

Qualitätsprüfung von Armbanduhren

Ing. E. Frankenstein, Glashütte,
Gutachter des DAMW

Definierte Qualitätsansprüche an Uhren stellte zweifellos zuerst die Schifffahrt, die hohe Zeitgenauigkeit für die Navigation benötigt, und so kann der 1714 von England aus geschriebene und von *John Harrison* 1761 gewonnene Wettbewerb auf Schaffung eines diesen Ansprüchen gerecht werdenden Marinechronometers als die erste Prüfbedingung angesehen werden.

In der Folge waren die Prüfstellen für Schiffschronometer, wie die 1875 gegründete Hamburger Seewarte, die einzigen Institutionen, die Prüfungen von Uhren nach festen Grenzen vornahmen und die auch Taschenuhren einbezogen. Der Drang der Uhrenindustrie, auch andere Uhren-gattungen mit überragender Präzision herzustellen, führte zur Festlegung von gesonderten Prüfgrenzen von Armbanduhren, die in der 1949 gegründeten Internationalen Chronometerkommission [1] [2] koordiniert wurden. Da die oben genannten Prüfinstitutionen die immer größere Zahl der eingelieferten Uhren nicht bewältigen konnten, gründete die Schweiz Offizielle Kontrollbüros (Bureaux Suisses de Contrôle Officiel de la Marche des Chronomètres) in Biel, Genf, St. Imier, Le Locle, Le Sentier, Soleure und La Chaux-de-Fonds. Diese prüfen nur Chronometer für den bürgerlichen Bedarf, ihre Prüfmethodik ist anders als bei Schiffschronometern, und die Prüfgrenzen sind weiter. Gleichzeitig prüfen aber auch die Observatorien Armbandchronometer nach engeren Grenzen, so daß zwischen dem Prüfzeugnis eines Observatoriums und dem eines Offiziellen Kontrollbüros zu unterscheiden ist.

Von der Internationalen Chronometer-Kommission wurden derartige Chronometer als „Präzisionsuhren, die in verschiedenen Lagen und unterschiedlichen Temperaturen reguliert sind und die ein offizielles Gangzeugnis erhalten haben“, definiert.

Es wird empfohlen, die Uhren, die von einem Observatorium geprüft wurden, als „Observatoriums-Chronometer“ zu bezeichnen. Ähnliche Institutionen entstanden in Frankreich (Besançon), der Sowjetunion (Moskau), der ČSSR, der DDR (Jena, Stralsund) und der DBR (Stuttgart).

Während sich die genannten Schweizer Prüfbüros nur mit der Kontrolle von Chronometern beschäftigen, stellten die anderen Institutionen Prüfgrenzen auch für alle anderen Uhrengattungen auf und gestatten z. T. den Herstellern, deren Produktion kontrolliert wird, die Führung eines Prüfzeichens oder eines Hinweises auf die Kontrolle.

Diese Prüfungen wurden allgemein nach der sogenannten „klassischen Methode“ durch täglichen Vergleich der Zeitanzeige vorgenommen. Demgegenüber stellt das am französischen Uhrenforschungsinstitut Cétéhor von *A. Donat* ausgearbeitete „Praktische Güteprüfverfahren für Uhren“ (Cétéhor-Norm 20, 1. Ausgabe April 1949) [3] eine bahnbrechende Änderung dar. Unter Zuhilfenahme von Zeitwaagen wird eine rationelle Stichprobenprüfung gesamter Uhrenfertigungen ermöglicht. Dieses Verfahren wurde in den letzten Jahren von der Schweiz überarbeitet und verbessert. Mit modernsten Einrichtungen und einem elektronischen Rechenzentrum kontrollieren seither 14 hierfür gegründete CTM-Büros (Contrôle Technique suisse des montres) die gesamte Schweizer Armbanduhrenfertigung und insbesondere die Exporte.

In der Bundesrepublik befindet sich ein ähnliches Verfahren auf freiwilliger Basis in Einführung. Umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen, die sich auch auf Großuhren erstrecken, wurden dort von *Dittmar* [12] vorgenommen.

Die verschiedenen Prüfverfahren seien im folgenden einander gegenübergestellt.

Chronometerprüfungen

Die Prüfungen für Armbandchronometer sind in den Offiziellen Kontrollbüros der Schweiz [4], Frankreichs [5], der DDR [6] und der DBR [7] bis auf unwesentliche Abweichungen einheitlich.

In einen 16tägigen Prüfzyklus werden die in Tafel 1 festgehaltenen Grenzwerte kontrolliert, und jeder Uhr wird ein individuelles Prüfzeugnis erteilt. Frankreich gibt den „Poinçon de Besançon“ (Gütestempel von Besançon) für solche Uhren und nimmt zusätzlich eine Isochronismusprüfung vor, indem der momentane Gang in aufgezo-genem und abgelaufenem Zustand in den drei Hauptlagen (mittlere Abweichung 17 s/d) kontrolliert wird (Tafel 1).

Tafel 1. International einheitliche Prüfgrenzen für Armbandchronometer

Mittlerer täglicher Gang	$\pm 12 - 3$	s/d
Temperaturkoeffizient	± 1	s/d °C
Wiederaufnahme des Ganges	± 10	s/d
Max. Lagenfehler	22	s/d
Größter Unterschied zweier aufeinanderfolgender täglicher Gänge in einer Lage	10	s/d ²
Mittlere tägliche Gangschwankung in einer Lage	6	s/d ²

(+ Vorgang; — Nachgang)

Tafel 2. Prüfgrenzen für Observatoriumschronometer (bis 30 mm Dm)

	Schweiz	Frankreich	
Mittlerer täglicher Gang	± 8	$+ 12 - 3$	s/d
Temperaturkoeffizient	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	s/d °C
Sekundärer Fehler	$\pm 4,5$	$\pm 10,0$	s/d
Wiederaufnahme des Ganges	$\pm 3,5$	$\pm 8,0$	s/d
Lagenfehler	± 5	± 10	s/d

Mit Ausnahme der DDR wird außerdem bei Einhaltung bestimmter etwa ein Drittel eingeengter Ganggrenzen der Vermerk „Besonders gute Gangleistungen“ erteilt.

Daneben steht die in der Schweiz [8] und in Frankreich [5] an den Observatorien durchgeführte Armbandchronometerprüfung. In Frankreich werden diese Uhren zum Unterschied von Marinechronometern „Chronomètres à bulletin de 2^{me} classe“ genannt.

Die Prüfbestimmungen sind uneinheitlich. Hervorstechend ist die zur Führung des Regleurwettbewerbes [9] notwendige Berechnung einer Punktzahl aus allen erhaltenen Meßwerten. Der Prüfzyklus beträgt in der Schweiz 45 und in Frankreich 39 Tage. Angesichts der unterschiedlichen Prüf-

Tafel 3. Prüfgrenzen für Gebrauchsarmbanduhren

	DDR Palettenak.		Stiftanker				SU		
	15 u. mehr	1...5	0	19	17	15			
Steineanzahl	15 u. mehr	1...5	0	19	17	15			
Genauigkeitsklassen:	A	B	A	B	A	B	erhöhte Genauigkeit	I	II
Mittl. tgl. Gang s/d	+ 25	+ 50	+ 100	+ 200	+ 120	+ 240	± 20	± 30	± 45
Größt. Unterschied zweier aufeinanderfolgender tgl. Gänge in einer Lage s/d ²	25	50	75	150	100	200	35	45	60
Temperaturkoeff. s/d °C	± 1,5	± 3							
Lagenfehler s/d °C	50	100	120	240	150	300			

methodik sind nur die Werte der Tafel 2 ungefähr vergleichbar. In Annäherung an das Prüfschema für Schiffschronometer, wo wegen der üblichen Fortschreibung des täglichen Ganges weniger Wert auf diesen als auf die Abweichungen von mittleren täglichen Gang gelegt wird, bestimmt die Schweiz für das arithmetische Mittel dieser Abweichungen den Grenzwert $\pm 0,75$ s/d (Tafel 2).

Sonstige Prüfungen durch täglichen Zeitvergleich

Die Güte aller serienmäßig gefertigten Armbanduhren wird in der DDR [6] und der SU [10] nach der Methode des täglichen Zeitvergleichs beurteilt. Amtliche Organisationen führen stichprobenmäßig eine Überwachung nach den gleichen Grundsätzen aus. Beispielsweise für Herrenarmbanduhren gelten als wesentliche Grenzwerte die in Tafel 3 aufgeführten Werte (Tafel 3).

Kurzprüfverfahren

Bei den Kurzprüfverfahren wird beabsichtigt, nicht nur den Gang und seine Schwankungen zu beurteilen, die im Moment der Prüfung vorliegen, sondern auch die Güte des Werkes zu erfassen, die sich auf das Langzeitverhalten auswirkt. Außerdem soll das Verfahren so rationell sein, daß es möglich wird Serienfertigungen bzw. sogar die gesamte Fertigung eines Landes zu kontrollieren. Es wird dazu die Kontrolle mit Zeitwaagen ausgeführt und insbesondere der Isochronismusfehler und der Lagenfehler erfaßt, indem nach Vollaufzug und nach 24stündigem Ablauf in verschiedenen Lagen gemessen wird.

Die Cétéhor-Norm 20 [3] [14] sieht vor, daß in den Lagen Zifferblatt oben, Krone unten und Krone links zuerst nach 24stündigem Ablauf drei Minuten auf der Zeitwaage kontrolliert wird und dann nochmals, nachdem die Uhr aufgezo-gen wurde. Es ergeben sich drei Isochronismusfehler a, b und c (vgl. Bild 1), d. h. drei Unterschiede des Ganges zwischen Ablauf und Vollaufzug in den drei Lagen. Als

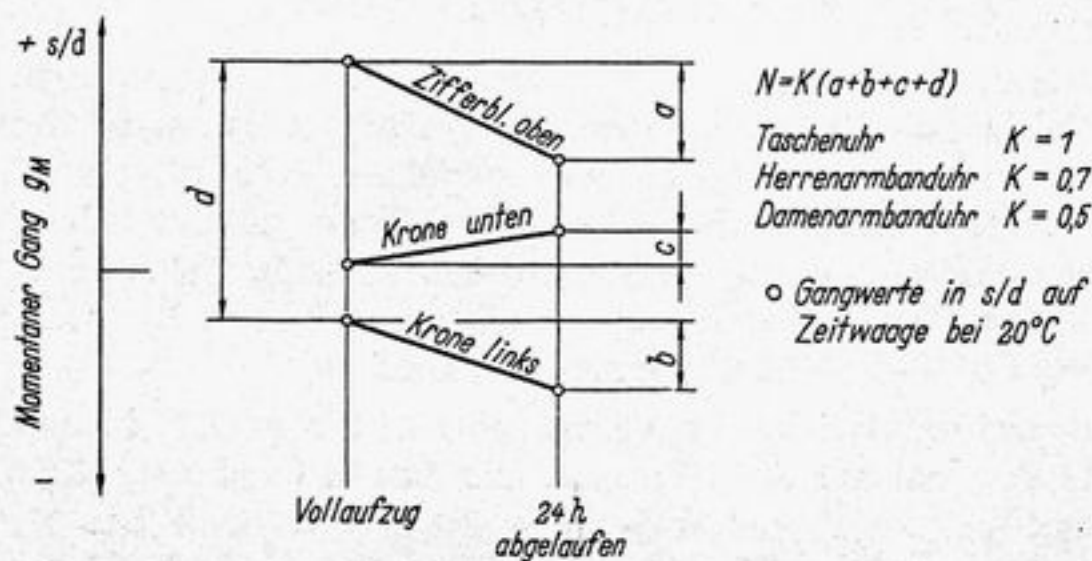
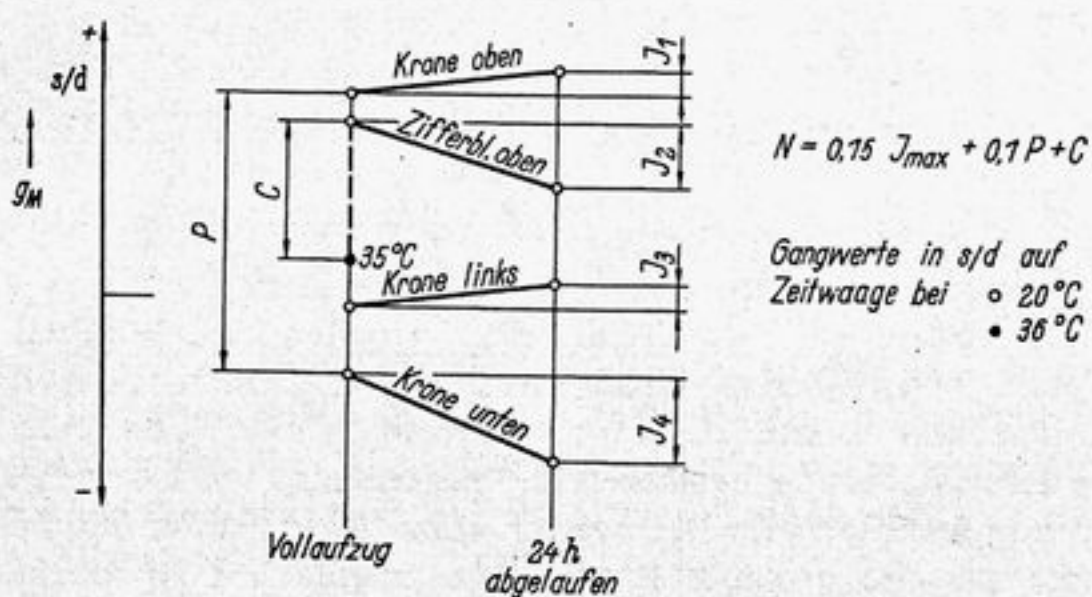


Bild 1. Schematisches Beispiel für die Ermittlung der Punktzahl N nach Cétéhor-Norm 20

Bild 2. Schematisches Beispiel für die Ermittlung der Punktzahl N nach CTM-Norm 3



Lagenfehler (d, Bild 1) wird der größte Gangunterschied bei Vollaufzug bezeichnet, der sich in den verschiedenen Lagen ergibt. Die Summe der Gangwerte a, b, c und d in s/d stellt eine Punktzahl dar, die für Uhren verschiedener Größe mit Gewichtungsfaktoren multipliziert wird

Tafel 4. Höchstzulässige Punktzahl nach Cétéhor-Norm 20

Klasse	Mittelwert von 5 Uhren	Einzeluhr	Qualität
AAA	22,4	33,5	Chronometerklasse
AA	33,5	50	ausgezeichnet
A	50	75	sehr gut
B	75	112	gut
C	112	170	zufriedenstellend
D	170	250	
E	250	375	

Tafel 5. Prüfgrenzen nach CTM-Norm 3

	Taschen- u. Armbanduhr über 20 Dm (über 314 mm ²)	Damenarmb. 16...20 Dm (201...314 mm ²)	Elektr. Arm.	Einfache Stiftankeruhr 0...5 Steine, 20...30 Dm
Qualitätsindex N	20	28	12	
Isochronismusfehler J _{max}	90	120	50	
Lagenfehler P _{max}	90	120	50	
Therm. Koeffizient C	7	8	8	
Momentaner Gang bei Vollaufzug und Zifferblatt oben und Krone links	+ 95 - 25	+ 120 - 30	+ 45 - 15	+ 270 - 60

(Taschenuhren 1; Herrenarmbanduhren 0,7; Damenarmbanduhren 0,5).

Nach dem Mittelwert, der an fünf einer Fabrikationsserie beliebig entnommener Uhren festgestellt wird, wird diese nach Tafel 4 klassifiziert oder gegebenenfalls als schlecht verworfen. Einige Sonderbestimmungen berücksichtigen Stehenbleiber oder außergewöhnlich schlecht gehende Einzel Exemplare. Die Prüfung berechtigt nicht zur Kennzeichnung der Uhren als Chronometer (Tafel 4).

Ein weiterentwickeltes Verfahren stellt die CTM-Methode [11] dar, bei der die Uhren in vier Lagen (zusätzlich Krone oben) bei 20 °C und außerdem Zifferblatt oben bei 36 °C geprüft werden. Wie bei der Norm 20 wird der Lagenfehler P (vgl. Bild 2), jedoch nur ein Isochronismusfehler I als der ungünstigste der vier Werte J_1 bis J_4 berücksichtigt.

Der Temperaturkoeffizient C wird als Differenz des Ganges bei 20 °C und 36 °C geteilt durch 16 bestimmt. Gewisse, für verschiedene Uhrenkategorien (auch elektrische und Stiftankeruhren) festgelegte Grenzen, sowie ein Qualitätsindex N

$$N = 0,15 J + 0,1 P + C$$

sind einzuhalten. Tafel 5 gibt die wichtigsten Grenzwerte wieder.

Wesentlich ausführlicher als bei der Norm 20 ist die Stichprobenentnahme, die durch Mitarbeiter der Prüfbüros erfolgt, festgelegt. Normalerweise werden vierteljährlich Proben entnommen, deren Umfang nach Prinzipien der statistischen Qualitätskontrolle festgelegt ist. Übersteigen die Ausfälle einen bestimmten Prozentsatz, wird der Prüfumfang erhöht, um bei weiter unzulässig hoher Ausfallquote auf die gesamte Produktion ausgedehnt zu werden. Ist die Ausfallquote andererseits sehr niedrig, so wird nur noch halbjährlich kontrolliert.

Dem Hersteller werden die Indices der geprüften Uhren und ein Qualitätsindex der gesamten Fertigung mitgeteilt. Da die Durchschnitte, die die Schweizer Industrie erreicht, veröffentlicht werden, ist dieser ständig über seinen Stand orientiert.

Die Gegenüberstellungen zeigen die Ziele der verschiedenen Verfahren. Die Observatoriumsprüfung soll den Regleur im Wettbewerb zu außergewöhnlichen Leistungen anfeuern. Die Erteilung von individuellen Prüfzeugnissen durch die Kontrollbüros soll garantieren, daß die Bezeichnung „Chronometer“ nicht herabgewürdigt wird und nur Uhren hoher Genauigkeit so bezeichnet werden dürfen. Die übrigen Prüfverfahren nach der klassischen Methode sollen dem Verbraucher eine Mindestqualität in der jeweiligen Uhrenkategorie garantieren. Die Kurzprüfverfahren

haben das gleiche Ziel, aber erfassen die Produktion statistisch genauer. Die Festlegung eines Qualitätsindex soll außerdem den Hersteller anfeuern, reale Gangverbesserungen in der Serienfertigung durchzusetzen.

Literatur

- [1] R. Baillaud: Rapport zur les recommandations faites par la Commission Internationale de Coordination des Travaux des Observatoires Chronométriques. V. Congrès International de Chronométrie Procès-Verbaux, Besançon 1956, S. 501 bis 508.
- [2] R. Baillaud: L'Oeuvre de la Commission Internationale de Coordination des Travaux des Observatoires Chronométriques. Berichtsbuch des VI. Int. Kongresses für Chronometrie, München 1959, S. 541 bis 545.
- [3] Méthode pratique de contrôle de la qualité des montres. Norme 20, Cétéhor, Besançon, Sept. 1953. Neuchâtel 9. 3. 1951 (mit Ergänzungen v. 27. 2. 1953; 26. 10. 1957;
- [4] Règlement des Bureaux suisses de contrôle officiel de la marche des chronomètres März 1961.
- [5] ... Nouvelle réglementation des épreuves « Poinçon de Besançon » et « Chronomètres à bulletin de 2^{me} classe ». Production Horlogère Française 1958, Nr. 4, S. 29 bis 33.
- [6] DDR-Standard TGL 20 002, Armbanduhren, Technische Lieferbedingungen.
- [7] Deutsches Hydrographisches Institut Hamburg „Amtliche Prüfung von Taschen- und Armbandchronometern“.
- [8] Règlement pour l'observation des chronomètres, des pendules et d'autres instruments de mesure du temps à l'Observatoire astronomique et chronométrique de Neuchâtel. 13. 2. 1959; 7. 12. 1962 und 1. 1. 1963).
- [9] M. Gary: Die Chronometerprüfung in Genf und Neuchâtel. Die Uhr 1964/H. 3, S. 28.
- [10] GOST 10 733-64, Staatlicher Standard der UdSSR, „Mechanisch betriebene Armbanduhren v. 1. 1. 1965.
- [11] Contrôle technique suisse des montres - Aide-mémoire des normes 1 à 5.
- [12] K. Dittmar: Die Entwicklung und Erprobung von Prüfverfahren zur Bestimmung der Ganggenauigkeit von Gebrauchsuhren aus kurzfristigen Gangmessungen. Die Uhr 1966, Nr. 2, 3 und 4. (Beilage Uhrentechnische Forschung Nr. 1 bis 3/66.)
- [13] R. Payot: Evolution de la Qualité de la montre suisse. Bericht des Int. Kongresses für Chronometrie, Lausanne 1964, S. 1051 bis 1058.
- [14] A. Donat: Résultats de la « Norme 20 Cétéhor » pour le contrôle de la qualité des montres. V. Congrès International de Chronométrie, Procès-Verbaux, Besançon 1956, S. 519 bis 524.

US 0425