

an jedermann je nach den örtlichen Verhältnissen Kabeladern oder Freileitungen, und zwar zu mäßigen Preisen. Es ist mir eine technische Möglichkeit bekannt, um diese Zentralisierung unter Anwendung von sehr wenig Leitungen und einfachsten Hauptuhreinrichtungen durchführen zu können. Es wird sich empfehlen, daß die Innungen der größeren Städte sich von vornherein auf diese Höchstleistung der Blockanlagen einstellen, denn letztere sind

damit auf gleiche Stufe mit den Stadtanlagen gebracht. Dies hätte die Wirkung, daß die Innungen ohne weiteres in Verhandlungen mit der Stadtverwaltung eintreten könnten zwecks Lieferung von Uhren für städtische Betriebe und für öffentliche Zwecke.

Über das System der Zentralisierung können die Innungen nur durch den Zentralverband selbst Aufklärungen erhalten. (I/951)

Gedanken über die Kraftverluste im Räderwerk

Von Georg F. Bley

In Nr. 29 der UHRMACHERKUNST ist eine Abhandlung über die „Reibungsverluste im Räderwerk“, der mit 21% angegeben ist. Es sind dabei nur diejenigen Kraftverluste berücksichtigt worden, die durch die Reibung der Zapfen in ihren Lagern und der Rad- und Triebzähne aufeinander entstehen.

In unseren Uhrwerken haben wir es aber nicht nur mit Reibungsverlusten der Räder und Zapfen zu tun, es geht auch ein Teil der Kraft verloren durch die Trägheit der Räder. Bei unseren Uhren ist dies ganz besonders der Fall, weil die Räder des Gehwerkes ja bei jeder Schwingung des Regulators (Pendel oder Unruh) gehemmt, also angehalten werden und jedesmal wieder in Bewegung versetzt werden müssen. Dies erfordert Zeit, und wenn es sich auch nur um ganz kleine Bruchteile von Sekunden handelt. Dieser Zeitverlust bedeutet aber Wegverlust und dadurch Kraftverlust. Dies tritt am deutlichsten hervor beim Steig- oder Gangrad. Im Augenblick, wenn die Ruhe beendet ist, zögert das Gangrad vermöge seines Trägheitsmomentes eine Weile, bevor es sich vorwärts bewegt. Da dies gerade mit dem Moment zusammenfällt, wenn das Pendel oder die Unruh seine größte Geschwindigkeit hat, so geht durch diese Verzögerung ein Wegstück für den Antrieb verloren, was mit Kraftverlust gleichbedeutend ist. Wir rechnen deshalb früher auf der Schule bei Professor Strasser mit 25% Verlust bei feinen Uhrwerken und 40% Verlust bei ordinären Werken, vom Federhaus bis zum Hemmrad, den Verlust durch Trägheit des letzteren jedoch nicht mit eingerechnet. Der Verlust durch Reibung der Zugfeder selbst ist auch nicht mit eingeschlossen, denn hierüber fehlen wohl jegliche Angaben, auf die einigermaßen Verlaß sein könnte.

Der Verfasser des Artikels sagt, es sei eine ganz verkehrte Ansicht, daß die Reibungsarbeit zur Bewerksstelligung der Abnutzung des Materiales diene, sondern daß sie nur als Wärme erscheine.

Diesen allgemeinen Lehrsatz aus der Physik oder der theoretischen Mechanik wollen wir als Uhrmacher auch nicht bezweifeln, obschon er für die praktische Uhrmacherei gar nicht von Interesse ist, da es wohl keinem Wissenschaftler gelingen wird, die Reibungsarbeit in unseren kleinen Zeitmeßmaschinchen mit dem Thermometer erfassen und messen zu können. Um so größeres Interesse hat für uns die das Material zerstörende Wirkung der Reibungsarbeit. Diese können wir mit der Lupe oder schon mit dem unbewaffneten Auge erkennen. Im ersten Stadium macht sich diese zerstörende Reibungsarbeit sehr bald erkennbar durch das Verfärben des Oles, da sich die abgeriebenen Metallteilchen mit dem Öl vermischen, es verdicken und schwarz oder grün färben.

In den weiteren Stadien macht sich die Reibungsarbeit in unangenehmer Weise bemerkbar durch langgelaufene Zapfenlöcher sowie eingelaufene Rad- und Triebzähne. Könnte man alle diese Metallteilchen wieder auffinden und das Gewicht derselben mittels der Waage

feststellen, dann könnte man vielleicht die Reibungsarbeit in Meterkilogramm angeben und dann auch in Kalorien, als Wärmeeinheiten, umrechnen. Die langen Ziffern der Dezimalbrüche würden einem Praktiker aber weniger einen Begriff von der Reibungsarbeit übermitteln und weniger imponieren, als die einfache Betrachtung der langgelaufenen Zapfenlöcher und abgenutzten Rad- und Triebzähne es vermag. Dadurch wird einem die Reibungsarbeit sozusagen handgreiflich vorgeführt, und ihre Folgen, das „Löcherfüllern“, kennen wir schon vom ersten Lehrjahr her.

Wie bereits erwähnt, gibt es über den Reibungsverlust der Zugfeder selbst wohl gar keine Angaben, denn diese werden bei jeder Federstärke und Federart und Federhausart anders ausfallen.

Da habe ich nun aus Neugierde, oder sagen wir, weil es schöner klingt, „Wißbegierde“, die auf einer Federprüfmaschine aufgezeichneten Federdiagramme von zwei ganz verschiedenen Zugfedern zur Hand genommen, um zu versuchen, ob man aus diesen Diagrammen wohl auf die Reibungsverluste schließen könnte, welche die Zugfeder selbst erleidet, bevor sie ihre Kraft an das Räderwerk weitergibt. Alle Berechnungen von Kraftverlusten bleiben ja eigentlich illusorisch, wenn man die Verluste der Kraftspenderin nicht kennt und deshalb nicht in Rechnung ziehen kann.

In umstehender Abb. 1 sind die von einer Federprüfmaschine aufgezeichneten Kraftdiagramme zweier sehr verschiedener Zugfedern für Großuhren aufgezeichnet.

Feder A ist eine Zugfeder von solchen Dimensionen, wie man sie in den sogenannten Pariser Pendelewerken verwendet. Sie ist nicht halb so dick wie die Feder B, welche von der Art ist, wie man sie für große Schiffsuhr- oder Westminster-Schlagwerke od. dgl. verwendet. Ein Blick auf die beiden Diagramme zeigt schon, wieviel gleichmäßiger schwache Federn sich abwickeln im Vergleich zu den starken Federn. Das ist wohl auch die Ursache, weswegen die Pariser Pendulen, wenn sie sonst gut gearbeitet waren, trotz ihrer kurzen und oft nur leichten Pendel gut regulierbar waren. Aus demselben Grunde hat man auch schon mit gutem Erfolg Uhren gebaut mit zwei Federhäusern, die beide in dasselbe Beisatztrieb eingriffen, so daß jede Feder nur die Hälfte der Gesamtkraft zu haben brauchte.

Die beiden ganz extremen Federdiagramme haben es mir nun angetan, einmal den Versuch zu machen, ob man an Hand dieser von den Federn selbst aufgezeichneten Kraftentfaltungen dazu gelangen könnte, den Reibungsverlust der Zugfedern festzustellen.

Bekanntlich haben wir eine mathematische Formel, nach der man das Kraftmoment von Zugfedern errechnen kann. (Kraftmoment ist das Produkt von der Kraft in Kilogramm und der Länge des Hebelarmes, an dem sie wirkt. Deswegen ist das Kraftmoment in den nachstehenden Diagrammen in Kilogramm abzulesen, die am Hebel-