

20 Jahre Chronometerprüfung in Stralsund

Dr. H. Vilkner

Gegen Ende 1957 wurde die Stralsunder Chronometerprüfstelle als eine der drei Arbeitsgruppen des „Prüfamt für technische Schiffsausrüstung“ gebildet. Das Prüfamt war eigens für die Schifffahrt gegründet worden. Unmittelbar danach wurde das „PTS“, wie es im Stralsunder Volksmund heute noch genannt wird, in das „Deutsche Amt für Material- und Warenprüfung“ (DAMW) übernommen. 1970 wurde die Prüfstelle, im Rahmen der „Prüfstelle für Nautische Geräte“, mit dem Auftrag, eine technische Dienstleistung für die Schifffahrt zu leisten, in den Betriebsteil 3 der „Bagger-, Bugsier- und Bergungsreederei“ eingegliedert.

Die Chronometerprüfstelle war in dem 1957 errichteten Neubau zielbewußt eingerichtet worden. Eine Uhrenkammer mit doppelten Wänden und einem im Fundament verankerten Uhrenpfeiler sind vorhanden. Die Räume sind nach Norden gerichtet und unmittelbar vor der großen Wasserfläche des Strelasundes so angelegt, daß schon von außen her eine möglichst geringe Temperaturschwankung eingehalten wird. In einem kleinen Raum vor der Uhrenkammer sind die Quarzuhren und die übrigen Geräte für die elektrische Versorgung untergebracht. Beide Räume werden durch eine automatische Heizung in einer gleichmäßigen Temperatur von mindestens 20 °C gehalten. Daneben liegen der 11 m lange Uhrenprüfraum mit Fenstern zur Wasserseite und ein durch Glas abgetrennter Arbeits- und Verwaltungsraum.

Im Uhrenprüfraum befinden sich das Meßpult, sechs Temperaturvitrinen und Regale zur Aufbewahrung der Chronometer. Zwei Vitrinen mit einer stärkeren Heizung sind für 36 °C, zwei Vitrinen mit einer stärkeren Kühleinrichtung für +4 °C und zwei Vitrinen mit einer schwächeren Heizung und einer schwächeren Kühlung für 20 °C eingerichtet.

Am 15. Februar 1957 trat der Verfasser seinen Dienst in Stralsund an. Zu dieser Zeit wurde die vom Zeitlabor des DAMW Berlin entworfene Prüfeinrichtung installiert; das in Berlin gebaute erste Meßpult wurde wenige Wochen später geliefert. Im II. Quartal 1957 wurden die ersten Chronometer probeweise geprüft mit dem Ergebnis, daß der Stralsunder Prüfstelle die Genehmigung zur Prüfung von Chronometern

erteilt wurde. Im III. Quartal wurde der regelmäßige Prüfbetrieb aufgenommen. Zuerst wurden die Messungen noch weitgehend mechanisch durchgeführt. Die Stoppuhren waren mechanisch getrieben, das Starten der Stoppuhren erfolgte von Hand mit Morsetasten, die Stoppuhren wurden mechanisch durch einen Stößel betätigt; nur das Bewegen der Stößel wurde elektrisch vorgenommen — das war die einzige Aufgabe des verhältnismäßig großen, etwa 2,50 m langen Meßpultes [1]. Als Stoppuhren wurden „Leonidas“-Stoppuhren benutzt, die einen Umlauf in 3 Sekunden vollführen und 1/100 s direkt anzeigen. Die beiden Stößelstangen, die auf die Kronen der Stoppuhren drücken, sind durch elektrische Spulen geführt und werden magnetisch bewegt. Die für eine präzise Betätigung notwendigen starken elektrischen Stromstöße werden durch Thyatronröhren geschaltet. Die beiden Stoppuhren können einzeln oder gemeinsam betätigt, d. h. gestartet oder gestoppt werden.

Das Messen mit diesem ersten Meßpult lief folgendermaßen ab: Der Prüfende stand — die Morsetaste in der Hand — vor der Vitrine und beobachtete ein Chronometer. Zur 57. Sekunde wurde die erste Morsetaste und 6 s später zur 3. Sekunde die zweite Morsetaste gedrückt. Damit liefen beide Stoppuhren im Abstand von 6 Sekunden. Nun mußte am Meßpult der Schalter für den Minutenkontakt der Pendeluhr eingeschaltet werden, der beide Stoppuhren zur nächsten vollen Minute gleichzeitig abstoppte. Auf diese Weise wurden zu einer vollen Minute zwei voneinander unabhängige Messungen erhalten. Damals galt die Vorschrift, so lange zu messen, bis vier Messungen vorlagen, die nicht mehr als 4/100 s voneinander abwichen, was im allgemeinen eine Meßzeit von 3 bis 5 Minuten für ein Chronometer erforderte. Aus diesen vier Werten wurde das Mittel genommen.

Genaue Zeitmessungen von Hand sind nicht ganz einfach. Sie erfordern jahrelange Übung und auch gegenseitiges Abstimmen derjenigen Personen, die an den täglichen Messungen beteiligt sind. Nach längerer Zeit läßt sich erreichen, daß die Streuung der menschlichen Reaktion unter 0,05 s sinkt; die geforderten 0,02 s dürften aber kaum erreichbar sein. Daher waren auch meistens mehr als doppelt so viele Messungen notwendig, aus denen dann die mittleren Werte ausgesucht wurden.

Zu diesen Schwierigkeiten beim Start kam beim Stoppen das umständliche Arbeiten mit einer Pendeluhr. Bei jeder einzelnen Messung muß der Stand der Pendeluhr zum Meßergebnis zugezählt werden; außerdem mußte der Stand der Pendeluhr für alle Meßzeiten interpoliert werden, weil damals bedeutend weniger Zeitzeichen zur Verfügung standen als heute und weil der Gang der Strasser-und-Rohde-Pendeluhr nicht allzu gut war.

Den ersten großen Fortschritt brachte 1959 die Beschaffung einer Quarzuhr, wodurch gleichzeitig auch elektrische Stoppuhren eingesetzt werden konnten. Die erste industrielle Kleinquarzuhr des Funkwerks Erfurt hat einen Quarz mit der Frequenz 100 000 Hz, die in zwei Teilerstufen auf

1 000 Hz herabgesetzt wird. Ein Ausgang für 50 Hz war in der damaligen Zeit noch nicht vorgesehen; dafür mußte ein Zusatzgerät getrennt beschafft, sogar erst entwickelt werden. Die Quarzuhr hat einen Synchronmotor, der mit 1 000 Hz läuft und die Zeiger antreibt. Auf einer Welle mit 1-s-Umlauf sitzt ein Sekundenkontakt, der durch einen drehbaren Gegenkontakt auf 1/100 s genau daher beim Zeitzeichenvergleich genau auf die Potsdamer Zeit eingestellt werden kann. Dadurch konnten das Umrechnen des Standes der Pendeluhr und das Interpolieren weggelassen werden.

Die elektrischen Stoppuhren (Kurzzeitmesser Z 2 des VEB EAW Treptow), deren Zeiger in einer Sekunde einmal umlaufen, zeigen die 1/100 s recht genau an. Da sie durch einen Synchronmotor angetrieben werden, sind die Meßergebnisse nur dann genau, wenn auch die 50 Hz genau eingehalten werden. Diese Garantie bietet jedoch der Netz-Wechselstrom nicht. Nur wenn die 50 Hz aus der Quarzuhr genommen werden, sind in 1/100 s genaue Messungen möglich. Zwei elektrische Stoppuhren wurden in das Meßpult eingebaut, die mechanischen Stoppuhren blieben aber für den Notfall einsatzbereit. Sonst hatte sich beim Meßvorgang nichts geändert; es mußte weiterhin bei jeder Messung zwischen Vitrine und Meßpult hin- und hergelaufen werden.

Im Jahre 1960 wurde ein neues fahrbares Meßpult [2] gebaut, das zwischen den Vitrinen hin- und hergeschoben werden konnte. Von diesem zweiten Meßpult aus konnte gestartet und gestoppt werden, vor allem aber: es war für das Messen mit Mikrofonen eingerichtet. Dadurch fiel außer dem Hin- und Herlaufen auch die Streuung der menschlichen Reaktion weg. Das Tickgeräusch der Chronometer wird von den Mikrofonen aufgenommen, verstärkt und unmittelbar für die Messung benutzt. Jede Messung brauchte von nun an nur einmal zur Kontrolle wiederholt zu werden, weitere Messungen waren nicht mehr nötig.

Mikrophone mit magnetischen Feldern dürfen in der Nähe von Uhren nicht verwendet werden; Kristallmikrophone dagegen sind gut geeignet. Lediglich die Leitung bis zum Verstärker soll möglichst kurz gehalten werden; aber das läßt sich gerade bei einem Meßpult unmittelbar vor den Vitrinen gut verwirklichen.

Dieses zweite Meßpult arbeitet mit einem Relais-Springer, dessen Zeiger bei jedem elektrischen Stromstoß einen Skalenstrich weiterspringt. Bei jedem 20. Skalenstrich sind Kontakte eingebaut, die zum Starten oder Stoppen der Stoppuhren benutzt werden.

Der Meßvorgang ist folgender: Der Springer wird 2 oder 4 Skalenstriche vor einem Kontakt gestellt, je nachdem ob 2 oder 4 Halbskunden (das entspricht 1 oder 2 Sekunden) vor einer Zehnersekunde eingeschaltet werden soll. Wenn richtig eingeschaltet worden ist, wird mit dem ersten Kontakt auch die erste Stoppuhr gestartet. Während der Springer gleichmäßig weiterläuft, wird auf die zweite Stoppuhr umgeschaltet, die nach 20 Halbsekundensprüngen ebenfalls gestartet wird. Wenn beide Stoppuhren laufen, wird zum Stoppen auf den inzwischen gebauten 10-s-Kontakt der

Quarzuhr oder auf den Minutenkontakt der Pendeluhr geschaltet, der beide Stoppuhren gleichzeitig stoppt. Bis auf die Differenz von 10 Sekunden müssen beide Stoppuhren das gleiche Ergebnis anzeigen. Mit diesem zweiten Meßpult war die Zeit für zwei voneinander unabhängige Messungen schon unter zwei Minuten gesunken.

In den folgenden Jahren wurden verschiedene Meßgeräte oder Zusatzeinrichtungen beschafft oder gebaut, so eine sowjetische Zeitwaage, ein elektronischer Kurzzeitmesser mit zusätzlichem Schreibgerät. Für den Empfang des Potsdamer Zeitzeichensenders wurde ein spezieller Empfänger gebaut. Mehrere Jahre lang wurde das Zeitzeichen auch über Drahtfunk empfangen; selbst als der Drahtfunk schon überall eingestellt war, blieb die Leitung von Rostock nach Stralsund noch länger als ein Jahr in Betrieb. Eine Original-Riefler-Pendeluhr mit Luftdruck-Ausgleich an der Pendelstange konnte erworben werden, ebenso eine zweite Quarzuhr gleichen Typs.

Besonders erwähnenswert sind zwei Geräte: ein tragbares Zeitmeßgerät für Messungen in 1/100 s und ein Blitzmeßgerät für Messungen in 1/1000 s.

Das tragbare Meßgerät [3, 4] enthält eine elektrische Stoppuhr und arbeitet in Verbindung mit einem Marinechronometer mit Minuten- und Sekundenkontakt. Die Stoppuhr wird durch das Tickgeräusch des zu messenden Objekts mit Hilfe eines Kristallmikrophons unmittelbar gestartet. Bei einem Chronometer muß also zwischen 9 1/2 und 10 bzw. 19 1/2 und 20 usw. eingeschaltet werden. Das Gerät schaltet dann automatisch auf Stoppen um, und zwar entweder auf den Minuten- oder den Sekundenkontakt des mitgebrachten Vergleichschronometers. Das Wesentliche an diesem Gerät ist, daß es überall mit dem Netzwechselstrom betrieben werden kann. Der Fehler durch eine ungenaue Netzfrequenz wird durch eine bestimmte Reihenfolge von Messungen mit Minuten- bzw. Sekundenkontakt ausgeschaltet. Die Methode ist in [3] veröffentlicht. Günstig ist die Kontrolle der Netzfrequenz durch einen Frequenzmesser, der die Abweichungen von 50 Hz in 1/4 Hz anzeigt.

Die Meßmethode dieses Geräts eilte der Zeit voraus; es dauerte noch fast zehn Jahre, ehe sie im dritten Meßpult für die Routinemessungen verwirklicht werden konnte.

Für das Blitzmeßgerät wurde das Laufwerk vom Uhrmachermeister *Hertsch* konstruiert und angefertigt. Es wird von einem Synchronmotor angetrieben und braucht daher die 50 Hz aus einer Quarzuhr. Der eine Zeiger macht in einer Sekunde eine, der andere zehn Umdrehungen. Das Zifferblatt ist mit einer Nachleuchtmasse betrichen; unmittelbar vor dem Ziffernblatt befindet sich der Leuchtschirm eines Fotoblitzgeräts. Bei Messungen läuft das Laufwerk ununterbrochen, es muß also vorher eingeschaltet werden. Zu jeder Messung wird ein Blitz ausgelöst, der aber so kurz ist, daß er von den laufenden Zeigern einen scharfen Schatten aufs Zifferblatt wirft, während das ganze übrige Zifferblatt erleuchtet wird und nachleuchtet. Zum Ablesen wird der Schirm des Blitzgerätes kurzfristig zur Seite gezogen. Starten und Stoppen müssen

getrennt „geblitzt“ werden; das Ergebnis ist die Differenz zwischen beiden Ablesungen.

Erst mehrere Jahre später wurde ein drittes Meßpult gebaut, das wiederum vor die Vitrinen gefahren wird. Es arbeitet mit zwei elektronischen Zählröhren, eine für den Start und eine für das Stoppen. Die Start-Zählröhre springt bei jedem Tickgeräusch eines Chronometers oder einer B-Uhr. Jeder zweite Sprung bzw. bei B-Uhren jeder fünfte Sprung wird weitergeleitet und als Ton hörbar gemacht. Sowohl bei Chronometern als auch bei B-Uhren ist also zu jeder ganzen Sekunde ein Ton hörbar, was das Starten bedeutend erleichtert. Der Ton läßt sich so synchronisieren, daß er mit dem Sprung des Sekundenzeigers auf eine ganze Sekunde übereinstimmt.

Gleichzeitig mit jedem Ton kann auch die Stoppuhr gestartet werden; diese Leitung ist jedoch normalerweise nicht eingeschaltet, sie wird in der letzten Sekunde vor dem beabsichtigten Start eingeschaltet, also vor der 10., 20. usw. Sekunde, damit der Start dann genau zur 10., 20. usw. Sekunde erfolgt. B-Uhren werden allerdings nur genau zur 60. Sekunde gestartet.

Nach dem Start wird sofort automatisch auf die Stopp-Zählröhre umgeschaltet, sie springt bei jedem Sekundenkontakt der Quarzuhr oder einer Pendeluhr. Sie muß vor Beginn der Messungen so synchronisiert werden, daß die Punkte der Zählröhre mit den Sekunden-Einern der Quarzuhr übereinstimmen. Das Stoppen erfolgt dann beim 10. Punkt, also genau zu einem Sekunden-Zehner. Eine Messung kann demnach niemals länger als 10 s dauern. Mit anderen Worten: Die Messung läuft nach dem Starten automatisch ab; es können aber nur Sekunden-Einer und die 1/100-Bruchteile gemessen werden. Die Zehner werden einfach durch Sicht festgestellt, bzw. ergeben sich aus der Messung des Vortages.

Jeder Meßplatz in den Vitrinen ist inzwischen mit einem Mikrophon ausgerüstet worden. Die Zuleitungen zu je 16 Mikrophonen können am Meßpult geschaltet werden.

An diesem dritten Meßpult läuft eine Messung folgendermaßen ab: Vor der Messung wird die Stopp-Zählröhre synchronisiert und der Ton auf die gewünschte Lautstärke eingestellt. Zur Messung wird das betreffende Mikrophon eingeschaltet und die Mikrophonverstärkung so eingeregelt, daß die Zählröhre regelmäßig springt. Darauf wird das Chronometer beobachtet, eventuell auf die ganze Sekunde synchronisiert und die Stoppuhr nach einer 9., 19., usw. Sekunde eingeschaltet. Jetzt braucht nur noch zur Kontrolle das Starten und Stoppen beobachtet und das Ergebnis abgelesen zu werden. Mit diesem Meßpult ist es möglich, nacheinander zwei unabhängige Messungen innerhalb einer Minute durchzuführen.

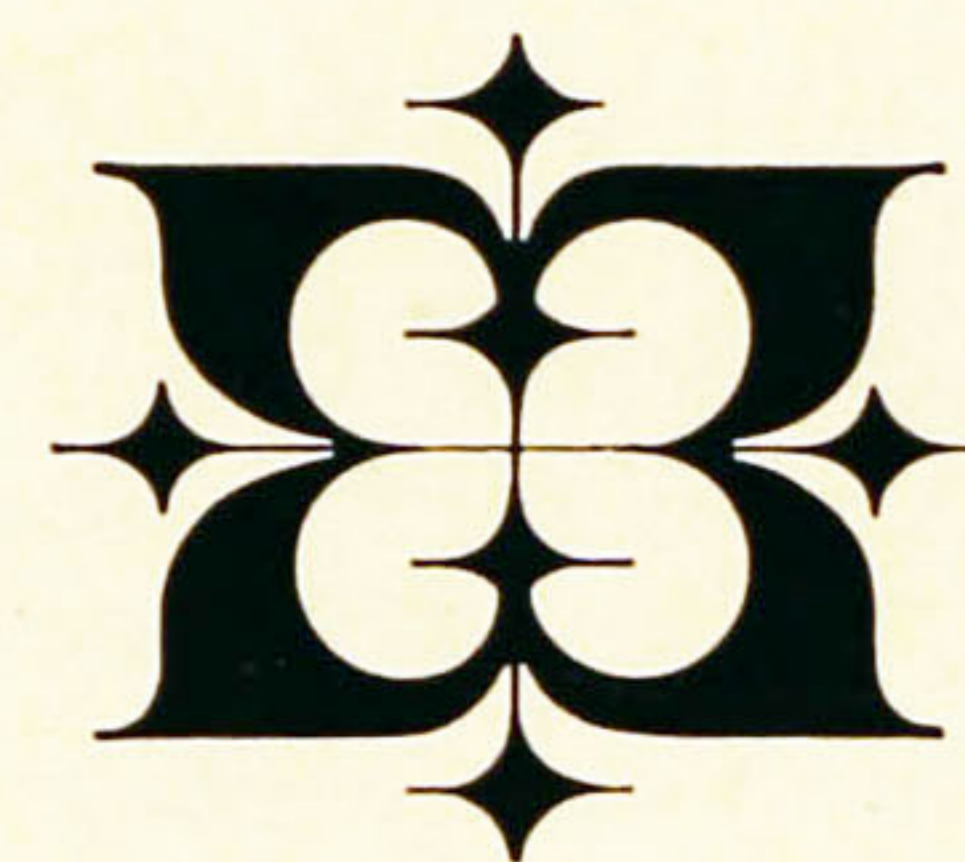
Eine Chronometerprüfung dauert die international übliche Zeit von 49 Tagen. Die Meßergebnisse werden in ein Protokoll eingetragen, die Prüfwerte werden ausgerechnet [5]; daneben wird aber der gesamte Verlauf der Prüfung auf Millimeterpapier gezeichnet [6], [7], so daß die Prüfung mit einem Blick zu übersehen ist. Da

sich die einzelnen Prüfwerte auf sehr verschiedene Prüfgrenzen beziehen, werden sie in einer Kurzfassung, der „Stralsunder Chronometerformel“ [5, 8] zusammengefaßt, in der die einzelnen Ziffern — wie bei einer Punktwertung — alle den gleichen Maßstab haben. „0“ ist das beste Ergebnis und „10“ ein schlechtes, das etwa die Durchfallgrenze bedeutet.

Bei Chronometern bedeuten die vier Ziffern vor dem Schrägstrich: Gang, Wärmefehler, Kältefehler und Qualität der Reglage. Hinter dem Schrägstrich folgt die Gesamtbeurteilung, die mit einer Kommastrichstelle etwas genauer angegeben wird. Bei B-Uhren sind in der Mitte der Formel zwischen zwei Schrägstrichen die 5 Lagenfehler in der Reihenfolge: Hauptlagenfehler, Krone rechts, Krone unten, Krone links und Zifferblatt unten eingefügt.

Inzwischen hat die Chronometerprüfstelle den gesamten Chronometerservice übernommen. Bei Chronometern, die noch nicht bei einem Chronometermacher waren, wird der Zustand festgestellt, die notwendigen Überholungen (Durchsicht, Reinigung, Ölung und erneute Reglage) oder durchzuführenden Reparaturen werden veranlaßt und die Prüfung erst nach der Rückkehr begonnen.

In den nunmehr vergangenen 20 Jahren wurden mehr als 6 000 Chronometer und B-Uhren geprüft. Dabei wurden, wie vorstehend geschildert wurde, die Meßeinrichtung und der organisatorische Ablauf der Prüfung laufend verbessert und eine beachtliche Qualitätssteigerung erreicht. Für die Zukunft sind weitere Verbesserungen geplant, u. a. ist ein viertes Meßpult in Vorbereitung. Allen Mitarbeitern, die in den vergangenen Jahren mitgearbeitet haben und an den Erfolgen Anteil hatten, sei auf diesem Wege Dank gesagt.



Literatur

- [1] *Vilkner, Dr. Hans*: Chronometerprüfung. Mschr. Feinmech. Opt. 77 (1960) 4, S. 108–115
- [2] *Vilkner, Dr. Hans*: Die Einrichtung der Chronometerprüfstelle in Stralsund. Jahrb. d. dt. Ges. f. Chronometrie Bd. 11 (1960), S. 116–118.
- [3] *Vilkner, Dr. Hans*: Ein einfaches Gerät für die Chronometer-Endreglage. Jb. d. dt. Ges. f. Chronometrie Bd. 14 (1963), S. 41.
- [4] *Vilkner, Dr. Hans*: Vom Umgang mit elektrischen Stoppuhren. Swiss Watch 23 (1964), S. 2–10.
- [5] *Vilkner, Dr. Hans*: Ergebnisse der Chronometer-Reglage in den Jahren 1963 bis 1967. Uhren und Schmuck 2 (1965) 1, S. 29; 2 (1965) 5, S. 136; 3 (1966) 4, S. 104; 5 (1968) 9, S. 287; 5 (1968) 10, S. 294–295.
- [6] *Vilkner, Dr. Hans*: Math. Beziehungen zwischen den Ganggrößen von Uhren. Berichte VI. Internat. Kongr. d. Ges. f. Chronometrie 1959, S. 551 bis 561.
- [7] *Vilkner, Dr. Hans*: Über den Gang der Uhren und ihre Auswertung. Feingerätetechnik 9 (1960) 9, S. 405–410.
- [8] *Vilkner, Dr. Hans*: Die Stralsunder Chronometerformeln. Uhren und Schmuck 11 (1974) 4, S. 119 bis 120.

US 1630