

Verwunderung hervorrufen, daß ein Meßgerät, dessen Einzelteile in ihren Abmessungen vielfach nicht einmal auf 1% genau gearbeitet sind oder, was dasselbe bedeutet, auf 1% dem vorgeschriebenen Maß entsprechen, solch hohe Leistungen zeigt. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich aber daraus, daß für die Uhr als Zeitmeßgerät die Genauigkeit der Größen der Teile, d. h. die Genauigkeit von Längen, Dicken, Höhen, Breiten und Durchmessern nicht genauer hergestellt zu werden braucht. Zeitmessung und Längenmessung sind eben von Natur aus ganz verschiedene Aufgaben. Das ist an sich ein Vorteil für die praktische Arbeit in der Uhrentechnik, denn um Längenmessungen handelt es sich vorwiegend am Werkstück, wenn man von dem Abwägen einer Unruh mit Spirale, einer Aufgabe, die eine Zeitmessung darstellt, oder der Gewichtsbestimmung einer Unruh, einer Pendellinse oder eines Zuggewichtes absieht.

Längenmessungen sind es also, von denen die Leistungssteigerungen und damit der Fortschritt im Uhrfach abhängt. Wenn der Mensch auch über einen für Längenmessungen sehr ausbildungsfähigen Sinnesapparat — Augenmaß — verfügt, so versagt dieser bei Arbeiten, die fast ausschließlich unter Zuhilfenahme der Lupe vorgenommen werden, auch bei Längenmessungen. Meßgeräte und Meßverfahren müssen daher diesen Apparat verlängern, schärfen und verfeinern.

Messen heißt, eine Größe mit einer anderen vergleichen, oder, die Zahl der Maßeinheiten dieser Größe in dem Maß der anderen festzustellen. Messen heißt auch, eine Größe anstatt durch unsichere Schätzung oder ungenaues Gefühl mit willkürlichen und veränderlichen niemals aber festliegendem Maßstäben zu bestimmen, sie wiederholbar zur Ermittlung einer sicheren Maßzahl mit einer anderen vergleichen. Man unterscheidet zwei Arten von Meßverfahren:

Unmittelbares Messen, ein Verfahren, bei dem das Meßgerät in sich eine bestimmtes Maß anzeigende Skala — Schieblehre, Zehntelmaß — enthält.

Vergleichsmeßverfahren, bei denen das Meßgerät mit Hilfe eines maßbekannten Vergleichstückes — Maßzapfen, Lehre, Endmaß — eingestellt werden muß. Der Meßvorgang besteht dann darin, daß die Anpassung des zu messenden Stückes an das Vergleichsstück mit Hilfe des eingestellten Gerätes durch Gefühl abgeschätzt oder durch einen Fühlhebel zur Anzeige gebracht wird.

Jedes Meßverfahren und Meßgerät birgt Fehler in sich. Richtiges oder vielmehr zuverlässiges Messen heißt daher, Maße mit größter Annäherung an die tatsächliche Größe zu bestimmen, d. h. die an sich unvermeidlichen Fehler des Meßverfahrens und -gerätes in ihrer Wirkung auf das Ergebnis auf den kleinsten Einfluß zu beschränken. Wird das erreicht, dann wird mit der größten „Meßgenauigkeit“ gemessen. Zumeist wird die Bedeutung der „Meßfehler“ und, was sehr wichtig ist, ihre Quelle übersehen und angenommen, daß einmalige Beobachtung der Einstellung und einmaliges Einstellen des Meßgerätes das wahre Maß der zu messenden Größe ergeben. Stellt man das Meßgerät aber wiederholt ein, so zeigt es sich, daß die Ablesungen verschiedene Werte ergeben, daß sie „streuen“. Betrachten wir das Zehntelmaß, so kann die „Streuung“ dadurch zustandekommen, daß die Meßflächen an den Tastschenkeln Unebenheiten oder Abweichungen von der vorgeschriebenen Form aufweisen, daß der Fingerdruck die Schenkel des Gerätes wechselnd stark durchbiegt, daß im Schenkelgelenk Luft vorhanden ist. Alle diese Ursachen, die damit noch nicht

erschöpft sind, bedingen Fehler in der Anzeige des Meßgerätes. Die wiederholte Messung ergibt daher verschiedene, dem wahren Wert der Größe benachbarte Anzeigen. Aus diesen kann der wahre Wert, sofern das Gerät keine groben Mängel in den Meßgliedern — den für den Meßvorgang wichtigen Teilen — und in der Teilung aufweist und bei dem Messen selbst keine groben Fehler unterlaufen, als der mittlere Wert mit beträchtlicher Sicherheit durch Mittelbildung gefunden werden.

Für erfolgreiche Arbeit muß der Grundsatz beachtet werden, daß zu Messungen, die beispielsweise die Herstellungsgenauigkeit von $\frac{1}{10}$ mm sichern sollen, Meßgeräte benutzt werden und Verfahren angewandt werden, die wenigstens $\frac{2}{100}$ mm zu erfassen gestatten. Grundsätzlich muß also gefordert werden, daß die „Meßgenauigkeit“ größer ist als die Herstellungsgenauigkeit des zu messenden Werkstückes.

Wie bereits angedeutet, hängt die Güte einer Messung oder was dasselbe besagt, ihre Zuverlässigkeit, von verschiedenen Umständen ab.

1. Von der Beschaffenheit des Meßgerätes und der Art seiner Anwendung.
2. Von dem Fertigungszustand, in dem sich das zu prüfende Stück befindet, und
3. von persönlichen Fehlern.

Über die Beschaffenheit eines Meßgerätes kennzeichnenden Eigenschaften hat der „Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung“ eine sehr beachtenswerte Broschüre: „Eigenschaften der Meßgeräte“ — AWF-Druckschrift 950 — herausgegeben und auf ihren nur 16 Druckseiten die notwendigen Begriffe übersichtlich zusammengestellt und mit außerordentlicher Klarheit erläutert. Von den dort erwähnten Eigenschaften eines Meßgerätes sind hier hauptsächlich von Bedeutung:

- a) die Empfindlichkeit;
- b) die Fehler;
- c) die Streuung.

Die Empfindlichkeit eines Meßgerätes wird gekennzeichnet durch das Verhältnis:

Anderung der Anzeige : Änderung der Meßgröße.

Bei Längenmessungen, und um solche handelt es sich ja wie erwähnt vorwiegend in der Uhrentechnik, gilt: Empfindlichkeit = Übersezung (Zehntelmaß).

Gleichgültig ist dabei, ob die Übersezung mit Hilfe von optischen Mitteln erreicht wird oder unmittelbar mechanisch, wie bei dem Zehntelmaß.

Längenmaßstäbe, Schieblehren haben keine Übersezung; gleiche Übersezung über den gesamten Meßbereich weisen Klauenmikrometer — Meßuhren — und Schraubenmikrometer auf. Die Übersezung ändert sich beim Zehntelmaß, wie bei anderen Fühlhebelgeräten, und zugleich damit die Empfindlichkeit.

Weicht die Anzeige eines Meßgerätes von dem wirklichen Wert der Meßgröße ab, so weist das Gerät Fehler auf — Fall b —. Die Fehler ändern sich meist längs der den „Meßbereich“ überbrückenden Skala. Ihre Ursachen sind: mangelhafte Ausführung von Teilen des Meßgerätes, fehlerhafte Teilungen, große Teilstrichbreite, Fehler am Gewinde der Meßschraube und schließlich mangelhafte Übertragungsglieder, wie fehlerhafte Zahnräder und Eingriffe, Lagerluft und mangelhafte Zentrierung der Kreisskala bei Meßuhren zum Zeiger. Nebenbei bemerkt kommt der zuletzt erwähnte Fehler häufig auch bei Uhren vor.