

# Das Verhalten der Präzisions-Taschenuhren in den Temperaturen und Lagen

Von Direktor H. Bogusch

Die schwierigste, aber auch die interessanteste der Arbeiten bei der Herstellung, sowie bei der Reparatur einer Präzisions-taschenuhr ist das Regulieren.

Ist eine Uhr in Konstruktion und in der Herstellung der Getriebe, Unruh, Spirale und Zapfenlager theoretisch-praktisch richtig, dann ist sie schon dreiviertel reguliert. Mit anderen Worten: Erst muß an dem Werke alles in Ordnung sein, ehe man an das „Regulieren“ schreiten kann. Obigen Satz muß jeder beherzigen, der sich mit der Präzisionsreglage befaßt oder befassen will, sonst bleibt der Erfolg aus; ja sogar mancher tüchtige Berufsregleur kommt über ein gewisses Stadium der Leistung nicht hinaus, und größere Erfolge bleiben ihm versagt, nur deshalb, weil die Vorbedingungen für einen guten Gang der zu regulierenden Uhren nicht gegeben sind. Ich will hier kurz auf die positiven Ursachen eingehen:

1. **Konstruktionen:** Alle durch die motorische Kraft (Zugfeder) getriebenen Teile müssen äußerst beweglich und leicht sein, um mit geringstem Kraftverlust zu arbeiten; dadurch wird ermöglicht, daß eine schwache Zugfeder und eine entsprechend schwere Unruh Verwendung finden können. Auf Rad- und Trieb-Zahnungen ist viel Sorgfalt zu verwenden, da dort die hauptsächlichsten Ursachen einer zu großen Variation der Gänge liegen. Bei flacheren Stücken ist darauf zu achten, daß die Räder nicht zu nahe an den Trieb-facetten laufen, da durch das Bearbeiten des Triebes leicht ein Verbiegen der Triebzähne am äußersten Ende stattfinden kann, was ebenfalls zu sehr ungleichmäßigen Gangresultaten führt. Den Zapfen ist eher etwas mehr als zu wenig Luft zu geben, da mit einem entsprechenden Raum für das Öl gerechnet werden muß.

2. **Hemmung:** Der Auslösungswiderstand muß möglichst gering sein, also: wenig Ruhe, wenig Zug bzw. geringe Spannung der Feder bei Chronometerhemmungen, Wip-penspiralfeder nur  $\frac{1}{8}$  Umgang spannen, Goldfeder sehr dünn halten und ganz schwach spannen, so daß sie eben nur sicher anliegt. Der Zugwinkel des Ruhesteines darf nur sehr gering sein. Der Hebelstein (Ellipse) darf im Gabeleinschnitte kaum merkliche Luft besitzen, bei Stahlgabeln ist er etwas anzufetten, bei Gold- und Messing-Gabeln aber ungeölt zu lassen, da er kaum auf einem Wege von 15 Bogengraden die Einschnittflanke berührt; das entspricht etwa der Reibung eines 24 zahnigen Triebes. Der Gabeleinschnitt ist querüber abzurunden und sauber zu polieren. Beim Chronometergang ist auf möglichst geringen Gangradfall zu achten, am besten so, daß die Zahnschnecke gerade mit Sicherheit auf die Antriebssteinfläche auffällt.

3. **Gangregler:** Die Unruh schwingt isochron (zeit-gleich), wenn die Spiralfeder aus bestem Stahl hergestellt, gehärtet und die Kurve richtig angebogen ist. Die Spiralfeder soll 13 bis 14 Umgänge besitzen; ein Mehr ist für die Lagenreglage ungünstig. Der innere Befestigungspunkt muß so angeordnet sein, daß der erste halbe Umgang beim Tragen der Uhr oben liegt; dies kann aber vernachlässigt werden, wenn eine Innenkurve angebracht wird. Beim Befestigen (Anstecken) der Spiralfeder muß diese sofort flach liegen, da ein Nachrücken der Flachlage eine bedeutende Differenz zwischen Zifferblatt oben und Zifferblatt unten mit sich bringt. Die Spiralfeder muß gut rundlaufen.

Beim Herstellen der Unruh ist darauf zu achten, daß die beiden Metalle (Stahl und Messing) so verteilt sind, daß die Gewichtsmassen (Unruhschrauben) möglichst nahe an die Unruhschenkel zu stehen kommen; der Kompensationsfehler ist dann am kleinsten; er beträgt bei einer gewöhnlichen Kompensationsunruh bis  $4,5^{\circ}$ , bei einer Nickelstahlunruh etwa  $1,8^{\circ}$  bei  $30^{\circ}$  C Temperaturunterschied.

Variable Gangfehler treten beim Gangregler in den seltensten Fällen auf; ihre Ursachen werden immer im Laufwerk und in der Hemmung zu suchen sein. Man bringt darum die Unruh nur auf so kurze Zeit mit dem Werke in Verbindung, als für die dauernde Schwingung nötig ist, etwa 34 bis 36 Bogengrade; schwingt dann die Uhr zuwenig, so ist die Spiralfeder im Verhältnis zur Zugfeder zu stark, und man hat demnach eine zu schwere oder zu große Unruh verwan-det. Kleine, schwere Unruhen zeitigen bei tragbaren Uhren viel bessere Gangresultate als große mit dem Gewichtsausmaß der kleinen. Die Unruhschwingung muß in den Grenzen von  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  Umgang zwischen Ablauf und Aufziehen verbleiben. Schwingt eine Uhr zuviel, so ist die Gefahr des „Prellens“ vorhanden, was zu großen Gangabweichungen führt; bei zu kleinem Schwingungsbogen ist die Unruh nicht in der Lage, ungleiche Widerstände des Räderwerkes und der Hemmung zu überbrücken, was ebenfalls starke variable Gangunregelmäßigkeiten mit sich bringt. In diesem Falle kommt noch das Schwingen der Unruh unter einem Um-gange in den vertikalen Lagen hinzu, das eine Präzisionsreglage überhaupt ausschließt.

Bei tragbaren Uhren (Taschenuhren) hat sich die Ankerhemmung am besten bewährt, und deren beste Gangergebnisse sind durch die Anwendung der Chronometerhemmung (Feder- oder Wippen-Hemmung), oder der Tourbillon- oder Drehgang-(Karussell-)Uhren noch nicht überflügelt worden, trotzdem bei den beiden letztgenannten Uhrenarten die Einflüsse etwaiger Schwerpunkte der Unruh und der Spiralfeder, sowie des Erdmagnetismus durch die ständig veränderte Lage der Hemmung und des Gangreglers in Fortfall kommen. Dazu kommt, daß Drehgang- und Tourbillon-Uhren in flachen Formen und normalen Größen nicht herzustellen sind, wenn sie auch nur annähernd gute Gangergebnisse liefern sollen; ferner sind sie auch in der Herstellung viel zu teuer und in der Behandlung zu empfindlich, was für den Besitzer nicht gerade zu den Annehmlichkeiten gehört.

4. **Zapfenlagerung:** Die Zapfenlager müssen so beschaffen sein, daß sie möglichst wenig Reibung (Widerstand) verursachen; die messingnen Zapfenlager beim Feder-hause und gegebenenfalls auch beim Minutentriebe sind von der Vergoldung zu befreien (niemals soll man sie vergoldet lassen oder gar absichtlich vergolden) und mittels Glättahle hart zu drücken und zu polieren, um zur Festsetzung von Schmutz keine Gelegenheit zu bieten. Die Lochsteine dürfen nicht zu stark sein; insbesondere bei den Unruhlöchern ist auf diesen wichtigen Punkt zu achten, und ferner müssen sie auch abgerundet (oliviert) und vorzüglich poliert sein. Als Steinart kommt der Saphir oder ein guter synthetischer Rubin in Betracht. Auf ein Flachliegen der Steine ist unbedingt zu achten, sowie dafür Sorge zu tragen, daß die Lagerpaare zen-trisch stehen. An der Lauffläche muß die Kante des Loches ein wenig gebrochen sein, um den Öltritt zu gestatten und ein leichtes Ausbröckeln des Loches zu verhüten. Die Stein-decken dürfen besonders bei den Unruhlagern nicht auf den Steinlagern aufliegen, aber auch nicht zu weit von ihnen ab-stehen; als Maß dafür darf man 0,01 bis 0,03 mm an-setzen. Die Triebzapfenenden müssen in die Ölsenkung hinein-ragen, um ein gutes Befetten der Zapfen zu gewährleisten.

5. **Öl:** Das Öl ist der größte Feind der Uhr, doch muß die Uhr geölt werden! Mit diesen kurzen Worten will ich sagen, daß nur geeignetes und bestes Öl zu verwenden ist, und daß man sich vor einem „Zuvielölen“ hüten muß. Manche Uhr hat durch nicht entsprechende Ölung versagt, d. h. sie hat in ihrer Gangleistung das nicht gehalten, was sie auf Grund ihrer Ausführung und Beschaffenheit hätte leisten können. Durch Wahl der entsprechenden Ölart und sorgfältige Verteilung des Öles ist es sogar möglich, auch flachen Stücken hervorragende Gangleistungen abzugewinnen, wie aus den nachstehenden Tabellen ersichtlich ist.

Ist nun eine Uhr mit allen Errungenschaften der Neuzeit ausgestattet und von einem guten Regleur feingestellt (in der Temperaturen und Lagen reguliert), so bleibt ihr Gang zwischen den beiden extremsten Abweichungen (meistens Zifferblatt oben und Bügel unten) bei einem

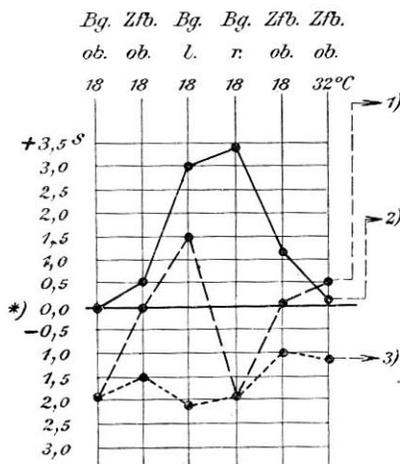
- Gestell-Durchm. > 45 mm, Gestell-Höhe > 7,5 mm, Unruhgewicht > 0,70 g in den Grenzen von 12<sup>s</sup>,
- Gestell-Durchm. > 43 mm, Gestell-Höhe > 6,8 mm, Unruhgewicht > 0,45 g in den Grenzen von 14<sup>s</sup>,
- Gestell-Durchm. < 43 mm, Gestell-Höhe > 4,5 mm, Unruhgewicht > 0,35 g in den Grenzen von 16<sup>s</sup>,
- Gestell-Durchm. < 43 mm, Gestell-Höhe < 4,5 mm, Unruhgewicht etwa 0,25 g in den Grenzen von 18<sup>s</sup>.

Ein Regleur von Ruf wird diese Leistungen natürlich noch bedeutend verbessern können; gehen aber die Gangabweichungen über diese Grenzen hinaus, dann besitzt die Uhr Konstruktionsfehler, oder sie ist mangelhaft reguliert.

Es ist die Aufgabe des Regleurs, die kleinsten Gangabweichungen in den Lagen auftreten zu lassen, in denen sich die Uhr beim täglichen Gebrauch am meisten befindet das ist 1) Bügel oben, 2) Zifferblatt oben, 3) Bügel halb links 4) Bügel halb rechts und 5) Temperatur 18° und 32° Celsius. In den hier angeführten fünf Perioden soll sich der tägliche Gang möglichst nahe an der Grenze der absoluten Genauigkeit (0,0<sup>s</sup>) bewegen. Ein Vorgehen um 2 bis 3<sup>s</sup> ist zu empfehlen; ein Nachgehen soll aber aus zwei wichtigen Gründen möglichst verhütet werden: 1. wird durch das Tragen der Uhr die Unruh in stete Erschütterungen versetzt, was eine vermehrte Zapfenreibung der Unruhachse mit sich bringt, wodurch ein Nachgehen entsteht, und 2. veranlaßt eine mit der Zeit eintretende Ölverdickung in den meisten Fällen (bei richtig gebogener Spiral-Außenkurve) ebenfalls ein Nachgehen (im Gegensatz zu der Meinung von Prof. Emile James). Unruhreifen-Veränderungen sind unbeständig und können ein Vor- wie auch ein Nachgehen bewirken; man soll darum ein Zeitlang gelagerte Unruhen verwenden.

**Tafel I**

(In den täglichen Gebrauchslagen gut ausregulierte Uhren)



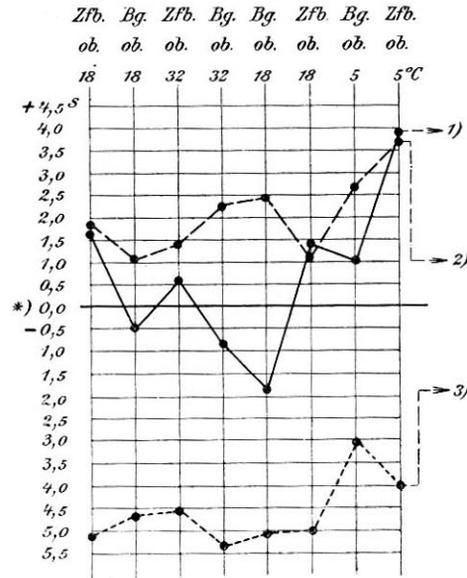
\*) Absolute Genauigkeit.

- 1) Ditisheim Nr. 10021. Größe 52 mm, Nickelstahlunruh.
- 2) Union, Glashütte, Nr. 79480. Größe 43 mm, III. Qualität, gewöhnliche Kompensations-Unruh, 0,45 g; geprüft Seewarte Hamburg 1924.
- 3) L. Leroy Nr. 19519. Größe 49 mm, Nickelstahlunruh. (Bestes Instrument bei dem Internationalen Reglage-Wettbewerb in Neuchâtel im Jahre 1923.

Die Temperatur-Ausgleichung (Kompensation) ist so vorzunehmen, daß die Uhr zwischen 18° C und 32° C eine möglichst kleine Differenz aufweist, da dies für unsere Gegenden am vorteilhaftesten ist; die Uhr geht dann bei etwa 5° C etwa 2 bis 5<sup>s</sup> nach, falls sie eine gewöhnliche Kompensationsunruh besitzt; ist sie mit Nickelstahlunruh versehen, so erreicht diese Differenz höchstens ein Minus von 3,5<sup>s</sup>.

**Tafel II**

(Gut kompensierende Uhren)



\*) Absolute Genauigkeit.

- 1) Union, Glashütte, Nr. 79482. Größe 43 mm, III. Qualität, gewöhnliche Kompensations-Unruh, 0,45 g; geprüft 1924 an der Seewarte Hamburg.
- 2) Union, Glashütte, Nr. 85253. Größe 43 mm (halbflach), I. Qualität, gewöhnliche Kompensations-Unruh, 0,35 g; geprüft 1925 an der Seewarte Hamburg.
- 3) Nardin 60422. Größe unbekannt, Art und Gewicht der Unruh unbekannt. (Das Instrument geht etwas viel vor; die Kompensation ist aber vorzüglich.)

Das Magnetischwerden der Taschenuhren führt zu großen Gangstörungen; auf diesen Umstand hat der Regleur besonders zu achten. (Dieses Gebiet ist bereits in der diesjährigen Nummer 16 der Deutschen Uhrmacher-Zeitung behandelt.)

Aus den Erfahrungen heraus und gestützt auf die Erfolge, die man heute durchschnittlich mit Präzisionstaschenuhren I. Güte (es brauchen durchaus keine Uhren erster Qualität Glashütte zu sein, erzielt und erzielen muß, habe ich einen Vorschlag zur Verschärfung der Prüfungsbedingungen für Taschenuhren an deutschen Prüfungsinstituten hergeleitet, der der Deutschen Seewarte in Hamburg und der Universitätssternwarte in Leipzig zugeht; ich lasse ihn hier folgen:

**I. Klasse (Große Prüfung)**

Periode	Anzahl der Tage	L a g e	Temperatur Cels.
1	4	Bügel oben . . .	18°
2	2	Bügel links . . .	18°
3	2	Bügel rechts . .	18°
4	2	Bügel unten . . .	18°
5	4	Zifferblatt unten	18°
6	4	Zifferblatt oben .	18°
7	4	Zifferblatt oben .	5°
8	4	Bügel oben . . . .	5°
9	2	Bügel oben . . . .	18°
10	4	Bügel oben . . . .	32°
11	4	Zifferblatt oben .	32°
12	4	Zifferblatt oben .	18°
13	4	Bügel oben . . . .	18°
14	2	Azimet . . . . Ost	18°
15	2	Azimet . . . West	18°
16	2	Azimet . . . Süd	18°
17	2	Azimet . . . Nord	18°
18	2	Azimet . . . Ost	18°
19	4	Zifferblatt oben .	18°
20	4	Zifferblatt oben .	18°
21	4	Zifferblatt oben .	18°
22	4	Zifferblatt oben .	18°
70 Tage			

Um ein Gangzeugnis erster Klasse (große Prüfung) zu erhalten, darf die Uhr folgende Differenzen nicht überschreiten (Erklärungen siehe unten):

1. Täglicher Gang  
(Perioden  $\frac{1 + 6 + 12 + 13}{4}$ ) . . . . Tg:  $\pm 4,00^s$  ( — )
2. Mittl. Abweichung der tägl. Gänge (Perioden  $\frac{1 \text{ bis } 18}{54 \text{ Tage}} - A$ ) Ma: 2,20 ( — )
3. Kompensationsfehler (größter Unterschied zwischen den Perioden  $\frac{7 \text{ und } 11}{2}, \frac{7 \text{ und } 12}{2}$  oder  $\frac{11 \text{ und } 12}{2}$ ) . . . . . K: 2,50 (10,00<sup>s</sup>)
4. Term. Koeffizient ( $\frac{K \cdot 2}{27}$ ) . . . . C: 0,18 ( — )
5. Unterschied zwischen den Perioden 1 und 2, sowie 1 und 3 5,00 (10,00 )
6. Unterschied zwischen den Perioden 1 und 4, sowie 2 und 3 10,00 (10,00 )
7. Unterschied zwischen Hängen und Liegen (Unterschied zwischen Periode  $\frac{1 + 13}{2}$  und  $\frac{6 + 12}{2} - 2 A$ ) 3,50 (10,00 )
8. Unterschied zwischen Periode 1 und 8, sowie 1 und 10 . . . . 5,00 (10,00 )
9. Unterschied zwischen Periode 6 und 12 . . . . . 2,50 ( 4,00 )
10. Unterschied zwischen Periode 5 und 6 . . . . . 4,00<sup>s</sup> (10,00<sup>s</sup>)
11. Wiederaufnahme des Ganges (Unterschied zwischen den Perioden 1 und 13 — A) . . . . W: 4,00 ( — )
12. Größte Abweichung durch den Erdmagnetismus (größter Unterschied zwischen den Perioden 14 bis 18 — A) . . . . . Az: 2,50 ( — )
13. Akzeleration [Stabilität der Reglage] (größter Unterschied zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abschnitten der Perioden 19 bis 22 : 4) . . . . . A: 0,62 ( — )
14. Güte wert  
( $\frac{Tg + Ma + C + W + Az + A}{6}$ )  $\pm 2,25$  ( — )

Eine etwa zu berechnende Punktzahl wird nur aus dem Güte wert abgeleitet. Für den Güte wert 0,0<sup>s</sup> ergeben sich 100 Punkte, für den Güte wert 2,25<sup>s</sup> 0 Punkte.

Um den wirklichen Güte wert in Punkten auszudrücken, benennen wir den Güte wert von 2,25<sup>s</sup> mit  $g$ , den wirklichen mit  $wg$ , den zu suchenden Divisor mit  $d$ , die Punktzahl 100 mit  $p$ , die schlechte Punktzahl mit  $x$  und die Punktzahl, die dem wirklichen Güte wert der Uhr entspricht, mit  $P$ . Die Formel lautet dann:

$$\frac{g}{wg} = d; \frac{p}{d} = x; p - x = P.$$

Beispiel einer Uhr mit Güte wert 0,3<sup>s</sup>:

$$\frac{2,25}{0,3} = 7,5. \quad \frac{100}{7,5} = 13,33. \quad \frac{100}{13,33} = 86,67 \text{ Punkte.}$$

## II. Klasse (Kleine Prüfung)

Periode	Anzahl der Tage	L a g e	Temperatur Cels.
1	4	Bügel oben . . .	18 <sup>0</sup>
2	2	Bügel links . . .	18 <sup>0</sup>
3	2	Bügel rechts . . .	18 <sup>0</sup>
4	2	Zifferblatt unten	18 <sup>0</sup>
5	4	Zifferblatt oben.	18 <sup>0</sup>
6	2	Zifferblatt oben.	5 <sup>0</sup>
7	2	Zifferblatt oben.	18 <sup>0</sup>
8	2	Zifferblatt oben.	32 <sup>0</sup>
9	2	Bügel oben . . .	32 <sup>0</sup>
10	4	Zifferblatt oben.	18 <sup>0</sup>
11	4	Bügel oben . . .	18 <sup>0</sup>
12	2	Zifferblatt oben.	18 <sup>0</sup>
13	2	Zifferblatt oben.	18 <sup>0</sup>
14	2	Zifferblatt oben.	18 <sup>0</sup>
15	2	Zifferblatt oben.	18 <sup>0</sup>
38 Tage			

Um ein Gangzeugnis zweiter Klasse zu erhalten, darf die Uhr folgende Differenzen nicht überschreiten:

1. Täglicher Gang  
(Perioden  $\frac{1 + 5 + 10 + 11}{4}$ ) . . . . Tg:  $\pm 8,00^s$  ( — )
2. Mittlere Abweichung der täglichen Gänge (Perioden  $\frac{1 \text{ bis } 11}{30 \text{ Tage}} - A$ ) . . . . . Ma: 4,00 ( — )
3. Kompensationsfehler (größter Unterschied zwischen den Perioden  $\frac{6 \text{ und } 7}{2}, \frac{6 \text{ und } 8}{2}$  oder  $\frac{7 \text{ und } 8}{2}$ ) K: 5,00 (10,00<sup>s</sup>)
4. Unterschied zwischen Perioden 1 und 2, 1 und 3, sowie 9 und 11 . . . . . 8,50 ( — )
5. Unterschied zwischen Hängen und Liegen (Unterschied zwischen den Perioden  $\frac{1 + 11}{2}$  und  $\frac{5 + 10}{2} - 2 A$ ) . . . . . 5,00 (10,00 )
6. Unterschied zwischen den Perioden 5 und 10 . . . . . 3,50 ( — )
7. Unterschied zwischen den Perioden 4 und 5 . . . . . 8,00 ( — )
8. Wiederaufnahme des Ganges (Unterschied zwischen den Perioden 1 und 11 — A) . . . . W: 5,00 ( — )
9. Akzeleration (Stabilität der Reglage) (größter Unterschied zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abschnitten der Perioden 12 bis 15 : 4) . . . . . A: 1,00 ( — )
10. Güte wert ( $\frac{Tg + Ma + W + A}{4}$ )  $\pm 4,50$  ( — )

Die Punktzahl wird wie bei der ersten Klasse berechnet, nur beträgt hier  $g$  4,50<sup>s</sup>.

Uhren, für die ein Zeugnis der ersten Klasse gewünscht wird, die aber nur den Bedingungen der zweiten Klasse entsprochen haben, erhalten ein Zeugnis zweiter Klasse; in diesem Falle sind aber die Gebühren für die erste Klasse zu entrichten.

\*

Erklärungen: Die Klammern enthalten die bis jetzt auf der Seewarte gültig gewesenen Werte. In der ersten Klasse (große Prüfung) wie in der zweiten (kleine Prüfung) sind wesentlich neue Werte hinzugekommen und die alten stark reduziert.

Eine Uhr, die die Prüfung erster Klasse bestanden hat, muß erstens dem Besitzer das sein, was sie ihm sein soll — ein Präzisionsinstrument —, und zweitens würde ein derartiges Instrument den internationalen Reglage-Wettbewerb ehrenvoll bestehen, was ein nicht zu verkennender Vorteil für die deutsche Präzisionstaschenuhren-Industrie wäre.

In der Neuordnung verdienen speziell die Daten

		I. Kl.	II. Kl.
1. Täglicher Gang . . . . .	$\pm (5,00^s)$	$\pm 4,00^s$	$\pm 8,00^s$
2. Mittlere Abweichung der täglichen Gänge . . . . .		2,20	4,00
3. Größte Abweichung durch den Erdmagnetismus . . . . .	( — )	2,50	—
4. Akzeleration (Stabilität der Reglage) . . . . .	(0,50 )	0,62	1,00
5. Güterwert . . . . .	( — )	$\pm 2,25$	$\pm 4,50$

besondere Beachtung. — Die Werte in den Klammern sind die für den „Internationalen Wettbewerb“ zu Neuchâtel gültigen.

Eine dritte Klasse einzurichten, ist nicht ratsam, da für Präzisionstaschenuhren, die den täglichen Gang (Unterschied zwischen wirklicher Zeit und Uhrzeit von  $\pm 8,00^s$  (II. Klasse) überschreiten, ein amtliches Zeugnis nur den Wert der Reklame gegenüber dem Laien hätte, das Instrument selbst aber den heutigen Bedürfnissen nicht entsprechen würde.

Die Zeugnisse hätten wie folgt auszusehen:

### Gangzeugnis der I. Klasse (große Prüfung)

für das Taschen-Chronometer ..... Nr. ....

Gang - T a b e l l e						Gangwerte	
Periode	Datum	Anzahl der Tage	Lage der Uhr	Temperatur	Mittlerer täglicher Gang	1. Tägl. Gang	s ( )
1		4	Vertikal, Bügel oben	18° C	— s ( )	2. Mittl. Abweichung	s
2		2	„ „ links	18°	— s ( )	3. Kompensation	s
3		2	„ „ rechts	18°	— s ( )	4. Term.-Koeffiz.	s
4		2	„ „ unten	18°	— s ( )	5. Wiederaufnahme d. Ganges	s
5		4	Horiz., Zifferbl. unt.	18°	— s ( )	6. Abweich. durch den Erdmagnet.	s
6		4	„ „ oben	18°	— s ( )	7. Akzeleration	s
7		4	„ „ „	5°	— s ( )	8. Güterwert	s ( )
8		4	Vertikal, Bügel oben	5°	— s ( )	Von 100 möglichen Punkten erhält das Chronomet. demnach	Punkte
9		2	„ „ „	18°	— s ( )		
10		4	„ „ „	32°	— s ( )		
11		4	Horiz., Zifferbl. oben	32°	— s ( )		
12		4	„ „ „	18°	— s ( )		
13		4	Vertikal, Bügel oben	18°	— s ( )		
14		2	Horiz., Azimut Ost	18°	— s ( )		
15		2	„ „ West	18°	— s ( )		
16		2	„ „ Süd	18°	— s ( )		
17		2	„ „ Nord	18°	— s ( )		
18		2	„ „ Ost	18°	— s ( )		
19		4	Horiz., Zifferbl. oben	18°	— s ( )		
20		4	„ „ „	18°	— s ( )		
21		4	„ „ „	18°	— s ( )		
22		4	„ „ „	18°	— s ( )	Ort: .....	19.....

Im ganzen 70 Tage

**Gangzeugnis der II. Klasse**

für das Taschen-Chronometer ..... Nr. ....

Gang-Tabelle						Gangwerte	
Periode	Datum	Anzahl der Tage	Lage der Uhr	Temperatur	Mittlerer täglicher Gang	1. Täglicher Gang	2. Mittl. Abweichung
1		4	Vertikal, Bügel oben	18° C	— s ( )	s ( )	s ( )
2		2	" " links	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
3		2	" " rechts	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
4		2	Horiz., Zifferbl. unt.	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
5		4	" " oben	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
6		2	" " "	5°	— s ( )	s ( )	s ( )
7		2	" " "	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
8		2	" " "	32°	— s ( )	s ( )	s ( )
9		2	Vertikal, Bügel oben	32°	— s ( )	s ( )	s ( )
10		4	Horiz., Zifferbl. ob.	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
11		4	Vertikal, Bügel oben	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
12		2	Horiz., Zifferbl. ob.	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
13		2	" " "	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
14		2	" " "	18°	— s ( )	s ( )	s ( )
15		2	" " "	18°	— s ( )	s ( )	s ( )

Im ganzen 38 Tage

Zeugnisformular, wie auch Berechnung und Feststellung der Werte müssen leicht verständlich und übersichtlich sein; der Verfasser hofft, in seinem Vorschlage all dem Rechnung getragen zu haben.

Die Ansicht mancher Fachgelehrten, speziell von Mathematikern, die Periode „Bügel unten“ zu vernachlässigen, da die Uhr in diese Lage doch niemals käme, ist nicht zu vertreten. Durch die Lage „Bügel unten“ wird festgestellt, ob Unruh oder Spiralfeder nennenswerte Schwerepunkte besitzen. Bei Anwendung einer entsprechenden Innenkurve ist sogar die Möglichkeit gegeben, die Höchstabweichung in den vertikalen Lagen untereinander in den Grenzen von 5° zu halten. Die Herstellung der Innenkurve bedingt aber eine sehr gewissenhafte Arbeit, und so wird man sich in den meisten Fällen des „inneren Ansteckungspunktes“ bedienen. Man erreicht dadurch vorwiegend ein „Vorgehen“ der Uhr im Hängen gegenüber dem Liegen, es tritt in diesem Falle aber auch ein starkes „Nachgehen“ bei „Bügel unten“ ein; die Differenz in den Extremen (Bügel oben gegen Bügel unten) überschreitet aber nicht den Wert von 10°, es sei denn, daß die Unruh oder die äußere Kurve der Spiralfeder Schwerepunkte besitzt. Der Ausschlag der eventuell vorhandenen Schwerepunkte darf aber (bei einer Uhr mit beobachtetem inneren Ansteckungspunkt) trotzdem 10° täglich zwischen „Bügel unten“ gegen „Bügel oben“ nicht überschreiten, da mit der Zeit eine Ölverdickung sich einstellt, die Unruhschwingungen sich verkleinern und beim Tragen des Instrumentes sogar bis auf weniger als einen Umgang fallen können. Der Schwerpunkt wirkt dann umgekehrt, d. h. die Uhr geht nun im Hängen nach. Beobachtungen haben ergeben, daß bei 10° Unterschied zwischen den genannten beiden Lagen beim Nachlassen des Unruhschwingungsbogens die Uhr gegenüber dem Gange bei normalem Schwingungsbogen nicht mehr als 2° verlor, bei einem Unterschiede von 15° die Differenz aber rund 5° betrug, d. i. also mehr als das Doppelte trotz eines Unterschiedes von nur 5°.

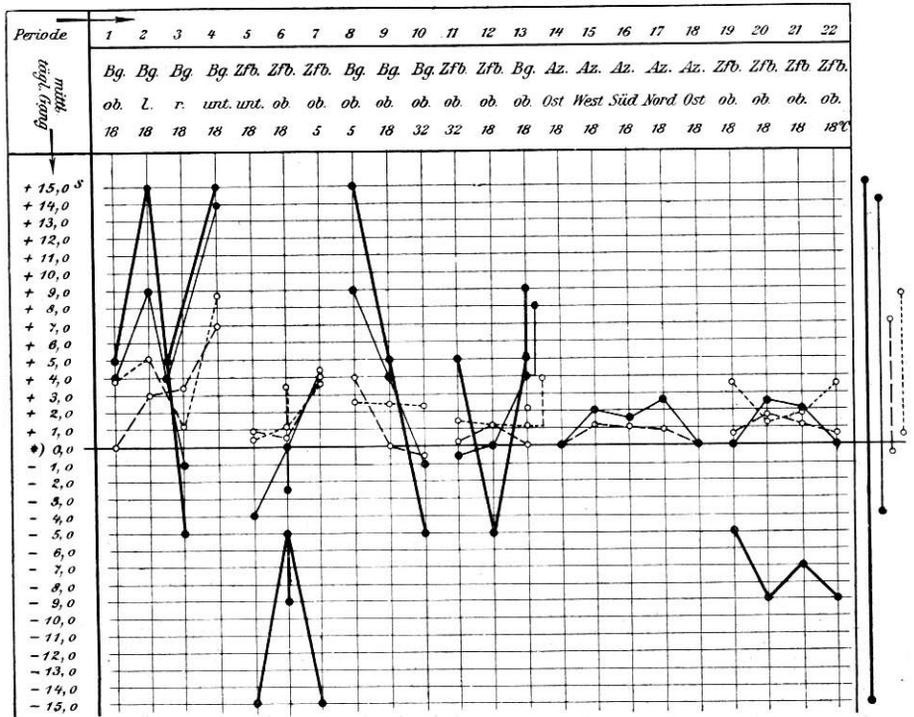
Bei der Feststellung der verschiedenen Gangwerte habe ich mich von dem Wunsche leiten lassen, schwierige Formelrechnungen, wie sie besonders in der Schweiz und Amerika üblich sind, auszuschalten, damit auch der weniger mathe-

matisch geschulte Fachmann in die Lage versetzt wird, die Güterwerte einer Uhr selbst zu bestimmen.

Um die bestehende Prüfungsbestimmung für die „große Prüfung“ der Deutschen Seewarte in Hamburg mit meinem Vorschlage besser zu veranschaulichen, füge ich eine Verhältnis-Tafel ein; da der „tägliche Gang“ in der Prüfungsordnung nicht begrenzt ist, so nehme ich den Wert von 5° in der Lage „Bügel oben“ an.

- ——— ● zeigt die jetzt gültige Prüfungsbestimmung der Seewarte Hamburg für die „große Prüfung“ an,
- ——— ● zeigt meinen Vorschlag,
- ——— ○ ergibt die Gangkurve der Uhr „Union“ Nr. 79 480, III. Qual., Größe 43/6.8 mm, Unruhgewicht 0,45 g, und
- . . . ○ bezeichnet den Gang der halbfachen Unionuhr 85 253, I. Qual., Größe 43/5.6 mm, Unruhgewicht 0,35 g. Beide Instrumente sind auf der Seewarte Hamburg geprüft und zwar das erstere in der Zeit April-Juni 1924, das letztere in der Zeit März bis April 1925.

**Tafel III**



\*) Absolute Genauigkeit.

Wie ersichtlich, durften sich die Gänge bei der „großen Prüfung“ in den Grenzen von 30° bewegen; der Vorschlag engt diese Grenze auf 13° ein, nur bei „Bügel unten“ ist eine größere Abweichung vorgesehen (ein Mehr von 5°, demnach zusammen 18°).

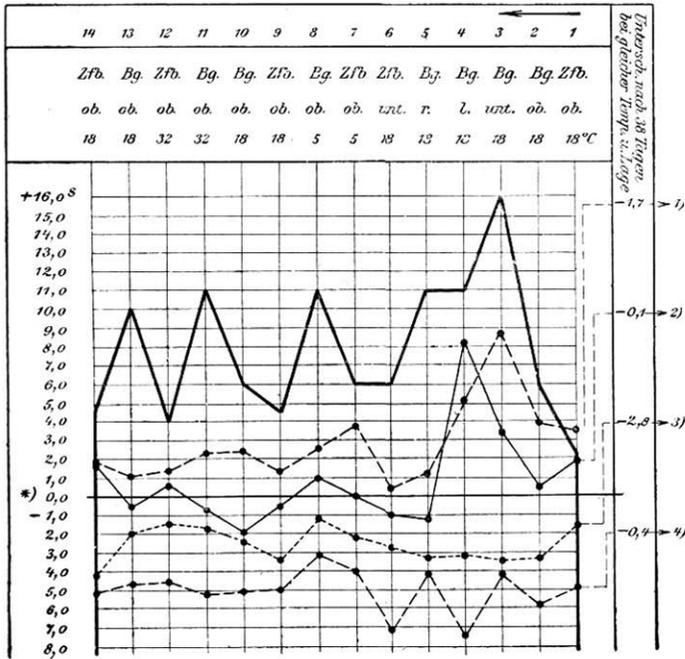
Der Gang der Uhr 79 480 blieb in den Grenzen 7.6° und zwar „Bügel unten“ (+ 7.0°) und „Bügel oben“ 32° (— 0.6°); der Gang der halbfachen Uhr 85 253 bewegte sich in den Grenzen 8.3° und zwar „Bügel unten“ (+ 8.7°) und „Zifferblatt unten“ (+ 0.4°). Eine andere halbfache Uhr — Union 85 246 — verblieb mit ihren Gangleistungen innerhalb der Grenzen von 8.5° („Bügel unten“ + 9.7° und „Zifferblatt oben“ + 1.2°).

Das Ansinnen, die Prüfungsbedingungen zu verschärfen, ist nach alledem berechtigt, um so mehr, als kein Uhren erzeugendes Land so weitgehende Bedingungen für erstklassige Prüfungen besitzt, und des weiteren auch schon darum, weil der heutige Stand der Präzisionstaschenuhren-Technik auch

innerhalb des Deutschen Reiches (Glashütte) sich bereits so hoch entwickelt hat, daß gewisse Glashütter Fabrikate den internationalen Wettkampf in Beziehung auf Gangleistung ohne weiteres aufnehmen können.

Und zum Schlusse noch zwei graphische Darstellungen: Die Diagramme sind gemäß meinem Vorschlage begrenzt.

**Tafel IV**  
(Uhren mit guten Gangleistungen)



\*) Absolute Genauigkeit.

1) Union 85253, I. a, 43/5,6 mm (halbfach), gewöhnliche Unruh, Gewicht 0,35 g. (Vorzügliches Gangresultat; das Instrument geht jedoch etwas viel nach.)

2) Union 79482, 43 mm, III. Qualität, gewöhnliche Unruh, Gewicht 0,45 g; vorzüglicher Gang, aber etwas stark nachgehend bei Bügel links (Periode 4).

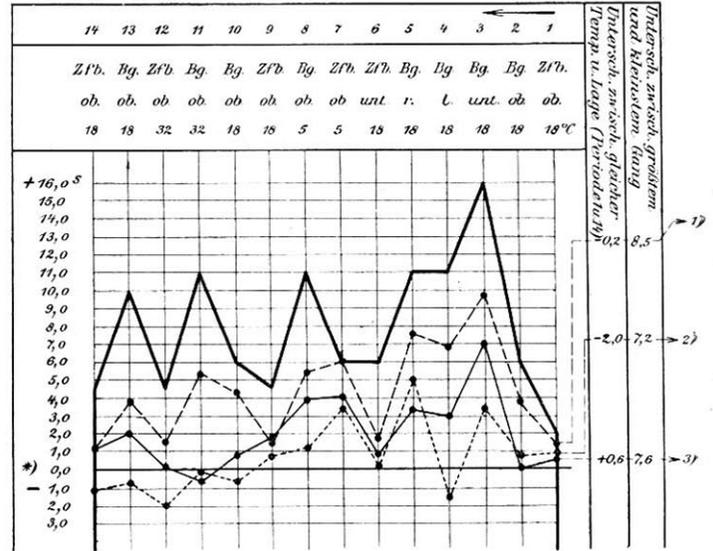
3) Lange & S. 62970. 45 mm, Drehgang-(Karussell-)Uhr; das eigentümliche der Drehgang- und Tourbillon-Uhren: viel zu große Variation bei gleicher Temperatur und Lage.

4) Nardin 60422. Größe und Art unbekannt, Unruh-Gewicht und -Art unbekannt. (Vorzügliches Gangresultat; das Instrument geht aber im allgemeinen zuviel vor.)

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die mittleren täglichen Gänge der Präzisionstaschenuhren I. Güte in sämtlichen Lagen und Temperaturen (Prüfung I. Klasse) die Grenze von 18<sup>s</sup> zwischen den beiden extremsten Gängen nicht überschreiten, ja sogar noch weit unter dieser Grenze verbleiben, falls sie von einem Regleur von Ruf feingestellt sind.

**Tafel V**

(Uhren mit besonders guten [Nr. 56945] und hervorragenden [Nr. 85246 und 79480] Gangleistungen)



\*) Absolute Genauigkeit.

1) Union, Glashütte, 85246. I. a, Größe 43/5,6 mm (halbfach), gewöhnliche Kompensations-Unruh, 0,35 g. (Der Gang zwischen gleicher Temperatur und Lage ist hervorragend; geprüft auf der Deutschen Seewarte Hamburg 1925.)

2) Union, Glashütte, 56945. Größe 49 mm (Deckuhr), große Nickelstahlunruh, 0,7 g; geprüft auf der Deutschen Seewarte 1905. (Eins der besten Instrumente dieser Klasse im Jahre 1905.)

3) Union, Glashütte, 79480. Größe 43 mm, III. a. Gewöhnliche Unruh, 0,45 g; geprüft auf der Seewarte Hamburg 1924.

