Wasserdichte Uhren

Dipl.-Ing. G. Krug; Ing. K. Mleinek, Ruhla

Mit dem Abschluß der technischen Entwicklung der mechanischen Uhr hat sich das Schwergewicht der Entwicklung auf die Ausstattungen der Uhren verlegt. Die Enwicklungsarbeiten beschäftigen sich in der Hauptsache mit einer Erhöhung des Gebrauchswertes der Ausstattungen. Eine mögliche Gebrauchswertsteigerung ist die Verbesserung der Dichtheit der Uhrengehäuse.

Die Uhrenindustrie der DDR hat sich bei ihren Entwicklungsarbeiten von den wirklichen gebrauchswerterhöhenden Forderungen leiten lassen und daraus die notwendigen Eigenschaften solcher Uhrengehäuse abgeleitet.

Die notwendigen Gebrauchseigenschaften dieser Gehäusekategorien werden durch die biologisch bedingten Möglichkeiten des Menschen mitbestimmt und sind in Tafel 1 zusammengestellt. Da der Druck auf einen im Wasser befindlichen Körper von 10 m zu 10 m Tiefe um jeweils 1 at ansteigt, ist leicht auszurechnen, daß in einer Wassertiefe von 200 m ein Druck von 20 at auf die Uhr einwirkt. Damit ist die Grenze der Druckfestigkeit einer Uhr mit wasserdichtem Gehäuse festgelegt.

Bei einer langsamen Vergrößerung der Tauchtiefe kann auch ein langsamer Druckanstieg vorausgesetzt werden, bis er den bei gleichbleibender Wassertiefe herrschenden statischen Wert annimmt. Ein Wassersportler ändert während des Tauchens jedoch häufig seine Tauchtiefe. Damit wechselt der auf dem Gehäuse liegende Druck seine Größe dynamisch.

Druckunterschiede durch eine Änderung der Gehäuseinnentemperatur und des im Gehäuse herrschenden Dampfdruckes konnten nicht festgestellt werden. Kondensationserscheinungen, die auf die im Gehäuse herrschende Luftfeuchtigkeit zurückzuführen sind, konnten nur bei extremem Temperaturwechsel beobachtet werden. Damit ist ausgesagt, daß die Hauptgefahr für die Uhrengehäuse aus den dynamischen Druckänderungen des äußeren Wasserdruckes herrührt, der neben Wasser auch Schmutz in das Gehäuse strömen läßt.

Im Laufe der Entwicklung hat sich die Abneigung gegen den Einsatz organischer Gläser bei wasserdichten Gehäusen gemildert. Die Wandlung der Ansichten, die zunächst für das Silikatglas plädierten, ist auf umfangreiche Forschungsarbeiten zurückzuführen. So konnte nachgewiesen werden, daß sich organische Gläser wie Luft verhalten, also in der Lage sind, Wasser zu speichern. Eine Änderung des Feuchtegehaltes der Luft führt damit nicht unbedingt zu einer Steigerung der Feuchte in der Uhr, sondern zu einer gesteigerten Wasseraufnahme durch das Clas. Bei geringer werdender Luftfeuchte diffundiert das Wasser in die umgebende Luft zurück und wird von dieser aufgenommen. Die Wasseraufnahme der Uhr ist in diesem Fall gering. Eine erhebliche Feuchtesteigerung im Gehäuse konnte nicht nachgewiesen werden. Es ist jedoch anzunehmen, daß sich tatsächlich ein solcher nicht stationärer Diffusionsabgang abspielt. Gewöhnlich dringt das Wasser an Stellen ein, die mit Haarrissen behaftet sind oder es bahnt sich durch Kapillaren einen Weg ins Innere der Uhr.

Die Untersuchungsarbeiten haben den Nachweis erbracht, daß Undichtheiten in Form von Rissen, Spalten und Kapillaren unterbunden werden müssen. Soll jedoch eine Ausbildung von Kondenswasser unter allen Umständen vermieden werden, so sind nur zwei Wege möglich:

1. Ein Verschließen der Uhr unter Vakuum oder
2. Anbringen eines Trockenmittels, das durch chemische Reaktion Wasser bindet.

Der Begriff „wasserdicht"

Beim Studium der internationalen Fachliteratur fällt auf, daß der Begriff „wasserdicht" zur eindeutigen Information des Kunden nicht sicher fixiert ist. In der DDR bemüht man sich deshalb, eine derartige Festlegung des Begriffes „wasserdicht" zu finden, der den Bedingungen des Gebrauchs 100-%ig genügt und industriell vertretbare Fertigungszeiten gewährleistet. Die Begriffsfixierung „wasserdicht" soll sich dabei auf den Personenkreis erstrekken, der vom wassersportstreibenden Laien bis zum Sporttaucher mit ABC-Ausrüstung reicht. Der Begriff „wasserdicht" soll die Personengruppe nicht erfassen, die sich unter Zuhilfenahme komplizierter technischer Einrichtungen aus beruflichen oder sportlichen Gründen in größeren Wassertiefen aufhält. Für solche Uhren soll exakt der Begriff „Taucheruhr" verwendet werden.

Um den Benutzer von Uhren mit einem bestimmten Dichtheitsgrad über die Eigenschaften dieser Uhren eindeutig zu informieren, sind nachfolgend die Begriffe „wassergeschützt", „wasserdicht" und „Taucheruhr" nochmals erläutert.

Es gilt: wassergeschützte Uhren weisen Gehäuse auf, die das Eindringen von Spritzwasser und Regenwasser unter der Bedingung verhindern, daß Außendruck und Innendruck der Uhr gleich sind.

Wasserdichte Uhren sind mit Gehäusen versehen, die das Eindringen von Wasser, Gasen und Schmutz bis zu einer Wassertiefe von 20 m verhindern, wenn die Einwirkzeit in dieser Wassertiefe nicht größer als 10 min ist.

Taucheruhren weisen Spezialgehäuse auf, die ein Eindringen von Wasser, Gasen und Schmutz bei allen biologisch möglichen Tauchtiefen verhindern, wobei die Verweilzeit in den zugeordneten Wassertiefen 1 Stunde länger als die biologisch bedingte Verweilzeit ist.

Die Einhaltung dieser Begriffe setzt konstruktive Merkmale voraus, die nachfolgend näher betrachtet werden.

Konstruktive Ausführung wasserdichter Gehäuse

Jedes Armbanduhrgehäuse weist entsprechend seiner Bauart zwei oder drei verschiedene Undichtheiten auf:

1. Die Verbindung Glas und Gehäuse
2. Die Verbindung Boden — Gehäusering
3. Die Passungsstelle Kronendurchführung — Bohrung.

Tafel 1. Tauchtiefe in Abhängigkeit von der Tauchausrüstung

Taucher mit Spezialausrüstung (Panzertaucher) bis	200 m
Taucher mit Sauerstoff-Heliumgerät (Ausrüstung wie PT) bis	120 m
Taucher mit Preßluftgerät (Ausrüstung wie PT) bis	80 m
Taucher mit normaler Taucherausrüstung (Skaphander) bis	40 m
Sporttaucher mit Sauerstoffgerät bis	20 m
Sporttaucher mit Flossen, Maske und Schnorchel kurzz. bis	20 m
Wassersportler bis	5 m

Nach *Winkler* (Uhren und Schmuck 12/68 und 1/69 sind folgende Eindringmöglichkeiten für Wasser bzw. Wasserdampf möglich:

1. Diffusion durch das organische Glas
2. Strömung durch Haarrisse des gealterten organischen Glases
3. Strömung durch den Spalt zwischen dem Glas und Gehäusekante
4. Strömung durch den Bodenspalt
5. Strömung durch die Kronendurchführung
6. Strömung durch die gealterte Kronendichtung

Voraussetzung für eine Strömung ist das Auftreten einer Leckspalte und einer Druckdifferenz zwischen Gehäuseinnerem und Gehäuseäußerem. Die Menge des eindringenden Wassers wird dabei um so größer, je größer das Leck und je größer die Druckdifferenz ist. Eine 100%ige Wasserdichtheit ist nicht erreichbar. Der angestrebte Gebrauchswert wird jedoch durch die Forderungen erfüllt, die an das wasserdichte Gehäuse gestellt werden. Wie unterschiedlich die einzelnen Hersteller diese Bedingungen stellen, weist der Entwurf des Standards DIN 8310 der BRD aus, der für wasserdichte Kleinuhren festlegt, daß diese 1 Stunde 1 m tief und 4 min 5 m tief in Wasser getaucht werden können. In dieser Zeit ist eine Leckrate von 8 mg/min zugelassen, womit in 1 Stunde eine Wassermenge von 0,48 mg eindringen darf.

Die konstruktiven Forderungen schreiben vor, daß das Armbanduhrgehäuse so konstruiert sein soll, daß so wenig wie möglich Wasser eindringt. Neben der Voraussetzung einer sehr sorgfältigen Fertigung der Gehäuseteile bilden die Dichtungsausführungen die Basis für eine optimale Gehäuseauslegung.

Das Uhrenglas

Das Silikatglas ist durch das organische Glas fast völlig verdrängt. Sein Vorteil wie Unzerbrechlichkeit, leichte Herstellbarkeit, Elastizität und Speichervermögen für Wasser haben es in hohem Maße für wasserdichte Uhren als geeignet erschienen lassen. Im Bild 1 sind Uhrengläser gezeigt, die lediglich eingesprengt sind. Zur Erreichung eines hohen spezifischen Drukkes ist die Dichtfläche als Kante ausgebildet. Nach ausliegenden Informationen werden heute etwa 70 % aller wasserdichten Uhrengehäuse mit eingesprengtem Glas angeboten. Da die Anpreßkraft vom Uhrenglas selbst aufgebracht wird, aber von der Temperatur und vom Kaltfluß des Glases abhängt, führen diese Dichtungen häufig zu Beanstandungen. Die vorliegende Glasabdichtung eignet sich nur für runde und ovale Gehäusevarianten. Die im Bild 2 gezeigten armierten Gläser haben größere Bedeutung erlangt. Durch die Verwendung von genau eingepreßten Metallringen erzielt man einen hohen und beständigen Anpreßdruck. Die Präzision der Dichtflächen muß sehr hoch getrieben werden. Man bearbeitet sie aus diesem Grunde mit Diamanten. Eine ebenso hohe Sorgfalt erfordert das Einsetzen des Glases. Leichte Kratzer oder Fussel führen sofort zu Leckstellen. Das Übermaß der Gläser beträgt 0,05 bis 0,1 mm. Sie lassen sich nur mit Vorrichtungen einpressen. Armierte Gläser sind Einweggläser und nicht ein zweites Mal verwendbar.

Bild 3 zeigt Glasabdichtungen nach Prof. *Glaser* (DUZ 1/68). Diese Abdichtungen basieren auf elastischen Dichtringen aus Gummi oder Plast. Diese Dichtungselemente konnten sich jedoch bisher nicht durchsetzen. Es ist zu vermuten, daß der zusätzliche Aufwand für Dichtfläche und Dichtring zu hoch ist.

Die Kronendichtung

Der kritische Punkt bei den Dichtmaßnahmen am Gehäuse ist die Durchführung der Aufzugwelle durch die Gehäusewand. Da die Krone eine Hin- und Herbewegung und eine Drehbewegung ausführen muß, sind eine Reihe von Lösungsvarianten bekanntgeworden, die bei einem Minimum von Fertigungsaufwand die geringste Abnutzung und höchsten Dichtheitsgrad aufweisen sollen. Bild 4 zeigt zwei Varianten mit Lippendichtungen. Bei geringer Reibung haben sie jedoch den Nachteil einer schwierigen Herstellbarkeit. Aus diesem Bild geht jedoch die grundsätzliche Anordnung der Dichtelemente hervor. Die Dichtung ruht fest in der Ausdrehung der Krone, während der innere Teil der Dichtung auf einem Kronenfutter gleitet.

Das Kronenfutter muß eine außerordentlich geringe Oberflächenrauhigkeit

Bild 1
Wasserdicht eingesprengte Uhrengläser

Bild 2
Verschiedene Ausführungen armierter Uhrengläser

Bild 3
Elastische Glasdichtungen

Bild 4
Lippendichtungen für Aufzugwellen

Bild 5
Aufzugwellendichtungen in Form der Stopfbuchsendichtung

aufweisen und wird im Uhrengehäuse durch Einpressen oder Einkleben fixiert. Die grundsätzliche Anordnung ist auch im Bild 5 gezeigt. Sie zeigt Stopfbuchsendichtungen, wie sie allgemein bei Sanitärinstallationen üblich sind. Sei weisen einen relativ hohen Fertigungsaufwand auf und sind sehr platzaufwendig. Der Anpreßdruck wird in üblicher Art durch einen Gewindering erzeugt (obere 3 Ausführungsvarianten). Die Dichtheit läßt nach längegem Gebrauch nach, kann jedoch durch Nachstellen wieder gesichert werden. Die drei anderen Varianten sind mit elastischen Anpreßelementen ausgestattet. Hier drückt eine Feder axial.

Die im Bild 6 gezeigte Reihe von Kronenabdichtungen weist elastische Dichtringe an Nuten auf. Als Dichtungselement wirkt ausschließlich die eigene Elastizität der Dichtringe. Sie sind leicht herstellbar und weisen ausgezeichnete Dichtungseigenschaften auf. Neben den relativ häufigen O-Ringen sind auch Rechteck- und Halbkreisprofile mit Erfolg erprobt worden. Wegen ihrer Einfachheit und ihrer größeren Sicherheit verwenden die meisten Gehäusehersteller diese Kronendichtung. Eine besondere Lösung zeigt die untere Schnittdarstellung im Bild 6, bei der eine Plastkrone mit Hilfe einer außen angeordneten Feder auf das Kronenfutter gepreßt wird. Diese Kronen erhalten aus Gestaltungsgründen meist Metallummantelungen. Spezielle Kronenanordnungen, wie sie in Taucheruhren häufig Verwendung finden, zeigt Bild 7. Es sind Schraubkronen, bei denen die Dichtwirkung nur in aufgeschraubter Stellung erreicht wird. Nach dem Abschrauben wird die Krone durch eine Feder mit der Aufzugswelle gekuppelt und erlaubt erst dann eine Zeitkorrektur. Diese Lösung ist aufwendig und erfordert viel Platz. Sie ist in der Hauptsache auf automatische Uhren beschränkt.

Die Bodendichtung

Für den Gehäuseboden sind zwei grundsätzliche Verschlußarten üblich. Der Schraubverschluß ist in einigen Varianten im Bild 8 dargestellt. Ein solcher Schraubverschluß gibt dem Boden und der Dichtung immer sicheren Halt. Die Variante, bei der sich der Dichtungsring durch Aufschrauben des Bodens verschieben kann, wird kaum noch angewendet.

Allgemein sind solche Lösungen von Vorteil, bei denen der Boden durch einen Anschlag bzw. durch eine besondere Orientierung in seiner Lage fixiert wird. Für den Sprengverschluß zeigt Bild 9 eine Reihe von Möglichkeiten. Der Sprengverschluß benötigt weniger Platz als der Schraubverschluß und läßt sich einfach und sicher fertigen. Seine gute Funktion wird bei Einhaltung der zulässigen Toleranz immer gewährleistet. Man bevorzugt solche Lösungen, bei denen durch besondere Mittel ein zu starkes Zusammendrükken der Dichtringe vermieden wird. Es ist erwiesen, daß sich bei Erreichen eines genügend hohen Anpreßdruckes die Dichtung sauber anlegt. Bild 10 zeigt das Beispiel einer Gehäusevariante mit armiertem, organischem Glas und Sprengverschluß. Die Bodendichtung liegt in einer Nut. Eine derartige Ausführung ist für die wasserdichten Uhren des Werkes Glashütte gewählt worden.

Besondere Schwierigkeiten in bezug auf sichere Dichtheit ergeben sich bei Formgehäusen. Das im Bild 11 gezeigte Gehäuse weist ein gespritztes, organisches Glas auf, das bei der Montage auf das konisch laufende Uhrenteil aufgesetzt wird. Das Uhrwerk wird durch eine im Glas vorgesehene Kante in axialer Richtung festgehalten. Ein ebenfalls konisch ausgearbeitetes Oberteil preßt beim Verschließen den Glasmantel gegen das Unterteil. Es ist üblich, die Raste entsprechend den gegebenen konstruktiven Aufgaben unterschiedlich auszuführen. Zuweilen wird die federnde Raste auch durch eine Verschraubung ersetzt. Wichtig für die Funktion der gesamten Verbindung ist die sehr sorgfältige Ausführung des Formschlusses. Diese Forderung führt zu einem entsprechend hohen Fertigungsaufwand.

Die im Bild 12 gezeigte Ausführung ist wegen des Auftretens von nur einer Dichtungsstelle günstiger in Herstellung und Kostenaufwand. Die Flächen der Dichtungsstelle sind eben. Es ist ersichtlich, daß das Gehäuseoberteil nach der Montage durch Schrauben fixiert und auf den notwendigen Anpreßdruck gebracht wird. Zur Erzielung der notwendigen Dichtheit sind die Dichtflächen diamantgedreht. Eine besondere Dichtungsvariante, die vor allem in Plastgehäusen Verwendung findet, ist

Bild 6
Kronendichtungen mit elastischem Dichtring

Bild 7
Ausführung einer Schraubkronendichtung

Bild 8
Ausführung von Bodendichtungen mit Schraubboden

Bild 9
Bodendichtungen für aufgesprengte Gehäuseböden

im Bild 13 gezeigt. Die hier eingesetzten armierten Gläser können mehrmals verwendet werden. Der Metallabdeckring erzeugt beim Aufdrücken den notwendigen Anpreßdruck. Das Werk Ruhla des VEB UMK hat bereits beim Kal. 24—33 solche Gehäuse mit Erfolg produziert.

Eine Variante mit verschraubtem Boden und Einweg-Armierungsglas ist im Bild 14 dargestellt. Im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Schraubverschlüssen wird bei dieser Variante eine O-Dichtung auf einem diamantengedrehten Konus gepreßt. In der Krone sind zwei Dichtringe untergebracht. Das Kronenfutter ist zur Erzielung einer sicheren Dichtung eingeklebt. Die Dichtringe sind aus Gummi, der gegen die üblichen Uhrenreinigungsmittel wie Wugaform, Gasolin, Uhrenöl beständig ist. Um die Beweglichkeit zu sichern, ist die Bewegungsstelle Dichtring — Kronenfutter mit Silikonfett gefettet (empfohlen wird Silikonfett NP 11, NP 12, NP 20). Wasserdichtheit herrscht nur in der Aufzugsstellung, da dann beide Ringe wirksam sind. Die Krone muß im fettfreien Zustand ständig auf dem Kronenfutter laufen. Bei der Montage des Bodens ist darauf zu achten, daß die Dichtringe die vorgeschriebene Lage haben, nicht verklebt, verschoben oder beschädigt sind.

Da diese Feststellungen auch für Dichtungen mit aufgesprengtem Boden (Uhren des Uhrenwerkes Glashütte des VEB UMK) gelten, ist einzufügen:

Beim Auswechseln des Uhrenglases ist darauf zu achten, daß der Glasrand einen Einlaufradius besitzt. Die Gläser selbst müssen am Außendurchmesser eine kleine Kantenbrechung haben. Armierte Gläser dürfen nur mit einer Eindrückvorrichtung eingepreßt werden. Der Armierungsring kann dann beim Glasersatz wieder verwendet werden, wenn er ohne durch sein Eigengewicht herauszufallen im Glas haftet. Die Gläser werden daher bei Bedarf auch ohne Armierungsring geliefert. Eine Dichtheit des Gehäuses ist nur dann zu erreichen, wenn die Dichtflächen beschädigungsfrei sind.

Bild 15 zeigt einen speziellen Boden mit Sprengverschluß, der häufig bei Importgehäusen vorzufinden ist. Durch Abhebenuten lassen sich diese Gehäuse mühelos öffnen.

Wasserdichte Uhrengehäuse mit Bleidichtungen sind nicht mehr üblich. Die modernen Dichtungen haben wegen ihrer hohen Elastizität wesentlich bessere Voraussetzungen für eine sichere Dichtung.

Die Prüfung wasserdichter Uhrengehäuse

Nach der Abhandlung der konstruktiven Varianten der Gehäusedichtungen ist zu untersuchen, auf welche Art der Nachweis der Dichtung des Gehäuses erbracht werden kann. Ein besonderes Problem bei der Prüfung stellt die zeitliche Garantie der Dichtung dar. Ein einheitliches Prüfverfahren hat sich international noch nicht durchgesetzt. Die Prüfung ist deswegen nicht problemlos, weil sich die meisten Prüfverfahren bei ihrer praxisverbundenen Anwendung in einem für die Uhrenfunktion feindlichem Medium abspielen. Das ist darauf zurückzuführen, daß von der Prüfung folgende Garantien verlangt werden:

- Ähnlichkeit der Prüfung mit den Bedingungen des praktischen Gebrauchs
- Sicherheit der Prüfaussage
- Sichere Vermeidung von Prüfschäden

Die Tafel 2 nach *Franze* und *Winkler* stellt eine Zusammenfassung der möglichen Prüfmethoden dar. Aus dieser Tafel geht hervor, daß nur die Verfahren für die Prüfung geeignet sind, bei denen eine Bestimmung der Art des Lecks ohne Gefahr des Eindringens von Wasser möglich ist. Diesen Bedingungen genügen nur die Verfahren 2, 3 und 6.

Bild 10
Ausführung der Gehäusedichtung bei einem wasserdichten Gehäuse des Uhrenwerkes Glashütte vom VEB UMK

Bild 11
Wasserdichtes Uhrengehäuse mit kegeligem Dichtsitz

Bild 12
Wasserdichtes Gehäuse mit Preßschluß

Bild 13
Gehäuse 05 des VEB UMK – Ruhla als wasserdichtes Gehäuse für das Kal. 24–33

Bild 14
Wasserdichtes Uhrengehäuse mit sog. elastischen O-Ringen und armiertem Glas

Bild 15
Wasserdichtes Uhrengehäuse mit armiertem Boden

Tafel 2. Mögliche Prüfmethoden für wasserdichte Uhren

Verfahrensart	Nummer des Verfahrens	Vorgang	Lokalisierung	zahlenmäßige Feststellung der Gesamtleckrate
I	1	Uhr wird in Wasser mit $p_a > p_i$ getaucht	nein, da nur das eingedrungene Wasser nachgewiesen wird	nein
II	2	Uhr erst bei $p_a > 1$ at lagern bis $p_i > 1$ at wird, dann in Wasser tauchen	ja, am Herausperlen der Luftblasen erkennbar	nein, Größe der Luftblasen unterschiedlich, nur grober Richtwert
	3	Uhr in Wasser mit $p < 1$ at tauchen		
		Uhr mit Schaumbildner bestreichen		
III	4	Uhr in Gas mit $p > 1$ at, Beobachtung der Ganganänderung	nein, es wird die Ganganänderung nachgewiesen	bedingt
IV	5	Uhr in Gas mit $p < 1$ at	nein, es wird der Druckanstieg gemessen	ja
	6	Uhr erst in Testgas bei $p_a > p_i$ lagern bis $p_i > 1$ at dann $p_a < 1$ at		
	6.1	Pt-Halogen-Lecksucher	ja	ja
	6.2	Massenspektrometer (Helium)	ja	ja
	6.3	Radioaktivität	ja	ja

Obwohl die Kenntnis der Leckgröße interessant ist, erweist sie sich für den Praktiker als nicht notwendig, da schon die qualitative Aussage, der Ja-Nein-Befund, wesentlich wichtiger ist. Eine Methode, die sich wegen der geringeren Gefahr für den Prüfling eingeführt hat, ist das Messen von Druckdifferenzen in Gasen. Diese Methode liefert ebenfalls eine qualitative Aussage, jedoch keine genaue Lokalisierung der Leckstelle. Die Bestimmung der Leckrate ist nur dann wichtig, wenn eine Schiedsprüfung notwendig wird. Das ergibt sich aus der bereits getroffenen Feststellung, daß ein wasserdichte Uhrengehäuse niemals 100-%ig wasserdicht ist. Der Begriff Leckrate ist der Vakuumtechnik entlehnt.

Die Leckrate ist definiert als

$$L = I \cdot b$$

I Volumendurchsatz
b max. Druckdifferenz

Wird eine Prüfmethode verwendet, die den Druckanstieg registriert, ergibt sich die Leckrate zu:

$$L = V \cdot \frac{p}{t}$$

Aus der Gleichung geht hervor, daß die Dimension der Leckrate

$mm^3 \cdot Torr/s$

ist. Für den praktischen Gebrauch verwendet man Prüfmethoden, die eine sofortige, sichere visuelle Beobachtung des Prüflings zulassen. Häufig sind die Methoden 2 und 3 kombiniert. Man bringt dabei die Prüflinge in ein mit Wasser gefülltes Gefäß und erhöht durch Betätigung einer Druckpumpe den Druck der eingeschlossenen Luft auf einen laut Vorschrift üblichen Wert. Danach taucht man die Prüflinge in das Wasser und erniedrigt den Druck auf seinen Normalwert und beobachtet ihr Verhalten im Wasser. Bei undichten Gehäusen tritt die unter Druck stehende Luft durch die Leckstelle aus und zeigt durch aufperlende Luftblasen die Stelle des Lecks an. Das Verfahren hat zwei Nachteile da

1. im Extremfall Wasser einzudringen vermag
2. daß ein Abspringen der Gläser dann auftritt, wenn bei undichtem Gehäuse der Druck durch das Leck nicht rechzeitig zum Ausgleich kommt.

Fehlurteile sind auch durch Luftblasen nicht ausgeschlossen, die im Gehäuse haften. Das Verfahrn hat sich jedoch wegen seiner Einfachheit behauptet. Bei der Prüfung wird den bereits erwähnten dynamischen Druckänderungen dadurch Rechnung getragen, daß der Druckanstieg und -abfall innerhalb eines Prüfzyklus sich einmal wiederholt. Durch die Simulation der dynamischen Last ergeben sich Aussagen über das Verhalten der Dichtelemente beim Durchbiegen des Glases und der druckbedingten Lageänderung der Dichtlippen der Dichtungen.

Durch neue Forschungen auf dem Gebiet der Dichtungsprüfung (Prof. *Glaser)* wurde der Nachweis erbracht, daß schon ein Prüfdruck von 0,5 at genügt, um eine sichere Aussage über die Gehäusedichtheit zu erhalten. Es gilt als erwiesen, daß zu große Überdrücke den Dichtheitsgrad nachteilig beeinflussen. In der Systematik der Prüfverfahren soll auch auf die unter 5 gegenannte Methode eingegangen werden, die den Prüfraumdruck erniedrigt. Die Prüflinge werden nach der Druckerniedrigung in Wasser getaucht und die Undichtheit an den aufteigenden Luftblasen sichtbar. Dieses Verfahren hat ebenfalls den Nachteil, daß durch den Unterdruck die Gläser, selbst bei dichtem Gehäuse, loser werden können.

Bei der konstruktiven Entwicklung zur Sicherung der Dichtheit sind Alterungs- und Verschleißuntersuchungen notwendig. Die Alterungsbeständigkeit der Dichtungselemente soll sich insbesondere auf die Medien Sauerstoff, Öle, Fette, Schweiß, aromatische Kohlenwasserstoffe und typische Uhrenreinigungsmittel beziehen. Diesen Bedingungen genügen spezielle Gummimischungen eher als Plastdichtungen.

Die Verschleißprüfung bezieht sich besonders darauf, dem Kunden eine maximale Dauer der Dichtheit des Gehäuses zu garantieren. Es ist in der Industrie üblich, solche Untersuchungen im Zeitraffertest durchzuführen. Hauptverschleißstelle bleibt bei allen Uhrengehäusen die Durchführung der Aufzugswelle durch das Gehäuse. Der Verschleißtest wird dabei so durchgeführt, daß bei einer erhöhten Drehzahl der Aufzugwelle und deren laufender axialer Verschiebung die Verschleißgröße geprüft wird. Die Verschleißsicherheit für die im Kombinat üblichen Dichtungen beträgt etwa 5 Jahre. Es muß jedoch eingeräumt werden, daß die Aussagefähigkeit solcher Verschleißuntersuchungen begrenzt ist. Bei dieser Prüfung ist es nicht möglich die zeitbedingten, durch die Umgebung des Trägers in der Form von Alterung auftretenden Änderungen der Dichtung mit zu erfassen. Aus diesem Grund ist die Zeitrafferprüfung eine Prüfmethode, deren Aussagefähigkeit durch die Langzeitprüfung erst bestätigt werden kann.

Rechtliche Gesichtspunkte bei der Reparatur wasserdichter Uhren

Die Pflichten, die in bezug auf die Garantie der Dichtheit vom Hersteller zu übernehmen sind, sind im TGL-Blatt über Lieferbedingungen von Uhren fixiert und damit gesetztlich verankert. Sie sollen hier nicht Gegenstand der Erläuterungen sein. Komplizierter ist der Fall, wenn von einem dienstleistenden Handwerksbetrieb eine wasser-

dichte Uhr instand gesetzt wurde, die noch vor Ablauf der Garantieleistungspflicht des Handwerksbetriebes als undicht zurück gegeben wird. Ist durch Prüfung nach der Reparatur die Dichtheit des Gehäuses bestätigt, so ist der Kunde verpflichtet, den Nachweis einer fehlerhaften Reparaturleistung zu erbringen. Da diese Inforamtion keine Rechtsgültigkeit hat, wird vom Verfasser empfohlen, sich in derartigen Fällen mit der Rechtsstelle des Kombinats in Verbindung zu setzen. US 1220

Quelle: Uhren & Schmuck Heft 3 von 1973 S. 74-78