

Die Lippe *ao* zwingt das Steigrad, den Haken 14 Grad zu verschieben, und zwar mit eingehender Reibung, die bedeutend schwerer zu überwinden ist, als wenn, wie bei der Ausgangslippe, Steigrad und Hakenlippe ein und denselben Weg machen. Schleift man nun die Lippe *ao* in der Richtung der Linie *mn* weg, so wird die Hebung nur noch 6 Grad betragen. Eine Hebung von 14 Grad kann man sich bei einer 24stündigen Uhr mit ihrer überschüssigen Betriebskraft wohl gestatten. Ganz anders wird die Sache, wenn es sich um eine 8- oder 14-Tageuhr handelt. Der Fabrikant gibt den Schwarzwälder Eintagkettenuhren meistens ein Treibgewicht des Gehwerks von $2\frac{1}{2}$ Pfund, eine Wochenuhr in gleicher Güte erhält aber nur ein Gewicht von 8 bis 10 Pfund, die dann eine so grosse Hebung nicht dauernd hervorzubringen imstande ist. Noch schlimmer ist es mit einer 14tägigen Federzuguhr. Wenn eine solche Uhr nicht alle 6 Monate nachgeölt wird, so steht sie still, sobald kleine Störungen eintreten.

Die ruhenden Pendeluhrehemmungen vertragen, namentlich, wenn die Hemmungshebel lang sind, wie bei Brocot und den über mehr als über den fünften Teil des Ankerrades greifenden Grahamankern, eine grosse Hebung erst recht schlecht, denn die Ruheflächen geben dem Pendel keinen Antrieb, sondern rauben ihm Schwungkraft. Mehr als 3 Grad Hebung sollte an jeder Lippe nicht erzielt werden, und zwar ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Hebung an jeder Lippe gleich ist, sonst fällt der Zahn auf der weniger hebenden zu weit auf Ruhe. Auch ist jedes Rad im Drehstuhl gegen einen Arkansasstein ablaufen zu lassen, denn zu kurze oder zu lange Zähne stören den Pendelantrieb ganz bedeutend.

Auch ist der Fall des Zahnes auf den Hemmungshebel möglichst zu beschränken. Man findet bei Federzugregulatoren mitunter so unnatürlich schmale Lippen, dass ein grosser Teil der Kraft in Sturz verwendet wird und dadurch einen Teil des Pendelantriebes verbraucht. Man kann sich mitunter damit helfen, dass man breitere Lippen, die ja fertig zu kaufen sind, einsetzt.

Ein recht augenfälliger Gewinn an Pendelkraft entsteht oft dadurch, dass man die Lippen eines Grahamsankers, die 5 oder 6 Grad heben, so weit zurückschleift, dass nur $2\frac{1}{2}$ oder 3 Grad Hebung auf jeder Lippe bleibt. Das Pendel wird dann denselben Schwingungsbogen machen, wie vorher mit der hohen Hebung. Die Hebung ist bei der wenigen Hebung so viel kräftiger, so dass das Pendel über die Hebung hinaus weiterschwingt. Jedoch wird unter allen Umständen der Pendelschwingung kräftiger durch Vermittlung eines rückfallenden Hakens bewirkt als durch einen ruhenden, und es ist deshalb wohl durchaus berechtigt, wenn die Federzuguhren mittlerer und billiger Preislage jetzt fast alle wieder Anker mit Rückfall besitzen.

Betrachtet man die Pendelschwingungen, so sieht man einen Kampf zwischen der Anziehungskraft der Erde und dem ursprünglichen Stoss des Pendels. Beim Kehrpunkt des Pendels halten sich diese beiden Kräfte das Gleichgewicht. Bei der ruhenden Hemmung muss das Pendel einen Teil seiner Schwere hergeben, um das Bremsen des Hemmungsrades zu überwinden. Bei der rückfallenden Hemmung hilft aber der Steigradszahn dem Pendel den Kehrpunkt zu überwinden, und so erklärt sich, dass ein Pendel mit ruhendem Gang bei grösseren Schwingungen sich verlangsamt, während die rückfallende Hemmung grössere Schwingungen rascher macht. Allerdings kann man auch beim ruhenden Gang durch Anwendung einer zweckentsprechenden Pendelfeder grosse und kleine Schwingungen in gewisser Grenze gleichmässig erlangen. Einen grossen Einfluss hat bei der ruhenden Hemmung die Länge des Hemmungshebels im Verhältnis zur Länge des Pendels. Sind die Ankerlippen ziemlich entfernt von den Ankerzapfen und das Pendel kurz und leicht, so wirkt der Antrieb bei veränderter Kraft sehr ungleichmässig; ja eine Uhr ohne Pendel, bei der die Gabel allein nicht als Sammler der Stosskraft wirkt, geht überhaupt nicht.

Die schlechten Gangresultate von Uhren mit kurzen Pendeln und Brocot- oder Scherengang sind wohl allein darauf zurückzuführen, dass die Längendifferenz zwischen Hemmhebel und

Pendellinse zu klein ist. Saunier hat dieses Hebelverhältnis in seinem Lehrbuch bei jeder Hemmung nach sorgfältigen Beobachtungen zahlenmässig angegeben, und die herrlichen Gangresultate, die man bei langen Pendeln und kleinen Ankern erzielt, haben diese Angaben glänzend bestätigt. Vor allen Dingen ist aber zu erzielen, dass der Antrieb auf einer gut geölten Fläche stattfindet, denn ein trockner Hemmungshebel verzehrt zu viel von der Stosskraft durch Reibung oder, wie man moderner sagt, ein grosser Teil des Antriebs wird nicht zur Bewegung, sondern zur Erzeugung von Wärme verwendet.

Natürlich müssen die Zapfenlöcher der Ankerwelle und des Hemmungsrades möglichst so eng sein, dass sie den Zapfen nur die nötige Bewegungsfreiheit gestatten, sonst geht ein Teil der Hebung durch Schaukeln der Zapfen von der Wirkung verloren. Bei dem übrigen Laufwerk können die Löcher weiter sein, denn dass ein Eingriff durch zu weite Zapfenlöcher falsch wird, dazu gehört schon viel. Jedoch ist auch auf die Aufhängung des Pendels ganz besonders sorgfältig zu achten. Die Fadenaufhängung ist wohl ein überwundener Standpunkt, aber auch die Federaufhängung leistet, wenn sie nur im geringsten wackelt oder schief hängt, sehr schlechte Dienste.

Bei den oben angeführten Versuchen Frodshams hörten wir, dass die Schwingungen des Pendels ohne Uhr von 4 cm auf 2 cm heruntergingen, bei der Fadenaufhängung in 20 Minuten, bei der Federaufhängung in 145 Minuten, also mit der Feder erst in siebenmal so langer Zeit. Ersetzt man eine Feder- oder Saitenaufhängung oder verwendet man statt der Aufhängung mit Pfanne und Messer eine Feder, so wird die Pendelschwingung sofort eine grössere. Wie schon oben gesagt, hat das Pendel an seinem Kehrpunkte, dem Punkte, in dem der Kampf zwischen dem ursprünglichen Anstoss und der Schwerkraft sich im Gleichgewicht befindet, eine Kraft nötig, die das Beharrungsvermögen überwindet. Tritt dort nun die aufgespeicherte Federkraft in Tätigkeit, so wird dadurch die Schwerkraft der Pendelmasse unterstützt, deshalb wird der Antrieb ein kräftigerer, und gleichzeitig ist die Reibung der Aufhängung bedeutend gemildert und die Ruhezeit am Kehrpunkt wird verkürzt.

Saunier sagt nun in § 1294 seines köstlichen Lehrbuches: „Theoretisch würde es gleichgültig sein, ob man ein langes oder kurzes Pendel verwendet, denn das kleinere gleicht die gebräuchliche Verminderung des Linsengewichts durch die Vermehrung der Schnelligkeit aus.“ Sollte dieser Ausspruch des ausgezeichneten Uhrmachers nun wirklich richtig sein? Schon 1879 fügte Moritz Grossmann diesem Paragraphen eine Fussnote bei, in der die langen Pendel eine warme Empfehlung begleitet, und jedem Aelteren unter uns wird die Erfahrung mit Pariser Pendülen, die sehr kurze Pendel und Brocotgang (Stiftenhemmung) besitzen, als Schreckgespenst vor die Augen kommen. (Fig. 2.)

Aber versuchen wir einmal, die Sache vom Standpunkt der Theorie zu beleuchten: Man denke sich ein Sekundenpendel *ab* (rund 1 m lang) und ein Halbsekundenpendel *ac* (etwa 0,25 m), so macht ersteres den Weg *be* in einer Sekunde, das letztere aber in der gleichen Zeit nur zweimal den Weg *dc*. Nun ist aber der Weg *be* viermal so lang wie *dc*. Soll aber das kleine Pendel dieselbe Geschwindigkeit erreichen, so muss es die doppelten Grade durchlaufen, also 10 Grad, wenn das längere 5 Grad macht. Wie wir oben gesehen, erfordert ein grösserer Schwingungsbogen eine bedeutend grössere Antriebskraft, und damit wird eine stärkere Reibung und Abnutzung des Werkes hervorgerufen. Also ein längeres Pendel bedarf bei mindestens derselben Regelmässigkeit der Zeiteinteilung eines leichteren Gewichts. Eine von mir gelieferte Turmuhr, die ich mit Zweisekundenpendel ausstatten liess, erlaubte, von den gelieferten vier Gewichtsscheiben drei fortzulegen, und geht mit dem Endstück seit 10 Jahren ganz vorzüglich, obgleich sie vier Zeigerwerke treiben und alle Viertelstunde eines der grossen Schlagwerke auszulösen hat.



Fig. 2.