nun ergeben, dass, wenn eine Uhr in den äussersten Temperaturen richtig geht, sie bei mittlerer Temperatur einen anderen Gang zeigt. Dieser Fehler wird der zweite oder sekundäre Fehler der Kompensation genannt. Seine Beseitigung hat zu einer Unzahl sogen. Hilfskompensationen geführt. Theorie und Beobachtung haben ferner gezeigt, dass dieser sekundäre Fehler um so grösser ist, je näher die Schrauben oder Gewichte dem freien Ende des Reifens stehen. Nun hat der, Ihnen vielleicht durch seine Nickelstahl-Untersuchungen bekannte Professor Guillaume eine Kompensationsunruh konstruiert, deren Körper aus Nickelstahl besteht, statt aus Stahl, wie gewöhnlich, wodurch es möglich wurde, bei genügender Kompensationswirkung die Massen möglichst nahe an den festen Teil des Reifens zu bringen und daher die sekundäre Kompensationswirkung fast ganz aufzuheben. Die günstigen Resultate, die die letzten Chronometerprüfungen ergeben haben, sind zum grössten Teil darauf zurückzuführen. Da wir nun einmal beim Nickelstahl angelangt sind, möchte ich auch noch gleich auf eine andere hervorragende Anwendung desselben aufmerksam machen. Es ist dem Professor Guillaume gelungen, eine Nickelstahl-Legierung herzustellen, die einen gegen die Veränderungen der Wärme unempfindlichen Elastizitätskoëffizienten besitzt, und es sind aus dieser Legierung Spiralfedern hergestellt worden, bei denen sich die Anwendung einer Kompensationsunruh überflüssig macht. Vielleicht macht die Herstellung dieser Spiralfedern noch solche Fortschritte, dass tatsächlich in Zukunft die Kompensationsunruh, selbst bei feineren Uhren, entbehrt werden kann.

Auch die Präzisions-Pendeluhren sind durch die Anwendung des Nickelstahles auf einen höheren Grad von Vollkommenheit gebracht worden, da es dem Professor Guillaume gelang, eine Legierung zu finden, die fast unempfindlich gegen die Ausdehnung durch die Wärme ist.

Ich glaube jedoch, dass ich die mir zur Verfügung stehende Zeit schon längst überschritten habe und eile deshalb dem Schlusse zu. Ich hatte unlängst in Berlin einen Vortrag gehalten, und es ist mir der Wunsch geäussert worden, dass ich noch etwas über die Schnellregulierung der Pendeluhren bemerken möchte. Die Sache ist sehr einfach. Man multipliziert die beobachtete doppelte Differenz mit der Pendellänge und teilt durch die Beobachtungszeit, so ergibt sich, um wieviel das Pendel verlängert oder verkürzt werden muss. Ein einfaches Beispiel wird Ihnen die Sache klar machen. Angenommen, die beobachtete Uhr hätte in 8 Stunden eine Differenz von 3 Minuten gemacht und die Pendellänge sei vom Biegungspunkt der Feder bis zur Mitte der Pendellinse gemessen, 160 mm, so würde das Pendel um 6×160, geteilt durch 480 (8 Stunden gleich 8×60 Minuten), ist gleich 2 mm verändert werden müssen. Ich bemerke noch, dass Differenz und Beobachtungszeit in gleichen Zeitteilen ausgedrückt werden müssen. Bezeichnet v die Längenveränderung, L die Pendellänge, Z die Beobachtungszeit, D die Differenz, so ergibt sich die Formel $v = \frac{2\,D\,L}{Z}$.

Ich möchte bei diesem Anlass auch noch bemerken, dass vielfach die Meinung vorhanden ist, dass eine Pendeluhr, wenn sie einmal reguliert ist, an einem anderen Orte auch wieder richtig gehen müsse. Dies ist nicht der Fall. Der Gang einer Pendeluhr ändert sich mit der geographischen Breite und es muss deshalb eine Pendeluhr stets an ihrem neuen Ort nachreguliert werden.

Ich bin nunmehr zum Schlusse meiner Ausführungen gelangt und danke Ihnen für die Aufmerksamkeit, die Sie mir geschenkt haben. Ich bitte, noch zu entschuldigen, wenn meine Darlegungen Ihnen vielleicht längst Bekanntes enthalten haben sollten, aber es ist unumgänglich, dass bei einem solchen Vortrage auch bereits Bekanntes berührt wird.

Vorschule des Uhrmachers.

Von F. Rosenkranz. [Nachdruck verboten.]

Die Geometrie der Ebene.

(Fortsetzung aus Nr. 21.)

Kapitel II. Die Abhängigkeit der Seiten und Winkel der Figuren.

Das Viereck.

§ 19. Das Viereck im allgemeinen.

In den meisten Vierecken lassen sich zur Verbindung der gegenüberliegenden Ecken zwei Gerade ziehen; z. B. im Viereck $abcd$ (Fig. 55) die beiden Geraden ac und bd, man nennt sie Diagonalen. Das Viereck wird sonach durch eine seiner Diagonalen in zwei Dreiecke zerlegt, durch beide Diagonalen in vier Dreiecke. In besonderen Fällen, wie z. B. im Viereck abc^1d (Fig. 56) lässt sich innerhalb der

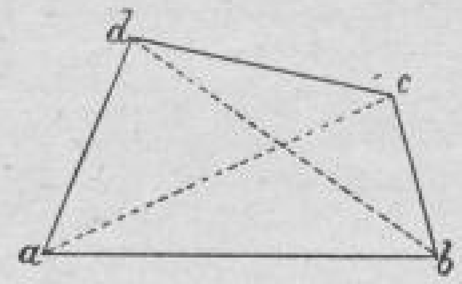

Fig. 55.

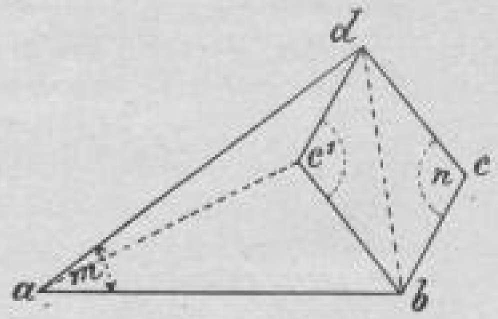

Fig. 56.

Figur nur eine Diagonale ac^1 ziehen, die andere bd liegt ausserhalb.

Ein Viereck ist durch fünf unabhängige Stücke bestimmt. Unabhängig sind diese Stücke, wenn sie nicht mehr als drei Winkel enthalten, weil sich der vierte durch die Winkelsumme des Vierecks ergibt.

Aus vier Seiten und einem Winkel sind zwei Vierecke möglich, siehe in Fig. 56, die beiden Vierecke $abcd$ und abc^1d, die den Winkel m und auch die vier Seiten gleich haben. Indes ist nur ein Viereck möglich, wenn hinzugefügt wird, ob der dem gegebenen Winkel m gegenüberliegende Winkel n grösser oder kleiner als zwei rechte Winkel ($2\,R$) sein soll.

Zwei Vierecke sind kongruent, wenn sie durch eine Diagonale in zwei kongruente und ähnlich liegende Dreiecke zerlegt werden können.

Das Paralleltrapez. Zur Bestimmung des Paralleltrapezes (Fig. 57) sind nur vier Stücke nötig, weil durch die Lage einer

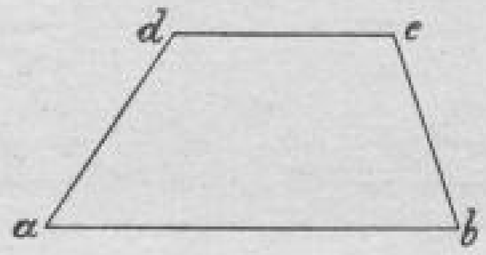

Fig. 57.

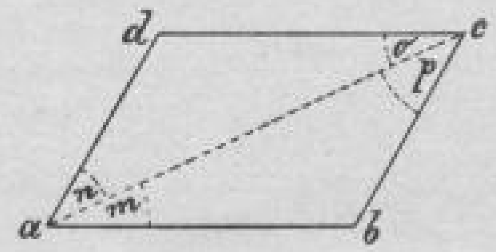

Fig. 58.

der beiden parallelen Seiten zugleich die Lage der anderen, also durch einen gegebenen Winkel zugleich ein zweiter mit bestimmt ist.

Das Parallelogramm. Da im Parallelogramm je zwei Seiten parallel sind, so ist durch die Lage zweier Seiten ab, ad (Fig. 58) oder durch einen Winkel die Lage der übrigen Seiten bestimmt; es ist durch einen Winkel jeder Winkel des Parallelogramms bestimmt.

Um ein Parallelogramm zu bestimmen, bedarf es daher nur dreier Stücke, nämlich zweier Seiten und des eingeschlossenen Winkels.

Angenommen im Parallelogramm $abcd$ (Fig. 60) ist $\sphericalangle m = R$, so ist auch $\sphericalangle o = R$; ferner ist $\sphericalangle n = 2\,R - m = 2\,R - 1\,R$, oder $\sphericalangle n = 1\,R$, mithin ist auch $\sphericalangle p = 1\,R$; d. h.: Ist im Parallelogramm ein Winkel ein rechter, so sind alle Winkel rechte. — Man nennt in diesem Falle das Parallelogramm rechtwinklig, ausserdem schiefwinklig.