

Chronometer

Der Ehrentitel „Chronometer“ ist seit jeher nur solchen Uhren vorbehalten gewesen, bei denen eine große Ganggenauigkeit garantiert werden kann. Am bekanntesten sind die großen „Marine“-Chronometer. Auch in der Art der Taschenuhren gibt es eine etwas größere Ausführung, die sogenannte „Beobachtungsuhr“ (B-Uhr). Seit einiger Zeit werden nun auch ausgewählte Armbanduhren als „Chronometer“ bezeichnet.

Die geforderte Ganggenauigkeit kann natürlich nicht bei allen Chronometern dieselbe sein; denn man kann von einem Armbandchronometer nicht die gleiche Leistung verlangen wie von dem traditionellen Marinechronometer, das ganz besondere Bauelemente (Chronometerhemmung, Zugband, Schnecke usw.) enthält, die in einem Armbandchronometer schon aus räumlichen Gründen gar nicht untergebracht werden können.

Um nun dem Käufer die Garantie zu geben, daß „Chronometer“ auch wirklich die garantierte Ganggenauigkeit aufweisen und sich aus der Menge der übrigen Uhren herausheben, wird international angestrebt, daß jede Uhr, die als „Chronometer“ verkauft wird, eine amtliche Prüfung durchmachen und eine Gangbescheinigung besitzen muß. In der Schweiz und in Frankreich besteht eine solche Vorschrift seit 1952, die DDR hat sich diesen Bestrebungen mit Wirkung vom 1. Januar 1960 ebenfalls angeschlossen.

Chronometer, die auf Schiffen verwendet werden, bleiben weiterhin unter amtlicher Kontrolle; nach ihrer erstmaligen Prüfung (Große Prüfung) müssen sie alle 3 Jahre eine Wiederholungsprüfung (Kleine Prüfung) durchmachen. Für die Zukunft ist vorgesehen, alle 2½ Jahre die abgekürzte „Gangbestimmung“ durchzuführen und die „Große Prüfung“ alle 10 Jahre zu wiederholen.

Chronometerprüfungen

Die verschiedenen Konstruktionen und der verschiedene Verwendungszweck der einzelnen Chronometertypen hat verschiedene Prüfmethode und sogar verschiedene Prüfeinrichtungen zur Folge. So brauchen z. B. die Marinechronometer nur in ihrer normalen horizontalen Lage geprüft zu werden, da die übrigen Lagen wegen der kardanischen Aufhängung praktisch nicht vorkommen. B-Uhren und Armbandchronometer werden dagegen in allen 6 Lagen geprüft.

Auch der Prüfvorgang selbst wird in verschiedener Weise durchgeführt – je nach den Hilfsmitteln, die zur Verfügung stehen. Ohne Hilfsmittel, nur mit den natürlichen Sinnen des Menschen, ist es im äußersten Falle möglich, Zehntelsekunden zu schätzen. Für Armbandchronometer würde diese Genauigkeit ausreichen, nicht aber für Marinechronometer und B-Uhren, bei denen einige Prüfgrößen genauer bekannt sein müssen. Hier sind also stets technische Hilfsmittel nötig, ganz abgesehen davon, daß diese den Prüfvorgang vereinfachen bzw. beschleunigen.

Eine deutliche Steigerung über die Zehntelsekunde hinaus wird schon dadurch erreicht, daß die Zeigerbeobachtung mit einer Handtaste durchgeführt und dann mechanisch oder elektrisch auf gute Stoppuhren oder Chronographen übertragen wird. Der Unsicherheitsfaktor, der durch die menschliche Reaktionsgeschwindigkeit bedingt ist, kann dadurch auf etwa 0,05 s herabgedrückt werden. Eine noch größere Genauigkeit ist kaum erreichbar, weil die Reaktionszeit bei den verschiedenen Menschen, die die laufenden Messungen im Wechsel durchführen, stets etwas unterschiedlich bleibt und sogar bei demselben Menschen zu verschiedenen Tageszeiten in Abhängigkeit von seinem körperlichen und geistigen Zustand wechselt.

Eine Meßgenauigkeit von Hundertstel-Sekunden ist also nur möglich, wenn die menschliche Reaktionszeit durch eine akustische oder optische Automatik ersetzt wird. Im ersten Falle wird das Tickgeräusch durch ein Mikrophon aufgenommen, im zweiten Fall wird ein Lichtstrahl, der auf eine Fozelle fällt, durch den Sekundenzeiger beeinflusst. In beiden Fällen muß der elektrische Impuls soweit verstärkt werden, daß er eine Stoppuhr betätigen oder den Schreibarm eines Chronographen bewegen kann, der dann auf dem schnell laufenden Papierband eine Zacke zeichnet. Es gibt auch moderne Druck-Chronographen, die die gestoppte Zeit gleich in Hundertstel-Sekunden als Zahl auf Papier drucken.

Damit sind die technischen Möglichkeiten noch nicht erschöpft. So könnte man z. B. auch daran denken, die Zeitmarken mit Hilfe von Elektronenstrahl-Oszillographen sichtbar zu machen oder elektronische Zeitmeßgeräte zu benutzen, die die gemessenen Zeitdifferenzen als leuchtende Zahl erscheinen lassen. Solche elektronischen Geräte gehen jedoch in ihrer Genauigkeit schon über das für die Chronometerprüfung geforderte Maß hinaus. Es gibt aber noch andere Gesichtspunkte, die die Prüfeinrichtung beeinflussen. Die Zahl der zu prüfenden Marinechronometer und B-Uhren ist verhältnismäßig gering, so daß es in absehbarer Zeit sicherlich noch bei Einzelprüfungen bleiben wird; außerdem macht die geforderte Genauigkeit einen gewissen Aufwand an Meßmitteln notwendig. Im Gegensatz dazu fallen Armbandchronometer in so großer Zahl an, daß eine tägliche Einzelprüfung reichlich lange dauern würde. Man befestigt daher eine bestimmte Menge von Armbanduhren auf einer Platte und fotografiert diese täglich um die gleiche Zeit zusammen mit der Normaluhr. Nach der Entwicklung der fotografischen Aufnahme kann die Auswertung nachträglich in Ruhe vorgenommen werden. Bei einer so großen Stückzahl ist es auch möglich, die Ergebnisse mit modernen Lochkarten-Rechenmaschinen auswerten zu lassen.

Der zeitliche Verlauf der amtlichen Chronometerprüfung wird von der Internationalen Kommission für die Prüfung von Chronometern festgelegt. Es werden 3 Teilprüfungen unterschieden, die Gangprüfung, die Temperaturprüfung und die Lagenprüfung. Diese drei Prüfteile sind, wie Tabelle 1 zeigt, bei den verschiedenen Chronometertypen verschieden lang, in einzelnen Fällen fehlt eine Teilprüfung ganz.

Während der Gangprüfung verbleiben die Chronometer in einer gleichmäßigen Temperatur von 20 °C. Diese Temperatur gilt als Normal- und Bezugstemperatur, da die Chronometer im allgemeinen in Innenräumen gehalten werden. Während dieser Prüfung wird täglich einmal der Stand bestimmt; aus den Ständen werden statistische Werte des Ganges und der Gangänderung berechnet.

In der Temperaturprüfung wird das Verhalten der Chronometer in 4 ° und in 36 °C geprüft. Die Chronometer verbleiben während dieser Prüfung je 3 bis 4 Tage lang in den Temperaturen 20, 36, 20, 4, 20 °C. Berechnet wird der Wärmefehler (36 °C) und der Kältefehler (4 °C), d. h. die Abweichung des Ganges in diesen Temperaturen vom Gang in 20 °C.

In der Lagenprüfung wird das abweichende Verhalten des Ganges in den verschiedenen Lagen gegenüber der Normallage festgestellt. Als Normallage gilt bei den B-Uhren die Lage: Krone oben, bei den Armbandchronometern die Lage: Krone unten. Die übrigen Lagen sind Krone rechts bzw. links und Zifferblatt oben bzw. unten.

Die schwerste Prüfung haben die Marinechronometer zu bestehen. Neben einer intensiven Gangprüfung hat die Temperaturprüfung eine besondere Bedeutung, da die

Chronometer auf Schiffen oft recht wechselhaften Temperaturverhältnissen ausgesetzt werden. Bei den B-Uhren ist die Temperaturprüfung kürzer; dafür ist die Lagenprüfung sehr umfangreich. Wenn eine B-Uhr als leicht transportables Zeitmeßgerät mit Erfolg verwendet werden soll, dann müssen die Gangeigenschaften in den verschiedenen Lagen beachtet werden.

Bei den Armbandchronometern fällt die Gangprüfung ganz weg, die Temperatur- und Lagenprüfung sind kürzer als die der B-Uhren.

Tab. 1. Prüfdauer für Marine-Chronometer, B-Uhren und Armband-Chronometer.

	Gang-,	Temperatur-,	Lagenprüfung	insges. ¹⁾
Marine-Chronometer	21	30	—	49 Tage
B-Uhren	21	17	26	60 "
Armband-Chronometer	—	8	10	16 "

Prüfdienststellen

Uhren sind Zeitmeßgeräte und fallen als solche in den Zuständigkeitsbereich des Deutschen Amtes für Maß und Gewicht (DAMG). Dieses Amt hat die Aufgabe, die Qualität laufend zu überwachen, die Gütezeichen für Uhren zu vergeben und in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Die laufenden Einzelprüfungen der Chronometer können aber nicht alle im Zentrallabor der DAMG durchgeführt werden; dafür sind eigene Prüfdienststellen eingerichtet worden.

Marine-Chronometer und B-Uhren werden in der Prüfdienststelle 101 des Deutschen Amtes für Material- und Warenprüfung (DAMW) geprüft. Diese Prüfdienststelle, die „Prüfdienststelle für technische Schiffsausrüstung“ (PTS) besteht seit 1955 in Stralsund und ist seit Anfang 1958 in einem Neubau²⁾ untergebracht. Die Prüfeinrichtung ist nach den modernsten Gesichtspunkten neu geschaffen worden. Sie soll im folgenden beschrieben werden. Armbanduhren werden im Eichamt Magdeburg geprüft.

Die Prüfeinrichtung der PTS Stralsund

Bei der Durchführung exakter Uhrenprüfungen ist folgendes zu beachten: der Prüfraum soll nur geringe Temperaturschwankungen aufweisen; ein Zeitnormal muß die Möglichkeit bieten, die genaue Zeit in jeder Minute bis auf Hundertstel Sekunden genau anzuzeigen; Temperaturschränke müssen die drei Prüftemperaturen von 4, 20 und 36 °C bis auf ± 1 °C genau einhalten können; eine Meßeinrichtung schließlich muß in der Lage sein, Zeitdifferenzen auf Hundertstelsekunden genau zu messen.

1. Prüfraum

Der Prüfraum liegt nach Norden, direkt am Strelasund; Temperaturschwankungen sind daher gemäßigt und wirken sich nur gering aus. Das Einhalten der Temperatur im temperaturkonstanten Raum macht keine Schwierigkeiten. Im Prüfraum schwankt im allgemeinen die Temperatur zwischen 18 ° und 24 °C. Im außergewöhnlich warmen Sommer 1959 wurde als Maximum 24,5 °C gemessen.

2. Zeitnormal

Es ist eine Pendeluhr (Bild 1) und eine Quarzuhr vorhanden. Die Pendeluhr von Strasser und Rohde, Glashütte, hängt in einem temperaturkonstanten Raum (20 °C) an einem Pfeiler, der frei vom Gebäude bis in den Untergrund führt, so daß sich die Erschütterungen des Hauses nicht auf die Uhr übertragen können. Die Uhr ist mit Sekunden- und Minutenkontakt ausgestattet. Der Sekundenkontakt wird benutzt, um im Prüfraum die genaue Zeit der Pendeluhr anzuzeigen; das geschieht dadurch, daß eine Ato-Uhr (Bild 4 über dem Meßpult) mittels der Sekundenimpulse

¹⁾ Wenn die Prüfabschnitte unmittelbar aufeinander folgen, so werden die beiden letzten Tage eines Prüfabschnitts gleichzeitig als Anfangstage des folgenden Abschnitts gewertet.

²⁾ Stralsund, Seestraße 10

in Gang gehalten wird. Der Minutenkontakt wird während des Meßvorgangs dazu benutzt, um zur vollen Minute der Pendeluhr die beiden Stoppuhren des Meßpultes zu betätigen.

Die vom VEB Funkwerk Erfurt gelieferte Quarzuhr besitzt nur einen Sekundenkontakt, mit dem der Sekundenzeiger einer Nebenuhr (Quarzuhrsprünger) gesteuert wird. Diese Nebenuhr hat ebenfalls einen Minutenkontakt. Außerdem liefert die Quarzuhr mit Hilfe eines Frequenzuntersetzers einen sehr frequenzkonstanten Strom von 50 Hz, mit dem die elektrischen Stoppuhren betrieben werden.

3. Temperaturschränke

Für jede der drei Temperaturen sind 2 Schränke (Bild 2) vorgesehen, die maximal je 48 Chronometer fassen können. Die beiden Schränke für 4 °C besitzen eine leistungsfähige Kühleinrichtung, die beiden Schränke für 20 °C (Bild 3) außer einer Heizung noch eine schwache Kühlung, so daß die Temperatur auch an solchen Tagen eingehalten werden kann, an denen die Temperatur im Prüfungsraum über 20 °C ansteigt. Die beiden Truhen für 36 °C sind lediglich mit einer Heizung ausgestattet.

Die Kühleinrichtungen haben eine Leistung von 630 W bzw. 250 W. Als Kühlmittel dient Freon.

Für die Heizung werden elektrische Heizspiralen verwandt, die von Kontaktthermometern und Quecksilberrelais geschaltet werden. In den 36 °C-Truhen werden 550-Watt-Spiralen, in den 20 °C-Truhen 250-W-Spiralen verwendet. Da die Heizkörper und Schaltthermometer leicht auswechselbar sind, können die Truhen für verschiedene Temperaturen umgeschaltet werden. Das ist notwendig, da die Prüftemperatur von 20 °C häufiger gebraucht wird als die beiden übrigen Temperaturen. Die Große Prüfung der Thermometer verläuft 33 Tage in 20 °C, aber nur 8 Tage in 4 und 36 °C.

Die Forderung, daß die Temperatur in den Schränken bis auf ± 1 °C konstant gehalten werden soll, ist gar nicht so leicht zu verwirklichen, wie es zunächst scheinen möchte. Es bilden sich nämlich in den Schränken sehr leicht Temperaturschichtungen. In den Vorversuchen ergaben sich in den 36 °C-Truhen Temperaturdifferenzen von 5 °C, in den 4 °C-Truhen sogar solche von mehr als 9 °C. Alle Truhen sind deshalb mit Ventilatoren ausgestattet, die die entstehende warme oder kalte Luft sofort gut verteilen. Sie laufen aber nicht dauernd, sondern nur während der Heiz- bzw. Kühlperiode. Sie werden von denselben Relais eingeschaltet, die auch die Heizung bzw. Kühlung einschalten. Die 20 °C- und 36 °C-Truhen enthalten 25-W-Ventilatoren, die 4 °C-Truhen enthalten je zwei 15-W-Ventilatoren.

4. Das Meßpult

Für den Meßvorgang selber steht ein sehr leistungsfähiges Meßpult³⁾ (Bild 4) zur Verfügung. Es ist in der Lage, mit Hilfe eines elektrischen Kontaktes zwei Stoppuhren (Bild 5) mit der Genauigkeit von $\pm 0,01$ s in Bewegung zu setzen bzw. abzustoppen. Das Meßpult enthält folgende Teile:

- a) Stoppvorrichtung
- b) Elektronische Auslösung
- c) Netzteil
- d) Stoppuhren
- e) Kontaktgebe-Vorrichtungen.

a) Das Herz des Meßpultes sind zwei Stoppvorrichtungen, die gemeinsam oder getrennt betätigt werden können. Jede Stoppvorrichtung besteht aus einem Stößel, der durch eine elektromagnetische Spule hindurchgeführt ist (Bild 6). Wird ein kurzer Stromstoß durch die Spule geschickt, so bewegt sich der Stößel und betätigt dadurch eine Stoppuhr. Der Stromstoß muß so kräftig bemessen sein, daß der Stößel mit der nötigen Präzision auf den Knopf der Stoppuhr drückt; er darf aber andererseits nicht zu kräftig sein, denn bei einem zu harten Schlag springen

³⁾ Entworfen von Ing. Heinze, DAMG.

die Zeiger der Stoppuhr in unkontrollierbarer Weise; der kleine Zeiger springt ab und zu 1 bis 3 Zeitintervalle vor- oder auch rückwärts. Ein zu harter Schlag des Stößels läßt sich durch Gummipuffer wirksam dämpfen.

b) Die **Auslösung** des Stößels geschieht auf elektronischem Wege (Bild 7). In einem Kondensator ist eine bestimmte Elektrizitätsmenge gespeichert, die sich bei der Betätigung des Kontaktes über ein Thyatronrohr entladen und durch die Spule fließen kann. Das Thyatron stellt einen elektronischen, d. h. ohne Verzögerung arbeitenden „Schalter“ dar. Bei negativer Gittervorspannung ist der Weg für den Strom vollkommen gesperrt. Wird die negative Spannung aber plötzlich weggenommen und durch eine positive ersetzt – das geschieht durch den Kontakt –, so kann sich die im Kondensator gespeicherte Elektrizitätsmenge ganz plötzlich entladen und den Stößel in Bewegung setzen. Für jede Stoppvorrichtung ist ein Thyatron vorhanden. Eine eingehende Prüfung des Meßpultes hat ergeben, daß von der elektrischen Kontaktgabe bis zum Stoppen der Stoppuhr nur 0,02 bis 0,03 s vergehen und daß diese Verzögerung mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ s eingehalten wird. Diese Verzögerung ist zwar beim Starten und auch beim Stoppen der Stoppuhr vorhanden, in der gestoppten Zeitdifferenz ist sie aber nicht enthalten. Die gestoppten Zeiten streuen also nur um 0,01 s; mit anderen Worten, das Meßpult arbeitet gerade mit der Genauigkeit, die für die Messungen verlangt wird.

c) Alle Spannungen, die für das Schaltpult notwendig sind, werden durch ein Netzteil üblicher Bauart (Bild 4, 2. Einschub) geliefert. Da die Thyatrons nur dann einwandfrei arbeiten, wenn die Betriebsspannungen genau eingehalten werden, ist ein Konstanthalten unbedingt notwendig.

d) Als **Stoppuhren** werden entweder Leonidas-Uhren (Bild 6, 1 Umdr. in 3 s) oder elektrische Stoppuhren (1 Umdr. in 1 s) des VEB Elektr. App. Werke, Treptow verwandt. Bei beiden können die Hundertstelsekunden direkt abgelesen werden.

e) Entsprechend den Aufgaben des Meßpultes muß die Stoppvorrichtung auf verschiedene **Kontakte** reagieren können, und zwar auf

- Handtaste (Morsetaste),
- Minutenkontakt der Pendeluhr,
- Minutenkontakt des Quarzuhrespringers,
- Punkte des Rundfunkzeitzeichens,
- Tickgeräusch des Chronometers.

Die Leitungen zu all diesen Kontakten können nach Belieben durch Schalter eingeschaltet werden. Bei den Minutenkontakten ist genügend Zeit vorhanden, die Leitungen rechtzeitig einzuschalten. Anders beim Zeitzeichen und beim Tickgeräusch. Hier folgen mehrere gleichartige Töne aufeinander, und die Leitung müßte nach dem letzten Ton vor der vollen Minute außerordentlich präzise eingeschaltet werden. In diesem Falle ist die Benutzung eines Sekundenspringers (Abb. 5 links oben) bequemer, ein Gerät, bei dem ein Zeiger (entsprechend dem Sekundenzeiger) bei jedem Stromstoß einen Skalenstrich vorwärtsspringt. Beim 100. Skalenstrich löst der Sekundenspringer einen Kontakt (entsprechend dem Minutenkontakt) aus.

Der Zeiger kann auf jeden beliebigen Skalenstrich eingestellt werden; er wird vor jeder Messung auf so viele Skalenstriche vor 100 gestellt, wie Impulse zu erwarten sind. Beim Zeitzeichen (Bild 8) erwartet man z. B. drei Impulse; der Sekundenspringer wird daher auf 97 gestellt. Er springt dann bei den drei Punkten auf 98 – 99 – 100 und löst hier den (Minuten)-Kontakt aus: „Beim letzten Ton des Zeitzeichens war es genau ... Uhr“. Das Zeitzeichen wird über einen gewöhnlichen Rundfunkempfänger (Bild 9 oben) aufgenommen, und zwar zur Vermeidung von Empfangs-

störungen über Drahtfunk; es wird nochmals durch einen Verstärker (Bild 9 linkes Fach) und dann in den Sekundenspringer gegeben. Auf diese Weise betätigen also die Töne des Rundfunkzeichens automatisch die Stoppuhr.

Das Tickgeräusch der Chronometer wird von Mikrofonen, die auf dem Glas des Chronometers liegen (Bild 10), aufgenommen, in einem Verstärker verstärkt und in den Sekundenspringer gegeben. Neben dem gerade eingeschalteten Mikrophon leuchtet zur Kennzeichnung eine kleine Glühbirne auf. Da das Marinechronometer Halbsekundensprünge macht, so bewegt sich auch der Zeiger des Sekundenspringers in jeder halben Sekunde um einen Skalenteil vorwärts. B-Uhren, die im $\frac{1}{5}$ -s-Schlag ticken, werden noch mit der Handtaste geprüft (Bild 11), weil es fast unmöglich ist, die Leitung zum Mikrophon in einer ganz bestimmten Fünftel-sekunde einzuschalten.

Zur Prüfung liegen die B-Uhren auf einem Drehtisch (Bild 12), der so konstruiert ist, daß sich die Spitze des Sekundenzeigers auch bei der B-Uhr mit exzentrischer Sekunde stets genau im Gesichtsfeld der Lupe befindet.

Arbeitsweise

Das Meßpult hat zwei Aufgaben zu erfüllen:

1. Zeitnahme,
2. Chronometerprüfung.

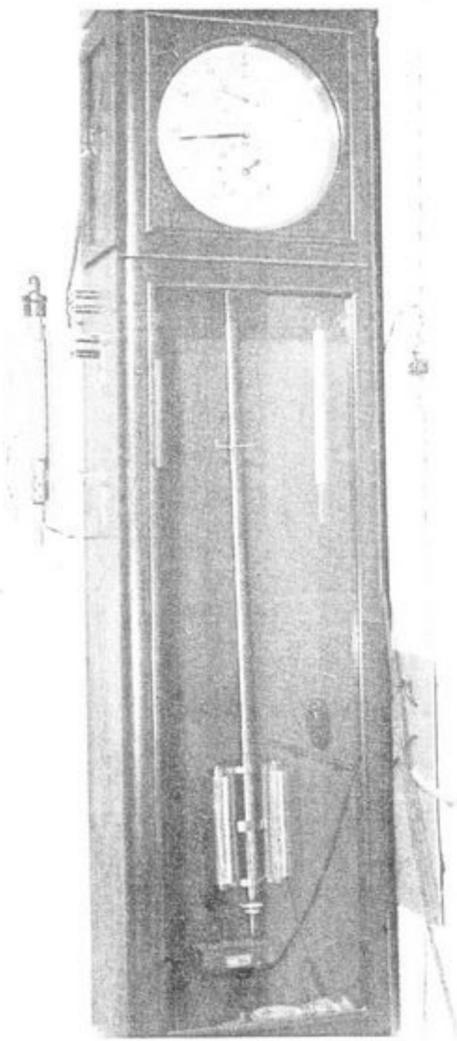
Die **Zeitnahme** dient dazu, den Stand der Zeitnormale festzustellen, also den Stand der Pendeluhr und den der Quarzuhr. Das von den DDR-Sendern ausgestrahlte Kurzzeitzeichen (Bild 8) kommt von den Quarzuhren des Geodätischen Instituts auf dem Telegrafenberg in Potsdam. Früher wurde dieses Zeitzeichen nur zweimal am Tage, um 7 und 13 Uhr, gesendet. Auf Bitten der PTS hat sich der Rundfunk der DDR sofort bereit erklärt, täglich noch zwei weitere Zeitzeichen in verkürzter Form zu senden, und zwar um 10 (sonntags 11) und um 17 Uhr. Seit dem 1. April 1959 stehen nun täglich diese vier Zeitzeichen zur Verfügung, mit denen ein Zeitnormal während der Arbeitszeit in regelmäßigen Abständen überprüft werden kann.

Bei der Zeitnahme werden die Stoppuhren eine Minute vorher durch den Minutenkontakt des Zeitnormals gestartet. Dann wird auf das Zeitzeichen gewartet; der Ton zur 55. Sekunde dient als Ankündigungssignal. Der Sekundenspringer wird auf 97 gestellt, und zwischen der 55. und 58. Sekunde eingeschaltet. Die drei letzten Punkte des Zeitzeichens bei 58, 59, 60 lassen den Sekundenspringer dreimal springen, so daß die Stoppuhr bei 60 abgestoppt wird.

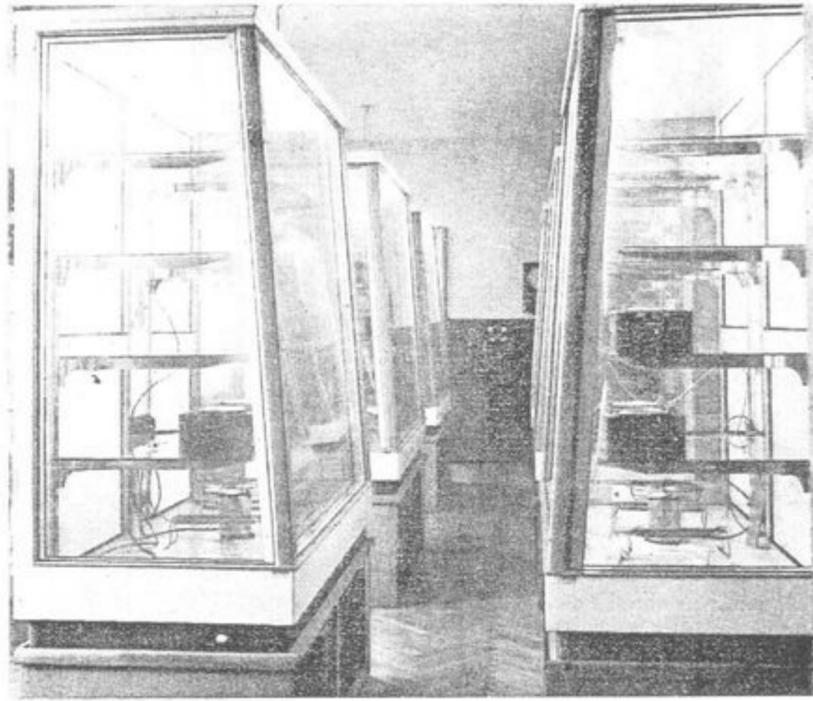
Ist die gestoppte Zeit größer als 1 min, was in der Regel der Fall ist, so stellt der über die ganze Minute hinausgehende Betrag den (positiven) **Vorgang** des Zeitnormals dar, d. h. der **Stand** ist positiv. Fehlt dagegen etwas an der vollen Minute, so geht die Uhr um diesen Fehlbetrag **nach**.

Z. B.	gestoppte Zeit	Stand
Pendeluhr	1 min 0,38 s	+ 0,38 s
Quarzuhr	0 min 58,47 s	– 1,13 s.

Für die **Chronometerprüfung** wird der Verstärker des Mikrophones in einer Vorprüfung so eingestellt, daß der Sekundenspringer zu jeder Halb-Sekunde sicher springt. Dann wird der Sekundenspringer wieder ausgeschaltet und auf 96 gestellt. Der Prüfer beobachtet nun das Chronometer und wartet, bis es die 58. Sekunde erreicht. Unmittelbar nach dem Sprung auf die 58 schaltet er den Sekundenspringer mit einem Birnenschalter, den er in der Hand hat, ein, so daß der Zeiger bei $58\frac{1}{2}$ bereits zum ersten Mal und bis 60 insgesamt viermal springt. Die auf diese Weise gestartete Stoppuhr wird nun auf das Zeitnormal umgeschaltet und von dessen nächsten Minutenkontakt abgestoppt.



1



2

Chronometerprüfung

Bild 1. Pendeluhr von Strasser und Rohde, Glas-
hütte (Sa.) als Zeitnormal

Bild 2. Prüfraum mit Temperaturschränken

Bild 3. Temperaturschrank für 20 °C mit Heizung
und schwacher Kühlung

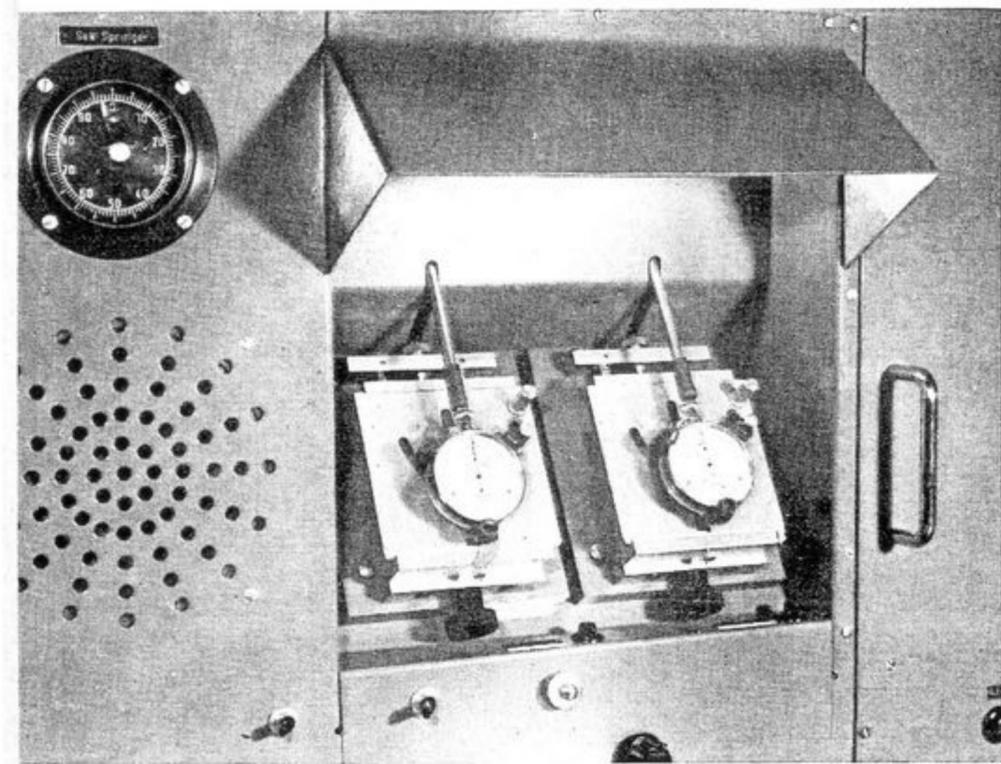
Bild 4. Meßpult

Von links nach rechts

1. Einschub: Zubehör für die Quarzuhr
2. Einschub: Netzteil mit Sicherungen, Meß-
geräten und Spannungskonstanthalter
3. Fach: oben Sekundenspringer, unten
Lautsprecher
4. Fach: 2 Stoppvorrichtungen mit Stopp-
uhren
5. und 6. Einschub: Elektronische Auslösung
der Stoppvorrichtung (aus Sicherheits-
gründen zweimal in gleicher Ausführung
vorhanden)

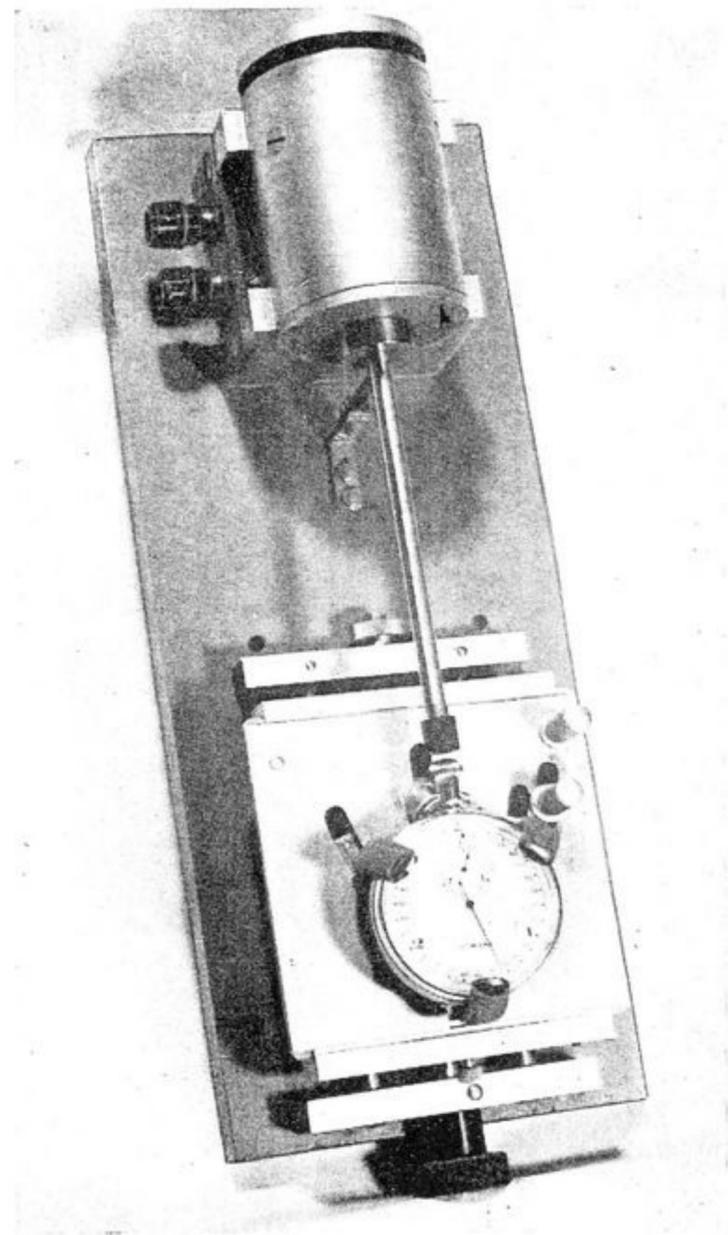
3





5

Chronometerprüfung



6



7



8

Bild 5. Mittelteil des Meßpultes mit den Stoppvorrichtungen

Bild 6. Stoppvorrichtung mit Stoppuhr

Bild 7. Elektronische Auslösung mit zwei Thyatrons

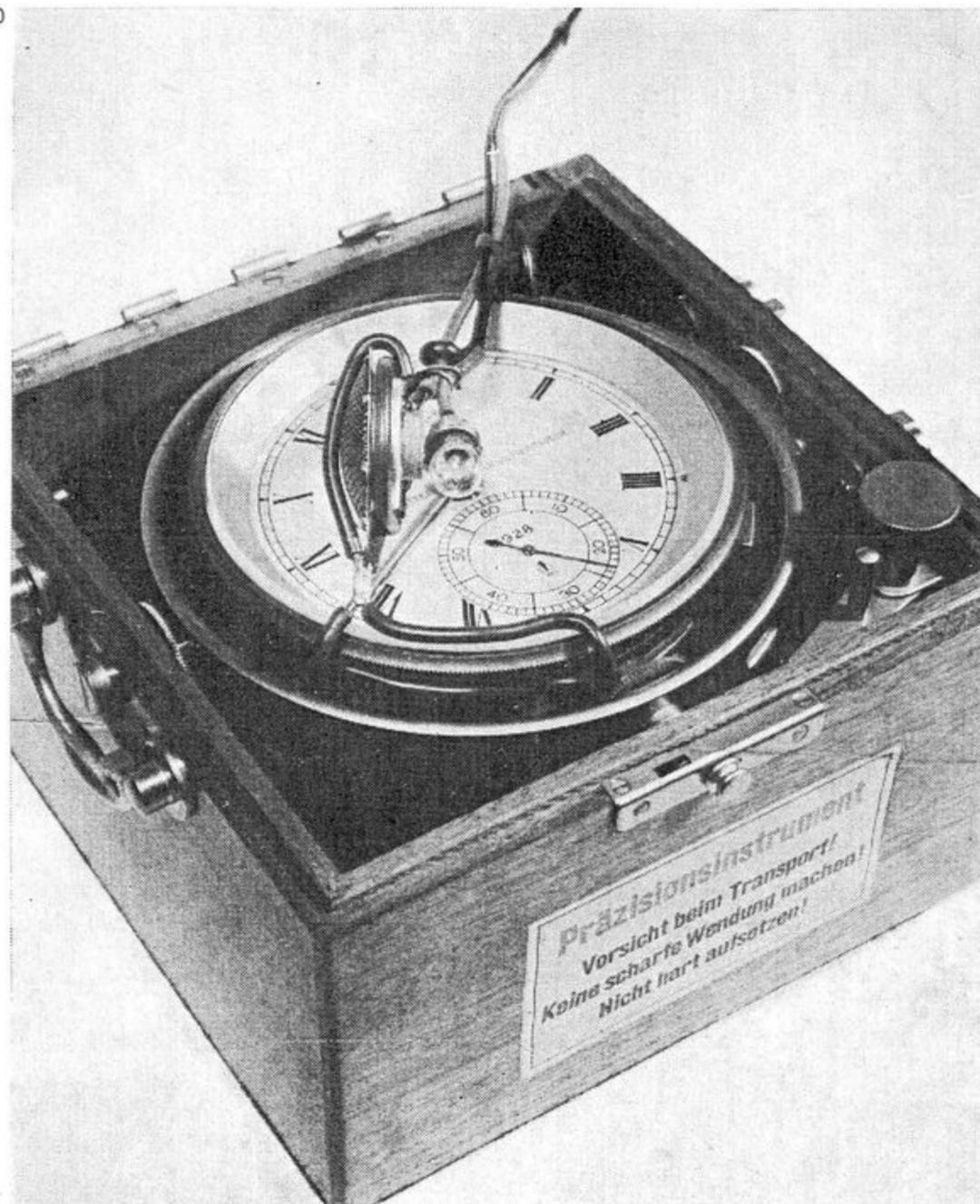
Bild 8. Kurzzeitzeichen des DDR-Rundfunks

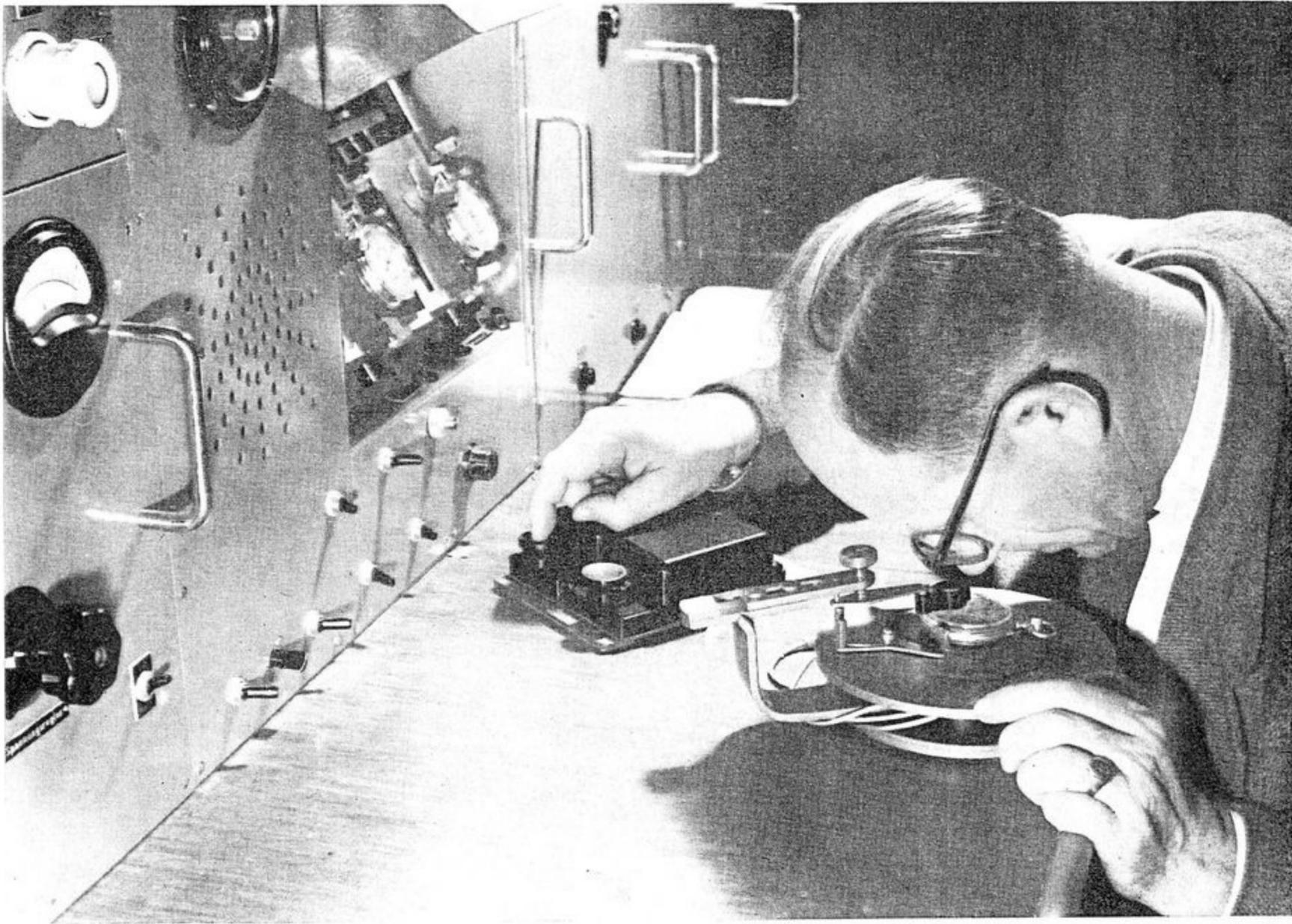


9

Bild 9. Zeitnahme. Das Zeitzeichen gelangt über den Drahtfunk in das Rundfunkgerät und betätigt über den Sekundenspringer automatisch die Stoppuhren

Bild 10. Marinechronometer mit Mikrofon und Kontrollampe





11

12

Chronometerprüfung

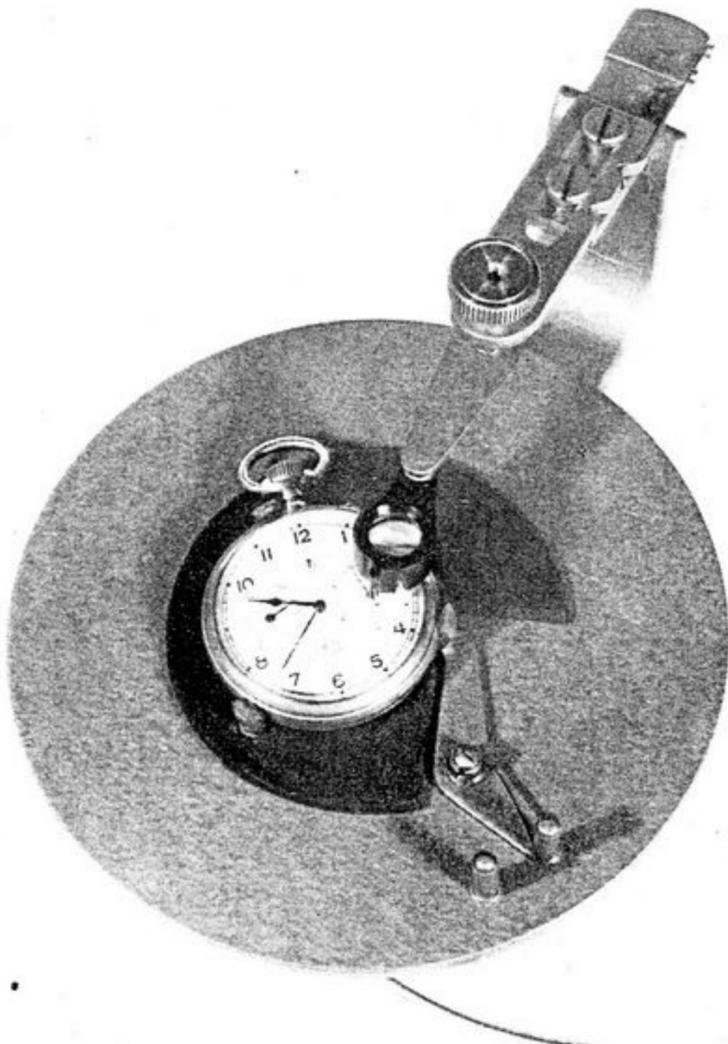


Bild 11. Prüfung der B-Uhren mit Handtaste

Bild 12. Drehbarer Prüftisch für B-Uhren. Auch bei den B-Uhren mit exzentrischer Sekunde bleibt die Spitze des Sekundenzeigers immer im Blickfeld der Lupe

BEARBEITUNGSVERFAHREN

Da die Chronometer zu Beginn der Prüfung auf einen Stand von + 30 s eingestellt werden, so stellt diese soeben gestoppte Zeit den positiven Stand des Chronometers gegenüber dem Zeitnormal dar. Wird dazu der für diese Minute interpolierte Stand des Zeitnormals hinzugezählt, so ist der wahre Stand des Chronometers gefunden – das Ziel der täglichen Messungen. Hat die Pendeluhr seit dem letzten Zeitzeichen z. B. 0,02 s gewonnen, so ergeben sich für dasselbe Chronometer im Vergleich mit den beiden Zeitnormalen folgende Meßwerte:

M Schr. Feinmech. Opt. 77 (1960) 4

	gestoppte Differenz Chronometer/Zeitnormal	Stand des Zeitnormals	Berechneter Stand des Chronometers
Pendeluhr	+ 29 min 17,02 s	+ 0,40 s	+ 29 min 17,42 s
Quarzuhr	+ 29 min 18,55 s	– 1,13 s	+ 29 min 17,42 s

Aus diesen täglichen Ständen werden die Gänge und Gangänderungen berechnet und aus ihnen die statistischen Werte, die die Eigenschaften eines Chronometers charakterisieren.