

Ein neues elektromechanisches Uhrwerk aus Glashütte – „elektrochron“, Typ 410

Ing. E. Kaden, Glashütte

0. Allgemeines

Im Gegensatz zu elektrisch betriebenen Einzeluhren haben sich die elektromechanischen Großuhrwerke international durchgesetzt und die rein mechanischen Uhren stark in den Hintergrund gedrängt.

Die Hauptursache dürfte wohl in der mehr oder weniger vollkommenen Wartungsfreiheit liegen. Dieser Begriff ist sehr komplexer Natur. Er läßt sich aufgliedern in verschiedene Einzelaspekte, die im Kollektiv die Wartungsfreiheit ergeben. Da wäre als erstes die Gangdauer zu nennen, die heute bei der Mehrzahl der gebaueten elektrisch betriebenen Uhren ein Jahr sicher erreicht. Unter der Voraussetzung einwandfreier Energiequellen bedeutet das für den Besitzer der Uhr, daß er im Zeitraum von einem Jahr an der Uhr keine Wartungsarbeiten vornehmen muß. Das ist jedoch erst der Fall, wenn das Prinzip und die qualitative Ausführung der Uhr eine gewisse Reparaturmöglichkeit garantieren. Beide Faktoren, Gangdauer und geringe Reparaturmöglichkeit, werden erst dann für den Besitzer voll als Vorteil wirksam, wenn der dritte, die Wartungsfreiheit bestimmende Faktor – die Ganggenauigkeit – so hoch ist, daß das „Stellen“ der Uhr nur noch in seltenen großen Zeitabständen nötig wird. Während die beiden ersten Forderungen beim heutigen Stand der Technik relativ leicht zu erfüllen sind, ist der Forderung der Ganggenauigkeit häufig aus ökonomischen Gründen eine Grenze gesetzt.

Bei der Entwicklung des elektromechanischen Uhrwerks „elektrochron“ war es Anhalt vor allem, bei vorrätigen Aufwand eine hohe Ganggenauigkeit zu gewährleisten. Zur Erläuterung des beschriebenen Weges sollen zunächst die die Ganggenauigkeit von elektromechanischen Uhren mindernden Hauptinflüsse genannt werden, ohne Beachtung der Größe ihrer Wirkung bei verschiedenen Bauformen.

1. Das entsprechend der Entladecharakteristik der Batterie vorhandene Abfallen der Spannung bewirkt eine Verkleinerung der Amplitude und damit des Ganges.
2. Die Bewegungswiderstände im Räderwerk und in der Hemmung verändern sich im Verlauf der Zeit durch Einlauf- und Abnutzungsvorgänge an mechanischen bewegten Teilen und im veränderten Öl. Sie beeinflussen Amplitude und Gang.

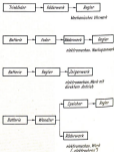
Den Einfluß beider Faktoren kann man mindern, indem Schwelgsysteme mit einem guten Hochfrequenzverhalten verwendet und die Zapfen und Verzahnungen des Räderwerks optimal genau bearbeitet und vollendet werden, was jedoch bekannterweise einen hohen Kostenanstieg bedingt.

Bei der Entwicklung des elektromechanischen Werks Typ 410, wurde eine Lösung gefunden, die diese Fehler voll-

ständig eliminiert, ohne einen erhöhten Fertigungs- und Regelanforderung zu erfordern.

Bild 1 zeigt die Blockschaltbilder von verschiedenen ältesten Uhren im Vergleich zu „elektrochron“. Der dem Pfeile angeordnete Energiefluß läßt noch einmal die Beeinträchtigung der Störfaktoren auf den Gange und damit im Gang der Uhren deutlich werden. Im Blockschaltbild der „elektrochron“ dagegen ist zu erkennen, daß der Gange von einem mit „Speicher“ bezeichneten Bauteil gespeist wird. Dieser Speicher trifft direkt, ohne Zwischenschaltung eines Räderwerks, des Schwelgers an, liefert konstante Impulse und sichert eine gleichbleibende Amplitude des Ganges, vollkommen unabhängig vom Entladezustand der Batterie.

Dieses Prinzip ist nicht im geringsten Sinn an die bereits seit langem bekannte Chronometerherstellung zu mißverstehen, da die Uhr vom Prinzip her eine hohe Ganggenauigkeit. Das zur Fortbewegung der Zeiger erforderliche Räderwerk läuft im „Nebenlauf“, d. h. das erforderliche Drehmoment wird der Uhr außerhalb der dem Antrieb der



1) Permanentmagnetischer Pfeiler
 2) Lagerpol
 3) Abstützarm



1) Permanentmagnetischer Pfeiler
 2) Lagerpol
 3) Abstützarm



Schwingers übernehmendes Bauteile zusammen. Die von Federwerken her bekannten Störkräfte auf den Gang sind so mit eliminiert.

Im Verlauf der Entwicklung, die auf einigen Gebieten Non-Isentropie voraussetzte, entstanden eine Reihe patentwürdiger Erfindungen, die in kritischen Schweißstellen zum Ausbruch kamen.

1. Aufbau und Funktion

1.1. Prinzipieller Gesamtlauf

Das Uhrwerk ist ein kontaktgesteuertes elektromechanisches System mit einem Dreh-Schwinger als frequenzbestimmendem Glied. Als Antriebsquelle dient ein handelsübliches Halbleitersystem KTY 1,3 V mit Hitzeschutzkontakt.

Bild 6. Einzelteilbilder verschiedener Uhrwerke

Bild 7. Funktionsweise und Baugruppenzusammensetzung

Bild 8. Prinzipieller Aufbau des Uhrwerks

Bild 9. Antriebsprinzip - schematische Darstellung

Bild 10. Antrieb der Feder - Darstellung der einzelnen Baugruppen

Bild 7 zeigt das Funktionsdiagramm des Uhrwerks. Aus Servicegründen wurde die Baugruppenbezeichnung gewählt. Alle üblichen Bauelemente sind in der Baugruppe 1 „Wandler“ konzentriert. Die Mechanik gliedert sich in die Baugruppen 2 „Anker“ und 3 „Federwerk“. Alle drei Baugruppen stellen in sich geschlossene, funktionstüchtige Elemente dar. Sie werden separat abgegebildet und sind im Bereich unter Beachtung bestimmter Einstellmöglichkeiten voll austauschbar.

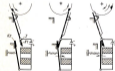
Das in Bild 8 dargestellte Funktionsdiagramm läßt den Energiefluß im Uhrwerk deutlich erkennen. Die elektrische Energie der Batterie wird im Wandler, einem Elektromagneten, in Bewegungsenergie umgewandelt, die einerseits den Antrieb der Feder periodisch vom Kontakt getrennt vorantreibt und beim Losrutschen über eine Schutzklinke das Federwerk freisetzt. Die prinzipielle konstruktive Realisierung dieses Funktionsmechanismus ist aus Bild 9 ersichtbar.

1.2. Funktionsprinzip

Der Arbeitszyklus des Uhrwerks soll anhand von Bild 4 näher erläutert werden. Dazu sind die dargestellten drei Bewegungsphasen schematisch, die die funktionenspezifischen Einzelteile in stark vereinfachter Form zeigen:

Wandler mit Halbleiters-Umrichter mit Kontaktleiter und Wandler mit Bewegungsfeder.

In Ruhestellung befinden sich die Bauteile in der links gezeichneten Zuordnung. Zunächst ist es erforderlich, mit Hilfe des konstruktiv vorgesehenen Ankeres die Feder auszurasten. Sie schwingt aus und kehrt danach in Pfeilrichtung zurück, tritt in die aus einem letzten Schwelb und einer elastischer bestehende Gabel des Antriebsankers ein und rückt dadurch aus seiner Enklave heraus. Dieser Anker steht unter der Wirkung einer Antriebsfeder (Bild 5), die so gegliedert ist, daß beide Enden des sogenannten „Speicher“ in der Form eines Totpunktmechanismus wirken. Nach Durchlaufen des Auslösewinkels überschreitet der Anker einen Totpunkt, bewegt sich unter der Wirkung der Antriebsfeder in die im mittleren Bild gezeichnete Stellung und überschreitet den Antriebswinkel α . Dabei werde der Umrath über den Hebelarm ein Impuls gegeben. Der Anker legt nunmehr mit seinem Kontakt E 1 an dem zum Wandler gehörenden Gegenkontakt E 2 an. Dadurch ist der Stromkreis Batterie - Elektromagnet geschlossen, in der Spule des Wandlers baut sich ein magnetisches Feld auf, unter dessen Wirkung die Klappe des Elektromagneten in Pfeilrichtung bewegt wird. Dabei erfolgt das energetische Spannen des Antriebsankers, und der Anker wird in seine Bereit-



1 = Anker
 2 = Umrath

schaftserfüllung (Antes Bild) zurückgeführt. Gleichzeitig bewirkt das am Anker befestigte Isolierstück I eine zwangsläufige Unterbrechung des Stromflusses und gestattet eine Rückbewegung der Klappe des Elektromagneten in Weisrichtung mittels der schwachen Rückfeder. Damit befindet sich das gesamte Antriebssystem wieder in Ausgangsstellung. Die Uhrschwingel im Uhrgehäuse, biegt die Antischieber leicht zur Seite und hat nach Überschreiten des Umkehrpunktes des Zykles von neuem an.

Je Vollschwingung wird der Umrath ein Impuls erteilt. Das gestattet, den Hochstromantrieb des Schwingensystems durch eine entsprechende Phasenlage der Antriebswellengetriebe zu kompensieren.

Im Verlauf des Rückfalls der Klappe der Wandlers erfolgt entsprechend der Darstellung im Bild 3 das Weiterschalten des Rückwerks um eine Zahnstufung.

In nächster Serie zusammengefaßt, soll auch einmal der Ablauf eines Zyklus, beginnend mit der erstmaligen Anlösung von Hand, geschildert werden.

1. Anwerfen der Umrath mittels Anwerler
2. Anlösen des Ankers durch die Umrath
3. Antrieb der Umrath durch das System Anker-Antriebsfeder
4. Kontaktabschluß am Ende der Antriebsphase
5. Spannen der Antischieber durch die Klappe des Wandlers
6. Zueingelassenes Torrenen der Raststift
7. Rückfall der Klappe und Weiterschalten des Rückwerks

2.3. Werkkopf und Materialhaltung

Das Werk wird von einer aus schlagfestem, geräuschdämmendem Plast (Mikamide HF1, 20) bestehenden Kapselforgegeben. Durch entsprechende Überlappungen des Oberteils mit dem tragenden Grundkörper und spezielle Abstützungen der herausgeführten Betätigungseile konnte weitgehende Strahlenschutz erreicht werden.

Bild 4 zeigt eine Ansicht der Betätigungseite des Werks. Es ist zu erkennen, daß der Betrieb des Gehäuses durch zwei Schrauben befestigt wird. Die oben links sichtbare Feinregulierung ist mit Hilfe eines geeigneten Gegenstandes zu verstellen. Eine entsprechende Kennzeichnung von Drehrichtung und Stellgröße wurde vorgesehen.

Einrichtpunkt und Anwerferhebel sind gut zugänglich und griffbar gestaltet. Außerhalb der eigentlichen Kapselform des Werks ist eine stärke Halterung für das verwendete Element anbracht. Zum Zweck erhöhter Kontaktstabilität erfolgt der Stromfluß hierbei nicht, wie international üblich, über das Gehäuse der zum Festspannen des Elements benötigten Spindel. Durch die Verwendung eines strapazierfähigen Kunststoffes kann sichergestellt werden, daß bei eventuellem falschem Einlegen eines neuen Elements keinerlei Schädigung der Uhrwerke eintritt. Außerdem ist im Inneren der Halterung ein erklärendes Symbol anbracht, das das richtige Element erleichtert.

Die Spannung wird durch zwei Stromabnehmer über Schrauben im Inneren der Kapselform geführt (Bild 7). Die gezielte Bauweise gestattet eine nahezu vollkommene Dichtung der Durchführungsstellen. Die Vorderansicht zeigt die Befestigungseile des Werks in seiner Kapselform über geräuschdämmende Moosgummiunterlagen und die für die Halterung im Gehäuse vorgesehenen drei Anschraubpunkte.

Das Unterteil der Kapselform ist relativ niedrig, so daß verschiedene Manipulationen am Werk ausgeführt werden können, ohne daß dasselbe ausgebaut werden muß (Bild 8).

2.4. Der elektrochemische Wandler

Diese Baugruppe hat die Aufgabe, die im Element gespeicherte elektrische Energie in mechanische Energie umzuformen. Von ihr wird insbesondere der Wirkungsgrad der ganzen Uhr bestimmt, der sich in hohen oder niedrigen



Bild 4. Offenes Werk von der Betätigungseite aus betrachtet

Bild 5. Innenansicht

Bild 6. Ansicht des Uhrwerks bei abgenommenem Deckel des Gehäuses



Bild 4. Magnetpolen im elektromechanischen Wandler und der Aufbau des Eisenblechs
 Bild 5. Elektromechanischer Wandler
 Bild 6. Klappe im elektromechanischen Wandler

Stromverbrauch ausdrückt und damit letztlich die Gangdauer der Uhr bestimmt.

Es wurde deshalb eine konstruktive Ausföhrung gesucht, die neben großer Betriebszuverlässigkeit einen hohen Wirkungsgrad besitzt. Solche Elektromagnetensysteme sind bereits seit llingerer Zeit bekannt unter dem Namen „polarisierte Kollie“. Merkmal dieser polarisierten Systeme ist die Verwendung zusätzlicher Dauermagneten im Eisenblech, die die Eisenbleche des Elektromagneten so stark voremagnetisieren, daß zur Erleichterung der Bewegung der Klappe nur noch eine relativ geringe elektrische Energie erforderlich ist. Die bei multipolarisierten Systemen nötige Vorenmagnetisierung (Fluss mit Klappenöffnung) wird als elektrische Energie voll dem Element zuzurechnen und bringt dadurch offensichtlich einen geringeren Wirkungsgrad.

NM 1 und Bild 10 lassen den grundsätzlichen Aufbau des elektromechanischen Wandlers erkennen. Eine mit Kupferlackdräht 2,18 mm Durchmesser bewickelte Spule besitzt einen Eisenkern mit zwei abgewinkelten Polschuhen. Die Polschuhe tragen die Dauermagnete und entsprechende Polbleche. Dadurch bilden sich zwei von Eisenmagnetkernen durchdrante Luftspalten, in denen die Klappe des Wandlers am einen Luftspalt in ihrer Mitte arbeiten kann. Die Klappe trägt eine Verlängerung, an der das eine Kontaktteil (Kontakt R 1, siehe Bild 4) und die zum Transport des Laufwerks dienende Schickelkappe befestigt sind. Zur Erzielung eines optimalen Wirkungsgrades wurden sämtliche Teile des magnetischen Kreises aus einer speziell für solche Zwecke entwickelten Nickellegierung (Muniperm) hergestellt. Dieser Werkstoff erweist sich neben besonderen Vorsehritten für die mechanische Bearbeitung eine unter Schwingen und definierten Bedingungen abzuführende Glühbehandlung.

Unter der Wirkung der Dauermagnete wird auf die Klappe bei Bewegung in den Polspalten ein Kraft entsprechend der Konstante 1 im Bild 11 ausgeübt. Zur Erreichung der gewünschten Charakteristik wurden dessen Magnetkernfen entsprechend Federkräfte überlagert (Konstante 2). Durch gezielte Addition ergibt sich im gesamten Bereich der Bewegung eine resultierende Konstante 3, die den gewünschten Verlauf besitzt. Sie deutet an, daß an die Klappe eine nahezu konstante, in eine Richtung wirkende, Kraft anliegt. Diese Kraft bedingt, daß die Klappe nach Beendigung des Spannungssprungs immer in ihre Ausgangslage zurückfällt (im Bild 4 durch eine Zustacheln dargestellt). Von der Abstimmung dieser Kräfte untereinander sind in hohem Maße die Zuverlässigkeit und der Wirkungsgrad der Uhr abhängig. Konstruktive wurde die Überlagerung der Magnetkräfte dadurch gelöst, daß als Legierung für die Klappe ein Ferrisulfid dient, das die Komposition der Kräfte groß bewirkt. Zur Feinabstimmung sind zusätzlich zwei verstellbare ringförmige Magneten vorgesehen (Bild 10). Langfristige Untersuchungen ergaben eine hohe Stabilität der eingestellten Werte.

Die beiden Dauermagnete durchdraten die Polspalte mit einem Magnetfluß Φ_0 in angegebener Richtung (Bild 9). Wird im Verlauf der Funktion der Uhrwerks der Stromkreis geschlossen, so entsteht in der Spule ein magnetisches Feld, das einen Fluß Φ_1 zur Folge hat. Dieser Fluß addiert sich im linken Polspalt mit dem Dauerfluß Φ_0 . Im rechten Polspalt subtrahieren sich beide Flüsse. Dadurch bewegt sich die Klappe in die gewünschte Stellung. Nach Stromunterbrechung entfällt das zusätzliche Kontaktfluß Φ_1 , die Klappe fällt wieder in ihre Ausgangslage zurück.

Parallel zur Spule wurde zur Führung der Kontakte eine Federsteuertechnik angewendet.

Die funktionellen Teile des Wandlers werden von einem Aufbauelement getragen, das unmittelbar auf der Kollie verbleibt mit zwei Schrauben befestigt und zum Zweck der Einstellung der Funktion der Uhr mit Hilfe eines Exzenters abverstellbar ist.

Die spannungsführenden Anschlüsse des Wandlers sind als Drehverbindung bzw. leicht zugängliche Schraubverbindung ausgeführt. Die Montage der Baugruppe ist somit ohne Schwierigkeiten möglich.

1.5. Der Regler

Hier konzentrieren sich die Teile, die unmittelbar den Gang der Uhr bestimmen. Die Befestigung der Baugruppe erfolgt über zwei Schrauben auf den in der Rückverstellplatte eingesetzten Pfeilern. Eine stabile Winkelplatte trägt zur Befestigung der Oberplatte zwei Pfeiler (Bild 13). Zwischen beiden Platten lagern Antriebsanker und Umräh. Zur Herstellung der Riffung wurden für beide Wellenpaarungen vorgespannte Buchsenbohrer ist dabei, daß die Umräh nur unten einen Deckstein besitzt. Die obere Lagerstelle kommt in Abstrich der konstanten Betriebslage der Uhr als einfache Leichteile-Taylor-Lagerung ausgebildet werden. Das dadurch entstehende offene Lager am oberen Drehzapfen wird durch den Führungszapfen der Federgehäuserichtung abgedichtet und gegen Einbringen von Schmutz geschützt.

Der Schwinger wurde mit einer flachen Spirale entsprechend der Qualität Nr. 200003 ausgestattet. Die Begrenzung erfolgt über einen zweiflügeligen Räder und die von unten angelegte Verstellspindel. Die stabile Lagerung dieser Spindel in zwei von der Oberplatte abgehängene Lappen und die spezielle Gestaltung der Rückerteile gewährleisten eine gute Reproduzierbarkeit des Ganges.

Bild 13 zeigt die Mechanik des Reglers bei abgenommenen Oberplatte. Man erkennt den Antriebsanker mit dem Kontakthebel K1 (siehe Bild 4), die 5-fürmig gespannte Antriebsfeder und deren zum Zweck der Herstellung drühter gestaltete Einspannvorrichtung.

Die im Bild 4 veranschaulichte dargestellte Kontaktanordnung soll etwas genauer betrachtet werden. Das vom Wandler gebildete Kontakthebel K2 wird von einem auf die Verankerung der Klappe aufgeschweißten Goldplättchen gebildet. Das starr mit dem Antriebsanker verbundene Kontakthebel K1 besteht ebenfalls aus Gold.

Der hochwertigste Werkstoff bewirkt bereits, wie umfangreiche Dauererprobungen ergeben, eine hohe Kontaktstichigkeit. Um diese jedoch noch zu erhöhen, erhielt der Kontakt K1 zusätzlich einen passiviert angeordneten Hilfskontakt K3 (Bild 14). Er besteht aus einem in eine Spiralfeder eingespannten Silber-Palladium-Drabt und kann auf Grund seiner Werkstoffeigenschaften um kleine Beträge durchfedern. Das Zusammenwirken beider Kontakte ist im Bild 14 dargestellt.

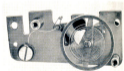
Im Moment der Auslösung befinden sich die Teile in einer Einordnung entsprechend Stellung 1. Nachdem die Uhr vom Anker ihren Impuls erhalten hat, rückt der Hilfskontakt als erster auf den Gegenkontakt K2 und folgt einem durch Stellung 2, bei der Kontakt K1 zur Anlage kommt (Stellung 3). Wie bereits beschrieben, bewegt man die Klappe des Wandlers des Antriebsankers in seine Ausgangsstellung zurück, die Kontakte öffnen sich zwangsläufig nacheinander.

Die Befestigung der Kontaktteile gegeneinander wurden durch sorgfältige Untersuchungen so dimensioniert, daß eine gute Selbstreinigung gewährleistet ist, der Verschleiß jedoch auf ein Minimum begrenzt bleibt.

1.6. Das Räderwerk

Die Grundplatte des Räderwerks ist gleichzeitig tragende Platte der gesamten Uhr. Sie dient als Halterung für die Baugruppen „Regler“ und „Wandler“. Deshalb insbesondere wird diese komplexe Funktion im Bild 15.

Oberhalb des Räderwerks nur ein Impulsadditionswerk ist und eine größere Lager- und Zapfenbohrungen im Nebenfuß hat, werden die Platten relativ stabil gehalten. Sie sind aus Messing und besitzen zur Anlaufzeit der Wellen und Triebe entsprechende Bohrungen mit Überhöhung. Zwei



schon des Platten sitzen das sperrverriegelte Schafel mit der riefliche Getriebering, außer dem auf der Kontakt der Grundplatte angeordneten Wechseltrieb auf dem Schafel.

Die Anordnung mit zentraler Sekunde bedingt die teilweiserlagerung von Minuten und Sekundenhebel. Die Veränderung der Rücklauf des Räderwerks beim Uhr ist durchführbar über eine mit dem Schafel zusammenwirkende verstellbare Sperrfeder. Eine Ansicht des kompletten Räderwerks bei abgenommenen oberer Platte bzw. dem Schnitt durch dasselbe zeigen die Bilder 16 und 17.

2. Technische Daten und Leistungsdaten

Abmessungen: 105 mm x 80 mm x 30 mm
 Masse: ohne Element etwa 270 g

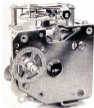


Bild 1

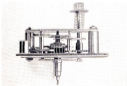


Bild 2

Bild 1: Gehäuse des Oszilloskops

Bild 2: Ansicht des Oszilloskops bei abgenommenem Oberblech

Bild 4: Kondensatorbrücke - Darstellung der einzelnen Bauelemente

Bild 3: Ansicht des Oszilloskops ohne Kabelschonung bei der Stromwerkseite

Konsequenzpflicht: Entspricht dem TGL 22 235 Nr. 3, Gesamtlochkategorie A für Werke mit Kennzeichnung

Feinregulierung (Reguliertaste): $\approx 200 \mu\text{A}$

Feinregulierung (Drehknopf): $\approx 32 \mu\text{A}$ je Spielstufenabstrichung

Gangdauer: Mit einem Stabelement RJT wird eine Gangdauer von 12 h Jahr erreicht. Voraussetzung: sollten Elemente mit Nichtbariumelektrode oder Hochleistungszellen verwendet werden.

Betriebsspannung: 1,5 V, Bei 1,1 V ist die höchste Funktion des Werks nach gewährleistet.



Bild 5

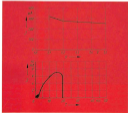


Bild 6

Bild 5: Schnitt durch das Röhrenwerk

Bild 6: Ansicht des Röhrenwerks bei abgenommenem Oberblech

Bild 8: Stromverlauf in Abhängigkeit von der Spannung und Impulsform

Stromaufnahme: Impulsstromstrom max. 7,0 mA, Impulsstrom $\approx 300 \mu\text{A}$

Impulsdauer: max. 30 ms

Äquivalenter Gleichstrom: 250 bis 320 μA , je nach anliegender Spannung (siehe Bild 18)

Spitzenstromwert: 70 bis 100 mA

Funkenentladung: Germaniumdiode DA 022

Schwingfrequenz über Uhrzeit: 2 kHz (10 400 Halbwertszeit)

Schwingfrequenz: 1/2 Sekunden-Sprung

Belastbarkeit max. 30 pos: 30 pos

Belastbarkeit max. 200 pos: 200 pos

Belastbarkeit: Sekundärstrom-Einstellung mit Hilfe des Anzeigens möglich



Bild 19
- Mehrerwerb-Waanduhr Typ 471 - Aufbau des Ge-
häuses

Bild 20
- Blick in die Innenseite des Gehäuses



Bild 21, 22, 23
- Dreh-Abschließvorrichtung der Waanduhr Typ 471



1. Anwendung

Die Formzeit der Uhrwerke gestattet eine sehr universelle Anwendung. Das erste produzierte Modell mit dem Werk Typ 410 ist eine Mehrewerb-Waanduhr, auf Grund ihrer Abmessungen (260 mm) ist sie besonders geeignet für Büros, Labors, Werkstätten, Labors usw.

Bild 19 zeigt eine Ansicht dieser Uhr von vorn, während Bild 20 einen Blick in das Innere des Gehäuses gestattet. Eine Werkhaltungsplatte liegt, befestigt in drei Punkten, das Uhrwerk und dient gleichzeitig zur Halterung des aus eloxiertem Polystyrol bestehenden Gehäusewings. Dazu sind auf der Halteplatte gleichmäßig verteilt vier schwenkbare Werkhaltelassen angeordnet, die in dafür vorgesehenen Einschnitten am Umfang des Gehäusewings eingreifen und mittels Schrauben verspannt werden können. Aus der Platte herausgestrichene Backel verhindert ein Lösen dieser Verspannung. Unter der Wirkung der Werkhaltelassen wird die Halteplatte nach vorn gezogen und am Gehäusewing angeformte Ringe gedrückt und hält gleichzeitig das Zifferblatt sowie das den Zeigermechanismus abdeckende gewölbte Silikonblech. Die Ballenrollen bewegen sich also, vollkommen gegen Beschädigungen geschützt, zwischen Zifferblatt und Glas. Zur Abdichtung nach vorn wurde zwischen Zifferblatt und Glas ein Dichtungsring aus Gummi eingesetzt.

Die Uhr erhielt die Grund-Typennummer 471. Sie kann entsprechend den Anwendungsfällen mit drei verschiedenen

Zifferblättern ausgestattet (Bilder 21, 22, 23) und in vier Gehäusefarben sowie wahlweise mit reinem oder abgestuften Sekundenzeiger geliefert werden. Die Bestellnummern für einzelne Ausstattungsvarianten sind aus dem Werk für ausgegebenes Fragebogenmaterialien zu entnehmen.

4. Schlussbetrachtungen

Das mit diesem Artikel vorgestellte Uhrwerk ist in einer Bauform abweichend von dem bisher Bekannten. Die Beschreibung soll vor allem dem reparierbaren Handwerk einen ersten tiefen Einblick in den Aufbau und die Funktionen des Uhrwerks gestatten, ohne schon konkrete Hinweise für die Reparatur zu geben.

Eine entsprechende Anleitung wird im gegebenen Fall mitgeliefert.

Literatur

- 1) Ullrich - Hülsh Spring 84 - die neue Bauweise der Uhr, S. 107/108/109
- 2) ... Modell 41-81 bzw. 41-82, Radioelektronik (Fernstudienblätter)
- 3) Albers - ATD-WAT-Werk 80, Die Uhr, S. 10/104
- 4) Schindler - Das Uhr-Gehäuse zur Präsentation, Die Uhr, S. 17/19/20
- 5) Clock - Mechanische und elektronische Steuerung von verstellbaren Schwingen, insbesondere von Ullrich, V&E-Zeitschrift, S. 10/11/12/13