

## Schraubenfederantrieb!

Von Fachlehrer Hans Grenda

Mit der UHRMACHERKUNST 1935, Nr. 49, liegt ein Aufsatz über Schraubenfederantrieb vor, dem die Beschreibung eines Chronometers mit einem solchen Schraubenfederantrieb zugrunde liegt.

Ich habe hierüber bereits in der UHRMACHERKUNST 1931, Nr. 22 u. 23, eine Berechnung veröffentlicht, die ein anderes Bild der Verhältnisse zeigt, als sie in der UHRMACHERKUNST 1935, Nr. 49, angenommen werden.

Da die aufgestellte Berechnung meinen konstruktiven Unterlagen, Berechnungen und Ausführung in verschiedenen Punkten nicht ganz entspricht, nehme ich in nachfolgendem dazu Stellung.

Ich habe in der Berechnung die Antriebskraftschwankung mit 2,2 bis 5% festgelegt (siehe UHRMACHERKUNST 1931, Nr. 22). Wenn man nun den Federspannungswinkel auf 60° gegenüber meiner Anordnung mit 40 bzw. 50° steigert, dann wird die Antriebskraft im Mittel um etwa 8% abweichen. Natürlich muß man in der Berechnung von der Voraussetzung ausgehen, daß die Antriebskraft bei Vollaufzug und Ablauf gleich ist. Auch dies ist aus meiner Berechnung zu ersehen. Ich fühle mich zwar mit dieser Sache sehr vertraut, doch ersehe ich in der Abhandlung nicht recht, aus welchen Faktoren die schraffierte Fläche des Diagramms Abb. 4 zustande gekommen ist. Nimmt man an, daß für die Segmenthöhe  $h$  die untere Kurve ihren Anfang im Nullpunkt nimmt, so kann man der anderen oberen Kurve nur die Bedeutung des Produktes aus Kraft und Segmenthöhe beimessen<sup>1)</sup>. Dies ist jedoch unwesentlich und nicht der Zweck meiner Erwiderung. Aus der Abhandlung geht nun an keiner Stelle hervor, daß die Schraubenfeder mit Vorspannung gewunden werden muß, was für die Anordnung eine unbedingte Notwendigkeit ist. Wenn die Feder mit 13,6 mm bei „dicht an dicht“ seine Ruhelage bereits erreicht, so ist die Spannung im abgelaufenen Zustand zu gering, und der zur Verfügung stehende Raum wird nicht in erforderlichen Maße ausgenutzt, d. h. die Feder wird zu kurz ausgeführt und demzufolge zu stark beansprucht, wie es aus dem Weiteren klar hervorgeht.

Von den Abmessungen auf S. 693 der UHRMACHERKUNST 1935, Nr. 49, ausgehend, soll die Schraubenfeder 6,8 mm Außendurchmesser und 0,8 mm Drahtstärke haben. Das ist ein Verhältnis der Drahtstärke zum Außendurchmesser von 1:8,5. Dieser Durchmesser für die außerordentliche Beanspruchung zu klein gewunden, und die Schraubenfeder wird wahrscheinlich schon beim Winden infolge Überbeanspruchung des Materials Schaden nehmen. Man kann hier auf keinen Fall das Verhältnis unter 1:10 heruntersetzen. Ich habe mich sogar an das Verhältnis 1:12,5 gehalten und erachte es für durchaus zweckmäßig. Auch kann man weiter nicht hergehen und einfach die Feder auf ihre dreifache Länge ausdehnen. Dies geschieht jedoch mit der Schraubenfeder bei Vollaufzug  $22 \text{ mm} \times 1,81 = 40 \text{ mm}^2$ ). Die Dehnung

1) Möglicherweise soll vielleicht auch Kraftmoment  $M = K \cdot r^2 \cdot \sin \varphi - K \cdot r \cdot a \cdot \sin \varphi/2$  durch das Diagramm festgelegt werden, dessen Entwicklung mir klar ist.

2)  $1,81 =$  Sehnenlänge bei  $130^\circ$  für  $r = 1$ .

„... möchte ich Ihnen meine Anerkennung aussprechen für die ausgezeichnete Sondernummer der UHRMACHERKUNST. Da kann sich wahrlich jeder Uhrmacher etwas herausuchen für seine Werbung.“

Nürnberg-Fürth, Espanstraße 85, den 30. Juli 1935.

Anton Gruber, Gewerbeoberlehrer.

der Schraubenfeder beträgt hier 26,4 mm. Wo bleibt dabei die Berücksichtigung der zulässigen Beanspruchung der Feder auf Drehung  $k_d$ ? Sie darf bei Klaviersaitendraht nicht mehr als 80 bis 100 kg/mm<sup>2</sup> betragen. Dazu müssen wir uns überhaupt einmal klarmachen, wie groß eigentlich die Verdrehung eines jeden Millimeters des verwendeten Federstahles in sich ist.

Würden wir die Feder vollständig auf die Materiallänge 320 mm ausziehen, so würde die Verwindung  $17 \times 360^\circ = 6100^\circ$  betragen, was dann einer Verlängerung von 306,4 mm gleichzusetzen ist. Eine Federverlängerung von 26,4 mm ergibt eine Verwindung von  $525^\circ$ , so daß dieses auf die Länge von 320 mm  $1\frac{1}{2}$  Drehungen und für 1 mm Materiallänge  $1^\circ 38'$  beträgt. Dies ist bei einem Materialdurchmesser von 0,8 mm eine Verdrehung im Umfang von 0,014 mm, also 1,4%, was nicht nur zur Ermüdung der Schraubenfeder, sondern sogar zum Bruch der äußeren Struktur führen kann.

Berechnet man nun die zulässige Beanspruchung der Schraubenfeder nach der Formel:

$$f_{zul.} = \frac{4 \pi \cdot n \cdot r^2 \cdot k_d}{d \cdot G} = \frac{4 \pi \cdot 17 \cdot 9 \cdot 50}{0,8 \cdot 8000}$$

(vgl. UHRMACHERKUNST 1931, Nr. 22), so ergibt sich unter Zugrundelegung der obigen Abmessungen für die zulässige Beanspruchung der Schraubenfeder 15 mm.

Das  $k_d$  für Klaviersaitendraht ist zwar in den technischen Tabellen mit 80 bis 100 kg/mm<sup>2</sup> angegeben. Da jedoch der Feder in ihrer Beständigkeit für den Gang der Uhr eine sehr große Bedeutung zukommt, habe ich in meinen Berechnungen ein  $k_d$  von 50 kg/mm<sup>2</sup> mit dem Bemerkung zugrunde gelegt, daß nur bestes Federmaterial in künstlich gealtertem Zustand zur Verwendung kommt.

Ein weiterer zu beachtender Punkt ist die Befestigung der Schraubenfedern an den Zapfen, die der Verfasser wohl ganz außer acht gelassen hat. Man muß sie mit  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{10}$  der Sehnenlänge einsetzen. Dieses Stück wird dadurch tot und unwirksam, die restliche Länge von  $\frac{7}{8}$  bzw.  $\frac{9}{10}$  werden also noch erheblich mehr als um den dreifachen Betrag gestreckt. Die in meinen früheren Abbildungen ersichtliche Federbefestigung dürfte erfahrungsgemäß wohl die geeignetste sein, und sie allein ermöglicht die Ausnutzung von  $\frac{9}{10}$  der Sehnenlänge im entlasteten Zustand. In der UHRMACHERKUNST 1929, Nr. 46, hat Herr Georg F. Bley eine andere Befestigung mit einschraubbarem Gewindezapfen vorgeschlagen, doch trägt diese der Spannung der Schraubenfeder nicht in der geeigneten Weise Rechnung, und ich verspreche mir nichts davon.

Nach meiner damaligen Betrachtung des Lagerdruckes ist auch eine nicht meine Ansicht teilende Meinung in der Zeitung erschienen, auf die ich jedoch nicht weiter eingegangen bin, denn man kann sich da als Techniker am besten und schnellsten selbst die Antwort geben. Um diese Antriebsanordnung in geeigneter Weise auszuwerten, wird man ihr die günstigsten Verhältnisse schaffen müssen, was unter Aufbau auf die bestehenden Berechnungen nicht weiter schwierig ist. Im Anschluß an die Berechnung bin ich noch auf meine mit Schraubenfedern und ihre Beständigkeit gemachten Erfahrungen eingegangen. Die Notwendigkeit einer größeren Übersetzung ist wohl die einzige zu überbrückende Schwierigkeit. Wenn man diesem Antrieb nun die nicht ganz einfache Anordnung einer Schnecke eines Chronometers entgegenhält, so weist der Schraubenfederantrieb entschieden große Vorteile auf.

(1/931)