

## Neuerungen im Zeitdienst der Deutschen Seewarte

Von Dr. H. C. Freiesleben

Die in dieser Nummer der Deutschen Uhrmacher-Zeitung veröffentlichten Verbesserungen der Nauener funkentelegraphischen Zeitzeichen versetzen den Benutzer vielleicht in einiges Erstaunen, einmal weil sie, wie es früher immer gebräuchlich war, auf 0,01 Sek. angegeben werden, und dann, weil sie wieder etwas pünktlicher erschienen sind. Die lange Pause in der Bekanntgabe der Zeitzeichen-Verbesserungen ist ebenso wie die Beschränkung der Genauigkeit auf Hundertstel-Sekunden eine Folge bedeutender Neuerungen im inneren Zeitzeichendienst der Deutschen Seewarte, über die hier kurz berichtet werden soll.

Die Abgabe der Zeitzeichen erfolgte bekanntlich auf Grund von Angaben astronomischer Pendeluhren, deren Gang und Stand durch Sternbeobachtungen regelmäßig überwacht wurden. Nach jeder Zeitbestimmung wurde ermittelt, mit welchen Fehlern die Abgabe der vorausgegangenen Zeitzeichen behaftet war, wie in Nr. 35 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift, Seite 444 f., näher ausgeführt worden ist. Es ist aber dort bereits ausführlich auseinandergesetzt worden, daß auch diese nachträglichen Verbesserungen nicht fehlerfrei sind, weil die einzelne astronomische Beobachtung selbst auf eine gewisse Genauigkeit beschränkt bleibt. Außerdem ist die Güte der Uhren, die zwischen den Zeitbestimmungen die Zeit bewahren, auf die Genauigkeit der Zeitmessung von starkem Einfluß, denn es gibt zunächst nur die Möglichkeit, anzunehmen, daß eine gute Uhr zwischen zwei Standbestimmungen einen Gang gehabt hat, der dem Unterschied der beiden beobachteten Stände, geteilt durch die dazwischen verflossene Zeit, gleich ist. Wenn die Uhr nun aber nicht diesen gleichbleibenden Gang gehabt hat, so ist die Annahme eines solchen fehlerhaft und bedingt Fehler der damit errechneten Zeit.

Eine Steigerung der Genauigkeit des Zeitdienstes ist also durch zweierlei Dinge möglich: Genauere astronomische Zeitbestimmungen und bessere Uhren. Die Genauigkeit astronomischer Zeitbeobachtungen dürfte für längere Zeit ihre Grenze erreicht haben, weil die Genauigkeit der Sternörter (theoretische Durchgangszeit durch den Meridian) beschränkt ist, die Einflüsse von Instrumenten- und Beobachtungsfehlern sich aber unter ein gewisses Maß nicht herunterdrücken lassen, so daß man etwa 0,02 Sek. als Genauigkeitsgrenze annehmen muß. Die Verbesserung der Uhren ist aber im letzten Jahrzehnt von verschiedenen Seiten mit großem Erfolg in Angriff genommen worden, und mit berechtigtem Stolz dürfen wir Deutschen feststellen, daß die Quarzuhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg heute die genauesten Uhren der Welt sind. Die Zeitmessung durch diese Uhren beruht auf äußerst gleichförmigen Schwingungsvorgängen elektrischer quartzgesteuerter Schwingkreise. Über eine Reihe von Frequenzteilerstufen werden die ursprünglich sehr hohen Schwingungszahlen auf Zeichenfolgen heruntergebracht, die mit denen von Pendeluhren vergleichbar sind. Seit Mitte September 1933 werden diese Zeichen von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durch eine Kabelleitung einmal täglich der Deutschen Seewarte übermittelt. Die Deutsche Seewarte ist damit in der Lage, nicht nur ihre eigenen Pendeluhren, sondern auch diese Quarzuhren zur Zeitmessung und Zeitbewahrung zu verwenden.

Es ist nicht möglich, sich auf die Zeitmessung allein durch diese Uhren zu beschränken; über längere Zeiträume muß nach wie vor auf Sternbeobachtungen zurückgegriffen werden, die Zeitangabe der Uhren also auf das kosmische Zeitmaß der Erddrehung (absolute Zeit) bezogen werden. Über kürzere Zeitspannen aber sind die Gänge dieser Uhren von solcher Gleichförmigkeit, daß man sich mehr auf die Uhren verlassen kann als auf eine einzelne astronomische Zeitbestimmung,

deren Fehler immerhin mehrere Hundertstel-Sekunden betragen kann.

Die Zeitmessung geht daher auf der Deutschen Seewarte in folgender Weise vor sich: Eine Reihe von Zeitbestimmungen dient dazu, einen Stand für die Quarzuhren für einen gewissen Zeitpunkt anzunehmen, von dem aus nun „richtige Zeit“ mit Uhgängen vorausberechnet wird, wie sie aus sehr genauen Vergleichen der Uhren untereinander in Charlottenburg folgen. Die weiteren astronomischen Zeitbestimmungen, die so häufig wie möglich und von mehreren Beobachtern angestellt werden, werden nun nicht ohne weiteres verwendet, sondern es müssen erst mehrere von ihnen einheitlich von den vorausberechneten Uhrständen abweichende Werte ergeben; dann wird die Vorausberechnung entsprechend abgeändert. Diesen Berechnungen angepaßt, verläuft die Zeitzeichengebung also mit großer Stetigkeit.

Die Ermittlung der Fehler bei der Abgabe der Zeitzeichen kann aber erst später erfolgen. Wenn nämlich eine beträchtliche Menge von Zeitbestimmungen zusammen vorliegt, so wird es möglich sein, über einen großen Zeitraum hinweg diejenige mathematische Standformel für eine der Quarzuhren zu errechnen, welche die einzelnen astronomisch bestimmten Stände am wenigsten von sich abweichen läßt. Erst auf Grund dieser endgültigen Formel wird dann für den ganzen Zeitraum angegeben werden können, welche Fehler die einzelnen Zeitzeichen hatten. (Es darf hierzu bemerkt werden, daß selbst für die besten Pendeluhren dieses Verfahren bisher nur für sehr kurze Zeitspannen anwendbar war.) Die erste auf der Seewarte durchgeführte Berechnung dieser Art umfaßte die Zeit von Ende September 1933 bis Ende Januar 1934 mit rund hundert astronomischen Zeitbestimmungen.

Was ist nun der Vorteil dieser Methode? Zunächst erfolgt die Zeitzeichenabgabe gleichmäßiger. Während früher nach mehreren Tagen ohne Zeitbestimmung der Fehler des Zeitzeichens gegen absolute Zeit oft beträchtlich war, daher das Ergebnis einer nachfolgenden Zeitbestimmung schnell berücksichtigt werden mußte, so daß Zeitzeichen aufeinanderfolgender Tage oft um mehr als 0,1 Sek. voneinander verschieden waren, wird heute der Unterschied stets klein sein. Das ist z. B. für Reglagemaßnahmen ein bedeutender Vorteil, denn hier kommt es darauf an, ein gleichförmiges Zeitmaß zu besitzen, während die Abweichung von absoluter Zeit nicht so wesentlich ist. Die absolute Richtigkeit des Zeitzeichens ist aber für viele andere Zwecke, vor allem für die Schifffahrt, wichtig. Die Quarzuhren ermöglichen, beiden Forderungen gerecht zu werden. Sie schalten aber auch den Einfluß der unvermeidlichen Fehler einzelner Zeitbestimmungen aus. Dies kommt besonders für die nachträglich ermittelten Verbesserungen in Frage, wo früher oft eine einzige Zeitbestimmung stark verfälschend wirkte. Die damals benutzten Pendeluhren erlaubten aber meist kein eindeutiges Urteil darüber, ob diese Bestimmung fehlerhaft war. Dies stellte sich vielmehr erst beim Vergleich der für die Zeitzeichen ermittelten eigenen Verbesserungen mit denjenigen anderer Institute heraus. Damit erhielt das Zeitmaß, das durch die Verbesserungen dargestellt wird, gewisse Schwankungen, wie sie in der Darstellung der Fehler des Zeitdienstes verschiedener Institute (vergl. Deutsche Uhrmacher-Zeitung, Jahrg. 1933, S. 444\*) für Hamburg, Neuchâtel und in schwächerem Maße für Leningrad auftreten. Paris und Greenwich verwendeten schon früher ein Verfahren des Ausgleichs zwischen den Ergebnissen der einzelnen Zeitbestimmungen. Beide Institute waren dazu in der Lage durch ihre guten Uhren, die überdies sehr günstig

\*) Die Unterschrift der Abbildung müßte dort richtiger lauten: Vergleich der Abweichungen des Zeitdienstes verschiedener Institute.