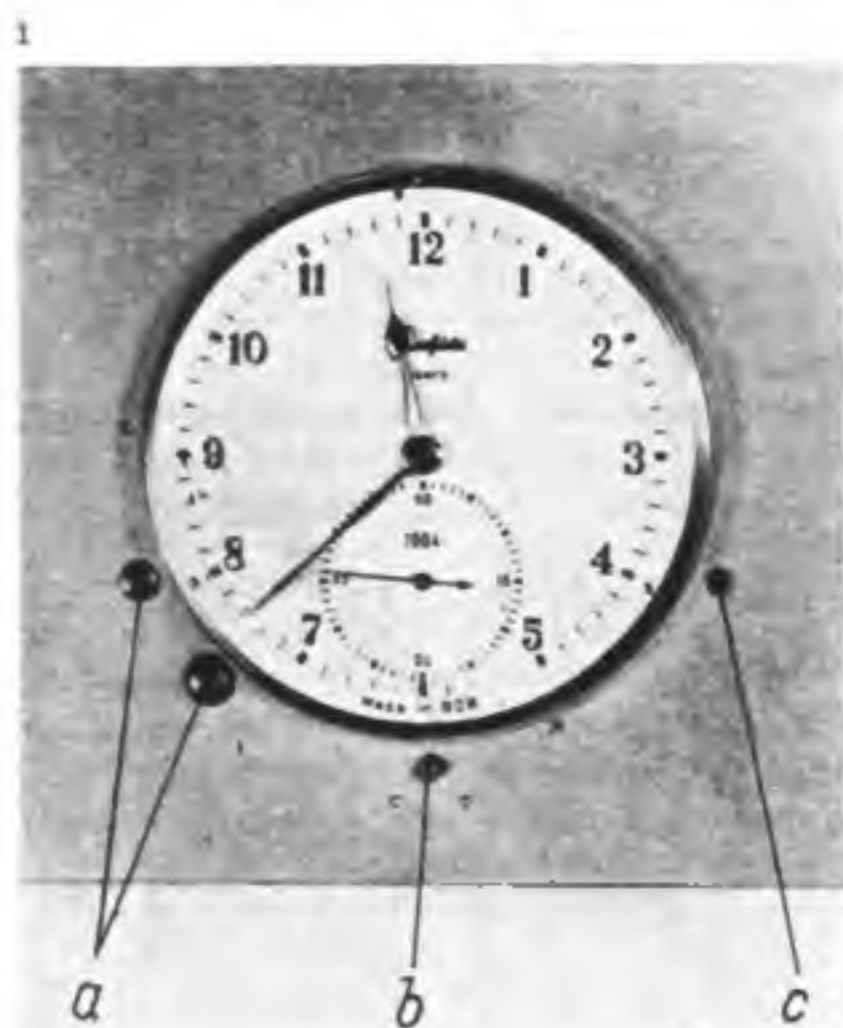


Das Glashütter Marine-Quarzchronometer Kaliber 1-71

Ing. C. Schmiedchen, Glashütte

Trotz vieler technischer Neuerungen zur Verwirklichung der präzisen Standortbestimmung von Schiffen bedient man sich auch heute noch in der Seefahrt der seit dem 18. Jahrhundert angewendeten Methode, mit Sextanten und Chronometer die Position zu bestimmen.

Gerade in heutiger Zeit, in der eine präzise Standortbestimmung und die genaue Einhaltung des Seeweges auf ökonomischen Gründen von Bedeutung ist, fordert die Marine hochpräzise Chronometer. Der Wunsch nach geeigneten Zeitmeßinstrumenten führte im Jahre 1714 zur Ausschreibung eines Wettbewerbes. Eine seetüchtige Uhr sollte gebaut werden, mit deren Hilfe es möglich ist, einen Zielort von England aus durch astronomische Navigation zu erreichen. Die erste Uhr, mit der diese Bedingung erfüllt wurde, baute der Engländer Harrison. Im Jahre 1761 erhielt er dafür den mit 20 000 £ dotierten 1. Preis. Le Roy, Berthoud, Breguet und Earnshaw haben sich um die Weiterentwicklung der Schiffschronometer verdient gemacht. Einen ganz besonders guten Ruf haben sich die Glashütter mechanischen Chronometer auf Grund ihrer ausgezeichneten Gangergebnisse über viele Jahre hinweg erhalten. Durch die Entwicklung und Bereitstellung von elektronischen Bauteilen, die geeignet sind, batteriebetriebene ortsveränderliche Quarzuhren preisgünstig mit wesentlich besseren Gangergebnissen zu bauen, begann auch für die Glashütter Chronometermacher eine neue Ära.



Mit dem Glashütter Quarzchronometer erhält der Nautiker ein Instrument, das sich in seinem Aussehen vom mechanischen Chronometer auf den ersten Blick nicht unterscheidet. Das Gehäuse des Chronometers ist ein Mahagonikasten, dessen Oberseite mit einer Glasscheibe versehen ist. Sie ermöglicht es, das Gerät im geschlossenen Zustand abzulesen. Im Gegensatz zum mechanischen Chronometer bedarf ein Quarzchronometer keiner kardanischen Aufhängung. Es zeigt in allen Lagen gleiche Gänge. Das Räderwerk und die Elektronik sind an der kompakten Frontplatte befestigt. Zifferblatt und Glasreifen bilden mit ihr eine dekorative Einheit. Unter dem Glasreifen befindet sich die Stopptaste zum sekundengenauen Einstellen des Chronometers sowie die Achse des Trimmkondensators zum Frequenzabgleich und die Meßbuchsen, in denen ein Nadelimpuls von 1,3 V bei einem Lastwiderstand von 50 k Ω kurzschlußfest anliegt (Bild 2).

In der Seitenwand des Kastenunterteils befindet sich ein Stellknopf, der nach Aufsetzen auf das Vierkant der Minutenwelle das Stellen der Zeiger von Hand für Minute und Stunde ermöglicht. Es kann vor- und rückwärts gestellt werden, wobei unabhängig davon der Sekundenzeiger weiterläuft. Die Spannungsquellen befinden sich in einem von der Bodenplatte des Kastens aus zugänglichen Raum, der entsprechende Halterungen für zwei Sätze Monozellen R 20 enthält. Es wird nur ein Satz Monozellen R 20 (2 Stück) in ein Batteriefach eingelegt. Beim Wechsel der Zellen wird der frische Satz in das noch freie Fach gelegt. Eine Diodensteuerung übernimmt die automatische Umschaltung auf das mit frischen Zellen bestückte Batteriefach, so daß beim Batteriewechsel das Chronometer nicht stehenbleibt. Der gesamte Batterieraum ist durch einen Zwischenboden vom Räderwerk und der Elektronik getrennt, so können bei eventuellem Auslaufen der Monozellen keine Schäden am Räderwerk und an der Elektronik auftreten (Bild 3).

Die Stromversorgung ist elektronisch spannungstabilisiert. Die gesamte Elektronik befindet sich auf einer Leiterplatte, die durch Steckverbinder gut austauschbar ist (Bild 4).

Die für die Genauigkeit des Gerätes wichtigste Baueinheit ist der Oszillator mit einem 32 768 Hz-Schwingquarz, dessen Nennfrequenz durch einen integrierten Schaltkreis in einem Teilverhältnis 2¹⁴:1 herabgesetzt wird. Den integrierten Schaltkreis verlassen zwei Impulse je Sekunde, die über einen einfachen Verstärker dem,

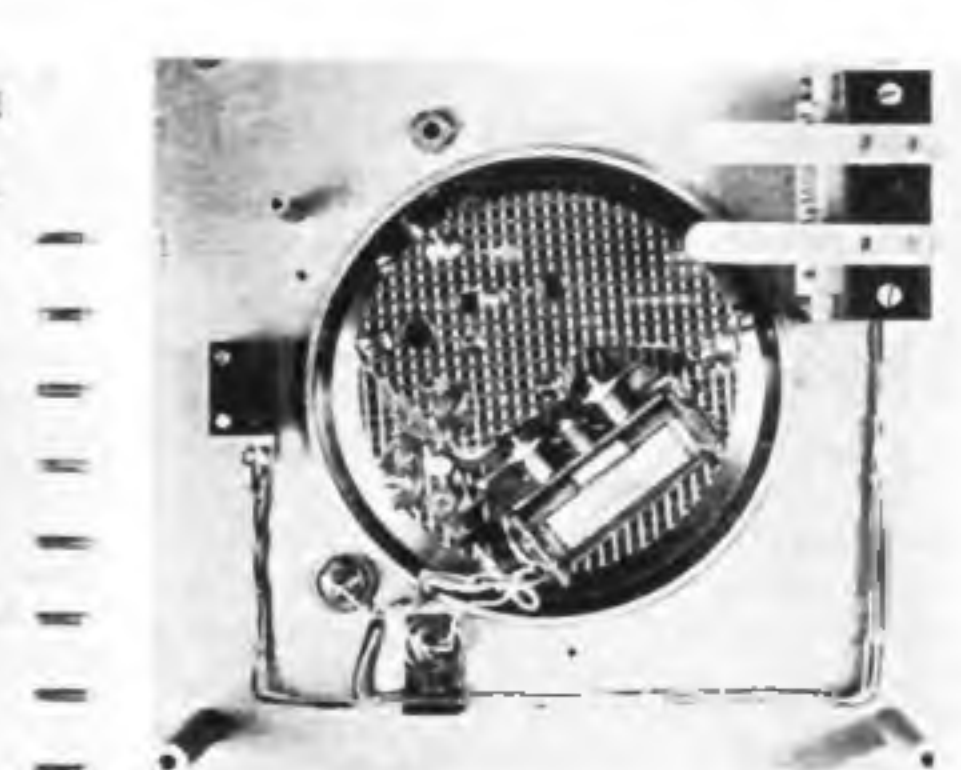
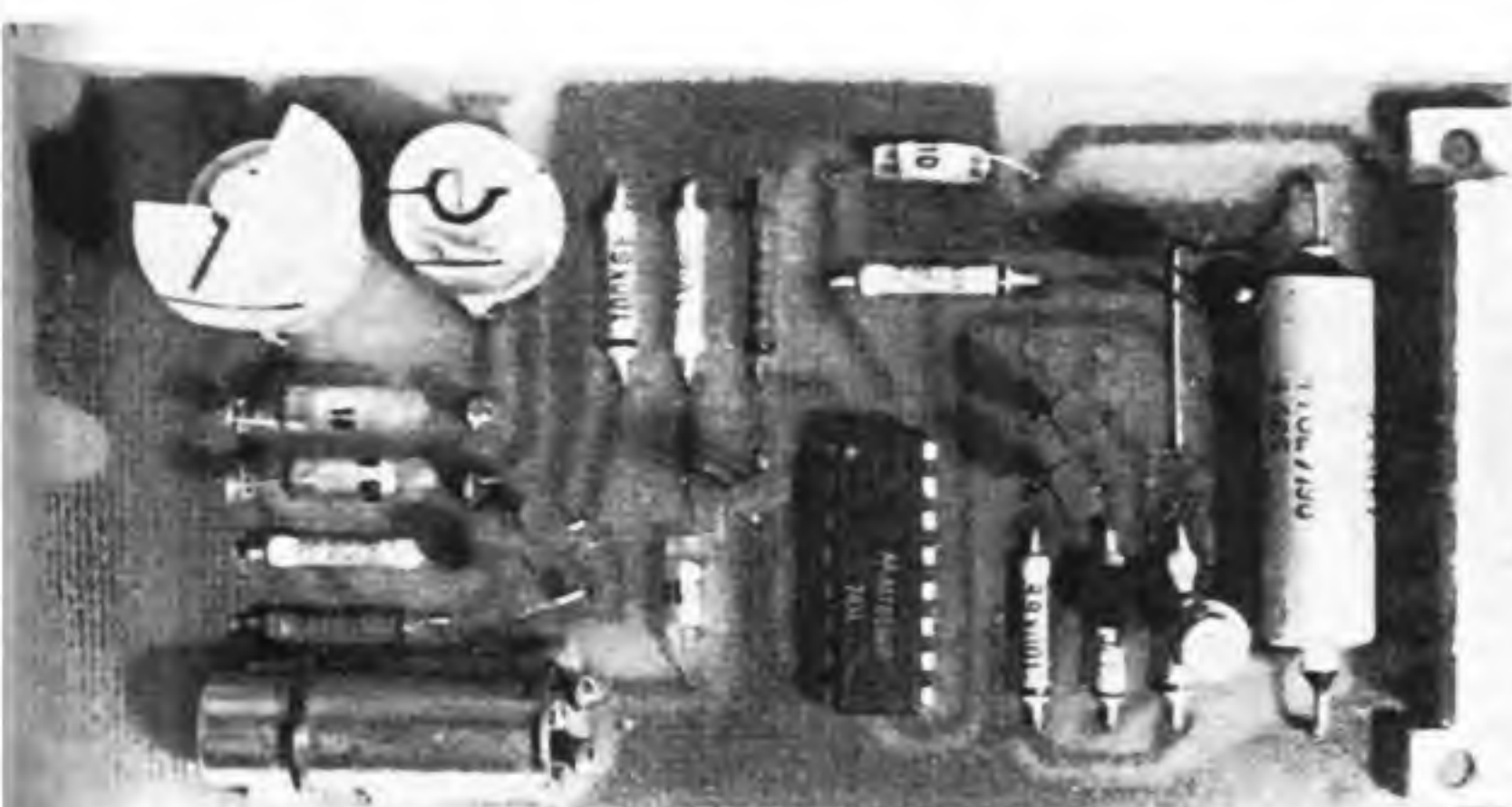
Bild 1
Ansicht des Marinechronometers aus dem VFB Uhrwerkwerk Glashütte

Bild 2
Frontplatte mit abgenommenem Glasreifen
a) Meßbuchsen; b) Stopptaste; c) Achse des Trimmkondensators

Bild 3
Ansicht des Batteriefaches mit abgenommenem Deckel

Bild 4
Elektronikplatine

Bild 5
Ansicht des Chronometerlaufwerks mit abgenommener Staubkapsel und Elektronikplatine



aus der „elektrochron“ bekannten, elektromechanischen Wandler zugeführt werden. Der Wandler arbeitet nach dem Prinzip eines polarisierten Relais. Jeder ankommende Impuls bewirkt ein Anziehen des Ankers, der über eine Schaltklinke auf das die Zeiger antreibende, modifizierte Räderwerk des mechanischen Chronometers Kaliber 100 wirkt und es um jeweils eine Teilung weiterschaltet (Bild 5).

Der exzentrische Sekundenzeiger führt Halbsekundenschritte aus. Diese Schrittfrequenz wurde in Analogie zum mechanischen Chronometer bewußt gewählt, um die Aufnahme und die dadurch gegebene Gewöhnung des Bedienpersonals an das moderne Gerät zu erleichtern. Die Abmessungen des Geräts erlauben ohne Änderung einen Einsatz des Chronometers an der Stelle im Kartenraum eines Schiffes, an der bisher das mechanische Chronometer gestanden hat. Während ein mechanisches Chronometer nach spätestens zwei Tagen aufgezogen werden muß und bei fein ausgewuchteter Unruh eine Genauigkeit von 0,3 s/d erreicht, läuft ein Quarzchronometer mit einem Satz Monozellen ununterbrochen mindestens ein Jahr lang. Bei annähernd konstanter Temperatur liegt sein täglicher Gang zwischen 0,01 und 0,1 s/d. Eine Justierung nach Beobachtung ist auf Grund des kleinen Ganges von $\approx 0,1$ s/d nicht möglich. Mit entsprechendem mehntechnischem Aufwand kann sie zwar vorgenommen werden, ist aber wegen der sehr geringen Alterung der ausgesuchten Quarze eventuell nur dann nötig, wenn das Chronometer zu einer Überholung in eine Spezialwerkstatt oder an den Herstellerbetrieb gegeben wird. Die Stoß- und Schlagunempfindlichkeit hat sich beim Quarzchronometer gegenüber dem mechanischen Chronometer wesentlich verbessert, jedoch können auf Grund der sensiblen Aufhängung des Quarzstabes schwere Schläge oder Erschütterungen zu Gangänderungen oder zu totalen Ausfällen führen. Zur Vermeidung von Korrosionsschäden oder ähnlichen Erscheinungen sind alle Einzelteile oder Baugruppen aus seewasserbeständigem Material hergestellt oder durch Spezialbehandlung seewassergeschützt. Sie entsprechen somit den Vorschriften der amtlichen Chronometerprüfstellen. Um den

Anforderungen, die an ein Quarzchronometer gestellt werden, nachzukommen, wurden umfangreiche Testversuche in bezug auf Stoß- und Rüttelfestigkeit, Beeinflussung durch Magnetfelder, Klimaprüfungen in Härte des Tropentestes sowie Gangprüfungen bei Temperaturen von -10 °C bis $+50$ °C durchgeführt. Auf Grund der bestandenen Prüfungen in den amtlichen Chronometerprüfstellen wurde eine Zulassung der Chronometer für den Einsatz auf Schiffen im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften für Kauffahrteischiffe bzw. Fischereifahrzeuge vom DHI Hamburg und der Deutschen Schiffs-Revision und -Klassifikation der DDR erteilt. Gegenwärtig werden neben quarzgesteuerten Chronometern auch noch mechanische Chronometer, vorwiegend als Kontaktchronometer, gebaut. In absehbarer Zeit werden auch quarzgesteuerte Kontaktchronometer mit Sekunden-, Minuten- und Stundenkontakt die noch vorhandene Marktlücke füllen, denn die weitere Automatisierung und Rationalisierung auf Schiffen bedingt geradezu solche hochpräzisen, nautischen Instrumente, die gleichzeitig andere Steuerfunktionen übernehmen können.

Die Entwicklung quarzgesteuerter Chronometer geht zum Einsatz hochfrequenter Quarze bis 4,19 MHz, wodurch sich insbesondere die Temperaturgänge von 4 °C bis 36 °C verbessern. Die Sekundenanzeige kann dann wahlweise 1 Hz oder 2 Hz betragen.

Die Bedienung des Chronometers bedarf keinerlei besonderer Fähigkeiten. Nach richtigem Einlegen der Monozellen läuft das Chronometer selbständig an. Es ist vorteilhaft, Monozellen in Leak-proof-Ausführung zu verwenden. Eine weitere Wartung ist nicht notwendig, lediglich ist jedes Chronometer, das sich im Einsatz an Bord befindet, in einem vorgeschriebenen Zeitabstand einer Überholung und anschließenden Gangprüfung zuzuführen. Obwohl das Chronometer einen Oszillator hat, besteht keine Störabstrahlung. Zur Unterdrückung äußerer Störeinflüsse auf das Chronometer ist jeder Chronometerkasten innen als „Faradayscher Käfig“ ausgebildet. Auf Wunsch wird das Chronometer in einem Überkasten geliefert.

Technische Daten

Abmessungen	185 mm x 185 mm x 150 mm	Gangdauer mit 1 Satz Monozellen	> 1 Jahr
Quarzfrequenz	32 768 Hz	integrierter Dauerstromverbrauch	$\leq 300 \mu\text{A}$
Masse mit Monozellen	0,5 kg	verwendbare Spannungsquellen	alle Monozellen R 20, vorzugsweise Leak proof Ausführung
Betriebsspannung	8 V, stabilisiert auf 1,75 V	Zifferblattdurchmesser	100 mm
zul. Betriebs-temperaturbereich	-10 °C bis $+50$ °C	Anzeige	2 Hz, Sekundenzeiger exzentrisch
Lagertemperatur	-40 °C bis $+70$ °C	Zeigerstellung	mit Stellrad von Hand
Gang bei konstanter Temperatur		Sekundenstopp	vorhanden
20 °C ± 1 °C	$\pm 0,01$ s/d		
Temperaturfehler			
$+4$ °C bis $+36$ °C	max ± 1 s/d		

US 1578