

Die Gefahr des Magnetismus betrachteten wir bis vor einigen Jahren als nicht sehr groß. Vor 60 Jahren, als die ersten Dynamomaschinen und Elektromotoren auftauchten, bestand sie. Aber inzwischen hatten diese Maschinen durch geeignete Kapselung ihre Schrecken verloren, so daß man mit Recht über jenen Professor lächeln konnte, der seiner Taschenuhr zuliebe niemals eine elektrische Straßenbahn benutzte. Aber seit wenigen Jahren ist die Gefahr in erhöhtem Maße aufgetaucht. Es werden heute nicht nur in physikalischen Versuchsstätten, sondern auch in technischen Werken und im Verkehrswesen sehr starke magnetische Felder verwandt. Man spricht von 500 bis 800 Gauß. Ich bemerke dazu, daß 20 Gauß genügen, um eine gewöhnliche Uhr mit Stahlspiralfeder und Stahl-Messing-Unruh zum Stehen zu bringen. Weshalb es bisher nicht gelungen ist, diese Magneten entsprechend zu kapseln, entzieht sich meiner Kenntnis. Ihre Wirkung auf Uhren habe ich leider feststellen können. Uhren, die auch nur vorübergehend in ein solches Feld hineingeraten, behalten einen starken Magnetismus, so daß sie auch nachher die frühere Gangleistung nicht wieder aufnehmen.

Gegen diese beiden Mängel der guten Uhr muß etwas geschehen. Aber was? Die schädlichen Gase könnte man fernhalten, indem man das Gehäuse luftdicht abschließt und das Werk unter Unterdruck setzt, ähnlich wie man es bei feinen Pendeluhrn macht. Eine solche Einrichtung würde aber eine Reihe von Erschwerungen bringen, besonders beim Aufzug. Taschenuhren würden damit zu plump werden.

Auch den Magnetismus könnte man von dem Werk fernhalten durch ein Gehäuse aus einem Stoff, der hoch durchlässig für magnetische Kraftlinien ist. Dann würden die Kraftlinien sich diesen bequemeren Weg aussuchen und nicht in das Innere des Gehäuses eindringen. Solche hoch durchlässige Stoffe hat unsere neuere Metallkunde herausgebracht in Permalloy- und Mu-Metall (74% Nickel, 20% Eisen, 5% Kupfer, 1% Mangan). Aber erstens müßte dieser Panzer allseitig geschlossen sein, zum anderen geht aber auch dann noch ein kleiner Teil der Kraftlinien durch den umschlossenen Hohlraum, und endlich sind die Eigenschaften dieser Stoffe in hohem Grade abhängig von der Art der Behandlung. Man ist also nie sicher, ob sie nicht durch einen Schlag od. dgl. einen Teil ihrer guten Eigenschaften eingebüßt haben.

Dieser äußere Schutz kann also nur als ein unvollkommener Notbehelf angesehen werden. Besser wäre es, wenn man die Teile des Uhrwerkes, die gegen Anfressungen und Magnetismus empfindlich sind, ersetzen könnte durch unempfindliche; d. h. also praktisch, daß man den Stahl durch einen anderen Werkstoff ersetzen müßte.

In einem Taschenuhrwerk sind aus Stahl die Spiralfeder und teilweise die Unruh, die Zugfeder, die Aufzugräder, die Aufzugwelle, die Triebe, Unruhwelle mit Rollen, Räderzeiger, Schrauben und unter Umständen noch kleine Kloben, Brücken, Zeiger und Gehäuse Teile. Sie bestehen sämtlich aus hartem Stahl, halten also den Magnetismus gut fest. Die verderbliche Wirkung des Magnetismus äußert sich in einer Beeinflussung der Schwingungsdauer des Gangreglers. Bringt man die Uhr in ein starkes magnetisches Feld, so kleben die Umgänge der Spiralfeder aneinander, und die Uhr bleibt stehen. Aber auch wenn dieser schlimmste Fall nicht eintritt und die Uhr nur dem Einfluß ihrer eigenen, magnetisch gewordenen Stahlmassen unterliegt, kommt es zu mehr oder weniger starken Störungen des Ganges. Wenn die Schwingungswerte immer dieselbe wäre, und wenn die Pole der vielen kleinen Magneten immer an

derselben Stelle blieben, so wäre der Einfluß immer derselbe und würde sich nicht schädlich äußern. Aber nicht nur die Schwingungswerte ändern sich, sondern es wandern auch eine Reihe von Polen. So wandern die Zeiger, und ihre Pole sind einmal entgegengesetzt, das andere Mal gleichgerichtet; immerhin erfolgt dies in einem gewissen Rhythmus. Die Zugfeder wandert auch, aber sie ist in sich ziemlich geschlossen. Am häßlichsten ändern sich die Aufzugräder. Jeden Tag wird ihre gegenseitige Lage zueinander geändert; infolgedessen ist jeden Tag ihr Einfluß auf den Gangregler anders. Daher die oft rätselhaften Unregelmäßigkeiten im Gange magnetisch gewordener Uhren. So lange man den Gangregler noch nicht eisenfrei machen kann, wird man also zunächst danach streben, Zeiger und vor allem die Aufzugräder aus unmagnetischen Stoffen herzustellen.

Gibt es nun Stoffe, die dem Stahl gleichwertig sind? Bis vor kurzem mußte man diese Frage glatt verneinen. Der Stahl hat so viele gute Eigenschaften, die wir nicht entbehren können. Er ist hochelastisch, läßt sich leicht auf jeden gewünschten Härtegrad bringen, ist leicht bearbeitbar, nimmt hohe Politur an, verträgt sich gut mit Öl. Einen Stoff zu finden, der all diese guten Eigenschaften in sich vereinigt und dazu noch die dem Stahl fehlenden hat, nämlich Unempfindlichkeit gegen Anfressungen und gegen Magnetismus, das erscheint ausgeschlossen. Aber die gewaltigen Fortschritte, die unsere Metallkunde in den letzten Jahren gemacht hat, haben uns gewisse Legierungen geliefert, die an dieser und jener Stelle der Uhr mit Erfolg an die Stelle des Stahles werden treten können.

Ich muß es mir versagen, hier auf unsere neuere Metallurgie näher einzugehen, und erwähne nur drei Punkte. Erstens die Vergütung von Legierungen, die zuerst von Wilms beim Duraluminium angewandt wurde. Man versteht darunter die Verbesserung gewisser Eigenschaften (z. B. Festigkeit und Elastizität) durch eine nachträgliche, mehr oder weniger umständliche Wärmebehandlung. Zweitens das Schmelzen und Gießen im Vakuum (1923 durch Heraeus eingeführt). Indem man nicht nur den Luftzutritt verwehrt, sondern beim Schmelzen auch noch die in den Metallen gelösten Gase herauszieht, kann man das Mengenverhältnis in den Legierungen viel genauer einhalten (kein Abbrand). Dadurch, daß keine Metalloxyde in der Schmelze sind, ist der Zusammenhalt der einzelnen Kristalle der Legierung viel fester. Gewisse Stoffe lassen sich überhaupt nur im Vakuum zulegen. Drittens durch sehr langwierige und mühevollere Reihenuntersuchungen sind neue Legierungen mit besonders wertvollen Eigenschaften gefunden worden. Eine der ersten Reihenuntersuchungen erfolgte durch Guillaume, und eines ihrer Ergebnisse war das Invar. Für die Zulieferung erwiesen sich als besonders wirksam außer Nickel und Mangan die Metalle Wolfram, Chrom, Molybdän, dann Magnesium und Aluminium, und endlich das zwischen diesen stehende Beryllium.

Einige der für Uhren in Betracht kommenden Legierungen seien hier genannt. Das Kupferberyllium und besonders das Contracidberyllium (60% Nickel, 15% Eisen, 15% Chrom, 7% Molybdän, 0,7% Beryllium) kommt an Härte und Elastizität dem Stahl nahe; es ist korrosionsfest und in hohem Grade unmagnetisch. Versuche mit Zugfedern waren sehr befriedigend. Es eignet sich auch für andere Federn und für Aufzugräder, ob auch für Wellen und Triebe, muß noch festgestellt werden. Da die Elastizitätsverhältnisse in der Wärme ähnlich denen des Stahles sind, kann man Spiralfedern aus diesem Stoff nur mit aufgeschnittener Unruh verwenden.