

Über Abgleichung und Bewertung von Wand- und Taschenuhren

Von F. Thiesen

(Schluß)

6. Auswertung der Prüfung und Gütezahl

Die Auswertung der nach Abschnitt 5 für eine Uhr gewonnenen Gangergebnisse verlangt die Bestimmung der Gangänderungen, wie sie sich in der Aufstellung 2 für die mittleren Gänge der Aufstellung 1 rechnerisch ergeben.

Aufstellung 2.

Tag	Gänge	Gangänderung
1-2	$(-0,13) - (-0,13) =$	0
2-3	$(-0,03) - (-0,13) =$	0
3-4	$(-0,17) - (-0,03) =$	-0,14
4-5	$(-0,03) - (-0,17) =$	+0,14
5-6	$(-0,1) - (-0,03) =$	-0,07
6-7	$(-0,1) - (-0,1) =$	0
7-8	$(-0,07) - (-0,1) =$	+0,03
8-9	$(+0,17) - (-0,07) =$	+0,24
9-10	$(+0,3) - (+0,7) =$	+0,13
10-11	$(+0,23) - (+0,3) =$	-0,07
11-12	$(+0,37) - (+0,23) =$	+0,14
12-13	$(+0,33) - (+0,37) =$	-0,04
13-14	$(+0,63) - (+0,33) =$	+0,30

Der Hergang dieser Rechnung ergibt sich nach dieser Aufstellung von selbst; der Wert des einen Tages ist von dem des nachfolgenden Tages zu subtrahieren, wobei natürlicherweise das Rechnen mit Vorzeichen anzuwenden ist. An Hand der Zusammenstellung der Gangänderungen nach Aufstellung 2 erfolgt die Auswertung unter folgenden Erwägungen:

Bezeichnet man den Uhrstand mit a und den Uhrgang mit b , so wird

$$b = a_2 - a_1 \dots \dots \dots (1)$$

wenn a_1 der erste und a_2 der folgende Stand ist. Wird ferner die Gangänderung mit c bezeichnet, so ist

$$c = b_2 - b_1 \dots \dots \dots (2)$$

wenn b_1 der erste und b_2 der folgende Gangwert ist.

Setzt man den Vorregulierungsfehler mit x , den durch Federablauf entstehenden inkonstanten Kraftänderungsfehler mit y und die auf Pendel oder Unruh sonst noch einwirkenden Fehler (Reibung, Öl, Ungenauigkeiten) als Kombinationsfehler mit z ein, so kann man schreiben

$$b = x + y + z \dots \dots \dots (3)$$

worin jeder Wert positiv oder negativ sein kann.

Müssen y und z als variable der täglichen Gänge durch Tagesindex unterschieden werden, so bleibt dagegen x für die Dauer der Untersuchung in gleichmäßiger Temperatur konstant: $x_1 = x_2$. Fügt man die Gleichung (3) in die Gleichung (2) ein, so ergibt sich

$$c = (x + y_2 + z_2) - (x + y_1 + z_1) \dots \dots \dots (4)$$

Bei der Subtraktion fällt das Glied x heraus, und die Gangänderung wird

$$c = (y_2 + z_2) - (y_1 + z_1) \dots \dots \dots (5)$$

Ein Schaubild, ein Gangänderungspolygon, enthält also den Vorregulierungsfehler nicht mehr, sondern nur noch den Kraftänderungs- und den Kombinationsfehler.

Nun ist die Auswertung der Gangänderungen als Grundlage einer Gütezahl ein mathematisch nicht einfaches Problem, welches die Wissenschaft schon länger beschäftigt. Die Gangfehler sind Folgen ungleichmäßiger Wirkungen von Zugfeder und Übersehungsgliedern des Werkes. Folglich sind die Gangfehler von Kraft und Weg abhängig. Diese meine Überlegung führt zwangsläufig zu der Überzeugung, daß die Bewertung jeder Gangänderung nicht in Anwendung von Linien oder Kurven, sondern nur von Flächen durchführbar ist. Denn die Multiplikation zweier Kräfte ergibt als Produkt eine Fläche, wie beispielsweise das Produkt aus Länge und Breite eines Vierecks dessen Inhalt angibt. Weiter ist zu erwägen, daß eine regelmäßig gehende Uhr Gänge von täglich gleichen Werten zeigt, deren graphische Darstellung weder eine Kurve noch ein Polygon, sondern eine Gerade bildet und die, falls der Ausgangsstand Null ist, sich mit der Nulllinie des Koordinatenkreuzes deckt. Folglich sind es die von dem Gangänderungspolygon einerseits und der Nulllinie andererseits eingeschlossenen

Flächen, die sowohl der Spitzenbildung als auch der von der Nulllinie etwa abweichenden Richtung des Polygons Rechnung tragen. Ich habe daher vorgeschlagen, diese von Polygon und Nulllinie eingeschlossenen Flächen zu planimetrieren, zu addieren und die Gesamtfläche für die Bestimmung einer Gütezahl auszuwerten. Zu diesem Vorschlag gab Professor Schlöger mir zu bedenken, daß der Richtung nur dadurch Rechnung getragen werden könne, wenn der positive Teil der Flächen in ein entsprechend rechnerisches Verhältnis zu dem negativen gebracht wird, womit der Gelehrte zweifellos recht hat. Ein anderes Mittel für die Berücksichtigung der Richtung des Polygons wäre noch das, durch das Polygon eine Mittellinie zu legen und den von ihr und der Nulllinie gebildeten Winkel in die Rechnung der Auswertung einzuführen. Dieses Mittel ist jedoch weniger genau als das erstere, weil die Richtung der Mittellinie nicht eindeutig scharf bestimmbar ist.

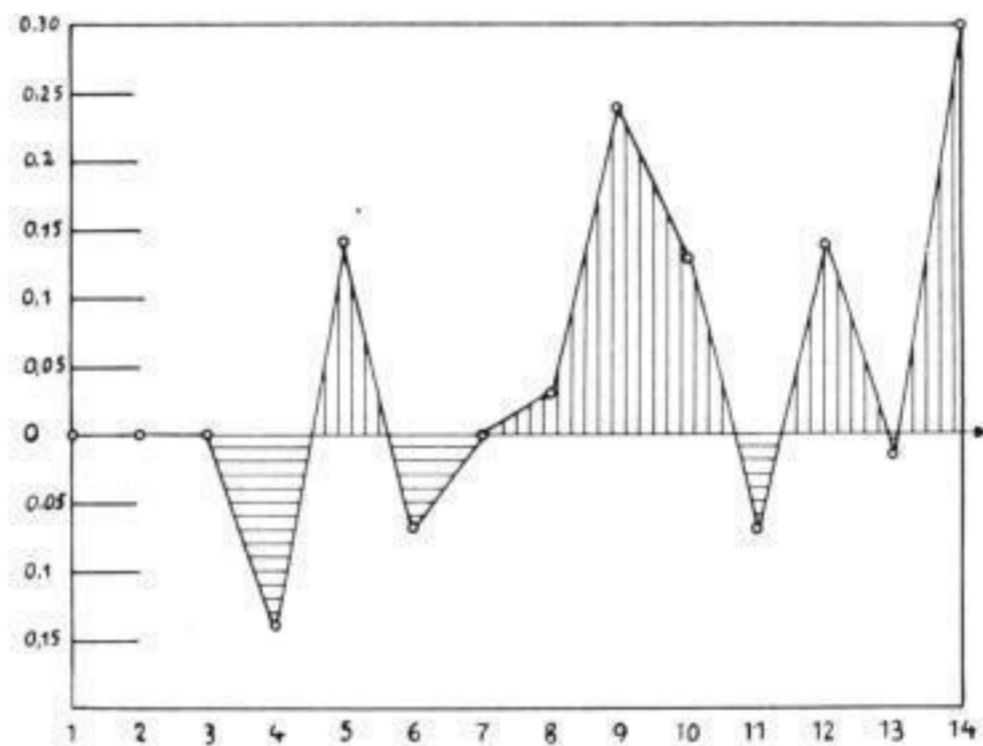


Abb. 2

Zwecks besserer Unterrichtung des interessierten Lesers gebe ich in Abb. 2 das aus den Werten der Aufstellung 2 sich ergebende Gangänderungspolygon und in Abb. 3 ein ähnliches Polygon bekannt, welches aber eine geringere Spitzenbildung zeigt, also aus relativ besseren Gängen entstanden sein muß, dafür aber aus dem Grunde eine erheblich höhere positive Abweichung von der Nulllinie aufweist, weil die Uhr stärker auf Kraftabnahme reagierte. Die von diesem Polygon eingeschlossene Fläche teilt sich nicht auf in eine positive und negative, sie ist rein positiv. Dadurch wird die aus dem Polygon nach Abb. 3 zu errechnende Gütezahl sehr erheblich ungünstiger liegen müssen, als die nach Abb. 2, obwohl die Regelmäßigkeit des Polygonzuges in Abb. 3 die bessere ist.

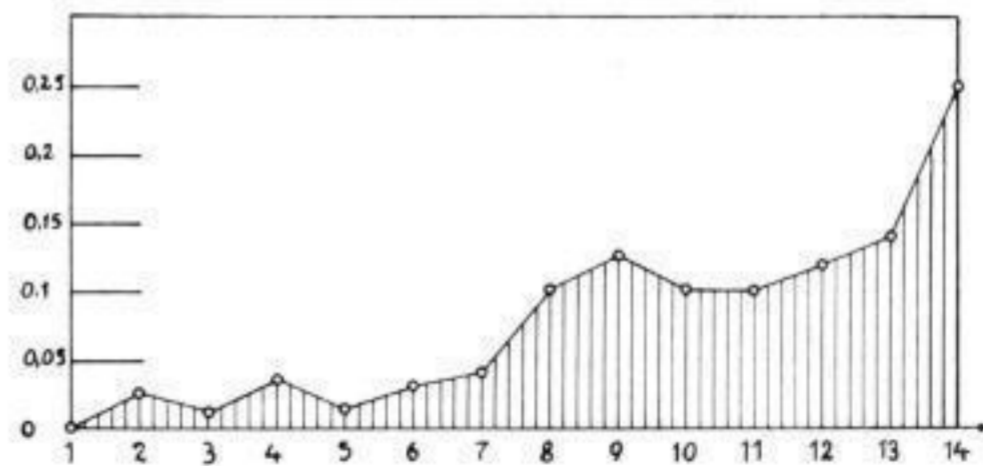


Abb. 3

Zwecks rechnerischer Auswertung ist das Gangänderungspolygon nach Abb. 2, welches die Gangänderungen aus den Gängen der drei Uhren Nr. 1-3 als Mittelwerte darstellt, zu planimetrieren. Da der Uhrmacher über ein Planimeter kaum verfügt, so muß ein Hilfsverfahren in Anwendung kommen. Dieses ist ein sehr einfaches; es besteht in dem Wiegen des ausgeschnittenen Polygons in Abhängigkeit von dem Gewicht eines Dezimeters oder Quadratmeters des gleichen Papiers. Da geringe Papiergewichte das Wiegeergebnis verschlechtern, so ist ein stärkerer Zeichenbogen zweckmäßig. Wiegt z. B. ein solcher für Patentzeichnungen bestimmter und 33x21 cm großer