

Als Fehlerquellen kommen außerdem vor: der wechselnde Einfluß des Meßdruckes mit dem die Fühlglieder — Meßflächen der Schieblehre, Tastenden des Zehntelmaßes — sich an das Werkstück anlegen. Sorgt eine Feder für diese Anlage, so wechselt der Meßdruck mit der Federspannung, d. h. ändert er sich mit der Größe des zu messenden Werkstückes.

Wird Genauigkeit angestrebt, so kann ein Meßgerät nicht ungeprüft benutzt werden. Wenigstens ist es notwendig, daß seine Fehler bekannt sind, damit sie berücksichtigt werden können und den Wert des Messens überhaupt nicht in Frage stellen. Bei manchen Meßgeräten lassen sich gewisse Fehler durch Nachstellen beseitigen, so z. B. bei den Mikrometerschrauben, die sogenannten Nullpunktfehler, die etwa durch Abnutzung der Meßflächen entstehen können. Bei dem Zehntelmaß und der Schieblehre sind Nachstelleinrichtungen zur Beseitigung dieser Fehler bisher kaum bekannt geworden. Nicht durch Nachstellen lassen sich aber Fehler einer Teilung beseitigen, wie sie z. B. am Zehntelmaß und an der Schieblehre und auch an der Meßuhr vorkommen. Hier kann nur eine zuverlässige, nötigenfalls durch amtliche Prüfung zu beglaubigende Garantie des Herstellers Sicherheit gewähren. Sie muß aber dafür bürgen, daß die Fehler des Gerätes kleiner sind, als daß sie die verlangte Genauigkeit des Meßgerätes beeinträchtigen. Erst dann kann man darauf verzichten die jeweiligen Ablesungen am Meßgerät nach einer für jedes Meßgerät zu ermittelnden Fehlertabelle zu berichtigen.

Die Streuung war oben bereits erwähnt worden. Sie setzt sich zusammen aus der allein durch die Beschaffenheit des Meßgerätes und der durch seine Handhabung bedingten Streuung. Der letztere Anteil geht zu Lasten der persönlichen Fehler. Der Betrag der Streuung wird durch wiederholte Messung ein und derselben Größe bestimmt und gibt an, um wieviel die Messung unsicher sein kann. Im praktischen Gebrauch halbiert man den Betrag der Streuung und sagt z. B. die Genauigkeit beträgt  $\pm 0,02$  mm, wenn eine Streuung im Gesamtbetrag von  $0,04$  mm auftritt.

Daß der Fertigungszustand des zu prüfenden Werkstückes die Messung beeinflusst, wird leicht verständlich. Ein unrunder Zapfen gestattet keinen eindeutigen Wert des Durchmessers zu bestimmen, ebenso wenig ein balliger Zapfen. Ist der Werkstoff, aus dem das Werkstück angefertigt ist, weich und wird mit hohem Meßdruck gemessen, kann das Werkstück elastisch verformt werden. Seine Länge, Dicke, Höhe, sein Durchmesser werden dann zu klein gemessen. Ebenso entstehen Fehler aus der Wärmeausdehnung des Werkstoffes, wenn das Stück sich nicht auf der Normaltemperatur befindet. Dieser „Temperaturfehler“ wird dann besonders bedeutungsvoll, wenn Stücke aus Stoffen verschiedener Wärmeausdehnung zusammengepaßt werden sollen.

Der häufigste persönliche Fehler ist falsches Ablesen der Skala, insbesondere, wenn zur Unterteilung dieser ein Nonius benutzt wird, oder der Verschiebungsfehler — Parallaxenfehler — bei Zeigermeßgeräten, der auftritt, wenn das Auge nicht senkrecht auf den Zeiger oder in Richtung des Zeigerhalbmessers auf die Skala gerichtet ist. Weitere persönliche Fehler können entstehen durch ungeeignetes Anlegen des Meßgerätes an das Meßstück, z. B. schiefes Anlegen einer Schieblehre. Ein beträchtlicher Teil der persönlichen Fehler läßt sich unschädlich machen dadurch, daß man jede Messung mehrfach wiederholt und dabei das Meßgerät mit Überlegung bedient.

In diesem Zusammenhang ist es noch notwendig, auf den unmittelbaren Zweck des Messens einzugehen, nachdem eingangs bereits die mittelbar angestrebten Ziele des Messens dargelegt waren.

Unmittelbar gesehen heißt der Zweck des Messens, die einzelnen Teile einer Uhr in ihrer Größe aufeinander abstimmen. Auf mechanischem Gebiet, zu dem alle Arten von Längenmessungen in der Uhrentechnik gehören, ist der Zweck des Messens: das Nachprüfen, ob die Einzelteile, die vom Konstrukteur gewollte, die von ihm vorgeschriebene Größe aufweisen, um festzustellen, ob sie zueinander passen. Es wurde bereits nachzuweisen versucht, daß jedes Meßgerät mit Fehlern behaftet ist, und daß es kaum gelingt, es ohne jeden Fehler anzuwenden. So liegen die Dinge auch bei der Herstellung irgendwelcher Teile zu einem Enderzeugnis, z. B. der Räder, Wellenzapfen, Brücken usw. zu einer Uhr. Sie ohne merkliche Fehler, d. h. ohne feststellbare Abweichungen von der vorgeschriebenen Größe herzustellen, würde unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen. Aus der Erfahrung heraus, daß das auch nicht unbedingt nötig ist, wird bei den Maßangaben immer mit angegeben, welche Abweichungen von dem vorgeschriebenen Sollmaß noch zugelassen werden können, ohne daß das Leistungsziel des Enderzeugnisses gefährdet wird, mit anderen Worten, welche „Toleranzen“ noch zulässig sind, ohne daß die für die angestrebten Leistungen erforderlichen Passungsverhältnisse in Frage gestellt werden. Für einen Wellenzapfen einer bestimmten Lagerung möge beispielsweise die Maßvorschrift lauten:

$$\varnothing \dots 3 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm.}$$

Nach dieser Vorschrift würde ein Wellenzapfen noch brauchbar sein, dessen Durchmesser  $3,02$  mm und auch ein solcher, dessen Durchmesser  $2,98$  mm beträgt. Ebenso sind alle zwischen den Grenzen liegenden Durchmesser gut, d. h. brauchbar. Alle darunter oder darüber liegenden Zapfendurchmesser sind dann Ausschuß. Bei allen Maßen, von denen das Zusammenpassen zweier oder mehrerer Einzelteile einer Uhr abhängen, muß demnach der Konstrukteur die zulässigen Toleranzen vorschreiben.

Bei Reparaturarbeiten am Werkstück liegen die Dinge nicht so einfach, weil die zulässigen Toleranzen dem Uhrmacher meist nicht bekannt sind. Der Fachmann muß demnach zuerst die Größe des Teiles, des Abstandes, der Bohrung ermitteln, der mit dem durch seine Wiederherstellungsarbeit anzufertigendem Teil passen soll. Dann wird er überlegen müssen, wie genau er das Ersatzteil anfertigen muß, d. h. welche Toleranzen zulässig sind, ohne daß der Zweck der Arbeit gefährdet wird. Dabei kann er dank seiner fachlichen Ausbildung seiner Erfahrung entnehmen, welche Zapfenluft, welcher Eingriff, d. h. welcher Passungsgrad an jeder Stelle hergestellt werden muß, damit die Uhr wieder mit größter Annäherung ihre früheren Leistungen zeigen kann. Der wirkliche Fachmann kann somit das Sollmaß des Ersatzteiles, das er verwirklichen muß, ermitteln, und weil er dazu durch seine Ausbildung befähigt ist, feststellen, wie genau er arbeiten muß. (I/2223) (Schluß folgt)

## Der Normungswettbewerb des Reichsinnungsverbandes

Einsendeschluß für die Arbeiten ist der 1. Juni 1939!  
Denken Sie rechtzeitig daran, Ihre Arbeiten hierzu  
abzuschließen. — Hohe Preise winken!