

nem Messing, sehr stark und an das Uhrgehäuse festgemacht. Es kann in das Holz eingelegt und durch mehrere Schrauben befestigt werden. *a a* ist ein überaus fester und starker viereckiger Rahmen, der von zwei Zapfen getragen wird, die sich am Ende der beiden Schrauben *b b* befinden. Dieser Rahmen kann sich um die beiden Zapfen bewegen, jedoch nicht ohne bedeutenden Reibungswiderstand. Die beiden Pfannen *d d* sind dazu bestimmt, die Schneide des Pendels zu tragen, wie man in Fig. 4 sieht, wo *d* die Pfanne ist. Dieselbe Figur zeigt den Obertheil der Pendelstange, worauf die Schneide angebracht ist. Die Platten *e e*, Figur 3, sind auf dem Rahmen *a a* angebracht, um zu verhindern, daß sich die Schneide verschiebe.

Um die Reibung so gering als möglich und zugleich unveränderlich zu machen, muß man beobachten:

1) daß die Schneide aus vorzüglichem Stahle gemacht sei, der sich gut härten läßt;

2) daß auch die Pfanne aus vorzüglichem Stahle bestehe. Es würde noch besser sein, starke Platten von harten Steinen, z. B. von orientalischem Saphir, im Rahmen *a a* einzufassen und darin die Pfannen auszuarbeiten;

3) daß der Winkel der Schneide beinahe ein rechter oder von 90° und dabei etwas abgerundet oder wenigstens nicht scharf sei. Eine schärfere Schneide, z. B. mit einem Winkel von 45° , würde wohl leichter gehen, nur würde man dabei mehr der Gefahr ausgesetzt sein, daß sie sich in die Pfanne hinein arbeite;

4) daß die Schneide auf allen Punkten ruhe, und aus dem Grunde ist es nothwendig, daß die Kante derselben durchaus gleichlaufend mit der Pfanne sei; auch ist es überaus wichtig, daß die Kante der Schneide, wie auch die Rinne oder Pfanne, gut polirt seien;

5) daß die Schneide und die Pfanne eine hinreichende Länge haben, dem Gewichte des Pendels angemessen. Ein Pendel, dessen Gewicht doppelt so groß, als das eines andern Pendels ist, erfordert eine doppelt

so lange Schneide. Die größere Länge macht keine Veränderung hinsichtlich der Größe des Reibungswiderstandes, aber sie bewahrt die verschiedenen Theile der Schneide und der Pfanne vor Abnutzung.

Wenn man den oben angeführten Regeln folgt, macht man die Reibung überaus gering und sehr konstant oder unveränderlich. Doch ziehen mehrere ausgezeichnete Künstler die Aufhängung vermittelst einer Feder vor, und man hat dabei nicht die Gefahr zu befürchten, welche durch Abnutzung entstehen könnte. Die Aufhängung vermittelst einer Schneide ist der Gefahr ausgesetzt, zernagt zu werden, und in diesem Falle entsteht eine merkliche Unregelmäßigkeit. Aus diesem Grunde hat z. B. der berühmte Jürgensen in Kopenhagen Bedenken getragen, diese Aufhängungsart bei astronomischen Pendeluhrn anzuwenden und sich der Aufhängung vermittelst Federn bedient, welche Art außerdem noch einen andern Vortheil darbietet, dessen später gedacht werden soll *). Auf folgende Art hat z. B. Jürgensen seine Pendel aufgehängt und sich von der Zweckmäßigkeit dieser Aufhängungsart durch die Erfahrung überzeugt.

*) Es hat auch einer der größten lebenden theoretischen und praktischen Astronomen, Ritter von Bessel in Königsberg, in seiner klassischen „Abhandlung über die Länge des einfachen Sekundenpendels, Berlin 1828“ durch die ausgedehntesten Experimente und scharfsinnigsten Untersuchungen nachgewiesen, nicht nur: daß auch mit der möglichsten mechanischen Vollendung gearbeitete Schneiden dennoch die Schwingungszeit eines Pendels zu verändern im Stande sind, sondern daß sich die Figur der Schneiden auch bei den allerzartesten Experimenten im Beobachtungssaale der Sternwarte durch auch nur kurze Zeit fortgesetzten Gebrauch beständig ändert. Er hat zugleich den Einfluß der Federkraft des Fadens oder der Feder (an welcher das Pendel aufgehängt ist) auf seine Figur und die Schwingungszeit des Pendels mit aller möglichen analytischen Schärfe entwickelt, wodurch mit aller Gewißheit ausgemacht worden ist, daß die rationelle richtige Anwendung einer Feder zur Aufhängung des Pendels allein die Unveränderlichkeit seiner Schwingungen von dieser Seite verbürge.

Fig. 5 und 6 zeigen den Träger (Pendelfloben) A a a, an welchem das Pendel mittelst der Feder aufgehängt ist. Er ist von gegossenem Messing, sehr stark und fest, und beinahe $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und in ein Loch eingepaßt, das in die Hinterseite des Uhrgehäuses gebohrt ist. Eine Schraubenmutter c hält den Träger fest, und die Schraube d, Fig. 6, welche durch die Platte A geht und in das Holz eingeschraubt werden kann, verhindert den Träger, sich umdrehen zu können, wenn er in seine rechte Lage gebracht ist. In dem Theile a a ist ein vertikaler Einschnitt, dessen Breite ungefähr 2 Linien und dessen Tiefe einen Zoll hat. In diesen Einschnitt, dessen Seiten ganz gleichlaufend sind, drückt man den Kopf e hinein, in welchen die Aufhängungsfeder gesetzt ist. Die Feder selbst muß von vorzüglichem Stahle gemacht sein, beinahe von der Dicke eines Kartenblattes und der Härte einer gewöhnlichen Uhrfeder, d. h. weißblau. Der Kopf dieser Feder ist aus zwei messinginen Platten gebildet, mit mehreren Stiften an den obersten Theil der Feder befestigt. Durch diesen Kopf geht ein Loch von ungefähr $\frac{2}{3}$ bis 1 Linie Weite, in welches ein Stift e eingesetzt ist, der dazu dient, die Feder in einer in den Träger gemachten Rinne zu tragen, wie man in Fig. 6 sieht. An das unterste Ende der Feder sind ebenfalls zwei messingene Platten genietet, in welche man ein Loch zu einem Stifte bohrt, der sowohl durch die Platten, als durch die Feder geht. Diese Feder hat die Gestalt, welche Fig. 6 f zeigt; sie ist nämlich oben breiter, als unten. In der Mitte der Feder ist der Länge nach eine Ausfeilung oder ein Ausschnitt von ungefähr 2 Linien Breite; hierdurch giebt man der Feder eine größere Breite, ohne daß sie dadurch zu steif wird. Fig. 7 zeigt den Haken a von der Seite gesehen; er ist an der Pendelstange b festgeschraubt und auf solche Weise verfertigt, daß man ihn an den untersten Stift der Aufhängungsfeder hängen kann, wie Fig. 5 zeigt.

Von den Mitteln, den Widerstand der Luft so gering als möglich zu machen.

Der Widerstand, den ein in Bewegung gesetzter Körper von der Luft erleidet, steht im Verhältnisse zu seinem Umfange und zum Quadrate seiner Geschwindigkeit. Ein Körper, welcher sich mit derselben Geschwindigkeit, wie ein anderer, bewegt, dessen Oberfläche nur die Hälfte von jenem ausmacht, wird nur halb so viel Widerstand erleiden, als jener größere Körper.

Die Geschwindigkeit und das Gewicht eines Pendels bestimmen die Größe der Bewegung desselben, und durch diese wird der Widerstand der Luft überwunden. Wenn man annimmt, daß die Geschwindigkeit zweier Pendel gleich ist, so ist es nur das Gewicht, welches die Kraft verändern kann, die das Pendel unter seiner Bewegung hat, und je größer das Gewicht eines Pendels im Vergleiche zu einem andern ist, desto mehr Kraft hat es, um den Widerstand der Luft zu überwinden. Hieraus folgt also, daß man zum Pendel eine Materie von großem specifischem Gewichte gebrauchen und dabei suchen muß, die Fläche des Körpers, welche der Luft Widerstand leistet, so gering als möglich zu machen.

Da die Kugel unter allen Formen, die man einem Körper geben kann, diejenige ist, welche die größte Masse in die kleinste Oberfläche einschließt, so könnte diese zu dem schwingenden Theile des Pendels am tauglichsten scheinen; da aber die Bewegung desselben nur nach einer Richtung hin und her geschieht und der Widerstand der Luft nur auf die zwei Seiten des Pendels wirkt, so sieht man leicht ein, daß die Linsenform sich noch besser, als eine Kugel, zum Pendel eigne, und aus diesem Grunde bedient man sich dieser am häufigsten.

Ferdinand Berthoud hat durch seine Versuche bewiesen, daß ein linsenförmiges Pendel $\frac{1}{10}$ weniger von seiner Bewegung verliert, als ein kugelförmiges.

Wenn man den Reibungswiderstand und den Widerstand der Luft zu dem möglichst geringen Grade gebracht hat, so hat man Vieles für die Vollkommenheit des Pendels gethan. Indessen ist noch ein großes Hinderniß für die Genauigkeit vorhanden, nämlich dasjenige, welches durch die Temperaturveränderung entsteht, wodurch das Pendel verlängert, oder verkürzt wird und so nach den verschiedenen Graden der Wärme ungleich schwingt (nicht gleich viel Zeit zu einer Schwingung gebraucht).

Von der Wirkung der Temperatur auf die Metalle.

Die Temperatur bewirkt, daß sich die Körper ausdehnen und zusammenziehen. Die Wärme bringt Ausdehnung, die Kälte Zusammenziehung hervor.

Die festen Körper im Allgemeinen dehnen sich unter der Einwirkung der Temperatur weniger aus, ziehen sich weniger zusammen, als die flüssigen. Das Quecksilber dehnt sich mehr aus, als die festen Metalle. Die Metalle ziehen sich in einem sehr verschiedenen Grade zusammen und dehnen sich in einem so verschiedenen Grade aus. Mehrere Naturforscher haben sich bemüht, die verschiedenen Ausdehnungen zu bestimmen; aber unter allen Ausdehnungstabellen, welche bisher erschienen sind, kann man annehmen, daß keine so vollkommen sind, als diejenigen, welche auf Laplace's und Lavoisier's Versuche gegründet sind.

Folgende Tabelle kann zur Grundlage der Berechnung über Kompensation *) der Pendel dienen.

*) Unter Kompensation versteht man den Mechanismus, durch welchen man bei Uhren die Wirkung einer veränderten Temperatur auf den Regulator aufhebt, dieser möge nun Pendel oder Unruhe sein