitbestimmungen gezogen. Es bestand früher die Vermutung, daß diese Grenze durch die Atmosphäre gesetzt sei; die jetzt vorliegende Erfahrung geht mehr dahin, die Fehler vorwiegend in den Sternkatalogen zu suchen. Auch eine weitere Frage, ob bisher unbekannt kurzfristige Schwankungen des Zeitmaßes vorhanden sind, soll hier nur gestreift werden. Besonders muß an die Möglichkeit gedacht werden, daß die Amplituden der kurzfristigen Mondglieder einen anderen als den theoretischen errechneten Betrag haben. Hierüber kann aber erst aus einem größeren Beobachtungsmaterial entschieden werden. Ob vermutete langfristige Schwankungen der Erdrotation später einmal mit Quarzuhren ermittelt werden können, hängt davon ab, wie weit diese überhaupt zu langfristigen Zeitmessungen geeignet sein werden. Daß sie es über mehrere Monate sind, ist genügend bewiesen. Der ununterbrochenen Verwendung über einige oder viele Jahre steht vorläufig die geringe Lebensdauer der Elektronenröhren entgegen, die ausgewechselt werden müssen, wodurch Standänderungen der Uhr entstehen können. Jedoch soll nach Mitteilungen von A. Scheibe von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt die Entwicklung so weit vorgeschritten sein, daß der Dauerbetrieb der Uhren durchführbar ist. Über viele Jahre oder gar Jahrzehnte betriebsfähige Uhren zu bauen, wird jedenfalls ein besonders erstrebenswertes Ziel sein müssen. Wie bei den Pendeluhren treten übrigens auch bei den Quarzuhren Akzelerationen infolge Alterungserscheinungen der Steuerquarze und Thermostaten auf. Ob oder wie weit diese Fehler ausschaltbar sind, kann erst die Zukunft lehren.

Wenn über lange Zeiträume beobachtet werden soll, sind deshalb Pendeluhren den Quarzuhren vorläufig noch überlegen. Da aber kaum zu hoffen ist, daß die Pendeluhren langfristige Schwankungen der Erdrotation zu messen erlauben werden, bedeutet diese Überlegenheit für höchste Forderungen doch keinen Gewinn. Bei etwas geringeren Ansprüchen kann dagegen eine Pendeluhr besonders durch Einfachheit in der Konstruktion und der Bedienung und hierbei durch ihre Zuverlässigkeit für viele astronomische Zwecke den Vorzug verdienen und wird ihn vielleicht auch behalten. Abgesehen von der Verwendung bei Schweremessungen wird sie im besonderen als gesteuerte Uhr, z. B. für Signalgeber, ferner als Arbeits- oder Vergleichsuhr, wenn eigene Quarzuhren nicht vorhanden sind und Anschluß an die Quarzuhren bzw. Zeitzeichen größerer Stationen erfolgen muß, bestehen bleiben. Als selbständige Uhr hat sie dagegen viel an Bedeutung verloren.

Auf der Seewarte dienen die Pendeluhren im Zeitdienst jetzt nur noch zur Interpolation, nicht mehr zur Extrapolation. Mit dem gegenwärtigen Zustand der Übertragung von Kontakten der Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt kann sich die Deutsche Seewarte jedoch nicht begnügen — sie wird daher selbst Quarzuhren aufstellen. Diese werden dann nicht nur als Hauptuhren dienen, sondern auch zur Abgabe der Signale und als Vergleichsuhr bei den Zeitbestimmungen und der Aufnahme der Zeitzeichen. (I/614)

Kleine Anzeigen, Gehilfengesuche, Reparaturanzeigen, Gelegenheitskäufe usw. gehören **in die UHRMACHERKUNST**