

Unsere Taschenuhr

Ein Rundfunkvortrag von Dr. Giebel, Glashütte

Wie wir schon in unserer vorigen Nummer berichtet, hielt Herr Oberstudiendirektor Dr. Giebel in dankenswerter Weise am 25. November einen Rundfunk-Vortrag, der von den Sendern Leipzig und Dresden verbreitet wurde. Wir geben den Vortrag hier ausführlich wieder. Die Ausführungen sind so vollständig-verständlich, daß sie sicherlich gern von jedem Uhrmacher auch für Werbezwecke weiterverbreitet werden. Nach Übereinkunft mit Herrn Dr. Giebel haben wir uns deshalb entschlossen, sie in Form einer kleinen Broschüre, die von der Uhrmacherschaft an das Publikum verteilt werden kann, herauszugeben. Das Nähere teilen wir demnächst mit und lassen hier zuerst die interessanten Ausführungen folgen.

Die Schriftleitung.

Meine Damen und Herren! Wenn ich heute die Gelegenheit wahrnehme, Ihnen etwas zu erzählen über das kleine Wunderwerk, das wir in der Westentasche oder am Handgelenk tragen, so glaube ich, damit einem gewissen Bedürfnis entgegenzukommen. Wir alle brauchen die Uhr täglich, stündlich, sind auf sie angewiesen, von ihr abhängig, und doch wissen die meisten Menschen erschrecklich wenig über diesen feinsten Gebrauchsgegenstand, den sie benützen. Deshalb lohnt es sich wohl, einige Minuten darüber zu plaudern.

Es gab eine Zeit, vor etwa 200 bis 300 Jahren, da gehörten Uhren zu den kostbarsten Gegenständen, und man bezahlte Unsummen für schöne Taschenuhren. Bei diesen Uhren war die äußere Ausstattung das Wertvollste. Emailmalerei, und zwar von einer Schönheit, wie sie bisher nicht wieder erreicht werden konnte, reiche Gravierung, Ziselierung, Gehäuse aus Bergkristall usw. Die Genauigkeit dieser Uhren ließ nach unseren Begriffen viel zu wünschen übrig. Aber was fragte man damals danach? Das Barock hatte ja Zeit, so unendlich viel Zeit. Auch noch vor wenig mehr als 100 Jahren hielt der bedeutendste Uhrmacher des Empires, Breguet, eine Uhr für ausreichend, die nur mit einem Stundenzeiger ausgerüstet war, also die Zeit auf höchstens 3 Minuten abzulesen gestattete. Seitdem sind die Anforderungen an die Genauigkeit gewaltig gestiegen.

Sie werden fragen: Wie genau zeigen denn heute die Uhren? Darauf kann ich Ihnen keine glatte Antwort geben. Der Gang einer Uhr hängt in hohem Grade ab von ihrer Behandlung; ob sie regelmäßig zur selben Stunde aufgezogen wird; ob die Lebensgewohnheiten des Trägers regelmäßig sind; z. B. ob er die Uhr in der einen Nacht 3 Stunden, in der anderen 10 Stunden auf dem Nachtschlaf liegen läßt, ob die Uhr starken Temperaturschwankungen ausgesetzt ist usw., ja bisweilen wirkt sogar das Temperament des Trägers mit.

Die Zahlen, die ich Ihnen jetzt nennen werde, sind Werte, die man unter normalen Umständen verbürgen kann. Wenn Ihre Uhr geringere Fehler zeigt, so bedanken Sie sich besonders bei Ihrem Uhrmacher, der dann ein Übriges getan hat. Also: Von einer einfachen Herrenuhr kann man eine Fehlergrenze von 4 bis 6 Minuten in der Woche verlangen, bei feineren Uhren kann man den Fehler auf 1 Minute in der Woche herabdrücken; und bei den allerfeinsten Taschenuhren, wie sie bei uns in Deutschland in Glashütte i. Sa. hergestellt werden, übersteigt der Fehler nicht 10 Sekunden in der Woche oder 30 Sekunden im Monat — immer gute Behandlung der Uhr vorausgesetzt.

Zum Vergleich erwähne ich, daß die feinste tragbare Uhr, das Seeschronometer, bis auf $\frac{1}{100}$ Sekunde Fehler im Tage heruntergebracht werden kann. Und von den allerfeinsten Pendeluhren, die unter Luftabschluß in wohltemperierten Uhrkellern der Sternwarten aufbewahrt werden, verlangt man eine Genauigkeit bis zu $\frac{1}{100}$ Sekunde in der Woche. Neuerdings will man mit Hilfe der Pendeluhren die Ungleichförmigkeiten in der Erddrehung nachweisen. Diese Uhren dürfen dann im Jahre höchstens 1 Sekunde Fehler machen.

Was besagen solche Zahlen? Nehmen wir eine hochwertige Taschenuhr, etwa von Glashütter Art, mit einer Fehlergrenze von 2 Sekunden im Tage. Da der Tag 86400 Sekunden hat, so bedeutet das einen Fehler von 1 : 40000. In die Längenmessung überseht würde das heißen, daß man eine Länge von 40 m auf 1 mm genau messen soll. Das ist natürlich möglich, aber es ist doch schon eine ziemlich schwierige Aufgabe, zu der nicht nur besonders feine Meßinstrumente, sondern auch besonders geschulte Beobachter gehören; und ohne rechnungsmäßige Verbesserungen geht es dabei nicht ab. Jene Taschenuhr aber ist ein Gebrauchsgegenstand; sie soll ohne jede Rechnung in der Hand des Laien dieses genaue Ergebnis liefern. Man kann mit Recht behaupten, daß die feine Uhr das genaueste Gebrauchsinstrument überhaupt ist.

Und dabei muß man noch bedenken, daß der komplizierte Mechanismus auf einen sehr kleinen Raum zusammengedrängt ist. Unsere Mode verlangt ja heute kleine, flache Uhren, und das Recht darauf will man ihr nicht absprechen, aber die Verkleinerung geht natürlich auf Kosten der Genauigkeit und der Zuverlässigkeit. Für höhere Ansprüche möchte ich die Uhr mit 43 mm Werkdurchmesser und 5,5 mm Werkhöhe als untere Grenze bezeichnen. Und auch bei der Armbanduhr möchte man, wenn man einigen Wert auf Genauigkeit legt, in den Abmessungen nicht gar zu tief herunter gehen; 19 bis 20 mm Werkdurchmesser sollte eigentlich die untere Grenze einer Gebrauchsuhr sein. Wohl lassen sich noch kleinere Uhren herstellen, aber wenn solche Uhren brauchbar sein sollen, dann erfordern sie so langwierige Arbeit und so hohe Kunstfertigkeit, daß man im Preise auf hohe dreistellige oder gar auf vierstellige Zahlen kommen würde.

Schon die feine Uhr von normaler Größe verlangt eine peinlich genaue Arbeit, die nur von hochwertigen Facharbeitern geleistet werden kann. Bedenken Sie, daß eine bessere Taschenuhr auf engem Raume fast 200 einzelne Teile enthält, die bei ihrer Herstellung etwa $\frac{1}{3}$, bis 4000 Arbeitsgänge erfordern. Die kleinste Schraube hat 0,3 mm Durchmesser und wiegt weniger als ein Milligramm. Ein Kilogramm davon kostet etwa 300000 RM. Diese Schraube wird also 100mal mit Gold aufgewogen. Das ist ein glänzendes Beispiel dafür, wie durch Arbeit der Stoff veredelt wird. Solcher Wertsteigerungen könnte ich Ihnen eine ganze Reihe nennen, aber ich will Sie nicht ermüden. Im ganzen kann man sagen, daß der Wert eines feinen Taschenuhrwerkes etwa von Glashütter Art wohl zu 97% durch die Arbeit und nur zu 3% durch die Rohstoffe bestimmt ist. Bei den Gehäusen ist das freilich etwas anders.

Wie steht es mit der Uhrenherstellung in Deutschland? In Großböhren, d. h. Wand-, Stand-, Haus- und Weckeruhren, haben wir eine ausgedehnte Fabrikation, mit der wir etwa 70% des Welt Handels decken. In Taschenuhren dagegen führen wir beträchtliche Mengen, für etwa 20 Millionen Mark im Jahre, ein, obgleich wir in Deutschland auch eine gut entwickelte Taschenuhrenindustrie haben.

Nach vor zwei Jahrzehnten stellten wir in Deutschland nur die ganz billige und die hochfeine Uhr her, die billige im Schwarzwald und im Thüringer Walde, die hochfeine in Glashütte im Erzgebirge. Aber heute ist die Lücke zwischen beiden geschlossen. Im Schwarzwald und in Thüringen hat sich neben der billigen Uhr, die sogar in größeren Mengen ausgeführt wird, die gute Gebrauchsuhr entwickelt, und auch in Pforzheim werden gute Gebrauchsuhren vollendet. Infolge der Verbesserungen in der Herstellungsweise ist die Güte mehr gestiegen als der Preis. Die hochfeine Glashütter Uhr kostet im einfachen, schweren Goldgehäuse etwa 500 bis 750 RM. Daneben aber erzeugt Glashütte heute eine Uhr, die, obgleich sie noch als hochwertiges Erzeugnis angesprochen werden kann, doch wesentlich billiger ist: im modernen Goldgehäuse etwa 300 bis 350 RM. Der deutsche Käufer kann also heute auch in der Preislage von 80 bis 400 RM eine preiswürdige deutsche Uhr bekommen. Es wäre erwünscht, daß man recht reichlichen Gebrauch davon machte.

Reizvoller als die wirtschaftlichen Fragen sind die technischen. Wie erreicht man bei diesem winzigen Instrumenten, das doch so vielen inneren und äußeren Störungen unterworfen ist, den hohen Grad der Genauigkeit? Einiges davon möchte ich kurz erläutern.

Das Wichtigste, der eigentliche Zeitmesser, ist die Unruh, jenes kleine Schwungradchen mit der zarten Spiralfeder. Diese Unruh macht in der Sekunde 5 Schläge, d. i. im Tage mehr als 400.000. Dabei legt die Unruh einen ebenso großen Winkelweg zurück wie die Räder eines Kraftwagens von 56 km/Std. Geschwindigkeit.

Diese große Winkelgeschwindigkeit gebraucht man, um die Unruh von den vielen Störungen freizumachen, denen sie ausgesetzt ist. Ich will nicht von den Störungen sprechen, die durch lieblose Behandlung hervorgerufen werden, wie heftige Erschütterungen oder gar Stoß und Fall, sondern von unvermeidlichen, z. B. denen, die durch Temperaturschwankungen hervorgerufen werden. Beim Pendel ist der Einfluß der Wärme auf die Schwingungsdauer nicht schlimm. Ein Stahlpendel ergibt bei 1° Temperaturerhöhung nur $\frac{1}{100}$ Sekunden Nachgehen im Tage, ein gutes Holzpendel nur $\frac{1}{10}$ Sekunden. Deshalb haben Gebrauchsuhren, wie Ihre Zimmeruhren, tatsächlich keinen Wärmeausgleich. Nur bei Präzisionspendeluhrn benutzt man zum Temperaturausgleich ein Nickelstahlpendel.

Wenn aber Ihre Taschenuhr keinen Temperaturausgleich hat, dann geht sie bei 1° Temperaturerhöhung 11 bis 12 Sekunden im Tage nach. So können leicht Gangfehler bis zu 4 Minuten im Tage auftreten. Dieser Fehler rührt zum größten Teil daher, daß die Spiralfeder in der Wärme erschlafft. Wie gleicht man diesen Fehler aus? Bei genauerem Betrachten der Unruh erkennen Sie, daß der Reifen der Unruh nicht glatt und zusammenhängend ist, sondern daß er an zwei Stellen aufgeschnitten und außerdem mit Goldschrauben besetzt ist. Der Reifen besteht innen aus Stahl, außen aus Messing. In der Wärme dehnt sich nun das Messing stärker aus als der Stahl, biegt also die freien Enden nach innen und verringert so das Trägheitsmoment. Die verringerte Spannkraft der Spiralfeder wird somit ausgeglichen durch einen verringerten Trägheitswiderstand der Unruh. Noch besser gelingt der Ausgleich, wenn man (statt Stahl) Nickelstahl nimmt. Mit solchen Nickelstahluhren sind die Sechronometer und die feinen Glashütter Uhren ausgerüstet. In neuerer Zeit verwendet man auch Spiralfedern, die nicht so empfindlich gegen Temperaturschwankungen sind. Für Gebrauchsuhren eignen sie sich gut, bei feineren Uhren hat man noch Bedenken gegen Ihre Anwendung.

Ein anderer Fehler ist der Lagenfehler. Ein Sechronometer bleibt immer in seiner Lage; und damit es in dieser Lage bleibt, ist es wie der Schiffskompaß in einem Kardanring aufgehängt. Eine Taschenuhr dagegen und erst recht eine Armbanduhr nimmt in der Ruhe und im Gebrauche die verschiedensten Lagen ein. Wenn nun der Schwerpunkt der Unruh samt ihrer Spiralfeder nicht ganz genau in der Achse liegt — und geringe Abweichungen sind unvermeidlich —, so zeigt der Gang der Uhr in den verschiedenen Lagen Abweichungen. Es ist die Kunst des Uhrmachers, diese Abweichungen möglichst klein zu machen.

Manchmal ist es erwünscht, den Fehler ganz herauszubringen, z. B. bei Uhren für beschwerliche Forschungsreisen, wo man die unhandlichen und empfindlichen Sechronometer nicht mitnehmen kann. Dann setzt man die Unruh mit dem Antriebsrade in ein Drehgestell ein, das sich in einer Minute einmal dreht. Der Schwerpunkt wird dabei um die Achse herumgeführt, und die Lagenfehler gleichen sich innerhalb einer Minute aus. Diese Uhren in Taschenuhrgröße auszuführen, ist nicht ein kleines, sondern schon ein großes Kunststück. Ich bedauere, Ihnen eine solche Uhr nicht zeigen zu können, aber auch der Bildfunk würde dieses zarte Gebilde nicht genügend scharf wiedergeben. Wenn Sie uns aber in der Glashütter Uhrmacherschule besuchen — und wirklich wissensdurstige Besucher sind uns dort immer willkommen —, dann will ich Ihnen gern solche Uhren zeigen.

Über diese Schule möchte ich nebenbei bemerken, daß dort junge Leute Gelegenheit suchen, sich in der schwierigen Praxis und Theorie der feineren Uhrmacherei zu vervollkommen, sei es, um besonders tüchtige Werkstattleiter zu werden, sei es, um als Techniker in Uhrenfabriken oder feinmechanische Betriebe überzugehen. Besonders begabte Schüler, die über außergewöhnliche Geschicklichkeit und über Konstruktions talent verfügen, stellten dort unter Leitung erstklassiger Kräfte oft einzigartige und höchst sehenswerte Stücke her.

Aber kehren wir zu unserer Unruh zurück. Von ihren Untugenden möchte ich noch eine erwähnen: Eigentlich sollte sie große und kleine Schwingungen in derselben Zeit vollführen, leider tut sie's nicht. Man zwingt sie dazu, indem man der Spiralfeder ganz bestimmte Endkurven gibt. In jeder besseren Taschenuhr können Sie die eine dieser Endkurven sehen. Es gehören viel Kenntnisse, Erfahrungen und auch Geschicklichkeit dazu, um hier den richtigen Bogen herauszubekommen.

Damit nun die Unruh möglichst gleichmäßig schwingt, muß man ihr die durch Reibung usw. verlorengegangene Energie regelmäßig wieder zuführen. Deshalb ziehen wir ja die Uhr täglich auf. Die dabei in der Zugfeder gespeicherte Energie ist nicht groß, bei der normalen Herrenuhr etwa $\frac{1}{100}$ mkg. Und diese kleine Energiemenge soll für 32 bis 36 Stunden ausreichen; die Leistung der Zugfeder ist also nur $\frac{1}{1000}$ Millionenstel PS.

Die Energie wird durch das Räderwerk auf die Unruh übertragen. Besonders wichtig ist dabei der Schaltmechanismus, der die Energie in wohlabgemessenen Portionen alle fünf Sekunden der Unruh zuführt und dabei das Räderwerk um einen kleinen Winkel ablaufen läßt. Am Sekundenzeiger können Sie die Sprünge im fünf Sekunden tempo genau beobachten. Das Einrichten dieses Schaltmechanismus, der Hemmung, ist äußerst schwierig. Zahlreiche Gangfehler rühren von Fehlern in diesem Mechanismus her. Nach ihm pflegt man die Uhren zu benennen. Man spricht von Spindel-, Zylinder-, Anker-, Duplexuhren usw.

Bei ihrem Wege durch das Laufrwerk hat die Energie die Reibung zu überwinden. Diese muß auf ein Mindestmaß zurückgeführt werden, weil Änderungen in der Reibung schädlich sind. Deshalb die außerordentlich dünnen und harten Zapfen, von denen die dünnsten kaum stärker sind als ein Menschenhaar. Aber nicht bloß dünn müssen sie sein, sondern auch hochglanz poliert. Die Politur, wie sie der Uhrmacher aufträgt, ist ein Kapitel für sich. Was andere polieren nennen, das nennt er verächtlich Schleifen. Bei dem polierten blauharten Stahl sieht man auch bei achtfacher Vergrößerung noch keine Risse. Nicht nur die Zapfen werden poliert, sondern auch alle feinen Stahlteile; sie erhalten dadurch einen gewissen Rostschutz, der indessen nicht so vollständig ist, daß man mit der Uhr ins Bad steigen könnte. Die bekannten nichtrostenden Stähle haben sich bisher in der Uhrmacherei noch nicht bewährt.

Die gut polierten, harten Zapfen laufen in Lagern, die ebenfalls glatt und hart sein müssen. Man benützt dazu vorwiegend Rubin und Saphir, nächst dem Diamanten die härtesten Edelsteine. Diese Steine dienen durchbohrt als Lager. Nicht immer kann man die Güte einer Uhr nach der Zahl der Steine beurteilen, denn auch in billigeren Uhren wird oft eine Anzahl Steine verwandt, aber aus dem weichen Granat oder gar Achat, die billiger und leichter zu bearbeiten sind. Steine erfüllen aber nur dann ihren Zweck, wenn sie sehr hart, gut abgerundet und hochpoliert sind. Das erfordert schwierige und teure Arbeit; auch ist es nicht leicht, die Steine auf den Bruchteil der hundertstel Millimeter genau an die richtige Stelle zu bringen. Bei der Unruh stützen über den Lochsteinen noch die flachen Decksteine, die die Höhe begrenzen. Liegt ein solcher Deckstein nicht genau senkrecht zur Achse, so ist es mit der Ganggenauigkeit der Uhr vorbei.

Um die Stahlzapfen zu schonen, müssen die Lager geölt werden. Natürlich kann man nur winzige Tröpfchen Öl daran bringen. Und diese sollen jahrelang aushalten.

Kein Öl hält aber ewig, nach spätestens 2 bis 3 Jahren ist es unbrauchbar geworden. Gestatten Sie mir, nochmals auf das Beispiel des Kraftwagens zurückzukommen, das ich eingangs brachte. Nehmen Sie an, jener Kraftwagen müsse mit seiner 56 km-Stunden-Geschwindigkeit drei Jahre lang ununterbrochen laufen; dann würde er die Erde 38 mal umkreisen. Was würden Sie sagen, wenn seine Achsen wie die der Uhr mit einer einmaligen Schmierung auskommen sollten! — Man könnte noch weitere Vergleiche heranziehen, etwa mit der Dampfmaschine, dem Kinderwagen oder dgl. Alle diese Dinge behandelt der Mensch vernünftiger als seine Uhr. Auch bei nur geringem Nachdenken muß man dahin kommen, daß eine Uhr mindestens aller 3 Jahre einer Überholung durch einen tüchtigen Fachmann bedarf. Daß ein solcher Mensch sehr viele Kenntnisse und Fertigkeiten besigen muß, um alle die verborgenen Fehler und Schwächen des kleinen Wunderwerks aufspüren und beheben zu können, ist klar. Wie verzwickt die Fälle oft liegen, lassen Sie sich einmal von Ihrem Uhrmacher erzählen. Ein englischer Uhrmacher hat vor einigen Jahren nicht weniger als 300 Ursachen auf-

gezählt für das Stehenbleiben einer Uhr. Wenn man seine Uhr pflegt, dann hat man auch Freude daran. Von der Glashütter Uhr kann man annehmen, daß sie ein Vierteljahrhundert lang als erstklassiger Zeitmesser Dienste tut und dann nochmals ein Vierteljahrhundert als gute Gebrauchsuhr. Aber ewig hält keine Uhr. Und anstatt sich immer und immer wieder über eine ausgeleierte Uhr zu ärgern, lege man das teure Erbstück seiner Ahnen ins Familienarchiv und kaufe sich eine neue Uhr, aber bei einem tüchtigen Fachmann, der die Gewähr dafür übernimmt, daß nicht nur die äußere, sondern auch die innere Güte dem Preise entspricht.

Meine Damen und Herren! Ich konnte in meiner Plauderei nur dieses und jenes streifen, aber vielleicht ist doch mancher von Ihnen angeregt worden, sich etwas eingehender mit diesem wunderbaren Mechanismus zu beschäftigen. Es lohnt sich. Und wenn Sie einmal ins Erzgebirge kommen, nach Glashütte, dann kann ich Ihnen allerlei Schönes und Anregendes zeigen. Ich wiederhole meine Einladung, bitte Sie aber, sich dann möglichst vorher anzumelden, damit ich für geeignete Führung sorgen kann. Und nun: Auf Wiedersehen!

Quelle: Die Uhrmacherwoche Nr. 49 vom 29. Nov. 1930 S. 911-913