

Der Franzose Laugier und der Oesterreicher Winnerl haben im Jahre 1845 Versuche mit zwei Pendelfedern und verschiedenen Pendelgewichten gemacht (Compt. rend., Bd. 21). Die eine Pendelfeder A hatte  $s = 0,24$ ,  $b = 5$ ,  $l = 1$  mm, die andere B hatte  $s = 0,24$ ,  $b = 5$ ,  $l = 3$  mm. Die angehängten Gewichte waren 4, 6 und 8 kg schwer. Die Pendel wurden bei  $1^\circ$ ,  $3^\circ$ ,  $5^\circ$  Schwingungsweg beobachtet; Beobachtungszeit 2000 sec.

Setzen wir die Gangabweichung für diese Zeit bei  $1^\circ$  Schwingungsweg gleich Null, so gibt die folgende Tabelle die Gangabweichungen gegenüber dem Wert bei  $1^\circ$  an, wobei + Vorgehen, - Nachgehen bedeutet.

Feder A			
Pendelgewicht	Schwingungsweite		kg
	$3^\circ$	$5^\circ$	
	sec	sec	
4	+ 0,71	+ 1,62	4
6	+ 0,51	+ 0,97	
8	+ 0,36	+ 0,66	
Feder B			
4	+ 0,07	- 0,03	6
6	- 0,05	- 0,09	
8	- 0,11	- 0,17	

Aus diesen Zahlen ersehen wir, daß die Pendelfeder von 1 mm Länge für die leichteren Pendel zu starr ist. Je schwerer das Pendel ist, um so mehr nähert sich sein Gang bei dieser Feder dem Isochronismus. Die zweite Feder von 3 mm Länge gibt bei allen drei Pendeln geringe Isochronismusfehler. Aus den geringfügigen Verschiedenheiten weitgehende Folgerungen zu ziehen, wäre verfehlt.

An dritter Stelle berichten wir über die neueste Arbeit von Professor E. Hayn, Leipzig (Astron. Nachr. 1927, Bd. 229, Nr. 5480). Hier sind zum ersten Male zusammenhängende Kurven über den Isochronismusfehler

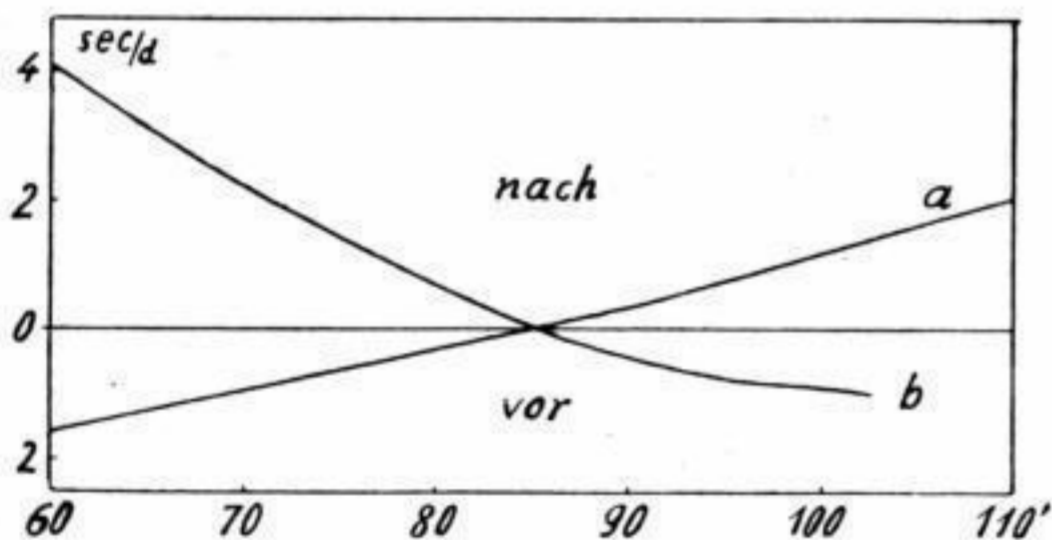


Abb. 94

des Pendels veröffentlicht worden. Die Versuchsanordnung war folgende: Das Pendel, das an einer Rieflerschen Pendelfeder hing, wurde auf eine Schwingungsweite von  $120'$  (Schwingungsweg also  $240'$ ) ausgelenkt und sich selbst überlassen. Alle 30 Minuten wurde die neue Schwingungsweite gemessen und der Stand der Pendelschwingungen durch einen genauen Chronographen mit dem Stande einer Normaluhr verglichen. So erhielt man den Gangunterschied für die zwischen zwei Messungen liegende Schwingungsweite. Diese Messungen wurden fortgesetzt, bis die Schwingungsweite auf  $50'$  heruntergesunken war. Abb. 94a zeigt das Ergebnis, wobei der mittlere Gang (bei  $85'$ ) als richtig angenommen ist. Die Kurve b zeigt die Untersuchungsergebnisse für eine Pendelfeder, die statt 0,1 mm nur 0,05 mm stark war, sonst aber dieselben Abmessungen hatte.

Dieselben Versuche wurden auch gemacht bei dem Pendel, wenn es von der Uhr angetrieben wurde. Die verschiedenen Schwingungsweiten erhielt man auf ähnliche Weise: Zuerst wurde das Pendel auf  $120'$  ausgelenkt,

und die Schwingungsweite ging herunter, bis der gleichmäßige Gang der Uhr erreicht war, was je nach der Größe des Antriebsgewichtes bei  $75'$  bis  $95'$  der Fall war. Da dies 5 Stunden dauerte, war hinreichend Zeit zur Beobachtung. Nun wurde die Schwingungsweite so verkleinert, bis gerade noch die Hemmung abfiel ( $50'$ ), und der Isochronismusfehler während des Ansteigens bis zum gleichmäßigen Gang beobachtet. So sind die Kurven, Abb. 95a und b, aufgenommen.

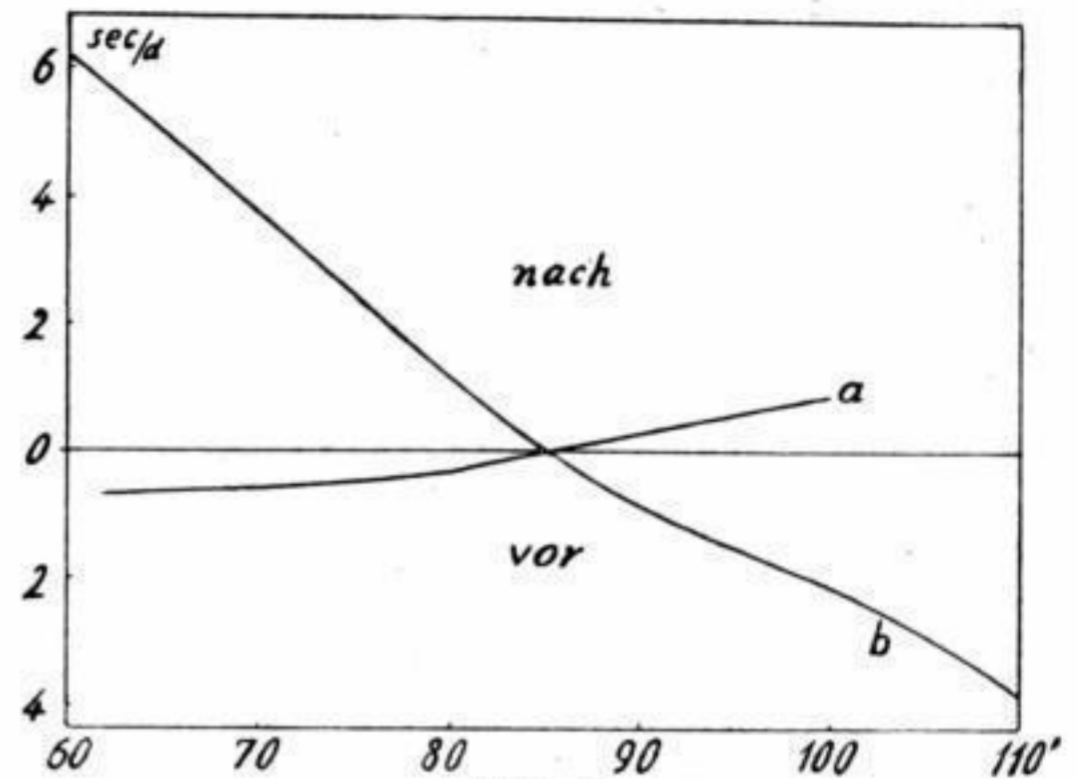


Abb. 95

Seltam erscheint an diesen Kurven, daß das Pendel mit starker Feder sich fast so verhält wie das mathematische Pendel, während das Pendel mit schwacher Feder stark überkompensiert ist.

Besonders wertvoll an dieser Arbeit ist zweierlei. Einmal ist ein Weg gezeigt, derartige Untersuchungen mit der nötigen Genauigkeit anzustellen. Sie wird zur Nachahmung reizen, so daß wir wohl bald mit weiterem

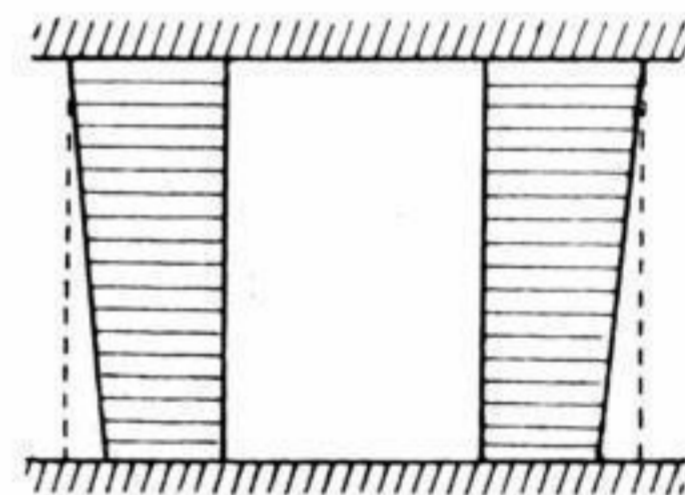


Abb. 96

Untersuchungsmaterial rechnen können. Ferner aber läßt sich auf diesem Wege mit Untersuchung weniger Federn leicht eine solche bestimmen, die den Ansprüchen an Isochronismus genügt.

Zum Schlusse wollen wir noch ein Verfahren angeben, um eine Feder isochronisch zu justieren. Nehmen wir an, die Feder sei schwach, das Pendel schwingt wie ein mathematisches, d. h. die Uhr gehe bei großer Schwingungsweite nach. Dann muß dafür gesorgt werden, daß bei großen Schwingungen das Pendel verkürzt wird, damit es schneller schwingt. Dies kann man leicht erreichen, wenn man die Feder nach unten verjüngt, wie in Abb. 96 angegeben. Da der untere Teil sich leichter biegt, wird bei großen Schwingungen der Punkt A in Abb. 92b tiefer geschoben, d. h. das Pendel verkürzt. Bei vorsichtigem Arbeiten kommt man nach wenigen Versuchen zu dem gewünschten Ziele. Dies Verfahren soll schon von Kessels benutzt worden sein; vor zwei Jahren haben wir es bei einem Pendel, das großen Isochronismusfehler hatte, mit gutem Erfolge angewendet. (I/206)