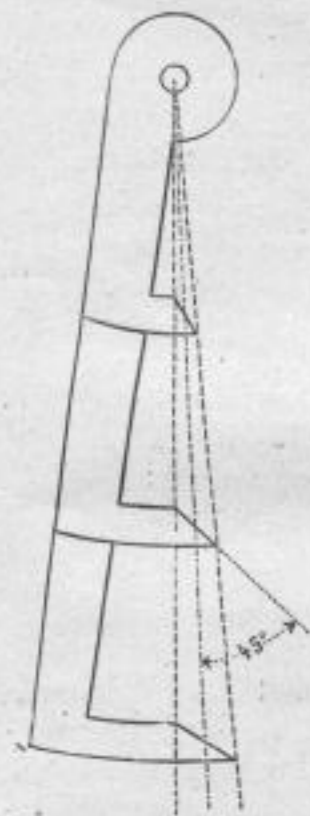


sich infolge von Konstruktionsfehlern und Ungenauigkeiten grössere Bewegungswiderstände, als man erwartete, zeigten.

Denn eben, wo Begriffe fehlen,
Da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein.

Ich möchte nun auch einen interessanten Fall vorführen, der zeigt, dass praktische Versuche, die ohne eine wissenschaftliche Grundlage angestellt werden, zu groben Irrtümern führen können. Das Sprichwort „Probieren geht über Studieren“ ist durchaus nicht in allen Fällen zutreffend. Vor einer Reihe von Jahren wurde einmal die interessante Frage eingehend behandelt, unter welchen Bedingungen die Uebertragung der Kraft vom Rade zum Anker am vorteilhaftesten sei, und man glaubte, diese Frage am besten durch den Versuch lösen zu können. Man fand, dass bei Sekundenpendeluhren ein bedeutend geringeres Gewicht gebraucht wurde, wenn der Anker über viele Zähne griff, so dass z. B., wenn der Anker über $12\frac{1}{2}$ Zähne griff, ein nur $\frac{2}{3}$ so grosses Gewicht notwendig war, als wenn man in das gleiche Werk einen über $6\frac{1}{2}$ Zähne greifenden Anker einsetzte. Dieser Versuch ist vielfach mit dem gleichen Erfolge wiederholt worden, und man zog daraus den scheinbar berechtigten Schluss, dass die Kraftübertragung mit zunehmender Länge der Ankerarme sich immer vorteilhafter gestalte.



Der Ihnen allen bekannte französische Uhrmacher Saunier, der ein grosses Werk über die Uhrmacherei herausgegeben hat, interessierte sich auch sehr für diese Frage und glaubte sie auch durch den praktischen Versuch am besten lösen zu können. Er stellte zu diesem Zwecke einen sehr gut durchdachten Apparat her, der in seinem Werke eingehend beschrieben ist, und fand nun mit Hilfe dieses Apparates auf Grund wiederholter Versuche, dass sich die Kraftübertragung mit dem Kürzerwerden der Ankerarme vorteilhafter gestalte. Es waren also auf Grund eingehender Versuche zwei einander direkt widersprechende Ergebnisse zu stande gekommen. Der praktische Versuch hat in diesem Falle die Frage nicht entschieden, sondern sogar noch eine grössere Verwirrung hervorgerufen, und es standen lange Zeit die beiden Ansichten einander schroff gegenüber. Ich bemerke hierzu, dass die Versuche tatsächlich mit aller Sorgfalt und wiederholt angestellt wurden und immer

das gleiche widersprechende Ergebnis hatten. Was sagt nun hierzu die Theorie?

Wenn man diese Aufgabe unter der (selbstverständlichen) Berücksichtigung aller Verhältnisse behandelt, so ergibt sich, dass die Länge der Ankerarme überhaupt gar keinen Einfluss auf die vorteilhafteste Kraftübertragung hat — vorausgesetzt, dass der Hebungswinkel der gleiche bleibt —, dass vielmehr die vorteilhafteste Kraftübertragung nur von der Neigung der Hebefläche abhängt und dass die vollkommenste Kraftübertragung erreicht wird, wenn die Neigung der Hebefläche ungefähr 45 Grad beträgt.

Wie lassen sich aber nun hiermit die erwähnten schroffen Widersprüche erklären? Vorstehende Abbildung wird Ihnen dies sofort erläutern. Sie sehen hier für den gleichen Hebungswinkel drei verschiedene Ankerarme und sehen, dass sich der Neigungswinkel der Hebefläche bei dem gleichen Hebungswinkel mit der Länge der Arme ändert. Wenn nun der Hebungswinkel, wie bei den Sekundenpendeluhren, 1 Grad beträgt, so muss der Ankerarm sehr lang werden, bis die Neigung der Hebefläche 45 Grad erreicht. Die Versuche mit Pendeluhren haben deshalb zu dem Ergebnis geführt, dass mit dem Längerwerden der Ankerarme die Kraftübertragung vollkommener werde.

Saunier hat aber seine Versuche mit einem Anker angestellt, der nicht 1 Grad, sondern nahezu 7 Grad Hebung hatte, und der Zufall fügte es, dass bei dem kürzesten der Ankerarme seines Apparates die Neigung der Hebefläche nahezu 45 Grad betrug.

Deshalb erhielt Saunier bei dem kürzesten seiner Ankerarme die vorteilhafteste Kraftübertragung. Saunier hielt dieses Ergebnis für so wichtig, dass er sogar in seinem Werke einen Lehrsatz daraus gebildet hat.

Sie sehen also, dass in dem hier betrachteten Falle nicht der sorgfältige praktische Versuch, sondern die Theorie endgültig entschieden hat. Ich könnte dieses Beispiel noch um verschiedene vermehren, will jedoch ihre Geduld nicht zu sehr in Anspruch nehmen und zu etwas anderem übergehen.

Zu allen Zeiten war in der Uhrmacherei das Bestreben dahin gerichtet, den Gang einer Uhr möglichst gleichförmig zu machen. Die Régleure (Feinsteller), die nach vieler Mühe und auf Grund jahrelanger Erfahrung die geeigneten Wege gefunden zu haben glaubten, hielten ihr Verfahren möglichst geheim. Einheitliche Grundsätze gab es überhaupt nicht; jeder hatte seine besondere Methode. Da entwickelte nun im Jahre 1860 der französische Ingenieur Phillips seine Theorie über die Endkurven der Spiralfeder und wies ganz allgemein nach, dass es möglich sei, den Gang einer tragbaren Uhr durch eine geeignete Form der Endkurven der Spiralfeder zu einem sehr regelmässigen zu machen, so dass die Uhr bei grossen wie bei kleinen Unruherschwingungen und in verschiedenen Lagen möglichst regelmässig gehe. Es dauerte ziemlich lange, bis diese Theorie, die anfänglich überhaupt wenig beachtet wurde, sich Eingang verschaffte. Wohl erst 20 Jahre später konnte man wahrnehmen, dass diese Theorie anfang, Gemeingut zu werden.

Man hört nun heute noch oft, dass man in der Praxis zuweilen bedeutend von den durch die Theorie festgelegten Kurvenformen abweichen müsste, um einen wirklichen Erfolg zu haben. Es war mir nun in einigen Fällen, die mich besonders interessierten, möglich, die Sache zu untersuchen, und es stellte sich dabei heraus, dass die Formen, die angeblich bedeutend von den theoretischen abwichen, fast genau mit den theoretischen übereinstimmten. Es folgte hieraus unfehlbar, dass entweder die ursprüngliche Zeichnung unrichtig oder die Uebertragung der Zeichnung auf die Spirale ungenau war.

Dies führt mich gleich zu einem besonders wichtigen Punkt. Um das Ergebnis einer sorgfältig entwickelten Theorie für die Praxis nutzbar zu machen, ist nötig, es durch Mass und Zahl zu übertragen. Bis vor kurzem war dies in entsprechender Weise kaum möglich, da die in der Uhrmacherei vorhandenen Messinstrumente dazu ganz ungeeignet waren. Mit den bekannten „Tanzmeistern“, Lochmassen und anderen sogen. Messwerkzeugen lassen sich theoretische Ergebnisse nicht in die Wirklichkeit übertragen. Es ist daher als ein bemerkenswerter Fortschritt zu bezeichnen, dass in neuerer Zeit die Schublehre, das Zehntelmass und der Mikrometertaster der $\frac{1}{100}$ mm zu messen gestattet, sich immer mehr bei den Uhrmachern einführen. Nur durch Anwendung dieser Masse ist es möglich, ein theoretisches Ergebnis für die Praxis in entsprechender Weise nutzbar zu machen. Es muss deshalb auch dem Uhrengrossisten-Verbande als ein Verdienst angerechnet werden, dass er bestrebt ist, einheitliche, auf dem Metersystem beruhende Masse für die Furnituren einzuführen.

Betrachten wir die nach neueren Grundsätzen eingerichteten Uhrenfabriken, so finden wir, dass auch da das bisher übliche Zusammenprobiersystem aufgegeben ist und dass dort genau so wie in einer neuzeitlichen Maschinenfabrik alles nach Zeichnung und genauer Berechnung ausgeführt wird.

Vielfach ist man noch in Uhrmacherkreisen der Meinung, dass bei der Feinheit der in der Uhrmacherei vorkommenden Arbeiten es gar nicht möglich sei, ohne Zusammenprobieren auszukommen. Und doch ist dies bei geeigneten Einrichtungen möglich. Nehmen wir ein praktisches Beispiel: das Einpassen eines Zapfens in ein Steinloch. Vielfach wird der Zapfen durch Probieren eingepasst, und man glaubt, es gehe anders gar nicht, und doch ist dies auf sicherere Weise ohne Probieren mit Hilfe der sogen. Masszapfen möglich. Man sucht einen Masszapfen heraus, der genau in das Steinloch passt, bestimmt mit Hilfe des Mikrometers seinen Durchmesser (vielfach ist dieser schon an dem Masszapfen angegeben) und macht den anzufertigenden Zapfen, je nach seiner Grösse, $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Grad des