

# Arbeit veredelt den Stoff

Geschickte Hände bauen die Uhr – Was wissen Sie davon?

Der nachfolgende Aufsatz von Herrn Oberstudienrat Dr. Giebel (Glashütte i. Sa.) ist nicht für Fachleute bestimmt, sondern für Laien. Er soll dazu beitragen, das Publikum über die Uhrmacherei aufzuklären. Geschrieben ist der Aufsatz für Tageszeitungen. Herr Dr. Giebel hatte die Freundlichkeit, aus dem Aufsatz für diesen Zweck zur Verfügung zu stellen, so daß er ohne weiteres von unseren Kollegen den Tageszeitungen zum Abdruck angeboten werden kann. Für die Abbildungen liefern wir zum Selbstkostenpreis Galvanos. Außerdem werden wir von dem Aufsatz Sonderdrucke herstellen lassen, die sich ausgezeichnet zur Verteilung an die Kundschaft eignen. Wir sind der Meinung, daß für die Aufklärung des Publikums gar nicht genug getan werden kann, und deshalb danken wir auch an dieser Stelle Herrn Dr. Giebel, daß er sich bereitwillig in den Dienst der Sache gestellt hat.

Die Schriftleitung.

Mechanische Uhren werden seit dem Mittelalter hergestellt. Die erste verbürgte Nachricht dürfte bis etwa 1300 zurückreichen (Dante, Göttliche Komödie).

Die ersten tragbaren Uhren, die an einer Halskette oder am Gürtel getragen wurden, sind um 1510 in Nürnberg von Peter Henlein hergestellt worden. Nach ihrer Kleinheit wurden sie Hörlein, Eierlein, auch Eierlein genannt, woraus der Name Nürnberger Eier entstand; Uhren in Eiform wurden aber erst später hergestellt, ebenso in vielen anderen Formen, besonders der Kreuzform für geistliche Würdenträger. Die ursprünglichen Halsuhren hatten wie unsere Taschenuhren Dosenform, nur waren sie bedeutend dicker; sie gleichen oft den runden Seifensücken, woher der Name Savonnette kommt, der heute für Uhren mit Sprungdeckel angewendet wird.

Der Dreißigjährige Krieg zerstörte die blühende Uhrenindustrie in den süddeutschen Städten, und nur spärliche Überreste hielten sich in dem Raume zwischen Main, Rhein und Donau. Inzwischen breitete sich die Uhrmacherei in der Westschweiz, vornehmlich im Schweizer Jura aus, wo größere Manufakturen entstanden. Von einer Fabrikation kann man erst seit Anfang des vorigen Jahrhunderts sprechen.



Brustuhr, um 1540, süddeutsche Arbeit, jetzt in englischem Besitze

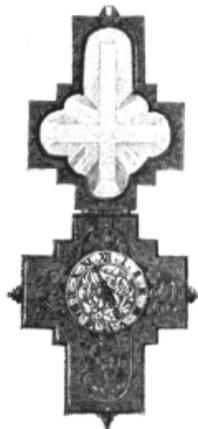


Präzisionstaschenuhr in modernem Gehäuse (A. Lange & Söhne, Glashütte)

Seit 1850 entwickelte sich auch in Deutschland allmählich wieder eine Uhrenindustrie, und zwar an verschiedenen Stellen. Im Schwarzwalde entfaltete sich eine Hausindustrie zu einer heute gewaltigen Uhrenfabrikation, die zuerst billige Weckeruhren u. ä. lieferte, um die Jahrhundertwende aber auch zur Taschenuhr übergang und heute darin schon ziemlich weit vorgeschritten ist. – Im Thüringer Walde, in dem durch seinen Schmied bekannten Städtchen Ruhla, entwickelte

sich die Taschenuhr aus der billigen Spielzeughuhr und half sich im Laufe der Jahre ebenfalls zu einer leistungsfähigen Uhr emporgearbeitet. – In Schlesien entstand in Lähn, später in Silberberg und dann in Freiberg eine Uhrenindustrie, die heute fast nur Großuhren (Stand- und Wanduhren) erzeugt. – Im Sächsischen Erzgebirge wurde 1845 in dem Städtchen Glashütte durch F. A. Lange eine Industrie begründet, die sich auf die Herstellung der feinsten Taschenuhren und der Seechronometer beschränkte. Dazu trafen später Präzisionspendeluhren für astronomische und ähnliche Zwecke. Unter dem Drucke der Zeit sieht sich diese Industrie gezwungen, neben den erstklassigen Erzeugnissen, für die leider der Markt weniger aufnahmefähig geworden ist, eine gute Gebrauchsuhr zu pflegen. In der letzten Zeit baut sich in Pforzheim, einem Mittelpunkte der Edelmetallindustrie, auch eine Taschenuhrenindustrie für Modeuhren auf.

Die Uhr, insbesondere die hochwertige Taschenuhr, ist ein Musterbeispiel für gesteigerte Veredelungsarbeit. Was ist an Rohstoffen daran, wenn wir vom Gehäuse absehen? Etwas Messing oder Neusilber, etwas Stahl, kaum 1 g Gold, einige Stückchen synthetischer Rubin, alles in allem vielleicht für 5 RM. Und wenn das Werk fertig ist, kostet es für eine gute Uhr, aber in einfacher Ausführung 100 bis 300 RM. Kommen aber noch besondere Beiwerke, wie Schlagwerk, Kalenderwerk usw., hinzu, so steigt sein Wert leicht auf ein bis mehrere tausend Reichsmark. Dazu kommt noch der Wert des Gehäuses, das bei den normalen Uhren etwa 40–50 g netto wiegt, so daß es in Gold in nicht zu kostbarer Ausführung etwa 200 bis 300 RM kostet. Bisweilen wird darin aber großer Luxus getrieben (Platin, Perlen, Brillanten und andere Edelmetalle, kostbare Emailarbeiten



Kreuzuhr, in Bergkristallgehäuse, Gold mit silbernem Zifferblatt, reich geschmückt, um 1600 (Samml. Marfels)



Eiuhhr, Gold mit Schmelzfuß, arabische Arbeit aus dem 17. Jahrh. (Sammlung Marfels)

usw.), so daß eine Preisgrenze nach oben gar nicht angegeben werden kann.

Wir sagen, daß die Rohleile des Uhrwerkes einen geringen Wert haben, immerhin müssen sie das Beste ihrer Art sein, und es bietet oft große Schwierigkeiten,

die Stoffe in der gewünschten Güte zu erhalten, weil die Erzeuger nicht auf so hohe Anforderungen eingestellt sind. Die Anforderungen müssen aber so hoch sein, weil die Uhr unter besonders ungünstigen Umständen arbeitet. Ziehen wir zum Vergleich einmal eine Dampf-



Präzisionstaschenuhr, zerlegt.  
(Deutsche Uhrmacherschule Glashütte)

maschine heran, die doch auch in feinsten Ausführung ein grobschlachtiger Geselle ist gegen das zartgliedrige Werk einer Taschenuhr. Ständig läuft der Maschinenwärter um sie herum, befühlt die Lager, pußt daran usw., und wenn sie gar im Zorn über eine Mißhandlung aufkreischt, dann herrscht im Maschinenhause Angst und Sorge wie um das Leben eines hochgeborenen Patienten. Die Uhr dagegen erhält für ihre Fahrt ins Leben ein winziges Tröpfchen Öl, mit dem sie 3 oder 4 Jahre auskommen soll. Der Besitzer fährt mit ihr auf der Straßenbahn, im ratternden Kraftwagen, im stoßenden Eisenbahnwagen, er legt sie nachts auf die kalte Marmorplatte des Nachttisches, tagsüber in die warme Westentasche. Im Hochsommer wie im kalten Winter, immer soll die Uhr die richtige Zeit zeigen. Von den Mißhandlungen, denen die Armbanduhr ausgesetzt ist, wollen wir hier ganz schweigen.

Und dabei sind die geforderten Leistungen ganz außerordentlich hoch. Von einer feinen Taschenuhr wird verlangt, daß sie in mehrjährigem Gange höchstens 1 bis 2 Sekunden im Tage von der richtigen Zeit abweicht. Da der Tag 86400 Sekunden hat, macht das etwa  $\frac{1}{15000}$  Fehler. Auf anderen Gebieten des Messens wird eine solche Genauigkeit nur bei allerfeinsten Laboratoriumsapparaten gefordert. Bei Sechronometern ist die Anforderung noch etwa 10–20mal so hoch, und bei den feinsten Pendeluhrten etwa 100mal so hoch. Aber auch diese Genauigkeit reicht neuerdings nicht mehr aus, und die Astronomen fordern jetzt Uhren, die verbürgt im Tage nicht mehr als  $\frac{1}{300}$  Sekunden Fehler machen.

Doch kehren wir von diesen fast unvorstellbar hohen Anforderungen zurück zur feinen Taschenuhr, die, wie gesagt, 1–2 Sekunden Fehler im Tage machen darf. Dieser hohe Grad der Genauigkeit kann nur durch äußerst feine Arbeit erreicht werden. Bei einem Werke von 43 mm Durchmesser und 5,5 mm Höhe steht ein Raum von noch nicht 8 cm<sup>3</sup> zur Verfügung. Dieser Raum muß aufs schärfste ausgenutzt werden, denn die Teile müssen möglichst groß sein, damit sie ladellos zusammenarbeiten. Das Gestell des Uhrwerkes muß möglichst standfest sein. Wenn die Oberplatte sich auch nur um ein wenig gegen die Unterplatte verschiebt, so stehen die Achsen

schief, die Räder streifen aneinander, und der Gang der Uhr leidet, wenn sie nicht überhaupt versagt. Deshalb sind starke Gestellplatten nötig.

Bei jeder Maschine werden die Lager durch die dauernde Reibung ausgeweitet. Dadurch ändern sich die Zahneingriffe, und die kleinen Fehler in der Übersetzung machen sich bei der feinen Uhr in beträchtlichen Gangfehlern bemerkbar. Die Achsenabstände sollen nicht mehr als  $\frac{1}{100}$  mm von der richtigen Größe abweichen. Schon die Herstellung so genauer Bohrungen macht Schwierigkeiten und erfordert feine und teure Vorrichtungen. Damit die Wellen ihren gegenseitigen Abstand nicht ändern, müssen sie in harte Edelsteine gelagert werden. Man benützt dazu meist synthetische Rubine, die in der heißen Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme aus Aluminiumoxyd erschmolzen werden. Aus diesem Stoffe, der sich besser eignet als die natürlichen Rubine, werden kleine Lagersteine hergestellt. Das Bohren der Löcher geschieht mit Stahlspitzen, die eine Paste aus Diamantstaub und Öl gegen den Stein drücken. Dann werden die Steine – wieder mit Diamantpulver – sorgfältig poliert. Die fertigen Steine werden in die vorgebohrten Löcher gefaßt, entweder unmittelbar oder in besonderen Goldfüllern. Dabei muß peinlich beachtet werden, daß sie auch ganz genau an die vorgeschriebene Stelle kommen. Bei den letzten zarlen Wellen wird über den Lochstein ein flacher Deckstein gelegt, gegen den der Zapfen läuft, wenn die Uhr liegt.

Die Zapfen der Wellen werden, um die Reibung möglichst zu verringern, so dünn gemacht, wie es die Festigkeit erlaubt. In der Uhr von der angegebenen Größe ist z. B. der Ankerzapfen 0,12 mm, das ist die doppelte Stärke eines Menschenhaares. Das Loch des Lagersteines ist 0,0075 mm größer. Diese Lagerluft von



Sechronometer, kleinkalibrig, mit cardanischer  
Aufhängung im Gehäuse

$6 \frac{1}{10}$  ist nötig für den Ölfilm zwischen Lager und Zapfen. Das Öl dient übrigens bei diesen feinen Zapfen nicht wie bei großen Maschinen zur Verminderung der Reibung. Da bei den letzten Wellen der Druck sehr gering ist, ist auch die Reibungsverminderung gering, geringer als die

Klebkraft des Oles. Bei diesen Wellen dient das Öl nur zum Schuß des Zapfens gegen Anfransungen. Die Zapfen selbst sind durch Druck hochglanzpoliert, so daß auch bei achtfacher Vergrößerung keine Unebenheiten wahrnehmbar sind. Aber auch die Wellen müssen poliert werden, denn wenn sie rauh wären, würde sich leicht Rost daran ansetzen können; dieser würde dann weiterfressen und auch die Zapfen beschädigen. — Die wenigen Angaben zeigen, wie sorgfältig schon bei der Anlage des Laufwerkes verfahren werden muß; und dabei ist dieses keineswegs der wichtigste Teil der Uhr.

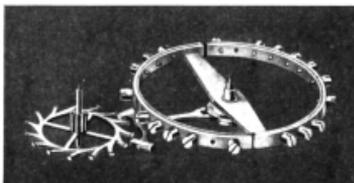
Angetrieben wird die Uhr durch eine Bandfeder, die in einem kleinen Federhause sitzt. Diese kleine Feder, die in einer Herrenuhr von 43 mm Werkdurchmesser 2,2 g wiegt, muß die Energie für ein 32- bis 36stündiges Gehen der Uhr liefern, und zwar soll die Antriebskraft während der ganzen Zeit möglichst gleichförmig sein, weil sonst der Gang der Uhr leidet. Der Stahl, der dazu verwendet wird, muß eine hohe Elastizitätsgrenze haben, mindestens 120 kg/qmm. Der Werkstoff macht langwierige Arbeitsgänge durch, aber trotz der größten Sorgfalt kommen bekauntlich öfters Federbrüche vor, ein Zeichen dafür, daß die Feder bis zur äußersten Grenze belastet werden muß. Noch peinlicher ist die Herstellung der zarten Spiralfeder, die auf der hin und her schwingenden „Unruh“ sitzt. Ein solches Federchen, das mit seinen 14 Windungen einen Kreis von 7 mm Durchmesser bedeckt, wiegt 40 mg; 25 gehen also auf 1 g; 1 kg davon kostet 30000 RM. Da wir bei der Wertsteigerung durch Arbeit sind, sei noch erwähnt, daß die feinsten Schraubchen, deren Gewindedurchmesser 0,3 mm ist, nicht ganz 1 mg wiegen. 1 kg davon stellt sich beim Fabrikanten auf 300000 RM. Was ist dagegen ein von Künstlerhand geformtes goldenes Schmuckstück?

Nach dieser Abschweifung kehren wir zum Bau der Uhr zurück. Der wichtigste Teil der Uhr ist der Gangregler, in der Taschenuhr die Unruh mit Spiralfeder. Diese Unruh soll große und kleine Schwingungen in genau derselben Zeit vollführen. Ihre Schwingungsdauer soll unabhängig sein von der Lage der Uhr, von der Temperatur und einer Reihe anderer Einflüsse. Der Temperatureinfluß äußert sich hauptsächlich darin, daß die Spiralfeder in der Wärme erschlafft. Die Uhr würde bei 1° Temperaturerhöhung 12 Sekunden nachgehen. Man gleicht den Fehler aus, indem man den Unruhreifen aus zwei Metallen herstellt, so daß er wirkt wie ein Metallthermometer. Innen ist Stahl, außen Messing. In der Wärme dehnt sich das Messing stärker aus als der Stahl, wodurch die beiden freien Enden des Reifens nach innen gedrückt werden. Dadurch wird das Trägheitsmoment der Unruh kleiner und der geschwächten Kraft der Feder wieder angemessen. Der Ausgleich gelingt aber nur für zwei Temperaturen, z. B. 0° und 30°. In den Zwischentemperaturen zeigen sich noch Fehler, die aber stark vermindert werden, wenn man statt Stahl eine Nickelschlaglegierung (44% Ni) nimmt. Die einwandfreie Herstellung solcher hochwertiger Unruhen gelingt nur bei jahrelanger Übung und Erfahrung und bei hoher persönlicher Geschicklichkeit; deshalb gibt es nur wenige erstklassige Unruhmacher.

Wir sind hier schon in das Gebiet gekommen, in dem die hochfeine Uhr aufhört, ein einfacher Mechanismus zu sein; die Reihenarbeit hat hier ein Ende, und die Uhr muß als Einzelwesen behandelt werden. Wollte man hier wie beim Laufwerk den modernen Austauschbau einführen, so würde das nicht eine Verbilligung, sondern eine erhebliche Verfeuerung der Ware herbeiführen.

Nächst dem Gangregler ist das wichtigste Organ der Uhr die „Hemmung“, das ist das Zwischenglied

zwischen Räderwerk und Gangregler. Allgemein ist in der Mechanik der Übergang von der Drehbewegung zur hin und her gehenden Schwingung, besonders bei so kleinen Abmessungen. Die nachschleudende Abbildung zeigt die Ankerhemmung: Links ist das letzte Rad des Räderwerkes, rechts davon steht der Anker mit seinen beiden Steinklauen und der rückwärtigen Verlängerung, der Gabel. Unter der ganz rechts befindlichen Unruh sieht man eine kleine Scheibe, die einen nach unten herausragenden Stein trägt. Dieser Stein trifft bei der Bewegung gerade in die Gabel ein und zieht sie etwas nach vorn. Dadurch wird das Rad, das durch die hintere Ankerklaue gehalten wird, frei, und der Zahn schiebt nun die schräge Fläche der Klaue vor sich her, wodurch die Gabel dem Stein an der Unruh und damit dieser selbst einen Stoß erteilt. Bei der Bewegung des Ankers ist die vordere Klaue in die übernächste Zahnflanke getreten und hält nun das Rad wieder fest. Schwingt die Unruh zurück, so vollzieht sich dasselbe Spiel in entgegengesetzter Richtung. So rückt



Hemmung und Unruh einer Ankeruhr

das Rad in einer Sekunde fünfmal ein Stückchen vor und übermifft dabei jedesmal einen Stoß auf die Unruh, so daß diese die nötige Schwingungswerte behält. Nach der Hemmung pflegt man die Uhr zu benennen: Spindel-, Zylinder-, Ankeruhr, Chronometer usw.

Ist die Uhr fertig zusammengesetzt, so erhält sie der Feinsteller, der nun in wochenlanger Beobachtung die noch darin befindlichen Fehler sucht und sie verbessert, bis die Uhr den erwähnten hohen Grad der Genauigkeit erreicht hat. Eine solche hochwertige Uhr braucht etwa 9 Monate bis zur Fertigstellung. Obgleich alle Arbeiten an den Platten, Rädern usw. mit Maschinen ausgeführt werden, kommen doch mehr als 90% der Arbeitskosten auf die Handarbeit.

Ganz anders bei den billigen Uhren. Hier wird fast alle Arbeit von den Maschinen ausgeführt, die Zusammensetzung erfolgt am laufenden Bande, und wenn eine Uhr nicht gangfähig ist, so wird dafür einfach eine andere in das Gehäuse gesetzt, denn das ist billiger, als an der anderen die Ursachen des Stehenbleibens zu suchen und zu beheben.

Durch unsere heutige Mode wird die überflache Taschenuhr und die winzige Armbanduhr begünstigt, beides Erzeugnisse, die sicherlich Bewunderung erwecken können, von denen aber eine genaue Zeitangabe weder geboten noch gefordert werden kann. Es ist ersichtlich, daß unser technisches Zeitalter, das sonst auf größte Genauigkeit Wert legt, sich in diesem Punkte von der Mode vergewaltigen läßt und nicht zu Uhren gesunder Abmessungen greift, die zeitgemäßen Anforderungen an die Genauigkeit genügen.