

Jahren völlig erkannt sind demgegenüber die durch veränderliche Kraft auf Unruh und Pendel einwirkenden Einflüsse. Sie entstehen in erster Linie durch den zwischen Aufzug und Ablauf der Zugfeder sich ergebenden hohen Kraftunterschied, zweitens durch den Kraftverlust bei verdicktem Öl gegenüber dem frischen, drittens durch allmählichen Verschleiß der Zapfenlagerungen und reibenden Hemmungsteile, und viertens durch Ermüdung des Materials der Zugfeder. Wissenschaftliche Untersuchungen (des Geodätischen Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe) haben eindeutig erwiesen, daß die aus diesen ungleichen Antriebskräften hervorgehenden Gangänderungen ungewöhnlich hohe Werte annehmen und erheblich größer sind als beispielsweise die Temperaturfehler. Nur diese Fehlerquelle ist die Ursache, daß die elektrischen Einzeluhren um ein Vierfaches genauer gehen als gleichwertige mechanische Uhren; sie werden eben nach 3–10 Minuten immer wieder aufgezogen.

Wenn also der Erfolg einer einwandfrei durchgeführten Abgleichung stark von der Regelmäßigkeit der Kraftübertragung abhängig ist, so müssen die Ursachen der Unregelmäßigkeiten erkannt und bekämpft werden. Die Hauptursache, das Nachlassen der Zugfederkraft während des Ablaufs, läßt sich nicht beheben, aber doch abschwächen. Die in guten Taschenuhren angewandte Maltheserkreuzstellung schaltet die stärkste und schwächste Kraftentfaltung aus, folglich wirkt sie stark günstig auf die Gangregelmäßigkeit ein. Diese Stellung findet man immer weniger in den Uhren; sie war vor vielen Jahrzehnten auch in den Wiener Stuhuhren angebracht, ist aber seitdem in der Wanduhrenherstellung unbekannt. In billigen Taschenuhren kommt der „Federzügel“ mehr in Aufnahme, auch wird er von dem Reparaturmann auf den Zugfederersatz fortschrittlich in stärkerem Maße angewandt. Es dürfte die Frage berechtigt sein, warum er nicht auch in Wanduhren zu finden ist. Über die geeignetste Stärke und Länge dieses Zugels bezüglich der ausgleichenden Wirkung auf die Kraftentfaltung sind eingehende Versuche wohl kaum vorgenommen und veröffentlicht worden, obgleich sie sehr erwünscht wären. Ferner ist die Ölfrage immer noch, trotz aller Untersuchungen und bester Aufklärungen, eine weitere und große Sorge vieler Uhrmacher. Wenn schließlich der Uhrmacher seine Kunden immer wieder ermahnt, die Taschenuhr regelmäßig täglich zur bestimmten Stunde und die 14 tägige Wanduhr regelmäßig wöchentlich aufzuziehen, so werden dadurch viele weitere, aus ungleichen Zugfederanspannungen resultierende Gangfehler beseitigt sein.

3. Die Wirkung der ungleichen Kraftübertragung

a) In Uhren mit Unruhhemmung. Eine ungleiche Kraftübertragung auf das Anker- oder Zylinderrad wirkt sich in einfachen Gebrauchsuhren verschieden aus; eine Kraftabnahme kann sowohl ein Vor- als auch ein Nachgehen der Uhr zur Folge haben. Auf die isochronisch schwingende Unruh der Präzisionsuhr bleibt dagegen dieser Mangel ohne Einfluß. Die positiv oder negativ ausfallende Einwirkung auf Gebrauchsuhren entsteht dadurch, daß außerdem noch weitere Einwirkungen vorhanden sind oder sein können, nämlich:

1. die bei ungleicher Kraftzufuhr auch ungleiche Zapfenreibung,
2. starke oder schwache Hebungs- und Auslösereibung der Hemmung,
3. die verschiedene Entfernung der Rickerstifte voneinander,
4. Gleichgewichtsfehler der Unruh und Räder,
5. die Zentrifugalkraft der Unruh.

Je nachdem der eine oder andere Fehler groß ist und in der Wirkung sich zur Wirkung der Kraftabnahme addiert oder ihr entgegenwirkt, tritt eine Vor- oder Nachteilung ein.

b) Uhren mit Pendelhemmung. Nach dem Pendelgesetz geht eine Uhr vor, wenn ihre Schwingungsweite (Amplitude) zurückgeht, wenn also die Kraft an den Steigradszähnen kleiner wird. Dieses Gesetz kommt aber nur bedingt zur Wirkung, nämlich dann, wenn die Reibung der Hemmung klein, wenn kein Rückfall des Steigrades vorhanden ist. Jede mit Rückfall arbeitende Hemmung läßt die Uhr bei abfallender Kraft meistens stark nachgehen, weil gegenüber den auf den Anker einwirkenden Kräften das Pendelgewicht im Verhältnis zu leicht ist, um dem Pendelgesetz ausschlaggebenden Einfluß zu sichern.

4. Die Abgleichung

Die Gebrauchsuhren unterliegen nicht der Feineinstellung, sie werden sowohl in den Fabriken als auch in der Reparaturwerkstatt unter Anwendung meist 24 stündiger Beobachtungszeiten nur abgeglichen, wobei kürzere Beobachtungszeiten nach

den Angaben von M. Großmann auf 24 Stunden umgerechnet werden. Die Abgleichung billiger Uhren erfolgt ohne Niederschrift der „Gänge“ nach dem Minutenzeigerstand, während die Gänge besserer Uhren nach dem Sekundenzeigerstand beobachtet und auch in einer Gangtabelle festgehalten werden. Dieses alteingeführte Abgleichverfahren bietet jedoch keine Möglichkeit zur Beurteilung der Regelmäßigkeit des Ganges und daher der Qualität der Uhr. Die einwandfreie Beobachtung eines Uhranges verlangt das systematische Aneinanderreihen der Unterschiede der täglichen Gänge, was schließlich in der Darstellung einer Gangkurve zum Ausdruck kommt. Und damit gelangen wir zu wissenschaftlichen Verfahren.

5. Die wissenschaftliche Prüfung

Der Wissenschaftler unterscheidet den „Stand“ und den „Gang“ einer Uhr. Was der Uhrmacher allgemein als „Gang“ bezeichnet, ist dem Wissenschaftler der „Stand“. Stand und Gang sind die Grundlagen aller Prüfungen von Gangleistungen.

Der Stand einer Uhr ist diejenige Zeitspanne, um die die Zeiger einer Uhr zu einer bestimmten Zeit von der richtigen (MEZ)-Zeit abweichend „stehen“. Hatte beispielsweise eine Uhr bei der ersten Beobachtung zu der Normaluhr eine Voreilung von 5 Sekunden und nach 24 Stunden bei der zweiten Beobachtung eine Voreilung von 12 Sekunden, so sind nach wissenschaftlicher Auffassung „–5s“ und „–12s“ die Stände der Uhr im Augenblick der beiden Beobachtungszeiten. (Über die „Vorzeichen“ der Stände ist nachstehend Näheres ausgeführt.)

Der Gang ist die Differenz aus zwei um 24 Stunden auseinanderliegenden Beobachtungen, er wäre also nach dem vorstehenden Beispiel gleich

$$(-12) - (-5) = +7s.$$

Trägt man die aneinandergereihten Gänge einer Uhr als Schaubild auf Millimeterpapier auf, so erhält man eine gute Übersicht über die Gangleistung, aber man gewinnt kein zahlenmäßiges Urteil über die Regelmäßigkeit der Gänge.

Die Gangänderung ist die Differenz aus zwei auseinanderliegenden Gängen und somit die zweite Differenz aus den Ständen. Die Gangänderung ist das besondere Beurteilungsmerkmal der Gangleistung; ihr Schaubild leitet über zur rechnerischen Bestimmung einer Gütezahl der Uhr.

Die Wissenschaftler benutzen das Vorzeichen „Plus“ für das Nachbleiben und das Vorzeichen „Minus“ für die Voreilung einer Uhr, während der Feinsteller und der Abgleicher diese Vorzeichen umgekehrt verwenden. Die Ursache dieser gegenteiligen Verfahren ist die, daß der Wissenschaftler die genaue Zeit sucht, er betreibt Zeitbestimmung. Der Fachmann dagegen hat die genaue Zeit an seiner Normaluhr, er betreibt Uhrstandvergleiche. Wenn also der Astronom oder der Nautiker bei einer Zeitaufnahme feststellt, daß seine Pendeluhr oder sein Chronometer beispielsweise um 2,8 Sekunden nachgeht, so schreibt er „+2,8s“, weil er diesen Wert zu dem Zeigerstand seiner Uhr addieren muß, um die richtige Zeit zu erhalten. Der Fachmann dagegen ist im Besitz der genauen Zeit, und wenn eine seiner Uhren um etwa 5s später geht als die Normaluhr, so vermerkt er „–5s“. Es ist daher besonders zu beachten, daß sämtliche Veröffentlichungen wissenschaftliche Institute über Stände und Gänge von Zeitmessern so zu verstehen sind, daß die Pluszeichen einem Nachgehen und die Minuszeichen einem Vorgehen der Uhren zu der richtigen Zeit entsprechen.

Die wissenschaftlichen Prüfungen von Uhren werden unter Beobachtung einiger Regeln durchgeführt:

1. Bei Uhren ohne Sekundenangabe werden die Teilungs- und Exzentrizitätsfehler der Zifferblätter durch tägliche Beobachtungen zur gleichen Minute abgeschwächt.
2. Beobachtungsfehler werden durch besondere Verfahren oder durch Mittelung mehrerer Beobachtungen möglichst herabgedrückt.
3. Der Temperatureinfluß auf den Gang der Uhren wird in einer Beobachtungszeit von einer bis zwei Wochen bei einer tiefen und einer hohen Temperatur ermittelt. Diese Temperaturen sollen konstant sein, sie liegen bei 18–20 und 35–40 Grad.
4. Die Abgleichung der zu prüfenden Uhren, Vorregulierung benannt, soll vor der Prüfung beendet sein und darf während der Prüfung nicht geändert werden. Sofern die Prüfung bei konstanter Temperatur durchgeführt wird, stellt